

MARKKU KORHONEN

**TUOTANNONJOHTAMISMALLIN KEHITTÄMINEN JA
LAYOUT- SUUNNITTELU**

Insinööriö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Syksy 2007



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Markku Korhonen	
Työn nimi Tuotannonjohtamismallin kehittäminen ja layout- suunnittelu	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Pekka Juntunen
	Toimeksiantaja Incap Oyj
Aika Syksy 2007	Sivumäärä ja liitteet 60+ 3 liitesivua
<p>Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, miten kirjallisuudessa ja tuotantotalouden opinnoissa esiintyviä malleja ja teorioita voidaan hyödyntää elektroniikan sopimusvalmistajayrityksen johtamisen ja tuotanto-toiminnan kehittämisessä. Työssä käsitellään yrityksen tuotannon johtamista, tuotannon ohjaamista ja osittain myös lattiatasen toimintaa. Päämääränä oli kehittää kilpailukykyinen tuotannonjohtamisen toi-mintamalli elektroniikan sopimusvalmistusta tekeväälle yritykselle.</p> <p>Työn teoriaosuus alkaa keskeisten tuotannon johtamiseen liittyvien toimintamallien esittelyllä. Esitellyt mallit ovat Agile Production, JIT sekä Lean-toiminta. Toimintamallit on esitetty yleisellä tasolla, ja nii-hin liittyviä tuotannonohjausperiaatteita on käsitelty erikseen tuotannon ohjauksen yhteydessä. Teo-riaosassa käsitellään lisäksi varaston hallintaa ja siihen liittyviä varastotyyppisiä ja työkaluja sekä erilaisia tuotannon layout-tyyppejä. Teoriaosan päättää tuotantoon liittyvien tunnuslukujen esittely.</p> <p>Työn toiminnallinen osa koostuu yrityksen tuotannonjohtamisen ja tuotantotoiminnan kuvauksesta en-nen ja jälkeen kehitystoimien. Perinteisestä tiimityöskentelystä luovuttiin ja päädyttiin joustavaan tuo-tantosolutyypiseen ratkaisuun, jossa tuotannonohjaus on ratkaisevassa roolissa. Alustavien tulosten mukaan ratkaisu oli onnistunut ja esimerkiksi toimitusvarmuus on jo noussut asetettuun tavoitteeseen.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Tuotannon johtaminen, tuotannonohjaus
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Markku Korhonen	
Title Production Management Model and a Layout Plant	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Pekka Juntunen, B.Eng.
	Commissioned by Incap Oyj
Date 05 December 2007	Total Number of Pages and Appendices 60 plus 3 appendices
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to find the most suitable production management and control model to the Incap OYj Vuokatti works and to plan a layout solution suitable to the management model. In the thesis different production control and management methods and layout solutions were studied. By comparing them the most suitable solution to the production management model was looked for.</p> <p>The flexible cell model was chosen as the production control model and the layout solution was chosen as the production line type. The flexible cell model was chosen because it met best the set requirements. The production line type layout was chosen because it is suitable to be used with the flexible cell model and they support each other.</p> <p>The efficiency of production was measured to reach the target that was planned at beginning of the project. Production lead times also shortened as planned. The operation of the model becomes clear only after a period of time but on the basis of the present information the choice was successful.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Production management, Production planning
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Kajaanin ammattikorkeakoulussa yhteistyössä INCAP Oyj:n kanssa 1.1.2007 – 30.11.2007. Työn valvojana toimi Pekka Juntunen, jota haluan kiittää ohjauksesta ja neuvoista, joita työn tekemisen aikana sain. Lisäksi haluan kiittää jokaista työhön osallistunutta ja erityisesti niitä henkilöitä, jotka ottivat osaa kehitysprojekteihin ja mahdollistivat omalta osaltaan työn tekemisen. Haluan kiittää vielä vanhempiani ja muita läheisiä, jotka kannustivat työn tekemisessä ja ovat tukeneet minua muissakin opiskeluun ja elämään liittyvissä haasteissa. Lopuksi vielä suuri kiitos Ansalle kaikesta siitä tuesta ja huolenpidosta, jota olen työn aikana saanut.

Sotkamossa 5 joulukuuta 2007

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.2 Työn tausta ja tavoitteet.....	1
1.3 Työssä käytetyt menetelmät.....	2
1.4 Työn rakenne.....	3
2 TUOTANNON JOHTAMINEN.....	4
2.1 Tuotannon johtamisen teoriaa	4
2.2 JIT	13
2.3 Lean-toiminta	14
2.4 Agile Production	15
3 TUOTANNONOHJAUS.....	16
3.1 Tuotannonohjauksen tavoitteet.....	17
3.2 Tuotantomuodot.....	17
3.3 Tuotannonohjausperiaatteet.....	18
3.3.1 Imu- ja työntöohjaus	20
3.3.3 Jaksottaisen tuotannon menetelmä	24
3.3.4 MRP	27
3.3.5 OPT	28
3.3.6 Kanban	30
4 TUOTANNON LAYOUT	32
4.1 Funktionaalinen layout.....	32
4.2 Tuotantolinja	33
4.3 Tuotantosolut	34
4.4 Kiinteä tuotantopaikka.....	34
5 VARASTON HALLINTA	35
5.1 Varastotyypit.....	36
5.2. Varaston hallinnan työkaluja	36
6 TUOTANNON TUNNUSLUKUJA	38
6.1 Varaston kiertonopeus	38
6.2 Läpimenoaika	39

6.3 Toimitusvarmuus	39
7 JOHTAMISMALLIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	41
7.2 Mallin suunnittelu ja valinta.....	43
7.2.1 VOITTAJA – projekti	43
7.2.2 MOE – projekti.....	46
7.2.3 MASTER-SCHEDULING – projekti	48
7.3 Mallin mahdollisuudet tuoda lisäarvoa	50
7.4 Johtopäätökset.....	51
8 LAYOUT-MALLIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	53
8.1 Suunnitelman täsmentäminen.....	53
8.2 Mallin suunnittelu ja valinta.....	54
8.3 Mallin mahdollisuudet tuoda lisäarvoa	54
8.4 Johtopäätökset.....	54
9 ARVIOINTI	55
9.1 Keskeiset tulokset	55
9.2 Työn arviointi	56
9.3 Jatkokehitysmahdollisuudet.....	57
10 YHTEENVETO.....	59

LÄHTEET

LIITTEET (3)

1 JOHDANTO

1.1 InCap Oyj:n esittely

Incap Oyj on elektroniikan sopimusvalmistusta tekevä yritys, jonka toiminta perustuu nykyaikaiseen ja kilpailukykyiseen tuotantoteknologiaan. Tuotteet valmistetaan joustavasti ja kilpailukykyisesti yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Incap Oyj:llä on elektroniikan kokoonpanoa valmistavat yritykset Vuokatissa, Viron Kuressaarella, Helsingissä ja Intian Tumkurissa. Helsingin tehdas on painottunut enemmän mekaniikkaan, mutta Vuokatti, Kuressaari ja Tumkur ovat piirikorttien ja elektronisten laitteiden ja kokonaisuuksien valmistukseen erikoistuneita yksiköitä. Toinen mekaniikan tuotantolaitos on Vaasassa, ja Kempeleessä on taitteiden piirikorttien valmistusta ja ohutlevyosien etsausta. Konsernin liikevaihto vuonna 2006 oli n. 89 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä noin 470.[1.]

Incap valmistaa lähes 700 erilaista tuotetta noin 20 asiakkaalle. Asiakkaiden toimialoja ovat teollisuuselektroniikka, telekommunikaatio, turvallisuustekniikka ja hyvinvointitekniikka. Suurimpina asiakkaina voidaan mainita Nokia, Tellabs, GE, Kone, Oras, ABB sekä Abloy. Osalle asiakkaita valmistetaan valmiita tuotteita, jotka sisältävät myös mekaniikkaosia. Joillekin asiakkaille toimitetaan testattuja piirikortteja, jotka he sitten asentavat itse järjestelmiinsä. Huolto-, proto- ja pilottituotanto ovat kasvavia alueita, ja niihin on panostettu voimakkaasti. Suunnittelupalvelut, etenkin testaus- ja valmistettavuussuunnittelu, ovat myös kasvussa.[1.]

1.2 Työn tausta ja tavoitteet

Tuotannon johtaminen on laaja käsite, ja sen alle nivoutuu useita erilaisia teorioita ja johtamiskäytäntöjä. Aiheesta löytyy runsaasti kirjallisuutta, ja Internetistä kyseisellä hakusanalla saa runsaasti tietoa ja teorioita sekä laskelmia. Tämän työn tarkoitus oli tutkia eri tietolähteistä löytyviä teorioita ja kehittää elektroniikan alihankintaa tekeväälle yritykselle uusi tuotannon

johtamisen toimintamalli. Työssä esitellään erilaisia tuotannon johtamismalleja sekä tuotannon ohjausmalleja. Myös valmistusprosesseja ja varastonhallintaa käsitellään periaatteellisella tasolla, ja lopuksi esitellään valittu johtamismalli ja sitä tukeva layout.

1.3 Työssä käytetyt menetelmät

Varsinainen työosuus suoritettiin kartoittamalla nykyinen malli ja analysoimalla sen hyvät ja huonot puolet. Lähtötilanteessa tehtaalla oli käytössä omat osastot varastolle, SMD- ladonnalle, yksikkövalmistukselle, testaukselle ja pakkaamiselle. Tehtaalla oli käytössä MRP-II, joka on työntöohjausperiaatteen mukaan toimiva tuotannonohjaus jonka mukaan kapasiteetti on rajaton. Ohjaustavan muuttaminen ja kehittäminen nykyistä toimintaa tukevaksi on yksi tämän insinööriyön tavoitteista. Tuotannonohjausjärjestelmän ohjelmistona on IFS. Tehtaiden välisen toimintasuunnitelman mukaisesti Vuokatin tehdas suuntautuu NPI – toimintaan ja proto- sarjojen valmistukseen. Sarjatuotantoa jää jossain määrin tuotantoon. Lisäksi on huomioitava että asiakkaat vaativat nykyisin toimittajiltaan entistä lyhyempiä toimitusaikoja, täydellistä toimitusvarmuutta, hyvää laaduntuottokykyä sekä tuotannon joustavuutta.

Työn tekeminen jaettiin useampaan projektiin ja projekteille valittiin projektiryhmät ja ohjausryhmät. Projektiryhmiin pyrittiin saamaan alueensa parhaat osaajat ja asiantuntijat. Projektien tavoitteet ja aikataulut pyrittiin määrittämään mahdollisimman tarkasti. Aikataulun täyttyä projektit siirtyivät seurantatilaan ja niiden edistymistä valvottiin seurantakokouksissa. Osa projekteista jää jatkumaan tämän työn tekemisen jälkeiseen aikaan ja uusia projekti-ideoita on syntynyt matkan varrella.

Työn tulosten mittaamiseen kehitettiin yksinkertaiset mittarit. Mitattaviksi kohteiksi valittiin toimitusvarmuus ja läpimenoaika. Mittareille etsittiin tavoitteiden mukaiset tavoiterajat. Näitä mittareita päätettiin käyttää myös tuotannon palkkiopalkkaukseen. Tuotantopalkkioita päätettiin maksamaan jo noin kuuden kuukauden työskentelyn jälkeen.

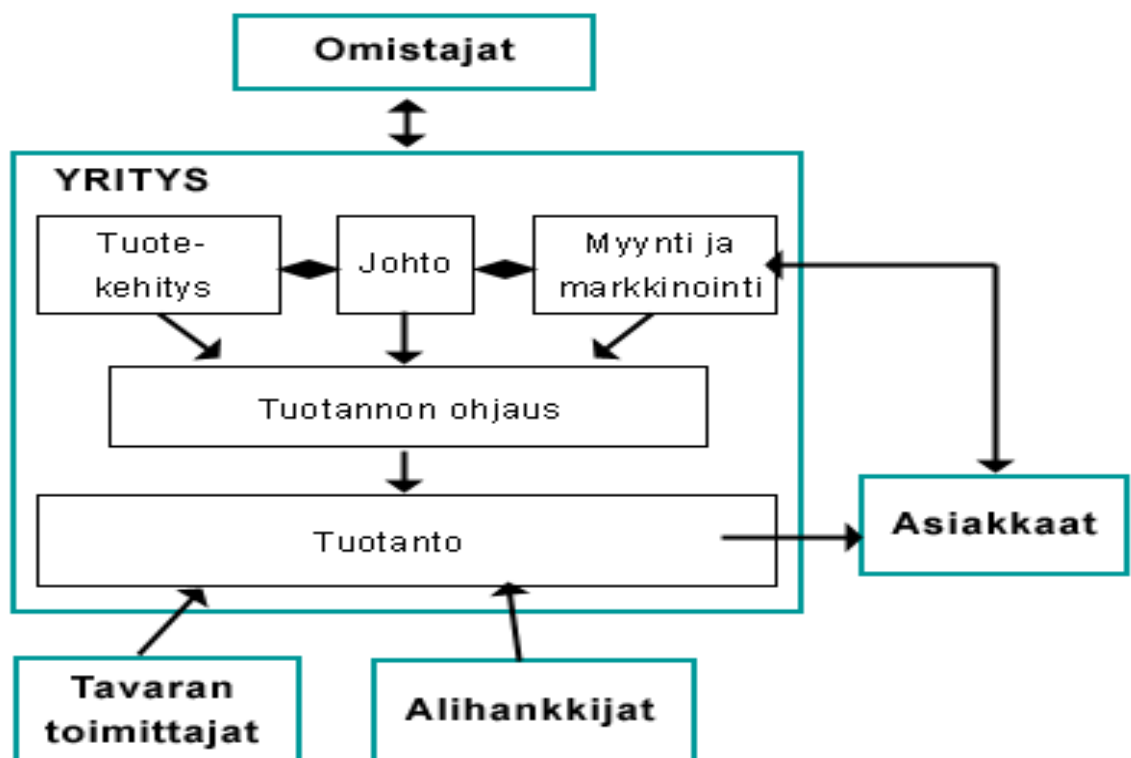
1.4 Työn rakenne

Työn teoriaosassa kuvataan tuotannon johtamista ja siihen liittyviä toimintamalleja. Toimintamallit esitellään kuvaamalla niiden peruseriaatteet. Tuotannon ohjauseriaatteita käsitellään omana kokonaisuutenaan. Myös erilaisia tuotannon layout-tyyppjä käsitellään. Työn suorituksellinen osuus koostuu toimintamallin ja tuotannon johtamisen analysoinnista ja kuvauksista. Työn aikana perustettuja projekteja ja niiden tavoitteita ja tuloksia käsitellään suurimpien osalta. Työn päättää arviointi- ja yhteenveto-osio, joissa pohditaan työn keskeisiä tuloksia ja jatkokehitysmahdollisuuksia sekä käytännön ja teorian kohtaamista.

2 TUOTANNON JOHTAMINEN

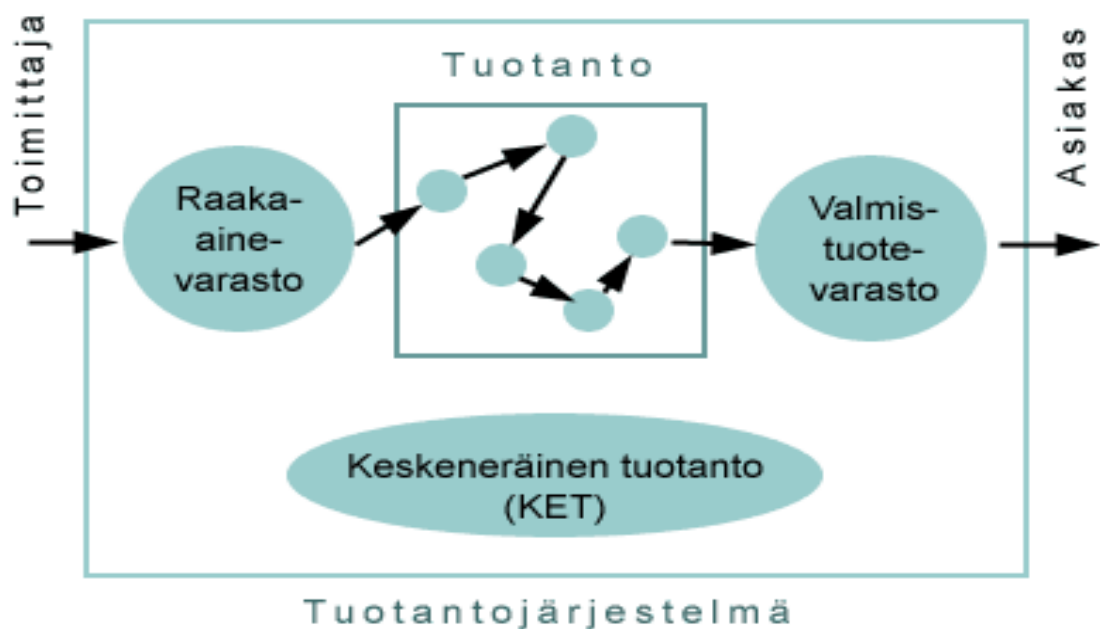
2.1 Tuotannon johtamisen teoriaa

Tuotanto on toimintaa, jonka avulla tuotteet ja palvelut valmistetaan ja saatetaan ihmisten käyttöön. Yrityksen kannalta ajateltuna tuotannon pääosan muodostaa kolmiportainen toimintaketju, johon kuuluvat hankinta, valmistus ja jakelu. Talouden kannalta tuotanto on prosessi, jossa raaka-aineista jalostetaan tuotteita. Tuotannollisella yrityksellä tarkoitetaan yritystä, joka tuottaa omia konkreettisia tuotteita asiakkailleen. Yritys ei välttämättä valmista itse tuotteitaan vaan nykyaikainen yritys voi myös toimia virtuaalisesti käyttäen hyväksi alihankkijoita ja partnereita jopa siinä laajuudessa, että sen ei itse tarvitse varsinaisesti harjoittaa valmistustoimintaa ollenkaan. Tuotannollisella yrityksellä tulee kuitenkin olla jotain sellaista tuotteeseen liittyvää ylivoimaista osaamista, joka tuottaa sille kilpailuedun. Kuvassa 1 on esitetty tuotannollisen yrityksen yksinkertaistettu malli.[2,3,8.]



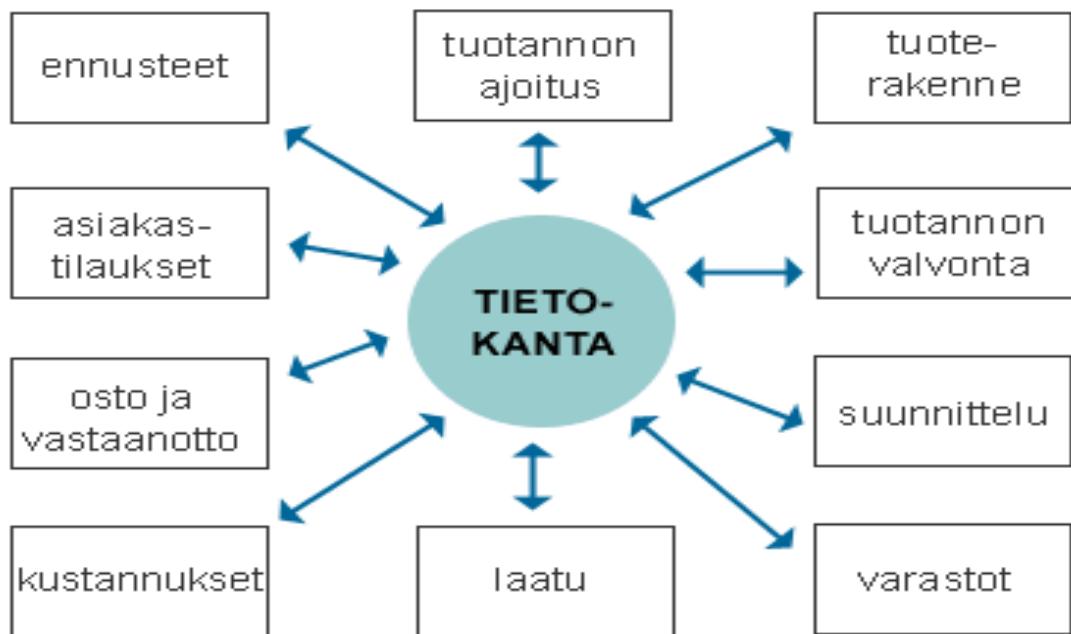
Kuva 1. Tuotannollisen yrityksen yksinkertaistettu malli [2.]

Perinteisellä tavalla toimittaessa markkinointi ja myynti hoitavat asiakaskontaktit. Tuotekehitys suunnittelee tuotteet asiakkaan tai markkinoinnin vaatimusten mukaisesti. Osto tilaa tuotannon tarvitsemat materiaalit, tarvikkeet ja komponentit. Tuotanto valmistaa tuotteet, tuotannonohjaus laatii aikataulut sekä valvoo niitä. Laadunohjaus huolehtii kaikista laatuun liittyvistä kysymyksistä. Varastoinnin ja kuljetuksen sekä jakelun hoitaa joko oma organisaatio tai sitten ne voidaan ostaa myös ulkopuolisena palveluna. Tuotantojärjestelmä voidaan esittää kuvan 2 muodossa. Kuvasta nähdään tuotantojärjestelmän periaatteellinen rakenne siitä, miten tuote tai valmiste etenee tuotannossa.[2,8.]



Kuva 2. Tuotantoyrityksen materiaaliavirrat [2.]

Edellä kuvattu malli toimii sekä pienissä että suurissa yrityksissä. Suurissa kullakin toiminnalla saattaa olla oma organisaation osa hoitamassa tehtävää. Pienissä yrityksissä useita toimintoja hoitaa usein sama henkilö. Materiaalivirtojen lisäksi yrityksissä voidaan havaita myös kuvan 3 mukaisia informaatiovirtoja.[2,8.]



