

Sirkku Kultalahti

UUDEN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN
IMPLEMENTOINTI TUOTANNONOHJAUKSEEN

Tuotantotalouden koulutusohjelma
2013

UUDEN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄN IMPLEMENTOINTI TUOTANNONOHJAUKSEEN

Kultalahti, Sirkku
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Elokuu 2013
Ohjaaja: Kandelin, Niko
Sivumäärä: 58
Liitteitä: 5

Asiasanat: tuotannonsuunnittelu, Lean, toiminnanohjaus, nimikkeistöt

Työn aiheena oli uuden toiminnanohjausjärjestelmän implementointi tuotannonohjaukseen. Murata Electronics Oy:llä oli käytössä Lean Systems -toiminnanohjausjärjestelmä, jonka tuotannonsuunnitteluun tarkoitettua osion, Balancerin, parempaa hyödyntämistä tuotannonsuunnittelussa kehitettiin. Työn tarkoituksena oli kartoittaa Murata Electronics Oy:n komponenttivalmistuksen tuotannonsuunnittelussa Balancerin käyttö sekä luoda yhtenäiset ja tehokkaammat toimintatavat Balancerin käyttöön. Tämä työ tehtiin, koska uudelle toiminnanohjausjärjestelmän käytölle ei ollut luotu yhteistä toimintamallia.

Kehitysmenetelmänä käytettiin jatkuvan parantamisen menetelmää. Muutokset otettiin käyttöön sitä mukaa, kun niistä sovittiin. Tämä paransi osaltaan sitoutumista muutoksiin ja antoi kaikille muutokseen osallistuneille mahdollisuuden vaikuttaa tehtiin ratkaisuihin. Työssä kuvattiin yrityksessä käytettyä nimikkeistöä ja Lean tuotannonohjausperiaatteita. Lisäksi käsiteltiin Tieto Oy:n Lean tuotannonohjausjärjestelmää ja sen hyödyntämistä Murata Electronics Oy:n komponenttivalmistuksessa.

Tuloksissa huomataan, kuinka ensiarvoisen tärkeää uusien järjestelmien käyttöönotossa on määrittelyvaihe. Hyvillä määrittelyillä saadaan yhteisymmärrys siitä, mitä järjestelmältä halutaan ja miten eri organisaatiot käyttävät sitä hyödykseen.

Uusi toimintatapa saatiin implementoitua komponenttivalmistukseen. Toiminnanohjausjärjestelmä vaatii vielä kehitystyötä ennen kuin Balanceria päästään käyttämään tässä työssä määrittelyllä tavalla. Yrityksen on vielä tehtävä päätös, jatketaanko nykyisellä mallilla, vai tarvitaanko jatkoa varten organisaatiomuutoksia.

IMPLEMENTATION OF A NEW ENTERPRISE RESOURCE PLANNING SYSTEM FOR PRODUCTION PLANNING

Kultalahti, Sirkku

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Industrial Engineering and Management

August 2013

Supervisor: Kandelin, Niko

Number of pages: 58

Appendices: 5

Keywords: production planning, Lean, Operations Management, item

The subject of this thesis was the implementation of a new enterprise resource planning system for production planning. Murata Electronics Ltd. has been using Lean System Enterprise Resource Planning. Balancer is an Advanced Planning and Scheduling part of ERP system. The purpose of this thesis was to find out how the Balancer has been used and how the Balancer could be used more effectively. Since there has not been a common way to use the Balancer inside the company, the outcome of this thesis is also to create a common and effective way to use the Balancer in the future.

The development method used was continuous improvement. Changes were taken into use as soon as they were agreed on. This has helped everybody to commit to the changes, and it has also given everybody the opportunity to have an effect on the solutions. Items used in production and Lean principles have been described in this thesis. Lean enterprise resource planning system made by Tieto Ltd. has been studied. This thesis also describes how the Lean system can be utilized in component manufacturing of Murata Electronics Ltd.

As a result, it is noticed that it is very important to define a new system well before it is taken into use. With proper definitions and common understanding, the system can be used by different organizations more efficiently.

A new way of working has been implemented at the component manufacturing. Lean System needs to be developed before Balancer can be used as the way described in this thesis. Murata Electronics Ltd. has to decide either to continue with the old organization or create a new organization for production planning.

KÄYTETYT LYHENTEET

- EM – elementtivalmistus, Element Manufacturing
- ERP – Enterprise Resource Planning
- MRP – Material Resource Planning, materiaalin tarvesuunnittelu
- MRP II – Manufacturing Recourse Planning
- MES – Manufacturing Execution System
- APS – Advanced Planning and Scheduling
- TPM – Total Preventive Maintenance
- VMI – Vendor Managed Inventory eli kaupintavarasto
- JIT – Just In Time
- JOT – juuri oikeaan tarpeeseen
- VSM – Value Stream Mapping
- S&OP – kokonaissuunnittelu
- CM – komponenttivalmistus, Component Manufacturing
- OV – ohjausvastaava
- OPT – Optimized Production Technology
- MFI – Murata Electronics Oy
- MEMS – Micro Electro Mechanical System
- SCM – Supply Chain Management
- KET / WIP – keskeneräinen tuotanto / Work in Process
- BOM – Bill of Materials
- UPH – Units per Hour
- TQM – Total Quality Management
- FIFO – First In First Out
- CRM – Asiakkuuksien hallinta
- PDM, PLM – Tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallinta

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Toimeksiantajan esittely	7
1.2	Tuotantoprosessin kuvaus.....	8
1.3	Työn tarkoitus ja kehityskohteet.....	8
1.4	Rajaukset ja rajapinnat	9
1.4.1	Osto	9
1.4.2	Elementtivalmistus	10
1.4.3	Varasto ja logistiikka.....	10
1.4.4	Yleiset toimintaan vaikuttavat tekijät.....	11
1.5	Toteutusmenetelmät	11
2	TEOREETTINEN VIIITEKEHYS	12
2.1	Tuotannonohjaukseen liittyviä käsitteitä	12
2.1.1	Tarvesuunnittelu	12
2.1.2	Resurssien suunnittelu	13
2.1.3	Valmistuksenohjausjärjestelmä	15
2.1.4	Tarkennettu suunnittelu ja aikataulutus.....	15
2.2	Tuotannonohjauksen periaatteet	16
2.3	Erilaiset tuotannonohjaustapaukset.....	21
2.3.1	Just In Time	22
2.3.2	Lean	23
2.3.3	Optimoitu tuotantotekniikka.....	28
2.4	Toiminnanohjausprosessi.....	30
2.4.1	Kokonaissuunnittelu	31
2.4.2	Karkeasuunnittelu.....	31
2.4.3	Hienosuunnittelu.....	32
2.5	Menekin ennustaminen	34
2.6	Nimikemallit	35
2.7	Kapasiteetti ja läpäisy aika.....	35
3	TIETO OY:N LEAN SYSTEM ERP-JÄRJESTELMÄ	37
3.1	ERP-järjestelmän eri osa-alueet.....	38
3.2	Lean ja Balancer Murata Electronics Oy:llä	41
4	TOTEUTUS	43
4.1	Pilottilinjan kuvaus	43
4.2	Kehittämisen kuvaus	45
5	TULOKSET	48
5.1	Suunnittelun toimintatavat	49

5.2	Palaveri- ja raportointikäytännöt.....	51
5.3	Tavoitetila nykyisellä organisaatiomallilla	51
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	53
6.1	Tulosten arviointi	53
6.2	Toteutuksen arviointi	53
6.3	Toimenpidesuosituksset ja uudet kehityskohteet	53
6.4	Johtopäätökset.....	57
	LÄHTEET.....	58
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantajan esittely

VTI Technologies perustettiin vuonna 1991, jolloin se erkani Vaisalasta. MEMS -teknologian, Micro Electro Mechanical System, kehittäminen oli aloitettu Vaisalassa jo vuonna 1979. Kiihtyvyyssantureita kehitettiin autoteollisuuden ja lääketieteellisuuden. Vuonna 1994 valmistuivat ensimmäiset kiihtyvyyssanturit sydämentahdistimiin. Japanilainen Murata Manufacturing Co. Ltd osti VTI Technologies Oy:n tammikuussa 2012. Toukokuun lopussa 2012 yrityksen nimi muuttui Murata Electronics Oy:ksi. Tällä hetkellä Murata Electronics Oy:n ainoa tuotantolaitos sijaitsee Vantaan Martinlaaksossa. Uuden omistajan tavoitteena on kasvattaa yritystä tulevien vuosien aikana. (Murata Electronics Oy:n [www-sivut](#).)

Murata Electronics Oy (MFI) toimii kolmella eri liiketoiminta-alueella, jotka ovat: kuljetusvälineeteollisuus (mm. autoteollisuus), asiakaskohtaiset tuotteet (mm. terveysteknologia) ja kulutuselektronikka. Piipohjaisia kapasitiivisia antureita käytetään mittaamaan kiihtyvyyttä, kallistusta ja kulmanopeutta. (VTI:n [www-sivut](#).)

"Anturi on silta kolmiulotteisen ympäristömme ja tietojärjestelmien välillä. 3D-maailman ilmiöitä ei voi mitata tehokkaasti ja tarkasti turvaamatta 3D-teknologiaan. Siksi VTI on kehittänyt 3D MEMS-teknologian liike- ja paineantureille." Heikki Kuisma (VTI:n [www-sivut](#).)

MFI valmistaa MEMS -tuotteita parantamaan liikenneturvallisuutta ja sydänpotilaiden elämänlaatua. Vuonna 2011 VTI:n liikevaihto oli 89,3 MEUR ja henkilöstöä oli noin 700. (VTI:n [www-sivut](#).)

1.2 Tuotantoprosessin kuvaus

Elementtivalmistus (EM, Element Manufacturing) valmistaa kapasitiivisia antureita, joiden valmistamiseen käytetään yksikiteistä piitä ja lasia. Stabiiliutensa sekä pitkän elinikänsä vuoksi nämä aineet takaavat tuotteille hyvän luotettavuuden ja tarkkuuden. Kapasitiivinen mittaus perustuu kahden pinnan välimatkan muutokseen. Koska MEMS -rakenteet ovat hermeettisesti suljettuja, anturit ovat erittäin luotettavia. (VTI:n [www-sivut](#).)

Komponenttivalmistus (CM, Component Manufacturing) kokoonpanee ja testaa tuotteet. Kokoonpanossa käytetään monen sirun kotelointi- ja liitântäteknologiaa. Sirut kiinnitetään valettuihin muovikoteloihin. Ennen asiakkaalle lähettämistä tuotteet kalibroidaan, lämpökäsitellään, testataan ja pakataan haluttuihin pakkauskokoihin. (VTI:n [www-sivut](#).)

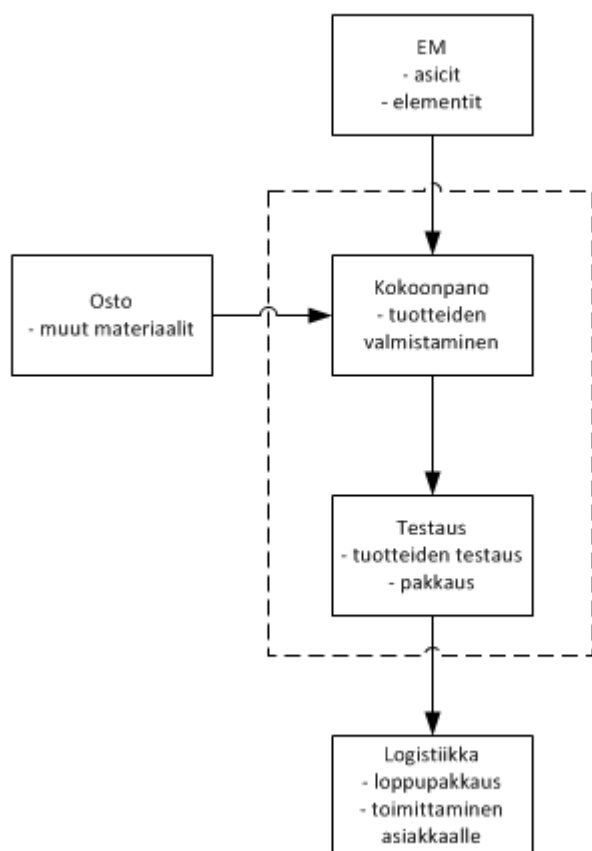
1.3 Työn tarkoitus ja kehityskohteet

Tämän työn aloitushetkellä Tieto Oyj:n Lean System ERP -järjestelmän (jatkossa Lean) Balancer -ohjelmistoa ei ole käytetty tuotannon ohjaukseen niin tehokkaasti kuin olisi tarkoitus. Balancer otettiin käyttöön keväällä 2011 hyvin vaillinaisena. Kehittämistä ja taustojen muokkaamista jatkettiin syksyllä 2011 saatujen lisäresurssien myötä. Vieläkään, keväällä 2012 ei ollut päästy tilanteeseen, jossa Balancerilla ohjattaisiin tuotantoa, vaan rinnalla kulki edelleen aikaisemmin käytetty Excel, tuotantoajosuunnitelma eli Production Plan & Output.

Työn tavoitteena oli mallintaa Balancerin tehokas ja johdonmukainen käyttö tuotannon suunnittelussa. Tavoitteena oli selkiyttää vastuut ja aikataulut, kuinka Balancer-ohjelmistoa on tarkoitus käyttää. Lisäksi määriteltiin, kuinka usein tuotannon suunnitteluun vaikuttavat kapasiteetilaskennat, UPH (units per hour), määritetään ja päivitetään ohjelmistoon. Pilottilinjana käytettiin yhden tuoteperheen linjaa, jolla valmistettiin noin 20 eri tuotetta. Työhön sisältyivät sekä tiedonkulku että parametrien ylläpitosuunnitelma.

1.4 Rajaukset ja rajapinnat

Tässä työssä keskityttiin vain komponenttivalmistuksen tuotannosuunnitteluun. Elementtivalmistuksessa ei ollut käytetty vielä toistaiseksi Balanceria tuotannon ohjaamiseen. Varaston/logistiikan toiminta sekä oston toiminta jätettiin myös rajausten ulkopuolelle. Tuotannon suunnittelua tekevät henkilöt eivät suoraan vaikuttaneet näillä osastoilla, joten niitä ei käsitelty tässä työssä. Tässä työssä keskityttiin kuvioon 1 katkoviivoilla erotettuun kokonaisuuteen.



Kuvio 1. Työn rajaus.

1.4.1 Osto

Osto ei ollut saanut tarvitsemiaan tietoja Leanista, vaan siellä oli toimittu Excel-pohjaisen tuotantoajosuunnitelman, Production Plan&Output -tiedoston mukaan (Liite 1). Kun tuotantorakenteet (BOM, Bill of Materials) saadaan kuntoon, pitäisi seurannan toimia Leanissa. Varastonhallinta tapahtui Leanin kautta samoin kuin materi-

aalien varastoseuranta ostossa. Osaa materiaaleista seurattiin vielä korttiohjauksella. Täydellinen integraatio Muratan järjestelmään astui voimaan 1.4.2013, jolloin kaikkien seurantojen oli tarkoitus toimia Leanissa. Ostossakin oli ongelmana, että Leanin kaikkia mahdollisuuksia ei osattu käyttää hyödyksi.

Miettisen mukaan (1993, 70) tarvelaskenta tehdään tuoterakenteen mukaan, jonka mukaan hankitaan oikeita raaka-aineita. Tarpeet saadaan tuotantosuunnitelmasta. Pitkät toimitusajat sekä ennusteiden muuttuminen vaikeuttavat tarvelaskentaa.

1.4.2 Elementtivalmistus

Elementtien tilauslomake, AVdel oli Excel-raportti, jota päivitettiin viikoittain (Liite 2). Siihen otettiin tiedot tilauskannasta ja tuotantoajosuunnitelmasta. Tämän tilauksen mukaan elementtivalmistus rupesi valmistamaan elementtejä. Koska elementtivalmistuksen läpimenoaika oli pitkä, noin 5-10 viikkoa tuotteesta riippuen, ei lyhyellä aikataululla voitu vaihtaa tuotejakaumaa.

Kokoonpanon esimiehet tilasivat elementit ja testauksen esimiehet tekivät tuotannon suunnittelun tilauskannan mukaan. Elementtivalmistuksen piti saada Leanin kautta luotettava tieto kokoonpanossa tarvittavista elementeistä, vaikka tuotannon suunnittelu tapahtui vielä toistaiseksi eri ohjelmistolla.

1.4.3 Varasto ja logistiikka

Materiaalin ohjauksella pyritään pienentämään sitoutunutta pääomaa ja varmistamaan, että tuotannossa on oikeaa materiaalia oikeaan aikaan. Materiaalin ohjaus pitää sisällään hankinnan, varastoinnin sekä kuljetukset ja jakelun. Tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman tasainen ja jatkuva materiaalivirta. (Miettinen 1993, 69.)

Tuotannosta (pakkauksesta) valmistui tavaraa varastoon. Tämä oli saatu toimimaan Leanissa, joten ohjausvastaavan tai esimiehen ei enää tarvinnut käydä laskemassa varastossa olevia tuotteita joka päivä. Varastosta tuotteet toimitettiin asiakkaille sovitun aikataulun mukaisesti.

Jos kävi niin, että kaikkia tuotteita ei syystä tai toisesta saatu valmiiksi toimituspäivään mennessä, siitä oli informoitu SCM:ää (Supply Chain Management -osastoa) etukäteen ja tilaukset vahvistettiin sellaiselle päivälle, mihin tuotteet saatiin valmiiksi. Tähän seurantaan ei käytetty Leanissa valmiina olleita raportteja, vaan seuranta tapahtui erillisen Excel -taulukon mukaan.

