



# **TUOTANNOHJAUS- JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU**

Lauri Talonen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotekehitys

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotekehityksen suuntautumisvaihtoehto

TALONEN, LAURI:  
Tuotannonohjausjärjestelmän suunnittelu

Opinnäytetyö 42 sivua, josta liitteitä 3 sivua  
Marraskuu 2012

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Atrotech Oy:lle korvaamaan käytössä oleva tuotannonohjausmenettely sekä korjaamaan siinä esiintyneitä puutteita.

Opinnäytetyön tarkoituksena ei ollut valmiin sovelluksen tekeminen, vaan järjestelmän määrittely ja vaatimuksiin vastaaminen. Tulevaisuudessa työn pohjalta voidaan tehdä kolmannen osapuolen avustuksella toimiva sovellus.

Uusi järjestelmä sisältää työmääräimien, inventaarion, materiaaliivirtojen, valmiiden töiden ja niiden tarkastusten sekä tilausten vastaanoton ja lähetysten hallinnan. Lisäksi järjestelmään sisältyy komponenttien ja tuotteiden jäljitettävyyden sekä laajennettavuus ja linkitettävyyden muihin tuotannollisiin tarpeisiin ja järjestelmiin.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in mechanical and production engineering  
Research and development

TALONEN, LAURI:  
Engineering and defining of production management system

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 3 pages  
November 2012

---

This bachelor's thesis was made for Atrotech Oy to replace the currently used production management procedure and to fix all the deficiencies that appear on old procedure.

The aim of this thesis was not to implement a fully operating production management system, but to define it and to ensure that it corresponds to requirements that Atrotech's quality system and management are set. In the future there is a possibility to produce operating system based on this thesis by a third-party partner.

The new system will compose controlling of job orders, inventory, material flow, finished jobs and their inspection, and receiving and sending orders. Also the system will compose tracking of items and products, and include a possibility to extend the system to other management and control programs that are in use in the company.

---

Key words: production management system

## SISÄLLYS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....                                    | 7  |
| 2     | ATROTECH OY .....                                | 8  |
| 2.1   | Toimiala .....                                   | 8  |
| 2.2   | Tuotteet .....                                   | 9  |
| 2.3   | Tuotanto .....                                   | 10 |
| 3     | TUOTANNON OHJAUS.....                            | 11 |
| 3.1   | Tuotannonohjauksen toiminnot .....               | 11 |
| 3.2   | Tuotanto ja sen tavoitteet .....                 | 14 |
| 3.3   | Erilaiset ohjausjärjestelmät .....               | 15 |
| 4     | NYKYINEN TUOTANNON HALLINTA.....                 | 17 |
| 4.1   | Vastaanottotarkastus .....                       | 17 |
| 4.2   | Inventaariolista ja varastointi.....             | 18 |
| 4.3   | Työmääräimet .....                               | 19 |
| 4.4   | Tarkastukset .....                               | 20 |
| 4.5   | Alihankkijalla teetettävät alikokoonpanot .....  | 21 |
| 4.6   | Valmisvarasto ja lähetys .....                   | 21 |
| 4.7   | Jäljitettävyys .....                             | 22 |
| 5     | UUDEN JÄRJESTELMÄN RAKENNE.....                  | 24 |
| 5.1   | Nimikkeiden hallinta.....                        | 24 |
| 5.1.1 | Nimikenumerot .....                              | 26 |
| 5.1.2 | Tuoterakenteet.....                              | 27 |
| 5.1.3 | Inventaario ja nimikelistä.....                  | 28 |
| 5.1.4 | Valmisvaraston hallinta.....                     | 29 |
| 5.1.5 | Materiaalihankintojen hallinta .....             | 30 |
| 5.1.6 | Jäljitettävyys.....                              | 31 |
| 5.2   | Työmääräimet ja tuotannon ohjaus.....            | 31 |
| 5.2.1 | Tuotantosunnitelma ja kapasiteetin hallinta..... | 34 |
| 5.2.2 | Odottavat työt.....                              | 34 |
| 5.2.3 | Aloitettut työt .....                            | 35 |
| 5.2.4 | Valmistuneet työt .....                          | 35 |
| 5.2.5 | Alihankkijalla teetettävät alikokoonpanot.....   | 36 |
| 5.2.6 | Tarkastuspöytäkirjat ja välitarkastukset.....    | 36 |
| 5.2.7 | Jäljitettävyys.....                              | 37 |
| 5.3   | Valmiiden tuotteiden hallinta.....               | 37 |
| 5.3.1 | Myynti.....                                      | 37 |
| 5.3.2 | Lähetys .....                                    | 38 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 5.3.3 Lähetysten jäljitys ..... | 39 |
| 6 POHDINTA.....                 | 40 |
| LÄHTEET.....                    | 42 |
| LIITTEET .....                  | 43 |
| Liite 1. Vaatimuslista .....    | 43 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|                 |   |
|-----------------|---|
| BOM             | Tuoterakenne (Bill Of Materials)  |
| CAH             | Sentraalinen alveolaarinen hypoventilaatio (Central Alveolar Hypoventilation) |
| Device document | Lähetysdokumentti   |
| ERP             | Toiminnanohjaus (Enterprise Resource Planning)                                |
| FES             | Toiminnallinen sähköstimulaatio (Functional Electrical Stimulation)           |
| FIFO            | First In, First Out   |
| FIT             | Lopputarkastus (Final Inspection and Testing)                                 |
| IMS             | Toimintajärjestelmä (Integrated Management System)                            |
| Job order       | Työmääräin  |
| KET             | Keskeneräinen tuotanto  |
| MRP             | Materiaaliohjaus (Material Resource Planning)                                 |
| MSS             | Multipole Sequential Stimulation  |
| PNS             | Palleahermostimulaattori (Phrenic Nerve Stimulator)                           |
| QD              | Laatudokumentaatio (Quality Documentation)                                    |
| QM              | Laatukäsikirja (Quality Manual)   |
| Release         | Myyntiin vapautus   |
| RIT             | Vastaanottotarkastus (Receiving Inspection and Testing)                       |
| RMP             | Hengityshalvaus (Respiratory Muscle Paralysis)                                |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt Atrotech Oy:ssa vuodesta 2005, joten opinnäytetyön teko yritykseen oli luonnollinen ja helppo valinta.

Yrityksen nykyinen tuotannonohjaus on toteutettu ajan saatossa tarpeen mukaan, tietotekniikan kehittyessä ja uusien tekniikoiden syntyessä. Tämän johdosta tuotannonohjaus on hajanainen ja varsin sekava yhdistelmä erilaisia itsenäisiä toimintoja. Tästä johtuen tuotannon ohjaus on työlästä ja hidasta, eikä se vastaa nykyaikaisen yrityksen tuotannonhallintamenettelyjä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia nykyisen tuotannonohjauksen toiminta sekä nostaa esille siinä esiintyvät puutteet sekä virheet. Tutkimalla nykyistä järjestelmää saadaan kokonaiskuva nykyisestä järjestelmästä ja siitä, miten se käytännössä toimii. Näiden tutkimustietojen pohjalta määritetään uusi järjestelmä toimintoineen, jolloin voidaan vähentää ja poistaa puutteita ja virheitä, pyrkien kuitenkin määrittämään uusi järjestelmä nykyaikaisen järjestelmän toiminnan tasolle.

Yritys on myös listannut tavoitteita ja määritelmiä (liite 1) joihin uuden järjestelmän tulisi myös vastata.

Opinnäytetyön lopputulemana yrityksellä on tarvittavat tiedot uuden tuotannonohjausjärjestelmän rakentamiseen. Opinnäytetyötä voidaan myös käyttää nykyisen järjestelmän kehittämiseen niiltä osin kuin se nähdään tarpeelliseksi.

## 2 ATROTECH OY

Atrotech Oy perustettiin vuonna 1984 ja sen toimitilat sijaitsevat teknologiakeskus Hermiassa. Vuodesta 1984 lähtien yritys on työskennellyt toiminnallisen sähköstimulaation (FES) alalla.

Vuosien saatossa Atrotech Oy on kehittänyt uuden stimulaatiometodin (MSS). Perinteisiin stimulaatiometodeihin verrattuna MSS mahdollistaa pitkäaikaisen täyden stimulaation lyhyellä lihaksen harjoittamisjaksolla ja alhaisilla sähkövirroilla.

Atrotech Oy:n pääpainona on palleahermostimulaattorin jatkuva kehittäminen. Lisäksi myös muut sähköstimulaatiosovellukset ovat keskeinen tutkimuksen kohde.

### 2.1 Toimiala

Atrotech Oy:n toimiala on lääkintälaitteet, ja se valmistaa palleahermostimulaattoreita (PNS) oheistarvikkeineen.

PNS on aktiivinen implantoitava lääkintälaitte, jota voidaan käyttää vaihtoehtona mekaaniselle hengitysapulaitteelle ja mahdollistaa näin potilaalle paremman elämänlaadun. Koska potilas käyttää luonnollista hengitystreittiä, on hengitystieinfektioiden todennäköisyys pienempi kuin mekaanisesta ventilaatiota käyttävällä potilaalla.

Myös kustannussäästöt ovat erittäin suuret, kun tekniikkaa verrataan mekaanisesti toteutettuun ventilaatioon. PNS-järjestelmää käytettäessä huolto- sekä hoitokulut ovat huomattavasti pienemmät kuin mekaanista ventilaatiota käytettäessä.

Yleisimmät potilasryhmät, jotka hyötyvät PNS:sta, ovat ne jotka kärsivät hengityshalvauksesta (RMP) tai sentraalisesta alveolaarisesta hypoventilaatiosta (CAH). RMP on tila, jossa yhteys aivojen hengityskeskuksen ja hengityshermojen välillä on poikki. Tyypillisin tilan aiheuttaja on trauma, joka johtuu keskushermoston vaurioitumisesta korkealla niskarangassa.



CAH on harvinainen tila, jossa aivojen hengityskeskus ei toimi normaalisti. Tämä ilmenee tyypillisesti sentraalisena uniapneana.

Ensimmäinen PNS-versio suunniteltiin 80-luvun lopulla ja nykyinen versio (V2.0) on CE-merkitty. Kolmatta versiota kehitetään parhaillaan.

## 2.2 Tuotteet

Atrotech Oy:n tuotteet voidaan jakaa kahteen ryhmään, implantoitaviin ja ulkoisiin. Implantoitavat tuotteet asennetaan kirurgisesti potilaalle, ulkoisia tuotteita käytetään stimulaattorin ohjaamiseen.

Implantoitavat tuotteet:

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| RX 44-27-2 CL | (stimulaattori)            |
| EL            | (jatkojohdin)              |
| TF 4 BR       | (lapsipotilaan elektrodi)  |
| TF 4 A        | (aikuispotilaan elektrodi) |
| SC            | (suojaus)                  |

Ulkoiset tuotteet:

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| PX 244 L | (ohjainosa)                      |
| PHS 240+ | (ohjelmointiyksikkö)             |
| MC 52    | (ohjelmointiyksikön välikaapeli) |
| TCL 27   | (energiansiirtokela)             |
| PCL 80   | (energiansiirtokaapeli)          |
| NBE 12   | (akkuvaraaja 12V)                |
| BE 9     | (akkuvaraaja 9V)                 |
| N12V     | (akku)                           |
| 9V bat   | (akku)                           |

Yllä mainittujen lisäksi tuotteistoon kuuluu aiemman version vastaavia laitteita, mutta niiden tuotantoa ollaan vähitellen ajamassa alas ja niiden nykyinen tuotanto keskittyy varaosatarpeiden tyydyttämiseen.

## 2.3 Tuotanto

Yrityksen tuotantotilat sijaitsevat Tampereen Hervannassa, yrityskeskus Hermiassa. Tuotantotilassa suoritetaan ulkoisten ja implantoitavien tuotteiden kokoonpano. Implantoitavat tuotteet tehdään puhdastilassa, joka on uudistettu muutama vuosi sitten, jolloin vanha pieneksi käynyt puhdastila purettiin ja tilalle rakennettiin kapasiteetiltaan suurempi puhdastila. Hieman myöhemmin puhdastilaan hankittiin Miyachi Nova – laserhitsaustyöasema.

Suurin osa Atrotech Oy:n tuotteista valmistetaan käsityönä, lukuun ottamatta joidenkin piirikorttien ladontaa, koteloiden työstöä sekä vakiokomponentteja, esimerkiksi laturit. Työtehtäviä ovat muun muassa tuotanto ja kokoonpano, suunnittelu ja tuotekehitys, CAD-mallinnus, laserhitsaus sekä erilaiset silikoni- ja epoksivalut.