Kuva 3. Yrityksen informaatiovirrat [2.]

Vanhan ajan käsityöläinen oli joustava. Taitavana alansa ammattilaisena hän valmisti käyttösään olevasta materiaalista kaikkea mitä tarvittiin. Hänellä oli käytössään yksinkertaisia koneita. Joustava käsityö ei kuitenkaan ollut tehokasta. Tehokkuuteen pyrittiin rationalisoimalla ja automatisoimalla. Samalla kuitenkin tingittiin joustavuudesta.[2,4,8.]

Amerikkalaisten Taylorin ja Fordin periaatteet ovat vaikuttaneet paljon nykyaikaiseen tuotantotekniikkaan. Heidän ajattelutapansa mukaan tuotanto-organisaatiota pyrittiin ohjaamaan samaan tapaan kuin tuotantokoneita. Ajattelu perustui pitkälle ositettuun työnjakoon ja tehokkaaseen valvontaan. Ihmiset toimivat ikään kuin koneen osina toteuttaen tarkalleen edeltäkäsin suunniteltuja työvaiheita mahdollisimman saman kaavan mukaan. Näin saatiin aikaan massatuotanto.[2,6.]

Toisen maailmansodan jälkeen teollisuusväestö oli maatalouden parista asutuskeskuksiin muuttanutta kouluttautumaton joukko. Työvoimaa oli tarjolla, ja se oli halpaa. Ongelmana oli se kuinka yhdistää ammattitaidoton, kouluttamaton työvoima ja koneet yhdeksi tuotavaksi kokonaisuudeksi. Taylor esitti ratkaisuksi johdonmukaisen menetelmän, jolla työt voitiin jakaa joukolle työntekijöitä ja koneita sekä kehittää yksittäisiä työtehtäviä niin, että tuotantokustannukset saatiin yhtä tuotettua tavaraa kohden mahdollisimman alas. Taylorin mal-

lissa työn suunnittelu ja toteutus erotettiin. Työn suunnittelu tapahtui insinööritieteiden mukaan. Työn suunnittelijat olivat koulutettuja. Ero teollisuustyöntekijän ja käsityöläisen välillä oli selvä. Työmenetelmiä kehitettiin työntutkimuksen avulla. Työntutkimuksessa työntekijöiden liikkeitä tutkittiin kellon avulla. Kaikki tyhjät ja tarpeettomat liikkeet ja työvaiheet karsittiin. Työn laadusta huolehdittiin tiukan ulkoisen kontrollin avulla. Organisaation johto suunnitteli työt ja työjohtajat pitivät huolta siitä, että työntekijät suorittivat tehtävänsä laadukkaasti ja tehokkaasti. Taylorismi oli tarkoitettu vain massatuotantoon.[2,6,8.]

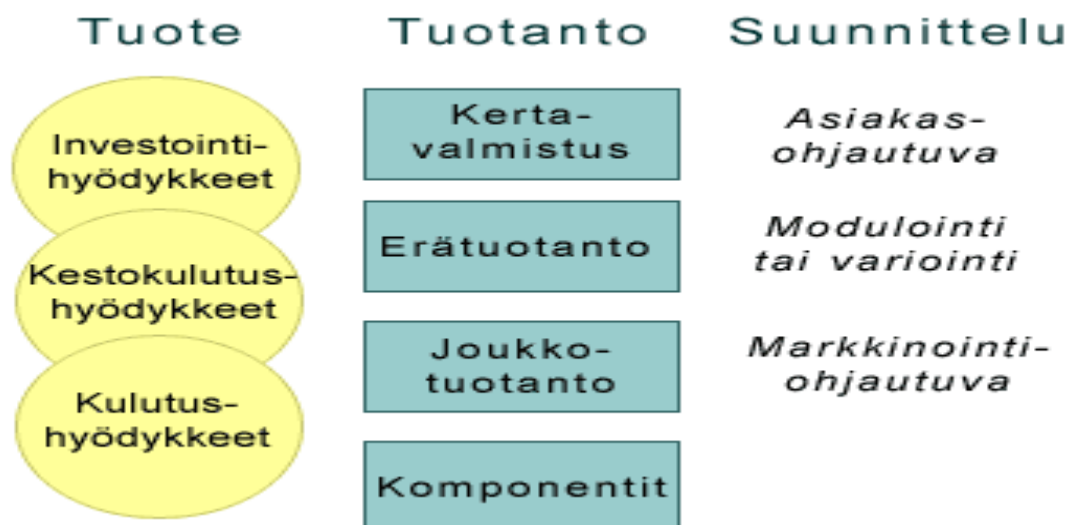
Fordin tavoitteena oli luoda autoteollisuuden massatuotannon periaate. Fordin käyttämä liukuhihna oli tärkeä tuotannon logistiikkaan liittyvä innovaatio. Pitkälle sen mukaan on jouduttu kehittämään myös tuotteiden standardisointia, koska liukuhihna voi toimia vain, jos kaikki kokoonpanotyössä tarvittavat osat ovat keskenään vaihtokelpoisia. Fordin massatuotantomallin periaatteet levisivät nopeasti kaikkiin teollisuusmaihin ja autoteollisuuden lisäksi muillekin toimialoille.[2,6.]

Teollisuusyritys voi harjoittaa joko yksittäistuotantoa tai sarjatuotantoa. Yksittäistuotannolla tarkoitetaan tuotteiden valmistamista yksitellen tai muutaman kappaleen erinä. Yksittäistuotanto voi olla suurimittaisten kertaprojektien toteuttamista. Tuotteet ja niiden valmistusmenetelmät ovat yksilöllisiä. Tästä syystä tuotantotekninen suunnittelu on kustannussyistä rajoitettava tuotteen tärkeimpiin kohteisiin. Tuotannon suunnittelulle ja työn järjestelylle yksittäistuotanto asettaa suuria vaatimuksia. Työntekijöiltä vaaditaan suurta ammattitaitoa ja myös työnjohtotason on hallittava alueensa hyvin. Sarjatuotannossa yritys valmistaa samoja tai samankaltaisia tuotteita jaettuna sopivan suuruisiin eriin, joiden valmistus uusiutuu eripituisin välein. Sarjatuotanto jaetaan pien- ja suursarjatuotantoon. Piensarjatuotannon tehokkuutta voidaan parantaa hakemalla sarjatuotannon etuja ryhmittelemällä samankaltaisia osia yhteen ryhmäteknologian ja moduloinnin keinoin. Solutuotanto sopii piensarjatuotantoon, mutta sitä voidaan käyttää myös suursarjatuotannon tuotantomuotona. Suursarjatuotanto antaa parhaat mahdollisuudet tuotannon automaatiolle ja mekanisoinnille. Kuvassa 4 on esitetty tuotannon jako erilaisten kriteerien muodossa.[2,4,6,8.]



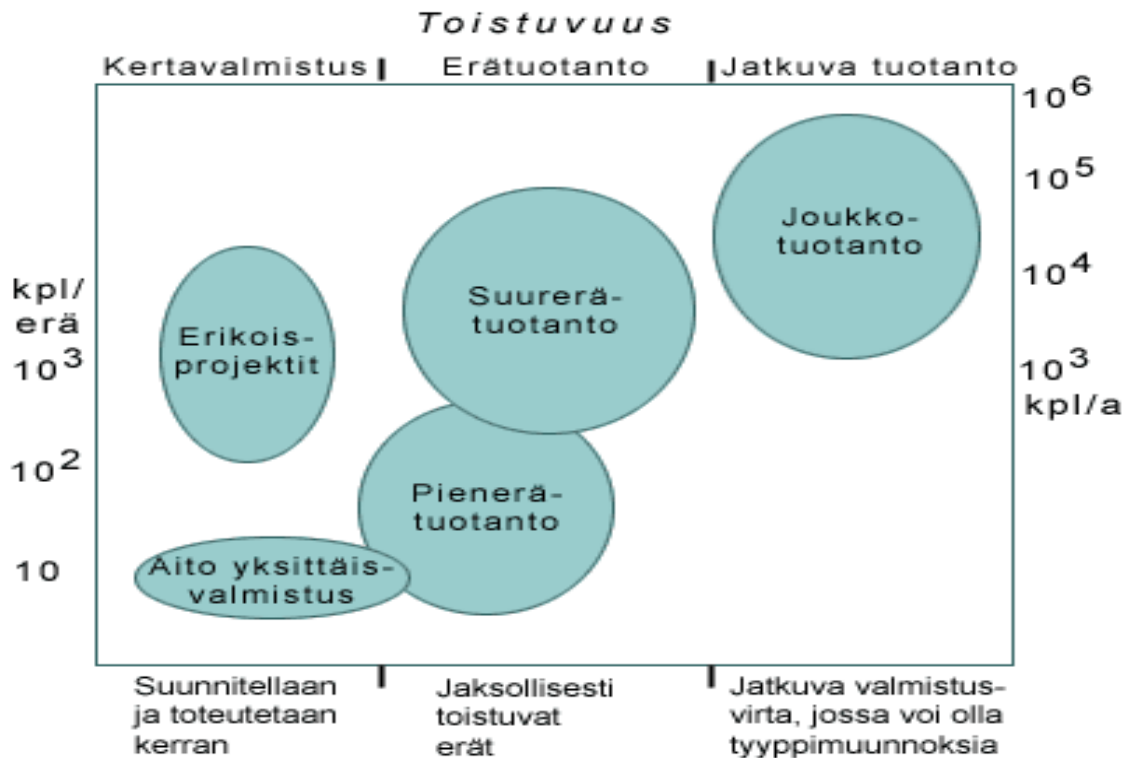
Kuva 4. Tuotannon jako eri kriteerien mukaan [2.]

Tuote, tuotanto ja suunnittelu voidaan jakaa myös kuvan 5 tapaan.[2.]



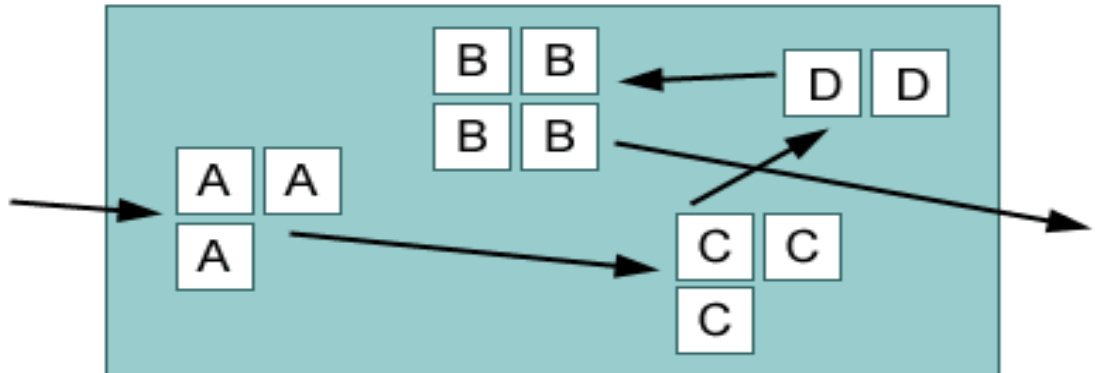
Kuva 5. Hyödykelajit ja tuotantotyypit [2.]

Kuvassa 6 on esitetty volyymin ja toistuvuuden avulla niitä vastaavat tuotantotyypit.[2.]



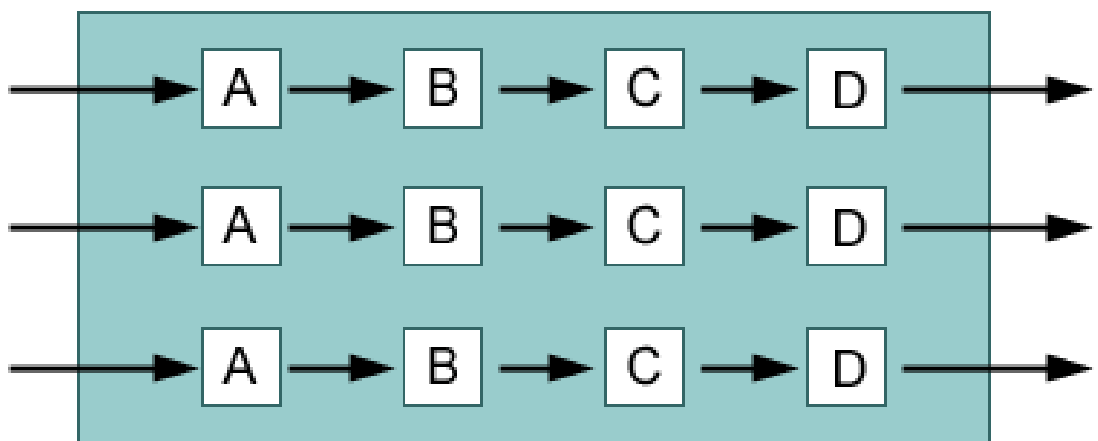
Kuva 6. Volyymi ja toistuvuus sekä niitä vastaavat tuotantotyypit [2.]

Funktionaalisisessa valmistusjärjestelmässä työpaikat ja koneet on keskitetty valmistusmenetelmän ja työstökoneen tyyppin mukaan ja työkappaleita kuljetetaan koneryhmästä toiseen valmistuksen edetessä. Funktionaalisen järjestelmän etuja ovat koneryhmien mahdollisuus erikoistua tiettyihin työmenetelmiin ja työstökoneisiin ja helppo kuormituksen tasaus. Haittana ovat edestakaiset kuljetukset ja puskurivarastot, jotka pidentävät läpäisyajoja ja kasvattavat keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa. Tuotannon ohjaus muodostuu myös raskaaksi, koska jokaista työvaihetta pidetään omana kuormitustekijänä ja jokaista konetta omana kuormituspisteenä. Kuvassa 7 on esitetty funktionaalisen tuotannon peruseräperiaate.[2.]



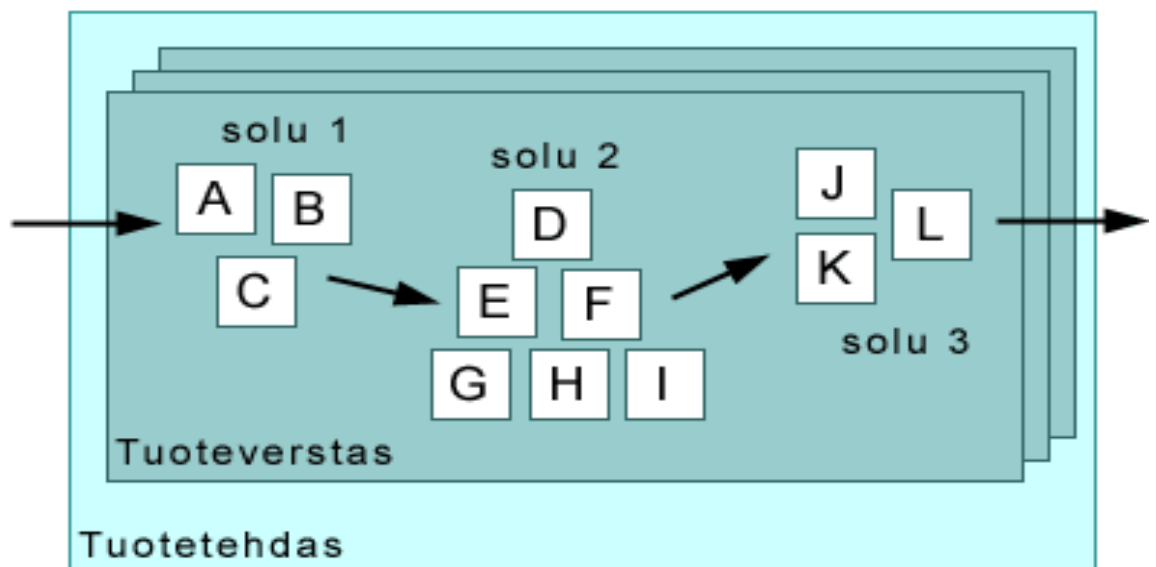
Kuva 7. Funktionaalinen tuotanto [2.]

Taylorismin mukaisesti ajateltuna tehtaan jakaminen tuotteiden ja niiden osien mukaan erilaisiin valmistuslinjoihin edustaa kaikkein pisimmälle vietyä rationalisointia. Tällaisia järjestelyitä nähdään esimerkiksi auto- ja elektroniikkateollisuudessa. Tuotantolinjoja käytettäessä tehdas on jaettu valmistuslinjoihin valmistettavien tuotteiden ja niiden osien mukaan. Tarvittavat työpaikat ja koneet sijaitsevat työnvaihejärjestyksessä samalla osastolla riippumatta valmistusmenetelmästä. Tätä selventää kuva 8. [2,4,6,8.]

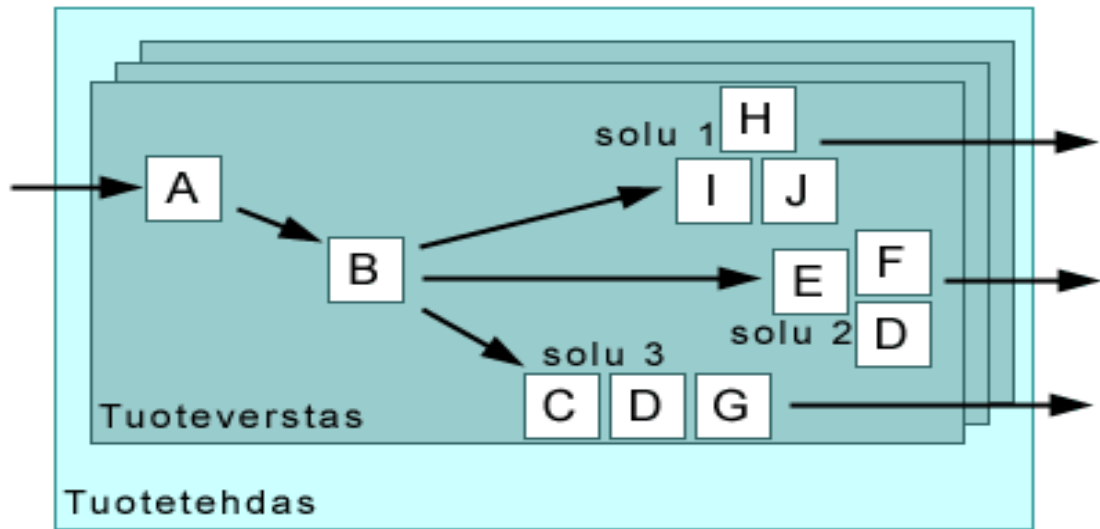


Kuva 8. Valmistuslinjatyyppinen tuotanto [2.]

Solutuotanto perustuu ryhmäteknologiaan, mutta on vielä askel pidemmälle. Siinä samankaltaisten osien tai tuotteiden valmistukseen tarkoitettuja koneita pidetään ohjauksen kannalta yhtenä ainoana kuormituspisteenä. Solun työntekijät vastaavat joko itsenäisesti tai työnjohtajan kanssa sopien keskinäisestä työnjaosta ja töiden yksityiskohtaisesta ajoituksesta. Solu sijaitsee yleensä paikallisesti yhtenäisellä alueella ja solun jäsenet tekevät ryhmätöitä yleensä ryhmäpalkkauksella. Solu toimii yleensä mahdollisimman itsenäisesti ja on tavallista, että solussa on enemmän koneita tai työpaikkoja kuin työntekijöitä, jotka siirtyvät joustavasti tehtävistä toiseen solun sisäisen kuormituksen tasaamiseksi. Tavallisesti solussa on yksi ohjaava vaihe tai kone, jonka mukaan solua kuormitetaan. Solulla on lisäksi materiaalin vastaanottamiseksi yksi piste, samoin tuotteiden luovuttamiseksi. Samaa logiikkaa käyttäen sekatuotanto voidaan jakaa tuoteverstaiksi, joilla on vastuu ja resurssit tietyn osan tai tuotteen valmistamiseksi alusta loppuun saakka. Hajauttamalla valmistuksen ja sen välittömien tukitoimintojen ohella myös tuotesuunnittelu ja markkinointi lopputuotteiden mukaisesti eri yksiköille voidaan puhua itsenäisistä tuotetehtaista. Kuvassa 9 on prosessiperustainen solutuotannon malli ja kuvassa 10 tuoteperustaisen solutuotannon malli.[2,3,4.]



Kuva 9. Prosessiperustainen solutuotanto [2.]



Kuva 10. Tuoteperustainen solutuotanto [2.]

Tuotannon johtaminen on yritystoiminnan pääosa-alue rahoituksen ja markkinoinnin ohella. Tuotannon johtamisella tarkoitetaan yrityksen materiaali- ja tuotantoresurssien järjestämistä ja ohjaamista siten, että saavutetaan paras mahdollinen toimitusvarmuus, laatu- ja joustavuus ja tehokkuus mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Stevensonin määritelmän mukaan tuotannon johtamisella tarkoitetaan tuotteen tai palvelun tekemiseen liittyvien toimintojen suunnittelua ja koordinoitua, ja se on koko tuotantoprosessiin liittyvää tavoitteiden asettelua, suunnittelua, hallintaa ja valvontaa.[3,6,8.]

Tuotannon johtaminen yleisesti on päätöksentekoa, ja se voidaan jakaa kahteen osaan: suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan. Operatiivisessa toiminnassa päätetään varaston, tuotannon ja laadunhallinnan aikatauluista. Operatiivisessa suunnittelussa tarkastellaan tuotteen, tuotantoprosessin, layoutin ja kapasiteettitarpeen vaikutuksia valmistamiseen. Osa päätöksistä voi olla luonteeltaan taktisia ja strategisia. Strategisen tason päätöksiä tehtäessä tarkastellaan pitkän ajan toimintoja ja niiden avulla yrityksen johto pyrkii ylläpitämään ja kehittämään yrityksen kykyä palvella asiakkaitaan. Taktinen päätöksenteko tukee yrityksen strategiaa ja

liittyy usein tuotantoprosessien kehittämiseen ja johtamiseen sekä tuotannon suunnitteluun.[3.]