1.4.4 Yleiset toimintaan vaikuttavat tekijät

Tuotannonohjaukseen vaikuttavat ulkoiset tekijät kuten asiakkaan toiveet ja kausivaihtelut sekä sisäiset tekijät kuten varastojen koko ja läpimenoaika. Sisäisiä tekijöitä voi ohjata. Tuotannonohjaus on eri tuotantojärjestelmän osien kuten myynti, tuotanto, logistiikka, yhteen sovittamista siten, että tuotantotavoitteet saavutetaan. Tuotannonohjauksen päätekijöitä ovat toimitusaika, toimitusvarmuus, valmistuskustannus, kapasiteetin toiminta-aste ja -suhde sekä sidottu pääoma. (Miettinen 1993, 23-24.)

Komponenttivalmistuksen tuotannonohjauksen ulkoisia tekijöitä olivat mm. elementtien saatavuus, muiden raaka-aineiden saatavuus, kunnossapidon toiminta, varaosien saatavuus sekä kehityksen ja prosessituen toiminta. Sisäisiksi tekijöiksi voitiin lukea laitteiden kyvykkyys, joka mitattiin tuotantomääränä aikayksikössä (UPH – Units per Hour) sekä saanto eli hyvien tuotteiden suhteellinen osuus ja tuotanto- eli vuorokalenteri.

1.5 Toteutusmenetelmät

Työtä tehtäessä uusia toimintamalleja otettiin käyttöön pikkuhiljaa. Sitä mukaa, kun teoreettinen tietämys kasvoi, otettiin uusien toimintojen ehdotuksia esiin eri foorumeissa. Kyseessä oli pikemminkin Leanin filosofian mukainen jatkuva parantaminen kuin tarkkarajainen projekti. Pienet muutokset toiminnassa oli helpompi toteuttaa, mutta suurempia resursseja vaativat muutokset jäivät työlistoille odottamassa toteuttamista.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

2.1 Tuotannonohjaukseen liittyviä käsitteitä

2.1.1 Tarvesuunnittelu

Materiaalin tarvesuunnittelu (MRP, engl. Material Recourse Planning) on vanhin ohjelmatyyppejä ja se laskee tilausten ja myyntiennusteen pohjalta tuotantoaikataulun. MRP on lähtöisin USA:sta 1960-luvulta. Tuotteeseen käytettävän osaluettelon (BOM, engl. Bill of Materials) ja tuotantoaikataulun perusteella lasketaan materiaali-tarve. Kun tätä verrataan varastossa olevaan materiaalmäärään, saadaan hankittavan materiaalin määrä tietoon. Osto käyttää tätä tietoa hankkiakseen oikea-aikaisesti tuotannon tarvitsemat materiaalit. Ohjelma ottaa huomioon materiaalien toimitusajat, joten uutta työtä ei voi kuormittaa järjestelmään ennen kuin siihen on riittävästi raaka-aineita. MRP ohjelmistoon kuului myös taloudellisen eräkoon määrittäminen, mutta edelleen tarvittiin erillistä kuormituslaskentaa. Järjestelmän käyttäminen oli kankeaa. (Sakki 2003, 129; Miettinen 1993, 49-50; Kettunen & Simons 2001, 46.)

Tarvelaskenta ja kuormituslaskenta yhdistettiin 1970-luvulla, luotiin valmistuksen resurssisuunnittelu (MRP II, engl. Manufacturing Resource Planning). Se otti huomioon myyntiennusteet, varastot ja ostotilaukset. Valmistuksen resurssisuunnittelu otti edellisen tarvesuunnittelun lisäksi huomioon tuotantokoneiden kapasiteetin. Tämä laskenta huomioi tuotteiden erilaiset prosessivuot ja kuormitti tuotantolaitteita yksilöllisemmin. Myös erilaiset eräkoot voitiin ottaa huomioon laskennassa. Erot eri laskentojen välillä voivat olla merkittäviä, kun tuotantoprosessin läpimenoaika on pitkä. MRP II:ssa on otettu huomioon myös talouslaskennan ja kustannuslaskennan näkökulmia. Kysynnän muutoksiin reagointi oli nopeaa. Soveltuvuus solu- tai tuotantolinjat tuotantoon oli kuitenkin heikko. MRP II -ohjelmistojä kehitettiin 1980- ja 1990-luvuilla. 1990-luvulla ohjelmistoon lisättiin myös tuotannonohjauksen toiminnallisuuksia. Seuraava kehitysaskel oli ERP. Mitään selkeää rajaa ei voida sanoa, milloin on siirrytty MRP:stä ERP:iin. Kehitys on ollut liukuvaa. (Miettinen 1993, 49-50; Kettunen ym. 2001, 46-47.)

2.1.2 Resurssien suunnittelu

Yrityksen resurssien suunnitteluohjelma (ERP, engl. Enterprise Resource Planning) on toiminnanohjausohjelma, joka integroi yrityksen eri ohjelmistot toisiinsa. Taloushallinnon, tuotannon sekä muiden osastojen ohjaukselliset ohjelmat yhdistyvät ERP:llä. Valmistuksenohjausjärjestelmä (MES, engl. Manufacturing Execution System) yhdistää yrityksen automaatiojärjestelmän käytettyyn ERP järjestelmään. Tarvesuunnittelu on tärkeä osa ERP järjestelmää. Se varaa ja tilaa tuotannossa tarvittavia materiaaleja oikea-aikaisesti tuotannon tarpeisiin. Oikeilla määrittelyillä saadaan varastotasot pysymään hallinnassa. (Karjalainen, Blomqvist & Suolanen, 2000, 6; Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen, 2009, 430-432, 435.)

Kirjanpitomääräysten luomat vaatimukset aiheuttavat yritysten ERP ohjelmistoille samanlaisia tarpeita tuotantoalasta riippumatta. Tuotannonohjaus sen sijaan riippuu yrityksestä, jolloin kaikille sopivaa suunnitteluohjelmaa on lähes mahdoton tehdä. Tuotannosuunnittelun ohjelmistot räätälöidään aina tapauskohtaisesti yrityksen tarpeista lähtien. Tämä aiheuttaa omat ongelmansa eri järjestelmien integroinnin ja tuotantoautomaation välillä. Tietojärjestelmään kerran syötetty tieto on kaikkien saatavilla. Toiminnanohjauksen tietojärjestelmän tehtäviä ovat mm.:

- perustietojen ylläpito
- tapahtumatiетоjen hallinta
- tietojen välitys organisaation sisällä
- suunnitelmien laadinta ja ylläpito
- toteumatietojen keruu ja ylläpito
- asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen
- tilastointi ja raportointi. (Karjalainen ym. 2000, 6; Haverila ym. 2009, 430-432, 435.)

Materiaalikirjanpito on tietojärjestelmän yksi tärkeimmistä ja vaativimmista tehtävistä. Se voi sisältää tiedot tuotteista, puolivalmisteista ja materiaaleista. Varastosaldon ylläpito perustuu siihen, että eri materiaalitapahtumien vaikutukset voidaan laskea. ERP:n avulla tuottavuutta voidaan kasvattaa, kun eri toiminnot saadaan optimoitua. (Karjalainen ym. 2000, 6; Haverila ym. 2009, 430-432, 435; Production software www-sivut.)

ERP:llä saavutetaan mm. seuraavia hyötyjä:

- resurssien käytön tehostuminen
- tietojenkäsittelyn tehostuminen
- eri toimintojen parempi suunnittelu
- tilausten ja toimitusten parempi hallinta
- raportoinnin ja tunnuslukujen käytön kehittyminen
- liiketoiminnan johtamisen tehostuminen
- asiakastietojen parempi hallinta
- hankintojen tehokkaampi ohjaus. (Haverila ym. 2009, 431.)

Toiminnanohjauksen perusrutiineita kuvataan taulukossa 1. Tuotannon suunnittelun perustehtäviä ovat töiden avaus ja materiaalivarausten tekeminen. Valmistuksen ohjauksen perustehtäviin kuuluu töiden aloittaminen ja etenemisen seuranta. (Haverila ym. 2009, 432.)

Taulukko 1. Toiminnanohjauksen perusrutiinit (Haverila ym. 2009, 432.)

Tarjouslaskenta - hinnoittelu - tarjouskanta - siirto tilauksiksi	Tilausten käsittely - tilausten syöttö - toimitusaikojen määrittely - tilausvahvistukset	Ostotoiminta - hankintaehdotukset - ostotilaukset - saapumisten valvonta
Tuotesuunnittelu, tuoterakenteiden määrittely - materiaalit ja komponentit - työvaiheet	Tuotannon suunnittelu - työnumeroiden avaus - materiaalivaraukset - kapasiteettivaraukset - hinnoittelu rakenteiden mukaan	Raaka-aine- ja komponenttivarasto - inventoinnit - materiaaliotot ja -siirrot
Jälkilaskenta - työkohtaisesti ja osastoittain - materiaalit ja työtunnit	Valmistuksen ohjaus - töiden etenemisen valvonta - töiden aloitus, työpaperit - valmistumisten kirjaus - kustannuslaskentatiedot	Lähetys - toimituspaperit - lähetyksen kirjaus - kuljetussuunnittelu
Hallintorutiinit - laskutus, tilastot - myynti/ostoreskontra - kirjanpito/palkanlaskenta	Johto - yhteenvetoreportit	Perustiedot - asiakasrekisteri - toimittajarekisteri - ohjaustiedot

2.1.3 Valmistuksenohjausjärjestelmä

Valmistuksenohjausjärjestelmä (MES, engl. Manufacturing Execution System) on ERP -järjestelmän ja tuotantoautomaation välillä. MES -tasolla optimoidaan tilausten valmistusjärjestystä. MES:llä aikaansaadaan työn tehostumista, raaka-aineiden käytön tehostamista sekä laadun paranemista. MES hoitaa yhdessä tuotantoautomaation kanssa toiminnan ohjauksen. ERP:llä keskitytään vain suunnittelemaan toimintaa. (Production software [www-sivut.](#))

Koska kyseessä on suhteellisen uusi toiminto, se ei tunnu monessakaan yrityksessä olevan vielä kenenkään vastuulla. Kun MES keskustelee tehokkaasti ERP:n kanssa, saadaan ERP:llä tehdystä tuotannon optimoinnista paras hyöty. (Production software [www-sivut.](#))

2.1.4 Tarkennettu suunnittelu ja aikataulutus

Tarkennettu suunnittelu ja aikataulutus (APS, engl. Advanced Planning and Scheduling) on helppokäyttöinen ohjelmisto tuotannon aikataulutukseen. Sillä saadaan nopeasti ja tehokkaasti tuotannolle tarkkoja aikatauluja, joissa on otettu huomioon erilaiset koneiden, henkilöstön ja varaston rajoitteet. APS-ohjelmiston avulla tasapainotetaan kapasiteetti, materiaaliarpeet ja henkilöstö vastaamaan asiakkaiden kysyntää. APS-ohjelmiston etuja ovat:

- saadaan täydellinen näkymä yrityksen suunnittelusta ja tuotannon tilasta
- lyhyemmällä läpimenoajalla ja oikea-aikaisilla toimituksilla saavutetaan taloudellista hyötyä
- pienentää varastojen määrää ja kustannuksia
- luo tarkan tuotantoaikataulun, johon koko yritys voi luottaa
- päätösten vaikutukset tulevat näkyviin kokonaisuudessaan
- säätää tuotantoa ja reagoi muutoksiin nopeasti seuraamalla suorituskyvyn tunnuslukuja. (Demand Solutions [www-sivut.](#))

APS-ohjelmisto on tehokas optimoija ottaessaan laajasti huomioon tuotantoon vaikuttavat tekijät materiaalin riittävyydestä keskeneräisen tuotannon määrään ja varas-

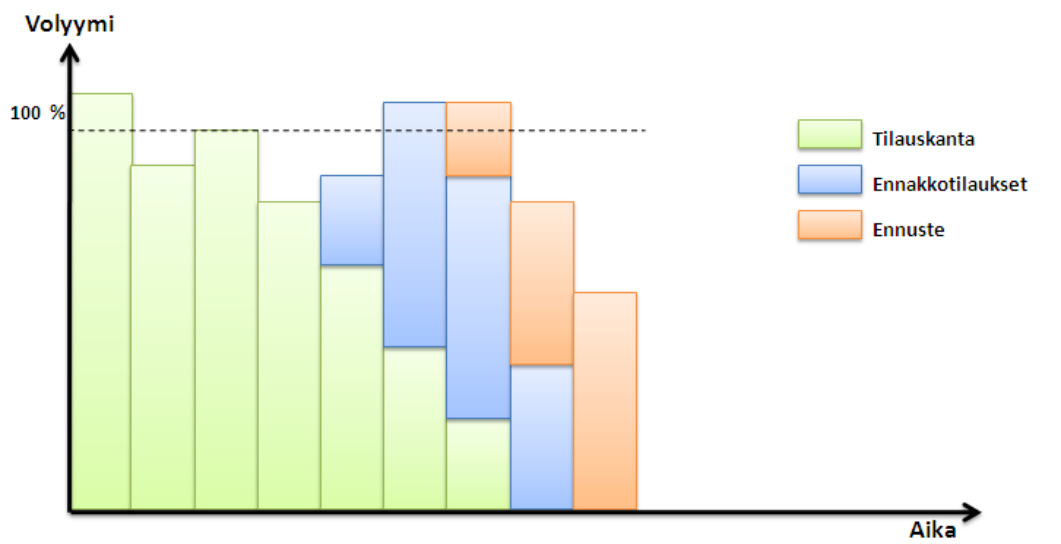
toihin asti. Laskennassa käytetään hyväksi JIT:n periaatteita, josta on tarkemmin kohdassa 2.3.1. (Demand Solutions www-sivut.)

APS -ohjelmistot korvaavat Excelin tuotannosuunnittelussa. ERP toimii online-tilassa, APS toimii off-line -tilassa. Off-line -tilassa voidaan simuloida eri vaihtoehtoja ennen kuin ne viedään online-tilaan. APS-ohjelmistoilla tuotannon muutoksia hallitaan ja aikataulutetaan päivä- tai viikkotasolla. APS on ERP:iin lisättävä tilaus-ten optimointimoduuli. (Demand Solutions www-sivut.)

2.2 Tuotannonohjauksen periaatteet

Tuotannonohjauksen kehittäminen ylläpitää yrityksen kilpailukykyä. Suunnittelujärjestelmän kehittäjän on hallittava koko toimintoketju. Hyvä järjestelmä on riittävän yksinkertainen ja toimintavarma. Joustavuus on hankalaa järjestelmille. Ennen järjestelmän hankkimista pitää tehdä hyvät määrittelyt, jotta järjestelmä toimisi mahdollisimman joustavasti ja oikein. (Miettinen 1993, 94.)

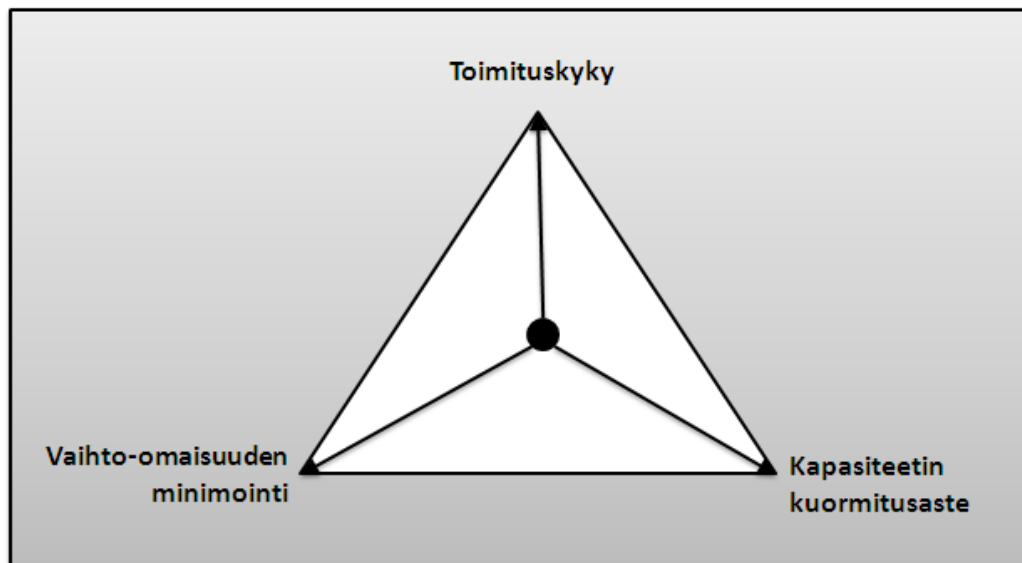
Tuotannosuunnittelun tavoite on saada markkinoiden tarpeet ja tuotantokapasiteetti sovitettua yhteen siten, että tuotannon kuormitus on mahdollisimman tasainen, kts. kuvio 2. Luvatut toimitusajat on pystyttävä pitämään, vaikka tuotantoa tasattaisiin suurimpien huippujen kohdalta. Kun tuotannosuunnittelu tarkentuu, saadaan tuotanto-ohjelma. Jotta tuotantoa pystyttäisiin suunnittelemaan, pitää olla arvio tulevasta asiakastarpeesta ja tieto kapasiteetista. (Miettinen 1993, 36-37, 39.)



Kuvio 2. Kuormituspiirros (Haverila ym. 2009, 417).

Tuotannosuunnittelulla pyritään tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla. Kustannukset pyritään minimoimaan joustavuuden kärsimättä. Suunnittelun periaatteita ovat kapasiteetin korkea tuottavuus, vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja mahdollisimman lyhyt läpäisy aika. (Haverila ym. 2009, 402.)