Atrotech Oy:n tuotteista PNS V2.0:lle on myönnetty CE-merkki, joka perustuu EC-sertifikaattiin, jonka The Certification Body of TÜV Product Service GmbH, Munich, Germany (Notified Body No. 0123) on myöntänyt. Yritys noudattaa EN ISO 13485:2003/AC:2009 standardin mukaisia vaatimuksia.

Esimerkkinä laatujärjestelmän käytännön toteutuksesta voidaan mainita, että laatujärjestelmä vaatii työntekijöille dokumentoidun koulutuksen tuotteisiin, joita he valmistavat. Vaatimukseen on vastattu pitämällä työohjekansiossa jokaisen tuotteen kohdalla koulutuslistaa, johon merkitään kouluttaja ja koulutettava koulutuspäivämäärineen ja nimikirjoituksineen.

Atrotech Oy:ssa laatudokumentaation säilytyksestä vastaa IMS-järjestelmä. IMS on yleisesti käytössä oleva järjestelmä, joka soveltuu sekä pienille, keskisuurille että suurille yrityksille. Atrotech Oy:ssä järjestelmä on perustettu ylläpitämään dokumentoitua laatujärjestelmää, jotta tuotteiden vastaavuus määrättyihin vaatimuksiin voidaan taata. Laatukäsikirja (QM) ja laatudokumentaatio (QD), jotka sisältävät dokumentoidut ydinprosessit (suunnittelu, tuotanto ja myynti), toimintatavat, työohjeet, kaavakkeet, pöytäkirjat, tuotekilvet ja etiketit, ja niin edelleen, tarjoavat laadunvalvontaan vaadittavan dokumentaation.

### 3 TUOTANNON OHJAUS

Yrityksissä toimii useita erilaisia ohjausjärjestelmiä, esimerkiksi tuotannon-, talouden-, materiaalin-, laadun- sekä markkinoinninohjaus. Kaikille näille järjestelmille on yhteistä niiden toimintaan kuuluva suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Koska yrityksiä nykyään on toimia tietokoneavusteisissa järjestelmissä, on erilaiset ohjausjärjestelmät verkostoituneita toimimaan koko yrityksen toimintaa tukevana järjestelmänä. Tällöin eri osa-alueet linkittyvät toisiinsa ja toimivat kiinteässä yhteistyössä.

Puhuttaessa tuotannonohjauksesta tarkoitetaan eri osa-alueiden, esimerkiksi tuotannon, myynnin sekä logistiikan, yhteensovittamista tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Usein tuotannon tavoitteet määräytyvät yrityksen ulkopuolelta, asiakkaiden tarpeiden mukaan. (Miettinen, P. 1993, 23-24) Tuotantojärjestelmä koostuu tuotannon rakenteesta, organisaatiosta, käytössä olevista resursseista ja teknologiasta, sekä tuotantokäytännöstä. (Heikkilä & Ketokivi. 2005, 93)

Tuotannon tavoitteena on jalostaa raaka-aineista tuotteita tuotantoprosessin aikana, jolloin raaka-aineesta tehtävä tuote saa lisäarvoa jalostusarvon verran. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 15)

#### 3.1 Tuotannonohjauksen toiminnot

Miettinen (1993, 36) jakaa tuotannonohjauksen toiminnot neljään osioon: tuotannosuunnittelu, tuotantotekninen suunnittelu, työnjärjestely sekä tehdaspalvelu.

Tuotannosuunnittelussa markkinoiden tarpeet ja tuotannon mahdollisuudet on sopeutettava siten, että tuotantokapasiteetin kuormitus on mahdollisimman tasainen samalla pyrkien noudattamaan sovittuja toimitusaikoja. Jotta kuormitus voidaan pitää tasaisena ja toimitusaikoja noudattamaan, on materiaalien hankintaa ja tuotannon suunnittelua tehtävä helpommaksi. Tämä tapahtuu tekemällä ennusteita kysynnästä sekä arvioita materiaalien toimitusajoista. Kysynnän ennustaminen tapahtuu yleensä tarkastelemalla aiemmin toteutuneita lukuja sekä lisäämällä lukuihin korjauskertoimia,

tai jos kysyntä on riippuvainen kausivaihtelusta tai jostain tietystä tekijästä, voidaan kysyntäennuste tehdä tuoteryhmille, tuotteille, osille tai raaka-aineille. Tuotekysynnän perusteella tehdystä ennusteesta voidaan laskea materiaalitytarpeet. (Miettinen, P. 1993, 36-37)

Puhuttaessa kapasiteetista tarkoitetaan tuotantokykyä, joka muodostuu tuotantokoneista, välineistä, tuotantotilasta, työvoimasta sekä energiasta. Kapasiteetti voidaan ilmoittaa maksimi-, brutto- tai nettokapasiteettina. Maksimikapasiteetti pitää sisällään kaiken kapasiteetin, joka tuotannolla on käytössään. Bruttokapasiteetti on maksimikapasiteetti vähennettynä ylitöillä. Nettokapasiteetti eli suunnittelukapasiteetti on todellinen kapasiteetti, joka tuotannolla on käytössään, kun bruttokapasiteetista vähennetään työntekijöiden sairauspoissaolot, vapaapäivät, virheelliset ja uudelleenvalmistettavat tuotteet, laitteiston korjaus- ja kunnossapitotyöt sekä varakapasiteetti. (Miettinen, P. 1993, 37-38)

Kuormitus on yhtä kuin käytössä oleva nettokapasiteetti. Kuormitusta mitoitettaessa pyritään laskemaan työtehtäviin kuluva aika ja jakamaan työtehtävät tasaisesti ottaen huomioon koneiden tai työvälineiden kapasiteetti.

Usein kuormitussuunnitelmaa on tasattava käytössä olevan kapasiteetin mukaiseksi. Tämä voi tulla kyseeseen siinä tapauksessa, että tuotantokone hajoaa tai työntekijä tulee sairaaksi. Kuormitusta voidaan tasata lyhyellä tähtämellä ylitöillä tai pitkällä tähtämellä hankkimalla lisäkapasiteettia (uusi kone tai työntekijä) sekä siirtämällä suunniteltuja töitä edemmäs. (Miettinen, P. 1993, 38-39)

Tuotanto-ohjelmaa suunniteltaessa on lähtökohdaksi otettava myyntiennuste, tai jos kyseessä on tilaustuotanto tuotanto-ohjelma suunnitellaan tilauskirjan mukaan. Tuotanto-ohjelma tarkoittaa karkeaa suunnitelmaa koko vuoden aikana tapahtuvasta tuotteiden menekistä kuukausittain jaoteltuna. Menekkiin on siis vastattava tuotanto-ohjelman mukaisesti. (Miettinen, P. 1993, 39)

Tuotantoteknisessä suunnittelussa laaditaan tuotekohtainen työvaiheistus, valitaan työvaiheisiin sopivimmat menettelyt ja työvälineet sekä tehdään työnaikatutkimus, jossa määritetään työvaiheisiin kulunut aika. Mitattuja aikoja voidaan käyttää tuotteen

hinnoittelussa, kuormituksen suunnittelussa sekä toimitusaikojen määrittämisessä. (Miettinen, P. 1993, 40)

Tuotantoteknistä suunnittelua tulisi toteuttaa jatkuvasti hakemalla parempia menettelyjä työvaiheisiin sekä sisäistämällä paremmiksi todetut menetelmät työhajeisiin. Myös työntekijöiden oppimiskäyrät tulee huomioida työnaikatutkimuksessa, koska jossain vaiheessa oppimiskäyrää työvaiheisiin kuluva aika ei enää lyhene. (Miettinen, P. 1993, 41)

Työnjärjestelyssä tavoitteena on valmistuksen toteutuminen. Tällöin varmistetaan materiaalien, työvälineiden, valmistussuunnitelmien sekä piirrustusten saatavuus. Työnjärjestelyn lopputulemana saadaan muun muassa ajoitus, ajosuunnitelmat sekä työnjakelu. (Miettinen, P. 1993, 41)

Valmistuksen ajoituksessa työt sijoitetaan kalenteriin, jolloin muodostetaan työjonot. Ajoitukseen vaikuttavat tuotteen työvaiheet ja työvaiheisiin kuluva aika, sekä tuotteen toimituspäivämäärä. Ajoituksen lähtökohtana on joko se, milloin työn pitää olla valmis, tai se milloin työ voidaan aikaisintaan aloittaa. (Miettinen, P. 1993, 41)

Ajosuunnitelmalla tarkoitetaan työpisteissä tehtävien töiden priorisointia. Yksi priorisointiin vaikuttava tekijä voi olla nopea läpimenoaika, jolloin tuotteen nopeimmin käsiteltävät ja valmistettavat osat tehdään ensimmäisenä. Toinen vaikuttava tekijä voi olla kriittisten työvaiheiden valvonta, jolloin valmistetaan tuotteen monimutkaiset sekä usean työvaiheen vaativat osat ensimmäisenä. Myös työvaiheissa tehtävät siirtelyt sekä tarkastukset otetaan ajosuunnitelmassa huomioon Työnjakelun tehtäviin kuuluu huolehtia siitä, että valmistuksen aikana ei enää tarvitse tehdä esivalmisteluja eikä häiriöitä synny. (Miettinen, P. 1993, 41-42)

Tehdaspalvelulla tarkoitetaan tuotannon kunnossapidollisia töitä sekä välittömien ja välillisten palveluiden tarjoamista, kuten myös tuotantoresurssien uusimista ja kehittämistä. Tavoitteena on siis tuotannon toiminnan jatkumisen varmistaminen kohtuukustannuksin. (Miettinen, P. 1993, 43) Tehdaspalvelu on hieman vanhentunut nimitys, koska minkä tahansa toimialan yrityksissä, joissa käytetään mitä tahansa konetta, tarvitaan kunnossapitopalveluja.

Miettinen (1993) on selkeästi ajatellut tuotannonohjausta yrityksille, jotka toimivat tehdasympäristössä. Haverila, Uusi-Rauva, Kouri ja A. Miettinen (2005) toteavatkin, että yrityksen tuotantomuoto kuitenkin määrittelee suurelta osin ominaisuudet tuotantojärjestelmälle, sekä toiminnan ohjauksen periaatteet.

Tuotantomuodon määrittää tuote, tuotteen valmistusaloite sekä tuotantoerän koko. Tuote voi olla vakio- tai tilaustuote. Vakiotuotteen konstruktio pysyy muuttumattomana, jolloin valmistuksen perustiedot ovat olemassa eikä tuotteen valmistuksen aloittaminen vaadi tuotesuunnittelua. Tilaustuotteissa tuotteen konstruktio elää asiakkaan toiveen mukaan. (Haverila ym. 2005, 353)

Valmistusaloite voi olla joko varasto- tai asiakasohjautuva. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tuotevaraston saldo määrää valmistusaloitteen synnyn. Asiakasohjautuvassa tuotannossa valmistusaloite tapahtuu tilauksen perusteella. Myös näiden ohjausmuotojen sekakäyttö on mahdollista. Tällöin tuotteen valmistuksen läpäisyajan on oltava asiakkaan vaatimaa toimitusaikaa lyhyempi. (Haverila ym. 2005, 353-354)

Tuotantoerän koko määrittää tuotannon jaottelun yksittäis-, sarja- ja yhtenäistuotannoksi. Yksittäistuotannossa valmistuserän koko on nimensä mukaisesti yksi ja tuotteet voivat poiketa toisistaan. Sarjatuotannossa tuotetta tehdään tietty sarja kerrallaan. Sarjatuotannolla pyritään nostamaan tuotannon tehokkuutta, koska samat työvaiheet voidaan tehdä peräkkäin, jolloin työkalut, asetukset ja materiaalit pysyvät samana eikä niitä tarvitse muutella. Yhtenäistuotannossa eli massatuotannossa tuotteita valmistetaan pitkän aikaa. Valmistuslinja on tuotteelle varta vasten suunniteltu, mutta linjaa voidaan muuttaa tuotetyypin mukaan. (Haverila ym. 2005, 354-355)

### **3.2 Tuotanto ja sen tavoitteet**

Yritys voidaan jakaa neljään päätoimintoon. Tuotannon lisäksi niitä ovat tuotekehitys, markkinointi sekä jälkimarkkinointi. Kilpailukykyisessä yrityksessä kaikki päätoimijat ovat korkeatasoisia. Jotta tuotanto pääsee korkeatasoiseen asemaan ja pysyy tasollaan, pitää sen pyrkiä olemaan nopea ja joustava. (Lapinleimu ym. 1997, 37)

Tuotannolle voidaan asettaa lähtökohtaisia tavoitteita, kuten valmistuskustannusten minimointi, korkea laatu, tuotantoprosessien joustavuus sekä pitävät ja lyhyet toimitusajat. Nämä tavoitteet kuitenkin harvoin toteutuvat täysin, koska esimerkiksi usein korkea laatu korreloi valmistuskustannusten (korkealaatuiset materiaalit, tarkat työvaiheet, käsityö) mukaan. (Lapinleimu ym. 1997. 38-39) Tuotannon muut tavoitteet määräytyvät yrityksen markkinoiden ja kilpailun mukaan (Haverila ym. 2005. 356).