Tuotannon johtamisperiaate, joka toimii jossain tilanteessa hyvin, ei välttämättä toimi toisessa ympäristössä ollenkaan. Yritykset ovat pyrkineet luomaan uusia toimintamalleja asiakastarpeiden muuttuessa. Toimintamallit, jotka ovat soveltuneet tilanteeseen parhaiten, ovat muodostuneet vallitseviksi. Uusia malleja ja filosofioita esitellään jatkuvasti, mutta toistaiseksi mikään malli ei ole vakiinnuttanut asemaansa.[3,6,8.]

2.2 JIT

Just In Time-filosofiaan liittyy olennaisesti jatkuva turhan työn poistaminen. Turhan työn ja viiveiden poistaminen koskee koko yrityksen toimintoja suunnittelusta ja tuotekehityksestä alkaen. Tavoite on valmistaa tuotteet tilattuina määrinä juuri silloin, kun niitä tarvitaan. JIT-tuotannolle on ominaista pienerävalmistus. Tuote-eriä valmistetaan toistuvasti pienin väliajoin. Mallin tehokkuus perustuu valmistettavan tuotteen nopeaan läpäisyyn tuotantoprosessissa ja toiminnan korkeaan laatuun.[3,9.]

Kustannusten eliminoimiseksi perinteisessä massatuotannossa valmistus ja hankinnat pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman suurissa erissä. JIT-tuotannossa materiaalivirrat pyritään pitämään ohuina ja nopeina ja turhaa varastonmuodostusta pyritään välttämään viimeiseen asti. Tuotantoprosessin nopeuden johdosta pystytään reagoimaan nopeasti muuttuviin asiakastarpeisiin. Tuotevalikoiman muutokset ovat helppoja hallita samoin kuin runsaat mallivariaatiot.[3,9.]

JIT-tuotannon keskeisimpiä piirteitä on voimakas panostus toiminnan laadun kehittämiseen. Lyhyet läpäisyajat, pienet välivarastot ja toiminnan lyhyet aikajänteet eivät yksinkertaisesti anna mahdollisuutta virheellisille toiminnoille. Toimintojen tai valmistusprosessin virheet pysäyttävät tuotannon hyvin nopeasti.[3,6,9.]

Tuotannossa, jossa ei ole välivarastoja, ovat virheiden vaikutukset erittäin suuria. Tästä johdun kaikki tuotannon osapuolet, työntekijät, toimittajat sekä alihankkijat ovat selvillä virheiden vaikutuksista ja pyrkivät viimeiseen asti estämään ennakolta virheiden syntymisen. Kuitenkin JIT- tuotannossa virheet tulevat nopeasti esille, jolloin niiden syyt ovat helposti ja nopeasti selvitettävissä. JIT- tuotantoa on erittäin vaikea kehittää ilman toiminnan korkeaa laatua ja henkilöstön pitää sitoutua laadun kehittämiseen. Tuottavuus on massatuotantoa parempi toiminnan korkean laatutason, turhien tehtävien poistamisen, tuotantoprosessin jatkuvan parantamisen sekä sitoutuneen pääoman pienuuden johdosta. Japanilainen, kollektiivinen, arvomaailma on erittäin sovelias toiminnan jatkuvalla kehittämiselle ja laatufilosofian soveltamiselle. Japanin yhteiskunnalliset ja sosiaaliset ominaispiirteet ovat edesauttaneet JIT-toimintamallin syntymistä toisen maailmansodan jälkeisessä Japanissa.[3,9,10.]

2.3 Lean-toiminta

Lean Production - käsite syntyi IMVP tutkimusohjelman (International Motor Vehicle Program) tuloksena. Tutkimuksessa selvitettiin eri maiden autoteollisuuden tuotantojen ominaisuuksia. Tutkimuksessa havaittiin, että japanilaisten organisoitu tuotanto oli tehokkaampi, laadultaan parempi ja asiakasläheisempi kuin länsimainen tuotanto. Keskeinen havainto oli, että japanilaisten toimintaperiaatteiden mukaisesti organisoitu tuotanto oli tuottavampi, laadukkaampi sekä tarjosi asiakkailleen runsaammin malli- ja varustevaihtoehtoja. Keskittymällä asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan voidaan säästää kustannuksia ja aikaa. Kevyt ja joustava toimintatapa merkitsee kykyä saada aikaan enemmän lisäarvoa asiakkaalle. Resursseja tarvitaan kuitenkin vähemmän. Esimerkiksi uusien automallien suunnittelu oli nopeampaa ja samoin uusien teknologioitten käyttöönotto. Lean -Production käsitettä voidaan pitää alkuperäistä JIT tuotantoa laajempina.[3,6,7,8.]

JIT tuotannon alkutaipaleella kilpailukyky perustui ylivoimaiseen hintalaatusuhteeseen. 1980-luvulla japanilaiset yritykset laajensivat voimakkaasti tuotemallien ja -variaatioiden määrää. Uusien tuotteiden kehittämistä ja uusimpien teknologioitten käyttöönottoa nopeutettiin. Kustannustaso ja laatutaso säilyivät kuitenkin hyvinä, vaikka tuotteiden monimutkaisuus ja

vaikeustaso kasvoi. IMVP – tutkimuksessa kuvataan japanilaisia toimintamalleja huomattavasti laajemmin kuin aikaisemmin valmistukseen keskittyneissä tutkimuksissa[3,8,10.]

2.4 Agile Production

Agile Production -mallissa korostetaan tuotannon joustavuutta ja reagointikykyä. Keskeisenä elementtinä pidetään verkostomallia, jossa tuotanto tapahtuu yritysten muodostamassa verkossa. Verkostotalous ei ole uusi ilmiö, vaan yritykset ovat hyödyntäneet verkostoitumista toiminnan alkuaajoista alkaen. Verkostomallia on perinteisesti hyödynnetty projektituotannossa, jossa volyyminvaihtelut ovat suuret ja alihankkijoiden käyttäminen perusteltua.[3,6.]

Verkostoitumista on alettu viime aikoina tarkastella omana ilmiönään. Yritykset ovat alkaneet hyödyntää verkostoitumista suunnitelmallisemmin. Globaali kaupankäynti ja kilpailu ovat tekijöinä verkostoitumisen taustalla. Teknologioiden nopea kehittyminen ja tuotteiden monimutkaistuminen ovat vaikuttaneet verkostoitumisen yleistymiseen.[3,6.]

Nykyaikaisessa yrityksessä on ulkoistettu monia valmistustehtäviä ja palveluja. Näitä tehtäviä ovat esimerkiksi vartiointi, siivous ja kunnossapito. Yrityksen on pystyttävä voitolliseen toimintaan erilaisissa kilpailutilanteissa, myös jatkuvassa ja ennustamattomassa asiakasvaatimusten ympäristössä. Asiakkaille on pystyttävä tarjoamaan kokonaisratkaisuja pelkkien tuotteiden sijaan. Yrityksen on osattava mukauttaa toimintansa järjestämällä työtehtäviä uudelleen. Lisäksi yritys on informaatio-ohjattu, käyttää teknologioita yhteistyökumppaneiden kanssa ja on keskittynyt ihmisiin ja niiden kouluttamiseen. Työntekijän kannalta tämä merkitsee mukautumista yrityksen jatkuvaan henkilöstö- ja teknologiaresurssien uudelleen järjestelyyn asiakkaiden muuttuvien tarpeiden mukaan.[3,6,8.]

3 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus kehittyi teollisen kehittymisen myötä. Alkuvaiheessa sitä ei pidetty erityisenä toimintona, vaan valmistusprosessin ollessa luonteeltaan yksinkertaisia tuotteet valmistettiin ilman ohjausfilosofioita. Myöhemmin kehitykseen vaikutti voimakkaasti ns. teollinen vallankumous Englannissa 1700 -luvun puolivälissä. Adam Smithin ajatusten mukaisesti teollisen tuotannon perusta oli työnjako ja erikoistuminen. Nykyisin pyritään joustavuuteen ja monitaitoisuuteen sekä kiinteään yhteistyöhön eri toimintojen välillä. Verkostoitumisen myötä yhteistyö on kiinteäytynyt myös yrityksen ja sen asiakkaiden sekä yrityksen ja sen alihankkijoiden välillä asettaen uusia haasteita tuotannonohjaukselle. Vaihekohtaisen ohjauksen sijaan tuotantoa pyritään ohjaamaan ja valvomaan suurempina kokonaisuuksina.[3,6,8.]

Tuotannonohjaus on tuotannon johtamisen termi, jolla ymmärretään yrityksen jokapäiväisen tuotantotoiminnan ohjaamista. Ohjaamiseen kuuluu päivittäin tapahtuvat erilaiset suunnittelu-, valmistus- ja materiaalinkäsittelytehtävät. Yrityksen tuotannonohjausperiaatteet muodostavat keskeisiä pelisääntöjä ja toimintaperiaatteita, joita noudatetaan tuotantotehtävien käyttäessä suunniteltaessa. Tuotannonohjaus muodostuu organisaation eri osissa ja tasoilla tapahtuvista suunnitteluista ja päätöksenteosta.[3,8.]

Tuotannonohjauksen työkaluina on tänä päivänä myös tietotekniikka ja tarjolla on runsaasti ohjelmistoja, joiden avulla tehtäväkenttää voidaan ohjata ja hallita paremmin. Ohjelmat eivät itsessään kuitenkaan kehitä tai ohjaa toimintoja. Jos tuotantoa halutaan ohjata tietoteknisillä ratkaisuilla, on huomioitava, että järjestelmä on ensin ymmärrettävä toimivana mallina, joka voidaan sitten rakentaa tietotekniikan keinoin toimivaksi ratkaisuksi.[3,6.]

Monesti puhutaan myös tuotannon ohjattavuudesta ja toiminnanohjauksesta. Toiminnan ohjattavuus on tuotantojärjestelmän kyky saavuttaa sille asetetut tavoitteet. Toiminnanohjaus on päätöksentekoa, joka käsittää toimintoihin vaikuttavien tekijöiden mittaamista, suunnittelua ja kontrolloimista. Toiminnanohjauksen päätöksentekoon kuuluvat tuotantoaikojen lyhentäminen, joustavuuden parantaminen, tuotteen laadun parantaminen, asiakaspalvelun parantaminen, tuottavuuden lisääminen ja kustannusten vähentäminen. Toiminnot ovat organisaation sisäisiä prosesseja. Nämä prosessit hankkivat panoksia, kuten ihmiset, pääoma ja materiaalit. Prosessit muuttavat ne sitten tulokseksi, jota yhteisö voi hyödyntää. Tehokkaampi

palvelujen ja tuotteiden tuotanto vapauttaa resursseja uusien tuotteiden kehittämiseen. Tämä tekee organisaatiosta vahvemman ja kilpailukykyisemmän.[3,6,8.]

3.1 Tuotannonohjauksen tavoitteet

Tuotannonohjauksen tarkoitus on ohjata yrityksen tuotantojärjestelmää siten, että yrityksen päämäärä ja tavoitteet saavutetaan. Tuotannonohjauksen tavoitteet ovat riippuvaisia yrityksen toimintastrategiasta ja ne ovat:

1. Toimitusaika
2. Toimitusvarmuus
3. Valmistuskustannus
4. Kapasiteetin toiminta-aste
5. Sidottu pääoma

Tuotannonohjausta vaikeuttaa edellä mainittujen perustavoitteiden ristiriitaisuus. Lyhyet toimitusajat ja hyvä toimitusvarmuus edellyttävät tuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointia sekä valmiutta pienten toimituserien valmistukseen. Koneiden ja laitteiden korkeaa kuormitusastetta tavoitellaan valmistamalla vakiotuotteita suurina sarjoina, mikä usein edellyttää suuria varastoja sekä tuotteiden tasaista menekkiä. Sidotun pääoman minimointi edellyttää puolestaan tuote- ja raaka-ainevarastojen pientä kokoa. Keskenäisen tuotantoon sitoutuneen pääoman pienentäminen edellyttää pieniä valmistussarjoja ja puolivalmisteverastojen vähentämistä. Tuotannonohjauksen tehtävänä on sovittaa yhteen nämä keskenään ristiriitaiset tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla.[3,6,8,10.]

3.2 Tuotantomuodot

Tuotantomuodot määrittelevät tuotannon lähtökohdat, jotka ovat perustana tuotantojärjestelmän suunnittelulle, tuotannon johtamiselle ja ohjaamiselle. Yritys ei voi valita harjoittamaansa tuotantomuotoa vapaasti, vaan se määräytyy tuotteen rakenteen, valmistusmäärien ja

valmistustekniikan sekä jakelutien perusteella. Tuotantomuodot voidaan määrittellä esimerkiksi valmistusaloitteen tai tuotteen perusteella. Kolmantena perusteena käytetään usein myös tuotantoeräkokoja, jossa tuotanto jaotellaan yksittäis-, sarja-, ja yhtenäistuotantoon.[3.]

Valmistusaloitteen perusteella tuotanto jaotellaan joko varasto- tai asiakasohjautuvaksi. Yritykset, jotka pitävät lopputuotteelleen tiettyä varastotasoa mahdollistaakseen nopeat toimitusajat, käyttävät varasto-ohjautuvaa strategiaa. Varasto-ohjautuvaa tuotantoa käytetään usein, kun valmistetaan vakiotuotteita, joiden tuotantovolyymit ovat suuret ja niiden kysyntää on helppo ennustaa.[3,6.]

Asiakasohjautuvia tuotteita ovat erilaiset tilaustuotteet. Koska tuotteen rakenne määrittellään vasta tilausvaiheessa, tuotetta ei voida valmistaa varastoon. Joskus myös valmistusaika on lyhyempi, kuin asiakkaan vaatimus toimitusajasta.[3,8.]

Tuotantoprosessi perustuu harvoin pelkästään yhteen tuotantomuotoon. Tuotantojärjestelmän eri vaiheissa on erityyppistä tuotantoa. Tilaustuote voidaan valmistaa osittain tai kokonaan puolivalmisteista, jotka ovat vakiotuotteita. Ohjausperiaatteet voivat riippua myös tuotantoerän koosta. Pienet erät toimitetaan varasto-ohjautuvasti, mutta suuret tilaukset valmistetaan tapauskohtaisesti joko varasto- tai tilausohjautuvasti.[3,8.]

3.3 Tuotannonohjausperiaatteet

Perinteisellä tavalla toimittaessa markkinointi ja myynti hoitavat asiakaskontaktit. Tuotekehitys suunnittelee tuotteet, osto tilaa tuotannon tarvitsemat aineet, tarvikkeet ja komponentit. Tuotanto valmistaa tuotteet, tuotannonohjaus laatii aikataulut sekä valvoo niiden toteutumista. Laadunohjaus huolehtii laatuun liittyvistä kysymyksistä. Varastoinnin ja kuljetuksen sekä jakelun voi hoitaa joko oma organisaatio, tai ne voidaan ostaa ulkopuolisena palveluna[3,6.]

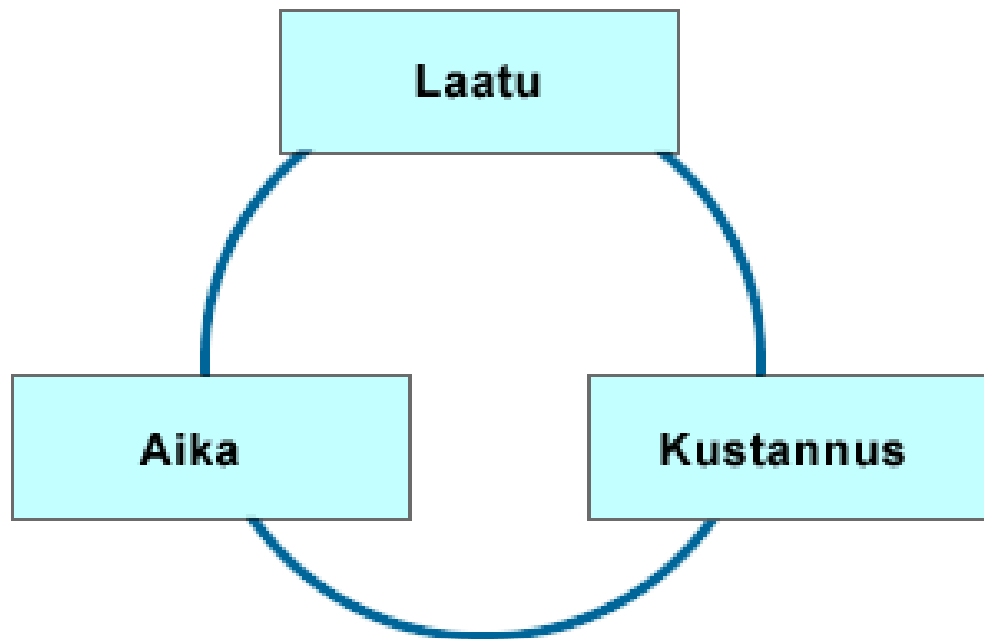
Tuotannonohjauksella tarkoitetaan tuotantoon liittyvien toimintojen koordinoimista yrityksen tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjaus voidaan nähdä myös sisäisenä logistiikkana, koska se on yrityksen omassa hallussa. Tuotannonohjaus on tuotantologistiikan

operatiivisen tason toiminto, ja se liittyy läheisesti raaka-aine- ja valmistusvarastojen ohjaukseen sekä markkinakysynnän tyydyttämiseen. Tuotannonohjaus yhdistää kysynnän hankintaan. Tuloksellisen toiminnan perusedellytys on näiden eri toimintojen saumaton yhteistyö ja kokonaisvaltainen ohjaus.[3,6.]

Perinteisessä mallissa tuotannonohjauksen tehtävät, tuotannon ajoitus ja valvonta, varastojen valvonta ja tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen ovat pääosissa. Kuitenkin tämä malli muodostaa seinän asiakkaan ja tuotannon välille. Nykyisin asiakas on oleellinen osa toimitusketjua, samoin kuin alihankkijat ja tiimityöskentely yrityksen sisällä sekä verkostoituminen asettavat omat vaatimuksensa tuotannonohjaamiselle.[3,6.]

Modernimpi tapa määrittää tuotannonohjauksen ja sen tehtävät siten, että tuotannonohjaaminen on toiminto, joka yhdistää ja suunnittelee tehtaan materiaali- ja informaatiovirrat, käsittää myös toimittajat ja asiakkaat (supply chain management, SCM) ja valvoo sekä raportoi mahdolliset poikkeamat. Tuotannonohjauksen tehtäviä ovat koko toimitusketjun kustannusten arviointi, laadun hallinta, varastojen hallinta tehdastasolla, tuotannon kapasiteetin suunnittelu pitkällä ja lyhyellä tähtäimellä ja aikataulujen laadinta sekä poikkeamien valvonta ja raportointi.[3,6.]

Jotta saataisiin aikaan asiakastyytyväisyys, tulee jokaisen yrityksen organisaation osan hoitaa oma osuutensa. Tuotantojärjestelmän tehtävä on toimittaa laadukasta tavaraa oikeaan aikaan oikeaan paikkaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Kustannuksilla on eri merkitys eri tilanteissa. Tuotteen hinta on kustannus asiakkaalle, mutta se ei ole valmistajan kustannusten summa. Aikaisemmin puhuttiin kustannusvalvonnasta tai seurannasta, nykyisin päähuomio on kustannusten johtamisessa. Kuvassa 11 on esitetty kolmiyhteys laadun, ajan ja kustannusten välillä.[3,6.]



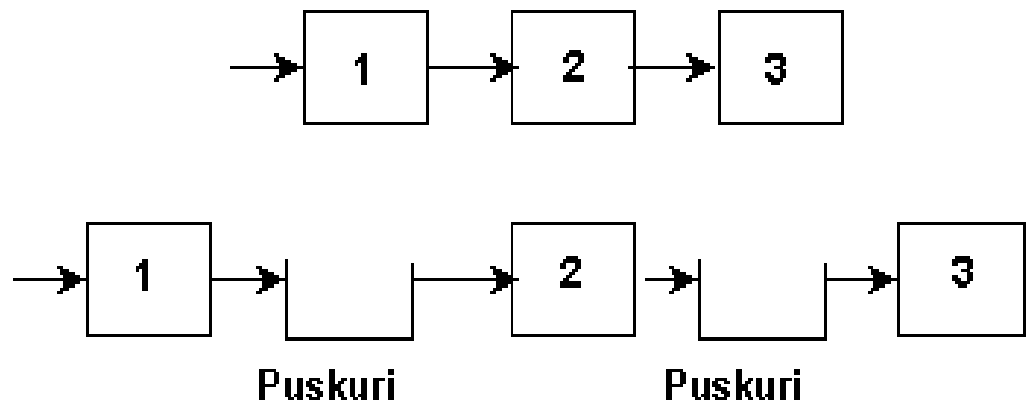
Kuva 11. Toimituskehä [2.]

3.3.1 Imu- ja työntöohjaus

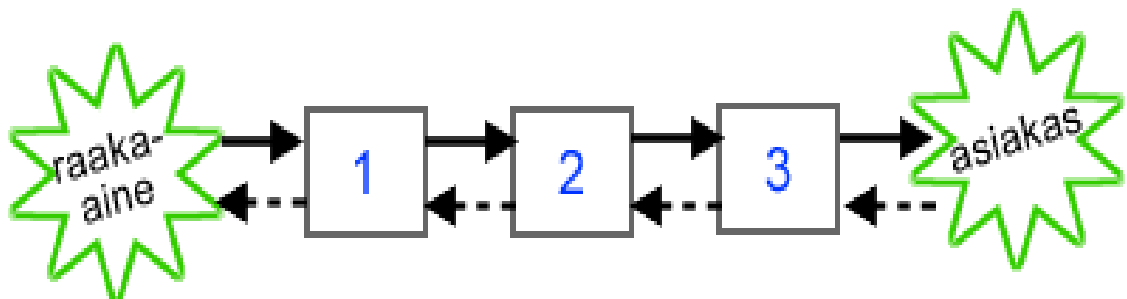
Imu- ja työntöohjauksesta puhutaan tuotannonohjauksen yhteydessä silloin, kun on kysymys materiaalien ja keskeneräisen tuotannon liikkumisesta tuotantoprosessin läpi. Työntöohjaus on perinteinen tapa ohjata materiaalivirtaa prosessin aikana, ja imuohjaus on uudempi JIT -toiminnan mukanaan tuoma materiaalin ohjausmenetelmä.[4,6,10.]