Ristiriitaiset tavoitteet markkinoinnin, tuotannon ja talouden välillä vaikeuttavat tuotannonohjauksen tarkoituksenmukaista toimintaa. Kuten kuviosta 3 nähdään, markkinointi painottaa toimituskykyä ja joustavuutta, tuotanto kapasiteetin tehokasta käyttöä ja talous huomioi sitoutuneen pääoman kustannukset. Ristiriitaisetkin tavoitteet voidaan saavuttaa läpäisyäikää lyhentämällä. (Haverila ym. 2009, 404, 406.)

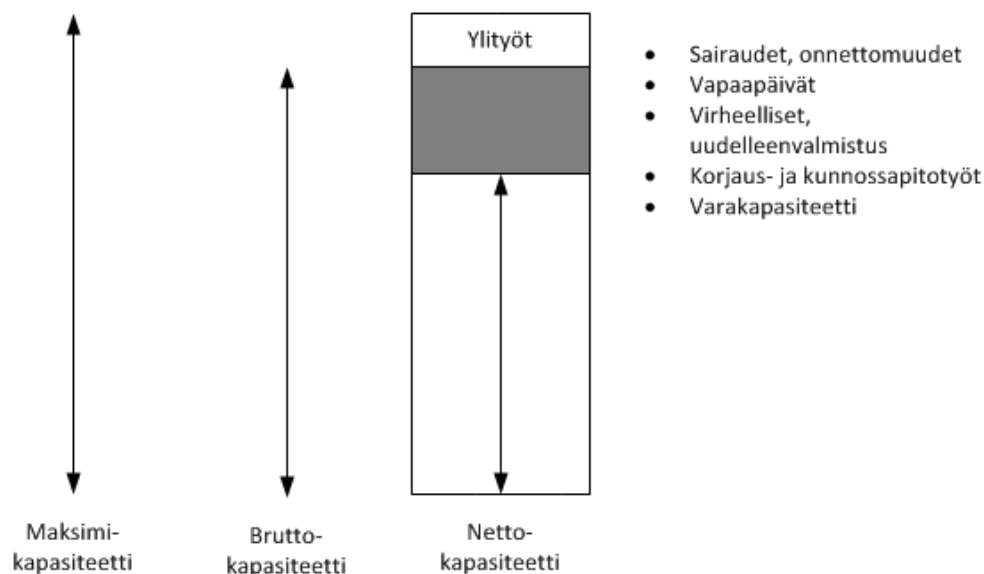


Kuvio 3. Tuotannonohjauksen tavoitteiden ristiriitaisuus (Haverila ym. 209, 404).

Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat organisointiperiaatteet ja tehtävänjako. Selkeät vastuukokonaisuudet, kevyt organisaatio ja hyvä kommunikaatio helpottavat toiminnan ohjausta ja johtamista. Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat mm.:

- tuotantomuoto
- läpäisy aika
- materiaalivirtojen selkeys
- henkilöstön osaaminen ja motivaatio
- toiminnan laatu
- kapasiteetin joustavuus
- keskeneräisen tuotannon määrä
- materiaalinimikkeiden määrä
- ohjattavien työvaiheiden määrä. (Haverila ym. 2009, 405, 408.)

Tuotannosuunnittelun pitää ottaa huomioon, että tuotantoa ei kuormiteta bruttokapasiteetin mukaan, kts. kuvio 4. Tuotannosuunnittelun tulee käyttää ns. nettokapasiteettia, joka on noin 70-90 % bruttokapasiteetista. Nettokapasiteetissa otetaan huomioon mm. sairastapaukset, korjaus- ja kunnossapitotyöt sekä virheellinen tuotanto. Maksimikapasiteetti saadaan, kun bruttokapasiteettiin lisätään ylityöt. Kuormitus-suunnitelma tehdään kriittisille laitteille. (Miettinen 1993, 37-39.)



Kuvio 4. Brutto-, netto- ja maksimikapasiteettien ero (Miettinen 1993, 38).

Yhtenäistuotannossa samantapaista tuotetta valmistetaan pitkä aika ja tuotanto etenee virtana. Yhtenäistuotanto voidaan jakaa prosessi- ja yhtenäistuotantoon. Molemmissa ajojen suunnittelu on tärkeää. Pullonkaulalaitteille tarvitaan suunnitelmallinen kunnossapito. Huolto suunnitellaan laitekohtaisesti työolot huomioiden ja pyritään kokonaisvaltaiseen ehkäisevään kunnossapitoon (TPM - Total Preventive Maintenance). Koneen käyttäjän tulisi osata jonkin verran huoltoja, jolloin hän pitää laitteen paremmassa kunnossa. (Miettinen 1993, 30, 42-43.)

Perinteisessä tuotannonohjauksessa tuotteita on tehty varastoon, josta niitä on myyty asiakkaille. Nykyisin varaston arvo halutaan pitää mahdollisimman pienenä, joten valmiita tuotteita ei haluta pitää varastossa kauaa. Lean-ajattelu, tarkemmin kohdassa 2.3.2, perustuu tähän asiakkaan tarpeeseen tehtävään tuotantoon. (Sakki 2003, 29.)

Tuotannon ohjaus voi olla imu- tai työntöohjausta. Työntöohjauksessa toiminta on tuotokeskeistä ja tuotteet valmistetaan tuotantoennusteen mukaan. Seuraavalle asiakkaalle on myyty suuria määriä kerrallaan eikä ole kiinnitetty huomiota asiakkaan tarpeeseen. (Sakki 2003, 29.)

Imuohjaus lähtee asiakkaan tarpeesta ja korostaa sekä toiminnan että tuotteen laatua. Tärkeitä elementtejä ovat nopeus ja joustavuus. Asiakkaita ja toimittajia pidetään yhteistyökumppaneina. Imuohjauksessa ei keskitytä pelkästään yhteen toimintaan, vaan nähdään kokonaisuuksia, prosesseja, jotka ylittävät organisaatorajat. Imuohjausta kuvaavat termit kuten prosessikeskeisyys, yritysten välinen yhteistyö, ulkoisen tehokkuuden mittaaminen, tiimin tavoitteet ja tulevaisuuden ennustaminen. Imu- eli prosessiajattelussa tehdään ensin oikeita asioita, vasta sitten tehdään asiat oikein. Ensin laitetaan prosessi kuntoon ja sitten optimoidaan toimiva prosessi. Ei kannata optimoida hyödytöntä prosessia. (Sakki 2003, 29-30, 45.)

Suuri varasto asiakkaan ja toimittajan välillä aiheuttaa kommunikaation hidastumisen. Oman toiminnan optimointi aiheuttaa helposti varastojen kasvun ja huonon toimituskyvyn. Varasto saattaa olla täynnä väärää tavaraa. Sama ilmiö on nähtävissä tuotannon sisällä. Kuvio 5 nähdään, miten materiaalin ohjaus on sekä strategista että operatiivista toimintaa. (Sakki 2003, 71-73.)



Kuvio 5. Strateginen ja operatiivinen toiminta materiaalin ohjauksessa. (Sakki 2003, 72.)

Asiakas haluaa toimintavarmuutta, mikä ei tarkoita suuria varastomääriä. Varaston määrää tärkeämpi on materiaalin ja tuotannon ohjaus. Varastoiminen ei anna tuotteelle lisäarvoa, päinvastoin varastointi aiheuttaa kustannuksia. Oikea-aikainen toi-

mittaminen ei tarkoita välttämättä varastojen kasvattamista vrt. väärää tuotetta varastossa. Jos varastoa kuitenkin tarvitaan, pitää miettiä varastolle oikea paikka. Ei varastoida kahdessa paikassa, asiakkaan ja toimittajan varastoissa. VMI (Vendor Managed Inventory) eli kaupintavarasto on myyjän omaisuutta asiakkaan varastossa, jossa omistusoikeus siirtyy kulutuksen mukaan. Myyjä pystyy seuraamaan kulutusta ja suunnittelemaan omaa toimintaansa. Kaupintavarastolla saadaan yhdistettyä toimittajan ja asiakkaan varasto yhteen paikkaan. (Sakki 2003, 75-77.)

2.3 Erilaiset tuotannonohjaustapaukset

Tuotantomuoto määräytyy mm. yrityksen valmistusmäärien, valmistustekniikan ja jakelutien perusteella. Tuotteet voidaan jaotella vakio- ja tilaustuotteisiin. Vakiotuotteet eivät vaadi suunnittelua, eikä asiakas voi vaikuttaa tuotteeseen. Tilaustuotteita ovat ainutlaatuiset tuotteet kuten taideteokset ja laivat. Vaikka vain pieni osa tuotteesta suunniteltaisiin ja valmistettaisiin asiakaskohtaisesti, tuote määritellään tilaustuotteeksi. (Haverila ym. 2009, 353-355.)

Valmistustavan perusteella tuotanto voidaan jakaa varasto- ja asiakasohjautuvaksi. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tuotanto aloitetaan varastomäärän mukaisen impulssin mukaan. Suurimenekkiiset vakiotuotteet ovat yleensä varasto-ohjattavia. Varastosta asiakas saa tuotteen käyttöönsä heti. Kuviossa 6 on esitetty erilaiset tuotantomuodot. Asiakasohjausta voidaan käyttää myös vakiotuotteissa, kun valmistuksen läpimenoaika on asiakkaan vaatimaa toimitusaikaa lyhyempi. Autoteollisuuden alihankkijat toimivat tämän periaatteen mukaan eivätkä varastoi itsellä mitään. Sarjatuotannon hyötynä on toistuvuus. Tietyn kokoisia eräiä valmistetaan sarja kerrallaan. Tuottavuutta pyritään nostamaan asetusajoja pienentämällä. Kun toistoja tulee tarpeeksi, opitaan vaihto nopeammaksi. Sarjan pituus vaikuttaa kokonaisvaihtomääriin. (Haverila ym. 2009, 353-355.)



Kuvio 6. Tuotantomuodot (Haverila ym. 2009, 354).

Yhtenäistuotannossa valmistetaan suuria sarjoja massatuotetta. Kerralla menee vain yhtä tuotetyyppiä, vaikka linjalla voidaan valmistaa samantapaisia tuotteita. Yhtenäistuotanto jaetaan suursarjoihin ja prosessituotantoon. Komponenttivalmistus on suursarjatuotantoa. Yrityksellä on harvoin käytössä vain yksi tuotantomuoto. Pienet erät valmistetaan usein varasto-ohjautuvasti, suuret joko varasto- tai asiakasohjautuvasti. (Haverila ym. 2009, 353-355.)

Toiminnanohjaus on tuotannonohjausta parempi termi. Yrityksessä ohjataan koko tilaus-toimitusketjun toimintaa, ei pelkkää tuotantoa. (Haverila ym. 2009, 397.)

2.3.1 Just In Time

Ennen Lean-ajattelua, 1980-luvun puolivälissä, puhuttiin JIT -tuotannosta (Just In Time), jossa painotettiin pieniä eräkojoja ja tiukkoja toimitusaikavaatimuksia. JIT seurasi materiaalin tarvesuunnittelun vaihetta. Tässä japanilaisessa tuotannonohjausmallissa yritettiin pienentää sitoutuneen pääoman määrää vähentämällä kesken-eräistä tuotantoa. Tuotannonohjauksen tehokkuuden ydin oli yksinkertaisuus. Uudis-

tuksia entiseen tuotannonohjaukseen verrattuna olivat visuaalisuus ja imuohjaus. JIT-tuotannossa tietojärjestelmät ovat sivuroolissa. Suomessa käytetään termiä JOT, juuri oikeaan tarpeeseen. Kuten Leanissa, tässäkin on tärkeää tuotannon tasainen kuormitus ja lyhyet läpimenoajat. JOT -ajattelussa kustannukset minimoidaan ja toimituspäivästä lasketaan taaksepäin, milloin tuotanto on viimeistään aloitettava. Tilaratkaisuilla pyritään pienentämään välivarastoja ja läpimenoaikoja. Takaisinpäin laskenta ei jätä aikaa tuotannon häiriöille. (Miettinen 1993, 51-52; Karjalainen ym. 2000, 11-12; Haverila ym. 2009, 428.)

JIT poikkeaa radikaalisti massateollisuudesta. Osia tehdään vain välittömään tarpeeseen. Tuotanto toistuu tiheästi pieninä erinä. Läpimenoaika on nopea ja tuotanto joustavaa. Laadun kehittämiseen panostetaan, koska virheiden vaikutus on suurta välivarastojen ollessa minimissään. Virheet havaitaan nopeasti, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin. Japanilainen kulttuuri tukee JIT -ajattelua. (Haverila ym. 2009, 361-362, 429.)

2.3.2 Lean

1980 ja 1990 -lukujen vaihteessa kehitettyjä tehokkaita tuotantotekniikoita alettiin kutsua yhteisellä nimellä Lean. Leania on sanottu suurimmaksi kehitysaskelleeksi massatuotannon käyttöönoton jälkeen. Leanissa yhdistyvät joustavuus, ammattitaito, laatu ja alhaiset tuotantokustannukset. Tuotantosoluissa käytetään JIT -periaatetta, kun sinne tuodaan lisää raaka-aineita. Työntekijät keskittyvät vain työn tekemiseen, eivät materiaalien hakemiseen linjalle. Jokaisella tuotannon henkilöllä on oikeus pysäyttää tuotanto, kun he havaitsevat laatu-poikkeamia. Tässä on suuri ero perinteiseen kokoonpanoteollisuuteen, jossa viallinen osa on otettu sivuun tarkempaa tutkimusta varten ja tuotantoa on jatkettu. Leanin periaatteiden mukaan toimittaessa työntekijät oppivat työstään enemmän ja virheet voidaan jatkossa välttää. Alussa pysäytyksiä tulee totuttua enemmän, koska ongelmia ei ole ratkaistu. Kun ongelmat ratkaistaan, linjan pysäytykset harvenevat ja "Lean-linja" toimii luotettavammin kuin perinteinen massatuotanto. Kun eri organisaatiot työskentelevät tiiviisti yhdessä, myös kommunikaatio niiden välillä tehostuu. (The Economist www-sivut.)

Massachusetts Institute of Technology, MIT, organisoi tutkimuksen, jonka tuloksena syntyi ”Lean Production” -käsite. Analysoitaessa autoteollisuutta, huomattiin japanilaisten toimintaperiaatteiden mukaan toimivan tuotannon olevan tuottavampaa ja laadukkaampaa kuin Yhdysvalloissa. Lean on käsitteenä laajempi kuin alkuperäinen JIT. (Haverila ym. 2009, 362.)

Lean-ajattelua voidaan käyttää sekä tuotteiden että palveluiden tuottamisessa. Lean ei ole kustannussäästöohjelma, vaan koko organisaation tapa ajatella ja toimia. Samaa ajattelutapaa käytetään terveydenhoidossa ja hallitusten toiminnassa. Lean on arvostavaa edestä johtamista, vanhasta luopumista ja uuden oppimista. Aina ei käytetä termiä Lean-ajattelu, vaikka toiminta olisikin Leanin mukaista. Yrityksen muuttuminen perinteisestä Leanin mukaan toimivaksi vie pitkään. Kyseessä on kokonaisvaltainen ajatustavan muutos. Muuttuminen Lean-organisaatioksi ei ole projekti, vaan jatkuvaa muuttumista. Lean kulttuurissa pyritään täydellisyyteen jatkuvalla parantamisella. (Lean Enterprise Institute www-sivut; Lahden amk:n www-sivut.)

Lean managementilla tarkoitetaan joustavaa ja ohutta tuotantoa. Yleinen kuvitelma on, että varastojen kasvu parantaisi joustavuutta. Kysynnän imu pysähtyy kuitenkin varastoihin, eivätkä välivarastot siten paranna joustavuutta. Ääritavoite on valmistaa joustavasti yhden kappaleen erää. Asiakkaan näkökulmasta lyhyt kokonaisläpimenoaika tarkoittaa joustavaa toimintaa. Leanin filosofian mukaan samankaltaiset toiminnot on järkevää niputtaa samaan paikkaan, jolloin niiden tekeminen tehostuu. Henkilöstön monitaitoisuuteen kiinnitetään huomiota ja monitaitoisuutta kehitetään aktiivisesti. Tuotteen ja toiminnan laatuun kiinnitetään suurta huomiota ja niiden kehittäminen on tärkeää. Käytössä on nollavirheperiaate, jolloin poistetaan virheitä aiheuttavat juurisyyt. Ei korjata vain puolittain, vaan pyritään siihen, ettei sama toistuisi enää koskaan. Tehdään asiat kerralla oikein. Suunnittelu on tehtävä lähellä itse toimintaa. (Sakki 2003, 129-130, 147, 149.)

Leanin pääperiaatteet

Lean sisältää viisi pääperiaatetta, jotka ovat:

1. Tunnista toiminnot, jotka tuottavat lisäarvoa. Organisaation tavoitteena on tuottaa lisäarvoa tuottavia prosesseja. Sisäinen ja ulkoinen asiakas nähdään yhtä tärkeinä.
2. Tunnista tuotteiden ja palveluiden arvovirta. Arvovirta käsittää kaikki vaiheet, joita tarvitaan tuotteen toimittamiseksi asiakkaalle. Arvovirrasta karsitaan tarpeettomat toiminnot, mutta asiakkaan tarpeet huomioidaan ja toteutetaan täsmällisesti.
3. Varmista tuotteiden ja palveluiden keskeytymätön virtaus läpi tuotannon tai palvelun. Poistetaan turhat varastot, jotta läpimenoajasta saadaan mahdollisimman lyhyt.
4. Tee vain asiakkaan vaatimat toimenpiteet, se mistä asiakas maksaa. Vältetään turhaa yliprosessointia ja käytetään imuohjausta.
5. Pyri täydellisyyteen.

(Business Excellence www-sivut.)