Toimivalla toiminnanohjausjärjestelmällä voidaan siis päästä lähemmäksi tuotannon ja koko yrityksen tavoitteita, koska järjestelmä vaikuttaa laajasti koko yrityksen toiminnan ydinprosesseihin sekä helpottaa niiden saumatonta yhteistoimintaa.

### **3.3 Erilaiset ohjausjärjestelmät**

Erilaisia toiminnanohjausjärjestelmiä (ERP) on kehitetty aikojen saatossa useita erilaisia ja tietokoneiden ja ohjelmien kehittyessä ne ovat kasvaneet ja laajentuneet pitämään sisällään kaiken yrityksen toimintaan liittyvän toiminnan.

Aiemmin, kun tietotekniikka ei ollut vielä niin kehittynyttä, pyrittiin keskittymään tiettyihin toiminta-alueisiin, esimerkiksi tuotannon ja myynnin tietokoneavusteiseen toimintaan ja hallintaan. Tällöin kehitettiin ensimmäiset taulukkopohjaiset MRP-ohjelmat. Tästä lähti liikkeelle tietokonepohjaisten järjestelmien kehitys, jolloin pyrittiin integroimaan yhä suurempi osa yrityksen toiminnasta samaan järjestelmään, kohti nykyisenlaisia ERP-järjestelmiä. Nykypäivänä suuret ja keskisuuret yritykset eivät pysty enää toimimaan ilman ERP-järjestelmää (Haverila ym. 2005, 430).

ERP-järjestelmän periaate on tietojenkäsittelyn ja toiminnanohjauksen pitkälle viety integrointi. Tietojenkäsittelyn tehtävänä on kerran järjestelmään syötetyn tiedon välittäminen kaikkien käytettäväksi, eikä kyseistä tietoa tarvitse syöttää toistamiseen järjestelmään. Myös fyysisesti eri paikoissa sijaitsevat tuotantolaitokset voidaan integroida samaan järjestelmään. Toiminnanohjauksen tietojärjestelmien tehtäviä ovat perustietojen ylläpito, tapahtumatietojen hallinta, tietojen välitys organisaation sisällä, suunnitelmien laadinta ja ylläpito, toteumatietojen keruu ja ylläpito, asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen sekä tilastointi ja raportointi. (Haverila, M. & muut. 2005, 430) ERP-järjestelmään voi myös kerätä ja hallinoida projektit, kirjanpidon,

tuotesuunnittelun, henkilöstöressurssien, yms. tiedot (Markus, Tanis & van Fenema. 2000, 26).

Pienet yritykset eivät tarvitse kaiken kattavia ERP-järjestelmiä, koska ne ovat liian laajoja ja kalliita ylläpidettäväksi pienen yrityksen resursseilla ja toiminnalla. Pienille yrityksille onkin tarjolla mukautettavia ERP-järjestelmiä, joista karsitaan yrityksen tarpeeseen turhat ominaisuudet pois ja järjestelmä mukautetaan yrityksen tarpeisiin ja toimintaperiaatteisiin sopivaksi.

ERP-ohjelmistoja myyvät tahot voivat olla itsenäisiä yrityksiä, kuten Suomessa mm. Tieto Oyj:n Lean Systems ([www.leansystem.fi](http://www.leansystem.fi)) ja Logica Suomi Oy:n C9000 (<http://public.logica.com/~c9000/>). Usein kuitenkin ERP-ohjelmistoja myyvät jälleenmyyjät, jotka tekevät partnerointisopimuksia isojen, yleensä ulkomaisten, ohjelmistotalojen kanssa.

ERP-järjestelmät ovat moduulipohjaisia ohjelmia, jolloin yksi moduuli tarkoittaa yhtä osa-aluetta ohjelmassa. Erilaisia moduuleja voivat olla esimerkiksi taloushallinnon toiminnot, materiaalinhallinnan toiminnot sekä tuotannon hallinta. Asiakas voi moduulipohjaisissa järjestelmissä räätälöidä ERP-ohjelmiston eli valita tarvitsemansa moduulit jolloin asiakas ei maksa tarpeettomista järjestelmän osista. (Public Logica: C9000 yleisesite. Luettu 22.10.2012) Yritys voi myös tilata ERP-ohjelmiston toteutuksen itselleen, jos yrityksen tarpeisiin ei löydy sopivaa räätälöitävää ohjelmistoa. Usein tämä on kalliimpi ja pitkäkestoisempi prosessi, mutta prosessin päätteeksi yrityksellä on varmasti sen toimintoihin sopiva ohjelmisto.



## 4 NYKYINEN TUOTANNON HALLINTA

Tuotantoa hallitaan muun muassa excel-pohjaisilla tietokannoilla, eikä yhtenäistä tuotannonhallintaohjelmaa ole käytössä. Tuotantosuunnitelma, varastonhallinta, inventaarion hallinta, työmääräimien hallinta sekä huoltodokumentaatio hoidetaan omilla itsenäisillä taulukoillansa. Tuotannon sekä huoltotoiminnan aikana syntyvät dokumentit arkistoidaan paperiversioina. Lisäksi huoltoreportit kirjataan sähköisesti IMS-tietokantaan laatuvaatimusten mukaisesti. Yllämainituista syistä tuotannon hallinta ei vastaa nykyaikaisia menetelmiä ja on hyvin manuaalista.

Tuotantoa ohjataan pääsääntöisesti tuotantosuunnitelman mukaan, joka tehdään joka vuoden alussa arvioitujen tilausmäärien mukaan. Tuotantosuunnitelmaa kuitenkin priorisoidaan tarpeen tullen kuukausittaisissa tuotantopalavereissa. Valmisvarastossa oleville tuotteille on myös määritetty tuotekohtaiset hälytysrajat, joiden mukaan tuotantoa voidaan kohdentaa tarpeen mukaan, jos on odotettavissa, että jonkin tuotteen menekki tulee olemaan suuri.

Seuraavissa kappaleissa on selostettu nykyinen tuotantotoiminta ja kerätty suurimpia ongelmakohtia, joita uudessa järjestelmässä on tarkoitus kehittää ja poistaa.

### 4.1 Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastus aloitetaan tulostamalla tilatun nimikkeen mukainen tarkastuslomake IMS-järjestelmästä. Erilaisia lomakkeita on esimerkiksi elektroniikkakomponenteille, alumiinikoteloille, liittimille ja niin edelleen.

Lomakkeeseen merkitään päivämäärä ja RIT-koodi. RIT-koodi on muotoa VVKKPPXXX, jossa VV on vuosiluvun kaksi viimeistä kirjainta, KK on kuukausi, PP on päivämäärä ja XXX on vastaanottotarkastusta tekevän työntekijän henkilökohtainen juokseva tunnusnumero, joka voi olla esimerkiksi 101. Tunnusnumero on juokseva ja se nollautuu joka päivä alkamaan alusta. Jos sama henkilö tekee esimerkiksi neljä vastaanottotarkastusta, on viimeisin tunnusnumero 104.

Lisäksi, lomakkeesta riippuen, merkitään nimikkeen kuvaus, toimittaja ja tilattu kappalemäärä. Tämän jälkeen suoritetaan lomakkeessa vaaditut tarkastukset tilatulle nimikkeelle ja lomake kuitataan nimikirjaimilla. Nimike-erä voidaan nyt lisätä excel-pohjaiselle inventaariolistalle.

RIT-dokumentti sisältää tarkastuksen päätteeksi täytetyn tarkastusdokumentin, kopion tilauksesta ja/tai tilausvahvistuksesta, mahdollisen tuote- tai materiaalisertifikaatin tai testiraportin sekä lähetyslistan.

Vastaanottotarkastuksen suurin ongelma on tilattujen materiaalien nimien kirjaaminen joka kerralla oikein, koska tarkastusta tekevien henkilöiden merkitsemistapa saattaa vaihdella. Toisaalta myös materiaalin toimittajan ilmoittama nimi lähetyslistassa saattaa vaihdella. Tämä johtuu yleensä nimessä käytettävistä lyhenteistä, toimittajasta riippuen nimi saattaa olla kirjoitettu suomeksi tai englanniksi, ja esimerkiksi elektroniikkakomponenteissa nimessä saattaa esiintyä valmistajan omia muuttuvia numeroyhdistelmiä, vaikka itse komponentti olisi vastaava kuin aiemmin on tilattu.

## 4.2 Inventaariolista ja varastointi

Inventaariolistassa näkyy rivillä RIT-numero, nimike, tilattu kappalemäärä, erän aloituspäivämäärä, yksikköhinta, käytössä oleva määrä, erän lopetuspäivämäärä, toimittaja, lisätiedot sekä varastointipaikka. (KUVIO 1)

| RIT Code  | Product                      | Purchased | Start date | Unit Price | Quantity | Stop date  | Vendor  | Remarks | Location |
|-----------|------------------------------|-----------|------------|------------|----------|------------|---------|---------|----------|
| 100603112 | cap 100pF 200V axial ceramic | 50        |            | 0,23       |          |            | Farnell | 1100410 |          |
| 00021801  | cap 100PF KERKO SA101        | 100       | 18.2.2000  | 0,1626     | 3        |            | Farnell |         | H        |
| 091106112 | cap 100UF 16V TAJD           | 100       | 15.11.2009 | 1,70       | 33       |            | Farnell | 197-348 |          |
| 07012506  | cap 100UF TAJD               | 200       | 13.3.2007  | 2,0900     | 0        | 15.11.2009 | Farnell |         |          |
| 07012523  | cap 100UF/16V ELKO           | 100       | 22.3.2007  | 0,1480     | 40       |            | Farnell |         |          |

### KUVIO 1. Nykyinen nimikelistä (Atrotech Oy 2012)

Nimike-erien tiedot päivitetään manuaalisesti erän loppuessa ja alkaessa, sekä jokavuotisessa inventaariolaskennassa. Tällöin päivitetään nimike-erien saldot sekä puuttuvat aloitus- ja lopetuspäivämäärät.

Koska tuotannon varastointipaikkoja ei ole nimikoitu ja koska varastointipaikat ovat eri puolilla tuotantotiloja, nimikkeille ei ole muutamaa poikkeusta lukuunottamatta määrätty varastointipaikkoja. Tästä syystä sekä tuotannossa tapahtuva keräily että erityisesti jokavuotinen inventaariolaskenta ovat hitaita prosesseja. Inventaariolaskentaan voikin huveta kahdesta kolmeen työpäivää edellä mainituista syistä johtuen.

Atrotech Oy:ssa pyritään käyttämään tuotantomateriaaleissa FIFO-periaatetta, jolloin aloitettu nimike-erä käytetään loppuun ennen uuden erän aloitusta. Varastointipaikkojen hajanaisuudesta johtuen on vaarana kahden tai useamman nimike-erän samanaikainen käyttäminen tuotannossa. Tilanne saattaa syntyä, kun tuotantoerä on valmistettu ja tuotantoerän valmistuksen aikana käytetty nimike ei päädy samalle paikalle, josta se on kerätty. Kun uutta vastaavaa tuotantoerää aletaan myöhemmin valmistaa eikä nimike-erää löydy normaalilta paikaltaan, saattaa syntyä olettama, että nimike-erä on loppunut. Tällöin uusi nimike-erä avataan käyttöön.

Jos tuotteessa huomataan mahdollisesta viallisesta nimike-erästä johtuva vika, ei voida olla varmoja kummasta avatusta saman nimikkeen nimike-erästä vika on peräisin ja näin ollen on molemmat nimike-erät hylättävä. Myös kaikille tuotantoerille, joissa nimike-eriä on käytetty, on pahimmassa tapauksessa käynnistettävä takaisinkutsu tai muu varotoimenpide.

### **4.3 Työmääräimet**

Kun uuden tuotantoerän valmistus aloitetaan, työn tekijälle tulostetaan tuotantoeräkohtainen työmääräin. Työmääräin tehdään excel-pohjaisella Job order –ohjelmalla, johon syötetään tuotteen nimi, erä koko, aloitusviikko, valmistumisen takaraja sekä työvaiheiden tekijät. Kun työmääräimen tiedot on täytetty, voidaan määräin tallentaa tietokantaan ja tulostaa. Työmääräimeen kirjataan LOT-numero, joka muodostuu samoin kuin kappaleessa 2.1 selitetty RIT-numero. RIT- ja LOT-numerot ovat sama asia, mutta RIT-numeroa käytetään nimike-erien yksilöimiseen ja LOT-numeroa tuotantoerien yksilöimiseen. Lisäksi työmääräimeen kirjataan sarjanumerot.

Koska työmääräin on jaettu tuotteesta riippuviin työvaiheisiin, esimerkiksi kokoonpanoon, testaukseen ja pakkaukseen, on jokaisen työvaiheen aloitus- ja lopetuspäivät merkittävä ja kuitattava työmääräimeen. Työvaiheen loputtua merkitään myös valmistunut määrä sekä mahdolliset tuotantoprosessista poikkeavat tapahtumat, yleensä korjatut tai hylätyt kappaleet.

Tuotantoerän valmistuessa kirjataan Job order -ohjelmaan toteutunut eräko, työvaiheiden aloitus- ja lopetusajat sekä mahdolliset tuotantoprosessista poikkeavat tapahtumat. Työmääräin arkistoidaan sekä tuotantosuunnitelma päivitetään toteutuneen eräkoon mukaan.

#### **4.4 Tarkastukset**

Laatujärjestelmän vaatimusten mukaisesti on tuotteet testattava tuotannon aikana, tuotannon lopuksi, ja testaukset dokumentoitava. Vastaanottotarkastuksen yhteydessä tuotantomateriaalin tarkastus on suoritettu, joten tuotteesta riippuen suoritetaan vielä erilaisia väli- ja lopputarkastuksia.

Tuotannon aikaiset tarkistusdokumentit tulostetaan IMS-järjestelmästä, tarkastukset ja testaukset suoritetaan työohjeen mukaisesti, dokumentit päivätään sekä allekirjoitetaan ja valmiit dokumentit arkistoidaan. Dokumenteista selviää testattu tuotantoerä joko LOT-numeron tai sarjanumeroiden perusteella.

Kun tuotantoerä on valmis siirrettäväksi valmisvarastoon, suoritetaan vielä valmiin tuotteen vapautus (finished product release) –tarkastus, jossa tarkistetaan tuotteiden, pakkauksen sekä laitekilpitarrojen ja etikettien fyysinen ja visuaalinen kunto, jonka jälkeen tuotantoerä voidaan vapauttaa valmisvarastoon. Vapautusdokumentit tulostetaan myös IMS-järjestelmästä ja dokumentit arkistoidaan. Dokumentista selviää tuote, kappalemäärä, sarjanumerot sekä vapautuspäivämäärä sekä tarkastaja.

Normaalitilanteessa tarkastusraportteja ei tuotantoerän valmistumisen jälkeen ole tarpeellista tarkastella, mutta tuotteen tullessa huoltoon on tarpeellista nähdä tuotteen valmistusvaiheet. Tällöin dokumenttien etsimiseen arkistoista saattaa kulua paljon aikaa, varsinkin jos tuotteen valmistuksesta on kulunut pitkä aika.

#### **4.5 Alihankkijalla teetettävät alikokoonpanot**

Atrotech Oy käyttää alihankkijoita pääasiassa kotelorumkojen työstöön sekä piirilevyjen ladontaan.

Kun alihankkijalta tilataan tuote-erä, lähetetään alihankkijalle eräkohtainen kokoonpano- ja työsuunnitelmalomakkeet, jotka sisältävät muun muassa komponenttimäärät sekä materiaalikoodit. Myös esimerkiksi piirikorttien ladontaa varten alihankkijalle lähetetään ladontaan tarvittavat komponentit tai ne ostetaan alihankkijan kautta.

Kun tuote-erä on valmis, alihankkija täyttää ja kuittaa kokoonpano- ja työsuunnitelmalomakkeen ja lähettää lomakkeet tuote-erän mukana takaisin. Tuotteesta riippuen alihankkija lähettää myös prosessinaikaisia dokumentaatioita lomakkeen lisäksi.

#### **4.6 Valmisvarasto ja lähetys**

Valmiita tuotteita varastoidaan lähetyshuoneessa, joista tuotteet pakataan lähetyslistojen mukaan. Valmisvaraston määrät lasketaan normaalisti kahdesta neljään kertaan kuukaudessa ja määrät päivitetään excel-pohjaiseen taulukkoon. Taulukkoon on myös määritetty tuotemäärien hälytysrajat. Taulukko on tallennettu yrityksen serverille, josta myyntihenkilö voi myös seurata valmisvaraston saldoa.

Valmisvarastolistaa tarkempi seuranta tehdään Stock levels –taulukkoon, jossa näkyy valmistuksesta vapautetut valmiit tuotteet sekä asiakkaille lähetetyt tuotteet kuukausittain. Tätä listaa päivitetään yhdestä kahteen kertaan kuukaudessa. Vapautetut tuotteet päivitetään vapautusdokumenttien (Release) perusteella ja lähetetyt tuotteet lähetysdokumenttien (Device document) perusteella.

Lähetysdokumentteja on kahta eri tyyppiä, vanhalle ja uudelle PNS-versiolle. Kun myyntihenkilö toimittaa lähetyslistan, valmisvarastosta kerätään lähetyslistassa olevat tuotteet ja ennen pakkausta tuotteiden sarjanumerot merkitään lähetysdokumenttiin. Lähetysdokumenttiin merkitään myös lähetyspäivä, pakkaaja sekä lähetyslistasta

saatava lähetysnumero. Lähetysdokumentti arkistoidaan ja lähetyslista pakataan tuotteiden mukaan asiakkaalle.

Nykyisessä menettelyssä on suurimpana riskinä väärän tuotteen pakkaaminen, koska osa tuotteiden nimistä ovat samankaltaisia, esimerkiksi laturit NBUK, LBUK. Toinen riski on väärrien tilausmäärien lähettäminen.

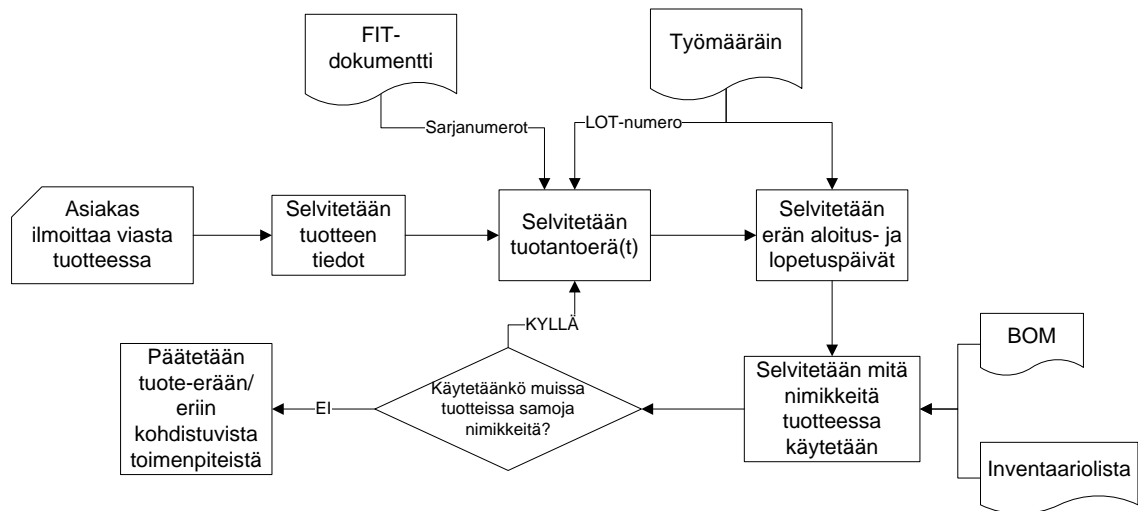
Koska tuotantoa ohjataan osittain myös valmisvaraston määrän perusteella ja koska myyntihenkilö käyttää valmisvarastoa myyntityössään, on valmisvaraston hitaasta päivittymisestä haittaa. Koska tuotteita ei normaalisti lähetetä päivittäin, vaan harvemmin ja isompina ryhminä, ei valmisvaraston päivittäinen laskeminen ole perusteltua. Päivittäinen laskeminen myös kuluttaa tuotannon kapasiteettia.

#### **4.7 Jäljitettävyys**

RIT- ja LOT-koodien käyttö täyttää materiaalien jäljitettävyyden vaatimukset, koska uuden tuotantoerän valmistuksessa käytettävien nimike-erien aloitus- ja lopetuspäivämäärät näkyvät nimikelistassa. Uuden tuotantoerän valmistuksen yhteydessä täytettävästä työmääräimestä selviää tuotantoerän aloitus- ja lopetuspäivämäärä, jolloin nimikelistasta voidaan tarkistaa tuotteessa käytettävien nimike-erien vastaavat päivämäärät.

Vikatilanteessa voidaan näin ollen selvittää tietyssä tuotantoerässä käytettyjen nimikkeiden nimike-eränumerot ja tarkistaa, missä muissa tuotteissa ja tuotantoerissä on käytetty kyseisiä nimike-eriä.

Kuviossa 2 on esitetty vikaantuneen tuotteen tuotantoprosessin jäljitettävyys pääpiirteittäin.



KUVIO 2. Tuotantoprosessin jäljitettävyys

Tuotteessa käytetyt nimikkeet voidaan jäljittää toimittajaan asti inventaariolistasta löytyvän RIT-numeron perusteella, koska vastaanottotarkastuksessa kerätyt dokumentit sisältävät kopion tilausvahvistuksesta ja/tai tilauksesta, mahdollisen tuote- tai materiaalisertifikaatin tai testiraportin sekä lähetyslistan. Lähetysdokumentit toimivat rajapintana yrityksen ja asiakkaiden välillä, jolloin jäljitettävyys voidaan ulottaa asiakkaaseen asti sarjanumeroiden perusteella.

Jäljitettävyyttä hankaloittavaksi tekijäksi voi muodostua inventaariolistan sekavuus ja päivittämättömät nimike-erien alkamis- ja lopetuspäivämäärät sekä tuoterakennelstojen ja inventaariolistan erilaiset nimitykset nimikkeille. Myös eri dokumenttien etsiminen pitkältä ajanjaksolta (25 v) on työläs ja tarkkuutta vaativa prosessi.

## 5 UUDEN JÄRJESTELMÄN RAKENNE

Koska nykyinen tuotannonohjaus on toteutettu ajan saatossa tarpeen mukaisesti, eikä se ole tästä johtuen yhtenäinen, on tarpeen jaotella uusi tuotannonohjausjärjestelmä kokonaisuuksiin, joiden alle kootaan kutakin kokonaisuutta koskevat toiminnot. Vaikka tässä opinnäytetyössä ei ole tarkoituksena ottaa itse tuotannonohjausjärjestelmän ohjelmalliseen toteutukseen kantaa, helpottaa kokonaisuuksiin jaottelu käyttöjärjestelmän suunnittelua ja selkeää toteutusta.

Jotta järjestelmän toiminta mahdollisimman automaattisesti olisi realistista, on työpisteille sekä tavaran vastaanottoon ja lähettämöön järjestettävä päätelaitteet, joilla voidaan syöttää järjestelmän tarvitsemia tietoja järjestelmän rekisteriin. Kaikki dokumentit, joita täytetään paperille, on muunnettava sähköiseen muotoon, koska suurimpaan osaan dokumentteja kirjataan numerokodeja, joilla taataan tuotteiden ja materiaalien jäljitettävyys. Nämä numerokoodit on pystyttävä linkittämään toisiinsa järjestelmässä ja voi olla käytännössä mahdotonta syöttää näitä koodeja järjestelmään manuaalisesti jälkikäteen.

Yritys on ilmoittanut erilaisia vaatimuksia, joihin uuden järjestelmän on vastattava. Vaatimukset on esitetty liitteessä 1.

### 5.1 Nimikkeiden hallinta

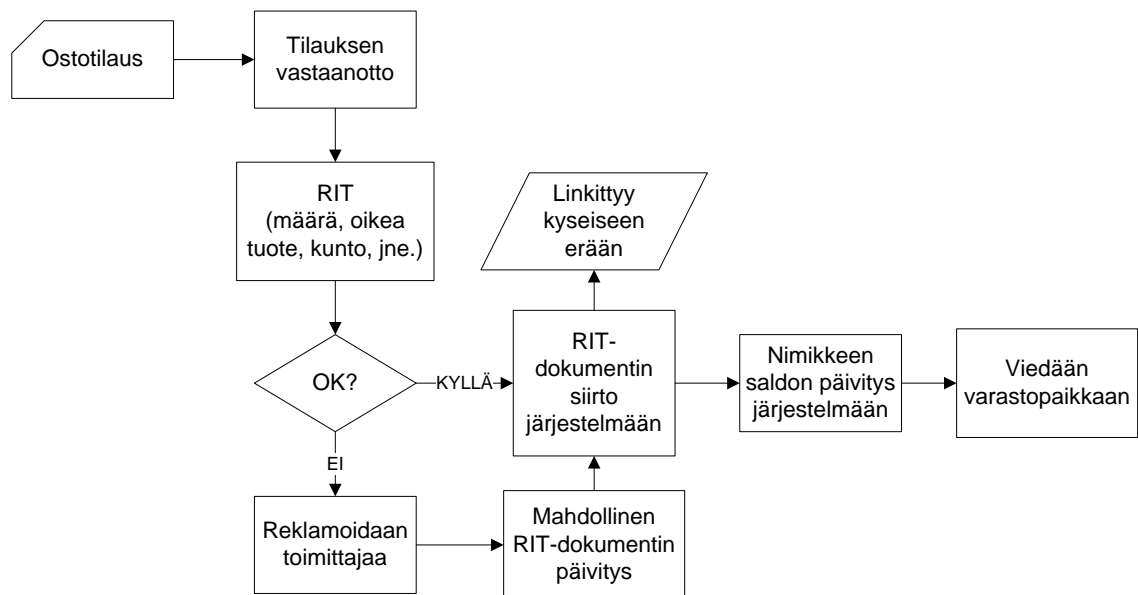
Koska nykyinen inventaariolista on varsin vaikeaselkoinen jo pelkästään tietyn komponentin tai komponenttiterien etsimisen ja listaamisen kannalta, on tarpeen soveltaa yleisesti käytössä olevaa tapaa numeroida nimikkeet niin, että jokainen nimike saa oman numerokoodin.

Tällöin esimerkiksi komponenttiterien vastaanottotarkastuksessa ei tarvitse merkitä komponenttien nimimerkintöjä, jotka saattavat vaihdella toimittajasta riippuen, vaan pelkästään nimikenumeroita käyttämällä komponentit kirjataan järjestelmään, jolloin inhimillisen virheen mahdollisuus pienenee merkittävästi. Nimikenumerointi on erityisen hyödyllinen elektroniikan pintaliitoskomponenttien käsittelyssä, koska saman



sähköisen ominaisuuden omaavasta komponentista on olemassa useita eri kotelomittoja ja -malleja sekä valmistajan eräkohtaisia merkintöjä. Kotelomitat ja merkinnät on lisätty komponentin nimeen numeroyhdistelmällä, jotka voivat olla asiaan perehtymättömälle haastavia tulkita.

Kuviossa 3 esitetään nimikkeiden hallintaprosessi pääpiirteittäin. Tilausta tehtäessä lisätään tilaukseen myös Atrotech:ssä käytettävä nimikenumero kyseisen nimikkeen yhteyteen. Tällöin vastaanottotarkastusta tekevän henkilön ei tarvitse toimittajan nimitysten perusteella etsiä oikeaa nimikenumeroa. RIT-dokumentti on tehtävä suoraan sähköiseen muotoon, jotta dokumentin linkitettävyyden tarkastettavaan erään sekä saldon päivitys nimikelistaan päivittyy automaattisesti.



KUVIO 3. Nimikkeiden hallinta pääpiirteittäin

Kun RIT-dokumenttia aletaan täyttämään, järjestelmän on kyettävä luotettavasti tunnistamaan vastaanottotarkastusta tekevä henkilö. Tunnistus voidaan järjestää esimerkiksi niin, että dokumenttia ei voi täyttää ennen kuin henkilö syöttää henkilökohtaisen tunnusnumeronsa dokumenttiin. Tällöin järjestelmä pystyy automaattisesti täyttämään vastaanottopäivämäärän sekä RIT-numeron, joka muodostuu kuten kappaleessa 2.1 on selostettu. Koska RIT-numeron viimeiset numerot ovat juoksevia ja nollaantuvat päivittäin, pitää järjestelmän pystyä hakemaan rekisteristään seuraava vapaa numero.

Kun dokumenttiin syötetään nimikkeen nimikenumero, dokumenttiin on automaattisesti täytettävä perustiedot nimikkeestä, kuten tyyppi (elektroniikkakomponentti, liitin,

piirilevy, kotelo, jne.), nimitys sekä varastointipaikka. Lisäksi tarkastajan on täytettävä määrä, kappalehinta, toimittaja sekä mahdollisia lisätietoja, esimerkiksi jälkitoimitus.

Jos tarkastuksessa on huomattu puutteita, tilanteesta riippuen tarkastus voidaan suorittaa loppuun, pysäyttää tarkastus myöhempään ajankohtaan tai peruuttaa. Tarkastuksen loppuun suorittaminen on mahdollista esimerkiksi siinä tapauksessa, että virhe on erittäin vähäpätöinen eikä vaikuta tuotantoprosessiin tai lopputuotteen laatuun ja toimintaan. Tarkastuksen pysäytys on perusteltua esimerkiksi silloin, kun toimitettu määrä ei täsmää tilatun määrän kanssa. Tarkastuksen peruutus voidaan suorittaa esimerkiksi silloin, kun toimitettu tuote on väärä tai tuotteessa huomataan sellainen virhe, joka vaikuttaa tuotantoprosessiin tai lopputuotteen laatuun ja toimintaan.

Jos RIT hyväksytään, järjestelmä siirtää dokumentin rekisteriin ja linkittää dokumentin kyseiseen nimike-erään, jolloin erän tiedot ovat jäljitettävissä. Tämän jälkeen järjestelmä lisää nimike-erän nimikelistaan kyseisen nimikkeen alle sekä päivittää vastaanotetun määrän nimikkeen kokonaissaldoon.

Järjestelmän on myös ilmoitettava nimikkeen varastointipaikka, joka on määritetty joka nimikenumorolle järjestelmän rekisteriin. FIFO-periaatteen noudattaminen nimike-erien käytössä on selostettu kappaleessa 5.2.

### **5.1.1 Nimikenumerot**

Nimikenumerointiin on olemassa monta erilaista lähestymistapaa, koska jokainen yritys määrittää omanlaisensa numeroinnin tarpeen mukaan. Yksinkertaisimmillaan nimikenumerointi tapahtuu juoksevalla numerosarjalla, jolloin jokaiselle uudelle komponentille varataan seuraava vapaa numero eikä numerosta saada mitään informaatiota komponentista. Monimutkaisimmillaan numeroinnista saadaan selville onko kyseessä elektroniikka-, mekaaninen- tai jokin muu komponentti, onko kyseessä alikokoonpano, missä tuotteessa komponenttia käytetään tai vaikka varastointipaikka. Tärkeintä numeroinnissa on varmistaa, että eri nimikkeille ei tule samaa numeroa, koska järjestelmä hakee tietoa nimikkeistä sekä niiden saldoista pelkästään nimikenumeron avulla.

Atrotech Oy:ssa nimikenumeroista on saatava selville käytetäänkö nimikettä implantoitavissa tuotteissa vai ulkoisissa tuotteissa. Implantoitavissa tuotteissa käytettävistä komponenteista vaaditaan erittäin tarkkaa seuranta, jolloin on hyödyllistä selkeästi eriyttää nämä komponentit ulkoisissa tuotteissa käytettävistä komponenteista. Myös valmiille tuotteille sekä alikokoonpanoille on oltava oma merkitsemistapansa. Merkitsemistapana voidaan käyttää esimerkiksi nimikenumeroiden alussa tai lopussa olevaa numero- tai kirjainyhdistelmää, joka kertoo, onko nimike implantoitavan vai ulkoisen tuotteen osa, valmis tuote vai alikokoonpano.

Nimikenumero voidaan antaa myös esimerkiksi työkaluille, alihankkijoille, asiakkaille tai työntekijöille. Tällöin työkaluista on olemassa lista, jonka perusteella ne voidaan myös inventoida vuosittain, asiakkaiden ja alihankkijoiden tiedot voidaan päivittää automaattisesti lähetys- ja pakkauslistoihin, kun asiakkaan koodi valitaan listan valikosta ja työntekijät voidaan merkitä työmääräimiin omalla koodillaan. Merkitsemistapa pitää olla kuitenkin yhtenäinen kaikissa tapauksissa, jolloin nimikelista pysyy loogisena.

### **5.1.2 Tuoterakenteet**

Kun nimikenumerot on syötetty järjestelmän rekisteriin, voidaan tuotteista tehdä tuoterakenteet järjestelmän rekisteriin. Tuoterakenne on tuotteen suunnitteluvaiheessa syntynyt osaluettelo, joka kertoo nimikkeet sekä määrän, joka tuotteen tekemiseen tarvitaan. Tuoterakenteesta selviää myös alikokoonpanojen rakenne.

Atrotech Oy:n tuotteissa käytetään paljon yhteisiä komponentteja, joten tuoterakenteet tuovat selkeyttä siihen, missä ja kuinka paljon samoja komponentteja käytetään ja näin ollen materiaalien hallinta pysyy ajan tasalla. Kun esimerkiksi alihankkijalta tilataan eri tuotteiden piirikorttien ladonta, saadaan tuoterakenteiden avulla laskettua yhdistetty nimiketarve eri korttien yhteisille nimikkeille.

Tuoterakenteita käytetään myös tuotannon aikaista keräilylistaa muodostettaessa, jolloin työntekijälle voidaan esimerkiksi työmääräimen mukana antaa keräilylista, josta näkyy nimike, määrä, varastopaikka sekä käytössä olevat nimike-erät.

### 5.1.3 Inventaario ja nimikelistä

Inventaario eli nimikkeiden saldojen päivitettävyyden on tehtävä mahdollisimman automaattiseksi, koska inventaarion hallinta manuaalisesti on hidasta ja virhealtista, eikä käytännössä koskaan ajan tasalla silloin, kun olisi tarpeellista suunnitella raaka-aineiden tilausmääriä. Automatisointi on mahdollista toteuttaa siinä vaiheessa, kun nimikenumerot ja tuoterakenteet ovat kunnossa, päivitettyjä sekä sähköisessä rekisterissä. Tällöin voidaan tuotekohtaisesti tarkistaa tuoterakenteen perusteella tarvittavat nimikkeet sekä käytettävissä olevat saldot. Kuviossa 4 on esitetty esimerkki siitä, kuinka nimikenumerointi sekä nimike-erien hallinta voidaan toteuttaa.

| ITEM NUM | ITEM NAME                | Description 1 | Description 2 | Quantity | Average unit Price | Total stock Value | Current LOT | Location | Vendor        | Remarks                 |
|----------|--------------------------|---------------|---------------|----------|--------------------|-------------------|-------------|----------|---------------|-------------------------|
| 10098    | 8K2 MINI-MELF            |               | Resistor      | 2500     | 0,0142 €           | 35,69 €           | 02061710    |          | Farnell       | 308-7890                |
| 10099    | 8P2F 1206 VIIRITYSKONKKA | FOR TUNING    | Capacitor     | 200      | 0,0400 €           | 8,00 €            | 02103102    |          | PARTCO        |                         |
| 10100    | 91PF                     |               | Capacitor     | 3300     | 0,0130 €           | 42,90 €           | 02070105    |          | ARROW FINLAND | C0805C910J5GAC7800      |
| 10101    | A625308AM-705F           | SRAM          | Chip          | 28       | 0,6500 €           | 18,20 €           | 08050601    |          | Fintronic     | Replaces TC55257DFL-70L |
| 10102    | AKKU 9V NIMH             | 9V            | Battery 9V    | 221      | 6,5396 €           | 1.295,06 €        | 08052903    |          | YEINT         |                         |

| ITEM NUM | ITEM NAME     | RIT Code | Purchased | Quantity | Start date | Stop date | Unit Price | Total price | Total stock price | Average Unit Price | Vendor  | Location | Remarks   |
|----------|---------------|----------|-----------|----------|------------|-----------|------------|-------------|-------------------|--------------------|---------|----------|-----------|
| 10098    | 8K2 MINI-MELF |          | 3 100     | 2 500    |            |           |            | 44,09 €     | 35,69 €           | 0,0142 €           |         |          | <- Totals |
|          |               | 01121707 | 100       | 100      |            |           | 0,02086 €  | 2,09 €      | 2,09 €            |                    | Farnell |          | H         |
|          |               | 02061710 | 3000      | 2400     | 20.8.2002  |           | 0,01400 €  | 42,00 €     | 33,60 €           |                    | Farnell |          | 308-7890  |
|          |               |          |           |          |            |           |            | 0,00 €      | 0,00 €            |                    |         |          |           |

KUVIO 4. Nimikenumerointi ja nimike-erien hallintaesimerkki (Atrotech Oy 2012, muokattu)

Esimerkissä on ylemmässä listassa nimikenumerot listattu riveittäin ja riveiltä on luettavissa yleistiedot nimikkeistä sekä niiden kokonaissaldot, varaston arvo, ja muut tarvittavat tiedot.

Nimikenumeroon on linkitetty nimike-erälista, johon on listattu riveittäin nimike-erät vastaanottojärjestyksessä. Erälistalla näkyy erän RIT-koodi, alkuperäinen eräkoko, käytössä oleva eräkoko sekä jäljitettävyyden kannalta oleelliset erän alkamis- ja päättymispäivämäärät. Erälistalta nähdään myös erän kappalehinta, joka saattaa vaihdella eräkoosta ja tilauspäivämäärästä riippuen. Myös keräilyä helpottava, sekä usean nimike-erän samanaikaisen käytön estävä, käytössä olevan nimike-erän koodi on näkyvissä. Kaikki nimikkeitä kuluttavat tai lisäävät tapahtumat rekisteröidään vain nimike-erälistalle, josta järjestelmä kokoaa tiedot nimikelistalle.

Nykyistä nimikelistaa on käytettävä pohjana uutta listaa tehtäessä, jotta jäljitettävyys säilyy, koska siihen on merkitty käytössä olevat nimike-erät. Työläin tehtävä on listan siivoaminen niin, että samat nimikkeet saadaan yhden nimikenumeron alle. Voi olla myös järkevää rakentaa uutta nimikelistaa vanhan listan rinnalla sopivan siirtymäajan verran. Tällöin uuteen listaan listataan ensin tuoterakennelintojen nimikkeiden mukainen listaus nimikenumeroineen. Aina uuden nimike-erän saapuessa kyseinen erä lisätään vanhaan sekä uuteen nimikelistaan.

Jonkin ajan kuluttua uudessa nimikelistassa on käytössä nimike-erä joka nimikenumeron alla, jolloin vanha lista voidaan ”jäädyyttää” eli sulkea, esimerkiksi vuosittaisen inventaariolaskelman jälkeen. Myös uusi lista päivittyy inventaariolaskelman seurauksena ja vanha lista voidaan tallentaa säilöön mahdollisia jäljitettävyystarpeita varten.

Koska tuotantomateriaalien ostotilaukset tapahtuvat suurimmaksi osaksi sähköpostin välityksellä, ei valmiita tilauspohjia ole tarpeen määrittää järjestelmään. Kuitenkin nimikelistaan pitää pystyä määrittämään nimikkeiden vähimmäismäärät sekä keskimääräiset toimitusajat, jolloin järjestelmä ilmoittaa vähimmäismäärän lähestyessä toimitusajan huomioon ottaen.

#### **5.1.4 Valmisvaraston hallinta**

Valmisvaraston hallinta voidaan toteuttaa samalla periaatteella kuin nimikelistan hallinta on toteutettu. Myyntihenkilön on tarpeellista saada ajantasainen tieto valmisvarastossa olevista tuotteista, joten on perusteltua myynnin kannalta kerätä omaan listaansa valmisvarastossa olevat tuotteet. Näin myyntihenkilö näkee ajantasaiselta listalta valmisvarastossa olevien tuotteiden saldon.

Valmiiden tuotteiden tuotantoerät kootaan myös tuotteen nimikenumeroon linkittyvään tuotantoerälistaan, jolloin tuotantoerät yksilöidään LOT-numeron avulla, joka on vastaava kuin vastaanottotarkastuksessa annettava RIT-numero. LOT-numeroon merkitään päiväyksen lisäksi tuotteen nimikenumerossa valmiiden tuotteiden merkintä sekä päivittäin nollautuva juokseva numero.

### 5.1.5 Materiaalihankintojen hallinta

Koska järjestelmä päivittää nimikelistan määrät automaattisesti, voidaan nimikkeille määrittää tilauspisteet sekä varmuusvarastot, jolloin järjestelmä ilmoittaa automaattisesti tilaustarpeen synnystä, kun nimikkeen saldo saavuttaa tilauspisteen tason.

Implantoitavien tuotteiden nimikkeet pyritään yrityksessä tilaamaan kerralla koko vuoden tai usean vuoden myynnin tarpeeseen. Tämän vuoksi implantoitavien tuotteiden nimikkeiden hankinta voidaan määrittää LOT-for-LOT –periaatteella, jolloin tilataan koko suunnitellun tuotantoerän materiaali tarpeet. Tästä syystä implantoitavien tuotteiden nimikkeille ei tarvitse määrittää tilauspisteitä ja varmuusvarastot voidaan pitää erittäin pieninä tai poistaa kokonaan. Pieniä varmuusvarastomääriä tukee myös se, että implantoitavissa tuotteissa käytettävillä silikonikumeilla ja epokseilla on lyhyet säilyvyysajat ja materiaalit ovat suhteellisen kalliita.

Järjestelmään on kuitenkin tarpeen määrittää implantoitavien tuotteiden valmisvaraston varmuusvarasto, koska materiaalien toimitusajat voivat olla useita kuukausia sekä valmistusajat pitkiä.

Ulkoisten tuotteiden nimikkeille voidaan määrittää tilauspisteet tarvelaskennan, LOT-for-LOT, valmisvaraston sekä visuaalisen seurannan perusteella.

Tarvelaskennan perusteella tehtävät hankinnat koskevat lähinnä kotelo- ja kalustamattomien piirikorttien tilauksia. Esimerkiksi PX 244 L –ohjainlaitteiden kotelot ja osa kotelon osista tilataan alihankkijalta usean vuoden tuotantotarpeeseen, kuten myös niihin käytettävät piirikortit. Sama koskee PHS 240+ -ohjelmointiyksikköä.

Ladottujen piirikorttien komponenttien tilauspisteen määrittämiseen käytetään LOT-for-LOT –perustetta. Piirikortteihin asennettavat komponentit tilataan kerralla koko piirikorttieraalle huomioiden hävikin piirikorttien ladontaprosessissa.

Valmisvaraston perusteella määritettävät tilauspisteet koskevat suurimmalta osaltaan alihankkijoilta tilattavia vakiokomponentteja, kuten akkujen laturit sekä akut. Visuaalisin perustein tehtävät tilaukset koskevat erilaisia ruuveja, muttereita ja huoltotoiminnan johdosta syntyviä materiaali tarpeita. Varmuusvarastot on määritettävä

komponenteille niiden arvioidun toimitusajan perusteella. Toimitusajan perusteella määritetään sopiva varmuusvaraston määrä.

### **5.1.6 Jäljitettävyys**

Nimikkeiden jäljitettävyyden säilymiseksi on inventaariolista järjestettävä niin, että saman nimikenumeron omaavat nimike-erät tallennetaan omiin rekistereihinsä ja kyseisten erien vastaanottodokumentit linkitetään niihin sähköisessä muodossa. Järjestelmän on myös kyettävä toimimaan niin, että vain yksi nimike-erä voi kerrallaan olla käytössä ja kun erä loppuu ja uusi alkaa, päivittyvät vastaavat päivämäärät rekisteriin.

## **5.2 Työmääräimet ja tuotannon ohjaus**

Nykyinen työmääräimien hallintamenettely on yksinään toimiva ratkaisu, mutta koska menettely on saatava yhdistettyä järjestelmään on sitä muokattava. Tärkeimpiä muutoksia ovat keräilylistan mukaan tulo nopeuttamaan tuotannon materiaalikeräilyä ja varmistamaan vain aloitettujen nimike-erien käyttö sekä paperisten dokumenttien käytön vähentyminen tai mahdollinen poistuminen. Tämä vapauttaa tulevaisuudessa fyysistä varastointitilaa sekä helpottaa dokumenttien varmuuskopiointia ja säilytystä.

Kuten kappaleessa 5 todettiin, on työpisteille järjestettävä päätelaitteet, joilla on pääsy järjestelmään. Järjestelmään on rakennettava eri käyttäjätasot tuotannon ohjaajasta tuotantotyöntekijään sekä ylläpitäjälle. Todennus voidaan toteuttaa esimerkiksi henkilökohtaisen tunnusnumeron avulla. Näin varmistetaan, että järjestelmän toiminta sekä tietoturva eivät vaarannu.

Kun uusi työmääräin luodaan, järjestelmä saa tiedon mistä tuotteesta on kyse sekä kuinka suuri erä halutaan tehdä. Tämän jälkeen järjestelmä laatii tuoterakenteen mukaan listan materiaalikeräilyyn, tarkistaa ja varaa tarvittavan määrän nimikkeitä nimikelistasta, hakee rekisteristään tiedon seuraavasta vapaasta sarjanumerosta ja varaa tuotantoerää vastaavan määrän sarjanumeroita. Järjestelmän on myös kyettävä huomioimaan, jos nimike-erä loppuu kesken tuotannon, jolloin sen on automaattisesti

merkittävä loppunut erä loppuneeksi siinä vaiheessa, kun tuotantoerä valmistuu, ja uusi erä alkaneeksi tuotantoerän aloituspäivämäärästä lähtien. Materiaalikeräilylistaan pitää tulla näkyviin vanhan ja uuden nimike-erän numerot. Keräilylista on linkitettävä nimikelistaan niin, että keräilylistalta valittaessa tietyn nimike-erän RIT-dokumentteja voidaan selata sekä nähdään missä aiemmissa tuotantoerissä kyseistä nimike-erää on käytetty.

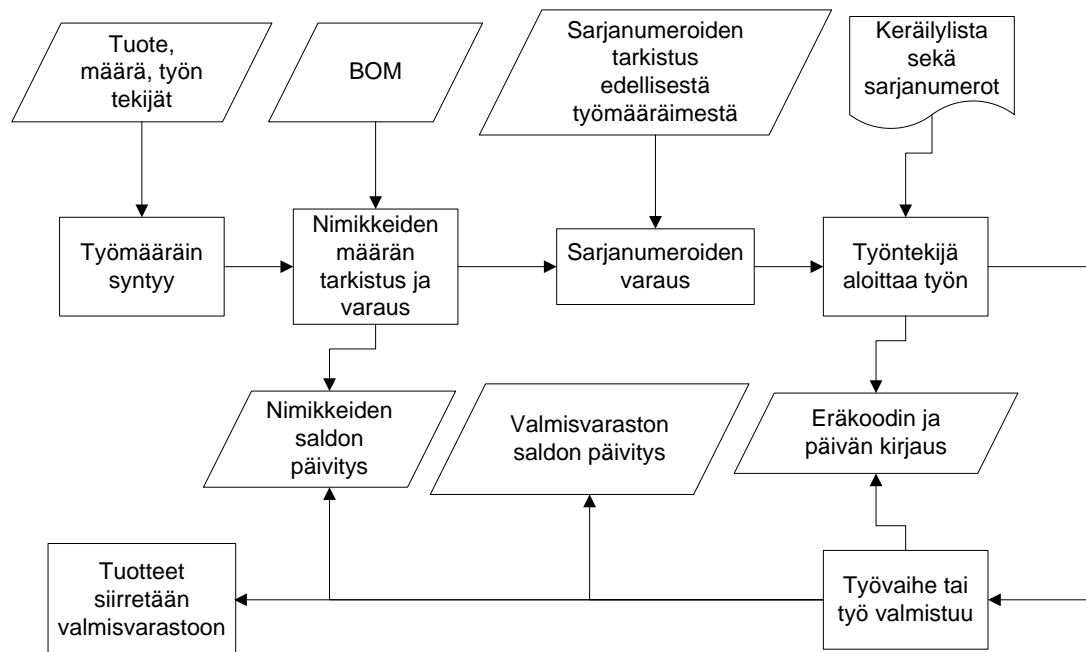
Järjestelmässä on oltava rekisteri, jossa on ajantasainen tieto työntekijöiden tuote- ja työvaihekoulutuksista. Näin työmääräimeen ei luontihetkellä tarvitse nimetä työntekijää eri työvaiheille. Kun työntekijä, jolla on kyseiseen tuotteeseen tai osaan sen työvaiheista koulutus, kirjautuu tunnuksellaan työasemansa päätteeseen, saa hän tiedon uudesta työmääräimestä. Työntekijä, jolla ei ole kyseiseen tuotteeseen tai sen ensimmäiseen työvaiheeseen koulutusta, ei saa päätteeseensä tietoa työmääräimestä.

Kun työntekijä aloittaa tuotantoerän valmistuksen, järjestelmä kirjaa automaattisesti tuotteen LOT-koodin. Myös ensimmäisen työvaiheen alkamispäivämäärä kirjautuu automaattisesti. Seuraavaksi järjestelmä näyttää materiaalikeräyslistan, jonka mukaan työntekijä suorittaa materiaalikeräilyn. Kun työntekijä on saanut työvaiheen päätökseen, kirjaa järjestelmä työvaiheen päättymispäivän sekä mahdollistaa seuraavan työvaiheen aloittamisen.

Tuotantoerän valmistuessa kirjautuu järjestelmään valmistunut eräkooko sekä mahdollisesti lisääntynyt tai vähentynyt materiaalikulu (jos osa erästä hylättiin tai osaan erää jouduttiin vaihtamaan komponentteja) ja päivämäärä. Nykyisestä järjestelmästä poiketen myös FIT-tarkastus sisällytetään työmääräimeen viimeiseksi työvaiheeksi. Tällöin järjestelmä päivittää välittömästi myös valmisvaraston saldon.



Kuviossa 5 on esitetty työmääräimien hallintaprosessi.



KUVIO 5. Työmääräimien hallinta

Päätelaitteeseen tulee olla mahdollista liittää myös työohjeet kunkin tuotannossa olevan työvaiheen mukaan, jolloin varmistetaan työohjeen käyttö sekä vapautetaan pöytätilaa ja nopeutetaan tuotantoa, kun työohjekansiosta ei tarvitse etsiä työvaiheiden ohjeita ja kansiota siirrellä tuotannon aikana. Koska työohjeet sekä niiden versiohistoria on tallennettu IMS-järjestelmään, on ajantasaiset työohjeet voitava liittää tietoteknisten mahdollisuuksien mukaan osaksi järjestelmää.

Tuotannon ohjaaja saa myös suoraan ajantasaisen tiedon siitä, missä vaiheessa kukin työmääräin on. Tämä tieto on olennaista saada näkymään erillisenä kaaviona, jolloin myyntihenkilö pystyy helpommin arvioimaan tulevia toimitusaikoja tuotteille.

Koska yhdellä työntekijällä saattaa olla usea työmääräin saman aikaisesti työn alla, pitää päätelaitteessa olla tila, josta näkyy yleiskatsaus työmääräimien tilaan ja vaiheeseen, jolloin työntekijän on helpompi suunnitella työvaiheiden ajoitusta. Tämä on tarpeen sen takia, että yrityksessä ohjataan tuotantoa pääsääntöisesti tuotantosuunnitelman mukaan, joka on karkeasti aikataulutettu ja joka saattaa muuttua kuukausittain tilanteesta riippuen. Myös valmisvaraston saldo priorisoi tuotantosuunnitelmaa. Tällöin on tarpeen pitää tuotanto joustavana ja antaa työntekijälle vastuuta tuotantosuunnitelman pitävyydestä.

### **5.2.1 Tuotantosuunnitelma ja kapasiteetin hallinta**

Tuotantosuunnitelma toteutetaan edellisvuoden menekin ja myyntiennusteen perusteella vuoden alussa. Jokaiselle tuotteelle on jo valmiiksi tehty työaikatutkimus, jolloin työhön kuluvat ajat voidaan kirjata järjestelmän rekisteriin. Rekisteriin on pystyttävä lisäämään uusia tuotteita työaikoineen sekä muuttamaan työhön kuluvia aikoja tarpeen mukaan. Koska yrityksessä ei käytetä koneistusasemia tuotannon apuna, järjestelmään ei ole tarvetta määrittää tuotantokoneiden kapasiteettimääriä.

Tuotantosuunnitelman mukaan voidaan karkeasti arvioida kapasiteetin riittävyys työtehtäviin ja työtehtävät voidaan jakaa sen mukaisesti ottaen kuitenkin huomioon valmisvaraston saldo ja tuotantosuunnitelman päivittyminen. Tuotantosuunnitelmasta on pystyttävä näkemään odottavat, alkaneet sekä valmistuneet työt ja alkaneiden töiden valmiusaste.

### **5.2.2 Odottavat työt**

Odottavat työt ovat niitä tuotantoeräiä, joita ei olla aloitettu, mutta ne on luotu ja asetettu luontipäivämäärän mukaiseen jonoon. Odottavia töitä voi olla jonossa useita. Kun tuotannosta vapautuu kapasiteettia, eli silloin kun aiempi tuotantoerä valmistuu, aloitetaan jonossa ensimmäisenä oleva odottava työ. Uusia työmääriä luodaan vapautuvan kapasiteetin, tuotantosuunnitelman sekä valmisvaraston saldon perusteella.

Koska järjestelmä varaa työmääräimen luontihetkellä tuotantoerän tarvitsemat nimikkeet nimikelistasta, on järjestelmässä oltava rekisteri keskeneräisestä tuotannosta (KET), johon merkitään odottavat sekä aloitetut tuotantoerät sekä niille varattujen nimikkeiden määrä. Nimikelistaan voi olla myös tarpeellista saada näkyviin nimikkeiden saldojen lisäksi se, kuinka paljon nimikkeitä on yhteensä varattuna odottaville ja alkaneille tuotantoerille, jos nimikkeiden saldoja halutaan tarkastella manuaalisesti.

Jos tuotantoerän tekeminen peruutetaan, palautuvat erälle varatut nimikkeet nimikelistan saldoon. Jos tuotantoerän kokoa muutetaan, päivittyvät varatut nimikkeet nimike- ja KET-listalle eräkoon muutosta vastaavasti.

### 5.2.3 Aloitetut työt

Odottava työ muuttuu alkaneeksi työksi silloin, kun järjestelmä kirjaa ensimmäisen työvaiheen alkaneeksi. Tällöin järjestelmä kirjaa mahdollisesti tuotantoerään aloitetut uudet nimike-erät alkaneeksi.

KET-listaa päivitetään aloitetun työn osalta vain silloin, jos tuotantoerän tuotantoprosessissa tapahtuu poikkeamia tai jos tuotantoerän kokoa muutetaan suunnitellusti. Prosessissa voi tapahtua poikkeama esimerkiksi silloin, kun nimikkeitä joudutaan käyttämään suunniteltua enemmän. Poikkeustapauksia varten työmääräimessä on oltava mahdollisuus merkitä muuttunut nimikkeiden kulutus tai erä koko järjestelmään, jolloin järjestelmä päivittää muuttuneen määrän KET-listaan. Samassa yhteydessä on oltava mahdollisuus kirjata tapahtumaan johtanut syy järjestelmään, jolloin työmääräintä tarkastellessa nähdään prosessista poikkeavat tapahtumat syineen. Poikkeavat tapahtumat on kirjattava, koska ne käsitellään kuukausittaisissa tuotantopalavereissa.

Vaatuslistan (liite 1, 1.4) mukaisesti viimeiseksi työvaiheeksi liitetään tuotantoerässä valmistuneiden tuotantoerien vapautus, jonka jälkeen tuotteet ovat myyntikuntoisia ja ne voidaan siirtää valmisvarastoon. Vapautus suoritetaan vain tuotenimikkeille, eli vapautusta ei tarvitse tehdä alikokoonpanoille.

### 5.2.4 Valmistuneet työt

Aloitettu työ muuttuu valmistuneeksi silloin, kun järjestelmä kirjaa viimeisen työvaiheen loppuneeksi. Tällöin järjestelmän on poistettava KET-listalta varatut nimikkeet ja päivitettävä tuotantoerän aikana mahdollisesti loppuneet nimike-erien loppumispäivämäärät nimikerekisteriin. Järjestelmän on myös päivitettävä valmistunutta tuotantoerää vastaava määrä tuotenimikettä nimike-erälistalle josta muuttunut saldo päivittyy nimike- ja valmisvarastolistalle.

### **5.2.5 Alihankkijalla teetettävät alikokoonpanot**

Alihankintana teetettyä tuote-erää tai tuotteen alikokoonpanoa ja siitä syntyviä dokumentteja on vaikeaa saada rekisteröityä sulavasti uuden järjestelmän kanssa, koska alihankkijalla pitäisi olla yhteensopiva järjestelmä Atrotech:n järjestelmän kanssa.

Tästä syystä vain tilaustapahtumat voidaan automatisoida niin, että alikokoonpanoa tilatessa järjestelmä kerää tiedot tuotteessa käytettävistä nimikkeistä, jotka mahdollisesti lähtevät Atrotech:stä alihankkijalle ja varaa nämä nimikkeet nimikelistasta. Keräily tapahtuu samoin kuin uutta tuote-erää aloitettaessa, mutta nimikkeet lähetetään alihankkijalle.

Myös tarvittavat dokumentit on muunnettava sähköiseen muotoon, jolloin järjestelmä voi kerätä tarvittavat dokumentit yhteen ja ne voidaan lähettää alihankkijalle tilauksen yhteydessä. Kun alihankkijalla teetetty tuote-erä saapuu Atrotech:iin, suoritetaan RIT kuten on selostettu kappaleessa 5.1 ostotilausten vastaanottotarkastuksessa.

### **5.2.6 Tarkastuspöytäkirjat ja välitarkastukset**

Työvaiheiden välissä tehdään tuotteesta riippuen useita erilaisia tarkastuksia. Tarkastukset on toteutettava työmääräimeen itsenäisinä työvaiheina, jolloin tarkastusohjeistus sekä tarkastuspöytäkirjat voidaan sisällyttää järjestelmän vaatimaan sähköiseen muotoon. Tarkastuspöytäkirjapohjia, revisiohallintaa ja päivitystä hallinnoi IMS-järjestelmä, josta uusin pöytäkirjaversio on tietoteknisten mahdollisuuksien mukaan voitava siirtää osaksi työvaihetta. Näin mahdollistetaan pöytäkirjojen sähköinen täyttö sekä säilytys ja ne voidaan linkittää osaksi tuotantoerää.

Koska työvaiheen, tässä tapauksessa välitarkastuksen, voi suorittaa vain työvaiheeseen koulutettu henkilö, varmistuu näin laatuvaatimusten mukainen käytäntö.

### **5.2.7 Jäljitettävyys**

Tuotannonaikainen nimikkeiden jäljitettävyys varmistuu, koska järjestelmä kerää automaattisesti tuotantoerissä käytettävät nimike-erät sekä päivittää nimike-erien ja työvaiheiden aloitus- ja lopetuspäivämäärät. Tuotantoerän tietoihin kerätään myös valmistunut eräkoko sekä erän sarjanumerot. Myös työvaiheiden tekijät jäävät järjestelmän rekisteriin.

Testaus- ja vapautusdokumentit linkittyvät tuotantoerään, jolloin niitä voidaan tarkastella sähköisessä muodossa. Dokumentteihin kirjautuu myös testauksen ja vapautuksen suorittaneet henkilöt sekä päivämäärät.

Tuotteen vikaantuessa järjestelmästä voidaan hakea sarjanumeron perusteella tuotantoerä sekä avata tuotantoerään linkitettyt dokumentit sekä materiaalikeräilylista. Keräilylistasta tulee nähdä tuote-erässä käytettyjen nimike-erien RIT-dokumentit sekä missä muissa tuotantoerissä kyseisiä nimike-eriä on käytetty.

## **5.3 Valmiiden tuotteiden hallinta**

Valmiita tuotteita varastoidaan lähetyshuoneessa niille määritetyillä paikoillaan. Kun tuotantoerä vapautetaan, siirretään tuotteet omille paikoilleen.

Koska järjestelmä mahdollistaa paperittoman toiminnan myös tilausten ja lähetysten hallintaan, on lähetyshuoneeseen järjestettävä päätelaite. Myös tuotteiden pakkaustarroihiin on joko merkittävä tuotteen nimikenumero, tai viivakoodi sekä päätelaitteeseen viivakoodin lukulaite. Viivakoodi nopeuttaa tuotteiden merkitsemistä pakkauslistaan huomattavasti.

### **5.3.1 Myynti**

Kun myyntihenkilö saa tilauksen asiakkaalta, tulee järjestelmän pystyä varaamaan tilauksen mukaiset tuotteen valmisvarastosta. Kun myyntihenkilö syöttää tilatut tuotteet sekä määrät järjestelmään, luo järjestelmä lähetyslistan, josta selviää tuote, lukumäärä, sekä lähetystunnus.

Myyntihenkilö toimittaa sähköisen lähetyslistan pakkaushuoneen päätelaitteelle, jolloin päätelaitteen tulee ilmoittaa lähetyslistan saapumisesta. Jos myyntihenkilö tekee usean lähetyslistan, on järjestelmän huomioitava aiemmat lähetyslistat sarjanumeroiden ja lähetystunnuksen osalta.

### 5.3.2 Lähetys

Kun lähetysuhuoneen päätelaite on ilmoittanut lähetyslistan saapumisesta, voi työntekijä avata lähetyslistan henkilökohtaisella tunnuksellaan. Järjestelmän tulee rekisteröidä lähetyslistan avannut henkilö sekä päivämäärä ja aloittaa pakkauslistan luominen.

Pakkauslistoja luodaan kaksi kappaletta, toinen lista lähtee asiakkaalle lähetyksen mukana ja toinen jää järjestelmän rekisteriin.

Tuotteet kerätään valmisvarastosta lähetyslistan mukaisesti ja kerättyjen tuotteiden nimikenumerot sekä sarjanumerot kirjataan pakkauslistaan. Vaihtoehtoisesti käytettäessä viivakoodeja, tuotteiden viivakoodit luetaan lukulaitteella, jolloin järjestelmä kirjaa automaattisesti kyseisen tuotteen nimikumeron sekä sarjanumeron pakkauslistaan.

Jos tuotteita kirjataan liikaa tai tuotetta ei ole lähetyslistassa, ilmoittaa järjestelmä asiasta. Kun kaikki tuotteet on kirjattu pakkauslistaan, voidaan lähetys pakata sekä lähetyksen mukana lähtevä pakkauslista tulostaa. Tämän jälkeen lähetyslista kuitataan lähetetyksi.

Kun lähetyslista on kuitattu lähetetyksi, poistaa järjestelmä tuotteet nimikelistasta, jolloin myös valmisvaraston saldo päivittyy. Lähetys kirjautuu järjestelmän rekisteriin lähetysnumerolla, jolloin lähetyksen pakkaus- ja lähetyspäivämäärä, lähetyslista sekä pakkauslista linkittyvät toisiinsa.

Koska ajoittain tulee tarve ottaa varalaitteita mukaan asiakaskäynneille, on järjestelmään pystyttävä syöttämään lainalaitteiden tiedot järjestelmään, jotta järjestelmä pystyy huomioimaan ”puuttuvat” sarjanumerot. Kun lainalaitteet palautetaan valmisvarastoon, kuitataan laitteet järjestelmään palautetuiksi, jolloin sarjanumerot palautuvat valmisvaraston käyttöön.

### **5.3.3 Lähetysten jäljitys**

Lähetyksiä tulee voida tutkia erilliseltä listalta, jota voidaan suodattaa asiakkaan, pakkaus- ja lähetyspäivämäärän, sarjanumeroiden, tuotantoerien ja lähetystunnuksen perusteella.

## 6 POHDINTA

Uuden järjestelmän suunnittelussa on huomioitu nykyisen tuotannon ohjauksen heikkoudet ja virheet, jolloin niiden toistuminen on pystytty välttämään ja korjaamaan. Järjestelmää määritettäessä on pyritty myös mukailemaan nykyisen ohjauksen toimintatapaa, jolloin prosessien ja toiminnan peruseriaatteet pysyvät mahdollisimman muuttumattomina. Näin ollen myös laatuvaatimuksiin vastaaminen toteutuu uudessa järjestelmässä samoin kuin se nykyisessä toiminnassa toteutuu.

Järjestelmän suunnittelussa on pyritty muodostamaan kokonaisuuksia eli moduuleita eri toiminnoista. Tällä on pyritty seuraamaan kaupallisten ERP-järjestelmien rakennetta ja selkeää toteutustapaa, jolloin järjestelmän toteutus helpottuu.

Koska ohjelmistojärjestelmien suunnittelu ja siinä piilevät rajoitteet eivät ole työn tekijän tiedossa, ei ohjelmiston rakentamista, niin kuin tässä opinnäytetyössä on määritetty, välttämättä pystytä toteuttamaan kaikkien määritysten mukaan. Tästä syystä opinnäytetyö toiminee paremminkin pohjana ohjelmiston suunnittelussa kuin tarkkana ohjeena.

Uuden järjestelmän hyvinä puolina voidaan pitää aiempaa selkeämpää jaottelua kokonaisuuksiin, jolloin toimintojen hallinta on selkeämpää ja näin ollen myös nopeampaa. Myös järjestelmän automaattisuus vapauttaa kapasiteettia tuotannon käyttöön ja poistaa useita inhimillisen virheen mahdollisuuksia. Markkinoinnissa voidaan nykytrendin mukaisesti hyödyntää ”vihreää” tuotantoa, koska järjestelmä vähentää huomattavasti, tai ideaalisesti toimiessaan poistaa kokonaan, paperidokumenttien käytön tuotannossa.

Verrattaessa työn tuloksia annettuihin vaatimuksiin, voidaan todeta, että vain muutama vaatimus ei tullut täytetyksi tai vain osittain täytetyksi. Ostotilausten automatisointivaatimusta (Liite 1, 1.7) ei voitu täysin toteuttaa, koska suurin osa yrityksen materiaaleista tilataan sähköpostitse tai puhelimitse, jolloin valmiita tilauslomakkeita ei käytetä. Ostotilausten ajankohtien automatisointi kuitenkin useimpien materiaalien osalta toteutui, koska järjestelmä tarkkailee määritettyjä varmuusvarastojen tasoja ja ilmoittaa järjestelmän käyttäjälle tasojen alituksista.



Linkitettävyyden (Liite 1, 1.9) dokumentteihin, ohjeisiin ynnä muihin toteutuminen ei täysin työssä toteutunut. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi tietoteknisistä kysymyksistä, toisin sanoen työn tekijän tietotaito kyseisestä alasta ei riittänyt ratkaisemaan eri järjestelmien linkitettävyyttä toisiinsa, koska kyseisiä dokumentteja ynnä muita hallinnoidaan IMS-järjestelmän kautta.

## LÄHTEET

Haverila, J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino Oy. 5. painos.

Heikkilä, J. & Ketokivi, M. 2005. Tuotanto murroksessa: Strategisen johtamisen uusi haaste. Helsinki: Talentum.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.

Markus, M.L., Tanis, C. & van Fenema, P.C. 2000. Enterprise resource planning: multi-site ERP implementations. Communications of the ACM: Volume 43 Issue 4.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus.

Public Logica: C9000 yleisesite.

[http://public.logica.com/~c9000/esitteet/C9000\\_yleis2.pdf](http://public.logica.com/~c9000/esitteet/C9000_yleis2.pdf). Luettu 22.10.2012.

## LIITTEET

### Liite 1. Vaatimuslista

- 1. Korvaa ja linkittää järjestelmät:** 1(3)
  - 1.1.** Job order
  - 1.2.** Inventaario (nimikkeet ja nimikelistä)
    - 1.2.1.** Myös puolivalmisteille ja valmiille tuotteille
    - 1.2.2.** Myös alihankkijat ja asiakkaat (ja potilaat) voidaan järjestää omalle listalleen saaden oman yksilöllisen nimikenumeron.
    - 1.2.3.** Jäljitettävyyden säilyttävä
  - 1.3.** RIT (tavaran vastaanotto)
  - 1.4.** Release (yhtenä työvaiheena)
    - 1.4.1.** Kaikissa tuotantoon liittyvissä tarkistuksissa, vapautuksissa, jne. on huomioitava QS/regulatory-vaatimukset!
  - 1.5.** Tilauksen vastaanotto ja device document
    - 1.5.1.** Pakkauslista tulee myyjältä pakkaajalle sähköisenä, sisältäen nykyisenlaiset tiedot. Pakkauslistaan päivittyy lähtevien tuotteiden määrä sekä nimike-/sarjanumero. Pakkaaja tulostaa pakkauslistan ja liittää listan lähetykseen (tällöin pakkauslista käy myös device documenttina).  
Varastosaldo päivittyy automaattisesti kun tilaus on lähtenyt.
    - 1.5.2.** Myös patient\_db tähän järjestelmään (kts. 2.a.i)
  - 1.6.** Valmisvarastokirjanpito
  - 1.7.** Ostotilausten tila
    - 1.7.1.** Ostojen automatisointi
  - 1.8.** (Viivakoodaus)
  - 1.9.** Lisäksi linkitys
    - 1.9.1.** työohjeisiin
    - 1.9.2.** recorderihin
    - 1.9.3.** tarroihin, käyttöohjeisiin (flyerit)
    - 1.9.4.** komponenttispekseihin
    - 1.9.5.** BOMmeihin
    - 1.9.6.** huoltohistoriaan
    - 1.9.7.** lähetyshistoriaan

### 1.9.8. tietojen hakuun

## 2. Laitteet ja käyttöoikeudet:

- 2.1. Tuotannossa jokaiselle tekijälle tabletti tai läppäri ja oma käyttäjätunnus ja salasana
- 2.2. Tuotannon tunnuksilla (per hlö) rajoitetut oikeudet
  - 2.2.1. Tavarain vastaanotto (RIT)
  - 2.2.2. Töiden kirjaaminen aloitetuksi, keskeytetyksi ja päätetyksi kellokorttisysteemillä (ei oikeutta aikaleimoin muutokeen -> pakottaa reaaliaikaiseen kirjaamiseen)
  - 2.2.3. Komponenttien /puolivalmisteiden kirjaaminen aloitetuksi ja loppuneeksi
  - 2.2.4. Pääsy linkitettyyn materiaaliin (työohjeet yms.)
- 2.3. Toimihenkilöillä käyttö omalla PC:llä ja laajemmat oikeudet
  - 2.3.1. Eri käyttäjätasot -> tietoturva
- 2.4. Toiminnan grafiikkanäkymä (UI)

## 3. Toiminta

- 3.1. Järjestelmässä inventoituna kaikki komponentit, puolivalmisteet ja valmisvarasto
- 3.2. Inventaario päivittyy RITtien, työvaiheiden aloituksen ja valmistumisen ja device documenttien mukaan
- 3.3. Tilattavalle tavaralle listaus prioriteetin mukaan (prioriteetti määräytyy varastosaldon, toimitusajan ja tarve-ennusteen perusteella)
- 3.4. Tilausten koon määrittämiseksi nähtävissä vuosikulutus tuotantotavoitteen perusteella
- 3.5. Tilausten seurannasta tulostettavissa mm. tulevat isommat laskut
- 3.6. Generoi automaattisesti ”job orderit” (myös puolivalmisteille) ja niille prioriteetit valmisvaraston, tuotantotavoitteen ja työaikojen perusteella
- 3.7. Job orderit näkyy tuotannossa priorisoituna työlistana, josta töitä voi valita tekoon
- 3.8. Järjestelmästä seurattavissa reaaliaikaisesti työaikoja, varastosaldoja ja tuotantosuunnitelman etenemistä

- 3.9.** Re-work, muu ”ylimääräinen hiertäminen”, tuotantoa avustavat hommat (p-tilan huollot, yms.), sudet, materiaalihävikki (ml. ”hapantuvat” materiaalit) kirjataan järjestelmään
- 3.10.** Työajat päivittyvät toteutuneiden aikojen mukaan ja päivittyneet ajat huomioidaan töiden generoinnissa ja priorisoinnissa
- 3.10.1.** Kannattanee määrittää normiajat per palikka (tuotannon suunnittelun pohjatieto) ja seurata toteumaa
- 3.10.2.** Jos toteuma heittää normista > 5% selvitetään ja kirjataan mistä johtuu
- 3.10.3.** Trendejä seurataan & normit katselmoidaan ainakin kerran vuodessa

NOTE:

Järjestelmää kannattaa pyrkiä hyödyntämään myös tuotannon (ext. ja int.) rekordeissa mahdollisuuksien mukaan

LÄHDE: Tommi Majaus & Toni Luopajarvi, Atrotech Oy, 2012