Imuohjauksella tarkoitetaan sitä, että työvaiheet suorittavat valmistustoimenpiteet sitä mukaa, kun seuraavat työvaiheet ovat valmiita vastaanottamaan tavaraa. Seuraava työvaihe kontrolloi edellisen työvaiheen toimintaa. Tuotantoprosessin viimeistä vaihetta ohjaa kysyntä tai tuotantosuunnitelma. Imuohjauksen tuotanto siis etenee vasteena seuraavan prosessivaiheen tarpeelle.[4,7,10.]

Imuohjaus käynnistyy asiakaskysynnästä ja se ikään kuin imee valmiita osakokonaisuuksia läpi koko tehtaan tuotantoprosessin. Ominaista imuohjaukselle on, että erityisesti tuotanto- toimintojen välillä on riippuvuussuhde. Tuotannossa esiintyy lähinnä kahdenlaista riippu- vuussuhdetta; peräkkäinen ja vastavuoroinen. Peräkkäisessä jälkimmäinen vaihe on edellis- tä riippuvainen. Vastavuoroisessa jälkimmäinen vaihe riippuu edellisestä materiaalin suhteen ja edellinen jälkimmäisestä informaation suhteen. On tärkeää huomata, että informaatio kul- kee vastavirtaan ja materiaali ja osat myötävirtaan. Asiaa on havainnollistettu kuvissa 12 ja 13.[4,6.]



Kuva 12. Peräkkäinen vaikutussuhde [2.]



Kuva 13. Vastavuoroinen vaikutussuhde [2.]

Työntöohjauksella tarkoitetaan sitä, että työpiste tekee omat työnsä valmistuksen seuraavista työvaiheista riippumatta. Kun työvaihe tulee valmiiksi, tavara työnnetään seuraavaan työvaiheeseen riippumatta siitä, onko seuraava työvaihe saanut edellisen työvaiheen valmiiksi. Tämän seurauksena keskeneräistä tuotantoa kerääntyy helposti välivarastoiksi eri työvaiheiden väliin.[5,6.]

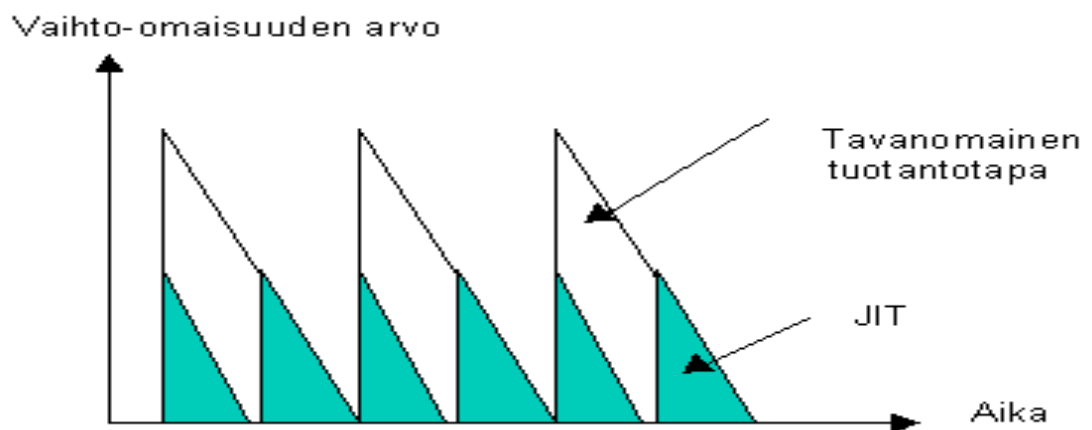
Periaatteessa jokaista perinteistä tuotantoprosessia ohjataan joko imu- tai työntöohjauksella – tai niiden välimuodolla. Seuraavassa esitellyistä tuotannonohjausperiaatteista JIT -ohjaus perustuu imuohjaukseen ja MRP työntöohjaukseen. OPT:ssä tuotantoa ohjataan imuohjauksella ennen pullonkaulaa ja työntöohjauksella sen jälkeen. Kanban on työkalu tai menetelmä, jolla imuohjausta on helppo toteuttaa.[5,6.]

3.3.2 JIT

Just in time käsitteellä tuotantosysteemin yhteydessä tarkoitetaan sellaista kokonaisvaltaista tuotantoprosessia, missä tavaroiden ja komponenttien valmistus ja kuljetus on tarkoin ajoitettu ja missä jokainen tuotantovaihe tuottaa vain sen mitä seuraava työvaihe tarvitsee. JIT-ajattelutapa ja - tuotannonohjaustekniikat ovat lähtöisin Toyotan autotehtailta Japanista. JIT otettiin käyttöön Toyotalla jo 1960-luvun alussa, jonka jälkeen sitä alettiin menestyksekkäästi soveltaa myös muualla Japanissa. Sen jälkeen japanilaisten menestyksen innoittamana JIT on levinnyt ympäri maailmaa eri teollisuudenaloille.[4,6.]

JIT -tuotannossa pätevät samat yleiset tuotannonohjauksen tavoitteet kuin muissakin tuotannonohjaustekniikoissa. Näitä ovat valmistuskustannusten minimointi, valmistuksen tasainen kuormitus, tuotantoon sitoutuneen pääoman minimointi, varastoihin sitoutuneen pääoman minimointi, läpäisyajojen lyhentäminen sekä hyvä asiakaspalvelu. Yleisten tuotannonohjausperiaatteiden lisäksi yksi JIT- tuotannon keskeinen tavoite on kaiken turhan poistaminen, millä tarkoitetaan esimerkiksi turhia varastoja, keskeneräistä tuotantoa ja turhaa työtä. Nämä tavoitteet pyritään saavuttamaan mm. virtauttamalla ja tasoittamalla tuotantoa, lyhentämällä asetusaikoja, imuohjauksella sekä muuttamalla alihankintajärjestelmää.[3,6.]

JIT- periaate on tuotannon valvonnan ja johtamisfilosofian yhdistelmä, jossa on tarkka kontrolli tarvittavien varastojen ja tuotannon työasemien välillä, Tuotantoprosessien toistettavuus on suuri ja materiaalivirrat tarkasti määritettyjä, pienet eräkoot, pieni vaihto-omaisuus, lyhyet asetusajat, tasainen kuormitus, komponentit ja työmenetelmät standardisoituja, korkea laatu-taso, läheiset kontaktit alihankkijoihin, joustava ja sitoutunut henkilöstö, tuotteen mukainen layout, ennakkohuolto ja jatkuva parantaminen. Alkuperäinen ajatus oli saada vaihto- omaisuuden sitoutunut pääoma pienemmäksi. Tätä havainnollistaa kuva 14.[3,6.]



Kuva 14.Tavanomaisen tuotantotavan ja JIT -filosofian vaikutus vaihto-omaisuuden arvoon [2.]

Virtautetussa tuotannossa valmistus jaetaan pieniin kokonaisuuksiin, jotka ovat helposti hallittavissa. Esimerkiksi funktionaalisiin ryhmiin perustuva valmistusjärjestelmä muutetaan joko pieniksi tuotantolinjoiksi tai soluiksi, jolloin kokonaisuuksien ohjaus selkeytyy ja helpottuu ja välivarastojen tarve vähenee.[3,6.]

Asetusaikojen lyhentäminen on joidenkin esitysten mukaan JIT:n keskeisimpiä tavoitteita, koska sillä on laajat seurausvaikutukset. Yleensä ajatellaan, että suuret eräkoot merkitsevät pieniä asetuskuukustannuksia ja suuria varastointikustannuksia, ja päinvastoin. Asetusaikojen lyhentämällä pyritään siihen, että erä voidaan pienentää ilman, että valmistusaika pitenee. Tällöin varastojen kokoa voidaan pienentää heikentämättä palvelutasoa.[3,6.]

Imuohjaus JIT:ssä perustuu viimeisen työvaiheen ohjaamiseen. Muita työvaiheita ohjataan välittämällä tarvetieto viimeisestä vaiheesta sitä edeltävään vaiheeseen, joka puolestaan tilaa

tarvitsemansa osat edelliseltä vaiheelta jne. Työpisteiden välissä on yleensä pieni puskurivarasto, jonka koko mitoitetaan siten, että siinä olevat materiaalit kattavat täydennyserän toimitusajan materiaaliarpeet. Ohjaus voi perustua vakiomuotoisiin tilauskortteihin (Kanban) tai työvaiheiden välisen puskurivaraston tyhjenemiseen. Imuohjaus ja lyhyet asetusajat mahdollistavat pienten eräkokojen käytön ja lyhyet läpäisyajat, jotka puolestaan tekevät tuotannosta joustavaa ja helposti hallittavaa.[3,6.]

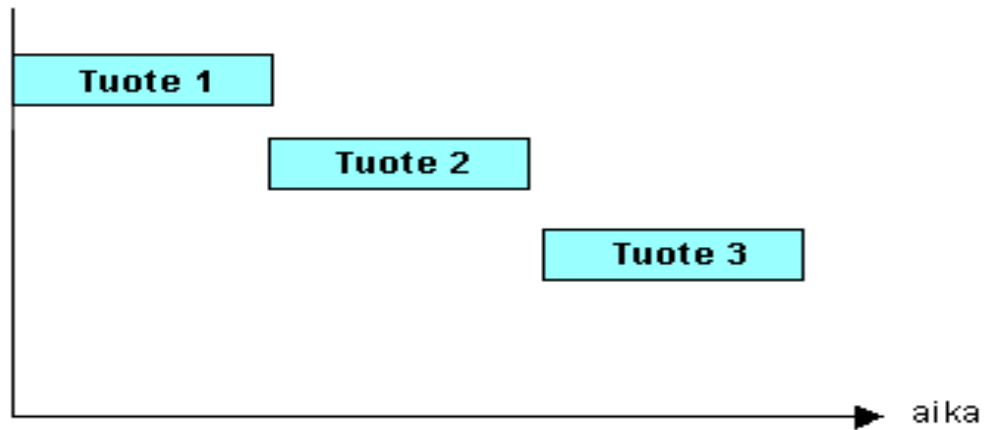
Alihankintajärjestelmän pohjan muodostavat luotettavat ja pitkäaikaiset suhteet alihankkijoihin ja materiaalien toimittajiin. Se on myös yksi tärkeä edellytys toimivassa JIT-tuotannossa. Toimittajan sitouttaminen yrityksen tavoitteisiin ja toimintaan on tärkeää myös toimittajan itsensä kannalta, koska lopputuotteiden menestyminen markkinoilla on elintärkeää tuotantoketjun kaikkien osapuolten menestymisen kannalta. JIT-ajattelussa alihankkijat pyritään valitsemaan maantieteellisesti läheltä ja muodollisuudet pyritään pitämään kurissa. Materiaalit pyritään saamaan pienissä erissä juuri oikeaan aikaan sovitulle paikalle. Lisäksi toimitettavan tavaran laadun pitää olla korkealla tasolla, jotta ylimääräisiltä tarkastuksilta välttyttäisiin. Näillä seikoilla pyritään minimoimaan varastotasot ja varmistamaan tuotannon toimivuus ilman häiriöitä. JIT -tuotanto ei kuitenkaan sovellu kaikille. Se soveltuu hyvin yrityksille, jotka tekevät tuotteitaan – esimerkiksi autoja – asiakastilausten perusteella, mutta standardituotteiden valmistuksessa se ei ole kovin yleisesti käytetty tuotannon ohjausperiaate. Standardituotteet valmistetaan yleensä varasto-ohjautuvasti ennalta ennustetun kysynnän ja senhetkisen varastotason mukaan.[3,6,10.]

3.3.3 Jaksottaisen tuotannon menetelmä

Jaksoittaisen tuotannon menetelmällä on tarkoitus tasapainottaa tuotantolinjaa, kun tuotantomäärä on vakio. Kun sarjatuotannossa eri tuotteita tai tuoteperheitä valmistetaan samalla tuotantokoneistolla tai tuotantolinjalla, on itsestään selvää, että kerrallaan voidaan valmistaa vain yhtä tuotetta.[3.]

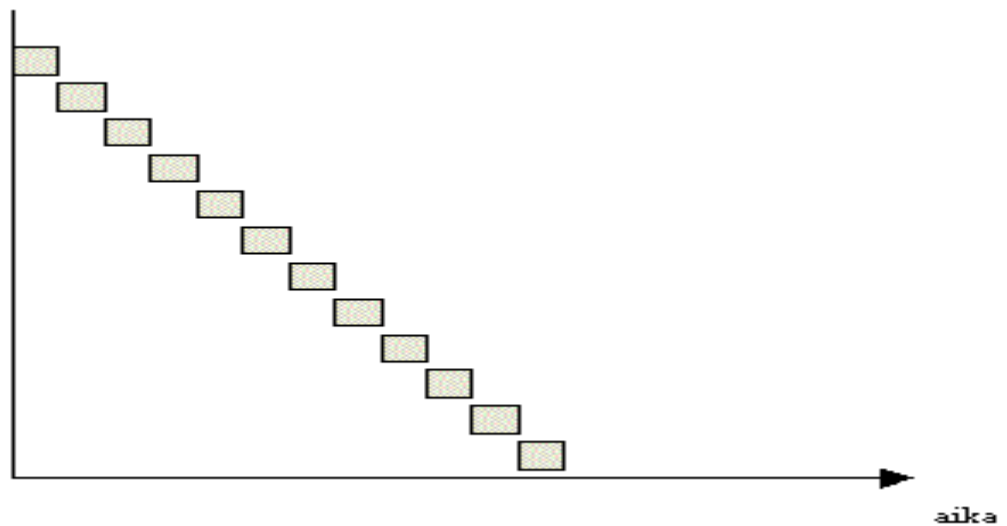
Kuvan 15 tapaus johtaa monenlaisiin hankaluuksiin. Tuotteen 3 toimitusaika on jo niin pitkällä, että asiakas ostaa mahdollisesti kilpailevan tuotteen. Toisaalta tuotetta 1 joudutaan

valmistamaan kerralla niin paljon varastoon, että siitä voidaan tyydyttää kysyntä niin pitkäksi aikaa, kun tuote tulee uudelleen valmistukseen.[2.]



Kuva 15. Kolme tuotetta valmistetaan samalla linjalla [2.]

Järkevintä on jaksottaa tuotantomäärät siten, että asiakkaalle riittää tavaraa, mutta valmis-tuotevarasto on samalla mahdollisimman pieni. Kuvassa 16 on esitetty kaaviona toivottu tilanne.[2,6,10.]



Kuva 16. Jaksotettu tuotanto [2.]

Kuvan 16 tapauksessa havaitaan, että jokaista tuotetta valmistetaan pieninä erinä, jolloin va-rastoimiskustannukset pienenevät ja läpäisy aika lyhenee. Tässä seuraa ongelmia. Asetusaiko-

jen tulee olla lyhyitä, jotta jaksoittainen tuotanto on taloudellisesti kannattavaa ja on pystyttävä laskemaan, millaisina jaksoina eli sekvensseinä eri tuotteet on valmistettava.[2,6.]

Läpäisy aika t_{la} yhdelle tuotteelle saadaan lasketuksi kaavasta

$$t_{la} = m * CT \quad (1)$$

missä

m = työasemien lukumäärä

CT = jaksoaika

Kun merkitään:

n = valmistettavien tuotetyyppien määrä

D_i = tuotteen i valmistusmäärä

T = kaikkien tuotteiden yhteenlaskettu valmistusmäärä

j = tuotteen i valmistusjärjestysnumero

d_{ij} = aika, jolloin tuote i valmistetaan j :n kerran

Voidaan käyttää aikaisimman mahdollisen valmistuspäivän (EDD = Earliest Due Date) menetelmää:

- ensimmäinen valmistuskerta on $d_{i1} = T/(2D_i)$ (2)

- toinen valmistuskerta on $d_{i2} = d_{i1} + T/(D_i) = 3T/(2D_i)$ (3)

- j :n kerralle yksikölle $d_{ij} = [(j - 1/2) * T/(D_i)]$ (4)

EDD -menetelmä kertoo sen hetken, kun erä aikaisintaan valmistuu.

Jatkuva tuotanto lähenee luonteeltaan prosessinomaista tuotantoa. Tuotanto on virtautettu siten, että valmistus on jaettu helposti hallittaviin kokonaisuuksiin joko tuotantosoluiksi tai linjoiksi. Solun tai linjan ohjaus tapahtuu yhtenä kokonaisuutena, yksittäisiä työvaiheita ei kuormiteta.[2,6,10.]

Lähtökohta taloudellisten eräkokojen pienentämiseen sarjatuotannossa on asetusaikojen pienentäminen. Asetusaika on tuottamatonta aikaa, josta asiakas on harvoin valmis maksamaan

kohtuuttoman paljoo. Paitsi sarjatuotannossa niin myös yksittäisten kappaleiden valmistuksessa asetusaikojen lyhentäminen nostaa kapasiteetin tuottavaa käyttöastetta. Seuraavassa on esitetty muutamia periaatteita asetusaikojen lyhentämiseksi.[4,8,10.]

1. Erotetaan ulkoinen ja sisäinen asetusaika toisistaan.
2. Mikäli mahdollista, siirrytään sisäisistä asetuksista ulkoisiin.
3. Pienennetään sisäistä asetusaikaa eliminoimalla säätöjä, yksinkertaistamalla kiinnityksiä, ottamalla tarvittaessa lisää henkilöitä, jne.
4. Lyhennetään sekä sisäisten että ulkoisten asetusten aikaa.
5. Jos mahdollista, poistetaan asetusaika kokonaan.

Sisäisillä asetusajoilla tarkoitetaan koneessa itsessään tapahtuvia asetuksia. Tänä aikana kone on poissa tuottavasta toiminnasta. Suositeltavaa on tehdä asetukset koneen ulkopuolella koneen käydessä. Tällöin puhutaan ulkoisista asetusajoista; aina ei kuitenkaan ole mahdollista päästä pelkästään ulkoisiin asetuksiin.[4,6.]

On muistettava, että asetusajan pienentäminen vaatii investointeja. Koneilla ja laitteilla tulee olla edellytykset lyhyisiin asetusajoihin. Nämä eivät synny itsestään, eikä mahtikäskyillä. Asetusaikojen lyhennettäessä on ratkaisu tehtävä vaihto-omaisuuden arvon ja asetusajan pienentämiseksi tarvittavien investointien välillä. Kuitenkaan laskelmilla on vaikea yksiselitteisesti todeta asetusajan pienentämisellä saatuja muita hyötyjä. Lisääntynyt joustavuus ja kapasiteetti, lyhyemmät kone- ja läpäisyajat, laadun paraneminen sekä tuotannon ohjattavuuden paraneminen ovat kiistattomia hyötyjä tällä toimintatavalla.[4,6,8.]

3.3.4 MRP

MRP eli Material Requirements Planning on tuotannonsuunnittelu- ja varastonohjausjärjestelmä, joka kehitettiin Yhdysvalloissa 1960-luvulla. MRP:n tärkeitä tavoitteita ovat; varmistetaan raaka-aineiden, komponenttien ja valmiiden tuotteiden saatavuus suunniteltua tuotantoa ja asiakkaita varten, ylläpidetään alhaista varastotasoa ja suunnitellaan aikataulut ostoille ja tuotannolle sekä toimitusten aikataulut.[3,6,10.]

MRP:n lähtöoletus on, että valmistettavat tai koottavat tuotteet voidaan esittää tuoterakenteen avulla. Tuoterakenne eli Bill Of Materials (BOM) kuvaa tuotteen hierarkkisen rakenteen. Toinen keskeinen panos MRP:ssä on tuotannon pääaikataulu, joka kertoo, kuinka monta lopputuotetta valmistetaan tietyllä ajanjaksolla. Lisäksi MRP tarvitsee myös tiedot sen hetkisestä varastotasosta sekä avoimista tilauksista. Näiden lähtötietojen avulla MRP laskee komponenttien nettotarpeet huomioiden nykyisen varastotason ja tuotannon sekä avoimet tilaukset. MRP myös muuntaa nettotarpeet tilausmääriksi käyttäen sopivaa eräkokoja. Se tekee komponenttien tilaukset takautuvaan ajoitukseen perustuen ottaen huomioon tuotannon läpimenoajat. Lisäksi MRP huomioi tuoterakenteen avulla kaikkien tuotteeseen kuuluvien komponenttien suunnitellun tuotannon.[3,6,8.]

MRP järjestelmä antaa tuotannosta vastaaville johtajille arvokasta tietoa mm. kapasiteetin suunnitteluun ja rahoituslaskelmiin. Lisäksi MRP helpottaa komponenttien kysynnän ennustamista ja vähentää varmuusvarastojen ylläpidon tarvetta.[3,6.]

MRP:n käyttöön liittyy myös jonkin verran ongelmia. Sen avulla ei voi esimerkiksi kovin hyvin ohjata tuotannon eri vaiheita, vaan sen oletetaan tapahtuvan työntekijäportaan toimesta. MRP:hen perustuvaa tuotantoa ohjataan lähes aina työntöperiaatteella. MRP - mallin oletukset kiinteistä ja tiedossa olevista läpimenoajoista sekä äärettömästä kapasiteetista saattavat aiheuttaa myös ongelmia, jos tuotannon aikatauluihin tai myyntimääriin tulee muutoksia.[3,6.]