Johdon tehtävät

Organisaation muutoksessa johdon pitäisi keskittyä keskeisiin liiketoiminnan asioihin: tarkoitus, prosessi ja henkilöt. Tarkoitus: Mitä asiakkaan ongelmia ratkaistaan saavuttamalla oma menestyminen? Prosessi: Miten organisaatio arvioi arvovirran ollakseen varma, että jokainen askel on arvokas, kyvykäs, käytettävissä, joustava, ja että nämä kaikki askeleet on linkitetty virtaukseen? Henkilöt: Kuinka varmistetaan, että jokaisella prosessilla on vastuullinen henkilö, joka arvioi jatkuvasti prosessin kyvykkyyttä ja tarkoituksenmukaisuutta? Miten jokainen voi aktiivisesti parantaa toimintaa ja toimia oikein? (Lean Enterprise Institute www-sivut.)

Hukat

Lean-filosofiassa pyritään poistamaan hukat, joita lasketaan olevan 7+1. Muistisään-
tönä voidaan käyttää sanaa TIMWOOD. Hukkaa tai paremminkin hukan oireita ovat:

1. Transport - Kuljetukset
2. Inventory - Varastointi
3. Motion - Turha liike
4. Waiting - Odotusajat
5. Overproduction - Ylituotanto
6. Over Processing - Ylilaatu tai yliprosessointi
7. Defects - Viallinen tuote
8. Osaamisen hyödyntämättömyys

Varastointi ei lisää asiakkaan näkökulmasta lisäarvoa, joten läpimenoaikojen lyhen-
täminen on oleellinen osa Lean-filosofiaa. Varastointia voidaan pitää hukan oireena,
koska varastoinnin juurisyy on ylituotanto. Asiakas ei maksa tuotteiden välivaras-
toinnista, joten tuotanto pyritään saamaan mahdollisimman sujuvaksi. Samalla kaikki
arvoa tuottamaton poistetaan tuotantoketjusta. Läpimenoaikojen pienentämisessä
VSM, engl. Value Stream Mapping, on hyvä työkalu. (Liker 2006, 88-89.)

Lean-tuotannossa arvo perustuu asiakkaan näkemykseen arvosta. Yliprosessointia on
vältettävä, koska sillä ei saavuteta parempaa liikevaihtoa. Lean organisaatio tunnistaa
asiakkaan tarpeet ja keskittyy avainprosesseihin pyrkien jatkuvasti parantamaan lisä-
arvon tuottamista. Tavoitteena on tuottaa täydellinen tuote täydellisellä prosessilla
tuottamatta yhtään hukkaa. Saavuttaakseen tämän Lean-ajattelussa siirrytään osaop-
timoinneista koko prosessin ja virtauksen optimointiin. Eliminoimalla hukat koko
tuotantoprosessista, ei vain yksittäisistä prosesseista, päästään prosessiin, jossa tarvi-
taan vähemmän työvoimaa, vähemmän tilaa, vähemmän rahaa ja vähemmän aikaa
tuotteiden ja palveluiden tekemiseen. Samalla virheiden määrä saadaan pienene-
mään. Yritys pystyy vastaamaan asiakkaan tarpeiden muutoksiin nopeammin ja jous-
tavammin. Myös tiedonkulku saadaan paremmaksi ja täsmällisemmäksi. (Lean En-
terprise Institute www-sivut.)

Lean Management tuotannonohjausmenetelmänä

Suomessa käytetään myös termiä ohuttuotanto, joka kuvaa hyvin tuotannon keveyttä ja joustavuutta. Leanilla on paljon yhteistä JIT:n ja TQM (Total Quality Management) kanssa. Asiakkaan tarve pyritään tyydyttämään mahdollisimman pienillä resursseilla. Tuotannonohjauksen keskeisimmät periaatteet ovat:

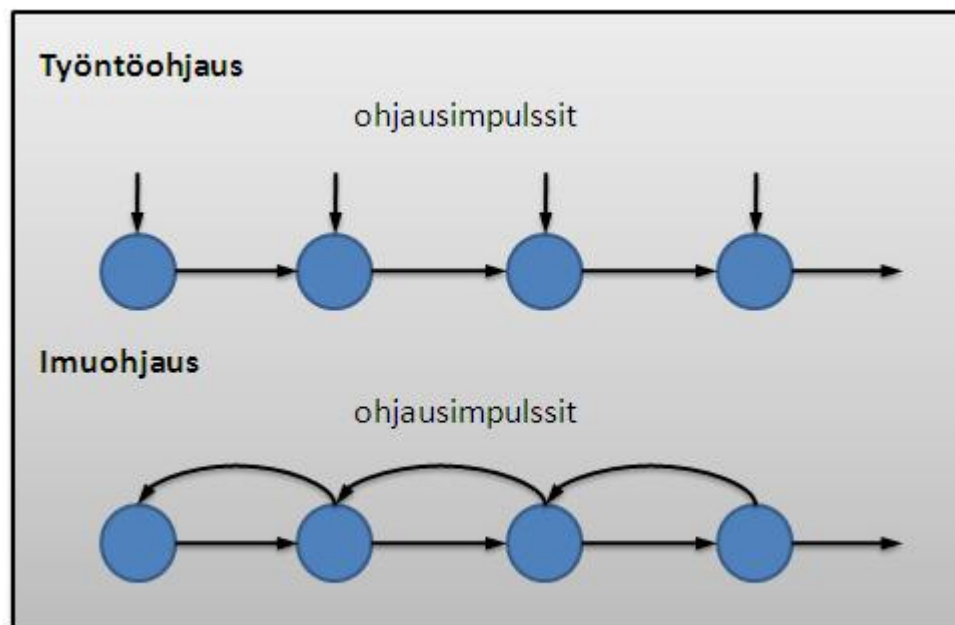
1. asiakaskeskeisyys ja laadukkuus kaikessa toiminnassa
2. vastuun hajauttaminen
3. resurssien oikea mitoittaminen, yhteistyö
4. matala, oppiva organisaatio
5. benchmarking
6. jatkuvan parantamisen periaate, Kaizen
7. joustavuus, pienet eräkoot
8. imuohjaus
9. lyhyet läpimenoajat ja asetusajat
10. varastojen minimointi

(Miettinen 1993, 61-63.)

Tuotannonohjauksessa pyritään asiakaslähtöiseen toimintaan, jota mitataan lisäarvon tuottamisella. Laadua ei tehdä varmistamalla, vaan normaalissa tuotannossa. Laadunvarmistusosasto voidaan monesti lakkauttaa, kun toiminnan ja tuotteen laatua ylläpidetään jatkuvasti. Kevyessä organisaatiossa korostuu henkilöstön monitaitoisuus, sitoutuneisuus ja motivaatio. Toimittajien määrä pidetään rajallisena, jolloin niitä voidaan seuranta tiiviisti. Toiminnassa tavoitellaan täydellisyyttä jatkuvan parantamisen keinoin. Benchmarkkauksella saadaan parhaat mahdolliset käytännöt laajasti käyttöön. Ohuessa tuotannossa virheet havaitaan nopeasti ja päästään poistamaan virheen aiheuttanut juurisyy. (Miettinen 1993, 61-63.)

Imuohjauksessa suunnittelu aloitetaan linjan loppupäästä. Tuotteen toimituspäivä määrää, milloin sen valmistaminen on viimeistään aloitettava. Periaatteena on, että lopusta päin ”tilataan” puolivalmistetta tai raaka-ainetta edelliseltä työvaiheelta kuten kuvion 7 ohjausimpulsseista nähdään. Ohjaus tapahtuu visuaalisesti laatikkojärjestelmällä. Imuohjauksen vaatimaa informaatiojärjestelmää kutsutaan Kanbaniksi. Ensimmäisenä sen esitteli Toyota Motor Company. Kanban edellyttää, että tuotanto on

jatkuvaa ja kysyntä pystytään ennustamaan, jolloin kuormitus on tasaista. Kanbanin mukaan työvaiheen materiaaleja täydennetään, kun varaston määrä on laskenut alle halutun rajan. Materiaalia tilataan yleensä vakio määrä. Tilaamisella ei ole vakioväliä, vaan se riippuu kulutuksesta. Järjestelmää voidaan kutsua myös kahden laatikon tai viimeisen laatikon malliksi. Viimeiseen laatikkoon laitetaan tilauskortti, jonka mukaan tavaraa tilataan lisää, kun viimeinen materiaalilaatikko otetaan käyttöön. Tuotannon on oltava jatkuvaa ja menekki ennustettavissa, jotta tämä toimintamalli toimisi. Kanban on visuaalista kapasiteetin ja varastojen ohjausta. Puskurihyllyjen ja tuotannon puskuripaikkojen määrä rajataan tuotantovirtaan sopivaksi. (Sakki 2003, 101-103, 129; Miettinen 1993, 54-55.)



Kuvio 7. Imuohjauksen periaate (Haverila ym. 2009, 423).

2.3.3 Optimoitu tuotantotekniikka

Optimoitu tuotantotekniikka engl. Optimized Production Technology - OPT, perustuu JIT-järjestelmään. Siinä pyritään yhdistämään JIT:n ja MRP II:n parhaat ominaisuudet. Siihen on yhdistetty tietokantojen tehokas käyttö MRP II:sta ja visuaalisuus, selkeä tuotantovuo ja turhan minimointi JIT:stä. (Miettinen 1993, 58.)

Optimoidussa tuotantotekniikassa keskitytään kriittisiin pullonkaularesursseihin. Pullonkaula määrittelee tuotannon kokonaismäärän. Pullonkaulalla on vain prosessiaika ja asetus aika. Muilla resursseilla on edellisten lisäksi joutoaika. Optimoidussa tuotantotekniikassa tuotantovuosi pyritään tasoittamaan. Jos tuotteille ei ole tarvetta, niitä ei myöskään tehdä. (Miettinen 1993, 58.)

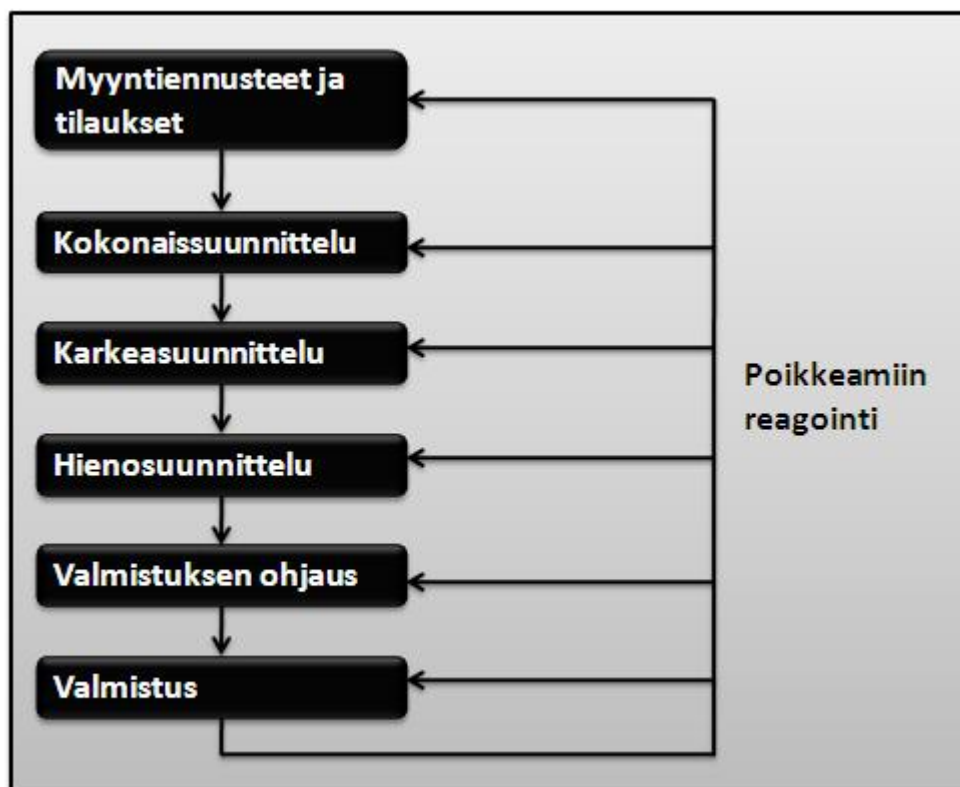
Kaikissa prosessivaiheissa seurataan pullonkaulavaiheen kapasiteettia, jolloin pullonkaula määrittää läpivirtauksen ja varastotasot. Tuotanto sopeutetaan pullonkaulan mukaan sopivaksi eikä muihinkaan prosessivaiheisiin kerätä varastoja. Pullonkaulan edessä pidetään maltillista välivarastoa, ettei pullonkaulalaite pysähdy missään olosuhteissa. Mikäli jotain resurssia ei tarvita tuotantokäyttöön, sitä ei pidetä aktiivisena. Aktiivisena resurssi kerryttäisi vain turhia varastoja. Pullonkaulaprosessissa menetetty aika menetetään koko tuotantolaitoksella. Aika menetetään ikuisesti, koska sitä ei voi kiritä kiinni. Vialliset osat kuormittavat pullonkaulaa, joten ne on poistettava ennen tätä prosessivaihetta. Muissa prosessivaiheissa säästetty aika on harhaa. Ei kannata keskittyä muiden osaprosessien optimointiin ennen kuin pullonkaulaa saadaan laajennettua. Yksi ylimääräinen odotustunti muilla laitteilla ei haittaa, kun laite ei ole pullonkaula. (Miettinen 1993, 58-60.)

Kuljetuserät tuotantosolujen välissä pidetään pieninä, vaikka valmistuserä olisi suurempi. Tuotteet siirretään pienempinä määrinä seuraavaan vaiheeseen. Valmistettavan tuotteen erä koko on muutettavissa tarpeen mukaan. Kaikki tuotantorajoitukset on otettava huomioon jo valmistuksen ajoituksessa. Läpäisy aika määräytyy ajoituksen yhteydessä. MRP II:ssä läpäisy aika on määritetty vakioksi, samoin erä koko määritetään ennakkoon. Kapasiteettirajoitus nähdään vasta, kun suunnitelma laitetaan täytäntöön. (Miettinen 1993, 60-61.)

Myynti otetaan mukaan tuotannon suunnitteluun. Tuotannon vaihtelu pyritään tasaamaan jo myynnissä. Valmistus ja kokoonpano erotetaan toisistaan. Lisäkapasiteetin vaikutus pyritään simuloimaan ennakolta. Pullonkaulaa pyritään laajentamaan mm. siirtämällä työt muille koneilla, lisämiehityksellä, asetus aikojen lyhentämällä ja erä kokoja suurentamalla. Näiden toimien myötä pullonkaula siirtyy toiseen paikkaan ja ohjaus muutetaan vastaamaan uutta tilannetta. OPT ja JIT toimivat parhaiten sarjatuotannossa. (Miettinen 1993, 60-61.)

2.4 Toiminnanohjausprosessi

Vaikka suunnittelu näyttää selkeältä, se sisältää jatkuvaa uudelleensuunnittelua ja eri tehtävien välistä koordinoitua kuten kuviosta 8 nähdään. Töitä joudutaan järjestelmään uudelleen laitevikojen, materiaalipuutteiden ja tuotantohäiriöiden vuoksi. Suunnittelu voidaan jakaa kolmeen pääkohtaan: kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelu. Yksinkertainen tuotantoprosessi voi tulla toimeen kahdellakin suunnitteluporalla. (Haverila ym. 2009, 409-410.)



Kuvio 8. Tuotannonohjausprosessin vaiheet. (Haverila ym. 2009, 409).

Rullaava suunnittelu tarkentuu koko ajan. Ensin otetaan huomioon ennusteet ja alustavat suunnitelmat, jotka tarkentuvat tuotantosuunnitelmiksi. Tarkkaa suunnittelua lykätään mahdollisimman lähelle viimeistä mahdollista muutoskohtaa. Tällöin suunnitelman muuttumisen todennäköisyys pienenee. (Haverila ym. 2009, 410.)

2.4.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu eli S&OP tarkastelee suuria kokonaisuuksia. Se pitää sisällään kokonaisvolyymiä koskevan suunnittelun ja taloutta koskevan suunnittelun. Näitä tietoja käytetään lähtökohtana tehtäessä tarkempaa suunnittelua. (Haverila ym. 2009, 411.)

2.4.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelun lähtökohtana pidetään tilauskantaa, varastotilannetta ja valmistusbudjetin tavoitteita. Se tehdään yleensä muutaman viikon aikajänteellä. Karkeasuunnittelu on resurssien käytön yleissuunnittelua. Siinä määritetään laite- ja henkilökapasiteetti yleisellä tasolla. Karkeasuunnittelu määrittelee, mitä resursseja tuotanto tarvitsee. Karkeasuunnittelussa tehdään päätökset kapasiteetin lisäämisestä ja vähentämisestä. Se ei ohjaa tuotantoa, vaan käytettäviä resursseja. Karkeasuunnittelu määrittää toimituskyvyn ja asiakkaalle luvatut toimitusajat perustuvat yleensä karkeasuunnitteluun. Karkeasuunnittelussa joudutaan käyttämään likimääräisiä arvioita, kun ei pystytä suunnittelemaan tarkasti. Tämä on erityisesti tilaustuotteiden ongelma. (Haverila ym. 2009, 415-417.)

Yleensä toimintaa rajoittaa valmistuskapasiteetti. Karkeasuunnitelma luo alustavan tuotantosuunnitelman ja ylläpitää kapasiteettitietoja vrt. kohta 2.2, kuvio 2. Koska karkeasuunnittelu perustuu pullonkaulan suunnitteluun, se ei tarvitse yksityiskohtaista tietoa kaikkien laitteiden kapasiteeteista. Linjakohtainen kokonaiskapasiteetti riittää. Toimitusajat määritellään kuormituspiirroksen avulla. Samasta piirroksesta määritellään kapasiteetin sopeuttamisen tarve. Tarkastelu tehdään viikon jaksoille. Kuormitus tehdään rajoittamattomaan kapasiteettiin eikä hetkellinen ylitys tai alitus haittaa. (Haverila ym. 2009, 415-417.)