3.3.5 OPT

OPT eli Optimised Production Technology on tuotannonohjaus- ja johtamisperiaate, jonka kehitti israelilainen Eliyahu Goldratt yhdessä työryhmänsä kanssa 1970 -luvulla. OPT on rekisteröity tavaramerkki ja se liittyy läheisesti kapeikkoajattelun filosofiaan, mutta painottuu pääasiassa tuotantotoimintaan.[4,6.]

Ensimmäinen vaihe OPT -ohjaustekniikassa on etsiä valmistuksen kapeikot. Valmistuksen ohjaustekniikan kannalta kysymys on usein pullonkauloista, joissa jonkin koneryhmän tai työpisteen kapasiteetti ei riitä. Koska pullonkaulat määräävät tehtaan kapasiteetin, on loogista, että ne otetaan ohjauksen lähtökohdaksi. Ne säätelevät myös materiaalien kulkua tehtaalla. Kun tuotantoon otetaan materiaalia vain sen verran kuin ketjun heikoin lenkki vetää, eivät tavarat ruuhkaudu valmistukseen.[4,6.]

Pullonkaulojen tehokkaan käytön perusedellytyksenä on, että niissä tarvittavat materiaalit saadaan ohjattua pullonkaulaan oikeaan aikaan. Pullonkaularesurssien seisottaminen esimerkiksi materiaalipulan takia maksaa yritykselle yhtä paljon kuin koko tehtaan seisottaminen vastaavan ajan. Tästä syystä pullonkaulojen kautta kulkevan materiaalin ohjaus on erikois- asemassa muuhun materiaalin ohjaukseen verrattuna. Pullonkaulan valmistusohjelman perusteella voidaan määrittää ja synkronoida valmistusaikataulut pullonkaulaa edeltäville työvaiheille. Näitä työvaiheita ohjataan imuohjausperiaatteella tai köysiperiaatteella siten, että materiaalit vedetään oikeassa järjestyksessä pullonkaulaan.[5,6.]

Periaatteessa OPT -ohjauksen peruseriaatteet ovat hyvin yksinkertaiset. Jos yrityksessä on vain yksi pullonkaula, ei periaatteiden soveltaminen ole vaikeaa. Kuitenkin käytännössä huomioon otettavia tekijöitä on usein enemmän ja ohjelman teko vaikeampaa. Samanaikaisesti on otettava huomioon muun muassa se, että kriittisiä resursseja on useampia, kysynnän volyyymi ja koostumus ei ole vakaa, tilausten tarvepäivät ovat erilaisia, pullonkaulaa edeltävien vaiheiden aloitushetket ovat vaihtelevia ja pullonkaulan jälkeisten vaiheiden läpäisyajat vaihtelevat. Valmistusjärjestykseen vaikuttaa myös useiden kriittisten resurssien ja useamman pullonkaulan kautta kulkevat, samaan tuotteeseen menevät komponentit sekä koneiden asetusajat.[5,6.]

OPT samoin kuin JIT soveltuu parhaiten sarjatuotannolle ja tuotteille, joiden valmistuksessa on kokoonpanovaihe. OPT on hyödyllinen myös uutta tehdasta suunniteltaessa, jolloin kaikkien rajoitusten huomioon ottaminen johtaa luotettavampiin tuloksiin.[4,5,6.]

3.3.6 Kanban

Kanban on japanilainen sana, joka tarkoittaa korttia tai näkyvää rekisteriä. Kuten JIT-periaatteet myös Kanban-systeemi on lähtöisin Toyotan autotehtailta Japanista. Toimiva Kanban-systeemi voi olla yksinkertainen ja edullinen tapa koordinoida eri työpisteiden ja toimittajien toimintaa.[3.]

Kanban on imuohjaustekniikka, joka perustuu kanban- kortteihin. Ohjauskortteja on kahta eri tyyppiä, kuljetuskanbaneita sekä valmistuskanbaneita, mutta myös yhteen korttiin perustuvia kanban-systeemejä käytetään. Yksinkertaisessa kanban systeemissä kortti liitetään jokaiseen säiliöastiaan, joka sisältää tuotettuja osia. Kun seuraava työvaihe on käyttänyt kaikki säiliöastiassa olevat osat, kortti poistetaan säiliön kyljestä ja se vietään keräilypisteeseen. Keräilypisteessä oleva kanban- kortti antaa edelliselle työvaiheelle signaalin tuottaa toisen säiliöllisen kyseisiä osia. Kun säiliö on täynnä uusia tuotettuja osia, liitetään kortti säiliöön, joka vietään jälleen seuraavaan työvaiheeseen, ja sama prosessi alkaa uudestaan.[3,10.]

Japan Management Associationin sääntöjen mukaan viallisia tuotteita tai tuotteen osia ei saa lähettää seuraavaan työvaiheeseen. Viallisten osien valmistus tarkoittaa materiaalien, laitteiden ja työn investoimista johonkin, jota ei voi myydä, mikä on kaikista suurinta tuhlausta. Jos viallisia osia tai tuotteita huomataan, täytyy niiden syntymiseen johtavat syyt selvittää ja aloittaa toimenpiteet ongelman korjaamiseksi. Kanban systeemi ei voi toimia, jos osa työvaiheista tuottaa viallisia tuotteita.[3,6.]

Myöhempi tai seuraava työvaihe tulee ottamaan vain tarvitsemansa määrän materiaaleja. Tämä voi aiheuttaa yritykselle hävikkiä ja tappioita monessa eri muodossa. Näitä ovat esimerkiksi ylituotannon aiheuttamat varastointikustannukset ja lisätyöstä aiheutuvat kustannukset. Yleensä suurimmat tappiot aiheutuvat kuitenkin silloin, kuin jokin työvaihe ei voi tuottaa sitä, mikä on tarpeellista, koska se tekee tarpeetonta työtä.[4,8.]

Tuotetaan ainoastaan sama määrä materiaaleja tai osia, jonka myöhempi työvaihe on ottanut käyttöönsä. Tämä sääntö on edellisen säännön looginen jatke. Näiden sääntöjen noudattaminen tekee tuotannosta selkeämpää ja tahdikkaampaa.[3,6.]

Jotta edellistä sääntöä voidaan tehokkaasti noudattaa, täytyy tuotantomäärien ja -aikojen olla suhteellisen tasaisia. Jos esimerkiksi tuotantomäärät vaihtelevat huomattavasti, voi materiaali säännön noudattaminen tulla mahdottomaksi johtuen koneiden erilaisista kapasiteeteista.[3,6.]

Kanban-systeemi on enemmänkin keino suorittaa hienosäätöä tuotannossa. Se ei ole ratkaisu suurin tuotantoon tai tuotannonohjaukseen liittyviin ongelmiin.[5,6.]

4 TUOTANNON LAYOUT

Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantojärjestelmän tai tuotantotilan fyysiset osat, kuten koneet, laitteet, varastopaikat ja työpisteet sekä kulkureitit tehtaassa on sijoitettu. Tehtaan layoutin tärkein tavoite on täyttää sekä kapasiteetin, että laadun vaatimat tavoitteet mahdollisimman taloudellisella tavalla. Toimiva layout integroi työpisteet, koneet, työvoiman, varastopaikat ja muut loogiset systeemit toimivaksi kokonaisuudeksi.[3,6,8.]

Hyvän layoutin tunnusmerkkejä ovat joustavuus, laitteiden korkea käyttöaste sekä järjestelmällinen ja helppo ylläpito, vähäinen materiaalien siirtely ja käsittely, pienet etäisyydet työpisteiden välillä, looginen materiaalin kulku sekä turvallinen työympäristö. Pullonkaulat ja koneiden seisokit tai tyhjäkäynti ovat merkkejä epäonnistuneesta layoutista. Huonon layoutin tunnusmerkkejä ovat myös sotkuinen tuotantotila ja suuri keskeneräisen tuotannon määrä.[3,6,8.]

4.1 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa samantyyppiset koneet ja prosessit on ryhmitetty lähelle toisiaan ja prosessit ovat joustavia, joten koneita ja laitteita voidaan käyttää usean eri tuotteen valmistamiseen. Materiaalit on sijoitettu siten, ettei materiaalien käsittelystä aiheutuvia kustannuksia synny tai kustannukset ovat hyvin pienet.[3,6.]

Funktionaalisisessa layoutissa työt ohjataan työpisteiden ja prosessivaiheiden läpi työn omaa yksilöllistä reittiä. Tuotteiden valmistus kuormittaa työpisteitä epätasaisesti, joten työpisteiden sijainnilla on suuri merkitys kun layoutia suunnitellaan. Työpisteet, joiden keskinäinen vuorovaikutus on suuri, tulisi sijoittaa lähelle toisiaan. Tärkeää on, että jokaisen työn kulukaaviot ja työvaiheet määritellään tarkasti työpisteiden sijainteja suunniteltaessa. lopputulos on kuitenkin aina kompromissi, joka toimii kokonaisuuden kannalta hyvin.[3,6.]

Layoutin suunnittelussa voidaan käyttää laskentamalleja, jotka minimoivat materiaalien käsittelyyn liittyvät kustannukset. Materiaalien käsittelystä aiheutuvat kokonaiskustannukset voidaan laskea tietyn kaavan avulla, jossa muuttujia ovat: työpisteiden lukumäärä, työpisteiden välisten kuljetusten määrä ja kustannukset sekä työpisteiden välinen etäisyys.[3,6.]

Optimaalinen layoutratkaisu löydetään kokeilemalla eri vaihtoehtoja ja laskemalla kokonais-kustannukset. Funktionaalisen layoutin suunnittelussa voidaan käyttää myös graafisia ja tietokonepohjaisia apukeinoja.[3,6.]

Funktionaalisen layoutin toteuttaminen on yleensä helppo ja halpa ratkaisu, joskin töiden kulkukaavioiden suunnittelu aiheuttaa haasteita tuotannosta vastaaville henkilöille. Kapasiteetin kasvattaminen ja joustava tuotanto on mahdollista pienin kuluin eikä layout ole haavoittuvainen, konerikon tai muun häiriön sattuessa, kuten esimerkiksi tuotantolinja. Tuottavuus on kuitenkin linjaan verrattuna pienempi ja keskeneräisen tuotannon määrä sekä materiaalien käsittelykulut ovat suuremmat.[3,6.]

4.2 Tuotantolinja

Tuotantolinjassa koneet ja työpisteet ovat valmistettavan tuotteen työkulun mukaisessa järjestyksessä ja linja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Toiminta on tehokasta ja automatisoitua sekä työnkulku on suoraviivaista ja työvaiheiden välillä tuote liikkuu kuljettimilla.[3,6.]

Tuotantolinjan suunnittelussa täytyy huolehtia siitä, että linjan työvaiheet tasapainotetaan keskenään. Kuormituksen tasapainottaminen tarkoittaa peräkkäisten työvaiheiden valmistusnopeuden ja – määrän tasaamista koko linjan osalta siten, että jokainen työpiste suoriutuu omasta tehtävästään siten, ettei seisokkeja linjan muissa osissa tapahdu. Työpisteiden käyttöasteet pyritään maksimoimaan ja joutoaika pyritään minimoimaan. Ideaali tilanteessa kunkin työpisteen tekemiseen kuluva aika on yhtä suuri kuin tahtiaika. Jos jokin työpiste tekee oman osuutensa muita nopeammin, tuotantolinja ei ole tasapainossa.[3,6.]

Tuotantolinjan rakentamisen edellytyksenä on valmistettavan tuotteen suuri volyymi ja näin linjan suuri kuormitusaste. Linjan investointikustannukset ovat suuret, koneiden käyttöasteet ovat korkeat, mutta materiaalien käsittelykulut ovat pienet. Kapasiteetin kasvattaminen on kuitenkin vaikeaa. Tuotantolinjat ovat haavoittuvaisia konerikkojen sattuessa, koska yhden koneen rikkoutuessa koko linja pysähtyy. Joustamattomuus ja pitkät tuotantosarjat ovat tyyppisiä pitkien työnvaihtoaikojen takia.[3,6.]

4.3 Tuotantosolut

Tuotantosolu on itsenäinen, erilaisista koneista tai työpisteistä koottu ryhmä, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solujen sisällä koneet on järjestetty lähelle toisiaan ja materiaalit liikkuvat helposti ja nopeasti työvaiheesta toiseen. Sarjakoot valmistuksessa ovat yleensä pieniä ja keskeneräisen tuotannon määrä ja varastoinnin tarve ovat vähäisiä. Valmistuksen läpimenoaika on lyhyt ja tuotanto on joustavaa. Solulayouttiin liittyy sekä tuotantolinjan, että funktionaalisen layoutin etuja.[3,6.]

Yleisin solulayoutin muoto on U-linjasolu, jossa koneet on aseteltu siten, että ne muodostavat u-kirjaimen muotoisen ryhmityksen. Työntekijä voi tehdä u-solussa useita eri tehtäviä ja siirtyä helposti työvaiheesta toiseen.[3,6.]

Solutuotantoon liittyy käsite ryhmäteknologia, jonka mukaan samantyyppisten osien, joiden valmistusmenetelmät ovat samankaltaiset, ryhmitellään osaperheiksi. Ryhmäteknologiaa käyttäen voidaan layouttia suunnitella määrittää, mitkä osat valmistetaan missäkin solussa.[3,6.]

4.4 Kiinteä tuotantopaikka

Kiinteä tuotantopaikka on layouttityyppi, jossa työntekijät, materiaalit ja tuotantovälineet liikkuvat valmistettavan tuotteen pysyessä paikallaan. Kiinteää layouttia käytetään suurissa rakennusprojekteissa. Kiinteä tuotantopaikka minimoi keskeneräisen työn siirrot paikasta toiseen.[3,6.]

5 VARASTON HALLINTA

Varaston hallinta on tärkeä osa tuotannon johtamista. Tuote- ja materiaalivarastot ovat välttämättömiä kaikille yrityksille ja niitä tarvitaan toimituskyvyn turvaamisessa sekä tuotantoprosessin organisoinnissa. Haasteena on optimoida varastojen toiminta siten, että yritys pysyy mahdollisimman pienillä varastointikustannuksilla palvelemaan asiakkaita tehokkaasti.[3,6.]

Varastot muodostavat merkittävän kustannustekijän yritykselle, koska niihin sitoutuu paljon pääomaa ja materiaalien käsittely aiheuttaa myös kustannuksia. Korkeat ja vaihtoehtoiskustannukset ovat yleensä suurimmat yksittäiset kustannukset. Materiaalin käsittely ja tavaroiden fyysinen varastointi aiheuttaa myös kustannuksia, jotka liittyvät varastotilojen rakentamiseen tai vuokraamiseen sekä materiaalien siirtelyyn. Lisäksi kuluja aiheuttaa verot, vakuutukset ja hävikki. Varaston arvo, joka lasketaan aina ennen tilinpäätöstä, merkitään yrityksen tulokseen tuottona, josta yritys joutuu maksamaan veroja. Varastointikustannukset ovat vuodessa noin 20-25 prosenttia varastoon sidotun pääoman arvosta.[3,6.]

Lopputuotteiden varastointi nopeuttaa toimitusaikoja ja materiaalivarastot vähentävät varaston loppumisen riskiä. Varastoimalla ja tilaamalla suurempia materiaali-eräitä voidaan säästää tilaus- ja kuljetuskustannuksissa. Suuremmat varastot antavat tuotannosuunnittelulle ja ohjaukselle enemmän pelivaraa, joka taas vaikuttaa koneiden ja työvoiman käyttöasteeseen.[3,6.]

Yritykset ovat, lyhentämällä raaka-aineiden toimitusaikoja, pienentäneet varastoja ja silti palvelleet asiakkaitaan tehokkaasti. Pienemmät asetusajat ja joustava tuotanto antavat mahdollisuuden pienempiin eräkokoihin ja mataliin varastotasoihin. Toimittajien kanssa tehty tiivis yhteistyö ja raaka-aineiden toimituslaatu on myös parantunut.[3,6.]

Varastoinnin lähtökohtana pidetään, että sen on tuotettava lisäarvoa sekä yritykselle että asiakkaalle. Jos asiakas ei halua maksaa tavarantoimittajalleen varastoinnista aiheutuvia kustannuksia, ei lisäarvoa synny. Molempien osapuolten hyötyyn tähtäävä tilanne on kestävä lähtökohta varastoinnille.[3,6.]

5.1 Varastotyypit

Varastot luokitellaan kolmeen päätyyppiin: raaka-aine, puolivalmiste-, ja valmistevarastoihin. Raaka-ainevarastoissa säilytetään raaka-aineiden lisäksi kaikkia materiaaleista, tarveaineista ja komponenteista koostuvia varastoja. Puolivalmistevarasto muodostuu keskeneräisistä töistä ja valmistevarasto myyntiä odottavista tuotteista. Käyttöperusteen mukaan varasto voidaan luokitella: varmuusvarasto, ennakointivarasto, kaupintavarasto ja logistiikkaputkeen liittyvä varasto.[3.]

5.2. Varaston hallinnan työkaluja

Tuotteiden ABC- analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua kolmesta viiteen eri luokkaan myynnin tai kulutuksen mukaan. ABC- analyysin avulla pyritään saamaan käsitys siitä, mihin resursseja tulee käyttää. Luokkarajat asetetaan prosentiosuuksina koko määrästä. Esimerkiksi pareton 20/80-sääntö varastointiin sovellettuna tarkoittaa, että 20 prosenttia nimikkeistä aiheuttaa 80 prosenttia vuosikulutuksesta.[3.]

Taloudellinen erä koko (EOQ) on varaston hallintaan liittyvä menetelmä, jolla voidaan määrittää sellainen tilauserä, joka minimoi kokonaiskustannukset. Mallissa kokonaiskustannukset otetaan huomioon pelkästään varastoinnista ja tilauksista aiheutuvat kustannukset. Mallissa oletetaan, että nimikkeen menekki on tasaista, varaston täydennys tapahtuu kerralla eikä tilauserän koko vaikuta tuotteen hintaan.[3.]

Tilauspistemallissa täydennystilauksen laukaisee nimikkeen ennalta määrätyn varastomäärän saavuttaminen tai alittuminen. Sen tehokkuus syntyy ensisijaisesti tilaushetken ja sen kautta täydennys hetken ajantasaisesta määrittämisestä. Mallin ytimen muodostaa hälytysraja eli tilauspiste, joka on nimikkeen sellainen määrä tai varastosaldo, joka aiheuttaa uuden erän tilaamisen. Hälytysraja määritellään nimikkeen kysynnän, nimikkeen tilaus- toimitusviiveen ja

mahdollisesti myös kokonaiskustannusten avulla siten, että puutetta ei pääse syntymään lainkaan tai sen esiintymistodennäköisyys tai puutekustannus on pieni.[3.]

6 TUOTANNON TUNNUSLUKUJA

Yrityksen toiminnan ohjaukseen käytetään tunnuslukuja. Tunnuslukuja käytetään toiminnan seurannan ja tavoitteiden asettelun välineenä. Kirjanpidon tuottamia liiketoiminnan tunnuslukuja käytetään hyväksi soveltuvien osin toiminnan ohjaamisessa. Esimerkiksi myyntikatetta, käyttökatetta ja jalostusarvoa voidaan käyttää toiminnan tehokkuuden arvioinnissa. Toiminnan johtamisessa tarvitaan taloudellisten tunnuslukujen lisäksi omia, resurssien käyttöä ja toiminnan tuloksia kuvaavia tunnuslukuja.[5,8,10.]

Tunnusluvuilla johdetaan ja analysoidaan tavallisesti tuotannon keskeisten tavoitteiden toteutumista. Eri yritysten tuotannon tunnuslukujärjestelmistä löytyy tavallisesti kustannustehokkuutta ja tuottavuutta, tuotteiden laatua sekä toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut.[5,8,10.]

Oikeellisten ja vertailukelpoisten tietojen saaminen tuotantoprosessista on tavallisesti vaikeaa ja suuritöistä. Tästä syystä tuotannon tunnuslukujen käyttö vaihtelee huomattavasti yrityskohtaisesti.[5,8,10.]

6.1 Varaston kiertonopeus

Varastosaldot seurataan tarkalla ja ajantasaisella kirjanpidolla. Käytännössä varastokirjanpito hoidetaan yrityksen tietojärjestelmän avulla. Tietojärjestelmään kirjataan kaikki materiaali- ja palveluspahtumat. Toimitusten vastaanotto, tilausten lähettäminen, tuotantoerän valmistuminen jne. päivittävät varastokirjanpitoa. Päivitysten tuloksena saatavaa, todellista varastossa olevaa nimikemäärää nimitetään varastosaldoksi.[6,10.]

Varaston kiertonopeuden avulla voidaan tarkastella varastojen tilaa. Tunnusluku voidaan laskea jakamalla tarkastelujakson päivien lukumäärä kiertoajalla.

$$K = p / v \tag{5}$$

missä K = varaston kiertonopeus, p = jakson päivien lukumäärä ja v = varastojen kiertoaika

Varastojen kiertonopeus voidaan laskea myös jakamalla jakson aikana myytyjen tavaroiden hankintakustannukset tarkastelujakson loppuhetken varastoilla.

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \text{Varaston hankintakustannus} / \text{Varaston arvo} \quad (6)$$

Varaston kiertonopeus kertoo, kuinka monta kertaa vuodessa varastot kiertävät yrityksen tuotantoprosessin läpi.[6,10.]

6.2 Läpimenoaika

Tuotanto pitää suunnitella siten, että tilausten ja tuotantoerien läpäisyajat ovat mahdollisimman lyhyet. Lyhyet läpäisyajat vähentävät keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, kehittävät toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua.[6,10.]

Valmistuksen läpäisyajojen lyhentämisen keskeisiä keinoja ovat valmistuserien koon pienentäminen ja tuotannon välivarastojen poistaminen. Valmistuserän koko vaikuttaa huomattavasti läpimenoaikaan. Mitä suurempia valmistuseriä tuotantoprosessissa on, sitä pidemmäksi läpäisyajat tulevat. Läpäisyajat kasvavat, koska eri työvaiheiden väliset odotusajat kasvavat samassa suhteessa kuin erä koko. Valmistuserä joutuu olemaan jonossa sitä pidempään, mitä enemmän tuotteita on jonottamassa työvaiheeseen. Valmistusprosessissa esiintyy usein turhia välivarastoja eri työn vaiheiden välillä. Näiden varastojen poisto nopeuttaa läpäisyaikaa ja pienentää varastoinnin aiheuttamia välillisiä kustannuksia.[3,10.]

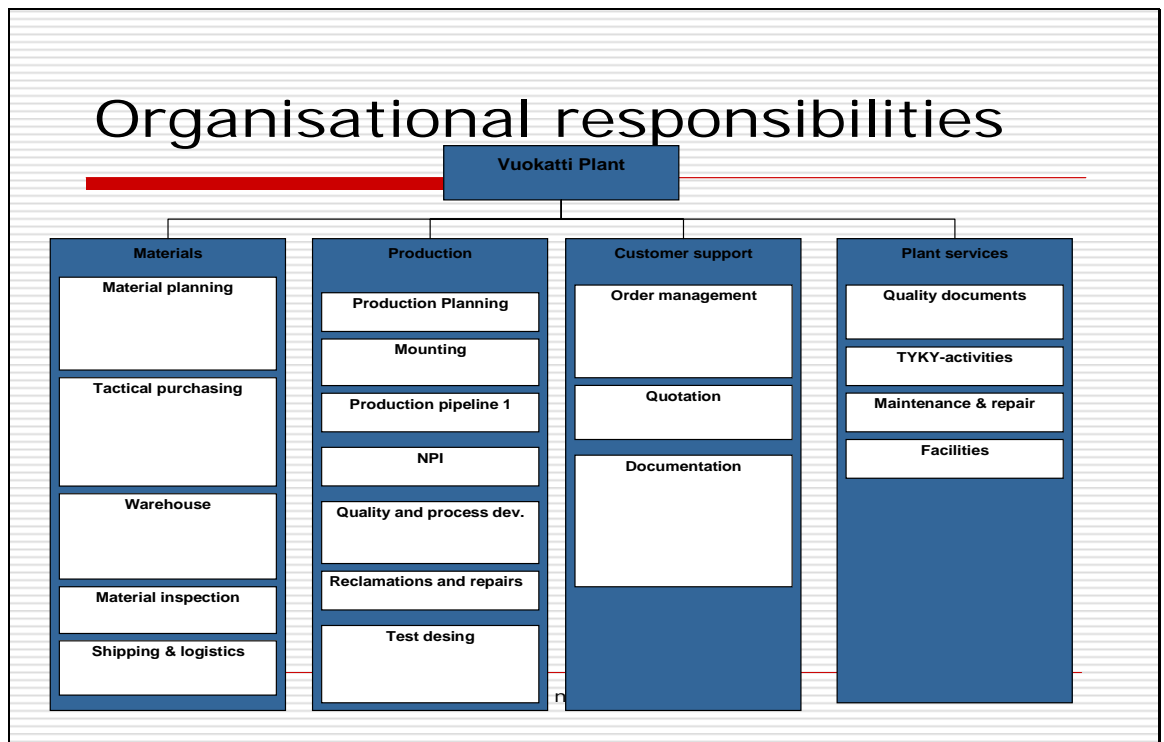
6.3 Toimitusvarmuus

Yrityksen on huolehdittava sovitusta toimitusajoista sekä ylläpidettävä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Tällöin ostos-osaston tehtävänä on ostaa raaka-aineet, puolivalmisteet ja muut tuotantoprosessissa tarvittavat tarvikkeet niin edullisesti kuin mahdollista kuitenkin varmistaen, että sellaiset tekijät kuten laatu, toimituskyky, toimitusajat ja toimitusvarmuus ovat sovitun kaltaiset. Tuotteet pitää toimittaa asiakkaalle luvutulla palve-

lutasolla. Toimitus on asiakkaan näkökulmasta osa toimittajan tarjoamaa kokonaispalvelua vaikka sen hoitaisikin ulkopuolinen palveluntarjoaja. Toimituksen onnistumista mitataan toimitusvarmuudella ja toimituksen seurantaan liittyvän informaation avulla. Toimitusvarmuus tarkoittaa oikean tuotteen toimittamista ostajan ja myyjän välisen sopimuksen mukaisesti oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, oikealla kuljetustavalla, oikealla hinnalla ja laadultaan riittävänä. Toimitusvarmuuden toteamista voidaan parantaa lähetysten seurantatiedon avulla. Toimitusvarmuuden pettäminen horjuttaa asiakkaan luottamusta toimittajaan ja siksi on tärkeää tiedottaa jo etukäteen asiakkaalle jos poikkeamia on syntymässä. Toimitusvarmuus ja asiakastyytyväisyys kulkevat käsi kädessä. Lisäksi virheet aiheuttavat toimittajalle lisäkustannuksia palautus- ja korvauskuljetusten ja aiheutuneen ylimääräisen työn muodossa. Toimitusvarmuus määritellään kykynä toimittaa sovittu määrä valmiita tuotteita asiakkaalle sovittuun aikaan. Toimitusvarmuutta voidaan mitata myös kappaletasolla.[3.]

7 JOHTAMISMALLIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Johtamismallin suunnittelu ja toteutus tehtiin useamman eri projektin muodossa. Voittaja-projektissa määriteltiin ja kuvattiin prosessit. Tilaus- toimitusprosessi analysoitiin ja siitä haettiin kehityskohteet, jotka sitten toteutettiin. Tuotantosuunnitteluprosessin tarkoituksena oli saada toimitussitoumus ja kapasiteettisitoumus tukemaan MRP- tarvetta. MOE – projektissa (Material Operational Excellence) analysoitiin ja kehitettiin materiaalitoimintoja. Johtamismallin kehittäminen aloitettiin muokkaamalla tehtaan organisaatio, henkilöt ja vastuut kuvan 16 mukaisesti.



Kuva 16. Uuden toimintamallin mukainen organisaatio

Projekteille valittiin ohjausryhmät ja projektiryhmät ja projekteja hallittiin projektiryhmien palaverien ja ohjausryhmien kokousten kautta. Aikataulullisesti projektit kestivät kuukaudesta kolmeen kuukauteen. Projektien loputtua ne muutettiin seurantaprojekteiksi, joissa tuloksia seurataan ja toimintoja auditoidaan määrävälein. Näin varmistetaan että kehitystoiminta jatkuu myös tulevaisuudessa.

7.1 Suunnitelman täsmäntäminen

Suunnitelmaa täsmennettiin Voittaja- projektin prosessikuvausten jälkeen. Kaikki prosessikuvaukset kirjattiin myös tehtaan laatukäsikirjaan ja niitä päivitetään säännöllisesti vastuuhenkilöiden toimesta. Tilaus- toimitusprosessin analysoinnin jälkeen saatiin selkeät kehityskohteet, joihin panostettiin. Tavoitteena oli tunnistaa prosessin tehokkuus ja ennustettavuus sekä pyrkiä parantamaan prosessien toimintaa. Lisäksi arvioitiin mistä heilahtelut voisivat johtua ja etsittiin parannuskeinoja yllätyksien vähentämiseksi.

Tehtaan raportointia konsernijohdolle ja hallitukselle lisätään taloudellisen, operatiivisen ja laadullisen suoriutumisen osalta. Tehtaalla panostetaan järjestelmälliseen seurantaan sekä luotettavan asiakaskohtaisen kannattavuuslaskennan aikaansaamiseen.

Inventointierot, romutukset ja muut suunnittelemttomat varasto-otot kirjautuvat kirjanpidon kustannuksiksi varastomuutoksen kautta, siksi suunnittelemttomat varasto-otot kirjattava kirjanpitoon erillisille tileille. Näin niitä voidaan helpommin seurata. Suunnittelemttomat varasto-otot vaikuttavat myös kuukausittaiseen katevaihteluun.

Laatumittarit ovat osa tehtaanjohdon raportointia ja laatumittareiden seuranta otettiin osaksi konsernijohdon raportointia. Laatu on saatava pysymään tavoitetasolla ja juurisyyt poikkeamiin pitää selvittää.

Ennusteiden ja toteutuneen myynnin välillä tehdään asiakaskohtaista seuranta. Järjestelmällinen seuranta ennusteiden paikkansapitävyydestä, lisää myyntiennusteiden sitovuutta ja edesauttaa tuotannon läpimenoaikojen lyhentämistä. Tilauskantaa pitää myös pystyä seuraamaan ja analysoimaan mahdolliset muutokset. Tarvelaskennassa käytettävän ennusteen käyttäminen tehtaan toimintojen johtamisessa pitää sopia yhteisesti kaikkien toimintojen kanssa.

Tavaran toimittajien määrää pyrittiin karsimaan. Tällä saavutetaan volyymietuja ja hallinnon kustannusten pienenemistä. Lisäksi selvitettiin nimikkeiden toimitusajat ja riittävyys.

Asetettiin tavoitteeksi tasainen laskutusrytmi koko kuukauden ajalle. Jos vaihteluita niin, syyt selvitetään. Eroja voidaan yrittää tasoittaa siirtymällä tiheämpään seurantaan. Tuotannon tuottavuutta mitataan tiheämmin kuin kerran kuukaudessa.

Valmistuksen läpimenoaikatavoite asetettiin ja luotiin raportti seurantaan. Läpimenoaikojen mittausta otettiin järjestelmällisen seurannan kohteeksi. Seuranta tehdään viikkotasolla, jotta voidaan nopeammin reagoida mahdollisiin muutoksiin.

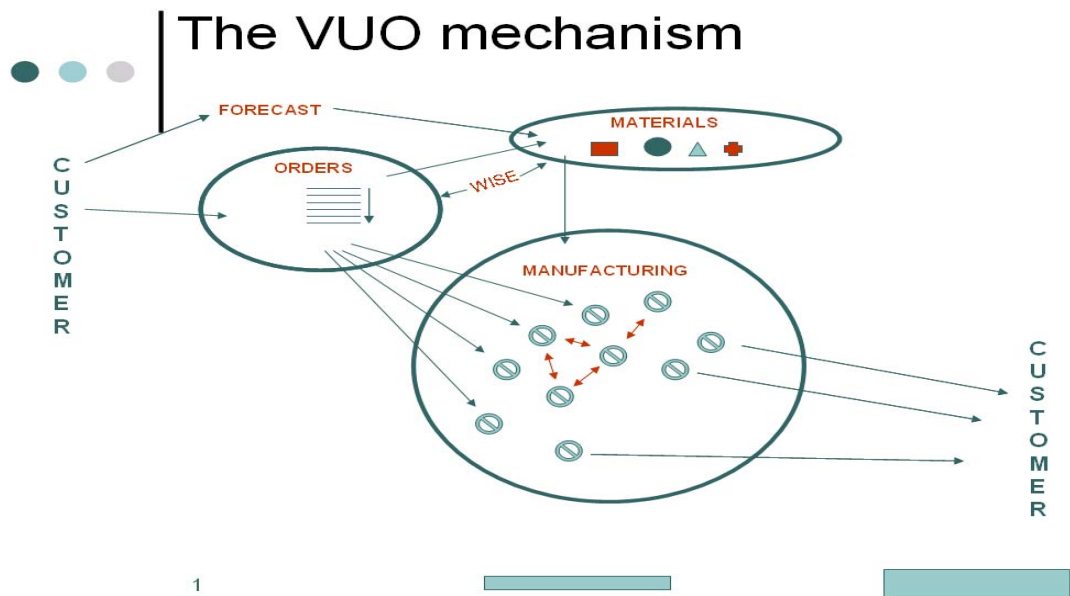
Työtunteja muodostuu mm. koulutuksen ja reklamaatioiden aiheuttamista ylimääräisistä töistä; testaamisesta ja korjaamisesta. Yksilöittäin helpottamiseksi tarvitaan kustannusten ja valmistuksen valmistuseriin kohdistumattomien työtuntien seuranta.

7.2 Mallin suunnittelu ja valinta

Tavoitteena haettiin laadukkaampaa, toimitusvarmempaa ja hallitumpaa sekä joustavaa asiakaspalvelua. Johdon vastualueet selkeytettiin. Tuotanto organisoitiin uudelleen. Asiakaspalvelua tehostettiin ja keskitettiin. NPI- tuotanto (New Products Implementation) muodostaa oman tuotantoputken. Materiaalitoiminnot ja tuotannosuunnittelu tehostuvat. Laatutaso nousee. Seuraavissa osioissa on kuvattu projektien yhteydessä syntyneet uudet toimintamallit yleisellä tasolla. Tarkemmat, tehdaskohtaiset mallit löytyvät tehtaan laatukäsikirjasta.

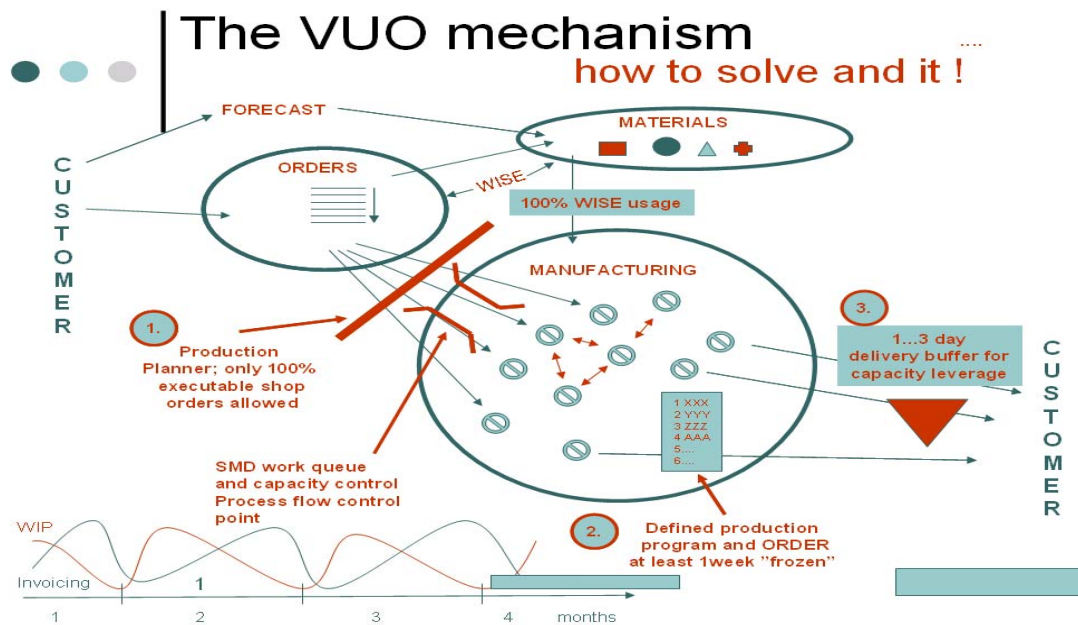
7.2.1 VOITTAJA – projekti

Voittaja projektissa kaikki prosessikuvaukset käytiin systemaattisesti läpi ja päivitettiin uuden toimintamallin mukaisiksi. Tärkeät toiminnot ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa olevia prosesseja ja toiminnot kuvattiin prosessien kuvausohjeen mukaisesti, mikä antaa mahdollisuuden kehittää prosesseja virtaviivaistamalla ja poistamalla niistä turhia toimintoja. Oleellista prosessien kuvaamisessa ja kehittämisessä oli se, että kehittämistyöhön osallistuivat prosessinomistajat ja siinä työskentelevät. Kuvassa 17 on esitetty prosessikuvausten perusteella koostettu toimintamalli, josta uuden mallin kehittäminen aloitettiin



Kuva 17. Prosessikuvausten perusteella tehty kuvaus aikaisemmasta toimintamallista.

Sopimusvalmistussuhteessa tuotteen toteuttamiseen vaadittavat, asiakkaaseen liittyvät ydinprosessit, kuten ennustamis-, tarjous-, tilaus-toimitus-, materiaalihallinta- ja asiakashallintaprosessit synnyttävät tuotekohtaiset todentamis-, kelpuutus-, seuranta-, tarkastus- ja testaus-toimenpiteet sekä tuotteen hyväksymiskriteerit. Prosessit tuottavat lisäksi ne tallenteet, joilla osoitetaan tuotantoprosessien ja niissä syntyvien tuotteiden olevan asetettujen vaatimusten mukaiset. Aikaisemmassa mallissa töiden ohjaaminen hoidettiin tiiminvetäjien aamupalaverin kautta. Ongelmana tässä oli se, että systeemi ei ollut looginen vaan aamulla suunnitellut toimet ja toimitukset pyrittiin tekemään päivän aikana. Keskeneräistä tuotantoa oli paljon ja puutteellisia töitä oli paljon myös tuotannossa. Läpimenoajat kasvoivat ja toimitusvarmuus oli surkealla tasolla. Uudessa mallissa tiimit perinteisessä merkityksessä hajotettiin, siirryttiin keskitettyyn tuotannonohjaukseen ja materiaalien osalta materiaalitarkasteluun ennen töiden avaamista tuotantoon. Alkuvaiheessa ohjattiin vain SMD- ladontaan menevää työjonoa. Kun WISE -työkalu saadaan toimimaan niin päästään ohjaamaan keskitetysti koko tuotantoa.. Kuvassa 18 on esitetty uuden toimintamallin kuvaus.



Kuva 18. Uuden toimintamallin periaatekuva.

Laadunhallintaan liittyvät tukiprosessit eli sisäiset prosessit kuten asiakirjojen valvonta, tallenteiden valvonta, sisäinen auditointi, poikkeavan tuotteen ohjaus, korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet määriteltiin uudelleen. Ympäristöjärjestelmään liittyvässä tukiprosessissa määriteltiin, miten toimitaan poikkeusolosuhteissa.

Prosessien ja samalla laatu- ja ympäristöjärjestelmän toimivuudelle luotiin mittarit ja asetettiin mittareille tavoitteet, joita tarkastellaan vuosittain. Tavoitteiden toteutumista seurataan tehdaskohtaisesti johdon katselmuksissa.

Jos tavoitteisiin ei päästä, syyt analysoidaan ja parannetaan prosessia. Parantamisessa voidaan käyttää hyväksi Pareto – analyysiä sekä tilastollisia menetelmiä. Pääpaino asetetaan merkittävien poikkeamien analysointiin. Tilastollisia menetelmiä apuna käyttäen haetaan heilahteluille rajat ja niiden ylittyessä analysoidaan syyt ja parannetaan prosesseja.

Asiakas tyytyväisyyttä mitataan vähintään puolivuositain kehityspalavereilla kunkin merkittävän pääasiakkaan kanssa. Kerran vuodessa suoritetaan määrämuotoinen asiakaskysely, jonka tulokset analysoidaan ja tehdään tuloksista tarvittavat johtopäätökset.

Sisäiset auditoinnit suoritetaan ennalta määritetyn aikataulun mukaisesti ja tuotteiden mittaaminen tapahtuu asiakkaan kanssa sovitulla tavalla ja mittaamisesta syntyy tallenteita. Poikkeavan tuotteen ohjauksesta ja poikkeaman seurauksista tehtiin menettelyohjeet. Laadunhal-

lintajärjestelmän toimivuutta arvioidaan analysoimalla järjestelmien ja prosessien tuottamaa tietoa ja vertaamalla tuloksia asetettuihin tavoitteisiin. Nämä analyysit antavat impulsseja prosessien ja laadunhallintajärjestelmän jatkuvalla parantamiselle.

7.2.2 MOE – projekti

MOE – ohjelman (Material Operational Excellence) tarkoituksena on tukea Incapin kaikkien tuotantolaitoksien materiaalihallinnan seuranta ja kehittämistä, parantaa tiedonkulkua ja mahdollistaa ensiluokkainen asiakaspalvelu. Tavoitteena on kehittää jatkuvasti materiaalihallinnan ja tuotannon organisaatiota, strategiaa ja mittareita, jotta Incap Oyj ja jokainen sen tehdas saavuttaa tavoitteensa. Lisäksi tavoitteena on, että Incap saavuttaa materiaaliosaston vision kustannustehokkaalla, ennakoivalla ja joustavalla toimitus- ja logistiikkamallilla, jolla pystytään vastaamaan asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin.

Jokainen tehdas pisteytetään sen mukaan, miten hyvin se noudattaa MOE- ohjelman sivuilla esitettyjä osa – alueita. Pisteytyksessä otetaan huomioon prosessin dokumentointia koskevat vaatimukset ja todisteet prosessin noudattamisesta.

Tilausten ja ennusteiden syöttäminen järjestelmään systemaattisesti auttaa tehtaita kontrolloimaan varastojaan. Varastonhallinta on yksi avaintekijöistä kehitettäessä tehtaan taloudellista tulosta ja kilpailukykyä. Lisäksi tehtaitten ja kaikkien toimintojen sitoutuminen asiakastilauksiin ja ennusteisiin parantaa toimitusvarmuutta ja siten myös asiakastyytyväisyyttä.

Valmistustilausten hallinta on hyvin tiiviissä yhteydessä tarpeen hallintaan ja varastohallintaan. Tuotannon tilausten alkamis- ja toteutuspäivät johdetaan tuotannon läpimenoaikojen määräämästä tarvepäivästä, joka on tallennettu järjestelmään. Täsmälliset asiakastoimitukset, tuotannon hallinta, materiaalitoimitusten tasapinottaminen ja järjestelmän toimivuus edellyttävät tuotannon tilausten hyvää hallintaa.

Tehtaiden on sitouduttava asiakkaalta saamiinsa ostotilauksiin. Sitoutumisprosessi on olennaisen tärkeä tässä yhteydessä. Lisäksi nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä on ehdottoman tärkeää, että pystytään vastaamaan nopeasti asiakkaiden tarpeiden ja prioriteettien muutoksiin. Tässä yhteydessä tavoitteena on varmistaa, että tehtaot pystyvät reagoimaan no-

peasti ja ilmoittamaan asiakkaan pyyntöön perustuvan materiaalitytilanteen. Sitoutumisprosessissa onnistuminen edellyttää myös materiaalitytilanteen nopeaa ja tarkkaa ilmoittamista.