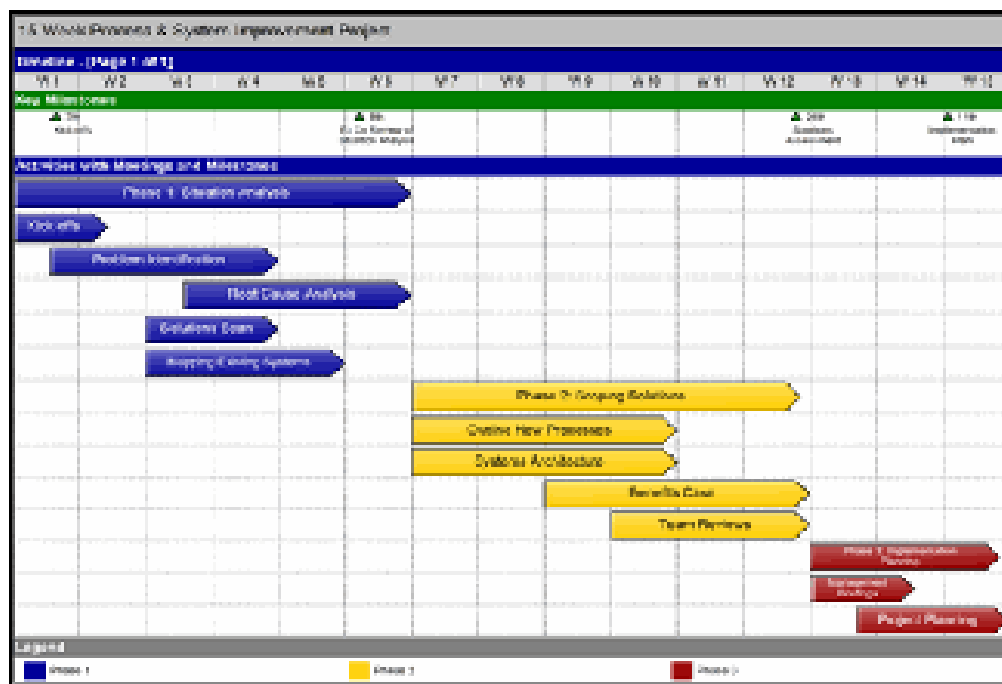
2.4.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelun tuloksena on tarkka tuotantosuunnitelma, jonka lähtökohtana on karkeasuunnitelma. Hienosuunnittelussa määritetään sarjat, tuotantoa pyritään yhdistelemään suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Kaikkia laitteita ei ohjata yksilöinä, vaan tuotantosoluista kasataan ohjattava kokonaisuus. Suunnittelun aikajänne muutetaan viikosta yhteen päivään. Hienosuunnitelma pyritään tekemään mahdollisimman lyhyeksi ajaksi kerrallaan, ettei sitä tarvitsisi muuttaa niin usein. Tuotannosta johtuvat muutokset kuten tuotantohäiriöt ja jättämät vaikuttavat suunnitelmaan. Hienosuunnitelmalla pyritään korkeaan tuottavuuteen ja hyvään toimitusvarmuuteen. Vaihdot ja asetusajat pyritään minimoimaan. Erityistä huomiota kiinnitetään pullonkaulan suunnitteluun ja kuormitus tehdään täyteen kapasiteettiin. (Harveila ym. 2009, 417-418.)

Toiminnanohjauksen tietojärjestelmissä ajoituksessa käytetään taaksepäin laskentaa. Se ei ota huomioon muita samaan kohtaan ajoitettuja tuotteita, vaan laskee tuotannon rajoittamattomaan kapasiteettiin. Tämä riittää karkeasuunnittelussa, mutta hienokuormituksessa on otettava todellinen kapasiteetti huomioon. Tuotannonsuunniteluohjelmissa voidaan käyttää prioriteettisääntöjä kuten FIFO, kallein tuote ensin tai asetusajojen minimointi. Tällöin osaoptimoidaan jokin kohta, mutta muiden vaiheiden näkökulmasta suunnitelma saattaa olla huono. (Harveila ym. 2009, 418-420.)

Gantin taulu on visuaalinen suunnittelutyökalu, jonka avulla suunnitelmaa voidaan optimoida. Optimointi soveltuu parhaiten vakiintuneeseen tuotantoon. Muutoin siitä ei ole häiriöiden vuoksi paljonkaan hyötyä. (Haverila ym. 2009, 420-422.)

Kuviossa 9 on esimerkki Gantin taulusta. Siitä on helppo seurata, kuinka kauan prosessivaihe kestää ja milloin seuraava tuotantopiste voidaan suunnitella aloitettavaksi.



Kuvio 9. Gantin taulu. (Swiftlight Software www-sivut.)

Imuohjaus perustuu siihen, että tuotteita valmistetaan vain todelliseen tarpeeseen kunkin JIT-ajattelussa, kohdassa 2.3.1. Työntöohjauksen ongelmat näkyvät todellisen valmistustilanteen ja suunnitellun välisinä ristiriitaisuuksina. Työntöohjaus sopii kaikkiin tuotantomuotoihin ja se on edelleen käytetyin ohjausmenetelmä. Pitkissä tuotantoketjuissa työntöohjaus aiheuttaa häiriötilanteissa helposti välivarastojen syntymistä. Imuohjauksessa yhdenkin vaiheen ongelmat pysäyttävät koko tuotantoketjun. Työntö- ja imuohjausta voidaan käyttää rinnakkain. Työntöohjauksella suunnitellaan koko tilauksen aikataulu ja imuohjauksella vakio-osien valmistus. (Harveila ym. 2009, 422-423.)

Solu-layoutissa työnohjaus on selkeämpää kuin funktionaalisessa layoutissa, jossa layout on suunniteltu koneiden samankaltaisuuden mukaan. Soluissa työ etenee aloituksen jälkeen itsenäisesti FIFO:n mukaisessa järjestyksessä. Funktionaalisen layoutin tehokas ohjaus on työlästä, vaikka työmääräin (eräseurantakortti) seuraa valmistettavaa erää tuotannossa ja siinä kerrotaan, mitkä työvaiheet erälle tehdään. Työjonon ylläpito voi olla tietojärjestelmässä, josta tarvittavat työmääräimet tuloste-

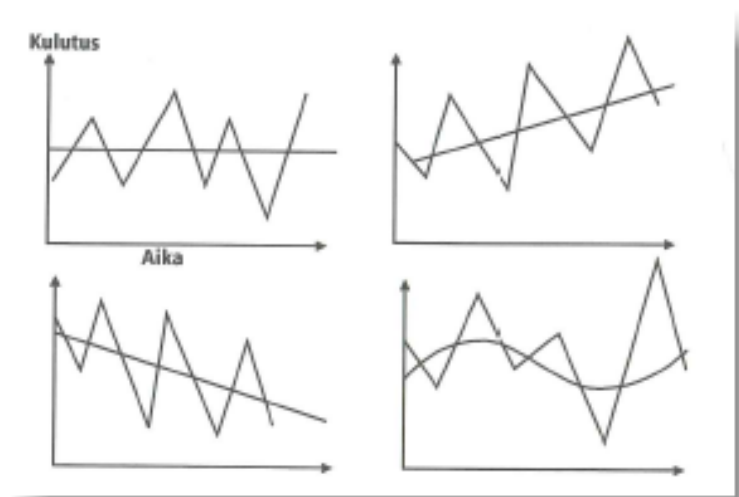
taan juuri ennen työvaiheen aloittamista. Työnohjaus voi tapahtua kokonaan tietojärjestelmän avulla. (Haverila ym. 2009, 425, 476.)

Suunnittelu (hieno- ja karkea) edellyttävät toteutuneiden tapahtumien raportointia. Takaisinraportoinnilla päivitetään ajoitusta. (Haverila ym. 2009, 246.)

2.5 Menekin ennustaminen

Ennustamisessa pitää tietää, kuinka menekki on vaihdellut aikaisemmin. Toteutunutta menekkiä analysoidaan esimerkiksi regressioanalyysillä. Menekki voi vaihdella kausittain, vuosikello kuvastaa joka vuosi samanlaista vaihtelua. Suhdannevaihtelussa menekki vaihtelee tietyin väliajoin. Joka tapauksessa vaihtelua esiintyy ja tämä vaihtelu olisi hyvä pyrkiä tasoittamaan. Kuviossa 10 on esitetty erilaisia vaihteluita. Tuotanto ei aina pysty vastaamaan nopeisiin vaihteluihin.

Pelkkään ennustamiseen ei voida luottaa, vaan ennusteen ja todellisen menekin suhdetta on seurattava jatkuvasti. Ennustaminen on osa kokonaissuunnittelua. Koska ennustaminen on vaikeaa, monissa yrityksissä on pyritty kehittämään tuotannon joustavuutta ja näin pienentämään riippuvuutta ennustamisesta. (Haverila ym. 2009, 413; Sakki 2003, 108-110.)



Kuvio 10. Menekin vaihtelun muotoja. (Sakki 2003, 109.)

2.6 Nimikemallit

Nimike tarkoittaa sivistyssanakirjan mukaan jossakin luokituksessa tai jaotuksessa tunnuksen tapaan käytettävää nimitystä (Suomisanakirjan www-sivut). Nimike voi olla joko kansainvälinen tai yrityksen sisäinen. Kuitenkin ne ovat yhteisillä sopimuksilla nimettyjä osia ja tuotteita. (Modultekin www-sivut.)

Tuotetiedon hallinta perustuu nimikkeiden hallintaan. Nimikkeellä yksilöidään tuote tai tuotteen osa. Myös materiaali, palvelu ja dokumentit voidaan nimetä. Nimettävä kokonaisuus riippuu yrityksen toimintatavasta. Nimikkeille ei ole olemassa yleispäteviä standardeja, vaan nimikkeistä päätetään yritystasolla. Olennaista kuitenkin on, että nimikkeistön rakenteen avulla nimikkeet ryhmitellään eri luokkiin ja alaluokkiin. Nimikkeistön hallintaa helpottaa, kun nimikkeet on ryhmitelty loogisesti. Liian tarkka luokittelu hankaloittaa nimikkeistön ylläpitämistä ja jäykistää toimintaprosesseja. Nimikehierarkia osoittaa nimikeluokkien väliset suhteet. Hyvä nimikkeistön ylläpito vapauttaa resursseja tiedon etsimisestä muihin toimintoihin. (Sääksvuori & Immonen 2002, 19.)

Karkeasti voidaan sanoa, että kaikki tuotteeseen vaikuttavat asiat nimetään. Mikäli käytettävä laite vaikuttaa oleellisesti tuotteeseen, se kannattaa nimetä. Samoin toimintaan ohjelmistojen kanssa.

Yritysten integraatioissa ei aina kannata pyrkiä täysin yhteneviin nimikkeisiin, vaan voidaan käyttää ristiviittauksia yrityksen osien välillä. Yrityksen strategia määrää, otetaanko käyttöön yhtenäinen nimikkeistö vai ei. (Sääksvuori ym. 2002, 19-20.)

2.7 Kapasiteetti ja läpäisy aika

Kapasiteetti ilmoittaa, kuinka paljon tuotantoa enimmillään voidaan tehdä aikayksikössä esim. 120 tuntia / viikko. Resurssi on toiminnassa tuon ajan viikosta. Kapasiteetti ei ota kantaa siihen, milloin kyseinen aika on. Kuormitusryhmä on yhtenä kokonaisuutena tarkasteltava asia, joka määritellään ohjaustarpeen perusteella. Karkeasuunnittelussa käytetään suuria kokonaisuuksia kuten tuotantolinja tai pullonkaulalai-

te. Hienokuormituksessa käytetään pienempiä kuormitusryhmiä kuten solu ja kone. Kuormitussuhde lasketaan alla olevan kaavan mukaisesti.

$$\frac{\text{Kuormitus}}{\text{Kapasiteetti}} \cdot 100\% = \text{Kuormitussuhde}$$

Nettokapasiteetti kertoo todellisen käytettävissä olevan kapasiteetin, joka voi olla paljon teoreettista maksimikapasiteettia pienempi, vrt. kohta 2.2, kuvio 4. Eniten kapasiteettia vähentävät erilaiset häiriöt kuten huoltotyöt, työntekijöiden poissaolot ja konerikot sekä viallisten tuotteiden valmistus ja materiaalipuutteet. (Haverila ym. 2009, 399-400.)

Valmistukseen kulunutta kokonaisaikaa kutsutaan läpäisyajaksi. Läpäisy aika sisältää prosessointiin kuluneen ajan sekä kaikki odotusajat. (Haverila ym. 2009, 401.)

3 TIETO OY:N LEAN SYSTEM ERP-JÄRJESTELMÄ

Tieto Oyj on kehittänyt Lean System toiminnanohjausjärjestelmän (ERP). Lean System on suunniteltu etenkin nopeutta ja joustavuutta vaativiin ympäristöihin. Siinä yhdistetään Lean-filosofia toimivaksi ERP-järjestelmäksi. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

ERP-järjestelmää ei tarvitse ottaa käyttöön kokonaisuutena, vaan se voidaan räätälöidä vain niihin toimintoihin, joihin on sillä hetkellä tarvetta. Lean System sisältää seuraavat osa-alueet, joista yrityksen tarpeisiin voidaan ottaa ne osa-alueet, jotka halutaan:

- asiakkuuksien hallinta
- tilaus-toimitusketjun hallinta
- tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallinta
- projektien hallinta
- työaikatietojen keruu
- matkalaskujen käsittely
- laatutoiminnot
- kustannuslaskenta ja Business Intelligence
- talousohjaus
- huolto ja kunnossapito (Service, Maintenance).

(Tieto Oyj:n www-sivut.)

Lean System mahdollistaa useiden vaihtoehtoisten ohjaustapojen yhdistämisen. Järjestelmällä voi ohjata niin projekteja kuin asiakaskohtaisia tuotteita, standardituotteita ja vakiotuotteiden variaatioita. Järjestelmän tehtävä on auttaa ohjauksessa sekä toteuttaa käyttäjän tekemiä päätöksiä. Käyttäjän tehtävä on ohjata ja johtaa toimintaa.

(Tieto Oyj:n www-sivut.)

3.1 ERP-järjestelmän eri osa-alueet

Asiakkuuksien hallinta

Visuaalisuuden ansioista kokonaisuuden hahmottamisen helpottuu. Saatavilla on luotettava ja reaaliaikainen tieto, joka on myös yhteistyöverkoston saatavilla. Lean System voidaan helposti liittää yrityksen ja sen yhteistyökumppaneiden muihin järjestelmiin. Asiakkaat näkevät tuotevarastojen tilanteen ja toimittajaa voidaan velvoittaa vastaamaan materiaalien riittävydestä. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

Tilaus-toimitusketjun hallinta

Lähtökohtana on asiakaspalvelu ja toiminnan ohjaaminen sen ehdoilla. Järjestelmän avulla vaihtoehtojen tarkastelu ja tulevaisuuden hallinta helpottuvat. Henkilöresurssit voidaan irrottaa rutiineista ja siirtää vaativiin päätöstilanteisiin. Lean System ulottuu koko tilaus-toimitus -ketjun yli ja kehittää yrityksen laatua, luotettavuutta ja reagointikykyä. Työasemille lisätään visuaalinen suunnittelu, muistilaput, dokumentit, hälytykset sekä tilannekohtaiset ohjausperiaatteet. Poikkeukset saadaan tallennettua yhteiseen käyttöön, jolloin oleellinen tieto on kaikkien saatavilla. (Tieto Oyj:n www-sivut)

Tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallinta

Tuotetiedon hallinta käsittää tuotteen asiakasprosessin hallinnan sekä koko elinkaaren hallinnan. Sen ydintehtävän on tuotteeseen liittyvän tiedon luominen, säilyttäminen ja tallentaminen. Tiedon pitää olla reaaliaikaista ja helposti kaikkien saatavilla. Toimivan järjestelmän ehtona on hyvin hoidettu nimikkeistön hallinta. (Sääksvuori ym., 2002, 13.)

Ketterä tuotanto pyrkii joustavaan ohjaukseen markkinoiden muuttuessa poistamalla turha toiminta, hyväksikäyttämällä toistuvuutta ja keskittymällä olennaiseen. Tuotteiden elinkaari lyhenee ja palvelu on osa tuotantoa. Laatuvaatimukset ja läpimenoaikojen nopeus kasvavat. Asiakas toivoo hintojen laskevan. Lean System yhdis-

tää keveyden ja joustavuuden ketteryyteen. ERP tukee jatkuvaa kehitystä. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

Projektien hallinta

Lean System tukee vaihtoehtoisia ohjaustapoja. Järjestelmän avulla voidaan ohjata projekteja, asiakaskohtaisia tuotteita, vakiotuotteiden variaatioita, standardituotteita ja varaosatoimituksia. Eri ohjaustapoja voidaan noudattaa samaan aikaan. Tietojärjestelmä automatisoi selkeät ja toistuvat toiminnot sekä päätökset. Lean System erottaa rutiinitilanteet ja sellaiset tilanteet, joissa tarvitaan käyttäjän ohjausta. Kuitenkin automaatio on vain apuväline, ei tilanteiden hallitsija. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

Balancer

Tieto Oy:n Lean Systemillä Balancer on tuotannon suunnitteluohjelma, jolla voidaan suunnitella joko prosessin omaista tuotantoa tai konepajamaista tuotantoa. Molemmille on tehty valmiiksi omat ohjelmansa: Process Balancer ja Works Balancer. Balancer on ns. APS-ohjelmisto, josta on kerrottu tarkemmin kohdassa 2.1.4. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

Perinteisesti materiaaliterve on laskettu takaisinlaskennalla ja varastointikustannusten minimoimiseksi tuotanto ajoitettiin mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen. Koska häiriöille ei ollut tilaa, piti niihin varautua suurilla välivarastoilla ja pitkillä läpimenoajoilla. Nykyisin käytetään eteenpäin laskentaa, jolloin jätetään aikaa myös häiriöille. Tällä varmistetaan hyvä toimintavarmuus. (Miettinen 1993, 36-37.)