ABC – analyysi on materiaalihallinnan olennainen työkalu, joka mahdollistaa toiminnan ja ajan kohdistamisen arvokkaimpiin komponentteihin. Tämä on olennainen osa parhaan mahdollisen varastohallinnan takaamista.

Jokainen MRP – ajo tuottaa listan komponenteista, joiden tilaukset ehdotetaan peruttaviksi. Ostaja vastaa näiden peruutusten toteuttamisesta työviikon aikana. Jokainen MRP – ajo tuottaa listan komponenteista, joiden toimituksia ehdotetaan aikaistettavaksi. Ostaja vastaa toimituksien aikaistamisen toteuttamisesta työviikon aikana.

Tilauksen päivittämisellä ajan tasalle on tarkoituksena parantaa toimittajan OTD – tuloksia. Tehtaiden on seurattava tilauskirjan tilannetta lähettämällä toimittajille toimituspyyntöjä. Lähettämistäväli määritellään toimittajien OTD – tuloksia koskevien tilastotietojen perusteella. Lisäksi toimittajien tulee ilmoittaa kaikista ostotilauksista, jotka ovat toimittajan järjestelmässä mutta eivät ole tehtaan avoimissa tilauksissa.

VMI – ohjelmalla on keskeinen asema hallittaessa A – luokan komponentteja, jotta niitä saadaan tarvittaessa välittömästi tuotantoon. VMI – ohjelman ansiosta voidaan välttää tilanteita, joissa komponentteja tilattaisiin ennusteiden perusteella. Lisäksi on tärkeää muistaa kokonaisvastuu ohjelmaan kuuluvista komponenteista.

Myöhässä olevien ostotilauksen seuranta on tärkeää, jotta voidaan estää materiaalien puute tehtailla. Myös avointen tilauksen ylläpito on tärkeää kun Master - Scheduling suunnitelma on laadittu. Jokaisen ostajan on saatava toimittajalta vastaus viikon aikana.

MRB tarkoittaa kaikkea vaatimusten vastaista materiaalia, joka on todettu virheelliseksi laatu-tarkastuksessa. Tällainen materiaali hävitetään, jos sen virheellisyys johtuu tehtaan omasta prosessista. Jos materiaalin virheellisyys johtuu toimittajasta, asiasta tehdään reklamaatio ja toimittajan kanssa on sovittava kirjallisesti uuden materiaalin toimittamisesta tai hyvityksestä. Tehtaiden vastuulla on varmistaa, että kaikki toimittajan vastuulla olevat komponentit palautetaan myyjälle. Ne lähetetään fyysisesti pois tehtaalta tai hävitetään ja toimittajan pitää hyvittää ne.

PPV:llä pyritään varmistamaan, että materiaalit ostetaan sovitulla hinnalla ja että kustannukset saadaan katettua kokonaan asiakkaalta saatavilla maksuilla. Ostohintojen vaihtelua (PPV) mitataan viikoittain myyntinimike- ja asiakastasoilla.

Tehtaan osto -/ materiaaliosasto vastaa realististen läpimenoaikojen ylläpitämisestä ja päivittämisestä järjestelmässä. Lisäksi jokaisella ostokomponentilla on oltava järjestelmässä ensisijainen toimittaja ja läpimenoaika.

Tehtaat vastaavat sen varmistamisesta, että organisaation oikeilla henkilöillä on oikeat käyttöoikeudet ja hyväksyntätasot. Jos henkilöstössä tapahtuu muutoksia, ne pitää päivittää välittömästi.

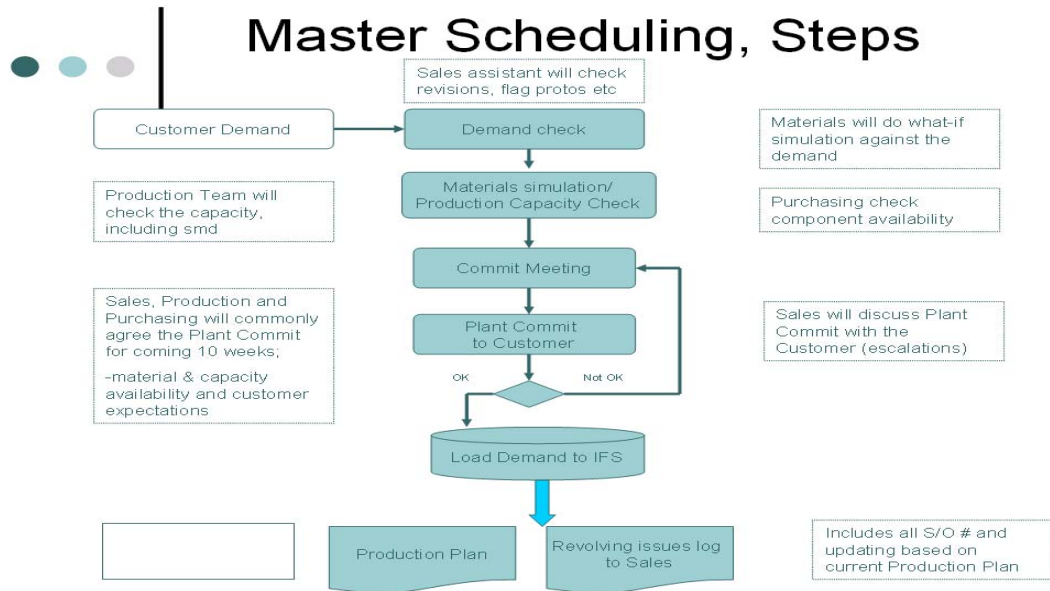
Jotta tehtaiden sitoutumisprosessi saisi parasta mahdollista palvelua, komponenttien pitää edetä vastaanottoalueelta tuotantoon 24 tunnissa. Jotta vastaanotetut erät voidaan tunnistaa, ne on merkittävä todellisen vastaanottopäivän kertovalla värikoodilla.

Kaikilla varastoilla on oltava aktiivinen kiertävä inventointiohjelma. Inventointijaksot jaetaan A-, B- ja C- luokkiin. A- luokan materiaalit lasketaan 3 kuukauden välein, B- luokan komponentit 6 kuukauden välein ja C- luokan komponentit vuoden välein.

7.2.3 MASTER-SCHEDULING – projekti

Tuotantosuunnitteluprosessin tarkoituksena on saada tehtaan toimitussitoumus ja kapasiteettisitoumus vertaamalla MRP- tarvetta uuteen asiakastarpeeseen seuraavien viikkojen aikana. Materiaali- ja tuotanto-osasto tarkastavat uuden tarpeen. Kaikki pullonkaulat suhteessa tarpeeseen merkitään ja ongelmat ratkaistaan ennen asiakkaan pyytämää toimituspäivää. Jos havaitaan, ettei pullonkaulaa voida poistaa ennen asiakkaan pyytämää toimituspäivää, tarve aikataulutetaan uudelleen saatavilla olevien tietojen perusteella. Tehdas antaa sitoumuksensa neljää seuraavaa viikkoa varten. Tehtaan materiaalisuunnittelija vastaa prosessista ja hän johtaa sitoumuskokousta. Kokous pidetään kerran viikossa kullekin asiakkaalle erikseen. Sitou-

tumiskokouksessa on mukana edustajia myynti-, tuotanto- ja materiaaliosastolta. Kuvassa 19 on esitetty Master-Scheduling toimitussitoumusmallin periaate.



Kuva 19. Toimitussitoumusmallin periaate

Materiaalisuunnittelija vastaa sitoutumisprosessista. Materiaalisuunnittelija ajaa saatavuussimulaatioita suhteessa tarpeeseen käyttäen WISEä tai tuotannonohjausjärjestelmää. Kaikki kriittiset komponentit eskaloidaan niistä vastaaville ostajille ja toimittajilta pyydetään paras mahdollinen toimituspäivä. Materiaalisuunnittelija täyttää sitoumustaulukon materiaalien saatavuutta koskevien tietojen perusteella. Materiaalisuunnittelija järjestää sitoumuskokouksen ja kokoukset pyritään pitämään viikoittain tietynä päivänä sekä kellonaikana. Materiaalisuunnittelija johtaa kokousta.

Tuotantoryhmä, tuotannon järjestelijä ja vuorovastaavat, vastaa kapasiteetin simuloinnista suhteessa asiakastarpeeseen. Kaikki tiedossa olevat pullonkaulat merkitään ja esitetään sitoumuskokouksessa. Tarvetta tasoitetaan näiden tietojen perusteella.

Myyntiassistentti vastaa tarpeen puhdistamisesta sekä materiaaliosastolle ja tuotantoon toimitettavien asiakastilausten asettamisesta oikeaan tärkeysjärjestykseen ennen sitoutumiskokous-

ta. Lisäksi hän vastaa tarpeen syöttämisestä tuotannonohjausjärjestelmään ennen MPR- laskentaa.

Asiakastilaukset ladataan järjestelmään myyntiassistentin toimesta. Ennen vahvistamista myyntisihteerin vastuulla on tarkistaa, riittääkö tehtaan sitoumus tuotteen toimittamiseen asiakkaan pyytämään päivämäärään. Jos sitoumus riittää, saatu asiakastilaus vahvistetaan asiakkaalle ja ladataan järjestelmään. Samalla myyntiassistentti pienentää tehtaan antamaa sitoumusta tilatun määrän mukaisesti. Jos uutta asiakastilausta vastaavaa tehtaan sitoumusta ei ole, myyntiassistentin vastuulla on lisätä tämä asiakastilaus yhdessä sovittuun taulukkoon.

Materiaaliosaston on annettava tilattua tuotetta ja määrää koskeva uusi sitoumus. Paras toimituspäivä sekä luettelo puuttuvista ja kriittisistä komponenteista toimitetaan myyntiassistentille. Ennen asiakastilauksen vahvistamista asiakkaalle myyntiassistentti tarkistaa tuotantokapasiteetin sekä lisää tuotannon läpimenoajan materiaalin saapumispäivämäärään. Jos asiakas ei hyväksy tätä toimituspäivää, materiaaliosaston on annettava tilausta koskeva uusi sitoumus.

Tehtaan johto tekee tehtaan karkean kapasiteettisuunnitelman uuden asiakastarpeen perusteella tietyin aikavälein. Kuormitus tarkastetaan vertaamalla senhetkistä järjestelmän tarvetta tehtaan budjettiin. Kokouksen tulokset ilmoitetaan myyntiassistentille lisäpäivityksiä varten. Myyntiassistentti vastaa kaikkien muutosten päivityksestä järjestelmään ennen MRP- laskentaa, ja hänen on ilmoitettava materiaalipäällikölle päivityksen valmistumisesta.

7.3 Mallin mahdollisuudet tuoda lisäarvoa

Systemaattinen tuote- tai asiakaskohtainen kannattavuusseuranta on erityisen tärkeää elektroniikkateollisuuden alihankinnan kaltaiselle liiketoiminnalle, jossa pienet myyntikatteet ovat ominaisia. Tämän vuoksi suuria virheitä tuotantoprosessissa ei saa olla. Kustannuslaskennan edellyttämät raportit pitää saada järjestelmästä ja kannattavuuslaskelmat ovat tärkeitä ennakkolaskelmien tekemisen pohjaksi.

Varastossa seisovien nimikkeiden arvo voi olla hyvinkin suuri. Jos kiertonopeudet ovat pitkiä, tavoitearvoja täytyy pienentää ja toteutumista seurata. Toimittajien suuri määrä ja pienet ostovolyymit työllistävät turhaan.

Tehokkaan tuotannosuunnittelun myötä tarvelaskennan ja myynnin antamat ennusteet saadaan lähemmäksi toisiaan ja on erittäin tärkeää, että on vain yksi ja yhteinen myyntiennuste, jonka mukaan toimitaan.

Laskutuksen tehokkuudella saadaan pääomat tehokkaasti käyttöön. Ei toimita pankkina. Laskutusrytmin pitää olla tasainen eikä se vaihdella esimerkiksi kuukauden tasolla.

7.4 Johtopäätökset

Vuokatin tehtaan organisaation ja toimintamallin muutos näkyy toiminnassa monella tavalla. Johdon vastualueet on selkeytetty. Asiakaspalvelua tehostettiin keskittämällä asiakaspalvelu yhteen yksikköön. Saatiin aikaiseksi selkeästi määritelty ryhmä, joka hoitaa kaikki asiakaskontaktit. Suorat yhteydenotot tehtaan sisäisiin tiimeihin rajattiin pois ohjaamalla kyselyt ja tiedustelut asiakaspalveluyksikköön. Vain tekniset asiat hoidetaan asiantuntijoiden kautta.

Tuotanto organisoitiin uudelleen ja organisaatio vastaa nyt tuotantoprosessin virtaa ja sisäiset, organisaatioiden väliset rajapinnat on poistettu. Tiimien määrää on rajoitettu, samoin niiden itsenäisyyttä ja itseohjautuvuutta. Tiimien kapasiteetin käytöstä vastaa työnjohto, joten kapasiteetin käyttö saadaan joustavammaksi. Nyt ihmiset eivät työskentele pelkästään yhdessä tiimissä vaan tekevät työtä siellä, missä työtä on. Myös tiimien perushenkilöstö on suppeampi kuin aikaisemmin.

NPI- tuotanto kuuluu tuotannon katto-organisaatioon kuitenkin siten, että se muodostaa oman tuotantoputken. Sillä on oma, nimetty henkilöstö, jonka kapasiteetin käytöstä vastaa yksi henkilö. NPI- tuotannolle on nimetty omat resurssit osto- ja asiakaspalveluorganisaatioissa.

Materiaalitoiminnot ovat tehostuneet, kun kaikissa toimissa otetaan huomioon MOE- ohjelman ehdot ja tavoitteet. Tuotannosuunnittelu on tehostunut ja tehostuu edelleen WISE:n käyttöönoton myötä.

Pro -aktiivisuus on kasvanut kaikissa toiminnan ja tuotteen laatuun vaikuttavissa asioissa. Laatuhenkilöstö ja prosessien kehittäminen sekä mittaaminen on jaettu ja jalkautettu prosessien sisälle.

Kaikkien näiden seikkojen kautta haetaan laadukkaampaa, toimitusvarmempaa ja ennen kaikkea hallitumpaa asiakaspalvelua. Sekä asiakkaan, että oman toiminnan edellyttämä, riittävä joustavuus, saavutetaan noudattamalla asiakassopimuksissa yhteisesti sovittuja pelisääntöjä.

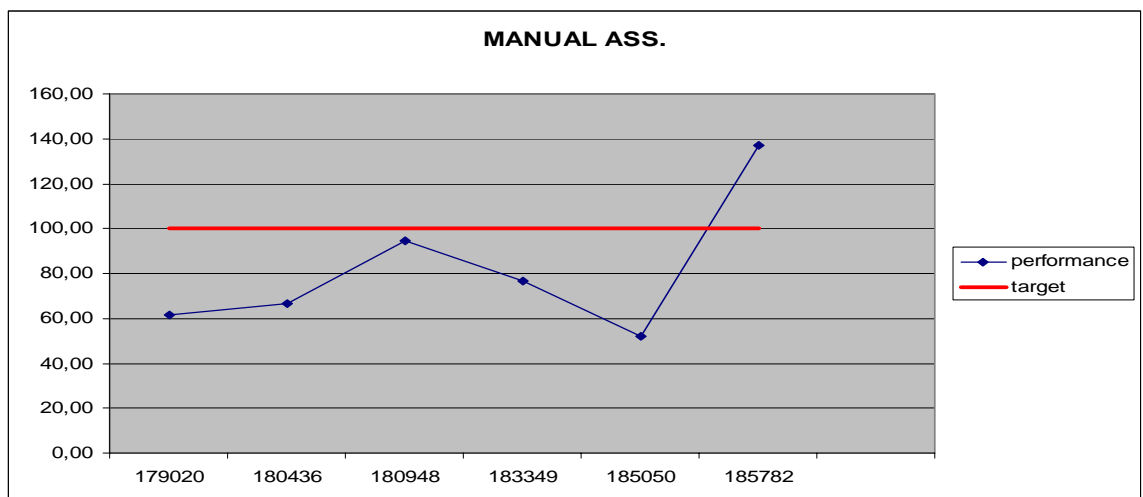
Materiaali- ja kapasiteettisuunnittelu tehdään yhteistyössä asiakaspalveluyksikön edustajien kanssa, jotta sovittujen aikarajojen sisällä asiakkailta tuleva tieto ja mahdollinen priorisointitarve asiakkaan omien tuotteiden kesken tulevat huomioiduksi. Tavoitteena on palvella jokaista asiakasta annettujen lupauksen mukaisesti.

8 LAYOUT-MALLIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Uuden mallin mukaisesti vanhat tiimi- layoutit tullaan muuttamaan putkituotannon mukaisiksi tuotantosoluiksi. Layout tyyppin valintaan vaikuttavat tuotteiden määrä ja tuotevalikoiman määrä. Layoutit suunnitellaan ja toteutetaan projekteina asiakas kerrallaan. Ohessa yhden asiakkaamme layoutin muuttuminen projektin työn tuloksena. Projekti perustettiin 23.3.2007 valmistettavien yksiköiden tuottavuuden ja kannattavuuden parantamiseksi. Projektin päätöspäivämääräksi asetettiin 31.5.2007, jonka jälkeen siirrytään seurantavaiheeseen. Vastaavia projekteja käynnistetään kaikkien pääasiakkaiden osalta. Projektien tavoitteena on valmistuksen työmenetelmien kehittäminen ja töiden läpimenoaikojen lyhentäminen.

8.1 Suunnitelman täsmentäminen

Projektin seuranta varten tehtiin taulukot, joihin tuotekohtaista dataa kerätään ja joista nähdään mihin suuntaan suoritustasot ja läpimenoajat lähtevät kehittymään projektin siirryttyä seurantavaiheeseen (kuva 20). Layout muutosta varten kartoitettiin kehittämiskohteeksi valituille tuotteille työnkulku. Työnkulkukaavioita on esitetty liitteissä 1 (LIITE 1).



Kuva 20. Graafinen esitysmalli suoritustason seuraamista varten

8.2 Mallin suunnittelu ja valinta

Layout suunnitelmaa pohdittiin työnkulkukaavioiden perusteella siten, että siirtymiset työpisteiden välillä olisivat mahdollisimman lyhyet. Layout muuttui täysin aikaisemmasta ja valmistusalueelle luotiin yksittäisiä tuoteryhmäkohtaisia valmistuspisteitä, joihin sisällytettiin myös testaaminen. Layout kuvat on esitetty liitteissä 2 ja 3 (LIITE 2, LIITE 3). Layout muutosten yhteydessä käytiin läpi myös lakkaushuoneessa tehtävät toiminnot ja merkinnät.

8.3 Mallin mahdollisuudet tuoda lisäarvoa

Systemaattinen tuote- tai asiakaskohtainen kannattavuus seuranta on erityisen tärkeää elektroniikkateollisuuden alihankinnan kaltaiselle liiketoiminnalle, jossa pienet myyntikatteet ovat ominaisia. Tämän vuoksi suuria virheitä tuotantoprosessissa ei saa olla. Mallin mukaisella toiminnalla saadaan kerralla kuntoon asiakkaan dokumentaatio, työohjeet, työmenetelmät sekä työmenetelmiä ja työnkulkua tukeva layout.

8.4 Johtopäätökset

Projektin päättyessä AP- listalla on vielä keskeneräisiä asioita ja tehtäviä, joiden loppuun saattaminen on vielä tehtävä, mutta yhtään uutta asiaa ei enää projektin seurantalistaan kirjata tämän projektin puitteissa. Laadittua listaa käsitellään edelleen viikoittain pidettävissä kehityspalavereissa niin kauan, että kaikki projektin päättyessä olleet avoimet kohdat on saatu suljettua.