Balancer auttaa hahmottamaan ne muutokset, jotka edellyttävät toimenpiteitä. Suunnittelu on ennakoivaa. Vaihtoehtoiset toimintatavat saa simuloitua hetkessä. Toimintavarmuus ja asiakastyytyväisyys paranevat, tilausten läpimenoajat lyhenevät, varaston tarve pienenee, tuotantokapasiteetti saadaan tehokkaammin ja tasaisemmin käyttöön ja tuotevaihdot vähenevät. Toimitaan siis Lean-filosofian mukaisesti. (Tieto Oyj:n www-sivut.)

Simulointi nopeuttaa suunnittelua. Käyttö on visuaalista ja intuitiivista. Graafinen esitystapa mahdollistaa kokonaisuuden nopean hahmottamisen. Erityistä tarkastelua vaativat kohteet tuodaan esiin väreillä ja listoilla. Suunnitelmaa voidaan tehdä päivä, viikko ja kuukausitasolla. Sama suunnitelma tarkentuu koko ajan. Vaikutukset varastoon, aikatauluihin, kuormitukseen, työvoiman tarpeeseen sekä materiaalitarpeisiin on nähtävillä välittömästi. Muutettu suunnitelma siirretään toiminnanohjausjärjestelmään. Balancerilla ohjataan, ERP:llä toteutetaan. (Tieto Oyj:n [www-sivut](#).)

Process Balancer on suunniteltu etenkin kysyntäperusteiseen tuotannosuunnitteluun toistuvassa tuotannossa. Kaikki suunnitteluun vaikuttavat tekijät – tuotantolinjat, kuormitus, vuorot, henkilöstö sekä itse tuotantosuunnitelma – kuvataan graafisesti. Saldoprofiili on helposti tulkittavissa. Process Balancer sopii sekä kappaleitavaran että prosessiteollisuuden suunnitteluun. Se huomioi valmistusajan, tuotantonopeuden sekä vaihtoajat. Karkeasuunnitelma toteutetaan algoritmisesti, hienokuormitus tarkennetaan manuaalisesti. Suodattimia hyväksikäyttäen suunnittelija pystyy keskittymään tärkeimpiin tehtäviin. Process Balancer tarkastaa materiaalin riittävyyden sekä henkilöstön ja tuotantolinjojen vuorokalenterit. Raporttien tiedot saadaan siirrettyä Exceliin. (Tieto Oyj:n [www-sivut](#).)

Works Balanceria käytetään töiden ohjaamiseen ja kapasiteetin hallintaan. Sitä käytetään etenkin tilauspohjaisissa kokoonpano-, valmistus- ja projektiteollisuudessa. Works Balancer tukee resurssien hallintaa ja aikataulutuksen suunnittelua. Tehtävät saadaan jonoutettua pullonkaulalaitteelle, jolloin päästään tarkastelemaan muille resursseille tulevaa kuormaa. Kokonaisvaltainen suunnittelu budjetoinnista tuotannon aikataulutukseen onnistuu yhdellä työkalulla. Suunnittelun kokonaistilannetta voidaan simuloida ja paras vaihtoehto otetaan tuotantoon. Vuorokalenterit ja raportoinnit toimivat samalla tavalla kuin Process Balancerissakin. (Tieto Oyj:n [www-sivut](#).)

Purchase Malancer on kehitetty raaka-aineiden ja välitystuotteiden hallintaan. Ominaisuudet ovat samat kuin Works Balancerissa ja Process Balancerissa. (Tieto Oyj:n [www-sivut](#).)

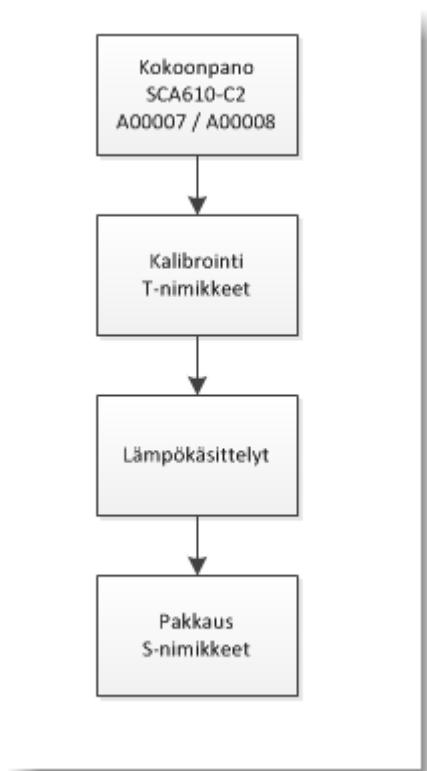
Tuotannosuunnitteluprosessin vaiheet:

1. SCM (Supply Chain Management) otti tilaukset vastaan joko sähköpostilla tai tarkisti asiakkaan linkin kautta tulevat tarpeet.
2. Tilaukset syötettiin käsin Lean-järjestelmään.
3. Tuotannosuunnittelija siirsi tilausmäärät käsin Lean-järjestelmästä Excelissä pyörivään tuotantoajosuunnitelmaan.
4. Tuotanto-ohjelma ajettiin Balancerissa kerran viikossa tilausten päivittämisen jälkeen, yleensä torstaina.
5. Tuotantopäällikkö päivitti tuotantoajosuunnitelman asiakkaiden tilausten ja varastomäärien perusteella. Varastossa oli tarkoitus olla viikosta neljään viikkoon tavaraa linjasta riippuen.
6. Ohjausvastaava laski joka yövuorossa keskeneräisen tuotannon manuaalisesti jokaisesta työvaiheesta ja syötti luvut Exceliin.
7. Työnjohto tulosti tilauskannan ja katsoi varastosaldon, vähensi tilauskannasta käsin ne työt, joihin varasto riitti ja laski, kuinka pitkälle KET:ssä olevat tuotteet riittäisivät. Tämän jälkeen hän otti tuotantosuunnitelmasta aloitusmäärät, ja laittoi sen mukaisesti aloitettavat ajot Balanceriin. Eri tuotteet ja versiot katsottiin suoraan tilauskannasta. Työt kopautettiin auki, jolloin ne vapautuivat tuotantoon. Työnjohtajan tuli tarkastaa, että kaikkia avattavia kokoonpanon töitä kohden tuli avattua riittävä määrä testauksen ja pakkauksen töitä.
8. Balanceriin lisättiin tarvittaessa töitä sen tekemien ehdotusten lisäksi. Tuotantoa työnnettiin kokoonpanosta testaukseen päin.
9. Ohjausvastaava kirjoitti ja tulosti joka päivä ohjeistuksen, jossa määriteltiin tuotteiden ajojärjestys kalibroinnissa ja pakkauksessa.
10. Ohjausvastaavat tulostivat pari kertaa viikossa tilauskannan, hakivat varastosaldot ja ylivivasivat tilauksista ne, joihin varastossa olevat tuotteet riittivät. Tällä menetelmällä he tekivät tuotannossa käytetyn hienosuunnitelman, jonka mukaan tuotteita kalibroititiin.

4 TOTEUTUS

4.1 Pilottilinjan kuvaus

Karkeasti kuvattuna tuotantovuo voitiin piirtää kuvion 12 mukaisesti. Tuotannon ohjauspisteitä olivat kokoonpano, testaus (kalibrointi) ja pakkaus. Resurssin kapasiteetti määritettiin pullonkaulan mukaan. Kaikille laitteille ei määritetty tuotannon ohjauksellisesti omaa kapasiteettia. Tuotantoa ohjattiin näiden kolmen resurssin mukaan ja muualla tuotteet etenivät FIFO periaatteella työpisteeltä toiselle. Tarkemmin tuotantovuo näkyy liitteessä 3, keskeneräinen tuotanto. Siinä näkyvät kaikki työvaiheet.



Kuvio 12. Tuotantovuon kuvaus ylätasolla.

Pilottilinjaksi valittiin SCA6x0-linja. Valmistus tapahtui yllä olevan kuvion 12 mukaisesti. Komponenttivalmistuksessa käytettiin kolmea eri nimikettä. A-alkuiset olivat kokoonpanon nimikkeitä (assembly), T-alkuiset testausnimikkeitä ja S-alkuiset pakkauksen nimikkeitä. Tuotannonohjauksellisesti yhdellä nimikkeellä voi olla vain

yksi yksiselitteinen BOM (Bill of Materials). Murata-integraation myötä tämä tulisi toteutumaan myös MFI:llä. Uudessa mallissa jokaista vanhaa nimikettä vastasi kaksi uutta nimikettä. Aikaisemmin yhtä S-nimikettä oli voitu tehdä esimerkiksi kahdella eri koteloversiolla, jolloin asiakkaan nimen perusteella oli pitänyt tietää, kumpaa kotelotyyppiä käytettiin.

Käytössä ei ollut sähköistä KET:ä (keskeneräinen tuotanto), vaan joka yö tuotannossa laskettiin linjalla olevan materiaalin määrä. Liitteessä 3 on otos tarkasteltavan linjan KET-laskennasta. Kun tuotannon suunnittelu aloitettiin päivällä, tilanne linjalla oli ehtinyt muuttua, jolloin tuotantoa ei voitu suunnitella reaaliaikaisen tiedon pohjalta. Lisäksi manuaalisesti lasketussa KET:ssä oli paljon virheitä. KET laskettiin kokoonpanossa ja testauksessa eri aikaan, jolloin laskuissa oli joko päällekkäisyyttä tai joitain tuotteita ei ollut laskettu ollenkaan. Tilanne piti tarkastaa monesta järjestelmästä, jos halusi tehdä tarkan suunnitelman. Sähköinen KET oli tulossa Leanin kautta, kunhan siihen saatiin resurssit. Tämä ei valitettavasti tullut tapahtumaan kovin nopealla aikataululla. Leanin rinnalla oli kehitetty Excel-pohjaista mittapisteistä saatuun tietoon perustuvaa KET:ä.

SCA6x0-linjalla valmistettiin aktiivisesti noin kymmentä erilaista A-nimikettä. Testauksessa tuotteista kalibroitiin taulukon 2 mukaisesti erilaisia tuotteita, joita oli yhteensä noin 20. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty vain yhden kokoonpanonimikkeen, SCA610-C2, jakautuminen eri tuotteiksi. A-nimikkeisiin tarvittiin yhteensä kuutta erilaista elementtiä. Kun eri pakkauskokoja ei huomioitu, lopputuotteita (S-nimikkeitä) oli noin 20. Liitteessä 3 näkyy havainnollisesti eri kokoonpanonimikkeiden jakautuminen testauksen nimikkeiksi.

Taulukko 2: Yhden kokoonpanonimikkeen jakautuminen eri tuotteiksi.

SCA610-C2:	C2EH1A	A00007:	T00108	A00008:	T00109
	C23H1A		T00100		T00101
	C23A1G		T00169		T00170
	C24H1A		T00102		T00103
	C24A1A		T00173		T00172
	C28H1A		T00106		T00107
	C28A1A		T00104		T00105

Taulukossa 2 näkyy vasemmalla vanha nimike ja oikealla uudet nimikkeet. Uusi nimike muodostettiin Lean-järjestelmään ottamalla seuraava vapaa numero käyttöön.

4.2 Kehittämisen kuvaus

Elokuussa 2012 jätettiin AVdel pois ja elementtitilaus muutettiin tapahtuvaksi Leanin kautta. Liitteessä 2 on näkymä AVdel:n osasta. Koko taulukko oli erittäin laaja käsittäen kaikki valmistettavat elementit ja sahattavat asicit. Muutoksen ongelmana oli, että ajoja ei kuitenkaan laitettu suoraan Balancerin ehdottamalla tavalla, eivätkä elementtitilaukset kirjautuneet oikein Lean-järjestelmään. KET-laskenta ei toiminut Lean-ohjelmistossa, vaan testauksen keskeneräinen tuotanto jäi huomioimatta. Lean-ohjelmiston tarvelaskenta oli puutteellista.

Tutkimuksen tekijä oli pyytänyt keväällä 2012, että AVdel olisi jätetty pois pilottilinjalla, jolloin mahdolliset ongelmat olisi huomattu yhden tuoteperheen osalta. Tätä ei kuitenkaan haluttu tehdä, jolloin muutos koski samaan aikaan kaikkia linjoja.

Valitettavasti AVdelin kaltaista taulukkoa ruvettiin käyttämään uudelleen talven 2012-2013 aikana, eikä Leanin laskentaa saatu toimimaan, jotta olisi voitu ottaa käyttöön Leanin ”Materiaalit aikajaksoittain” -taulukko, josta on kuva liitteessä 5.

SCA6x0-linjalla karkeasuunnittelija rupesi kuormittamaan tuotantoa oikeaan kapasiteettiin syyskuusta 2012 alkaen. Tämä helpotti hienosuunnittelua, koska yhdellä viikolla ei ollut mitenkään mahdollista saada varastotasoja halutulle tasolle. Aikaisemmin Balancer ehdotti, että seuraavalla viikolla tehtäisiin tilausten lisäksi määritetty varastotaso täyteen. Kuormittaminen rajoittamattomaan kapasiteettiin ei onnistunut, kun varastoa ei ollut yhtään ja tavoitteissa varastotaso oli määritetty viikosta kahteen. Oikeaan kapasiteettiin kuormittaminen vähensi Balancerin yhdelle viikolle ehdottamaa kuormaa ja piti elementtien tilaukset (Liite 5) järkevällä tasolla.

Aikaisemman Excel-pohjaisen tuotantosuunnitelman etu oli, että siinä otettiin kantaa linjan tuotantotavoitteisiin. Uudesta järjestelmästä tämä puuttui. Rajoittamattomaan kapasiteettiin kuormittaminen generoi elementtivalmistukselle liian suuret viikko-

kohtaiset tilaukset, jolloin elementtivalmistuksen tuotannon suunnitteleminen hankaloitui.

Syyskuun puolivälistä 2012 alkaen SCM:llä ja työnjohdolla oli palavereita muutama viikon välein, jossa yhdessä päätettiin käytettävä kapasiteetti / tavoiteltavat ajomäärät tuleville viikoille. Enää ei menty asiakkaan tarpeen mukaan, vaan tasattiin tuotantoa teoriakohdan 2.2 mukaisesti. Tasoitetulla tuotannolla saavutettiin hyötyjä, kuten pienentyneen vaihtelun avulla parempi saanto, laitteiden tasaisempi kuormitus ja varmempi toiminta. Myös työviihtyvyys parani, kun töitä oli tasaisesti.

Varastotasojen ja tilauskannan perusteella päätettiin noin neljän viikon välein uusista tavoitemääristä. Tämä oli saatu pienten alkuvaikeuksien jälkeen toimimaan hyvin ja tuotantoa pystyttiin ajamaan tehokkaammin aikaisempaan tilauskantaan perustuneeseen huojuvaan ohjauksen verrattuna. Samassa palaverissa päätettiin tarvittaessa tuotteiden prosessoimisesta eri tuotantolinjoilla, jolloin tuotannosuunnittelija muutti tuotteet oikeille resursseille. Informaatio parantui, kun kaikki olivat samaan aikaan läsnä ja kaikki sitoutuivat noudattamaan yhdessä sovittua suunnitelmaa.

Syyskuussa 2012 otettiin käyttöön jokapäiväinen raportointi kokoonpanosta testauksen esimiehille, jotka tekivät tuotannosuunnittelua. Loppuvuonna raportointi hiipui ja suunnittelu vaikeutui, kun ei ollut näkymää kokoonpanoon. Vaihtoehtona olivat myös joka-aamuiset lyhyet palaverit kokoonpanon ja tuotannon esimiesten kesken, mutta tämä koettiin liian raskaaksi järjestelyksi ja siitä luovuttiin kokeilematta.

Joulukuussa 2012 aloitetut SCM:n toimituspalaverit pari kertaa viikossa auttoivat päivittäisen raportoinnin tärkeyden ymmärtämisessä ja tammikuun 2013 alusta raportointi kokoonpanosta testaukseen toimi jälleen hyvin. Raportin sisällössä ilmoitettiin, onko linja pysynyt aikataulussa, onko materiaalia otettu sivuun tarkempaa analysointia varten ja mikä on ollut viimeisen vuorokauden kokonaistuotantomäärä. Suunnittelun reagointi saatiin nopeutumaan. Maaliskuussa 2013 raportoinnin sisältöä tarkennettiin pro aktiiviseen suuntaan lisäämällä siihen tieto pidemmistä laiterikoista ja huolloista, jotka hidastaisivat tuotantoa seuraavan vuorokauden aikana.

SCM:n vetämissä viikoittaisissa toimituspalavereissa seurattiin materiaalin riittävyttä, tulevien päivien toimituksia ja mahdollisia haasteita sekä priorisoitiin linjojen tärkeys. Myöhemmin huomattiin, että oston kannattaisi olla toimituspalaverissa mukana, koska resurssien ja tuotantomäärien muuttaminen vaikutti suoraan raaka-aineiden kulutuksiin. Kulutustietoja ei saatu luotettavasti Lean-järjestelmästä, vaan niitä ylläpidettiin osittain manuaalisesti.

Helmikuussa 2013 ajosuunnitelma tulostettiin kokoonpanon esimiehille, SCM:ään ja ohjausvastaaville. Kaikki seurasivat tuotantoa samasta listasta eikä tarvinnut katsoa monesta eri järjestelmästä, mitä oli ajettu edellisen vuorokauden aikana. Vaikka sähköinen KET-laskenta ei toiminutkaan, se ei haitannut niin paljon muutenkin manuaalista laskemista. Samalla ohjausvastaavat ottivat kokonaisvastuun testauksen ja pakkauksen töiden avaamisesta Balanceriin. Koska töitä ei pystynyt "ketjuttamaan" eli näkemään mistä kokoonpanon työstä tuli tietty testauksen ja pakkauksen työ, ohjausvastaavat muuttivat ajoja tarvittaessa. Samalla Leanin lomake 40, saldoprofiili (Liite 4), saatiin näyttämään oikein parin seuraavan päivän ajalle. Lean-järjestelmän laskennan tarkentumisen myötä tämäkin tulisi pitämään paremmin paikkansa, kun keskenäinen tuotanto otettaisiin laskuissa huomioon.

Maaliskuussa 2013 käyttöön saatiin 2 erilaista sähköistä KET-laskentaa, mutta kumpikaan ei toiminut Leanissa, jossa sitä tarvittiin. Viimeisimmäksi valmistunut KET oli hyvin samantyyppinen kuin käsin laskettava, jolloin sitä oli helppo lukea ja linjalta olevan materiaalin määrän hahmottaa helposti. Edelleen ongelmaksi jäi, että Leanin ei saatu oikeita määrätietoja muun laskennan tueksi ja tämä uusin KET toimi vain yhdellä linjalla.

5 TULOKSET

Tutkimuksen tekijän mielestä Murata Electronicsilla pitäisi valita kahdesta vaihtoehdosta, miten halutaan edetä:

- tuotannonsuunnitteluun tulee oma organisaatio
- Lean Systems kehitetään nopealla aikataululla käyttäjäystävälliseksi

Tutkimuksen perusteella nämä kaksi vaihtoehtoa olivat lähes yhtä hyviä tämänhetkiseen toimintaan. Näillä toimitusmäärillä työnjohtajalla oli juuri ja juuri aikaa sekä tuotannon suunnitteluun että välttämättöimpiin esimiestehtäviin, mikäli Balancer saataisiin toimimaan oikein. Vajavaisella Balancerilla toimittaessa tuotannonsuunnittelu vei todella suuren osan työajasta eikä muuttuneisiin tilanteisiin pystytty reagoimaan riittävän nopeasti. Vaikka käyttöön otettaisiinkin tuotannonsuunnittelun organisaatio, se antaisi vain hieman lisää aikaa Lean Systemsin ja Balancerin kehitykselle. Uusi organisaatio ja kehitystyö eivät saa olla toisiaan pois sulkevia toimintoja. Koska tuotantomäärät ovat kasvamassa, näyttäisi siltä, että tuotannonsuunnittelun organisaatio olisi näistä vaihtoehdoista parempi valinta pitkällä aikavälillä.

Tuotannonsuunnittelija voisi käydä yksin läpi toimituspalaverin asiat, jos tuotannonsuunnittelussa olisi riittävästi resursseja suunnitteluun. Tuotannolle jäisi vain suunnitelman noudattaminen ja raportointi. Toimituspalaveri voitaisiin järjestää kerran viikossa lyhyenä katsauksena, missä mennään ja miltä seuraavan viikon toimitukset näyttävät. Vaikka varastoa olisi riittävästi 1-3 viikon toimituksiin, tämä palaveri tulisi järjestää. Lyhyen katsauksen aikana tieto saataisiin tehokkaasti siirrettyä kaikkien organisaatioiden tietoon ja palaverirutiinit pysyisivät yllä.

Tuotannonsuunnittelun organisaatiolla ja tuotannolla tulisi olla tiivis yhteistyö, jolla varmistettaisiin oikea-aikaiset toimitukset. Kasvavassa tuotannossa kaikilla osaluilla päästäisiin keskittymään olennaiseen tekemiseen eivätkä kaikki tekisi vähän kaikkea kuten pienissä yrityksissä.

Leanin (kohta 2.3.2) mukaan osaoptimoinnista pitäisi siirtyä kokonaisuuden optimointiin. Tutkimuksen tekijän mielestä tämä tarkoittaisi Muratalla sitä, että tuotannon suunnittelulla olisi oma organisaatio, jossa optimoitaisiin elementtien saannista alkaen koko prosessi. Ei jaettaisi tuotantoa kahteen osaan kuten nyt, kun molempia tuotantoja (EM ja CM) optimoidaan erikseen. Samalla tuotannosuunnittelu saisi miettiä, millä linjoilla ajetaan. Suunnittelijalla pitäisi olla riittävästi tietoa reunaehdoista. Elementtien riittävyys näkyisi paremmin ja työnjohto voisi keskittyä operaattoreiden monitaitoisuuden kehittämiseen, jolloin henkilöt voisivat siirtyä linjalta toiselle joustavasti.

Karkeasuunnittelu 2.4.2 ei tutkimuksen tekijän mielestä kannata tehdä rajoittamattomaan kapasiteettiin, koska silloin varaston kasvattaminen pyritään tekemään kerralla. Jo karkeasuunnittelussa olisi hyvä tarkastaa realistinen kapasiteetti.

Kunnes päätös mahdollisesta uudesta organisaatiosta tehdään, suunnittelussa toimitaan vanhan organisaation mukaisesti. Alla olevat toimintatavat ja palaverikäytännöt on mietitty nykyisen organisaation avuksi.

5.1 Suunnittelun toimintatavat

Kuten kohdassa 2.2 todetaan, tuotannosuunnittelu pitää tehdä nettokapasiteettiin ja vain kriittisille laitteille. Lisäksi pitää olla selkeät vastuunjaot eri toiminnoille.

S&OP:n myötä linjan kyvykkyys (UPH) tarkastetaan neljä kertaa vuodessa. Tarkastus voidaan suorittaa tietokannasta eikä laitteiden kellottamista välttämättä tarvita. Tästä saadaan maksimikapasiteetti, jonka mukaan linjaa kuormitetaan. Leaniin päivitetään UPH:n lisäksi materiaaliiviive. Tämä kertoo, kuinka paljon aikaisemmin edellinen työvaihe on aloitettava, jotta materiaali saataisiin valmiiksi haluttuna ajankohdana. Materiaaliiviiveen kirjaaminen on nopeaa ja se voidaan tarkastaa aina S&OP:n päivittämisen jälkeen. Samassa yhteydessä kannattaa tarkastaa, ovatko kaikki nimikkeet edelleen aktiivisia. Nimikkeet, joita ei käytetä, pitää ottaa pois aktiivisesta tilasta, ettei vahingossa valmisteta vääriä tuotteita.

Läpimenoaika saadaan jatkuvasta seurannasta. Yhdellä linjalla – ei käsitellyllä pilottilinjalla – tällainen läpimenoaikojen seuranta on jo käytössä. Muillekin linjoille seurannat ovat tulossa. Läpimenoaikojen pienentyessä materiaaliviivettä pitää muuttaa tarvittaessa, mutta prosessin ollessa stabiilissa tilanteessa läpimenoaikoihin ei tarvitse puuttua. Tällä tavalla saataisiin Leanista kaikki tarvittavat tiedot ja tilausten valmistusajat suoraan (Saldoprofiili, Liite 4). Ei tarvitsisi täyttää erikseen Exceltaulukoita ja laskea niihin käsin, milloin mikäkin erä valmistuu tuotannosta. Järjestelmä osaa jo nyt laskea nämä tiedot, mutta niitä ei osata käyttää hyväksi.

Tuotannon häiriötilanteissa ei ole sovittu, laitetaanko välittömästi korvaavat erät tuotantoon, vai odotetaanko, että erät saadaan vapautettua takaisin tuotantoon. Normaalissa toimitustilanteessa tällä ei ole suurtakaan merkitystä, kun varastossa on viikon toimitusmäärää vastaava varasto. Tässä ajassa ehditään vielä reagoida puuttuviin määriin. Kokoonpanosta pitää kuitenkin tulla välittömästi tieto suunnittelua tekevälle henkilölle, jos erä on jostain syystä otettu sivuun. Tällöin tilanteeseen voidaan reagoida tarvittavalla tavalla. Aina ei ole tarvettakaan ajaa korvaavia tuotteita.

Tuotannon esimiehille tulee jättää riittävästi aikaa tuotannon suunnitteluun. Muutosten tekemistä kuluvan ja seuraavan viikon toimituksiin tulee välttää, koska tuotannon kokonaisläpimenoajat ovat suhteellisen pitkiä. Lyhyellä aikataululla tehtäviin muutoksiin ei tuotannollisista syistä pystytä aina vastaamaan.

Paras ratkaisu olisi jäädyttää kahden viikon aika, kuluva ja seuraava, jotta pystytään varmasti toimittamaan tavarat oikea-aikaisesti. Muutoksiin reagoimiseen pitäisi olla aikaa. Nyt suunnittelua tehdään vain kerran viikossa. Läpimenoa hidastaa siis suunnittelu. Mikäli suunnitellaan tiuhempaan, kärsii esimiestyö. Nämä kaksi pitäisi jollain tasolla pystyä erottamaan toisistaan.

Erillisestä Balancer-ohjelman ajamisesta pitäisi pyrkiä luopumaan. Ohjelmiston tulisi olla reaaliaikainen, jolloin tarvelaskennat toimivat automaattisesti. Erillinen ajo voitaisiin suorittaa manuaalisesti tarvittaessa, kun on tehty todella suuria muutoksia. Ellei muutoksia tehdä kuluvalle ja seuraavalle viikolle, ajoa ei tarvitse tehdä ollenkaan. Tämä antaisi joustavuutta hienosuunnittelulle ja sitä voitaisiin tehdä lyhyeksi ajaksi kerrallaan kohdan 2.4.3 mukaisesti. Tällainen toiminta edellyttää kuitenkin,

että karkeasuunnittelu tehdään muutamaksi viikoksi kerrallaan (kohta 2.4.2) eikä linjaa kuormiteta rajoittamattomaan kapasiteettiin.

5.2 Palaveri- ja raportointikäytännöt

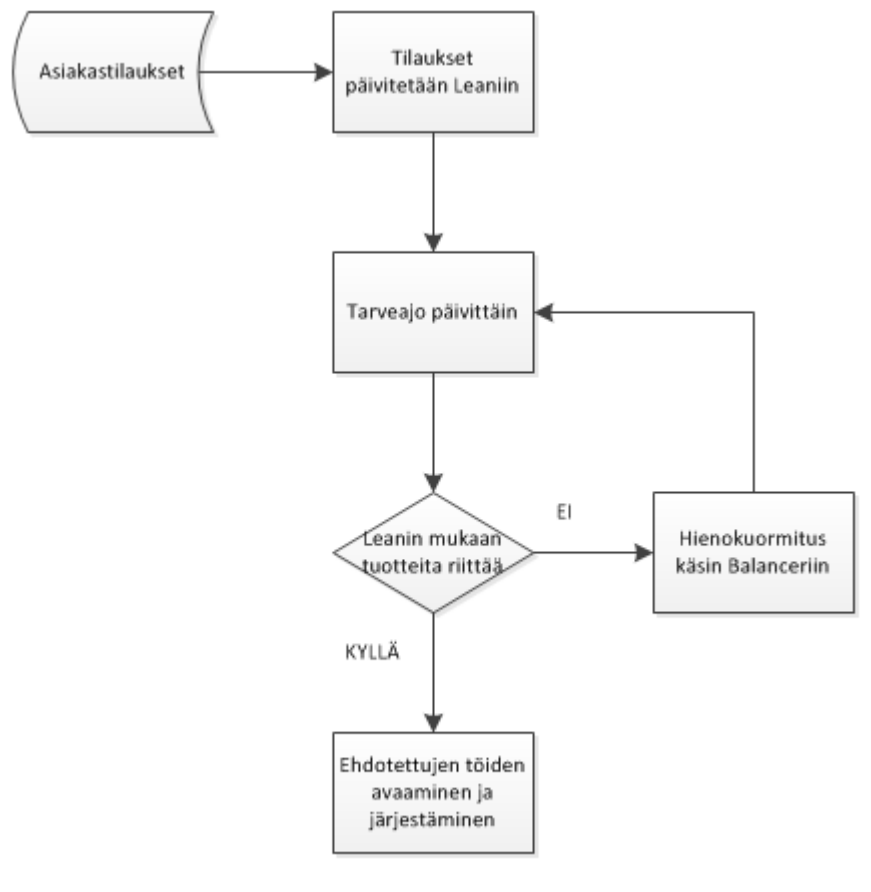
Kerran vuorokaudessa kokoonpanon esimies raportoi tuotannon suunnittelijoille, ol-laanko aikataulussa ja onko eriä otettu sivuun tuotantovuosta sekä onko tulossa suunniteltuja huoltoja tai muita toimintoja, jotka viivästyttävät tulevan vuorokauden tuotantoa.

SCM järjestää kerran viikossa seurantapalaverin, johon osallistuvat kokoonpanon esimiehet, oston edustaja sekä tuotannosuunnittelua tekevät henkilöt kaikilta osastoilta. Palaverissa käydään läpi kaikkien linjojen toimitustilanteet. Mikäli toimitustilanne vaatii, tämä palaveri voidaan pitää useamminkin. Elleivät kaikki pääse osallistumaan, on ainakin annettava tarvittavat tiedot palaverin läpiviemistä varten.

Kerran kuudessa viikossa SCM järjestää palaverin, jossa määritetään tulevien viikkojen tavoitteet eri linjoille. Samassa palaverissa tarkastellaan läpimenoajat, jonka jälkeen tuotannon suunnittelija päivittää muutokset Leaniin. Vaikka tuotannosuunnittelulla olisi oma organisaatio, tämä palaveri olisi hyvä järjestää. Tuotannosta saadaan viimeisin tieto suunnittelua rajoittavista tekijöistä. Tehdyt muutokset ja laitehankintojen aiheuttamat muutokset tuotantomäärissä saadaan tällöin kaikkien tietoon.

5.3 Tavoitetila nykyisellä organisaatiomallilla

Tavoitteena voidaan pitää kuvion 13 mukaista tuotannosuunnittelua. Siinä Lean System -järjestelmästä saadaan kaikki tarvittava tieto ja varastojen ollessa normaalilla tasolla järjestelmä ”osaa ohjata itseään”. Kohdan 3.1 mukaisesti Balancer auttaa hahmottamaan ne tilanteet, joihin pitää reagoida.



Kuvio 13. Tuotannosuunnittelun tavoitetila.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

6.1 Tulosten arviointi

Työ toteutettiin kehitystyönä. Parannuksia tehtiin pikkuhiljaa myös tämän työn ulkopuolella. Parannukset vaikuttivat kokonaisuutena tuotannosuunnittelun yksinkertaistamiseen sekä toimintojen ja vastuiden selkeytymiseen. Informaation kulkua saatiin parannettua palaverikäytäntöjä kehittämällä. Vaikka tarkoitus oli keskittyä yhteen tuotantolinjaan, monet käytännöt koskivat samalla koko tuotantoa.

Lopputuloksena on huomattava parannus entiseen. Lähes kaikki toimenpiteet olisivat ehkä tulleet tehtyä muutenkin, mutta tämän työn kautta oli pohjaa antaa vinkkejä, kuinka kannattaisi toimia.

6.2 Toteutuksen arviointi

Toteutus olisi voinut olla napakampaa. Nyt on menty todella hissukseen ja yritetty "myydä" uusia ideoita oikeille henkilöille oikealla tavalla. Ehkä lopputulos on saatu tällä menetelmällä kaikkia paremmin tyydyttäväksi ja palvelevaksi kokonaisuudeksi. Kukaan ei koe, että varpaille on hypätty pahasti.

Jotta suurempia muutoksia olisi saatu tehtyä, olisi pitänyt olla paljon enemmän resursseja käytössä. Suurin osa tarvittavista muutoksista on sellaisia, joihin tutkimuksen tekijä ei pysty tekemään muuta kuin ehdotuksen paremmasta toimintatavasta. Koko järjestelmän kehittämiseen tarvitaan paljon IT-tukea.

6.3 Toimenpidesuosituksien ja uusien kehityskohteiden

Ensimmäiseksi pitäisi tarkastaa kaikki BOM:t, jotta materiaaleja kuluu oikein. Tämän jälkeen pitää saada välivarastojen saldot pysymään oikeina. Auttaisiko tähän, että jokaiselle valmistuserälle määritettäisiin oma testaus- ja pakkaustyö? Tällä hetkellä

tätä ketjua ei ole mitenkään kytketty toisiinsa. Kun poistaa kokoonpanosta työn, pitäisi poistaa myös vastaavat testaus ja pakkaus manuaalisesti. Samoin kokoonpanon töitä lisättäessä pitäisi aina lisätä myös testaus- ja pakkaustyöt. Automaattilaskennalla saataisiin todellisempi ohjelma.

Balancerissa kaikki resurssit ovat työpöydällä allekkain, mutta niiden viikko- ja päivänäkymiä ei saa avattua samanaikaisesti. Samanaikainen avaaminen auttaisi tuotannon ajoittamista. Gantin taulun mukainen suunnittelutyökalu (kohta 2.4.3, kuva 9) auttaisi hahmottamaan kokoonpanon, testauksen ja pakkauksen keskinäiset suhteet. Tuotannon suunnittelija pystyisi näkemään mitä lopputuotetta mistäkin materiaalista tehdään ja voisi tehdä koko suunnittelun. Tuotannosuunnitteluorganisaatio olisi paikallaan, koska linjoja ja tuotteita on paljon. Henkilömäärän ja tuotannon määrän kasvassa esimiesten pitäisi pystyä keskittymään enemmän esimiestyöhön sekä tuotannon seurantaan valmiin suunnitelman pohjalta.

Kohdassa 2.4 mainittiin "Tarkkaa suunnittelua lykätään mahdollisimman lähelle viimeistä mahdollista muutoskohtaa. Tällöin suunnitelman muuttumisen todennäköisyys pienenee." Muratalla tehdään valtavasti turhaa työtä, kun suunnitelmaa muutetaan usein. Työt pitäisi avata vain pariiksi seuraavaksi päiväksi. Tällöin ei tarvitsisi muuttaa suunnitelmaa kokonaisuudessaan. Tämä edellyttää, että saataisiin hyvä raportti Balancerista, mistä näkisi yhdellä vilkaisulla yhden tuoteperheen (=kokoonpanon resurssin) varastomäärät tuotekohtaisesti ja voitaisiin keskittyä oikean tuotteen suunnitteluun. Hienokuormitusta pitäisi tehdä joka päivä eikä vain kerran viikossa.

Linjoilla on näyttötaulut, joiden mukaan linjaa ohjataan. Käytännössä taulut eivät pysy ajan tasalla elleivät ohjausvastaavat päivitä ajoja jatkuvasti manuaalisesti. Lisäksi pakkauskoneella pakataan kahden linjan tuotteita vuorotellen. Näytöllä näkyy vain toisen linjan työjärjestys. Työn aloitushetkellä tämä oli ratkaistu siten, että ohjausvastaavat päivittävät listan aina aamuvuorossa ja kirjoittavat lisäksi ohjeistuksen tuleville vuoroille. Ohjaus tapahtui siis Balancerin ohi. Ainoa paikka, jossa ohjaukseen käytettiin Balanceia, oli kokoonpano. Sinne esimiehet laittoivat ajot tilausten mukaan oikeaan järjestykseen. Balancer pitää saada toimimaan oikein ja huomioimaan keskeneräinen tuotanto.

KET-laskenta on ehdottomasti saatava toimimaan Leanissa. Kaikki tieto saadaan tämän jälkeen yhdestä paikasta. Mutaralla elementtivalmistuksessa käytetään MES-ohjelmaa nimeltä PDAM. Komponenttivalmistuksessa se ei ole aktiivisessa käytössä, vaan CM:n käyttämä Mittadata kerää tietoa, mutta sillä ei voi ohjata tuotantoa. PDAM kannattaisi laajentaa myös komponenttivalmistuksen käyttöön. Tällöin nähdään reaaliaikaisesti, mitä tuotetta linjalla on menossa. Ohjauspisteitä ei tarvitse olla enempää kuin tälläkään hetkellä, mutta tieto linjalla olevista tuotteista pitää olla helposti nähtävillä. Aikaa kuluu turhaan siihen, että operaattori tai ohjausvastaava tarkastaa makasiini kerrallaan tuotetiedot järjestelmästä. Tuotteet luetaan viivakoodinlukijalla jokaiseen työvaiheeseen, jolloin ne saataisiin pienillä toimenpiteillä ja kustannuksilla myös näkyville.

Ainakin siihen asti, että kaikille linjoille saadaan Balancer toimimaan kunnolla, olisi tutkimuksen tekijän mielestä hyvä, että yksi henkilö pääsisi keskittymään täysipäiväisesti Balancerin kehittämiseen tuotannon organisaatiosta. Tuotannon suunnittelijan on vaikea kehittää yksin toimivaa systeemiä. Kaikille toimivampi systeemi saataisiin tiiviillä yhteistyöllä ja sillä, että halutut ominaisuudet saataisiin kokeiltua testikannassa ennen tuotantoon ottamista. Testikantaa ei ole ollut kaikkien saatavilla, ainakaan kovin helposti.

Tuotannon näkökulmasta olisi järkevää, että tuotannon suunnittelu tehtäisiin koko talon kattavasti eli sekä elementti- että komponenttivalmistuksen suunnittelu olisi saman organisaation käsissä. Tällainen organisaatio voisi reagoida helpommin materiaalien riittävyyteen ja siihen, millä linjoilla on tarkoitus ajaa. Suunnittelussa pitäisi keskittyä etenkin elementtivalmistuksen ja komponenttivalmistuksen rajapintaan. Siihen, miten saadaan luotettavasti elementtitarpeet elementtivalmistuksen tietoon Lean Systemsiä käyttäen.

Jatkossa olisi hyvä, että käytettäisiin Balancerin materiaalien hallintaominaisuutta hyödyksi. Kokoonpanossa voitaisiin tulostaa työmääräin erälle, kuten Haverilan mukaan kohdassa 2.4.3 on mainittu. Erä koko ei ole vakio, vaan tuotannosuunnittelija määrittää tarvittavan koon. Työmääräintä ei voisi tulostaa ennen kuin kaikki materiaalit ovat saatavilla. Balancerissa on mahdollisuus tarkastaa materiaalien riittävyys,

kohta 3.5. Työmääräimet pitäisi tulostaa vähintään vuorokaudeksi eteenpäin, jolloin lyhyelle ajalle ei saa tehdä muutoksia ajoistaan.

Balanceriin voisi tulla merkintä niiden erien kohdalle, joista työmääräin on tulostettu. Suunnittelija tietäisi heti, että materiaalia on riittävästi saatavilla. Samalla Leanin saldoprofiiliin, lomake 40, josta näkee mihin tilauksiin tuotetta riittää ja mihin asti suunnitelluilla pääsee, tulee näkyviin mitkä työt on vapautettu tuotantoon. Silloin kaikilla olisi saatavilla tieto, mitkä tuotteet saadaan toimitettua minäkin päivänä. Tietenkin tuotannossa saattaa tapahtua odottamattomia tilanteita, jolloin arvio valmistumisesta myöhästyy. Näiden erien osuus koko tuotannosta on kuitenkin pieni, jolloin suurimmalla osalla arvio valmistumisesta toimisi.

Kaikista paras varastonäkymä Balancerissa olisi, jos yhdellä silmäyksellä saisi yhden tuoteperheen kaikki eri versiot näytölle ja siitä saisi valita, monenko päivän varasto näitä tuotteita on valmiina. Valmis näkyisi vihreänä, tuotannossa avattuna (=työmääräin printattu) ja keskeneräisenä olevat työt keltaisena ja puutteet punaisena. Tällöin voisi suunnittelussa ottaa helposti huomioon punaiset ruudut eikä välttämättä tarvitsisi katsoa tilauksia ollenkaan. Voitaisiin mennä varasto-ohjautuvasti Balancerin mukaan.

Leanin lomakkeelta 40, saldoprofiili (Liite 4), nähdään halutun nimikkeen myynti ja Balancerissa avatut työt sekä suunnitellut työt (saldo/tilausnäkyvä S-nimikkeillä). Rajauksena kannattaa käyttää kohtia myynti, varasto ja tuotanto. Kaikkien pitäisi ruveta käyttämään tätä näkymää, jolloin päästäisiin eroon ”turhaan” täytettävistä Excelleistä. Kun kaikki pitävät huolen omasta osastaan – toimitukset on kirjattu oikein, nimikkeet ovat ajan tasalla ja työt on koputeltu auki oikeaan aikaan – näkyvä näyttää tarkasti varastoon valmistuvat tuotteet. Tarveajo pitää ajaa kerran vuorokaudessa, jolloin mahdolliset saantovaihtelut tulevat huomioiduiksi seuraavissa Balancerin ehdottamissa ajoissa. Kun koko viikon töitä ei koputeta auki kerralla, muutokset saadaan tehtyä nopeammalla syklillä. Työn avaajan rooli korostuu, että jokaisella resurssilla on vain sellaisia töitä, jotka voidaan tehdä.

Tuotannon suunnittelua pitäisi pystyä tekemään joka päivä riippumatta siitä, minä päivänä tilaukset tulevat. Tällä tavalla kokoonpanon mahdollisiin jättämiin voitaisiin

reagoida nopealla aikataululla ja saldoprofiili pysyisi ajan tasalla. Jättämät kokoonpanossa aiheuttavat viivästymää materiaalin saapumisessa varastoon. Kerran viikossa tehtävä suunnitelma ei ole riittävä joustavuuden kannalta.

Tuotanto on pyrittävä rauhoittamaan suunnittelua seuraavalle viikolle. Koska läpimenoaika kokoonpanon ja testauksen osalta on noin 5 vuorokautta, tätä nopeammalle aikajaksolle ei saa tehdä muutoksia tilauksiin. Mikäli varastossa on riittävästi tuotteita, sieltä voi myydä tuotteita nopeammallakin aikataululla.

6.4 Johtopäätökset

Työn edessä kysymysten ja selvitettävien asioiden määrä kasvoi. Käytössä olevaan järjestelmään ei ole helppo tehdä sellaisia muutoksia, jotka olisivat kaikkien mielestä hyviä. Jokainen on opetellut käyttämään järjestelmää itse, jos yhteisiä tarpeita ei ole määritelty riittävän hyvin. Jälkikäteen tällaisten määrittelyiden tekeminen ja toteuttaminen on haastavaa.

Kun uutta tuotannonohjausjärjestelmää otetaan käyttöön, kannattaisi ensin kokeilla jollain tuotteella, että laskennat toimivat. Muut tuotteet ja linjat olisi helpompi lisätä toimivaan systeemiin kuin korjata kaikkien tietojen taustoja erikseen. Virheitä jää, jolloin laskennan lopullinen toimintaan saaminen kestää paljon kauemmin. Koulutusta pitäisi saada kaikille käyttäjille. Pelkkä kokeilemalla tekeminen ei ole tehokkain mahdollinen tie tuloksiin.

Muratalla on käytössä erilaisia toiminnan ohjaukseen käytettäviä järjestelmiä (Balancer, PDAM). Eri osastojen käyttökokemusten perusteella olisi hyvä kerätä paras mahdollinen yhdistelmä, jota kaikki sitoutuisivat käyttämään. Yritys ei ole kuitenkaan niin suuri, ettei sinne saataisi yhteistä toimivaa toimintamallia. Koska PDAM ja Balancer eivät ole toistensa korvaavia ohjelmistoja, ne pitäisi ottaa käyttöön koko yrityksessä.

LÄHTEET

- Business Excellence www-sivut. Viitattu 28.10.2012.
<http://www.bexcellence.org/Lean-manufacturing.html>
- Demand Solutions www-sivut. Viitattu 2.1.2013. <http://www.demandsolutions.com>
- Economist www-sivut. Viitattu 3.1.2013. <http://www.economist.com/node/14299730>
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A., 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.
- Karjalainen, J., Blomqvist, M. & Suolanen O. 2000. Kehittyvä toiminnanohjaus. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus.
- Kettunen, J. & Simons, M. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä, 2001. Espoo: VTT Julkaisu 854.
- Lahden amk:n www-sivut. Viitattu 28.10.2012. <http://www.lamk.fi>
- Lean Enterprise Institute www-sivut. Viitattu 28.10.2012.
<http://www.lean.org/whatslean/>
- Liker, J. K. 2006. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.
- Murata Electronics Oy:n www-sivut. Viitattu 14.8.2012. www.muratamems.fi
- Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Modultekin www-sivut. Viitattu 22.2.2013. <http://www.modultek.com>
- Production software www-sivut. Viitattu 19.12.2012.
<http://www.productionsoftware.fi>
- Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Hakapaino Oy.
- Suomisanakirjan www-sivut. Viitattu 22.2.2013. <http://suomisanakirja.fi>
- Swiftlight Software www-sivut. Viitattu 19.4.2013.
<http://www.swiftlightsoftware.com/>
- Sääksvuori, A. & Immonen, A., Tuotetiedonhallinta – PDM, 2002. Jyväskylä: Gummerrus
- Tieto Oyj:n www-sivut. Viitattu 28.10.2012. <http://www.tieto.fi>
- VTI:n www-sivut. Viitattu 13.5.2012. www.vti.fi

LIITE 1

	19-25.4.	26.4.-2.5	3.-9.5.	10.-16.5	17.-23.5	24.-30.5	31.5.-6.6	7.-13.6	14.-20.6	21.
SCA610	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Demand	40 800	20 400	11 400	14 750	7 800	18 600	25 800	18 000	26 420	23
<i>CUM Demand</i>	<i>345 266</i>	<i>365 666</i>	<i>377 066</i>	<i>391 816</i>	<i>399 616</i>	<i>418 216</i>	<i>444 016</i>	<i>462 016</i>	<i>488 436</i>	<i>5</i>
production output	45 000	48 000	50 000	53 000	45 000	50 000	50 000	52 000	47 000	48
<i>Cum production output</i>	<i>585 100</i>	<i>633 100</i>	<i>683 100</i>	<i>736 100</i>	<i>781 100</i>	<i>831 100</i>	<i>881 100</i>	<i>933 100</i>	<i>980 100</i>	<i>16</i>
Production start	55 556	58 889	50 000	55 556	55 556	57 778	52 222	50 000	56 667	66
stock	33 720	56 520	41 320	33 520	40 320	21 720	26 420	12 550	17 050	38
SCA620	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Demand	34 800	7 900	14 400	7 800	21 000	19 800	22 200	12 700	30 000	23
<i>CUM Demand</i>	<i>375 928</i>	<i>383 828</i>	<i>398 228</i>	<i>406 028</i>	<i>427 028</i>	<i>446 828</i>	<i>469 028</i>	<i>481 728</i>	<i>511 728</i>	<i>5</i>
production output	35 000	37 000	40 000	38 000	38 000	41 000	35 000	32 000	39 000	41
<i>Cum production output</i>	<i>589 028</i>	<i>626 028</i>	<i>666 028</i>	<i>704 028</i>	<i>742 028</i>	<i>783 028</i>	<i>818 028</i>	<i>850 028</i>	<i>889 028</i>	<i>8</i>
Production start	44 444	42 222	42 222	45 556	38 889	35 556	43 333	45 556	43 333	43
stock	5 000	6 200	12 100	6 100	3 700	21 720	600	4 300	4 800	22
SCA630	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Demand	55 200	32 400	31 800	34 200	21 600	35 400	34 800	13 200	34 800	33
<i>CUM Demand</i>	<i>124 200</i>	<i>156 600</i>	<i>188 400</i>	<i>222 600</i>	<i>244 200</i>	<i>279 600</i>	<i>314 400</i>	<i>327 600</i>	<i>362 400</i>	<i>3</i>
production output	60 000	55 000	56 000	55 000	57 000	56 000	57 000	57 000	57 000	54
<i>Cum production output</i>	<i>232 000</i>	<i>287 000</i>	<i>343 000</i>	<i>398 000</i>	<i>455 000</i>	<i>511 000</i>	<i>568 000</i>	<i>625 000</i>	<i>682 000</i>	<i>7</i>
Production start	62 222	61 111	63 333	62 222	63 333	63 333	63 333	60 000	55 556	48
stock	8 025	10 425	14 025	5 025	14 625	3 225	825	5 025	2 625	23

Saldoprofiili - Lean System

Lomake Muokkaa Työkalut Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Vast.alue Varasto Päiväsummaus Viikkosummaus Kuukausisummaus Päivämäärä: Suunnitellut päivät Näytä historiaa kk Asetukset

Nimike Tunnus 500335 Lämpöaika Min varasto Täyd.menet. Work
 Nimi SCA630 Accelerometer 1g Hank.aika Max varasto Täydennysimp. Profile
 Toimittaja Varm.aika Tilauspiste Erän muod. Period
 Yks. kpl Käs.aika Tyj 1 Tilauerä

Tapahtuma	Tyyppi	Tila	Työ/Tilaus	Rivi	Erä	Pvm	Määrä	Saldo	Asiakas
Saldo		Vapaa				23.05.13	12000	12000	
Myyntierä	Order	Confirmed	SO15304	20	1	23.05.13	-1200	10800	20126
Myyntierä	Order	Confirmed	SO15304	30	1	23.05.13	-1800	9000	20126
Tuotanto	Production	Prepared	T1539925			24.05.13	3600	12600	
Myyntierä	Order	Confirmed	SO15827	20	1	24.05.13	-3000	9600	20126
Myyntierä	Order	Confirmed	SO15827	30	1	24.05.13	-600	9000	20126
Myyntierä	Order	Confirmed	SO15881	10	1	30.05.13	-3000	6000	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924459			31.05.13	4200	10200	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924460			03.06.13	3000	13200	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924461			07.06.13	6000	19200	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	10	1	07.06.13	-2400	16800	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	280	1	07.06.13	-1800	15000	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924462			14.06.13	4200	19200	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	20	1	14.06.13	-3600	15600	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	290	1	14.06.13	-1800	13800	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924463			17.06.13	3000	16800	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11546	10	1	20.06.13	-3000	13800	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924464			21.06.13	6600	20400	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	30	1	21.06.13	-4800	15600	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924465			27.06.13	2400	18000	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	40	1	28.06.13	-3000	15000	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	300	1	28.06.13	-600	14400	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924466			30.06.13	1800	16200	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924467			01.07.13	1800	18000	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924468			03.07.13	1800	19800	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11546	20	1	04.07.13	-3000	16800	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924469			05.07.13	1800	18600	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	50	1	05.07.13	-3600	15000	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	310	1	05.07.13	-1800	13200	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924470			07.07.13	1800	15000	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924471			09.07.13	1800	16800	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924472			11.07.13	1800	18600	
Myyntierä	Forecast	Actual	E11546	30	1	11.07.13	-3000	15600	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	60	1	12.07.13	-2400	13200	20126
Myyntierä	Forecast	Actual	E11599	320	1	12.07.13	-2400	10800	20126
Tuotanto	Planned	Planned	E003924473			13.07.13	2400	13200	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924474			15.07.13	1800	15000	
Tuotanto	Planned	Planned	E003924475			17.07.13	1800	16800	