9 ARVIOINTI

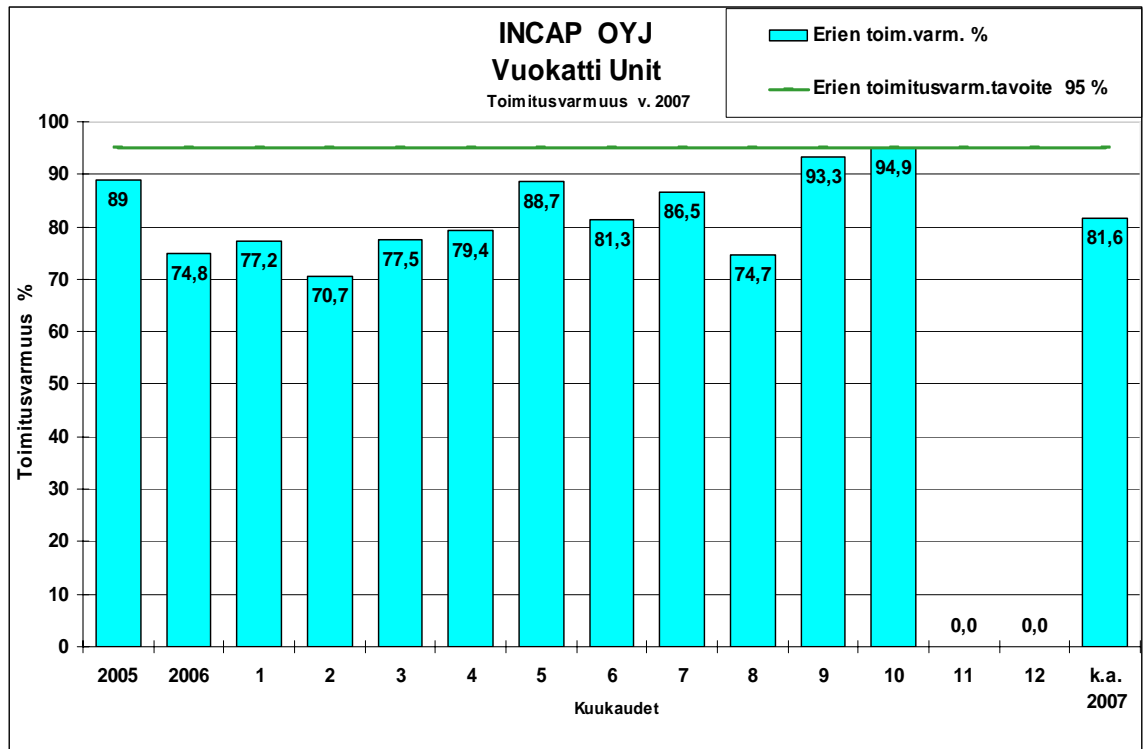
Insinööriyön tavoitteena oli kehittää uusi tuotannonjohtamismalli ja sitä tukeva layout suunnitelma Incap Oyj:n tehtaalle Vuokattiin. Uusi malli tarvittiin, että pystymme vastaamaan paremmin haasteisiin sopimusvalmistuksen globaalissa kilpailussa. Tutkittuani erilaisia tuotannonjohtamis- ja tuotannonohjausmalleja päädyin lopulta malliin, johon on otettu parhaimmat osa-alueet useammasta eri filosofiasta. Keskitetty tuotannonohjaus johtaa siihen, että jatkossa tuotantoa tullaan ohjaamaan pullonkaulojen kautta. Tiimityöstä sellaisenaan luovutaan ja siirrytään putkiajatteluun, jonka perusosana toimivat tuotantosolut. Soluja ohjataan keskitetysti tuotannonohjaajan, tuotannonjärjestelijän ja vuorovastaavien toimesta. Perinteinen työnjohtoporras jää tässä mallissa kokonaan pois. Projektityön hyödyntäminen uusien mallien hakemisessa oli antoisaa ja näin saatiin aikaan hyviä tuloksia ryhmissä, joissa ammattitaitoa ja ideoita riitti kiitettävästi.

Layout suunnittelu oli tässä työssä mukana, jotta saatiin tutkittua mallin toiminta myös käytännössä. Ensimmäiset tulokset uuden mallin hyödyntämiseksi näyttävät lupaavilta. Toimitusvarmuus on kasvanut ennätyslukemiin ja toiminnan taso muutenkin on kasvanut huimasti. Kaikki tietävät, mitä kenenkin toimenkuvaan kuuluu ja asioita pystytään hoitamaan yhteistuumin. Työtä tehdään, välillä suurellakin joukolla, niissä soluissa ja tuotantoalueilla, joissa sitä on.

9.1 Keskeiset tulokset

Ongelman ratkaiseminen tai toiminnan parantaminen tulee suunnata aina prosessiin, joka saa aikaan tuotteen tai palvelutapahtuman. Prosessin ulostulon tutkiminen ei johda eteenpäin. Se on vain ikkuna, jonka avulla tarkastellaan kuinka toimenpiteet vaikuttivat prosessin toimintaan. Parantamisessa on tärkeää muutosten tekeminen. Täytyy olla keino tehdä muutoksia prosessiin sekä mitata ja testata prosessia. On olemassa joukko ongelmanratkaisukonsepteja, joiden oppiminen ja käyttäminen nostavat organisaation parannustehokkuutta. Jatkuvan parannuksen vaade on jatkuva. Kapasiteetti, resurssi ja laite investoinnit vähentyvät ja prosesseista täytyy saada enemmän irti. Usein investoidaan tietotaitoon. Keskeisimpänä tuloksena oli varmaankin toimitusvarmuuden selvä kasvu. Kuvassa 21 on esitetty toimitusvarmuuden

kehittyminen projektin aikana. Elokuun notkahdus johtuu pääosin siitä, että suurin osa ohjaavasta ryhmästä oli lomalla ja sitoutumissuunnitelmat olivat turhan optimistisia.



Kuva 21. Toimitusvarmuuden kehittyminen mallin käyttöönoton aikana.

9.2 Työn arviointi

Työ oli erittäin haastava ja työn kuluessa opin paljon uutta. Aiheeseen liittyvää teoriaa löytyy paljon niin kirjallisessa muodossa kuin internet sivustoilla. Se, että tuotannon ohjaamista opiskeltiin vasta syksyllä kun työ oli jo pääosin toteutettu ja seuranta vaiheessa, pakotti minut tekemään teoriaan tutkimuksia oma-aloitteisesti. Onneksi kuitenkin syksy on vahvistanut sen, että mietityt ja analysoidut teoriat sekä tehdyt päätökset ovat olleet perusteltuja.

Työn kuluessa käytettiin paljon opinnoissa esiin tulleita menetelmiä ja ohjelmistoja. Projektityöskentely taidoista oli suuri hyöty ja samoin ideointiin käytetyistä menetelmistä. Layout suunnitelmat tehtiin Auto-Cad- ohjelmalla.

9.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

Jatkossa ollaan käynnistämässä toimenpideohjelmaa, jolla parannetaan Incapin kaikkien tehtaiden kannattavuutta. Tavoitteena on varmistaa kuluvan vuoden ennakoitu kannattavuus ja mahdollistaa vuonna 2008 kannattavuustason saavuttaminen. Toimenpideohjelmassa keskitytään myyntiin, avainprosesseihin, materiaalihallintaan ja kustannusten hallintaan. Myös näistä tehdään projekteja.

Liikevaihdon kasvattaminen nykyasiakkailla ja uusien asiakkaiden hankkiminen ovat myynnin tärkeimpiä tavoitteita. Tietyllä aikajaksolla Incapin tulee solmia uusia asiakassuhteita. Intian uusasiakashankinnassa on edetty jo ensimmäisiin sopimuksiin ja näkymät siellä vaikuttavat hyviltä. Euroopassa on kartoitettu noin kymmenen asiakasta, joiden kanssa yhteistyön laajentaminen on erittäin todennäköistä.

Myyntiorganisaatio laatii yhdessä valmistuspalvelujen ja materiaalihallinnan kanssa suunnitelman kannattamattomien asiakassuhteiden kehittämiseksi tai karsimiseksi, jotta voimme keskittää resurssit strategisten asiakkaiden palvelemiseen. Epäkuranttien materiaalien myyntiä asiakkaille tehostetaan.

Tilaus-toimitusprosessia tehostetaan ja kehitetään entisestään, jotta toimitusvarmuus nykyisille asiakkaille saadaan nostetuksi vähintäänkin tyydyttävälle tasolle. Samalla organisaatiota ja toimintamallia kehitetään uusien asiakkaiden tuotteiden ripeää ylösajoa varten.

Yhtiön avaintoiminnot määritellään vuoden 2007 loppuun mennessä ja niitä muokataan tehokkaammiksi muun muassa selkeyttämällä vastuita toimintojen rajapinnoissa. Tarvehallintaa tehostetaan kehittämällä ennustamismenettelyä.

Materiaalihallinnassa keskitytään materiaalikustannusten alentamiseen ja toimitusvarmuuden parantamiseen. Tavoitteena on alentaa materiaalivaraston arvoa vuoden loppuun mennessä ja saada varaston kierto nopeammaksi. Lähikuukausina pyritään alentamaan rästitoimitusten määrää minimiin ja parantamaan näin toimitusvarmuutta.

Tarvehallinnassa otetaan käyttöön Master - Scheduling -menettely. A- ja B-komponenttien kotiinkutsuissa siirrytään viikon aikajänteeseen ja Vuokatin lisäksi myös muissa tehtaissa aletaan soveltaa MOE- mallia (Materials of Excellence).

Materiaalihallinnassa hyödynnetään Aasian mahdollisuuksia ja ostohinnoissa tavoitellaan merkittäviä säästöjä. Lisäksi jatketaan tehostetusti vuosi sitten käynnistettyä projektia Euroopasta hankittavien materiaalien hintojen alentamiseksi.

Tavoitteena on alentaa yleiskustannuksia siten, että niiden osuus liikevaihdosta olisi enintään x % (x määritellään vuoden 2007 aikana). Mahdollisia säästökohteita haetaan kaikkiin toimintoihin ja pieniäkin yksittäisiä kustannuseriä tarkastellaan kriittisesti.

10 YHTEENVETO

Tämän insinööri työn tekeminen oli haastava ja työn kuluessa opin paljon uutta. Aiheeseen liittyvää teoriaa löytyy paljon. Työn tekeminen ja edistyminen on kuitenkin vahvistanut sen, että mietityt ja analysoidut teorit sekä tehdyt päätökset ovat olleet perusteltuja ja oikeasuuntaisia.

VOITTAJA- projekti on otettu käyttöön osana Vuokatin tehtaan organisointia. Tavoitteena on tehdasyksikön liiketoiminnan ohjausmallin, prosessien, tuotantorakenteiden ja toimintatapojen läpikäynti ja ajantasaistaminen siten, että ne vastaavat liiketoiminnan tarpeita. Toimintoja tehostetaan suunnittelemalla käytettävissä olevan tuotantokapasiteetin ja kuorman optimaalinen käyttö vahvistamalla tuotannon suunnittelua ja siihen liittyviä työkaluja. Projektia jatketaan ja se otetaan käyttöön myös muilla Incapin tehtailla.

MOE-projektin ensimmäinen auditointi tehtaalla on päättynyt ja tulokset ovat olleet tyydyttäviä. Projektin periaatteet ovat hyvin yksinkertaiset ja sisältävät ohjeita suorituksen parantamiseksi materiaalihallinnassa ja muissa niihin liittyvissä toiminnoissa.

MASTER-SCHEDULING- prosessi on käytössä ja sitoumukset niin toimitusten kuin kapasiteettitarpeen osalta toimivat. Toimitusvarmuus on hyvällä tasolla. Tarvetta peilataan uusiin asiakasennusteisiin ja ongelmakohdat selvitetään ennen asiakkaan tarvepäivää. Mikäli on nähtävissä ettei korjaavia toimenpiteitä pystytä tekemään, ajoitetaan asiakkaan tarve uudelleen. Sitoumuskokoukset pidetään asiakaskohtaisina kerran viikossa.

Tuotannonjohtaminen ja ohjaaminen sopimusvalmistusalalla on laaja alkaen ensikontakteista asiakkaaseen ja alihankkijaan ja päättyen tuotteen jälkimarkkinointiin. Materiaalihallinto tarvitsee tarkkaa tietoa komponenttitarpeesta ja tuotantohenkilökunta kuormituksen vaihtelusta sekä tarjouslaskenta toteutuneista työajoista uusien tarjousten tekemistä varten. Tuotannonohjausjärjestelmää tai ohjausmallia, joka pystyy vastaamaan kaikkiin näihin vaatimuksiin, on vaikea kehittää tai toteuttaa. Usein tarvitaan useampi järjestelmä, jotka täydentävät toisiinsa.

Elektroniikan tuotantotoiminta on vaiheessa, jossa perinteiset teollisuusmaat menettävät ja kehitysmaiden tuotanto kasvaa. Elektroniikan sopimusvalmistus on siirtymässä maihin, joissa markkina-alueet sijaitsevat. Siellä työvoima ja muut tuotantokustannukset ovat hal-

vemmat kuin länsimaissa. Sopimusvalmistuksen tekemisessä mukana pysyminen edellyttää siirtymistä sinne, minne päämiehetkin menevät. Sopimusvalmistaja toimii asiakkaansa organisaation osana ja osallistuu tuotteen suunnitteluun, tuotantomenetelmien kehittämiseen ja tuotannon siirtämiseen asiakkaan haluamaan maahan tai maanosaan.

Tuotannon johtamisen ja ohjaamisen tulee entistä nopeammin vastata muuttuviin tarpeisiin. Tuotannonohjausjärjestelmät tulevat kehittymään tietokoneiden kehittyessä ja ohjelmien suunnittelun ja toteutuksen parantuessa. Tuotantolaitoksien ohjaamisesta tulee enemmän valvomotyyppejä, joissa tuotteen jokainen liike tulee tarkasti raportoitua ja jäljitettyä. Informaatiovirtojen kulku ja hallinta koko yrityksen organisaatiossa ja sen eri tehtaiden välillä on entistä tärkeämpää.

LÄHDELUETTELO

1. Incap Oyj internet sivut, <<http://www.incap.fi>>(luettu 5.1.2007)
2. Hietikko, E, Riikonen, H, Parkkinen, H, Kuopion yliopisto. Tuotantotalous 15 ov. <<http://www.uku.fi/avoin/tuta/index.htm>> (luettu 5.1.2007)
3. Haverila, M, Uusi- Rauva,E, Kouri, I, Miettinen,A, TEOLLISUUSTALOUS Infacs OY 2005, viides painos, Tammer-Paino OY, Tampere 2005, (ISBN 951-96765-5-4).
4. Peltonen,A, TUOTAVA TEHDAS, Hakapaino OY, Helsinki 1997,(ISBN 952-13-0046-9).
5. Lapinleimu,I, Kauppinen,V, Torvinen,S, Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY- Kirjapainoyksikkö, Porvoo 1997, (ISBN 951-0-21436-1)
6. Kouri, I, Kilpailukykyinen tuotannonohjaus menestyksen perustana, 14.2. -15.2.2007, luentomoniste 156 s.
7. Happonen Jarmo, TUOTANNONOHJAUS, luentomonisteet ja oppitunnit, syksy 2007.
8. Johtaminen ja johtajanominaisuudet, [www-dokumentti], <<http://personal.inet.fi/koti/vexcom/joht.htm>>(luettu 5.1.2007)
9. PK-yritysten työvälineet, [www-dokumentti], <<http://www.sme-basel2.com>>(luettu 5.1.2007)
10. Auditoinnin terästämiseen ja parannuskohteiden tunnistamiseen liittyviä kysymyspattereita, [www-dokumentti], <<http://cgi.qualitas-fennica.fi/artikkelit/auditointipattereita.html>>, (tulostettu 12.1.2007)

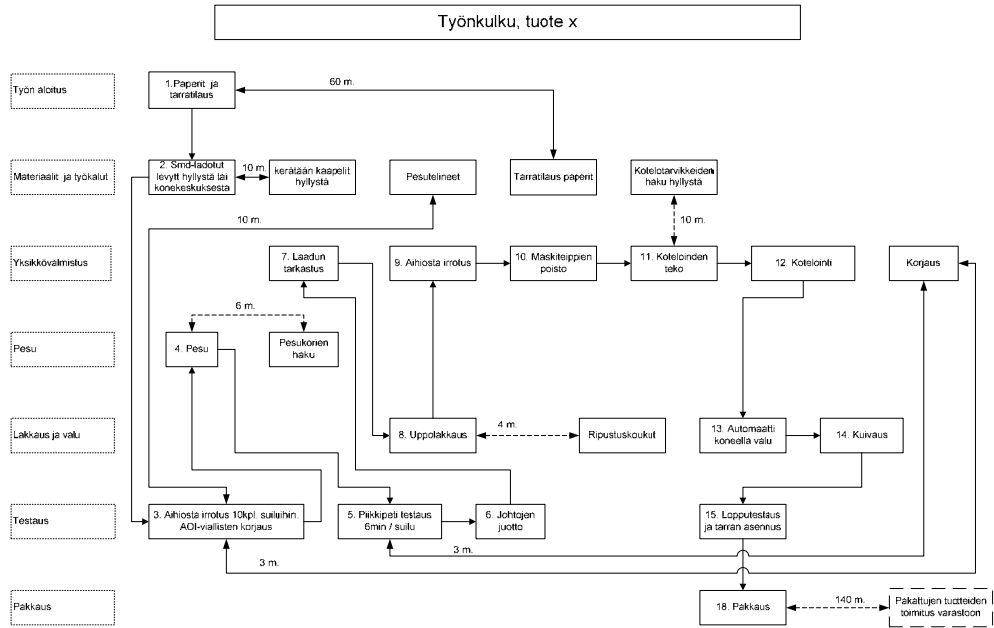
LIITELUETTELO

LIITE 1 TUOTTEIDEN TYÖNKULUT JA KULJETUSMATKAT

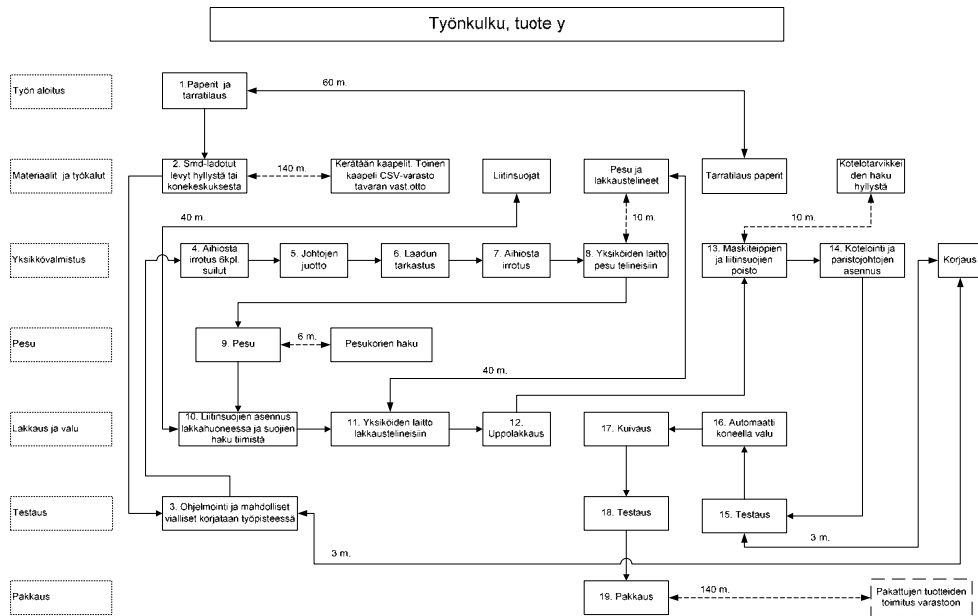
LIITE 2 VANHA LAYOUT

LIITE 3 UUSI LAYOUT

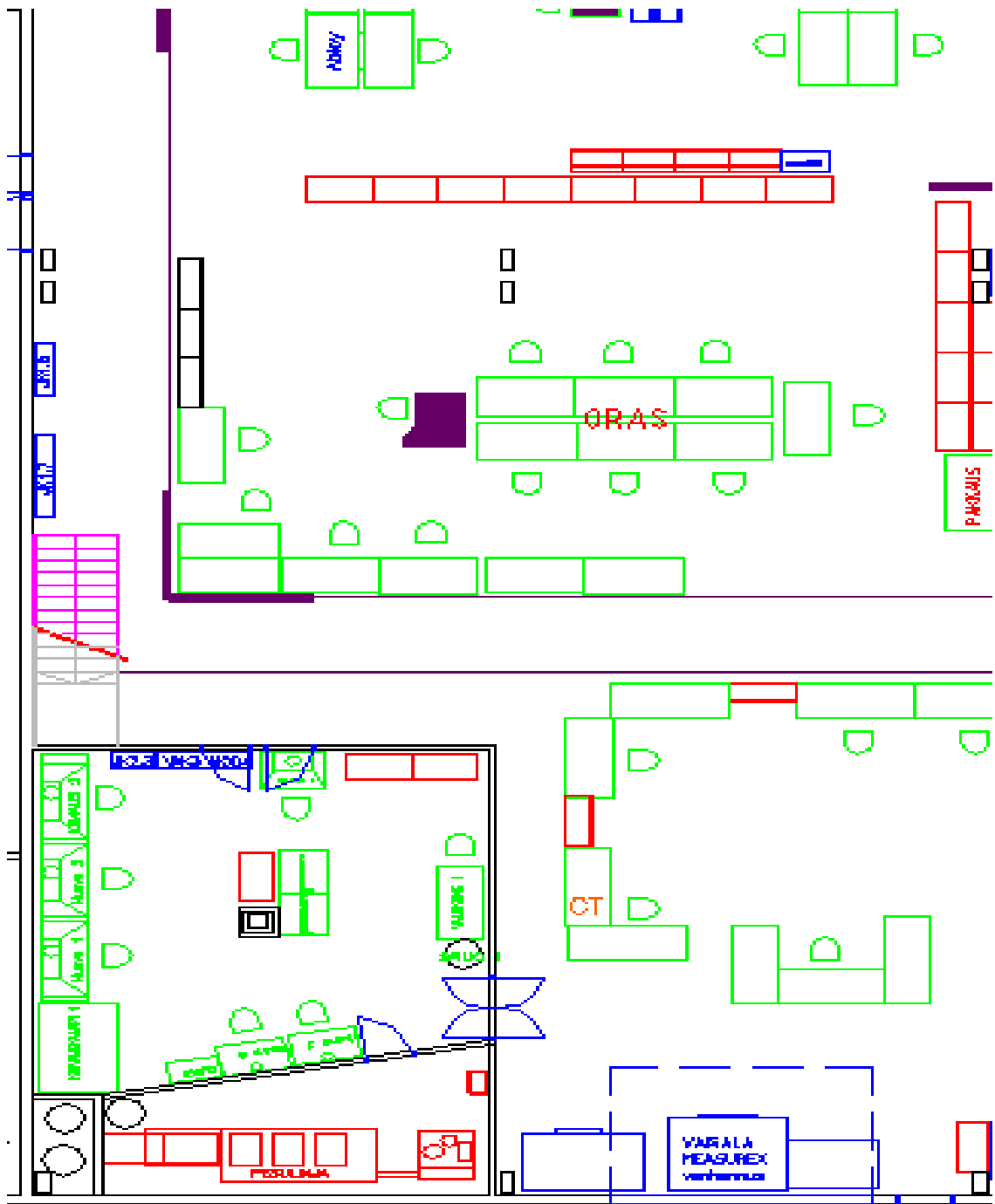
Tuotteen 1 työnkulku ja mitatut kuljetusmatkat.



Tuotteen 2 työnkulku ja mitatut kuljetusmatkat.



Vanha-layout:



Uusi-layout:

