



OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU

KONETEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

# **TUOTANTOINFORMAATION HALLINTA ETO- YMPÄRISTÖSSÄ**

Sami Mikael Alajuuma

Diplomityö, jonka aihe on hyväksytty  
Oulun yliopiston konetekniikan koulutusohjelmassa 8.11.2016

Ohjaajat: Jyri Porter, Jouko Heikkala

# TIIVISTELMÄ

Tuotantoinformaation hallinta ETO- ympäristössä

Sami Mikael Alajuuma

Oulun yliopisto, Konetekniikan koulutusohjelma

Diplomityö 2017, 94 s. + 27 s. liitteitä

Työn ohjaajat: Jyri Porter, Jouko Heikkala

Työn tavoitteena oli parantaa tuotannonohjausta ja ohjattavuutta, sekä vähentää tuottamattoman työn määrää kokoonpanossa. Suurimpana ongelmana tuotannonohjauksen ja ohjattavuuden kehittämisessä yrityksen tapauksessa voidaan pitää hajautettuun tietojärjestelmään liitettäviä ongelmia. Tarvittava tieto on hankalasti löydettävissä ja sen takia myös hankalasti hyödynnettävissä. Yrityksellä on käytössään monia irrallisia tietojärjestelmiä, joiden välillä tieto ei kulje järjestelmästä toiseen, kuten ideaalitalanteessa olisi tarkoitus. Uusien keskitettyä tiedonhallintaa hyödyntävien tietojärjestelmien käyttöönotto on monivuotinen prosessi. Tämän vuoksi diplomityössä keskityttiin tekemään konkreettisia parannuksia, joita voidaan tehdä työn puitteissa lyhyelläkin aikavälillä. Työn tutkimusstrategiaksi valittiin kirjallisuustutkimus, joka kattoi rajallisen tutkimusotteen. Ratkaisua yrityksen tuotannonohjattavuusongelmaan lähdettiin hakemaan teoriaosuudessa käsiteltyjen vaihtoehtojen kriittisellä vertailulla yrityksen nykytilanteeseen. Yrityksen nykytilannekartoituksen ja pitkän tähtäimen kehityssuunnitelmat huomioon ottaen lähdettiin työssä hakemaan lyhyellä aikavälillä tehtäviä mahdollisia toimenpiteitä, jotka tukevat yrityksen pitkätähtäimen suunnitelmaa mahdollisimman hyvin. Konkreettisena toimenpiteenä tuotannonohjauksen parantamiseksi uudistetaan tuotannon FLOW-järjestelmä. FLOW-järjestelmään tuodaan mahdollisuuksien mukaan kaupallisille MES-järjestelmille (Manufacturing Execution System) tyypillisiä ominaisuuksia. Tuotannonohjattavuuden parantamiseksi suunniteltiin yrityksen ETO (Engineering to Order) eli tilausohjautuvaan suunnitteluun perustuvaan kokoonpanotuotantoon räätälöidyt tuotannon mittarit. Tuotannon mittareiden toteutus vaatii datan keräystävän ja käyttöliittymän muuttamista mittareille sopiviksi. Tuotannon käyttöliittymä

suunniteltiin uudestaan. Käyttöliittymään suunniteltiin tarvittavia leimauskohtia eri työvaiheisiin liittyen, ja käyttöliittymään suunniteltiin parannuksia, joiden avulla onnistutaan vähentämään tuottamattoman työn määrää. Käytännössä parannuksilla tarkoitetaan työskentelyyn tarvittavan tiedon löytymiseen tehtäviä parannuksia, sekä yleisiä muita parannuksia, joilla vähennetään työntekijän aikaisemmin monimutkaisina pidettyjen toimenpiteiden tekemistä. Käyttöliittymään linkitetään muun muassa suora pääsy kommunikointikeskuksen aloitussivulle, josta työntekijä voi helposti tehdä turvahavaintoja ja kehitysehdotuksia, sekä muita aiheeseen liittyviä toimenpiteitä.

Tuotannon käyttöliittymän ja tuotannon mittareiden suunnittelussa onnistuttiin loistavasti. Yleisesti tehtyihin toimintatapamuutoksiin ollaan monesti vastahakoisia, mutta yrityksen tapauksessa myös tuotannon lattiatason työntekijät suhtautuivat hankkeeseen positiivisesti. Positiiviseen suhtautumiseen vaikutti todennäköisesti monen asian summa, mutta yhtenä tekijänä voidaan pitää tuotannon työntekijöiden mukaan ottamista kehityshankkeeseen. Suunnitellusta uudesta käyttöliittymästä saatiin siisti, havainnollinen ja moderninnäköinen. Lisäksi käyttöliittymään suunniteltuihin parannuksiin oltiin yleisesti tyytyväisiä ja niillä pystytään helpottamaan päivittäistä työskentelyä. Käyttöliittymällä saadaan kerättyä tarvittava tieto mittareiden muodostamiseksi. Turhat aiemmin tehdyt merkinnät, jotka eivät tuo mittaukseen lisäarvoa, poistetaan käyttöliittymästä. Tuotantoon tuotuihin tabletteihin ja näyttöihin ollaan tyytyväisiä, ja niiden koetaan helpottavan työskentelyä ja työohjeiden lukemista. Käyttöön otettavia mittareita voidaan tehtyjen toimenpiteiden myötä esittää näytöissä sähköisessä muodossa ja mittareiden avulla voidaan muodostaa yhteenveto jokaisen projektin läpiviennin onnistumisesta. FLOW-järjestelmään tehtävien muutoksien suunnittelussa onnistuttiin hyvin. Tehtävien kehitystoimien myötä FLOW-järjestelmä vastaa ominaisuuksiltaan yhä enemmän kaupallisia MES-järjestelmiä.

*Asiasanat: Tuotannon mittarit, Tilausohjautuva suunnittelu, Tuotannonohjausjärjestelmä, Tuotetiedonhallinta, Tuotannonhallinta*

# **ABSTRACT**

Production Information Management in an engineering-to-order environment

Sami Mikael Alajuuma

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Master's thesis 2017, 94 p. + 27 p. appendixes

Supervisors: Jyri Porter, Jouko Heikkala

The aim of this master's thesis was to improve production management and controllability and also try to reduce nonproductive work in assembly. The biggest problems in trying to improve the company's production management and control are related to the decentralized information management system. The needed data can be difficult to find and utilize. Presently the company is using many data systems that do not communicate with each other. Employing a new centralized information management system is a time consuming process. Therefore, the focus of this thesis is on practical improvement that can be realized in the short term. The research strategy was chosen the literature survey, which was taken into account a limited group of materials and surveys. Production management problems were tackled by comparing theoretical alternatives to current practices.

As a result the production system in use, FLOW, was redesigned with an objective to integrate features of commercial manufacturing execution systems into it. Key performance indicators (KPI) were customized for engineered-to-order (ETO) assembly work with an aim to improve production control. Implementation of the new KPI's required changes to the user interface, and to the data gathering. While planning the user interface improvements were made to include checklists for assembly and to reduce unprofitable work. In practice the improvements help in finding needed information and reduce the amount of tasks previously seen as complicated. In addition, a direct link from the user interface to the communication center webpage enables the user to give feedback and report safety observations or continuous improvement ideas.

Planning the new user interface and the KPI's was a success. Often reforms and improvements of working practices are received reluctantly. However, in this case also the assembly workers had a positive attitude towards the project. Involving the workforce in developing their own work was likely one of the reasons for this. The look of the newly designed user interface is clear, illustrative and modern. Users were generally satisfied with the improvements which were seen to facilitate daily work. All the data required by the KPI's can now be gathered while previous unnecessarily fed entries have been removed. Workers on the shop floor are satisfied with the tablet computers and displays as they assist in performing work tasks and reading instructions. The new KPI's will be easy to display on the shop floor in real time. It will also be possible to summarize how well projects have succeeded, and highlight problems. We make the grade with the development of FLOW. Its features increasingly resemble those of commercial MES-systems.

*Keywords: Key Performance Indicator, Engineering to Order, Manufacturing Execution System, Product Data Management, Production Management*

## ALKUSANAT

Diplomityö tehtiin ETO-ympäristössä toimivaan kokoonpanoteollisuuden yritykseen. Työn tarkoituksena oli kehittää yrityksen tuotannonohjattavuutta. Työssä etsittiin ratkaisuja, joiden avulla voidaan parantaa tuotannossa käytettävän tiedon saatavuutta ja laatua yhdessä päätöksen teon tukena. Olen kiitollinen, että sain tehdä diplomityöni juuri kyseisestä aiheesta. Aihe on minulle erittäin läheinen, ja tehdessäni tätä diplomityötä huomasin, että en ole turhaan opiskellut vuosia aiheeseen läheisesti liittyviä asioita.

Diplomityötä voidaan mielestäni pitää eräänlaisena välivaiheena opiskelun ja työelämän välillä. Minulle diplomityö on merkinnyt suurta muutosta elämässä. Diplomityö on toiminut pehmeänä laskeutumisena työelämään. On ollut mahtavaa päästä tekemään diplomityö yritykseen, jossa halutaan panostaa ajankohtaiseen kehityksen alla olevaan aiheeseen. En olisi voinut toivoa parempaa aihetta diplomityölleni. Haluan kiittää ohjaajiani, sekä yrityksen, että yliopiston puolesta, sekä muita työhön osallisena olleita henkilöitä, ilman heidän apuaan työnsuoritus ei olisi ollut mahdollista. Haluan myös kiittää Oulun yliopiston säätiötä, jonka kautta yritys pystyi maksamaan palkkion diplomityöstä. Erityiskiitoksen haluan osoittaa vanhemmilleni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua opiskelussa. Haluan osoittaa kiitoksen myös yliopisto-opettajilleni, jotka ovat luennoineet ja tutkineet aihetta, ilman heidän osaamista ja työtään ei minulla olisi ollut tarvittavaa tietämystä työn suorittamiseksi. Erityiskiitoksen haluan osoittaa myös ohjaajilleni sekä yrityksen, että yliopiston puolesta. Yrityksen puolelta haluan kiittää Villeä hyvistä neuvoista ja erityisesti ohjaajaani Joonasta, joka on ollut aktiivisesti ja läheisesti mukana ideoimassa ja kehittämässä työssä käsiteltäviä asioita. Yliopiston puolelta erityiskiitokseni haluan osoittaa ohjaajalleni Jyrille, häntä haluan kiittää asian tuntevasta ohjauksesta sekä mielenkiinnosta ja pitkäjänteisestä työpanoksesta diplomityön eteen.

Oulu, 31.1.2017



Sami Alajuuma

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

MERKINNÄT JA LYHENTEET

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO .....  | 9  |
| 2 TEOREETTINEN TAUSTA .....   | 11 |
| 2.1 Tiedonhallinta .....  | 12 |
| 2.1.1 MES – Manufacturing Execution System .....                        | 15 |
| 2.1.2 MES – järjestelmästä haluttavat hyödyt .....                      | 19 |
| 2.1.3 MES – järjestelmän implementoinnin haasteet .....                 | 24 |
| 2.2 Tuotannon mittarit.....   | 25 |
| 2.2.1 Tuotannon mittaamisen perusteet .....                             | 26 |
| 2.2.2 Tuotannon mittaaminen ETO-ympäristössä.....                       | 32 |
| 2.2.3 Laadun vaikutus tuottavuuteen .....                               | 33 |
| 3 TUTKIMUSSTRATEGIA.....  | 35 |
| 4 NYKYTILANNEANALYYSI .....   | 36 |
| 4.1 Tiedonhallinta yrityksessä.....                                     | 37 |
| 4.2 Tuotannonohjattavuuden nykytilanne .....                            | 39 |
| 4.3 Käytössä olevat tuotannon mittarit.....                             | 44 |
| 5 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN .....                                 | 46 |
| 5.1 MES-järjestelmän käyttöönotto .....                                 | 46 |
| 5.1.1 Nykyisen FLOW-järjestelmän kehittäminen .....                     | 47 |
| 5.2 Mittareiden suunnittelu ETO-ympäristöön .....                       | 48 |
| 5.2.1 Käytössä olevien mittareiden tunnistaminen ja analysointi.....    | 49 |
| 5.2.2 KPI mittarien kehittäminen.....                                   | 51 |
| 6 KÄYTÄNNÖN TOIMENPITEET TUOTANNONOHJATTAVUUDEN<br>PARANTAMISEKSI ..... | 61 |
| 6.1 Käyttöliittymän kehittäminen.....                                   | 61 |
| 6.2 Uuden teknologian käyttöönotto .....                                | 66 |
| 6.3 Mittareiden esittäminen tuotannossa.....                            | 67 |
| 7 TULOKSET JA POHDINTAA .....   | 74 |

|   |    |
|---|----|
| 8 TULEVAISUUDEN JATKOKEHITTÄMINEN ..... | 85 |
| 9 YHTEENVETO .....                      | 90 |
| 10 LÄHDELUETTELO.....                   | 93 |
| LIITTEET                                |    |



## **MERKINNÄT JA LYHENTEET**

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| APS  | Advanced Planning and Scheduling    |
| CAD  | Computer Aided Design               |
| CAM  | Computer Aided Manufacturing        |
| ERP  | Enterprise Resource Planning        |
| ETO  | Engineering To Order                |
| ISA  | International Society of Automation |
| KPI  | Key Performance Indicator           |
| MES  | Manufacturing Execution System      |
| MOM  | Manufacturing Operations Management |
| PDM  | Product Data Management             |
| PLM  | Product Lifecycle Management        |
| RFID | Radio-Frequency IDentification      |

# 1 JOHDANTO

Diplomityö tehtiin ETO-ympäristössä toimivaan kokoonpanoteollisuuden yritykseen, jossa oli meneillään laajamittainen hanke yrityksen tietojärjestelmien ja tuotannon virtauksen parantamiseksi. Työn tavoitteena on kehittää yrityksen tuotannonohjausta ja ohjattavuutta. Työssä etsitään konkreettisia kehitystoimenpiteitä, jotka tukevat muita yrityksen tämän hetkisiä kehityshankkeita. Työn puitteissa tehtävät kehitystoimenpiteet pohjautuvat työn teoriaosuudessa käsiteltyihin asioihin. Yrityksen nykytilaa vertaillaan kriittisesti tutkijoiden ajankohtaiseen teoriatietoon aiheesta, jonka pohjalta työssä käsiteltyjä kehitystoimia lähdetään suunnittelemaan.

Suurimmat ongelmat tuotannonohjauksen ja ohjattavuuden kehityksessä liittyvät käytössä oleviin tietojärjestelmiin. Tietojärjestelmähankkeen tarkoituksena on nykyaikaistaa yrityksen käytössä olevat tietojärjestelmät. Tietojärjestelmiin liittyvät ongelmat ovat tällä hetkellä erittäin ajankohtaisia monelle valmistavan teollisuuden yritykselle. Käytössä olevat järjestelmät käyttävät hajautettua tiedonhallintaa. Hajautettu tiedonhallinta ei mahdollista reaaliaikaisen informaation hyödyntämistä yrityksen organisaatioiden välillä.

Nykyaikaiset tietojärjestelmät hyödyntävät keskitettyä tiedonhallintaa ja reaaliaikaisen tiedon saatavuus on mahdollistanut entistä tehokkaamman resurssien käytön. Yrityksien tarpeisiin on kehitetty kaupallisia tuotannonohjaukseen suunniteltuja MES-järjestelmiä, joiden avulla voidaan tehokkaasti optimoida käytettävissä olevat resurssit. Nykyaikaiset tuotannonohjaukseen tarkoitetut järjestelmät vaativat toimiakseen muita toimintaa tukevia järjestelmiä, jotka hyödyntävät keskitettyä tiedonhallintaa. Tietojärjestelmien käyttöönottoaminen on pitkäaikainen prosessi. Yrityksellä, johon diplomityö tehtiin, ei ole käytössä keskitettyä tiedonhallintaa hyödyntäviä järjestelmiä. Yrityksellä on kuitenkin tarkoitus siirtyä kohti keskitettyä tiedonhallintaa, ottamalla käyttöön uusia tietojärjestelmiä.

Yrityksellä on käytössään tuotannonohjaukseen tarkoitettu itse kehitetty FLOW-järjestelmä, jota on kehitetty hanke hankkeelta paremmaksi. FLOW-järjestelmää halutaan jatkossakin kehittää vastaamaan nykyisiä kaupallisia MES-järjestelmiä.

Nykyaikaisiin tuotannonohjausjärjestelmiin liittyy 11 toiminnallisuutta. Lähes kaikkiin toiminnallisuuksiin liittyy jossain määrin keskitetyn tiedonhallinnan hyödyntäminen. Eräs toiminnallisuuksista, joka ei ole voimakkaasti liitoksissa keskitettyyn tiedonhallintaa, on suorituskyvyn analysointi. Tällä tarkoitetaan käytännössä suorituskykymittareita. Suorituskykymittarien kehittäminen on konkreettinen ja toteutettavissa oleva toimenpide, joka palvelee taustalla olevia tietojärjestelmähankkeita.

Diplomityön aihe spesifioitui tuotannon mittarien kehittämiseen yrityksen tarpeisiin. Tuotannon mittarien suunnittelussa täytyy huomioida tarvittavan datan kerääminen, jotta mittarit voidaan toteuttaa, sekä tapa, jolla mittaustuloksia voidaan havainnollisesti esittää. Kaikki tämä vaati muutoksia myös tuotannonohjaukseen käytettävään FLOW-järjestelmään. Järjestelmään tarvittavia muutoksia suunniteltaessa on myös järkevää tehdä samalla muita toimintaa tukevia muutoksia, joiden avulla järjestelmää kehitetään vastaamaan muiltakin toiminnallisuuksiltaan enemmän kaupallisia MES-järjestelmiä.

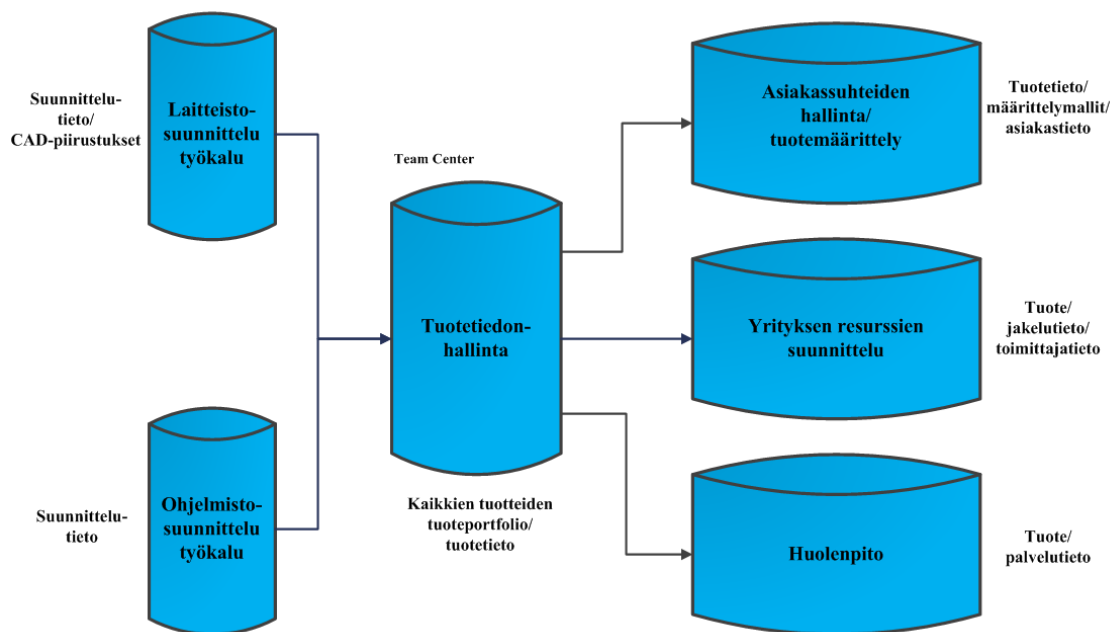
## 2 TEOREETTINEN TAUSTA

Useimmissa pk-yrityksissä mietitään tällä hetkellä miten tiedonhallintaa ja tuotannonohjattavuutta tulisi kehittää, jotta ne pystyisivät vastaamaan nykypäivän haasteisiin. Tiedonhallinta ja tuotannonohjattavuus ovat kehittyneet viime vuosikymmeninä todella paljon kaupallisten järjestelmien myötä. Useimmissa yrityksissä tuotannonohjausta hoidetaan tällä hetkellä vielä ERP-järjestelmän eli yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän ja lukuisten Excel-taulukoiden avulla, vain harvoissa yrityksissä on käytössä tuotannonohjaukseen tarkoitettu MES-järjestelmä. Tietojärjestelmien muuttaminen on iso ja pitkäaikainen prosessi, joka vaatii paljon yrityksen resursseja. Monella pienemmällä yrityksellä ei ole tarvittavia resursseja tietojärjestelmien muutokseen. Useissa yrityksissä ollaan tilanteessa, jossa ainoaksi mahdollisuudeksi lyhyellä aikavälillä jää käytössä olevan järjestelmän kehittäminen. Käytössä olevia itse tehtyjä järjestelmiä, jotka ovat räätälöity yrityksen tarpeisiin, täytyy kehittää vastaamaan paremmin kaupallisia MES-järjestelmiä. MES-järjestelmiin liitettyjä ominaisuuksia pyritään tuomaan itse rakenneltuihin tuotannonohjausjärjestelmiin. Eräs tällainen ominaisuus on suorituskyvyn analysointi. Käytännössä tällä tarkoitetaan suorituskykymittareita, joiden avulla voidaan mitata yrityksessä tärkeiksi havaittuja asioita. Mittaamalla pystytään kehittämään tuotantoprosesseja ja tätä kautta kehittämään tuotannonohjausta.

Työn teoreettisessa taustassa käsitellään yleisesti tämän hetkistä käsitystä, siitä miten tiedonhallinta tulisi toteuttaa. Käytännössä ideaalinen tavoite, johon yrityksissä tulisi pyrkiä, on pyrkimys kohti keskitettyä tiedonhallintaa. Keskitettyä tietojärjestelmää voidaan tehokkaasti hyödyntää erilaisilla kaupallisilla ohjelmistoratkaisuilla. Teoriassa keskitytään erityisesti MES-järjestelmiin eli tietokonepohjaisiin tuotannonohjausjärjestelmiin, sekä tuotannon mittareihin, jotka ovat osa MES-järjestelmien ominaisuuksia. Mittarit ovat olennainen osa teoriaa. Teoriassa käsitellään yleisesti MES-järjestelmiä, ja mihin MES-järjestelmiä käytetään, sekä millaisia ominaisuuksia niihin liitetään. Lisäksi käsitellään MES-järjestelmien implementointiin liittyviä ongelmia, sekä yleisesti tuotannon mittareita ja minkälaisia erityisvaatimuksia ETO-tuotanto niille tuo. Lopuksi sivutaan laadun vaikutusta tuottavuuteen.

## 2.1 Tiedonhallinta

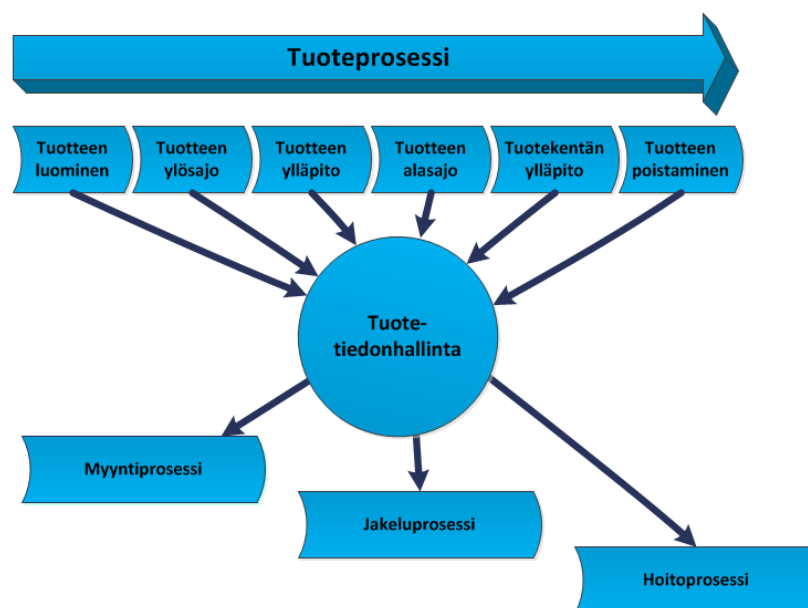
Tuotetiedonhallinnan helpottamiseksi on kehitetty joukko työkaluja ja menetelmiä, joiden avulla voidaan tehokkaasti hallita tuotetietoa. Tuotetiedon tehokas hallinta perustuu ajantasaiseen automaattisesti päivittyvään eksaktiin ja valvottuun tuotetietoon, jota hallitaan keskitetysti yhdessä paikassa. PDM eli Product Data Management suomeksi tuotetiedonhallinta yhdistää ja hallinnoi kaikkea informaatiota, joka määrittää tuotteen suunnittelusta valmistukseen, aina asiakkaalle asti. Tähän sisältyy myös tuotteen hoitoprosessi, joka käsittää laitteiden huollon ja ylläpidon laitteiden käyttöajan osalta. Kuvassa 1 on esitetty malliesimerkki, siitä miten tiedonhallinta tulisi yrityksissä toteuttaa. (Tolonen 2016)



Kuva 1. Tiedonhallintajärjestelmät kaavio (mukaiillen Tolonen 2016)

Tuotetiedonhallinta voidaan nähdä yhdistävänä työkaluna, joka yhdistää eri alueita, jotka takaavat, että oikea tieto on oikeassa muodossa saatavilla oikeaan aikaan. Tuotetiedonhallintajärjestelmät johtavat nopeampaan työhön, parempaan lopputulokseen, vähentävät virheitä ja saavat aikaan paremman virtauksen läpi eri organisaatioiden. Edellyttäen, että järjestelmät ovat otettu käyttöön onnistuneesti, ilman hätköintiä käyttöönotto vaiheessa. (Tony Liu & William Xu 2001)

Oikein rakennettu tuotetiedonhallinta mahdollistaa, että informaatio on ajantasaista, johdonmukaista ja helposti saatavilla. Erittäin harvoilla pk-yrityksillä on käytössään edellä kuvaillun mukainen oikein rakennettu tiedonhallintajärjestelmä, jonka tiedon oikeellisuutta hallinnoi oma organisaatio. Yleensä yrityksillä on aikojen saatossa kertynyt useita irrallisia ohjelmistoja, jotka eivät kommunikoi keskenään. Tietoa on kerätty eri paikkoihin, tämä hankaloittaa tiedon käsittelyä. Yrityksen eri organisaatioilla täytyisi olla käytössään ajantasaista tietoa toistensa tekemisistä ja tilanteesta, jotta niiden yhteistyöllä voitaisiin saavuttaa maksimaalinen hyöty. Tuotteiden elinkaariajattelu on olennainen osa tuotetiedonhallintaa. Elinkaariajattelun avulla estetään muun muassa tuoteportfolion liiallinen kasvaminen, joka sitoo resursseja ja syö uusien tuotteiden markkinaosuutta. Product Lifecycle Management (PLM) eli tuotteen elinkaarenhallinta luo pohjan elinkaariajattelulle, jonka avulla voidaan tuoteportfoliosta hallitusti poistaa vanhentuneet tuotteet. Tuotteilla on tuotteesta riippuen eripituinen elinkaari, monilla teknologiatuotteilla se on erittäin lyhyt verrattuna muihin tuotteisiin. Tämän takia juuri useat teknologia tuotteet ovat alttiimpia muutoksille. Tiedonkulkuongelmat aiheuttavat yleisesti tappioita yritykselle. Tuotteen elinkaarenhallinta perustuu käytettävissä olevaan oikeaan tuotetietoon. Tuotteen elinkaari on esitetty kuvassa 2. (Tolonen & Haapasalo 2016)



Kuva 2. Tuotteen elinkaarenhallinta osana tuotetietoutta (mukailten Tolonen & Haapasalo 2016)

Suunnittelijoilla on tietämys uuden teknologian kehittämisestä ja ajankohdasta, jolloin tätä uutta teknologiaa voidaan ottaa käyttöön yrityksen tuotteissa. Suunnittelun täytyy tehdä yhteistyötä muiden sidosryhmien kanssa, jotta siirtyminen vanhoista tuotteista uusiin on hallittu. Käytännössä tämä tarkoittaa, että markkinointi tietää markkinoida uutta tuotetta ja myynti tietää hankkiutua vanhoista tuotteista eroon, etteivät ne jää varastoon lojumaan, kun uudet tuotteet tulevat korvaamaan vanhat. Tuotetietoa käyttävät organisaatiot on esitetty kuvassa 3. Kaikilla sidosryhmillä on oma tehtävänsä prosessissa. Ilman elinkaariajattelua vanhentuneiden tuotteiden alasajo ei tapahdu hallitusti, tällöin eri organisaatiot eivät ole ajan tasalla toistensa tekemisistä. (Tolonen 2016)



Kuva 3. Tuotetietoa käyttävät organisaatiot

Keskitetyn tiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla ja tuoteportfolion määrittelemisellä yhdessä kaikkien muiden järjestelmien kanssa saadaan luotettavasti määriteltyä jokaisen yksittäisen projektin valmistukseen käytettävät resurssit. Tämä mahdollistaa jaottelun, mitkä yrityksen tuotteista ovat tuottavat voittoa ja mitkä tappiota, sekä hyvän arvion euromääristä. Tätä voidaan pitää ratkaisevana tekijänä yrityksen tulevaisuuden toiminnalle. Arviolta 5-10 % yrityksen tuotteista tuottavat voittoa, loput plus miinus nolaa tai tappiota. Yleinen harhaluulo yrityksissä on, että niin sanotut volyymituotteet ovat yrityksen toiminnan kannalta tärkeimmät. Volyymituotteiden oletetaan tekevän yrityksen toiminnasta kannattavaa. Monesti kuitenkin näin ei ole. Volyymituotteita

ovat siis tuotteet, jotka muodostavat enemmistön yrityksen myynnistä. Tyypillisesti juuri volyymituotteiden myyntikate on erittäin pieni, monesti jopa nolla tai pahimmassa tapauksessa negatiivinen. Jotta yrityksellä olisi tulevaisuutta, täytyy yritystoiminnan säilyä voitollisena, toisin sanoen yrityksen tulee pyrkiä mahdollisuuksien mukaan järjestelmällisesti eroon tappiota tuottavista tuotteista. Yritys voi myös muuttaa toimintamalliaan, siten että tällä hetkellä tappiota tuottavat tuotteet saadaan vähintäänkin tappiota tuottamattomiksi. Ilman tuoteportfolion määrittelyä ei voida sanoa, mitkä yrityksen tuotteista tuottavat voittoa, ja mitkä eivät. Tuoteportfolionhallinta on avainasemassa yrityksen menestyksen suhteen. (Tolonen 2016)

### **2.1.1 MES – Manufacturing Execution System**

MES (Manufacturing Execution System) suomeksi tuotannonohjausjärjestelmä on tietokonepohjainen tuotannonhallinnan työkalu. MES-järjestelmiä käytetään yleisesti yrityksissä, joilla on omaa tuotantoa. MES-järjestelmien avulla optimoidaan käytössä olevia resursseja sekä prosesseja. Niiden avulla parannetaan tuotannon suorituskykyä ja saadaan kustannustehokkaita ratkaisuja. MES-järjestelmiin liittyy erittäin läheisesti APS-järjestelmät (Advanced Planning and Scheduling) eli tuotannosuunnittelun aikataulutukseen ja hienokuormitukseen käytettävät järjestelmät. On olemassa puhtaasti niin sanotusti toisistaan irrallisia MES- ja APS-järjestelmiä, kun taas joissakin tapauksissa APS-toiminnollisuuden katsotaan enemmän tai vähemmän sisältyvän MES-järjestelmän toiminnollisuuksiin. Monesti puhutaan yleisesti MES-järjestelmistä, kun tarkoitetaan järjestelmää, joka toteuttaa mitä tahansa MOM-toiminnollisuutta (Manufacturing Operations Management) suomeksi valmistuksen toimintojen hallinta. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

MES-järjestelmät toimivat osana yrityksen tiedonhallintaa. Globaalin kilpailun ja teknologian kehityksen myötä on yrityksillä tarve kehittää toimintoja, tuottamaton toiminta täytyy pyrkiä minimoimaan ja ajan käyttöä tulee tehostaa. Tuotannonohjausjärjestelmät ovat tulleet korvaamaan ERP-järjestelmän (Enterprise Resource Planning) eli yritykseen toiminnanohjausjärjestelmän ja lukuisten Excel taulukoiden käytön tuotannonohjauksessa. Eeva Järvenpää ja Minna Lantz ovat tehneet tutkimusta aiheeseen liittyen, sekä haastatelleet tutkimuksessaan edustajia 25 eri



valmistavan teollisuuden yrityksestä. Suurin osa yrityksistä toimi konepajateollisuudessa. Tutkimuksesta ilmenee, että vain muutamalla näistä yrityksistä oli käytössä tuotannonohjaukseen tarkoitettu MES-järjestelmä. APS-järjestelmää ei ollut käytössä yhdelläkään yrityksellä. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

Ongelmana ERP-järjestelmän, Excel-taulukon ja paperisten dokumenttien avulla hoidetussa tuotannosuunnittelussa on muutostilanteisiin reagoimisen kankeus, muutokset vaativat paljon manuaalista päivitystyötä, pahimmassa tapauksessa lukuisiin eri paikkoihin, joka hidastaa prosessia ja tekee tiedonhallinnasta virhealtista. Tiedon hyödyntäminen hankaloituu ja tieto on hankalasti saatavilla, kun tietoa on useissa toisistaan irrallisissa paikoissa. Tuotannossa eniten häiriötilanteita aiheutuu yllättävistä muutoksista tuotannossa, kuten muun muassa osapuutteista, sekä tuotantoon liittyvistä häiriötekijöistä. Lantz ja Järvenpään tekemän tutkimuksen perusteella yrityksissä oli tiedostettu tai viimeistään haastattelutilanteessa tiedostettiin tarve yhtenäistää tietojärjestelmiä. Paperisista dokumenteista haluttiin pyrkiä mahdollisuuksien mukaan eroon ja siirtyä sähköisten dokumenttien pariin. Sähköisten dokumenttien eduksi nähtiin tiedon jatkokäsittelyn helppous, sekä paperidokumenttien tulostamisesta ja säilömisestä aiheutuvat kustannussäästöt, myös tiedonsiirron nopeutuminen nähtiin merkittävänä etuna. Lantz ja Järvenpään mukaan yritykset kertoivat, että tuotannonohjattavuutta vaikeuttaa reaaliaikaisen tiedonpuute lattiataason tapahtumista. Tiedonkulku tuotannon ja muiden osastojen välillä tapahtuu jatkuvalla viiveellä, joka hidastaa reagoimista havaittuihin tarpeisiin. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

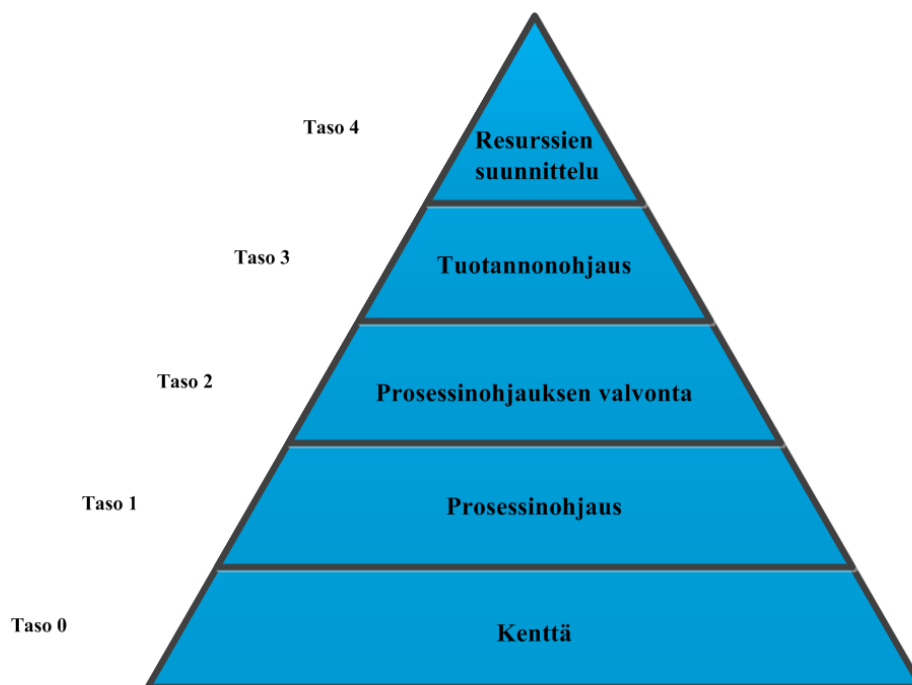
Suurin osa Lantz ja Järvenpään tutkimuksessa haastattelemissa yrityksistä oli tunnistanut lukuisia ongelmia tuotannonohjattavuuteen liittyen. Lähes kaikki esille nousseet ongelmat tuotannonohjattavuudessa on ratkaistavissa MES-järjestelmän käyttöönottamisella. Tutkimuksessa esille nousseet haasteet johtuvat suureksi osaksi siitä että, yritetään työskennellä järjestelmillä, jotka eivät ole tarkoitettu kyseiseen työskentelyyn. Monet haastatellut olivat siinä uskossa, että nykyisellä ERP-järjestelmän ja Excel-taulukoiden systemaattisella hyödyntämisellä läpi yrityksen kaikkien toimintojen voidaan ratkaista tuotannosuunnitteluun ja tuotannonohjaukseen liittyvät ongelmat. Tämä on osaksi totta, jotkut ongelmat voidaan ratkaista systemaattisella työllä, mutta tällä menettelytavalla ei silti voida ratkaista tuotannon hienokuormitukseen ja sen simulointiin liittyviä ongelmia. Edellä mainittua menettelytapa voidaan käyttää

tuotannon karkea kuormitukseen ja ohjaukseen. Syy sille, miksi sitä ei voida hyödyntää, on se, että ERP ja Excelit eivät tarjoa takaisinkytkentää tuotannon lattiatasolta suunnitteluun. Muun muassa osapuutoksista johtuvat uudelleen aikataulutukset tuovat ylitse pääsemättömiä ongelmia, jotka eivät ole ratkaistavissa. Juuri muun muassa tästä ja lukuisista muista tuotannonohjattavuuteen liittyvistä syistä on kehitetty ratkaisuksi MES- ja APS-järjestelmiä. Nämä järjestelmät mahdollistavat lattialla tapahtuvien tapahtumien reaaliaikaisen seurannan ja mahdollistavat täten nopean reagoinnin mahdollisiin esiin tuleviin häiriöihin ja muutoksiin. Kaikkea eivät nämäkään järjestelmät ratkaise, mutta niistä on merkittävää apua. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

Lantz ja Järvenpään haastattelemissa yrityksissä oli tehty erilaisia toimenpiteitä tuotannonohjattavuuden kehittämiseksi, vaikkei suuria järjestelmämuutoksia ollutkaan useimmissa kohdeyrityksissä tehty. Leanin mukaiset kehitystoimet tuotannonohjattavuuden parantamiseksi nähtiin suurimmassa osassa yrityksiä lisäarvoa tuoviksi ja arvokkaiksi asioiksi. Kehitystoimenpiteitä oli jossakin määrin yrityksissä otettukin käyttöön. Suurimpana ongelmana yrityksissä nähtiin kuitenkin uusien järjestelmien käyttöönoton osalta resurssien puute ja yleisesti ottaen oli unohdettu, että Leanissa on kuitenkin pohjimmiltaan kyse jatkuvasta parantamisesta, eikä kertaluontoisesta hankkeesta toiminnan kehittämiseksi. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

ISA-95 standardin mukaan MOM-toiminnollisuuksiin kuuluvat valmistavan tuotantoympäristön toiminnot, joiden avulla ohjailaan työntekijöitä, valmistukseen käytettäviä laitteita, valmistukseen käytettävää materiaalia, sekä energiaa valmistettaessa tuotteita ja osia. MOM-toimintoihin kuuluvat tuotannon aikataulutukseen ja suunnitteluun, datan keruuseen ja raportointiin liittyvät toiminnollisuudet. Alapuolella esitetyssä kuvassa on esitetty ISA-95 standardin viisi hierarkia tasoa, joista taso kolme on MOM-taso. Taso kolme koostuu konkreettisista toiminnoista, kuten tuotannon aikataulutuksesta, tuotannon käskytyksestä ja seurannasta, tuotantotiedonkeruusta ja raportoinnista, resurssien hallinnasta, kunnossapidosta, varastoista ja laadun hallinnasta. (ISA-95- standardi); (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

ISA-95 standardi on kehitetty määrittelemään valmistusyrityksen organisaatiolle viisi hierarkiatasoa. Tasot 0, 1 ja 2 edustavat prosessin hallinnointitasoja, joiden pääsääntöinen tehtävä on suoraan kontrolloida fyysistä lattiatasoa. Taso 3 on tuotannonohjaustaso, joka koostuu useista toiminnoista. Toimintojen tarkoituksena on valmistella, valvoa ja pitää huolta, että tuotantoon liittyvät edellytykset ovat kunnossa tasoilla 0,1 ja 2. Ylin taso 4 on yrityksen resurssienhallintataso. Tämä taso käsittää kaupalliset ja logistiset toiminnot. Näitä toimintoja ei yleensä yhdistetä reaaliaikaisesti muihin tasoihin. Alapuolella esitetyssä kuvassa 4 on esitetty ISA-95 standardin mukaiset hierarkiatasot. (Morariu et al. 2016)



Kuva 4. ISA-95 määrittää viisi valmistavan yrityksen hierarkiatasoa (ISA-95 standardi)

### 2.1.2 MES – järjestelmästä haluttavat hyödyt

Tulevaisuuden MES-järjestelmiltä ja yleisesti kaikilta muiltakin tietoteknisiltä järjestelmiltä halutaan, että ne tukevat ihmistä ja helpottavat entisestään heidän työskentelyään. Järjestelmät tulee olla mahdollisimman yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä, kuitenkin samaan aikaan niiden tulisi kerätä yhä enenemässä määrin jatkuvasti laadukkaampaa ja käyttökelpoisempaa tietoa hyödynnettäväksi. Kerättävän tiedon tulee olla luotettavaa ja keräystoiminnan tehokasta. Järjestelmän tulee auttaa ihmistä suoriutumaan paremmin työstään, ja näin ollen hänelle jää enemmän aikaa itse tuottavan työn tekemiseen. (Minna Lantz ja Eeva Järvenpää 2014)

MES-järjestelmän käyttöönotto on iso projekti ja se vaatii paljon resursseja sekä sitoutumista yrityksen henkilökunnalta onnistuakseen. MES-järjestelmä täytyy räätälöidä vastaamaan yrityksen tarpeita, jotta päästään tavoiteltuun lopputulokseen. Onnistuneella MES-järjestelmän käyttöönotolla saavutetaan merkittäviä hyötyjä. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että onnistunut käyttöönottoprosessi parantaa yrityksen kaikkia kilpailutekijöitä. Kustannukset, nopeus ja laatu voidaan yleisesti ottaen nähdä muodostavan yrityksen kolme kilpailutekijää. Nämä kolme yleisesti tunnettua kilpailutekijää ovat ristiriidassa keskenään, eli kun yhtä yritetään parantaa niin muut vastaavasti heikkenevät, mikäli mitään muita toimintaa tehostavia muutoksia ei tehdä. MES-järjestelmän käyttöönotto voidaan nähdä tällaisena muutoksena, joka yleisesti ottaen tehostaa ja optimoi toimintoja. Yrityksen toimitusvarmuus paranee, varaston kiertonopeutta voidaan kasvattaa ja muun muassa prosessien hallinta yleisesti ottaen ottaa melkoisen harppauksen eteenpäin. MES-järjestelmän käyttöönotto aiheuttaa lyhyellä aikavälillä suuria kustannuksia, mutta pitkällä aikavälillä investointi maksaa itsensä takaisin huomattavalla tuotolla.

Kaupalliset MES-järjestelmät käyttävät yhteistä tietokantaa. Kuvassa 5 on esitetty eri toimintoja, jotka hyödyntävät yhteistä tietokantaa. MES-järjestelmän käyttöönotto vaatii myös ERP-järjestelmän ja keskitetyn tietojärjestelmän käyttöönoton.



Kuva 5. Yhteisen tietokannan käyttäjät

Kaikki yrityksen toiminnot ovat jotenkin yhteydessä yhteiseen tietokantaan. Uudemmissa toiminnanohjausjärjestelmissä niiden käyttöönottoa helpottavat erilliset moduulit, joiden ympärille toiminnot rakentuvat. Eri moduuleita voidaan ottaa käyttöön yksi kerrallaan, kun ne nähdään tarpeellisiksi. (Tolonen 2016)

Yleisenä vaatimuksena MES-järjestelmien käyttöönotolle yrityksissä on mahdollisuus optimoida käytössä olevia resursseja ja prosesseja. Yrityksen vaatimuksina MES-järjestelmälle ovat ainakin MES-järjestelmiltä yleisesti alla esitetystä listassa vaaditut ominaisuudet.

## MES-järjestelmien 11 toiminnallista vaatimusta

### **1. Resurssien jakaminen ja tila**

- Mahdollistaa tehokkaan resurssien hyödyntämisen. Työvoiman, välineiden ja materiaalien hallinnantilan kartoitus, ovatko saatavilla, varattuina johonkin tai käytössä.

### **2. Tarkka aikataulutus**

- Hienokuormitus mahdollistaa tuotannon optimoimisen perustuen käytössä oleviin resurssien saatavuuteen, asetusten minimointiin ja välineiden kuormituksen tasapainotukseen.

### **3. Tuotantoprosessien ohjaus**

- Ohjaa tuotannon tilausten käynnistämistä perustuen laadittuun aikatauluun. Järjestelmän täytyy pystyä reagoimaan yllättäviin tapahtumiin tuotannossa, jotka johtavat tuotantosuunnitelman aikataulutuksen muuttumiseen.

### **4. Dokumenttien kontrollointi**

- Hallitsee tuotantoon liittyvää informaatiota, kuten työohjeita ja muuta tuotetietoa. Huolehtii operaattoreille ja koneille välttämättömästä tiedosta.

### **5. Tiedon hankinta**

- Tuotantotieto täytyy kerätä lattiatasolta, jotta voidaan tehdä tuotantoanalyseja. Jäljitettävyys ja seuranta perustuvat käytettävissä olevaan tuotetietoon.

## **6. Työvoiman hallinta**

- Työvoiman hallinta käsittää työaikakirjaukset, tehtävien jakamisen sekä muun muassa aktiiviset seurantatoiminnollisuudet.

## **7. Laadun hallinta**

- Analyysit perustuvat reaaliaikaiseen tuotantotietoon, joka mahdollistaa laatuongelmien löytämisen ja nopean reagoimisen niihin.

## **8. Prosessien hallinta**

- Mahdollistaa todellisten tuotantoprosessien valvonnan ja niiden muuttamisen tarvittaessa.

## **9. Kunnossapidon hallinta**

- Kerättyä kunnossapitotietoa käytetään laitteiden kunnossapitoon liittyvien tehtävien hallintaan, joilla voidaan taata laitteiden käytettävyys.

## **10. Tuotteen jäljitettävyys**

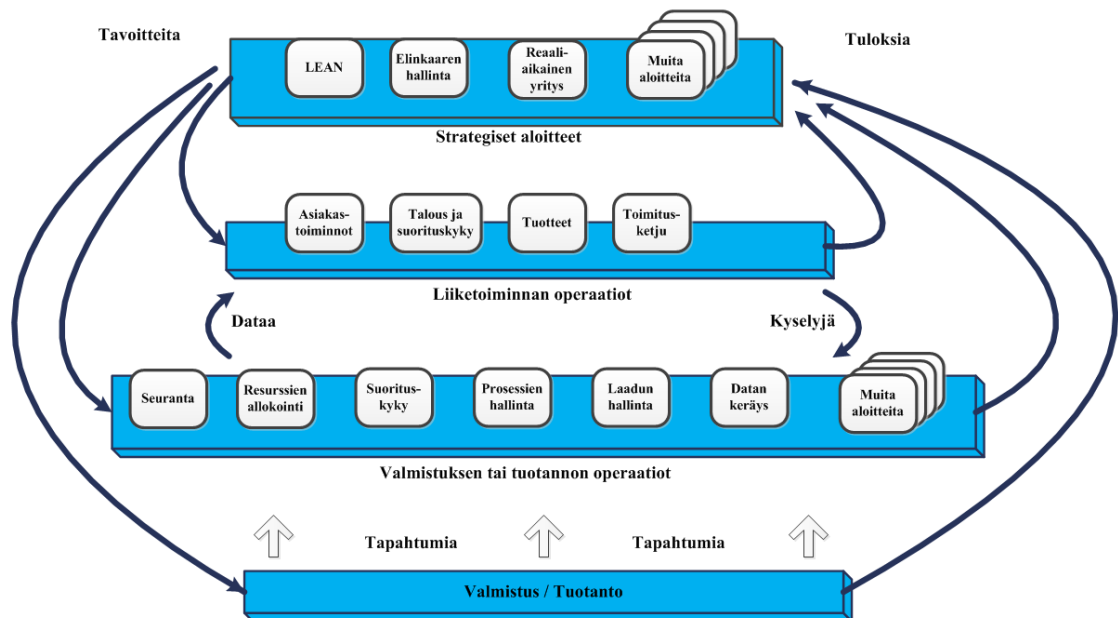
- Kerätyn tuotantotiedon avulla voidaan seurata valmiin tuotteen tai erän valmistumisvaiheet vaihe vaiheelta. Jäljitettävyys käsittää olemassa olevan tuoteketjun, sisältäen jopa materiaalilaatutiedot alihankkijoilta.

## **11. Suorituskykyanalyysi**

- Tuottaa suorituskykytietoa, joka perustuu kerättyyn tuotantotietoon. Suorituskykytietoa saadaan kerättyä suorituskykymittareista tai lasketuista tunnusluvuista, jotka kuvaavat tuotannon suorituskykyä. Kerätyn informaation perusteella muodostetaan tuotannon suorituskykyraportteja.

(MESA, 1997)

Edellisessä kappaleessa 2.1.1 esiteltiin ISA-95 standardiin perustuvat hierarkiatasot. Kaupalliset järjestelmät noudattavat kyseistä standardia. Standardoinnilla helpotetaan eri toimittajien järjestelmien integrointia toisiinsa. Standardi luo yhteisiä piirteitä erilaisille toteutustavoille. MESA:n vuonna 2008 tekemä malli määrittelee MES käsitteen hieman erilaisilla verrattuna aikaisempaan MESA:n vuonna 1997 tekemään määrittelymalliin. MESA:n aikaisempi määrittelymalli vuodelta 1997 perustuu järjestelmän 11 toiminnollisuuteen. Toiminnollisuudet ovat listattu yläpuolella. MESA:n malli vuodelta 2008 käsittelee myös toimintoja, jotka ISA-95 standardin mukaisesti eivät rajoitu tasolle kolme. ISA-95 standardiin perustuvat hierarkiatasot on esitetty kuvassa 4. Aikaisemman mallin määrittely on silti voimassa. MESA:n malli vuodelta 2008 määrittelee saman asian hieman toisesta näkökulmasta. MESA:n 2008 vuoden malli ottaa kokonaisvaltaisemmin huomioon liiketoimintaa oleellisesti liittyviä operaatioita ja reaaliaikaisen informaation liikkuvuutta operaatioiden välillä. MESA:n vuonna 2008 tehdyssä mallissa yrityksen strategiset tavoitteet luovat perustan alempien tasojen toiminnoille. MESA:n 2008 tekemä malli on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. MESA:n malli (mukailten MESA:n malli 2008)



### 2.1.3 MES – järjestelmän implementoinnin haasteet

MES-järjestelmien käyttöönottoon liittyy paljon haasteita, jotka vähintäänkin hidastavat näiden järjestelmien käyttöönoton yleistymistä yrityksissä. Monet yritykset käyttävät tuotannonohjauksessa ERP-järjestelmiä ja Excel-taulukoita. Tämä on yleinen hyväksi havaittu keino. Yritykset käyttävät tyypillisesti hajautettua tietojärjestelmää, joka tarkoittaa, ettei tietoa hallita keskitetysti yhdessä paikassa. Hajautetusta tietojärjestelmästä ja totutuista toimintatavoista on työlästä siirtyä keskitettyyn tiedonhallintaan. Keskitetty tiedonhallinta vaatii kaikkien valmistettavien tuotteiden yksityiskohtaisen määrittelyn. Tällä tarkoitetaan tuoteportfolion määrittystä tuoteperhetasolta jokaisen tuotteen osalta komponenttitasolle. Monesti yrityksellä on useita valmistettavia tuotteita, jotka voivat koostua suunnitteluvaiheessa satunnaisesti valituista komponenteista. Tuoteportfolion määrittäminen kaikkien yrityksen tuotteiden osalta voi kestää kauan, varsinkin mikäli yritys on toiminut kauan ja valmistettavien tuotteiden elinkaaret ovat pitkiä, toisin sanoen määriteltäviä tuotteita on paljon. (Lantz & Järvenpää 2014; Tolonen 2016)

PDM-järjestelmän (Product Data Management) eli tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto vaatii suuren määrittelytyön, mutta keskitetyn tiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto on ainoa tapa, jolla voidaan hallitusti ohjalla yrityksen toimintoja. Lisäksi PDM-järjestelmä yhdessä ERP-järjestelmän kanssa mahdollistaa MES-järjestelmän käyttöönoton tuotannonohjauksessa. Järjestelmien käyttöönottaminen vie oman aikansa, mutta onnistunut järjestelmien käyttöönotto on merkittävä kilpailuetu, joka kokonaisvaltaisesti tehostaa tuottavuutta. Onnistunut MES-järjestelmän käyttöönottaminen vaatii muiden tukevien järjestelmien onnistuneen käyttöönoton, sekä niiden yhteensopivuuden käyttöönotettavan MES-järjestelmän kanssa. MES-järjestelmä täytyy räätälöidä vastaamaan yrityksen tarpeita.

Kappaleen 2.1.1 lopussa käsiteltiin ISA-95 standardin määrittelemiä hierarkiatasojia, joista taso kolme on määritetty tuotannonohjaustasoksi, sekä ylin taso, taso neljä yrityksen resurssienhallinta tasoksi. Monen ERP-järjestelmätoimittajan järjestelmien sisältämät toiminnallisuudet eivät yksistään rajoitu tasolle neljä, kuten standardi määrittää. Jotkut ERP-järjestelmätoimittajat tarkoituksella tuovat järjestelmiinsä toiminnallisuuksia, jotka kuuluvat tasolle 3. ERP- ja MES-järjestelmien käyttöönoton

yhteydessä tulee tarkkaan määrittää eri järjestelmätoimittajien järjestelmiin liittyvät rajapintamäärittelyt tason kolme ja neljä välillä. (Scholten 2007)

## 2.2 Tuotannon mittarit

Kappaleessa käsitellään tuotannon mittaamista, mittaamisen tarkoitusta ja mihin tuotannon mittaamisella pyritään. Määritellään, mitä tuotannon mittareilla tarkoitetaan ja mihin niitä käytetään. Käsitellään yleisesti huomioon otettavia asioita suunniteltaessa tuotannon mittareita, miten mittareiden tavoitearvot tulisi muodostaa, ja miten tuotannon mittareita voitaisiin arvioida. Tässä kappaleessa käsitellään vastauksia seuraaviin kysymyksiin; Mitkä ovat yrityksen toiminnan kannalta tärkeitä mitattavia asioita, ja miten mitattavat asiat voivat muuttua yrityksen toiminnan muuttuessa? Miten yrityksen tulisi valita mitattavat asiakokonaisuudet, ja miten suorituskykymittarien suunnitteluprosessi aloitetaan? Miten yritysjohtoon asetettavat tavoitteet ja tuotannon mittarit liittyvät toisiinsa? Miten mittarit tulisi rakentaa? Miten järjestelmä voi rajoittaa käyttöönotettavia mittareita? Miten mittarit ja mittaustulokset tulisi esittää? Kuka on vastuussa mittareista ja mittareiden jatkokehityksestä? Minkälaisia vaatimuksia mittareille asetetaan? Miten useasta yksittäisestä mittarista muodostettava kokonaistehokkuus muodostuu? Millaisia erityisvaatimuksia mittareiden kehitykseen asettaa ETO-ympäristö? Miten laatu poikkeaa muista tuotannossa mitattavista kohteista? Millaisia erityispiirteitä laatuun liittyy? Millainen vaikutus laadulla on yritykseen ylipäänsä? Mitä tarkoitetaan puhuttaessa laadun optimoinnista?

Kappale käsittelee tuotannon mittaamisen perusteita sekä tuotannon mittausta tuotannonohjauksen apuvälineenä, sitä millainen on hyvä mittari, ja mitä ominaisuuksia sellaisella on. Tässä kappaleessa sivutaan Engineering To Order tuotantoa, sekä laatua, että niihin liittyviä erityispiirteitä, jotka on hyvä ottaa huomioon tuotannon mittaamisen näkökulmasta.

### 2.2.1 Tuotannon mittaamisen perusteet

Suoritusten mittaaminen on otettu käyttöön 80-luvulla. Alun perin yrityksiä johdettiin vain lyhytkautisen tuloslaskennan valossa, kunnes huomattiin, että suoritusten mittauksella saadaan parempi ja yksityiskohtaisempi kuva tekijöistä, jotka vaikuttavat yrityksen menestykseen ja prosessien toimivuuteen. Mittaamalla jotakin asiaa saadaan välitettyä mielikuva, joka viestii mitatun asian tärkeydestä. Mittaamisella voidaan ohjeistaa ja vaikuttaa ihmisten toimintaan. On tärkeää, että mittauksen yhteyteen liitetään jokin selkeä yhteinen tavoitearvo, johon pyritään. Työntekijöiden tulee itse voida vaikuttaa tavoitteen saavuttamiseen. On tärkeää, että ihmiset ovat jatkuvasti tietoisia saavutuksistaan tavoitteeseen nähden. Mittareiden tulee kannustaa työntekijää, koko prosessin optimointiin, osaoptimoinnin sijasta. Mittareiden käyttöönotossa tulee tarkkaan harkita, mitä mitataan, ja mitä halutaan esittää mittaukseen vaikuttaville henkilöille. Oikeanlaiset mittarit kannustavat työntekijää ja johtavat menestykseen, kun taas huonot mittarit kiinnittävät ihmisten huomion kokonaisuuden kannalta väärin asioihin, johtavat osaoptimointiin, ja ohjaavat prosessia väärään suuntaan. (Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.5)

Suorituskyvyn mittaus on tarkkaan yksiselitteisesti määritelty menetelmä, joka kuvaa määrätyn tekijän suorituskykyä. Suorituskyvyn mittauksen tarkoituksena on määrittää suorituskykyyn vaikuttavan mitattavan tekijän tila. Suorituskyvyn mittaamiseen, kuten mittaamiseen ylipäätään liittyy kaksi ongelmaa, valideiteetti- ja reliabiliteettiongelmat. Valideiteettiongelmallalla tarkoitetaan, mitataanko mittaustapahtumassa sitä, mitä on tarkoitus mitata. Tällä tarkoitetaan mitattavan asian, ja sitä mittaamaan tarkoitettun mittarin sisällöllistä vastaavuutta. Reliabiliteetilla tarkoitetaan mittauksen luotettavuutta, voidaanko mittarilla luotettavasti mitata haluttua ominaisuutta. Esimerkkinä edellä mainittuun voidaan käsitellä läpimenoajan mittaamista. Valideiteettiongelmana voidaan tässä tapauksessa pitää sitä, liittyykö läpimenoajan määrittelyyn epäselviä kohtia, kuten lasketaanko työskentely tauot tuotteen läpimenoaikaan, vai ei. Mikäli läpimenoaika määritellään väärin, ei kyseinen mittaustapahtuma mitaakaan enää läpimenoaikaa, vaan jotain aivan muuta. Reliabiliteettiongelmallalla puolestaan ymmärretään, onko järjestelmän tiedonkeräystapa tarpeeksi luotettava? Osaako automaattinen järjestelmä huomioida normaalitilanteesta poikkeavat tapaukset, voidaanko tiedonkeruuprosessiin luottaa? (Hannula M & Lönnqvist A 2002 s. 46–47; Uusi-Rauva 1987 s.29)

Suorituskykymittareiden tavoitearvojen asettamisessa, tulee asetettuja arvoja verrata mahdollisuuksien mukaan myös kilpailijoiden arvoihin. Mikäli yritys asettaa tavoitearvot vain aikaisempien saavutusten valossa, on vaarana, että ero kilpailijoihin pääsee kasvamaan liian suureksi. Käyttöön otettavien tai käytössä olevien mittareiden arvioinnissa täytyy katsoa kokonaiskuvaa, mitkä ovat olennaiset asiat, jotka vaikuttavat yrityksen toimintaa, ja miten niitä voidaan mitata. Isossa kuvassa katsottuna yrityksen toimintaan vaikuttavat kustannustehokkuus, laatu ja toimituskyky. (Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.11)

Suorituskykymittarien täytyy olla yrityksen strategian mukaisia. Suorituskykymittarien suunnittelu lähtee liikkeelle yrityksen strategian määrittelystä. Yrityksellä täytyy olla toimintaperiaatteet, jotka ovat yrityksen strategian mukaisia. Jokaiselle toimintaperiaatteelle johdetaan tavoitteet, joihin tähdätään. Tavoitteet puretaan alatavoitteisiin ja lopulta keinoihin, joiden avulla ylemmät asetetut tavoitteet saavutetaan. Näin luodaan käsitys, siitä miten jokainen yksilö voi toiminnallaan toimia kokonaisuuden hyväksi. Yrityksen tavoitteet voidaan määrittellä sanallisesti, mutta sanallisen määrittelyn lisäksi olisi tulostietoisuuden kannalta järkevää liittää tavoitteisiin mittari. Oikein valitut mittarit viestivät yrityksen strategiasta ja osoittavat päämäärä tavoitteellisuutta. (Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.83)

Yrityksen aikaisempi mittauskulttuuri sekä ajankohtaiset ongelmat vaikuttavat mittareiden valintaan. Eri maiden kulttuurierojakaan ei voi jättää huomiotta mittareiden suunnittelussa. Psykologisista syistä on mittariston rakennetta suunniteltaessa tärkeää, ettei mittareita suunnitella ainoastaan yritysjohdolle. Mittareiden tulisi rakentua niin sanotusti pienistä palasista lattialla, jotka muodostavat lopulta yritysjohtoon asettamat mittarit. Toisin sanoen mittareita tulisi olla läpi organisaation aina solutasolta alkaen. Solutason mittarit ovat tarkoitettu solun työntekijöille, kun taas muiden tasojen mittarit on tarkoitettu kullekin organisaatiotasolle kuuluville työntekijöille. Mittareiden tulisi olla mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman yhteiset kaikilla tasoilla, kuitenkin niin, että ne palvelevat mahdollisimman hyvin kunkin ryhmän tarpeita. Mittareiden kehittämisprosessin päävaiheet voidaan kiteyttää kolmeen kysymykseen; miksi kehitetään mittareita, mitä mittareita käytetään kunkin mittaustarpeen tyydyttämiseen, miten mittaus toteutetaan. Mittareiden suunnitteluun ja käyttöönottoon tarvitaan useita henkilöitä jokaiselta organisaatiotasolta. Yritysjohto asettaa tavoitteet, tunnistaa jonkun

ongelman tai tekee jonkin päätöksen, joka vaikuttaa yrityksen toimintaan muuttaen aikaisempaa toimintamallia, tämä käynnistää tarpeen mittaamiselle ja vastaa kysymykseen miksi mittausjärjestelmää kehitetään. Kahteen muuhun mittareiden kehittämisprosessin päävaiheen kysymykseen, mitä ja miten, ratkaisua määrittämään tarvitaan kunkin mittarin vastuuhenkilöt. Mittarin vastuuhenkilö määräytyy tyypillisesti sen mukaan, mitä aihetta mittarilla mitataan. Aihealueita voivat olla esimerkiksi laatu ja turvallisuus. Tällöin näiden mittareiden vastuuhenkilö on laatu ja turvallisuus asioista vastuussa oleva henkilö. Vastuuhenkilöt ovat vastuussa asetettujen tavoitteiden saavuttamisesta. Lisäksi tarvitaan tietotekniikan osaajia, jotta sähköiset mittausjärjestelmät ovat käytännössä toteutettavissa. (Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.84–85)

Tuotannon mittareiden kehitys ei saa jäädä ainoastaan johdon projektiksi, kehitysprosessiin on olennaista ottaa mukaan myös tuotannon työntekijöitä, jotka ovat erittäin merkittävässä roolissa mittaustapahtumien suhteen. Mikäli tuotannon työntekijät jätetään kehitysprosessin ulkopuolelle, voi heille syntyä helposti käsitys, että tuotannon mittareilla pyritään vain valvomaan työntekoa ja mittarit koetaan helposti negatiiviseksi asiaksi. Arkipäiväisten konkreettisten ongelmien läpikäyminen on osaltaan eduksi mittarien kehitykselle, sen avulla voidaan löytää juurisyitä ongelmille, jotka näkyvät konkreettisina ongelmina kenttätasolla. Lisäksi tämän avulla myös tuotannon työntekijät kokevat olevansa osallisena mittarien kehitysprojektissa, ja pääsevät ottamaan vastuuta asiasta. Kaikkien työntekijöiden ja mittarien kehitykseen liittyvien sidosryhmien mukaan ottaminen mittarien kehitysprojektissa on olennaisen tärkeää onnistuneen kehitysprojektin läpiviennin kannalta. Tällä varmistetaan myös kaikkien työntekijöiden sitoutuminen asiaan, eikä mittareita tarvitse erikseen lähteä heille myymään.

Mittareiden kehittämisessä ja uusien mittareiden luomisessa täytyy ottaa huomioon nykyisen käytössä olevan järjestelmän rajoitukset. Teoriassa suunniteltujen mittareiden käyttöönottoaminen asettaa tietynlaisia toimintaedellytyksiä, jotka täytyy voida toteuttaa myös käytännössä. Tällaisia toimintaedellytyksiä ovat datan keräys- ja käsittelymenetelmät. Käytännössä nykypäivänä tällä tarkoitetaan tietoteknisillä välineillä työn ohessa kerättyä dataa, josta mittarit saavat tarvittavan tietonsa, jonka avulla mittarit muodostetaan automatisoidusti. Muodostettaessa uusia mittareita voidaan ajautua tilanteeseen, jossa järjestelmä ei kerää tarvittavaa tietoa, joka tarvitaan mittarin

muodostamiseksi. Tällöin on järjestelmää ja datan keräysmenetelmää muokattava, jotta vaaditut edellytykset täyttyvät. Mittarit voidaan esittää, kun jokainen mittari on määritelty yksityiskohtaisesti ja mittareiden muodostamiseksi on kerätty tarvittavat tiedot. Niiden pohjalta muodostetaan mittarit, jotka lopulta voidaan esittää havainnollisessa muodossa sähköisesti. Jokainen mittari täytyy määritellä erikseen yksityiskohtaisesti, jotta mittari on toteutettavissa, ja jotta mittari ymmärretään yksiselitteisesti. Näillä määrittelyillä tarkoitetaan jokaiselle mittarille erikseen sovittuja käyttöperiaatteita, jotka alun perin Uusi-Rauva (1996) on esittänyt, ja joita myöhemmin ovat täydentäneet Hannula M & Lönnqvist A (2002) alla esitettyssä listauksessa. Mittareiden käyttöperiaatteet toimivat samalla myös tarkistuslistana, joka on hyvä käydä läpi jokaisen uuden mittarin osalta. Mittareiden käyttöönoton myötä on hyvä tarkastella mittareiden toimivuutta käytännössä. Henkilöstön koulutuksella varmistetaan mittareiden onnistunut käyttöönotto. Mittareiden käyttöönoton myötä on muistettava päivittää mittareita ja tavoitteita säännöllisesti, jotta mittarit ohjaavat toimintaa oikeaan suuntaan. (Hannula M. & Lönnqvist A. 2002 s.16–17; Uusi-Rauva E. 1996)

- Mitä mitataan?
- Liittyykö mitattava kohde muihin menestystekijöihin?
- Miten mittari on määritelty, onko mahdollisuutta virheeseen?
- Onko mittausdata luotettavaa?
- Kuka on mittarin vastuuhenkilö?
- Tapahtuuko mittarin laskenta automaatiolla?
- Mikä on mittarin tavoitearvo?
- Kuka päivittää tavoitearvoa?
- Mitkä ovat mittarin raja-arvot?
- Mikä on mittarin esitysmuoto?

- Kenelle raportoidaan?
- Kuinka usein mittarit päivittyvät?
- Onko mahdollisia osaoptimointi vaaroja, ja voidaanko ne välttää?
- Miten päästään yritysjohdon asettamiin tavoitteisiin?

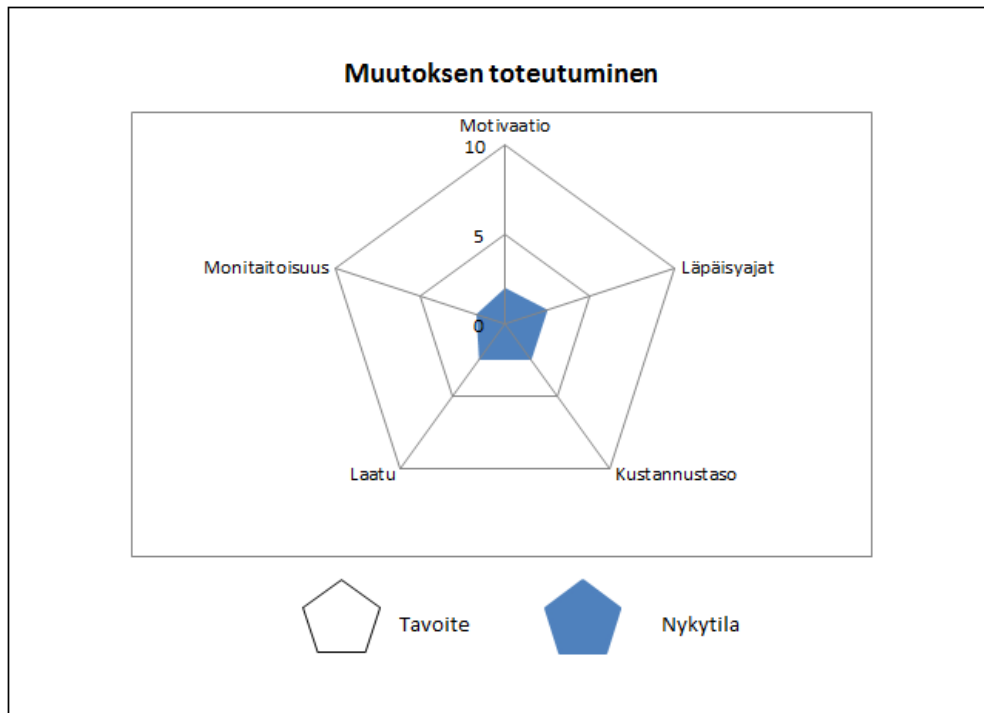
(Hannula M. & Lönnqvist A. 2002; Uusi-Rauva E. 1996)

Mittareita voidaan lisäksi arvioida seuraavanlaisilla kysymyksillä:

- Ovatko mittarit yksinkertaisia, helposti ymmärrettäviä ja konkreettisia?
- Tietävätkö mittarin käyttäjät, miten he voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa mittauksen lopputulokseen?
- Ovatko mittarit kannustavia ja motivoivia?
- Onko mittareita liikaa käyttäjää kohti?
- Voisiko mittaustuloksen esittää havainnollisemmassa muodossa?
- Johtavatko mittarit osaoptimointiin?
- Esiintyykö mittareissa ristiriitaisuuksia?
- Muodostavatko mittarit yhtenäisen kokonaisuuden?

(Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.91–93)

Alla esitetyssä kuvassa 7 on laadittu yhteenveto, josta käy ilmi Andersin et. al. (1994) käyttämässä esimerkissä käytetyiden kunkin mittausalueen nykytilanne tavoitteisiin nähden. Yhteenvedosta voidaan päätellä mitkä osa-alueet ovat heikoiten menestyneitä ja joihin olisi mahdollisesti syytä panostaa tällä hetkellä.

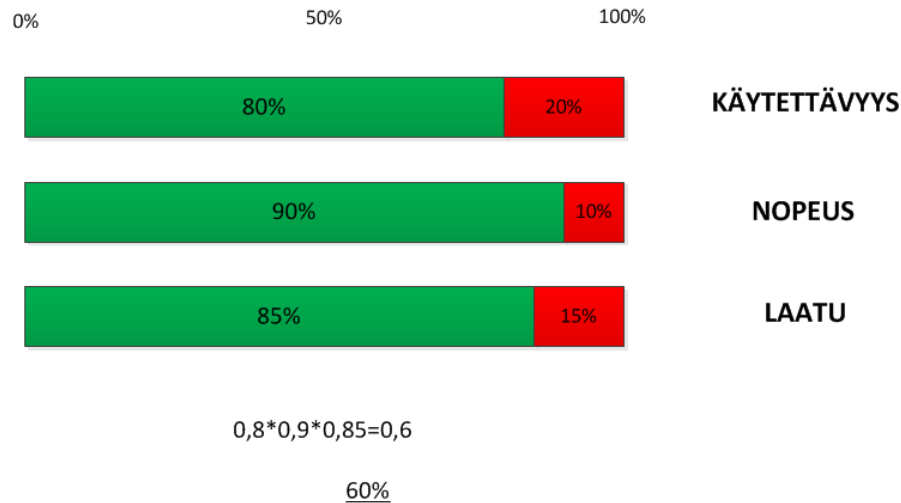


Kuva 7. Muutoksen toteutuminen, mukailten (Andersin H. et. al. 1994 Osa 1. s.96)

Yhteenvedon hyvästä mittarista todettakoon, että hyvä mittari on yksinkertainen, helposti ymmärrettävä ja käytännöllinen. Mittari on yleisesti hyväksytty, eikä herätä vastustusta. Mittarin tarkoituksena ei ole syyllistää työntekijää, vaan ohjata prosessia oikeaan suuntaan. Mittariin liitettävät tavoitteet ovat jokaiselle selkeät ja mittari on yksiselitteisesti määritelty. Jokainen tietää miten voi omalla toiminnallaan vaikuttaa mittarin toimintaan. Mittarista käy selkeästi esille reaaliaikaisesti jo saavutetut tavoitteet suhteessa asetettuun tavoitteeseen. Mittari osoittaa yleisen kehityssuunnan. Mittariin tarvittava tieto kerääntyy järjestelmään osana normaalia toimintaa, eikä vaadi ylimääräistä työtä. Mittarien tulee ohjata päätöksenteossa oikeaan suuntaan, käynnistäen välittömät toimenpiteet ongelmien korjaamiseksi. Mittarit edistävät ja ohjaavat toimintaa kokonaisvaltaisesti oikeaan suuntaan, eivätkä johda työntekijää osaoptimointiin. Jokaiselle mittarille on määritelty vastuhenkilö, joka voi vaikuttaa tarvittaessa mitattavaan asiaan. Mittari täyttää edellä mainitut vaatimukset, ja on käytössä todettu hyödylliseksi.



Kuvassa 8 on esitetty, kuinka suhteellisen hyvältä vaikuttavat prosenttiosuudet saavat uuden merkityksen, kun yhdistetään kolmen eri toiminnon käytettävyyden, nopeuden ja laadun yhteisvaikutus. Kokonaistehokkuudeksi saadaan ainoastaan noin 60 %.



Kuva 8. Kokonaistehokkuuden muodostuminen

### 2.2.2 Tuotannon mittaaminen ETO-ympäristössä

Engineering To Order -tuotannosta puhuttaessa tarkoitetaan tuotantoa, jossa tuotteet suunnitellaan asiakkaan tarpeiden pohjalta asiakkaalle sopiviksi. Tuotteet ovat pitkälle räätälöityjä. Niissä on tietynlaisia yhteisiä piirteitä, mutta ne ovat kuitenkin jossain määrin lähes yksilöllisiä. Mittaaminen ETO-tuotannossa on monesti hieman hankalaa, johtuen tuotteiden suuresta varianssista. Kaikkia tuotteita ei voi mitata samalla lailla, koska tuotteet ovat keskenään erilaisia, eivätkä täten vertailukelpoisia. Mikäli tuotteista ei löydetä minkäänlaista modulaarisuutta, on tuotannon mittaaminen erittäin hankalaa, ellei jopa mahdotonta tietyssä mielessä. Tällöin on haastavaa kehittää mittaria, joka antaisi luotettavan tuloksen, niin että tuotteista saataisiin vertailukelpoisia. Tällaiset mittarit ovat yleensä enemmän tai vähemmän suuntaa antavia riippuen tuotettavista tuotteista. Ne eivät kerro absoluuttista totuutta, mutta ovat kuitenkin riittävän tarkkoja, jotta niihin voidaan luottaa, ja jotta niiden avulla voidaan ohjata prosesseja oikeaan suuntaan. Mittareiden kehittäminen ei ole helppoa ja yhdellä mittarilla ei saada mitattua kaikkea. Monesti on hyvä muodostaa useampia mittareita, jotka täydentävät toisiaan. Yhdistämällä mittareista saatua tietoa käyttäjä voi muodostaa kokonaiskuvan tilanteesta.

### 2.2.3 Laadun vaikutus tuottavuuteen

Edellisissä kappaleissa käsiteltiin tuotannon mittareihin ja tuotannon mittaukseen liittyviä asioita. Laatu on yksi merkittävä mitattava kohde ja samalla yksi kolmesta yleisesti tunnetuista yrityksen kilpailutekijästä, alhaisten kustannusten ja hyvän toimitusvarmuuden ohella. Laadun tarkkailu ja mittaaminen eroaa siinä mielessä muista mitattavista kohteista, että tuotteiden laatua ei pystytä helposti analysoimaan ja mittaamaan perusteellisesti reaaliaikaisesti tuotannosta. Monesti asiakkaalle voi päätyä tuotteita, joissa esiintyy laatuvirheitä. Tällaiset laatuvirheet tulevat tyypillisesti esille vasta jälkikäteen, näin ollen niiden määrän esiintymistä on mahdoton mitata luotettavasti reaaliaikaisesti tuotannosta. Laatuvirheet voivat aiheuttaa merkittäviä tappioita yritykselle. Laatuvirheet eivät ainoastaan aiheuta hävikkiä, vaan sitovat jo valmistusvaiheessa yrityksen resursseja, jollei viollisia tuotteita pystytä jo aikaisessa vaiheessa poistamaan tuotannosta. Tuottavuus voidaan määritellä, kuinka paljon sijoitetulla panoksella saadaan tuotosta. Jokainen laatuvirhe pienentää saadun tuotoksen määrää. (Sakki 1999 s.17; Hannula 2000 s.11; Uusi-Rauva 1987 s.3)

Laadulla tarkoitetaan tuotteen, tavaran ja tai palvelun, kykyä täyttää asiakkaan sille asettamat vaatimukset. Laadun merkitys yrityksen toiminnan kannalta on jatkuvasti kasvattanut merkitystään yhtenä kilpailutekijänä. Tämä on johtanut siihen, että myös tehokkaan laadunohjauksen merkitys on tullut keskeiseksi tekijäksi. Yritysjohdolla on suuri merkitys laadunohjauksessa. Laatutavoitteille tulisi asettaa tarkoin määritellyt päämäärät, jotka ovat yrityksen strategian mukaiset. (Lipponen 1988 s.10; Uusi-Rauva 1987 s.3)

Huono laatu laskee asiakastyytyväisyyttä, johtaen lopulta tuotteiden hintojen laskuun. Tiukan laatukontrollin ansiosta viollisten tuotteiden päätyminen asiakkaalle voidaan onnistua estämään, mutta sekään ei ratkaise taustalla olevaa kilpailutekijäongelmaa. Tuotteiden poistaminen tuotannosta laskee saantia, ja mikäli yrityksen tuotteet ovat räätälöityjä asiakkaan tarpeiden mukaisiksi, johtaa tuotteen valmistuksen keskeytys helposti toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Toimitusvarmuuden heikentyminen laskee asiakastyytyväisyyttä, ja mikäli yritys itsessään toimii alihankkijana toiselle yritykselle, voi yritys jopa menettää merkittävän asiakkaansa. Alihankkijan menettämistä voi edesauttaa alihankkijalle aikaisemmin toimitettujen komponenttien laatuongelmat.

Useimmat kokoonpanoteollisuuden yritykset hankkivat monet komponenttinsa alihankintana, onkin syytä ottaa huomioon alihankintana hankittavien komponenttien laatuvaikutukset oman yrityksen kokoonpantaviin tuotteisiin.

Laadun optimoinnilla ei tarkoiteta virheetöntä tuotantoa, vaan että laatukustannukset ovat tasapainossa. Mikäli yritys käyttää liikaa resursseja laadun parantamiseen yrityksen kokonaiskustannukset nousevat, mikäli tuotteen hintaa ei kyetä nostamaan samassa suhteessa, yrityksen kannattavuus heikkenee. Päinvastainen tilanne on, ettei yritys panosta laatuun laisinkaan, joka johtaa pitkällä aikavälillä myös kannattavuuden heikkenemiseen. Laatukustannuksia olisikin hyvä tarkastella sisäisten ja ulkoisten virhekustannusten kautta, valvontaan käytettyjen, sekä ennalta ehkäisevään toimintaan käytettyjen kustannusten kautta. Laaduntarkkailun tapauksessa juuri laatuun käytetty edellä mainittu kustannusjakauman tulisi ohjata omalta osaltaan tarvittaviin toimenpiteisiin laadun optimoinnissa. (Uusi-Rauva 1987 s.34- 36)

Yleisesti pitkäaikainen laatu-tason heikkeneminen johtaa kauttaaltaan yrityksen kilpailukyvyn laskuun pitkällä aikavälillä. Huono laatu aiheuttaa valmistuskustannuksien kohtuutonta kasvua, työntekijöiden motivaatio työskentelyyn kääntyy, sekä asiakasreklamaatioiden määrät ja käsittelykustannukset nousevat. Tästä aiheutuu toimitusten viivästymistä, sekä tuotteiden myyntikatteen heikkenemistä.

### **3 TUTKIMUSSTRATEGIA**

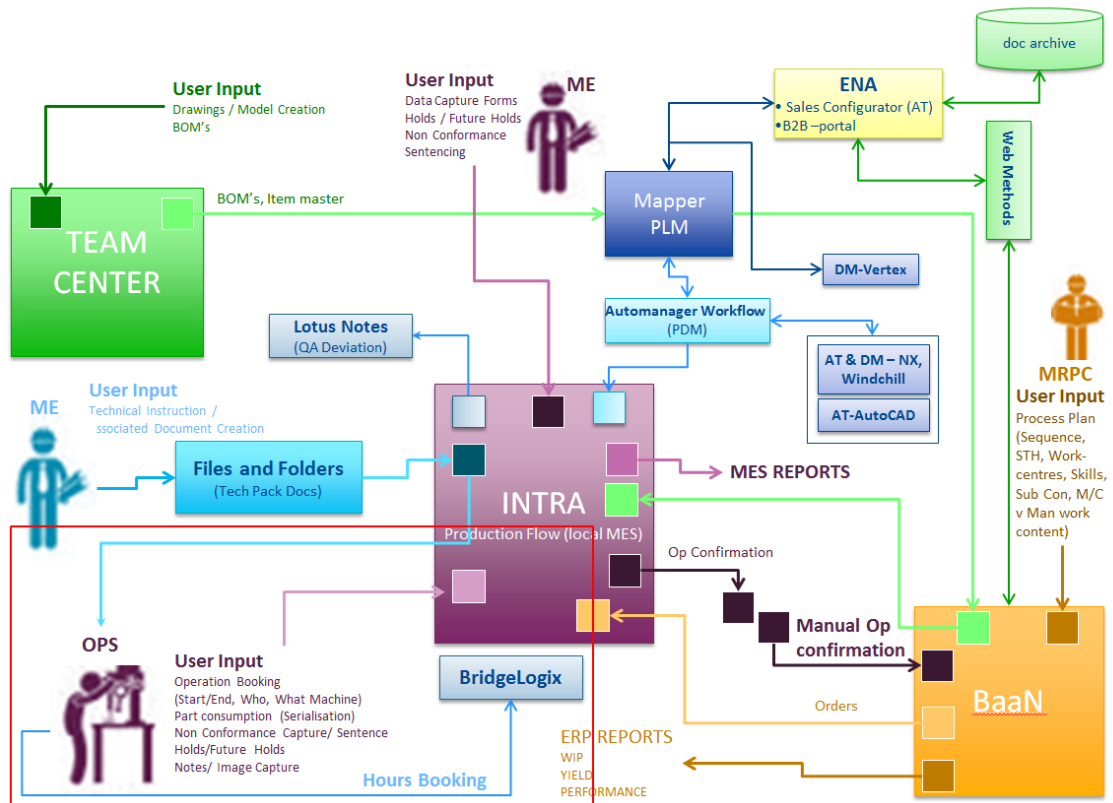
Työn tutkimusstrategiaksi valittiin kirjallisuustutkimus, joka kattoi rajallisen tutkimusotteen. Ratkaisua yrityksen tuotannonohjattavuusongelmaan lähdettiin hakemaan teoriaosuudessa käsiteltyjen vaihtoehtojen kriittisellä vertailulla yrityksen nykytilanteeseen. Teoriaosuudessa nousi esiin erilaisia vaihtoehtoja tuotannonohjauksen ja tuotannonohjattavuuden parantamiseksi. Päälinjauksena suuret linjaukset, kuten onko yrityksen järkevää uudistaa kokonaan olemassa olevat tietojärjestelmäratkaisut. Onko yrityksellä olemassa tarvittavia resursseja edellä mainittuun hankkeeseen, vai tyydytäänkö yrityksessä kehittämään olemassa olevaa järjestelmää paremmaksi. Tulisiko yrityksen sittenkin kehittää olemassa olevaa järjestelmää tällä hetkellä paremmaksi, ja kuitenkin samaan aikaan pyrkiä ottamaan käyttöön ideaalimallin mukaisia tietojärjestelmäratkaisuja.

## 4 NYKYTILANNEANALYYSI

Yrityksen nykytilanne kartoitettiin keskustelujen ja työntekijä tapaamisten avulla, sekä omakohtaisella perehtymisellä yrityksen sen hetkiseen tilanteeseen. Tapaamisten perusteella saatua kuvaa yrityksen nykytilanteesta vertailtiin teoriaosuudessa käsitellyn tiedonvalossa tämän hetkiseen ideaalitalanteeseen niin ulkoisesti, kuin sisäisesti tarkasteltuna. Sisäisellä tarkastelulla tarkoitetaan tässä perehtymistä asioihin, jotka ovat nähtävissä vain yrityksen henkilökunnalle, tällaisia asioita ovat muun muassa yrityksellä käytössä olevat tietojärjestelmät, toimintatavat sekä yleisesti ottaen tämän hetkinen tilanne. Ulkoisella kartoituksella tarkoitetaan lähinnä perehtymistä toimialaan, kilpailijoihin, sekä markkinatilanteeseen, ja sen kehitykseen. Yrityksen tilannetta vertailtiin muihin yrityksiin, sekä asetettuun tulevaisuuden tavoitteeseen. Näin saatiin muodostettua kuva yrityksen tämän hetken tilanteesta. Tässä kappaleessa käsitellään miten tiedonhallinta ja tuotannonohjattavuus hoidetaan yrityksessä, johon diplomityö tehtiin. Lisäksi käsitellään millaisia tuotannon mittareita yrityksellä oli käytössään tutkimushetkellä.

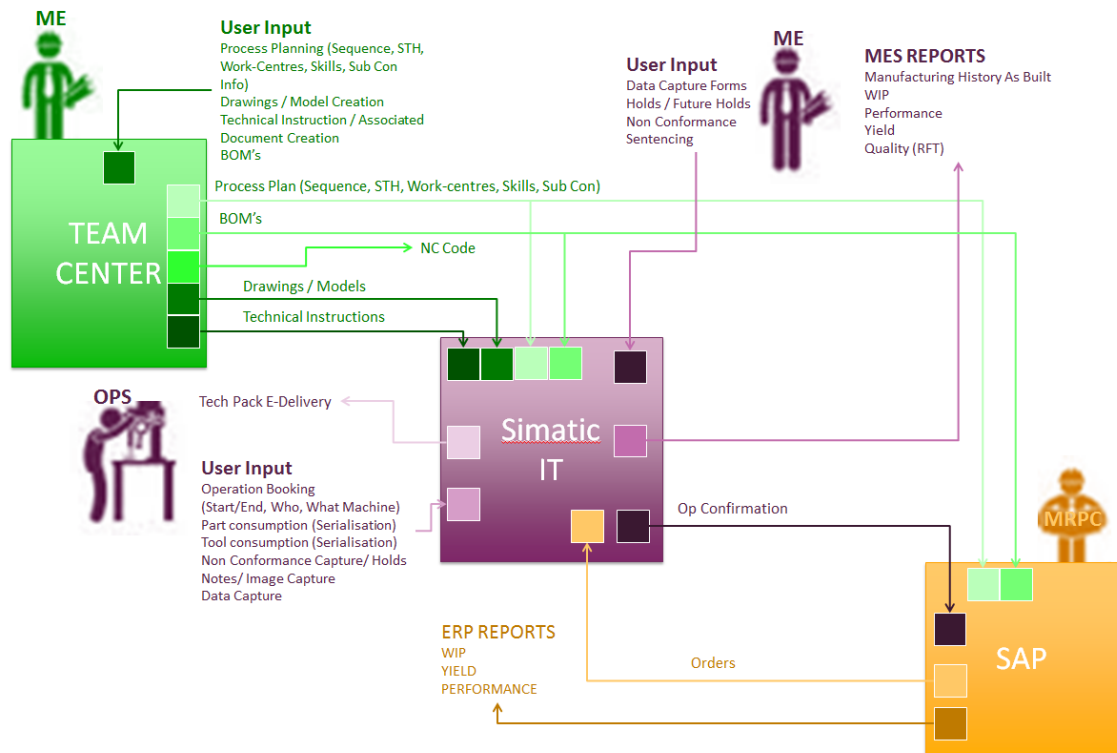
## 4.1 Tiedonhallinta yrityksessä

Yrityksen eri organisaatiolla on käytössä lukuisia eri ohjelmia, jotka eivät käytä keskitettyä tiedonhallintajärjestelmää. Tietoa varastoidaan useisiin eri ohjelmiin, jotka eivät ole mitenkään yhteydessä toisiinsa. Tyypillisesti tietoa tallennetaan Exceleihin. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa samaa tietoa täytyy päivittää manuaalisesti moneen eri paikkaan. Tiedonhallintajärjestelmän muuttaminen kohti keskitettyä tietojärjestelmää on isotoinen prosessi, mutta se on toistaiseksi ainoa tapa, jolla tietoa voidaan hyödyntää tehokkaasti. Lisäksi vältytään tiedon manuaaliselta päivitykseltä moneen eri paikkaan. Tiedon päivittäminen hieman eri muodossa moneen eri paikkaan voi johtaa helposti vanhentuneen tiedon käyttämiseen, sekä virheelliseen tietoon, eikä käytettävä tieto ole reaaliaikaista. Diplomityössä käsitellään yleisesti tiedonhallintaan liittyviä ajankohtaisia ongelmia, sillä kaupallisten tuotannonohjausjärjestelmien käyttöönotto vaatii keskitetyn PDM-järjestelmän käyttöönoton. Työssä perehdytään erityisesti kuvan 9 vasemmassa alakulmassa olevan suorakaiteen sisäpuolella oleviin ohjelmiin, jotka liittyvät keskeisesti yrityksen tuotannonohjauksen kehittämiseen. Työssä käsitellään yleisesti tiedonhallintaa, sillä sen katsotaan olevan kyseisessä yrityksessä ja monessa muussa yrityksessä yleinen ajankohtainen ongelma. Tiedonhallinnan ja käytössä olevien järjestelmien kehittämisellä katsotaan olevan merkittävä vaikutus yrityksen toimintaan ja tuotannonohjauksen kehittämiseen. Kuvassa 9 on esitetty yrityksellä käytössä olevat tietojärjestelmät. Kuvasta 9 huomataan, että yrityksen tiedonhallinta vaikuttaa melkoisen sekavalta useine irrallisine järjestelmineen.



Kuva 9. Yrityksen käytössä olevat tietojärjestelmät

Kuvassa 10 on esitetty yritysjohton tulevaisuuden visio, siitä miten tiedonhallinta mahdollisesti toteutettaisiin tulevaisuudessa. Tulevaisuuden visio toteutuksesta vastaa hyvin aiemmin esitettyä näkemystä siitä miten tiedonhallinta tulisi ideaalitapauksessa toteuttaa. Siirtyminen kuvassa 10 esitettyyn malliin on pitkäaikainen prosessi, se vaatii tiedon kokoamisen yhteen paikkaan ja luopumisen aiemmin totutusta tavasta hoitaa asiat.



Kuva 10. Mahdollinen tulevaisuudenjärjestelmä- kaaviokuva

## 4.2 Tuotannonohjattavuuden nykytilanne

Tuotannonohjaukseen käytetään yrityksessä tällä hetkellä yrityksen itse kehittämää FLOW-järjestelmää. FLOW ei ole MES-järjestelmä, vaan yrityksen itse kehittämä järjestelmä, joka sisältää MOM toiminnollisuuksia. Järjestelmää on kehitetty ajan saatossa vaihe vaiheelta vastaamaan paremmin yrityksen tarpeisiin. Jatkuvan kehitystyön ansiosta FLOW-järjestelmään on saatu arvokkaiksi miellettyjä ominaisuuksia. FLOW-järjestelmä on räätälöity täysin yrityksen tarpeisiin, tästä johtuen osa yrityksen henkilökunnasta on halukas kehittämään FLOW-järjestelmää, eivätkä monet yrityksen työntekijöistä näe kannattavana kaupallisen MES-järjestelmän käyttöönottoa. Monet yrityksen työntekijöistä kokevat, etteivät kaupallisten MES-järjestelmien ominaisuudet ole tarpeeksi räätälöityjä yrityksen tarpeisiin. MES-järjestelmiä voisi tietysti räätälöidä paremmin yrityksen tarpeita vastaaviksi, mutta monet työntekijät uskovat, ettei MES-järjestelmällä saavutetut hyödyt vastaa räätälöintiin käytettyjä resursseja.



Tuotannonohjaus onnistuu käytössä olevilla järjestelmillä, mutta järjestelmät eivät vastaa tämän hetkisiä saatavilla olevia tuotannonohjausjärjestelmiä. Nykyaikaisten järjestelmien avulla tuotannonohjattavuutta voidaan parantaa erityisesti tuotantokapasiteetin kasvaessa lähelle maksimikapasiteettia. Nykyaikaisilla järjestelmillä voidaan optimoida prosessit paremmin, ja tätä kautta saavuttaa kokonaisvaltaisesti parempi lopputulos. Tällä hetkellä käytössä olevassa järjestelmässä ei ole ominaisuuksia, joita tarvittaisiin kustannustehokkaampien ratkaisujen saavuttamiseksi. Käytössä olevien järjestelmien ongelma on reaaliaikaisen tiedon puute. Tämä johtaa väistämättä tilanteeseen, jossa tuotannonohjattavuus kärsii. Taulukossa 1 on arvioitu yrityksen tuotannonohjauksen tilannetta ennen FLOW-hanketta ja vertailtu lähtötilannetta tavoitteeseen. Tavoitetason katsottiin olevan tällä hetkellä riittävä taso, huomioon ottaen yrityksen toiminnan erityispiirteet ja sillä hetkellä vallitsevat tekijät, jotka arvioon vaikuttivat. Edellytykset tasolle viisi perustuvat MESA:n (1997) määrittelemiin MES-järjestelmien yleisiin toiminnollisuuksiin.

Taulukko 1. FLOW-järjestelmän lähtötaso suhteessa tavoitteeseen

|     | MES - järjestelmän toiminnollisuudet | Lähtötilanne | Tavoitetaso | Lähtötilanteen ero tavoitteeseen |
|-----|--------------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|
| 1.  | Resurssien jakaminen ja tila         | 2            | 4,5         | 2,5                              |
| 2.  | Tarkka aikataulutus                  | 1            | 4,5         | 3,5                              |
| 3.  | Tuotantoprosessien ohjaus            | 2            | 4,5         | 2,5                              |
| 4.  | Dokumenttien kontrollointi           | 2,5          | 4,5         | 2                                |
| 5.  | Tiedon hankinta                      | 2,5          | 5           | 2,5                              |
| 6.  | Työvoiman hallinta                   | 3            | 5           | 2                                |
| 7.  | Laadun hallinta                      | 3,5          | 5           | 1,5                              |
| 8.  | Prosessien hallinta                  | 3            | 4,5         | 1,5                              |
| 9.  | Kunnossapidon hallinta               | 3            | 4,5         | 1,5                              |
| 10. | Tuotteen jäljitettävyys              | 2            | 4,5         | 2,5                              |
| 11. | Suorituskykyanalyysi                 | 3            | 5           | 2                                |

|   |
|---|
| Arvosteluasteikko 1-5<br>1= Huono    5= Erinomainen |
|---|

## 1. Resurssien jakaminen ja tila

- **Lähtötilanne:** Reaaliaikaista tietoa resurssien tilasta ei ole suoranaisesti käytettävissä. Käytettäviä resursseja ei voida tehokkaasti hyödyntää, mutta tuotannon aikataulusuunnitteluun perustuen voidaan käytössä olevia resursseja kartoittaa. **Arvio: 2**
- **Taso 5:** Mahdollistaa tehokkaan resurssien hyödyntämisen. Työvoiman, välineiden ja materiaalien hallinnan tilan kartoituksen, ovatko saatavilla, varattuina johonkin tai käytössä.

## 2. Tarkka aikataulutus

- **Lähtötilanne:** Yrityksellä ei ole käytössään helposti saatavilla olevaa reaaliaikaista tietoa, joka vaadittaisiin tuotannon hienokuormituksen suunnitteluun. Hienokuormitusta ei voida toteuttaa, suunnittelu tapahtuu viikko ennen tuotannon aloitusta. **Arvio: 1**
- **Taso 5:** Hienokuormitus mahdollistaa tuotannon optimoimisen perustuen käytössä olevien resurssien saatavuuteen, asetusten minimointiin ja välineiden kuormituksen tasapainotukseen.

## 3. Tuotantoprosessien ohjaus

- **Lähtötilanne:** Järjestelmä ei kykene reagoimaan äkillisiin muutoksiin tuotannossa, eikä tuotantosuunnitelman muuttaminen ole helppoa lyhyellä aikavälillä. **Arvio: 2**
- **Taso 5:** Ohjaa tuotannon tilausten käynnistämistä perustuen laadittuun aikatauluun. Järjestelmän täytyy pystyä reagoimaan yllättäviin tapahtumiin tuotannossa, jotka johtavat tuotantosuunnitelman aikataulutuksen muuttumiseen.

#### 4. Dokumenttien kontrollointi

- **Lähtötilanne:** Työohjeet ja dokumentit ovat saatavilla, ongelmana on hajautetun tiedonhallinnan aiheuttama tiedon hyödyntämisongelma. Kaikki haluttava tieto ei ole saatavilla ainakaan helposti, ja jossain tapauksessa tiedon löytämiseen kuluu kohtuuttoman paljon aikaa, kun tarvittavaa tietoa joutuu etsimään FLOW-järjestelmän ulkopuolelta. **Arvio: 2,5**
- **Taso 5:** Hallitsee tuotantoon liittyvää informaatiota, kuten työohjeita ja muuta tuotetietoa. Huolehtii operaattoreille ja koneille välttämättömästä tiedosta.

#### 5. Tiedon hankinta

- **Lähtötilanne:** Tuotantotietoa kerättiin lattiatasolta. Tietoa käytettiin muun muassa silloisten käytössä olleiden mittarien muodostamiseen. Tiedonkeruutavat eivät kuitenkaan olleet täysin luotettavia kaikkien mittareiden muodostamiseksi. Yrityksellä ei ole käytössään komponenttikohtaisia tietoja tuotteiden alkuperästä. **Arvio: 2,5**
- **Taso 5:** Tuotantotieto täytyy kerätä lattiatasolta, jotta voidaan tehdä tuotantoanalyyssejä. Jäljitettävyyys ja seuranta perustuvat käytettävissä olevaan tuotetietoon.

#### 6. Työvoiman hallinta

- **Lähtötilanne:** Työaikakirjauksien tekemiseen ja projektikohtaisten miestyötuntien kohdentamiseen käytettiin kahta toisistaan täysin irrallista järjestelmää. Projektikohtaiset miestyötunnit kohdennettiin jälkikäteen projekteille, joskin kohdentaminen ei ollut täysin luotettavaa. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Työvoiman hallinta käsittää työaikakirjaukset, tehtävien jakamisen sekä muun muassa aktiiviset seurantatoiminnollisuudet.

## 7. Laadun hallinta

- **Lähtötilanne:** Laadunhallinta oli lähtökohtaisesti suhteellisen hyvällä tasolla, joskaan aivan nykyaikaista teknologiaa ei vielä kovinkaan paljon hyödynnetty. **Arvio: 3,5**
- **Taso 5:** Analyysit perustuvat reaaliaikaiseen tuotantotietoon, joka mahdollistaa laatuongelmien löytämisen ja nopean reagoimisen niihin.

## 8. Prosessien hallinta

- **Lähtötilanne:** Lähtökohdat ja suuret linjaukset prosessien hallinnassa oli yrityksellä lähtökohtaisesti hallinnassa. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Mahdollistaa todellisten tuotantoprosessien valvonnan ja niiden muuttamisen tarvittaessa.

## 9. Kunnossapidon hallinta

- **Lähtötilanne:** Yrityksellä oli käytössään monia keinoja kunnossapidon hallintaan. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Kerättyä kunnossapitotietoa käytetään laitteiden kunnossapitoon liittyvien tehtävien hallintaan, joilla voidaan taata laitteiden käytettävyyttä.

## 10. Tuotteen jäljitettävyys

- **Lähtötilanne:** Yrityksen valmistamat tuotteet voidaan jäljittää yrityksen oman tuotannon osalta, mutta komponenttitason jäljitettävyys ei ole tällä hetkellä mahdollista. **Arvio: 2**
- **Taso 5:** Kerätyn tuotantotiedon avulla voidaan seurata valmiin tuotteen tai erän valmistumisvaiheet vaihe vaiheelta. Jäljitettävyys käsittää olemassa olevan tuoteketjun, sisältäen jopa materiaalilaatutiedot alihankkijoilta.

## 11. Suorituskykyanalyysi

- **Lähtötilanne:** Yrityksellä oli käytössään suorituskykymittareita. Havainnointi hetkellä käytössä olleet mittarit eivät kuitenkaan olleet optimaalisia yrityksen tarpeisiin nähden. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Tuottaa suorituskykytietoa, joka perustuu kerättyyn tuotantotietoon. Suorituskykytieto voi perustua muun muassa suorituskykymittareihin tai muihin laskettuihin arvoihin, jotka kuvaavat tuotannon suorituskykyä. Tämän informaation perusteella muodostetaan tuotannon suorituskykyraportteja käyttäjille.

Tavoitetasolla operointi vastaisi kyseisen yrityksen tuotannonohjauksen kannalta riittävän hyvin tämän hetkistä tarvetta. Tavoitetasoksi on annettu arvoja 4,5 ja 5 riippuen toiminnollisuudesta. Joidenkin toiminnollisuuksien kohdalla tason 4,5 katsotaan olevan toistaiseksi riittävä. Tässä ajattelumallissa on taustalla käytössä olevien resurssien kohdistaminen toimintoihin, jotka sillä hetkellä tuovat kokonaisuutta katsoen parhaan lopputuloksen. Yrityksen on tärkeää kehittää kokonaisvaltaisesti tilaustoimitusketjua paremmaksi, sen sijaan että keskityttäisiin liiaksi yhden asian kehittämiseen, jolla ei saada aikaan merkittävää parannusta.

### 4.3 Käytössä olevat tuotannon mittarit

Yrityksellä oli ennestään tuotannossa käytössä mittareita. Mittareita ei ollut päivitetty niiden käyttöönoton jälkeen. Osa käytössä olevista mittareista ei vastannut yrityksen tarpeita mittaamisen suhteen. Yrityksellä oli käytössään 27 erilaista tuotannon mittaria. Merkille pantavaa käytössä olevien mittarien suhteen oli joidenkin mittarien nimitys. Esimerkkinä mainittakoon 999-tunnit. Mittarin nimi ei kerro ulkopuoliselle mitään. Lisäksi epäselvä nimi oli aiheuttanut mittarin alkuperäisen määritelmän elämistä käyttäjien keskuudessa. 999-tunneilla tarkoitettiin alun perin käytännössä korjaustyöhön käytettyjä tunteja. Mittarin määrittely havainnointi hetkellä ei ollut yksiselitteinen. 999-tunteihin leimattiin myös osapuutoksien viivästymisestä johtuvia tunteja. Joidenkin mittarien esitysmuoto oli epähavainnollinen, vaikka mittari itsessään mittasikin hyödyllistä asiaa. Liitteenä on yksittäisiä esimerkkejä havainnointi hetkellä käytössä

olleiden mittareiden esitystavan ulkoasusta. Liitteissä 3 ja 4 on esitetty esimerkkejä käytössä olleiden mittareiden epähavainnollisesta esittämisestä. Liitteessä 5 on esimerkki onnistuneesta käytössä olleen mittarin esitystavasta. Poikkeamaa per laite - mittari on esimerkki mittarista, joka ulkopuolisen silmissä vaikutti aluksi tekaistulta, mutta osoittautui kuitenkin lopulta erittäin hyödylliseksi. Hämäävää mittarissa oli solukohtaisten mahdollisten virheiden lukumäärät, joita ei kuitenkaan tilastoitu kyseisessä solussa laisinkaan. Selvitystyön kautta lopulta kuitenkin selvisi, että mahdollisten virheiden lukumäärien tarkastelu perustui jälkikäteen tehtäviin analyyseihin laitteen toimivuudesta ja mahdollisesti löydettyvän virheen alkuperästä. Yrityksellä havainnointi hetkellä käytössä olevat mittarit on esitetty alla olevassa taulukossa 2.

Taulukko 2. Käytössä olleet mittarit

|  |
|--|
| <b>Päivää viimeisestä tapaturmasta</b>                   |
| <b>Valmistuksen toimituskyky %</b>                       |
| <b>Toimitettujen laitteiden lukumäärä</b>                |
| <b>Projektien kokonaisläpäisy aika</b>                   |
| <b>Kokoonpanon RFT</b>                                   |
| <b>Suunnitellut VS toteutuneet tunnit per projekti</b>   |
| <b>Käyttöaste</b>  |
| <b>999- tunnit</b>                                       |
| <b>Ala-, väli-, yläosan läpäisy aika</b>                 |
| <b>FAT- läpäisy aika</b>                                 |
| <b>Viimeistely 1 ja 2 sekä maalamon läpäisy aika</b>     |
| <b>Ala-, väli-, yläosan RFT sekä viimeistelyn RFT</b>    |
| <b>Poikkeama per laite</b>                               |
| <b>Laitemäärä sairaalassa per viikko</b>                 |
| <b>Laitteita sairaalaan per viikko</b>                   |
| <b>Sairaalatunnit per kuukausi</b>                       |
| <b>Vastuuosasto sairaalalaitteille</b>                   |
| <b>Toimitusvarmuus asiakkaille</b>                       |
| <b>Suunnitellut VS todelliset kokoonpanon aloitukset</b> |
| <b>Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä %</b>             |

## 5 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN

Käsiteltäviä teoreettista tietoa pyritään soveltamaan käytäntöön yrityksen tuotannonohjauksen kehittämiseksi. Kappaleessa käsitellään MES-järjestelmän käyttöönottoon liittyviä asioita, sekä mittareiden suunnittelua yrityksen kokoonpanotuotantoon ETO-ympäristössä. Mittarien suunnittelu lähtee liikkeelle ETO-ympäristön mukanaan tuomien haasteiden kartoituksesta. Tuotantoon soveltuvien mittareiden kehitys vaatii mittaamisen teorian tuntemista, ja sen soveltamisen osaamista suuren varianssin kokoonpanotuotantoon. Käytännössä tämä tarkoittaa mittarien räätälöintiä vastaamaan tarpeita ja soveltumaan paremmin yrityksen kokoonpanotuotantoon. Kehitetään yrityksellä käytössä olevia mittareita ja valitaan niistä arvokkaiksi nähdyt jatkossakin osaksi tuotannossa käytettäviä mittareita. Muodostetaan yhtenäinen kokonaisuus mittareita, joiden avulla tuotantoa ohjataan. Kehitetään uusia mittareita tuotantoon, olemassa olevien ja paranneltavien mittareiden lisäksi. Mittareiden on tarkoitus olla sellaisia, joista käyttäjä voi nopeasti hahmottaa tuotannon tilan. Mittareiden lukumäärän sijasta panostetaan niiden laatuun, tavoitteena on saada kuvaavia mittareita, joista välittyy kokonaisvaltainen kuva tuotannosta, ja jotka ohjaavat yrityksen toimintaa kokonaisvaltaisesti oikeaan suuntaan.

### 5.1 MES-järjestelmän käyttöönotto

MES-järjestelmän käyttöönotto voi olla tulevaisuudessa ajankohtainen, mikäli nykyisestä käytössä olevasta FLOW-järjestelmästä ei saada syystä tai toisesta kehitettyä ominaisuuksiltaan tarpeeksi hyvää. Tulevaisuuden järjestelmän tulisi vastata ominaisuuksiltaan kaupallisia MES-järjestelmiä. Mikäli kaupallinen MES-järjestelmä tulevaisuudessa halutaan ottaa käyttöön, on järjestelmän käyttöönoton eteen tehtävä paljon selvitystyötä, jotta valittu MES-järjestelmä palvelisi yrityksen tarpeita. Pelkkä selvitystyö ei riitä, sillä järjestelmän käyttöönottamiseksi on otettava käyttöön muita toimintaa tukevia järjestelmiä, jotka käyttävät keskitettyä tiedonhallintaa. PDM-järjestelmään täytyy syöttää tarvittavaa tietoa, jota ei aikaisemmin välttämättä ole määriteltävä järjestelmällisesti vaaditulla tarkkuudella. Tällä tarkoitetaan tuoteportfolioiden määrittelemistä tuoteperhetasolta aina komponenttitasolle. Toimivan PDM-järjestelmän olemassaolo on ehto MES-järjestelmän käyttöönotolle.

Mahdollisia MES-toimittajia on lukuisia kotimaisia, sekä lähes rajattomasti ulkomaisia. Järjestelmätoimittajia tulee jatkuvasti lisää. Yrityksen tavoitteena on hankkia mahdollisuuksien mukaan yhteiset järjestelmätoimittajat synergiaetujen vuoksi. Monet pienet järjestelmätoimittajat voivat joutua tässä taistelussa alakynteen. Suomessa on monia hyviä kotimaisia toimijoita, joiden MES-järjestelmät voisivat soveltua hyvin yrityksen toimintaan, mutta suuremmassa mittakaavassa katsoen tunnetut järjestelmätoimittajat, kuten Siemens tarjoaa MES-järjestelmien lisäksi kokonaisvaltaisia ratkaisuja aina suunnitteluohjelmista PLM-ohjelmiin. Tällaisilla yhtenäisillä saman toimittajan valinnoilla saadaan tietojärjestelmiin yhtenäisyyttä ja niiden toiminta on taattua myös tulevaisuudessa.

Tietojärjestelmien käyttöönotto vaatii paljon resursseja, onkin hyvä visioida tarkkaan, kuinka investointi maksaa itsensä takaisin ja missä ajassa. Toimiva ERP-järjestelmä yhdessä PDM-järjestelmän kanssa on edellytys MES-järjestelmän implementoinnille. MES-järjestelmän hankinnassa onkin syytä varmistaa eri järjestelmien yhteensopivuus, ennen hankintaa. Mikäli yrityksessä on tiedossa lähitulevaisuudessa ERP-järjestelmän uudistamiseen tai vaihtamiseen liittyviä hankkeita, on tässä vaiheessa hyvä tehdä selvitystyötä myös mahdollisen MES-järjestelmän suhteen. Tällöin saadaan paras mahdollinen kokonaisratkaisu, jossa järjestelmät palvelevat toisiaan. Järjestelmätoimittajien kanssa on hyvä käydä keskustelua ja kilpailuttaa keskenään eri järjestelmät. Yksinkertainen painokertoimella painotettu vaatimusmatriisi antaa hyvän kuvan siitä, miten eri toimittajien järjestelmät täyttävät niille asetettuja vaatimuksia.

### **5.1.1 Nykyisen FLOW-järjestelmän kehittäminen**

Mahdollinen MES-järjestelmien käyttöönotto yrityksessä on vasta tulevaisuuden visio. Tällä välin täytyy löytää keinoja tuotannonohjattavuuden parantamiseksi, ja yhtenä keinona yrityksessä nähdään nykyisen FLOW-järjestelmän kehittäminen. MES-järjestelmiin liitetään tietynlaisia ominaisuuksia, joita on esitelty tarkemmin kappaleessa 2.1.2, joita on jossain määrin jopa mahdollista ottaa tällä hetkellä käyttöön käytössä olevaan FLOW-järjestelmään. FLOW-järjestelmän kehitys liittyy vahvasti mittareiden kehittämiseen, sillä mittareiden käyttämä data saadaan kerättyä kentätasolla tapahtuvan työn ohessa FLOW-järjestelmän kautta. Mittarit on yksi merkittävä keino parantaa tuotannonohjausta. Mittarit asettavat vaatimuksia FLOW:n käyttöliittymälle. Mikäli



yritys haluaa tällä hetkellä ottaa käyttöön sille parhaiten soveltuvia mittareita, täytyy järjestelmään tehdä muutoksia. Kaikkia muutoksia, jotka on hankala toteuttaa ja jotka vaativat paljon työtä, ei ole välttämättä järkevää toteuttaa tällä hetkellä. Tällaiset vaatimukset ja kehitettävät mittarit voidaan ottaa käyttöön myös tulevaisuudessa. Yrityksen työntekijöiden kanssa järjestettiin keskusteluhenkisiä tapaamisia, joissa oli tarkoituksena vapaamuotoisesti haastatella diplomityön aihepiiriin oleellisesti liittyviä työntekijöitä. Tapaamisten tarkoituksena oli kartoittaa yrityksen nykytilaa ja toimintatapoja. Tapaamisten ohessa kerättiin samalla parannusehdotuksia ja ideoita mittareihin ja käyttöliittymän toimintaan liittyen.

## **5.2 Mittareiden suunnittelu ETO-ympäristöön**

Tuotannosta mitataan tällä hetkellä useita eri asioita, mutta useat käytössä olevat mittarit eivät anna käyttäjälleen tarvittavaa tietoa tuotannosta. Hyvät mittarit ovat kuin kartta, jota seuraamalla löydetään perille. Tässä tapauksessa osataan kehittää prosessia oikeaan suuntaan, paremman lopputuloksen saavuttamiseksi. Yhtenä keinona parantaa tuotannonohjausta on kehittää parempia mittareita. Engineering To Order eli ETO-ympäristö tuo kokoonpanoon mukanaan oman vaikeutensa. Lähes yksilöllisesti suunniteltujen tuotteiden kokoonpano harvoin sujuu täysin ongelmitta. Kohdeyrityksen tapauksessa tuotannon kokoonpanon mittaamista vaikeuttaa entisestään suuri laitteiden varianssi ja kompleksisuus erot. Yhden laitteen valmistus on suhteellisen hidas prosessi verrattuna tuotantoon, jossa kokoonpannaan samanlaisia laitteita useita kappaleita yhden työvuoronaikana. Kokoonpanoprosessin onnistunut läpivienti vaatii kaikkien sidosryhmien onnistuneen suorituksen. Kokoonpanossa suurimmat ongelmat liittyvät lähinnä alihankittaviin osiin. Osa alihankkijoilta tilatuista osista on joko myöhässä tuotannon kokoonpanon alkamisesta tai erilaisia, kuin mitä suunnittelu on alun perin ajatellut niiden olevan. Kaikki tällaiset asiat tuovat oman haasteensa onnistuneeseen prosessin läpivientiin. Perimmäisenä syyllä tuotannonohjauksen ongelmassa voidaan pitää reaaliaikaisen tiedonpuutetta eri toimintojen välillä, joka johtuu hajautetusta tiedonhallinnasta.

Mittareiden suunnitteluprosessi lähti liikkeelle tutustumisesta yleisesti yrityksen tuotantoon, sen erityispiirteisiin ja kokonaisvaltaisesti yrityksen toimintaan. Samanaikaisesti kartoitettiin yleisesti teollisuudessa ja muilla vastaavilla yrityksillä käytössä olevia mittareita. Yleisesti käytössä olevat mittarit, kuten läpimenoaika, laaduntuottokyky, käyttöaste, sekä monet muut yleisesti käytetyistä mittareista eivät kuitenkaan välttämättä ole suoraan käyttöönotettavissa sellaisenaan kohdeyrityksessä, johtuen tuotannon erityispiirteistä. Monet yleisesti käytössä olevat mittarit, kuten virhettä tuhatta kappaletta kohti eivät ole tarpeeksi havainnollisia. Tällaiset mittarit soveltuvat hyvin massatuotantoon, jossa tuotettavat laitteet tai osat ovat samanlaisia. Kohdeyrityksen tapauksessa ja tuotannonohjattavuuden kannalta olisi hyödyllistä tietää, missä työvaiheessa ja missä laitetypissä virheitä esiintyy. Lisäksi olisi hyvä tietää virheen aiheuttaja. Toisin sanoen monet yleisesti käytettävät mittarit ovat liian yleisellä tasolla, eivätkä kuvaa tarpeeksi yksityiskohtaisesti asioita.

### **5.2.1 Käytössä olevien mittareiden tunnistaminen ja analysointi**

Yrityksellä on ollut jo pitkään käytössään useita erilaisia kokoonpanotuotantoon liittyviä mittareita, joiden avulla kerätään dataa tuotannosta. Tällä hetkellä käytössä olevilla mittareilla mitattua dataa ei pystytä tehokkaasti hyödyntämään. Mittareilla mitataan arvokkaiksi tunnistettuja asioita, kuten esimerkiksi läpäisyaikaa, mutta saatua dataa ei voida tällä hetkellä riittävästi hyödyntää. Pelkkä läpimenoajan tieto ei itsessään anna kovin paljon tietoa itse prosessista, kokoonpantavien laitteiden suuren eroavuuden vuoksi. Näin ollen yrityksessä on huomattu tarve kehittää mittareita keinona parantaa tuotannonohjattavuutta sekä seurantaa. Alla olevassa taulukossa 3 on koottu yhteen tuotannossa tällä hetkellä käytössä olevat mittarit. Taulukossa 3 on värikoodilla merkitty ja tekstillä selvennetty mittarin tulevaisuuden hyödyntämissuunnitelma. Osa käytössä olevista mittareista oli suoraan hyödynnettävissä sellaisenaan jatkossakin. Nämä lisättiin suoraan taulukkoon, johon koottiin mahdolliset tulevaisuudessa käyttöönotettavat mittarit. Mahdolliset tulevaisuudessa käyttöönotettavat mittarit on merkitty taulukkoon 3 vihreällä värikoodilla. Vanhoissa käytöissä olevissa mittareissa oli muutamia, jotka todettiin täysin turhiksi, joita ei edes lähdetty kehittämään. Esimerkkinä edellä mainitusta on laitteita sairaalaan per viikko -mittari. Käytössä olevien mittareiden joukossa oli jo entuudestaan laitemäärä sairaalassa per viikko -mittari. On täysin turhaa mitata sattumaan perustuvaa laitemäärä, montako laitetta

milläkin viikolla siirretään sairaalaan. Mittarista saatua dataa ei voida hyödyntää laisinkaan, joten mittari päätettiin poistaa. Poistettavat mittarit merkittiin punaisella värikoodilla. Loput mittareista nähtiin potentiaalisiksi, joita voidaan hyödyntää tehtyjen muutosten jälkeen, nämä mittarit merkittiin keltaisin värikoodein. Liitteessä 1. Kehitysehdotuksia käytössä oleviin mittareihin on kuvattu yksityiskohtaisemmin parannusehdotuksia kehitettäviin mittareihin liittyen, joita on analysoitu alla olevassa taulukossa 3.

Taulukko 3. Käytössä olevat tuotannon mittarit

| Hyödyntämissuunnitelma<br>käyttöön otettaviin<br>mittareihin | Väri koodi | Mitattava kohde                                   |
|--|------------|---|
| Lisätty  | Green      | Päivää viimeisestä tapaturmasta                   |
| Korvattu   | Yellow     | Valmistuksen toimituskyky %                       |
| Lisätty  | Green      | Toimitettujen laitteiden lukumäärä                |
| Lisätty  | Yellow     | Projektien kokonaisläpäisy aika                   |
| Korvattu   | Yellow     | Kokoonpanon RFT                                   |
| Lisätty  | Yellow     | Suunnitellut VS toteutuneet tunnit per projekti   |
| Lisätty  | Yellow     | Käyttöaste  |
| Lisätty  | Yellow     | 999- tunnit                                       |
| Lisätty  | Yellow     | Ala-, väli-, yläosan läpäisy aika                 |
| Lisätty  | Yellow     | FAT- läpäisy aika                                 |
| Lisätty  | Yellow     | Viimeistely 1 ja 2 sekä maalamon läpäisy aika     |
| Korvattu   | Yellow     | Ala-, väli-, yläosan RFT sekä viimeistelyn RFT    |
| Poistettu  | Red        | Poikkeama per laite                               |
| Lisätty  | Yellow     | Laitemäärä sairaalassa per viikko                 |
| Poistettu  | Red        | Laitteita sairaalaan per viikko                   |
| Lisätty  | Yellow     | Sairaalatunnit per kuukausi                       |
| Korvattu   | Yellow     | Vastuuosasto sairaalalaitteille                   |
| Lisätty  | Green      | Toimitusvarmuus asiakkaille                       |
| Poistettu  | Red        | Suunnitellut VS todelliset kokoonpanon aloitukset |
| Lisätty  | Green      | Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä %             |

### 5.2.2 KPI mittarien kehittäminen

Mittarien kehittäminen yrityksen kokoonpanotuotantoon lähti tutustumalla tehtaan kokoonpanotuotantoon, sekä kokoonpantaviin laitteisiin. Perinteisiä mittareita, joita teollisuudessa yleisesti käytetään, ei voida suoraan hyödyntää sellaisenaan, vaan mittareita täytyy räätälöidä ennen niiden hyödyntämistä. Tuotannossa puhutaan projekteista, sillä jokainen valmistettava laite on käytännössä hieman erilainen eli oma projektinsa. Mikäli seurattaisiin pelkkää projektien läpimenoaikaa, kuten tällä hetkellä tehdään, saataisiin vain tietoa kunkin projektin kestosta, mutta ei voitaisi verrata eri projekteja keskenään. Toisin sanoen tieto projektin läpimenoajasta on sinänsä arvokas, mutta ei yksistään tarpeeksi kuvaava, johtuen projektien keskinäisestä suuresta poikkeavuudesta. Mittauksen tarkoituksena on, että mitattua dataa voidaan hyödyntää. Tuotannon mittareita suunniteltaessa mietittiin aluksi, mitkä asiat ovat sellaisia, joita halutaan mitata, mistä on hyötyä ja mitkä koetaan arvokkaiksi ja yrityksen strategian mukaisiksi. Ennen yksittäisten mittareiden tarkempaa suunnittelua mietittiin, mitkä voisivat olla mitattavia aihealueita. Aika nopeasti päädyttiin jakamaan mittarit viiteen eri kategoriaan: Turvallisuus, laatu, jakelu, kustannukset ja työntekijät. Nämä asiat koetaan yrityksessä yleisesti tärkeiksi, ja joita halutaan kehittää. Mittaamalla saadaan aihealueista tietoa, jonka pohjalta voidaan seurata kunkin aihealueen kehitystä. Eri kategorioiden sisäisiä mittareita lähdettiin miettimään yleisesti käytössä olevien mittareiden pohjalta, joita pyrittiin kehittämään sellaisiksi, että niitä voidaan hyödyntää kohdeyrityksen tuotannossa.

Eri laitetypit päätettiin jakaa kategorioihin niiden erityispiirteiden mukaan, jotka vaikuttavat kunkin laitteen läpimenoaikaan merkittävästi. Laitteiden kategorijaottelu mahdollistaa jokaiselle laitteelle melko hyvän arvion saamisen todellisesta läpimenoajasta. Tämä nähtiin merkittävänä parannuksena tuotannossa monesta syystä. Tuotannon aikataulutuksessa voidaan jatkossa hyödyntää tarkempia arvioita läpimenoajasta, sekä uusien mittarien myötä voidaan tarkastella poikkeaman aiheuttajia projektinsisäisessä läpimenoajassa, jonka ansiosta voidaan puuttua viivästyksen juurisyyn. Yrityksen tuotteissa oli muutamia huomattavia yhteisiä tekijöitä, jotka aiheuttavat merkittävät poikkeamat tuotteen läpimenoaikaan.

Mittarien valinta perustui yrityksen strategiaan tavoitteisiin. Kehitettyjen mittareiden avulla pyritään ohjaamaan tuotantoa kohti asetettuja alatavoitteita. Alatavoitteiden avulla pyritään saavuttamaan ylemmän tason tavoitteita, jotka ovat isompia osakokonaisuuksia, jotka on luotu pohjautuen yrityksen strategiaan. Jokaisella kehitetyllä mittarilla on määritelty tarkoitus. Kehitettyjen mittareiden avulla pyritään kehittämään yksittäisten parannusten kautta koko prosessia paremmaksi. Mittareihin kerätty data kerätään uuden kehitetyn käyttöliittymän kautta, joka on tarkemmin esitelty kappaleessa 6.1. Mittareihin kerättävä tieto kerääntyy osana päivittäistä työskentelyä, siten että siitä ei aiheudu ylimääräistä työtä tuotannon kokoonpanon työntekijöille. Data kerätään reaaliaikaisesti työn ohessa käyttäjän käyttöliittymään tekemien toimenpiteiden perusteella. Kullekin mittarille on erikseen tarkoin määritelty, minkä toimenpiteiden perusteella tieto mittareille muodostuu. Mittareille kerättävän tiedon luotettavuus varmistetaan käyttöliittymään kehitettyjen määritelmien avulla, jotka käyttäjän on täytettävä järjestyksessä edetäkseen seuraavaan työvaiheeseen. Käyttöliittymän avulla kerätyt tiedot kerätään automaattisesti raakadata tietokantaan, josta tehtyjen määritelmien ja koodaustyön avulla saadaan automaattisesti päivittyviä mittareita ja valoja, jotka välittävät yksinkertaistetusti mittareiden sanoman. Mittareiden tuloksista muodostetaan raportteja ja yhteenvetoja suhteessa tavoitteiden saavuttamiseen reaaliaikaisesti. Mitattavien kategorioiden valojen palamisesta muodostetaan kunkin valon palamisaikaan perustuvia keskiarvoja, joiden perusteella voidaan seurata kunkin valon osalta, tulosta suhteessa asetettuun tavoitteeseen. Esimerkki valojen yhteenveto raportista on esitetty kappaleessa 6.3 taulukossa 6. Taulukossa 6 esitetystä esimerkistä tarkastelujakson pituutena käytetään kymmentä minuuttia yksinkertaistuksen vuoksi. Kaikkia mittareilla kerättyä tietoa ei esitetä kaikille, eikä joka paikassa. Esitetty tieto, sille tarpeellinen kohderyhmä ja paikka on tarkoin määritelty. Mittareilla kerättyä dataa ja tehtyjä raportteja on esitetty läpikäytäväksi tuotannon viikkopalaverissa, ja lisäksi aina tarpeen vaatiessa. Jokaiselle mittarille on asetettu vastuhenkilö, joka vastaa mittarin tavoitteiden asettamisesta. Käytännössä mittarin vastuhenkilö on kategoriasta yleisesti vastuussa oleva henkilö. Esimerkkinä tästä: laatumittareiden ja laatuvalon raja-arvojen ja tavoitteiden asettamisesta vastaa viime kädessä aina laatupäällikkö.

Suurimpana ongelmana voidaan tällä hetkellä pitää eri toimintojen, kuten oston, suunnittelun ja tuotannon välisen reaaliaikaisen tiedon puutetta. Reaaliaikaisen tiedon puutteella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, ettei toisistaan erillisillä organisaatioilla ole reaaliaikaisesti päivittyvää tietoa muissa organisaatioissa tapahtuvista muutoksista, joka vaikuttaa oman organisaation toimintaan. Tämä hankaloittaa tuotannonohjattavuutta ja aiheuttaa ongelmia, jotka näkyvät tuotannossa osapuutteina ja keskeneräisinä projekteina. Tämä huomioitiin mittarien kehityksessä, ja pyrittiin kehittämään mittareita, joiden avulla pyritään parantamaan yhteistyön sujuvuuden kehittämistä. Toisin sanoen pyrittiin luomaan mittareita, joiden avulla voidaan seurata ongelmakohdiksi tunnistettuja asioita, kuten osapuutteita kokoonpanon aloituksissa ja tästä johtuvia keskeytyksiä. Toisaalta luotiin ostolle mittari, jolla he voivat seurata tuotannon aloitusaikatauluun tehtyjä aikaistuksia, jotka aiheuttavat osapuutoksen syntymisen, eli kuinka paljon osapuutokset johtuvat siitä, että tuotantoaikataulua on aikaistettu ja aiheutettu tällöin osapuute. Kuinka paljon osapuutoksia oikeasti olisi, jos tuotannon ajojärjestystä ei aikaistettaisi. Tämän avulla osto ja tuotanto voivat seurata prosentuaalisesti, kuinka moni osapuutos on aiheutunut oston toiminnasta, ja kuinka moni siitä, että tuotanto on tehnyt muutoksia viime hetkellä projektien aloituksen suhteen. Tämä kannustaa molempia kehittämään toimintaansa.

Mittarien kehityksen tarkoituksena on parantaa yrityksen tuotannonohjattavuutta, pelkillä mittareilla ei edellä mainittua ongelmaa voida yksistään ratkaista, vaan eri organisaatioiden yhteistyön hallittu parantaminen lähtee liikkeelle toimivasta tietojärjestelmästä. Toimivan tietojärjestelmän sisältävän datan, kuten mittareissakin hyödynnettävän datan tulee olla luotettavaa ja esitetyn tiedon täytyy olla oikein sekä reaaliaikaista. Oman haasteensa mittarien kehitykselle loi se, onko kehitettäville mittareille saatavissa tarvittavat tiedot, jotta uudet mittarit ovat käytännössä otettavissa käyttöön. Tarkoituksena oli luoda mittareita, jotka antavat arvokasta tietoa, mutta samalla mittareita, jotka ovat oikeasti toteutettavissa tämän hetkisillä työvälineillä. Kaikki mittarit eivät ole sellaisenaan toteutettavissa vaan vaativat jossain määrin muutoksia datankeruujärjestelmään. Yksi esimerkki tällaisesta vaatimuksesta on miestyötuntien projektikohtainen seuranta. Miestyötunteja seurataan tälläkin hetkellä projektikohtaisesti. Ongelmana on, että miestyötuntien kohdentaminen projekteille ei ole tällä hetkellä tarpeeksi luotettavaa, jotta sitä voitaisiin käyttää datan lähteenä

mittareille. Yrityksen yksi tulevaisuuden kehityskohde on miestyötuntien projektikohtainen seuranta. Vaikka tällä hetkellä kaikki mittareille asetetut vaatimukset eivät täytyisikään, on yrityksellä tiedossaan mihin suuntaan kehitystä tulevaisuudessa kannattaa viedä.

Taulukossa 4 on esitelty yrityksen ETO-kokoonpanotuotantoon suunnitellut mittarit. Mittarit on jaoteltu kolmeen eri mittausalueeseen solukohtaiseen, työaluekohtaiseen ja koko hallia koskeviin mittausalueisiin. Aikaisemmin käytössä olleet mittarit on eroteltu \* merkillä mittarin nimityksen perässä. Aikaisemmin käytössä olleilla mittareilla ei tarkoiteta täysin samoja mittareita, jotka ovat aikaisemmin olleet käytössä, vaan mittareita, joissa on merkittävästi samoja piirteitä aikaisempien mittareiden kanssa. Uusissa käyttöönotettavissa mittareissa on 16 täysin uutta mittaria, sekä 12 aikaisemmin käytössä olleen kaltaista mittaria, joita on tavalla tai toisella paranneltu. Taulukon 4 oikean puoleisessa reunassa on joidenkin mittareiden nimitystä korostettu punaisella värillä. Punaisella korostetut mittarit muodostavat seuraavassa kappaleessa 6 esitellyn liikennevalonäytön kunkin kategorian valon värin. Kategorioita ovat turvallisuus, laatu, jakelu, kustannukset ja työntekijät. Liitteessä 6 on yksityiskohtaisemmin määritelty käyttöönotettavat mittarit. Osassa kategorioista kahden mittarin nimi on korostettu punaisella värillä, tämä siksi, että koko hallia kuvaava liikennevalo ja kutakin työaluetta kuvaava liikennevalo voivat koostuvat eri mittareista. Tarkemmat määrittelyt mittareihin ja valojen muodostumiseen ovat liitteessä 6.

Taulukko 4. (1) Käyttöön otettavat mittarit kategorioittain

| Turvallisuus 2                                  |             |   |                                  |
|---|-------------|---|----------------------------------|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Välittömästi    | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus               |
| Tapaturmat *                                    | Työalue     | Päivää viimeisestä tapaturmasta                             | Seurataan tapaturmien sattumista |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus               |
| Läheltä piti tilanteet ja tehdyt turvahavainnot | Työalue     | Tehtyjen turvahavaintojen ja läheltä piti tilanteiden määrä | Vähennetään tapaturmien määrää   |

| Laatu 7                                  |  |                                  |  |
|--|--|----------------------------------|--|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue  | Mittarin nimi                    | Mittarin tarkoitus   |
| Virhettä per mahdollisuus/<br>työvaihe * | Työalue  | Työvaiheiden virheettomuus %     | Seurataan virheiden esiintymistä, osataan tarvittaessa puuttua ongelmiin                                   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue  | Mittarin nimi                    | Mittarin tarkoitus   |
| RFTP                                     | Työalue  | RFTP                             | Seurataan virheiden esiintymistä reaaliaikaisesti (yllä olevassa takautuvasti)                             |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue  | Mittarin nimi                    | Mittarin tarkoitus   |
| "Nykyiset" korjaustunnit *               | Muodostuu summana kaikista soluista                      | Korjaustunnit                    | Saadaan tietoa korjaukseen käytetystä ajasta, joka kertoo laadusta paljon                                  |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue  | Mittarin nimi                    | Mittarin tarkoitus   |
| Viallisten osien kategorisointi          | Määrät per kategoria muodostuu summana kaikista soluista | Viallisten osien aiheuttaja      | Saadaan jäljitettyä syy, joka aiheuttaa viallisen osan ja mahdollisen keskeytyksen projektin läpiviennissä |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue  | Mittarin nimi                    | Mittarin tarkoitus   |
| Laitemäärä sairaalassa per viikko *      | Muodostuu summana kaikista soluista                      | Laitteita sairaalassa per viikko | Voidaan seurata laitteissa esiintyvien isompien ongelmien viikottaista määrää                              |



Taulukko 4. (2) Käyttöön otettavat mittarit kategorioittain

| Laatu 7                                  |                                     |                               |   |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue                         | Mittarin nimi                 | Mittarin tarkoitus  |
| Sairaalatunnit per kuukausi *            | Koko halli                          | Sairaalatunnit                | Saadaan arvokasta tietoa montako sairaalatuntia johtuu kuukauden aikana mistäkin syystä |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue                         | Mittarin nimi                 | Mittarin tarkoitus  |
| Sairaalalaitteiden kategorisointi        | Muodostuu summana kaikista soluista | Sairaalalaitteiden aiheuttaja | Montako laitetta siirretään sairaalaan viallisen osan takia ja montako osa puutteen     |

| Jakelu 10                                       |                                     |   |   |
|---|-------------------------------------|---|---|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue                         | Mittarin nimi                                   | Mittarin tarkoitus  |
| Tuotannon pysyminen suunnitellussa aikataulussa | Työalue                             | Tuotannon pysyminen suunnitellussa aikataulussa | Seurataan asetettuja läpimenoaikoja arvioita eri projekteille eri työvaiheissa suhteessa toteutumaan... tulevaisuuden kannalta arvokasta dataa hienokuormituksen suunnittelussa |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue                         | Mittarin nimi                                   | Mittarin tarkoitus  |
| Projektikohtainen jonotusaika soluun            | Solu                                | Solukohtainen jonotusaika                       | Nähdään kuinka kauan projekti on odottanut pääsyä seuraavaan vaiheeseen, missä solussa jonotusajat ovat pisimmät  |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue                         | Mittarin nimi                                   | Mittarin tarkoitus  |
| Valmistuksen D2 *                               | Muodostuu summana kaikista soluista | Valmistuksen toimitusvarmuus                    | Seurataan toimitusvarmuutta   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue                         | Mittarin nimi                                   | Mittarin tarkoitus  |
| Suunniteltu VS vahvistettu jakelun aikataulu    | Muodostuu summana kaikista soluista | Osapuutoksien myöhästymisien seuranta           | Nähdään paljonko ja mitä osia on myöhässä oston tai alihankkijoiden toiminnan seurauksena   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi        | Mittausalue                         | Mittarin nimi                                   | Mittarin tarkoitus  |
| Toimitettujen laitteiden lukumäärä *            | Muodostuu summana kaikista soluista | Toimitettujen laitteiden lukumäärä              | Seurataan toimitettujen laitteiden määrää   |

Taulukko 4. (3) Käyttöön otettavat mittarit kategorioittain

| Jakelu 10                                |             |   |  |
|--|-------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Solukohtaisten läpäisyajojen summa       | Koko halli  | Solukohtaisten läpäisyajojen summa                          | Saadaan arvio ideaalisesta tuotteen läpimenoajasta   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Projektien kokonaisläpäisy aika *        | Koko halli  | Projektien kokonaisläpäisy aika                             | Kuinka kauan kokonaisuudessa oikeasti projektin läpivienti kesti   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä % *  | Koko halli  | Kokoonpanoista alkaa ilman viivästyksiä %                   | Saadaan tietää jätäänkö jatkuvasti jälkeen suunnitellusta aikataulusta (voidaan tehdä yhdessä alemman mittarin kanssa yhteenvetotaulukko, josta selviää kuinka moni projekti aloitetaan ajoissa ja puuttuuko niistä osia, jos puuttuu johtuvatko puutteet aikaistetusta kokoonpano aloituksesta, monessako aikaistetussa aloituksessa on osapuutteita) |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Kokoonpano alkaa ilman osa puutteita %   | Koko halli  | Kokoonpano alkaa ilman osapuutteita%                        | Saadaan tietää kuinka monesta projektista puuttuu osia kun kokoonpano aloitetaan   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Kokoonpano alkaa ilman aikaistuksia % *  | Koko halli  | Projektia aloitetaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti % | Saadaan tietää tehtyjen muutosten määrä ajorjestyksessä sekä yhdessä kahden yllä olevan mittarin kanssa voidaan päätellä syy seuraus suhteita, pystytään tätä kautta puuttumaan ongelmiin  |

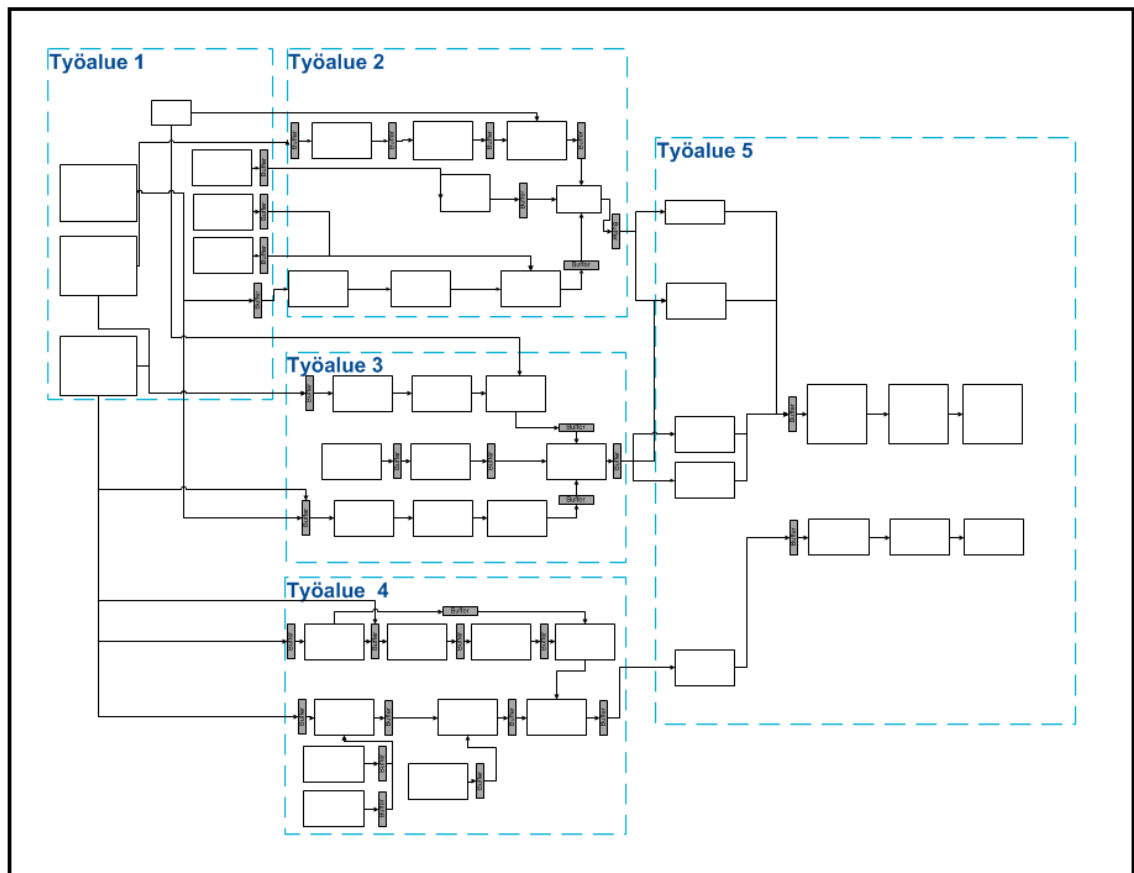
| Kustannukset 7                           |                                     |                                |  |
|--|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue                         | Mittarin nimi                  | Mittarin tarkoitus   |
| Projektikohtainen ongelma-aika           | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen ongelma-aika | Saadaan tietää, kuinka paljon aikaa kului ongelmien ratkaisuun |

Taulukko 4. (4) Käyttöön otettavat mittarit kategorioittain

| Kustannukset 7   |                                     |  |  |
|--|-------------------------------------|--|--|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Projektikohtainen odotusaika                                   | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen odotusaika                                   | Saadaan tietää kuinka kauan aloitettu projekti seiso puuttuvien osien takia  |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Projektikohtainen ongelma-aika ja projektikohtainen odotusaika | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen ongelma-aika ja projektikohtainen odotusaika | Seurataan tuottamattoman ajan määrää, joka ei johdu työntekijän omasta toiminnasta   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Työpistekohtainen odotusaika                                   | Solu                                | Solu odottaa uutta projektia (kulunut aika)                    | Saadaan tietää kuinka kauan jokin solu joutuu odottamaan kokoonpantavaa materiaalia, solussa on joko liikaa työntekijöitä tai edeltävissä työvaiheissa liian vähän, jos ajat poikkeavat suuresti vaikka kokoajan on työtä tehtäväksi |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Suunnitellut vs toteutuneet miestyötunnit per projekti         | Muodostuu summana kaikista soluista | Suunnitellut vs toteutuneet projektikohtaiset miestyötunnit    | Pystytään kohdentamaan todelliset kustannukset projektikohtaisesti (saadaan tietää suunnitellut vs todelliset)   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Planned vs Actual Labour % *                                   | Muodostuu summana kaikista soluista | Suunniteltu vs toteutunut työvoiman tarve                      | Seurataan kapasiteetin hyödyntämistä   |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi                       | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Utilization % *  | Muodostuu summana kaikista soluista | Käyttöaste   | Seurataan kapasiteetin hyödyntämistä   |

| Työntekijät 2                            |             |                    |  |
|--|-------------|--------------------|--|
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi      | Mittarin tarkoitus   |
| Parannukset ja kehitys ideat             | Työalue     | Aloitteiden määrä  | Seurataan tehtyjä määriä, lisäksi olisi hyvä jatkokäsittellä tulokset ja jaotella kategorioihin, saadaan tietoa kuinka moni havainto on oikeasti hyvä suhteessa tehtyihin määriin. |
| Mittareiden päivitystaajuus:<br>Kuukausi | Mittausalue | Mittarin nimi      | Mittarin tarkoitus   |
| Palautteen antaminen                     | Työalue     | Palautteiden määrä | Kannustetaan työntekijöitä antamaan palautetta ja seurataan palautteen antamista   |

Alapuoleisessa kuvassa 11 on esitetty esimerkinomaisesti, miten työaluejaottelu voitaisiin toteuttaa kohdeyrityksen tapauksessa. Kuvan jaottelu perustuu yrityksen mukailtuun layout- näkymään, eikä täten vastaa todellisuutta. Työaluejaottelun peruseriaatteena on jakaa koko halli työalueisiin. Yksi työalue muodostuu useammasta solusta. Yhden työalueen solut muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. Esimerkkinä tästä voitaisiin kuvitella kohdeyrityksen valmistavan kolme toisistaan jollain tapaa poikkeavaa tuotetta. Työalueella yksi tapahtuisi esivalmistelut jokaiseen tuotteeseen, jotka jatkojalostetaan tuotteesta riippuen työalueilla 2,3 tai 4. Työalueella 5 tuotteet voitaisiin viimeistellä ja pakata lähetystä varten. Näin koko halli on onnistuttu jaottelemaan työalueisiin. Solut työalueiden sisällä muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. Työaluejaottelulla yli solurajojen pyritään lisäämään työntekijöiden yhteistoimintaa saman työalueen sisällä. Työntekijöitä kannustetaan oikeanlaisten mittareiden ja liikennevalojen avulla yhteistoimintaan muiden saman työalueen työntekijöiden kanssa.



Kuva 11. Esimerkinomainen työaluekohtainen jaottelu (mukailten todellista näkymää)

Taulukossa 4 on esitelty käyttöönotettavat mittarit ja olennaisimmat määritelmät, joiden avulla mittarit ovat yleisellä tasolla ymmärrettävissä. Jokainen mittari tulee kuitenkin määritellä yksiselitteisesti. Alapuoleisessa taulukossa 5 on esimerkinomaisesti kuvattu yhden mittariin rakentamiseksi tarvittavat määritelmät.

Taulukko 5. Esimerkki mittarin määrittelystä

| Kategoria                                   | Työntekijät   |
|---|---|
| Mittareiden päivitystaajuus                 | Kuukauden aikana tehtyjen määrien mukaan (asetetaan raja-arvot)   |
| Mittarin nimi                               | Tehdyt parannukset ja kehitysideoit   |
| Lyhyt kuvaus ja määrittely                  | Asetetaan työaluekohtainen tavoite ja seurataan sen täyttymistä kuukausittain.  |
| Mistä saadaan heräte                        | Työntekijä täyttää toiminnon kommunikaatio keskuksen kautta   |
| Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Ei pakollisia vaatimuksia, voitaisiin linkittää Intran palautekanavaan, siten että projekti numero ja koneelle kirjautuneen työntekijän tiedot yms. Täyttyisivät automaattisesti. |
| Minne tieto tallentuu                       | Raakadataan / Intraan   |
| Mitkä on yksiköt                            | Kappaletta per henkilö  |
| Mittausalue                                 | Työalue   |
| Mittarin tarkoitus                          | Seurataan tehtyjä määriä, lisäksi olisi hyvä jatkokäsitellä tulokset ja jaotella kategorioihin, saadaan tietoa kuinka moni havainto on oikeasti hyvä suhteessa tehtyihin määriin. |
| Mittarin vastuuhenkilö                      | Alueesta vastuussa oleva henkilö (nimi otettu pois)   |
| Tavoite ja raja-arvot                       | (Vihreä):Jokainen työntekijä tekee yhden kpl kuukauden aikana. (Keltainen): Joka toinen tekee yhden. (Punainen): Joka kolmas tekee yhden  |
| Data kerätään nykyjärjestelmässä            | Kyllä Intra   |
| Kuka kerää                                  | QHSE  |
| Vaatii                                      | Työntekijän kohdistamisen alueelle tai alueen määrittämisen ilmoituksen yhteydessä.   |
| Muodostaa kategorian liikennevalon          | Kyllä   |
| Minkä alueen tai alueiden valon             | Koko tehdas ja työalue  |

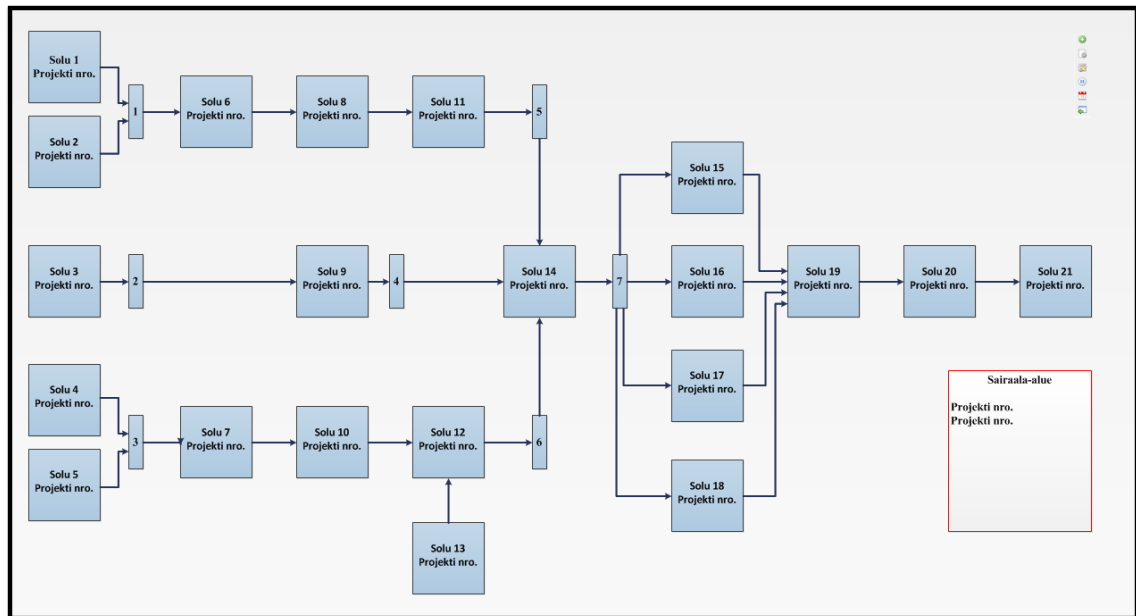
Taulukossa 5 on esitetty, miten tehdyt parannukset ja kehitysideoit -mittari on yksiselitteisesti määritelty, ja mitä täytyy ottaa huomioon mittarin määrittelemisessä mittarin käyttöönottamiseksi.

## **6 KÄYTÄNNÖN TOIMENPITEET TUOTANNONOHJATTAVUUDEN PARANTAMISEKSI**

Yrityksen hankkeessa kehittää tuotannonohjattavuutta, tehtiin diplomityön aikana konkreettisia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena oli parantaa lyhyen aikavälin suunnitelman mukaisesti nykyistä FLOW-järjestelmää. Käytännön parannukset koostuivat FLOW-järjestelmään tehdyistä parannuksista, joiden avulla helpotettiin työskentelyä, poistettiin tuottamatonta toimintaa, sekä tehtiin FLOW:sta havainnollisempi. Samaan aikaan pyrittiin pitämään mielessä pitkän aikavälin kehityssuunnitelma. Osa konkreettisista toimenpiteistä tähtäsi selvästi kauemmas tulevaisuuteen. Uuden teknologian käyttöönottoaminen kokoonpanotuotannossa, älykypäröiden, näyttöjen, tablettien ja muiden laitteiden tuominen tuotannon testikäyttöön oli yksi konkreettinen toimenpide, joka oli osa lyhyen aikavälin suunnitelmaa, mutta myös samalla vahvasti nähtävissä osana tulevaisuuden visiota. Tuotannon FLOW:n kehitys käsittää tuotannon työntekijöiden ja työnjohdon pääasiassa käyttämän käyttöliittymän kehittämisen. Seuraavissa kappaleissa käsitellään toimenpiteitä tuotannonohjattavuuden parantamiseksi yrityksessä. Tällaisia toimenpiteitä ovat tuotannossa käytössä olevan käyttöliittymän kehittäminen, uusien laitteiden käyttöönottoaminen tuotannossa sekä tuotannon mittareiden kehittäminen.

### **6.1 Käyttöliittymän kehittäminen**

Tällä hetkellä käytössä oleva käyttöliittymä ei vastaa tämän hetkisiä vaatimuksia tuotannon käyttöliittymälle. Käyttöliittymä ei ole tarpeeksi havainnollinen, eivätkä käyttäjälle tarpeelliset tiedot ole helposti saatavilla. Käyttöliittymällä tarkoitetaan tuotannon kokoonpanotyöntekijöiden sekä työnjohdon pääasiallisesti käyttämää näkymää, josta nähdään tällä hetkellä käynnissä olevat projektit solukohtaisesti. Alapuoleisessa kuvassa 12 on esitetty mukaelma vanhasta käytössä olleesta tuotannon FLOW:n käyttöliittymästä.



Kuva 12. Tuotannon FLOW:n vanha yleisnäkymä (mukaillen todellista näkymää)

Yrityksessä käytetään tuotannon FLOW nimitystä kyseiselle näkymälle. FLOW:sta nähdään ja hallinnoidaan projekteja kokoonpanossa. Ongelmaprojektit siirretään sairaalaan. Sairaalassa olevat projektit näkyvät samassa näkymässä tuotantosolujen kanssa, kuten kuvasta 12 nähdään. Sairaala-alue on esitetty oikeanpuoleisessa reunassa kuvassa 12. FLOW:ssa on tällä hetkellä tietynlaisia puutteita, joita halutaan kehittää. Puutteet liittyvät lähinnä tällä hetkellä käytössä olevaan yrityksen hajautettuun tiedonhallintaan. Työntekijöiden toimintaa hidastaa tällä hetkellä muun muassa työpiirustusten hakeminen FLOW:n ulkopuolelta.

FLOW-käyttöliittymän kehitykseen vaikuttaa moni asia. FLOW:n kehitys on osa laajempaa tietojärjestelmiin ja tuotannonohjauksen kehittämiseen liittyvää kokonaisuutta. Käyttöliittymän kehittämiseksi haastateltiin vapaamuotoisesti noin kolmeakymmentä ihmistä eri toiminnoista ja kyseltiin heidän ideoitaan ja käyttötarpeitaan, jotka jollain tavoin liittyvät tuotannon FLOW:n kehitykseen. FLOW:n kehitykseen katsottiin kuuluvan tuotantoon oleellisesti vaikuttavat toimijat, kuten varastointi, tuotannon aikataulutuksen suunnittelu, ostot, tuotannon työnjohto, tuotannon työntekijät, sekä muun muassa laatuvaastavat. Lisäksi kehityshankkeeseen liittyvät olennaisesti tietojärjestelmien kehitykseen vaikuttavat henkilöt, sekä yrityksen kehityspäällikkö. Kaikkia edellä mainittuja toimijoita, sekä hankkeeseen oleellisesti

jollain tavoin liittyviä henkilöitä tavattiin ja kuultiin heidän näkemyksiään sen hetkistä päivittäiseen toimintaan liittyvistä ongelmista, joita voitaisiin mahdollisesti kehittää diplomityön tai muiden samanaikaisten hankkeiden puitteissa. Tapaamisten, omien kehitysideoiden, taustateorian sekä aikaisemmin tunnistettujen ongelmien pohjalta luotiin lista toteutettavista vaatimuksista. Lista on liitteenä 2. FLOW:n kehityksen vaatimuslista. Kaikkia vaatimuslistan kohtia, joita on kaiken kaikkiaan lähes 50, ei voida rajallisen budjetin takia toteuttaa välittömästi, joten vaatimukset priorisoitiin niiden tärkeyden mukaisesti. Priorisointi suoritettiin kahdessa osassa. Aluksi ideat jaettiin A-, B- ja C-luokkiin, jonka jälkeen prioriteetissa korkeimpaan A-luokkaan yltäneet ideat priorisoitiin uudelleen. Tällä kertaa priorisoinnin perusteena käytettiin arviota kehitysidealla saavutetusta hyödystä ja sen toteutukseen vaadittavasta työmäärästä. Näin saatiin aikaan jokaiselle kehitysidealle ominainen kerroin, jonka perusteella A-luokan ideat jaoteltiin alustavaan järjestykseen, jonka pohjalta kehitysideoita lähdetään toteuttamaan. Toteutuksesta päättävät henkilöt lopuksi katsoivat, että toteutettavat ideat todella muodostivat toteutuskelpoisen ja järkevän kokonaisuuden, ja ettei listan ulkopuolelle jäänyt kehitysideoita, jotka syystä tai toisesta olisi joka tapauksessa toteutettava. Näin muodostettiin kokonaisuus, joka palvelisi kaikin puolin parhaiten yrityksen sen hetkisiä tarpeita.

Käyttöliittymään päätettiin tuoda tärkeäksi tunnistettuja asioita, joiden tuominen käyttöliittymään on edellytys tuotannon mittareiden toiminnalle. Tuotannon käyttöliittymään tuotiin seuraavat alla esitetyt toiminnot, jotka käyttöliittymää käyttävä työntekijä merkitsee tilanteiden esiintyessä. Tehtyjen merkintöjen pohjalta kerätään käytettävää dataa tuotannon mittareiden muodostamiseksi.

Työntekijä merkitsee:

**Pikkuvika:** Kittien odotus, viallinen osa

**Sairaala:** Osapuute, viallinen osa

**Keskeytä työ** (Työskentely keskeytyy jonkin muun kuin yllä olevien syiden takia)

**Korjaustunnit** merkitsee työntekijä

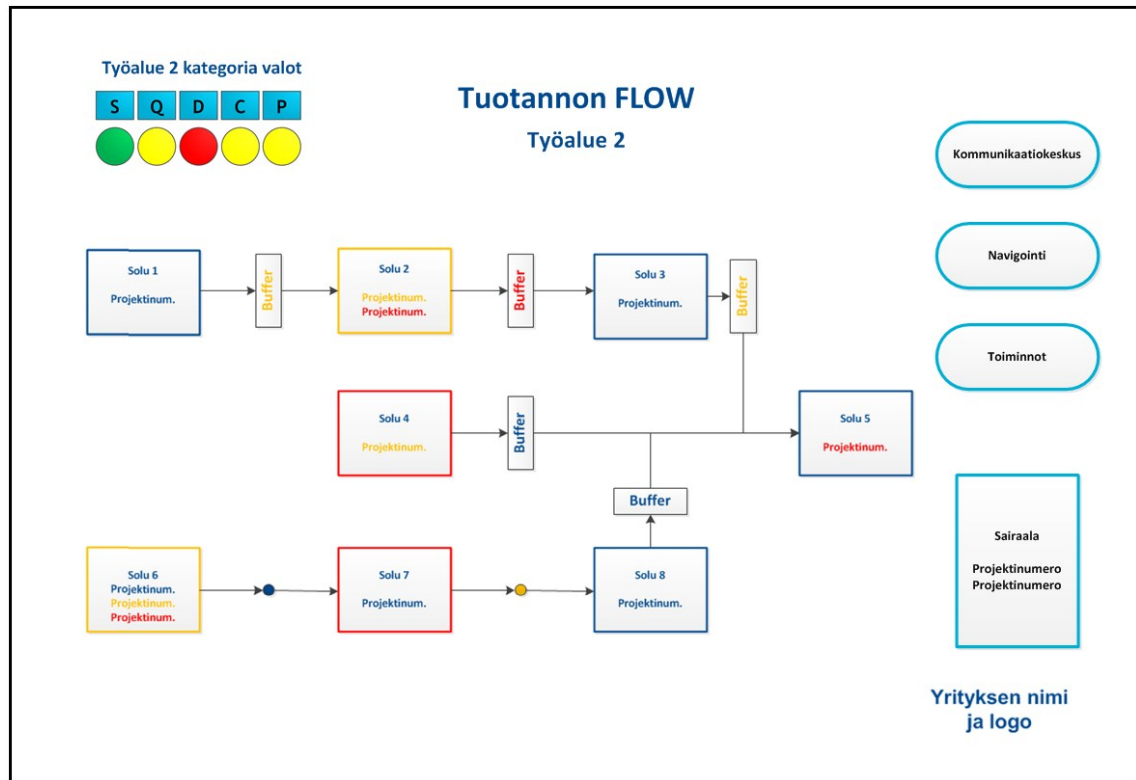


Viallisen osan tapauksessa laatuosasto tulee määrittämään syyn vialliselle osalle. Onko kyseessä suunnitteluvirhe, valmistusvirhe vai vahingoittunut osa. Edellä mainitun mukainen kategorijaottelu auttaa tiedon jatkokäsittelyä, sekä sen avulla voidaan muodostaa jakauma viallisten osien aiheuttajista.

Käyttöliittymässä oli jo ennestään lähes samankaltaiset leimausominaisuudet, joita käytettiin ongelmatilanteissa. Leimaustoimintojen avulla mittareissa käytettävä data kerätään huomaamatta kenttätasolla työn ohessa. Ilman edellä esitettyjä leimausmäärittelyitä osa kehitetyistä mittareista on, joko mahdoton muodostaa tai kerätty tieto ei välttämättä ole luotettava datanlähde mittarin muodostamiselle. Edellä mainittujen leimaustietojen muutoksien lisäksi on elintärkeää, että työntekijät, jotka käyttävät käyttöliittymää, koulutetaan ja opastetaan uuden käyttöliittymän käyttämiseen suunniteltujen määritelmien mukaisesti. Tällä mahdollistetaan luotettava datan kerääminen. Kerättyä tietoa voidaan onnistuneesti hyödyntää mittareissa.

FLOW:n käyttöliittymän kehittämiseen liittyy olennaisesti myös työntekijöiden kommunikoinnin helpottaminen eri toimintojen välillä. Kehitetyt mittarit asettavat vaatimuksia säännöllisten turvahavaintojen ja läheltä piti tilanteiden tekemiselle, parannuksien ja kehitysideoiden sekä palautteen antamiselle. Käyttöliittymään päätettiin tuoda toimintoja, joilla voitiin kehittää aikaisemmin käytössä ollutta tapaa ilmoittaa edellä mainitut havainnot ja ideat. Turvahavaintojen ja läheltä piti tilanteiden tekemistä, kehitysideoiden, parannusehdotusten ja palautteen antamista helpotettiin luomalla linkki FLOW:n käyttöliittymästä aloitussivulle, josta käyttäjän on helpompi valita mihin edellä mainittuun kategoriaan havainto tai idea todella kuuluu. Tämän avulla ei ainoastaan helpoteta havaintojen ja muiden tekemistä, vaan tällä mahdollistetaan halutun datan kerääminen mittareille siinä muodossa, että mittarit voidaan toteuttaa. Yhtenä muutoksena aikaisempaan työntekijöitä kannustetaan jatkuvaan parantamiseen. Aikaisemmin ongelmana on ollut, että jatkuvan parantamisen ideoita ei ole tullut juuri ollenkaan, sen sijaan turvahavaintoja on tehty niiden sijasta. Uudet mittarit mittaavat erikseen kumpienkin määrä, joten on todennäköistä, että myös jatkuvan parantamisen ideoiden määrää saadaan kasvatettua.

Tämän kappaleen 6.1 alussa on esitetty FLOW:N käyttöliittymän mukailtu vanha yleisnäkyvä kuvassa 12, jossa näkyy kokonaiskuva kaikista tuotantosoluista. Esitettyä yleisnäkyvää päätettiin kehittää havainnollisemmaksi värikoodausta hyväksi käyttäen. Käytössä olevasta käyttöliittymän alkuperäisestä yleisnäkyvästä ei saatu suoraan paljonkaan tietoa, muuta kuin soluissa olevat projektinumerot ja sairaalassa olevat tuotteet. Projektinumeron väri muuttui kuitenkin keltaiseksi, kun projekti oli vähän myöhässä työvaiheen sisällä, ja punaiseksi, kun tilanne paheni entisestään. Tämä katsottiin hyödylliseksi ominaisuudeksi. Joskin työvaiheelle määritetyt ajat, jotka aiheuttivat värin muuttumisen, eivät olleet relevantteja. Värikoodausta haluttiin kehittää sitoen se tarkemmin projektille ominaiseen läpimenoaikaan kussakin solussa, josta saatiin hyvä arvio kehitetyn tuotteiden sisäisen kategorijaottelun ansiosta. Yrityksen tavoitteena on kehittää tuotantoa kohti tahtiaikaperiaatetta, mikäli tässä onnistutaan tulevaisuudessa, voidaan projektinumeroiden värikoodaus sitoa tahtiaikaan. Lisäksi uudistettuun näkymään päätettiin ottaa mukaan solukohtainen värikoodaus. Solujen ulkoreunojen värikoodaus sidottiin kehitettyihin leimauksiin perustuvaksi. Solun ulkoreunan väri on sininen, mikäli solussa ei ole häiriötä eli pikkuvikaa käynnissä. Työntekijöiden merkityksessä pikkuvian alkaneeksi solunreunan väri muuttuu välittömästi keltaiseksi. Pikkuvian ollessa kaksi tuntia päällä solunreunan väri muuttuu punaiseksi. Kehitetty värikoodaus on tarkoitettu lähinnä työnjohton ja kentätason työntekijöiden käyttöön. Värikoodauksen ansiosta työnjohto näkee välittömästi vikatilanteiden esiintymisen ja aiheuttajan klikkaamalla solua. Samoin työntekijät näkevät oman työalueensa tilanteen, ja voivat mennä tarvittaessa avuksi. Värikoodausta hyödynnettiin buffereissa eli solujen välisissä välivarastoissa. Välivarastot eli bufferit jaoteltiin kahteen tyyppiin, tämän vuoksi käytetään eri nimityksiä. Välivarastot ja bufferit merkitään eri tavalla FLOW-näkymässä. Välivarastot on merkitty ympyröinä tuotantosolujen välissä, mikäli solujen välissä ei ole buffer-asemaa, on tilalla välivarasto. Työvaiheesta seuraavaan siirtyvät tuotteet siirtyvät solujen väliseen välivarastotilaan, jossa ne odottavat pääsyä seuraavaan työvaiheeseen. Uudistettu mukaelma työalueen yleisnäkyvästä on esitetty alapuoleisessa kuvassa 13.



Kuva 13. Tuotannon FLOW:n kehitetty työaluekohtainen yleisnäkymä (mukailleen kehitettyä näkymää)

## 6.2 Uuden teknologian käyttöönotto

Uuden teknologian käyttöönottoaminen päätettiin toteuttaa niin sanotun testisolun avulla. Testisoluksi päätettiin valita satunnainen yleisesti testaukseen hyvin soveltuva tuotantosolu. Testisoluun annettiin kokeiltavaksi tablettitietokoneita, älykypäriä ja kosketusnäyttöisiä isoja näyttöjä. Lisäksi testisoluun tuotiin näkyvälle paikalle televisio, jossa esitettiin kulloinkin ajankohtaista demo-materiaalia. Ideana oli, että villimmätkin vaihtoehdot kokeillaan, ennen kuin lähdetään karsimaan huonoimpia pois. Näin ennakkosenteet eivät estä parhaiden vaihtoehtojen löytymistä. Joukossa oli laitteita, kuten vaikka älykypäri, joiden soveltumista tuotantoon epäiltiin tällä hetkellä vahvasti. Tilaisuuden tullen kyseiset laitteet haluttiin kuitenkin testata, sillä ne voisivat olla ajankohtaisia tulevaisuudessa. Teknologian kehittyessä, digitalisaatioasteen noustessa ja yrityksen tiedonhallintajärjestelmien kehityksen myötä voidaan älykypärän kaltaiset laitteet mahdollisesti nähdä osana kokoonpanotuotantoa. Kokoonpanotuotannon työntekijät saavat päättää, mitkä laitteet sopivat parhaiten

hyödynnettäväksi kyseisessä testisolussa tulevaisuudessa. Ongelmana on, että käyttäjäkokemus saattoi kokeilu hetkellä olla jokseenkin erilainen, kuin mitä se tulee olemaan loppujen lopuksi, kun FLOW-hanke on saatu päätökseen. Kokoonpanosolujen työvaiheet poikkeavat merkittävästi toisistaan, näin ollen testisolussa hyväksi todettuja työkaluja ei voida suoraan ottaa käyttöön muissa soluissa. Esimerkkinä tästä solu, jossa asennetaan kokoonpantavien laitteiden hydraulikkaa, voidaan olettaa, että kosketusnäyttöinen tabletti ei sovi hyvin tällaiseen paikkaan, sillä hydraulikkaöljy sotkee kosketusnäytöt.

### **6.3 Mittareiden esittäminen tuotannossa**

Yrityksen tuotannonohjauksen tueksi kehitettyjä tuotannon mittareita on tarkoitus hyödyntää eri tavoilla eri yhteyksissä. Kaikkia kehitettyjä mittareita ei ole tarkoitus esittää samoissa paikoissa, vaan mittarit on suunniteltu hyödynnettäviksi eri paikoissa erilaisilla. Jokaisella työalueella on käytössään nykyaikaista teknologiaa, kuten tabletteja, tietokoneita ja kosketusnäyttöjä, joissa voidaan esittää mittareita.

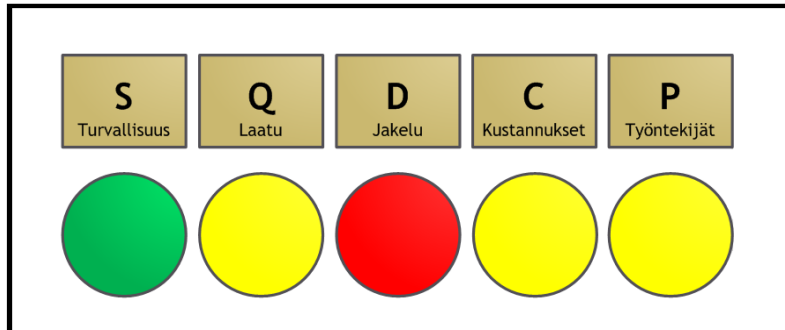
Mittarit jaoteltiin suunnitteluvaiheessa kolmeen ryhmään niiden mitta-alueen laajuuden mukaisesti: Solutaso, työaluetaso ja koko hallitaso. Mittareiden kehityssuuntaa ja mittareihin liittyviä asioita on tarkoitus käydä läpi tarvittaessa kerran viikossa järjestettävässä tuotannon viikkopalaverissa. Mittaustuloksien havainnollinen esittäminen ja viimeaikaisen kehityssuunnan osoittaminen jokaisen kategorian osalta mahdollistetaan liikennevalojen avulla, jotka kuvaavat kunkin kategorian tilannetta yksinkertaistetusti. Kategorioita ovat turvallisuus, laatu, jakelu, kustannukset ja ihmiset. Liikennevalot koostuvat kolmesta väristä punainen, keltainen ja vihreä. Värit kuvaavat viimeaikaista kehityssuuntaa ja päivittyvät kuukauden välein. Jokainen kategoria sisältää useampia erilaisia mittareita. Yksinkertaistuksen vuoksi valittiin ainoastaan yksin kutakin tasoa ja valoa parhaiten kuvaava mittari, joka määrittää valon värin. Mikäli valojen värit sidottaisiin useisiin mittareihin, päädyttäisiin helposti tilanteeseen, jossa työntekijät eivät enää tietäisi, miten voisivat vaikuttaa kunkin valon väriin. Lähes jokaiseen kategoriaan ja mittaustasoon onnistuttiin löytämään yksi mittari, joka kuitenkin kuvaa koko tilannetta riittävän tarkasti. Ainoana poikkeuksena on työaluekohtainen turvallisuusvalo, jonka muodostumiseen vaikuttaa kaksi tekijää,

tapaturmat ja tehtyjen turvahavaintojen määrä. Valon väriä ei haluttu sitoa ainoastaan tehtyjen turvahavaintojen määrään, sillä mikäli alueella on sattunut tapaturma, ei työaluekohtaisen turvallisuusvalon haluta olevan vihreä. Toisaalta työaluekohtaista turvallisuusvaloa ei haluta sitoa ainoastaan tapaturmien sattumiseen, sillä niitä on sattunut toistaiseksi erittäin harvoin, näin ollen valo palaisi lähes aina vihreänä. Tällä toimintatavalla ei myöskään kannustettaisi työntekijöitä toimenpiteisiin.

Liikennevalojen värien vaihtelu haluttiin pitää suhteellisen vakaana. Tarkasteluajanjakso, jonka sisällä esimerkiksi tuotannon toimitusvarmuutta asiakkaalle mittaria tarkastellaan, täytyy koskea tarpeeksi montaa projektia, jottei valo vaihda jatkuvasti väriään. Pitkä tarkasteluajanjakso antaa vakaan kuvan tilanteesta, ja toimii paremmin tuotannonohjauksen tukena. Päivitystaajuuden on hyvä olla mahdollisimman samanlainen jokaisen mittarin osalta, jottei jokainen valo vaihda väriään eri aikaan ja eri taajuudella. Sopivaksi valojen päivitystaajuudeksi päätettiin ottaa kuukausi.

Mittarit esitetään työaluekohtaisilla liikennevaloilla ja koko hallia koskevana yhtenä liikennevalona. Joidenkin kategorioiden osalta on järkevää sitoa koko hallia kuvaava liikennevalo esimerkiksi jakeluvalo eri mittariin, kuin työaluekohtainen jakeluvalo. Eri alueiden ja tasojen valot on tarkoitettu eri kohderyhmille. Lähtökohtaisesti tehtaanjohto on kiinnostunut koko halli tasoa koskevista liikennevaloista ja työalueen työntekijät oman työalueensa valoista. Tämän vuoksi koko hallia koskeva jakelukategorian valo on sidottu toimitusvarmuuteen asiakkaalle, ja saman kategorian työaluevalo tuotannon pysymiseen aikataulussa työalueen sisällä. Ideana on, että liikennevaloilla voidaan ohjata ja kannustaa kohderyhmää parempiin suorituksiin.

Tuotannon mittareiden havainnollisen esittämisen vuoksi päätettiin kehittää niin sanottu liikennevalonäyttö, joka on esitetty alapuoleisessa kuvassa 14.



Kuva 14. Liikennevalonäyttö (mukaillen kehitettyä näkymää)

Liikennevalojen väri kategorioittain muodostuu seuraavien määritelmien pohjalta:

### Turvallisuusvalo

#### **Koko hallitaso**

- Valo on vihreä, ellei tapaturmia ei ole kuluneen vuoden aikana sattunut. Valo on keltainen, mikäli yksi tapaturma on sattunut. Punainen, kun on sattunut kaksi tai useampi tapaturma kuluneen vuoden aikana.

#### **Työaluetaso**

- Tapaturman sattuessa automaattisesti 10 päivää punainen, jonka jälkeen 10 päivää keltainen, jonka jälkeen voi muuttua vihreäksi, jos turvahavaintoja on tehty edellisen 30 päivän aikana tavoitteen mukainen määrä. Tehtyjen turvahavaintojen määrä suhteessa tavoitteeseen määrittää valon värin, ellei tapaturmia ei ole sattunut 20 päivän sisällä.

### **Laatuvalo**

#### **Koko tehdastaso ja työaluetaso**

- Korjaustuntien määrä ja asetetut raja-arvot määrittävät valon värin. Korjaustunnit käsitellään uuden määritelmän mukaisesti, jolloin mukana ei ole osapuutoksien aiheuttamia työtunteja.

### **Jakeluvalo**

#### **Koko tehdastaso**

- Tuotannon toimitusvarmuus asiakkaalle, ja sille asetetut raja-arvot määrittävät valon värin.

#### **Työaluetaso**

- Aikataulussa pysyminen työalueen sisällä, ja sille asetetut raja-arvot määrittävät valon värin.

### **Kustannusvalo**

#### **Koko tehdastaso ja työaluetaso**

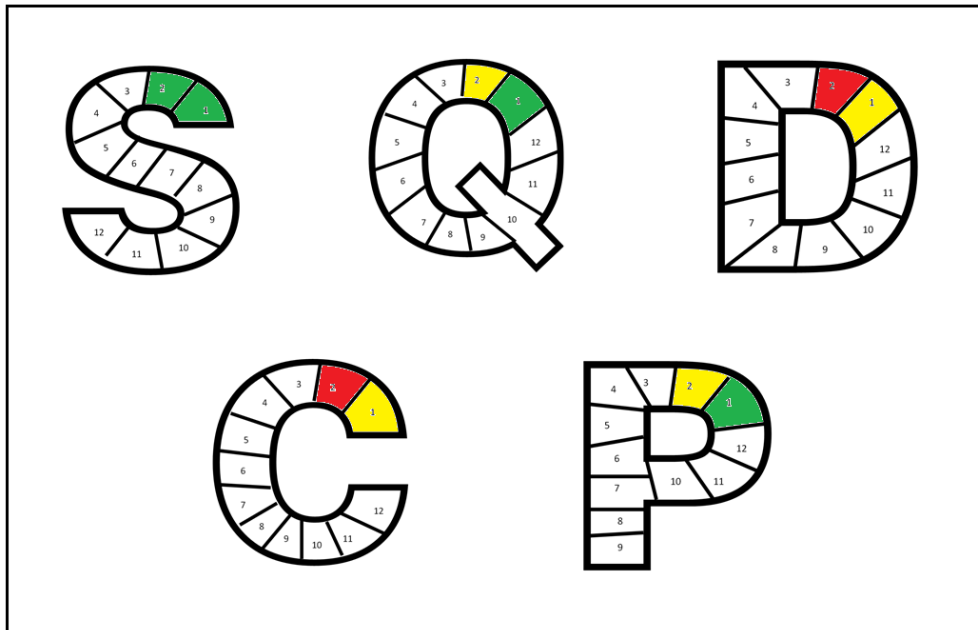
- Projektikohtaisen ongelma-aika ja projektikohtainen odotusaika -mittari ja sille määritetyt raja-arvot määrittävät valon värin.

### **Työntekijävalo**

#### **Koko tehdastaso ja työaluetaso**

- Tehtyjen parannuksien ja kehitysideoiden määrät, ja niille asetetut kuukausikohtaiset tavoitteet määrittävät valon värin.

Kehitettyjen liikennevalojen avulla pystytään hyvin havainnollistamaan kuluneen kuukauden tilannetta. Menneiden kuukausien tilannetta havainnollistamaan kehitettiin SQDCP-malli, josta nähdään kunkin kategorian kuukausittainen kehittyminen. Tämän avulla saadaan kokonaisvaltaisempi käsitys kategorioiden todellisesta tilasta suhteessa tavoitteisiin. SQDCP-malli on esitetty alapuolella kuvassa 15. Mallissa havainnollistetaan tilannetta kuukausittaisen liikennevalon värin perusteella.



Kuva 15. SQDCP-kuukausittainen seuranta -malli

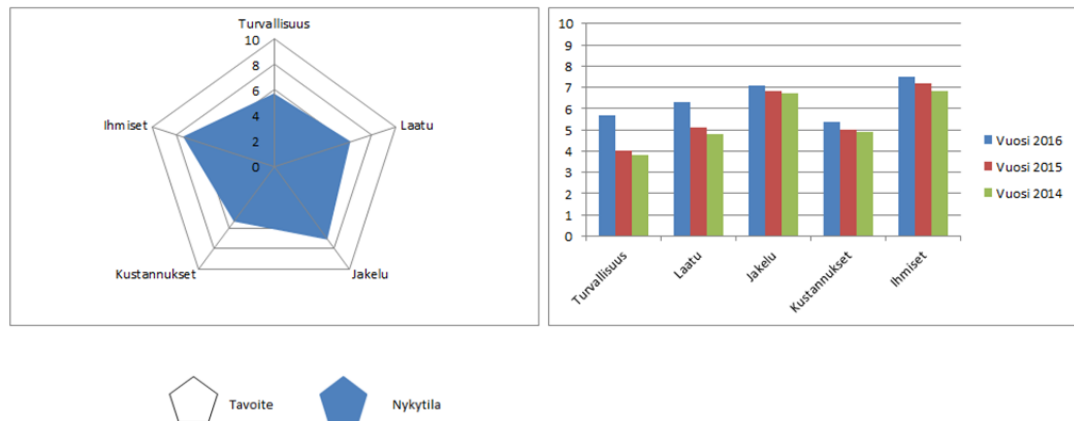
Yrityksellä on tuotantotiloissaan niin sanottu communication center eli paikka, jossa on tarvittavia näyttöjä ja muita välineitä, joiden avulla voidaan tarkastella niin tuotannon mittareita, kuin muitakin asioita, joita nähdään tarpeelliseksi käydä läpi tuotannon lattiatason henkilöstön kanssa. Tässä tilassa pidetään tuotannon viikkopalaverit. Tämä on sopiva paikka esittää yleisesti koko hallitsoa käsitteleviä mittareita ja liikennevaloja. Mittareiden muodostamien valojen värien muutosta voidaan seurata muun muassa alapuolella esitetynlaisten kehitystä havainnollistavien kuvaajien avulla, jotka voidaan muodostaa kunkin mitattavan aihealueen valon värin palamisajan perusteella. Muodostamisessa voidaan hyödyntää painotettua keskiarvolaskentaa. Alapuolella esitetystä taulukosta 6 esitetään esimerkinomaisesti, miten kunkin valon palamisajan perusteella voidaan muodostaa pitkän aikavälin kuvaajia, jotka kertovat mitattavan kohteen kehitystä tarkasteluajavälillä.



Esimerkissä valon värin tarkastelujakson pituudeksi on valittu 10 minuuttia, koska tällä minuuttimäärällä saadaan ilman ylimääräisiä laskutoimituksia sopivat arvot. Todellisuudessa tarkasteluajaväli on huomattavasti pidempi. Viikko, kuukausi tai vuosi voisi olla konkreettisempi valittu tarkasteluun käytettävä aikaväli, viikossa on  $(7 \cdot 24 \cdot 60 \text{min} = 10\,080 \text{ minuuttia})$ . Jotta esimerkin omaista tarkastelua voitaisiin soveltaa tilanteeseen, jossa tarkasteluväli on 10 080 minuuttia, täytyy kunkin valon värin palamisaika jakaa kokonaisminuuttimäärällä (10 080) ja kertoa (10), jotta käytetyt tulokset ovat verrannollisia keskenään 10 minuutin tarkasteluvälin kanssa. Esimerkissä painotetuiksi kertoimiksi on valittu punaiselle valolle nolla, keltaiselle 0,5 sekä vihreälle yksi. Taulukossa 6 esitetyt luvut kuvaavat kunkin valon palamisen aikaa minuuteissa.

Taulukko 6. Yhteenveto liikennevalojen väreistä suhteessa tavoitteeseen palamisaikaan perustuen

|                     | Punainen (x=0) | Keltainen (y=0,5) | Vihreä (z=1) | Vuosi 2016     | Vuosi 2015     | Vuosi 2014     |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
|                     |                |                   |              | Painotettu KA. | Painotettu KA. | Painotettu KA. |
| <b>Turvallisuus</b> | 0,8            | 7                 | 2,2          | <b>5,7</b>     | 4              | 3,8            |
| <b>Laatu</b>        | 0,7            | 4                 | 4,3          | <b>6,3</b>     | 5,1            | 4,8            |
| <b>Jakelu</b>       | 1,1            | 3                 | 5,6          | <b>7,1</b>     | 6,8            | 6,7            |
| <b>Kustannukset</b> | 2,3            | 4,7               | 3            | <b>5,35</b>    | 5              | 4,9            |
| <b>Ihmiset</b>      | 1              | 3                 | 6            | <b>7,5</b>     | 7,2            | 6,8            |



Vasemman puoleisessa kuvaajassa on esitetty kunkin kategorian tilanne suhteessa tavoitteeseen. Tilanteen ollessa ihanteellinen, vihreä valo olisi palanut koko ajan, tällöin kategorian painotettu keskiarvo olisi kymmenen. Mikäli yrityksellä olisi ollut kehitetyntylaiset mittarit käytössä jo useampana vuotena, voitaisiin muodostaa esimerkin oikeanpuoleisessa kuvaajassa esitetyn kaltainen pylväsdiagrammi, josta nähtäisiin kunkin kategorian vuosikohtainen kehitys. Vertailua tehtäessä tulee kuitenkin ottaa

huomioon, onko tavoitteellisia raja-arvoja muutettu tarkasteluajanjaksolla. Raja-arvojen muutos täytyy ottaa huomioon ja niiden vaikutus valojen palamisaikoihin, mikäli halutaan vertailla saavutettua kehitystä lähtötilanteeseen. Vertailu voidaan suorittaa, vaikka arvoja olisikin muutettu, mutta tällöin tulosten merkitys muuttuu. Esimerkissä on muodostettu vertailua aikaisempiin vuosiin, vastaavasti voidaan yrityksessä seurata kehitystä tulevaisuudessa, kun mittareilla mitattua dataa on käytössä pidemmältä aikaväliltä.

## 7 TULOKSET JA POHDINTAA

Diplomityö oli osa yrityksen tuotannonohjauksen parantamiseen liittyviä laajamittaisia kehityshankkeita. Yrityksen lyhyen tähtäimen suunnitelman mukaisesti hankkeissa pyrittiin parantamaan olemassa olevien järjestelmien kehityksellä yrityksen tuotannonohjausta. Hankkeiden myötä tullaan saavuttamaan merkittävä parannus yrityksen tuotannonohjauksessa. Merkittävimmät kehityskohteet diplomityön kannalta olivat tuotannon mittareiden sekä FLOW-järjestelmän ja käyttöliittymän kehittäminen. Unohtamatta kuitenkin liikennevaloja, joiden avulla mittareilla mitattuja tuloksia voidaan havainnollisesti esittää. Alapuoleisessa taulukossa 7 on vertailu, miten hyvin FLOW-järjestelmä suunniteltujen toimenpiteiden myötä tulee yltämään asetettuun tavoitetasoon, sekä missä osa-alueissa on vielä eniten kehitettävää. Käyttöliittymän kehittämiseen ja mittareihin tarvittavan datan keräämiseen FLOW-järjestelmän kautta liittyi osaltaan myös palautekanavan integrointi FLOW:n käyttöliittymään.

Taulukko 7. FLOW-järjestelmän vertailu tavoitetasoon hankkeen jälkeen

|     | MES - järjestelmän toiminnollisuudet | Flow- hankkeen jälkeen | Tavoitetaso | Nykytilanteen ero tavoitteeseen |
|-----|--------------------------------------|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 1.  | Resurssien jakaminen ja tila         | 3                      | 4,5         | 1,5                             |
| 2.  | Tarkka aikataulutus                  | 2                      | 4,5         | 2,5                             |
| 3.  | Tuotantoprosessien ohjaus            | 3                      | 4,5         | 1,5                             |
| 4.  | Dokumenttien kontrollointi           | 3,5                    | 4,5         | 1                               |
| 5.  | Tiedon hankinta                      | 4                      | 5           | 1                               |
| 6.  | Työvoiman hallinta                   | 4                      | 5           | 1                               |
| 7.  | Laadun hallinta                      | 4,5                    | 5           | 0,5                             |
| 8.  | Prosessien hallinta                  | 3,5                    | 4,5         | 1                               |
| 9.  | Kunnossapidon hallinta               | 3,5                    | 4,5         | 1                               |
| 10. | Tuotteen jäljitettävyys              | 2,5                    | 4,5         | 2                               |
| 11. | Suorituskykyanalyysi                 | 4,5                    | 5           | 0,5                             |

|   |
|---|
| Arvosteluasteikko 1-5<br>1= Huono    5= Erinomainen |
|---|

Yleisesti taulukon 7 perusteella voidaan todeta, että eniten kehitettävää FLOW-järjestelmässä on kolmessa ensimmäisessä kohdassa. Nämä ovat todennäköisesti tulevaisuuden kannalta työteliäimmät kehityskohteet, sillä ne vaativat reaaliaikaisen tiedon hyödyntämistä läpi organisaation, sekä takaisinkytkentää suunnitteluun lattiatasolla tapahtuvista yllättävistä käännteistä. Tuotteen jäljittäminen on oma kokonaisuutensa, joka sekin vaatii resursseja ja mahdollisesti jossain määrin RFID:n, viivakoodien tai muun vastaavan teknologian hyödyntämistä tuotannossa ja kokotoimitusketjussa. Seuraavaksi on yksitellen analysoitu, kuinka hyvin FLOW-järjestelmä kehityksen jälkeen vastaa asetettuja tavoitteita eri osa-alueiden osalta, sekä perustellaan, mihin arvio hankkeen myötä saavutetusta tasosta perustuu.

### 1. Resurssien jakaminen ja tila

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Resursseja pystytään aikaisempaa paremmin hyödyntämään. Tavoitteena olisi, että käytössä olevat resurssit voitaisiin hyödyntää entistä tehokkaammin, tämä vaatisi kuitenkin takaisinkytkentää lattiataason tapahtumista tuotannon hienokuormituksen suunnitteluun. Yrityksen käytössä olevat tuotannonohjaukseen tarkoitettut järjestelmät eivät tällä hetkellä mahdollista takaisinkytkentää lattiatasolta. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Mahdollistaa tehokkaan resurssien hyödyntämisen. Työvoiman, välineiden ja materiaalien hallinnantilan kartoitus, ovatko saatavilla, varattuina johonkin tai käytössä.

### 2. Tarkka aikataulut

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** FLOW-hankeen myötä tilannetta pyritään parantamaan mahdollisuuksien mukaan. Hienokuormituksen suunnittelu vaatisi reaaliaikaisen tiedon hyödyntämisen läpi organisaation. **Arvio: 2**
- **Taso 5:** Hienokuormitus mahdollistaa tuotannon optimoimisen perustuen käytössä oleviin resurssien saatavuuteen, asetuksien minimointiin ja välineiden kuormituksen tasapainotukseen.

### 3. Tuotantoprosessien ohjaus

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** FLOW-hankeen myötä varsinaisesti tuotantoprosessien ohjaukseen ei tulla saamaan suoranaista parannusta. FLOW-hankkeen myötä lähinnä tuotannon mittareiden avulla pyritään vähentämään tuotannossa esiin tulevien yllättävien muutostilanteiden määrää. **Arvio: 3**
- **Taso 5:** Ohjaa tuotannon tilausten käynnistämistä perustuen laadittuun aikatauluun. Järjestelmän täytyy pystyä reagoimaan yllättäviin tapahtumiin tuotannossa, jotka johtavat tuotantosuunnitelman aikataulutuksen muuttumiseen.

### 4. Dokumenttien kontrollointi

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Tarvittavat tiedot ovat lähtökohtaisesti saatavilla. Hankkeen myötä tiedon löytämistä onnistutaan jossain määrin helpottamaan. Kaikkea työtä helpottavaa tietoa ei saada järkevästi esitettyä tietojärjestelmiin liittyvien ongelmien vuoksi. Esimerkiksi kokoonpanokuvia ei saada esitettyä riittävän havainnollisesti, siten että työntekijä voisi tarkastella kokoonpanosta haluttua komponenttia erikseen. **Arvio: 3,5**
- **Taso 5:** Hallitsee tuotantoon liittyvää informaatiota, kuten työohjeita ja muuta tuotetietoa. Huolehtii operaattoreille ja koneille välttämättömästä tiedosta.

### 5. Tiedon hankinta

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Tietoa kerätään lattiatasolta. Käyttöliittymään tehtyjen uusien määrittelyjen ja uusien tuotannon mittareiden myötä mittareissa hyödynnettävän tiedon luotettavuus ongelma korjaantuu. Komponenttien jäljitettävyyden ongelmaa ei lähdetä hankkeen puitteissa ratkaisemaan. **Arvio: 4**

- **Taso 5:** Tuotantotieto täytyy kerätä lattiatasolta, jotta voidaan tehdä tuotantoanalyyssejä, jäljitettävyys ja seuranta perustuvat käytettävissä olevaan tuotetietoon.

## 6. Työvoiman hallinta

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Projektikohtaisten tuntien kohdentamista parannetaan FLOW-hankkeen myötä, mutta aivan tavoiteltua tasoa ei tulla saavuttamaan Tuntien kirjaus tullaan mahdollisuuksien mukaan yhdistämään FLOW-järjestelmään, mutta merkittäviä parannuksia tuskin saadaan aikaan. **Arvio: 4**
- **Taso 5:** Työvoiman hallinta käsittää työaikakirjaukset, tehtävien jakamisen sekä muun muassa aktiiviset seurantatoiminnollisuudet.

## 7. Laadun hallinta

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** FLOW-hankkeen myötä laadunhallinta tulee paranemaan lähes vaaditulle tasolle. Laadunhallinnan parantamiseksi tehdään kokonaisvaltaisesti töitä. Otetaan käyttöön mittareita, tuotannon käyttöliittymää kehitetään ja palautejärjestelmä tullaan uudistamaan. Kaikki nämä kolme suunniteltiin toimimaan yhteistyössä, jonka seurauksena kehitettiin kokonaisvaltaisesti laadunhallintaa. Komponenttien jäljitettävyys tuo kuitenkin esille parannuskohteen, jota kehittämällä laadunhallintaa voidaan entisestään parantaa. **Arvio: 4,5**
- **Taso 5:** Analyysit perustuvat reaaliaikaiseen tuotantotietoon, joka mahdollistaa laatuongelmien löytämisen ja nopean reagoimisen niihin.

## 8. Prosessien hallinta

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Tilannetta kehitettiin yksittäisten tehtyjen parannusten avulla, esimerkkinä tästä mainittakoon uusien mittaristojen luonti. Pelkillä FLOW-hankkeessa tehdyillä muutoksilla ei yksin pystytä ottamaan prosesseja halutulla tavalla hallintaa. Prosessien hallinnan kehittäminen vaatisi reaaliaikaisen tiedon käytettävyyttä eri toimintojen välillä sekä komponenttien jäljitettävyyden kehittämistä. **Arvio: 3,5**
- **Taso 5:** Mahdollistaa todellisten tuotantoprosessien valvonnan ja niiden muuttamisen tarvittaessa.

## 9. Kunnossapidon hallinta

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Kunnossapitotoimia kehitettiin muun muassa uuden teknologian testauksella. Tuotannon kokoonpanossa testattiin älykypärää, josta voi olla merkittävää hyötyä yrityksen toimialalla. Älykypärä koettiin potentiaalisena mahdollisuutena kehittää kunnossapitotoimia tulevaisuudessa. Havainnointi hetkellä yrityksessä kerättiin kunnonvalvontaan liittyvää dataa. Keskustelua herätti kerätyn datan keräysmuoto ja tarvittava keräystarkkuus sekä kerätyn datan määrä. Kunnossapidon hallinnassa on vielä kehitettävää, joskin sen taso ei kuitenkaan ole huono. **Arvio: 3,5**
- **Taso 5:** Kerättyä kunnossapitotietoa käytetään laitteiden kunnossapitoon liittyvien tehtävien hallintaan, joilla voidaan taata laitteiden käytettävyys.

## 10. Tuotteen jäljitettävyys

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Tuotteen jäljitettävyys on eräs tulevaisuuden kehityskohde. FLOW-hankkeen myötä tehtiin tietynlaista pohjatyötä tulevaan tuotannossa käytettävien komponenttien osalta. Komponenttien keräilyssä siirryttiin askel järjestäytyneempään suuntaan siirtymällä kaksilaatikko järjestelmään. Yrityksellä on halu kuitenkin edelleen kehittää tuotteiden jäljitettävyyttä. Käytännössä tämä vaatii jonkinlaisen seuranta järjestelmän käyttöönottoa. **Arvio: 2,5**
- **Taso 5:** Kerätyn tuotantotiedon avulla voidaan seurata valmiin tuotteen tai erän valmistumisvaiheet vaihe vaiheelta. Jäljitettävyys käsittää olemassa olevan tuoteketjun, sisältäen jopa materiaalien laatutiedot alihankkijoilta.

## 11. Suorituskykyanalyysi

- **FLOW-hankkeen jälkeen:** Hankkeen myötä yrityksen tuotannon kokoonpanon mittarit uudistetaan täysin. Uudistetut mittarit palvelevat hyvin yrityksen tämän hetkisiä tarpeita. Mittareita täytyy kuitenkin jatkuvasti kehittää myös tulevaisuudessa, eivätkä käyttöön otettavat mittarit heti FLOW-hankkeen myötä todennäköisesti ole kaikin puolin täydelliset, vaan mittareiden toimintaa seuraamalla, ja kehittävien toimenpiteiden kautta mittarit saadaan hiottua vielä entistäkin paremmiksi. Yrityksen tulisi uusia myös muiden toimintojen, kuin tuotannon mittarit. Tällöin mittarit tukisivat kauttaaltaan toisiaan läpi yrityksen organisaatioiden, ohjaten yrityksen toimintaa kokonaisvaltaisesti parempaan suuntaan. **Arvio: 4,5**
- **Taso 5:** Tuottaa suorituskykytietoa, joka perustuu kerättyyn tuotantotietoon. Suorituskykytieto voi perustua muun muassa suorituskykymittareihin tai muihin laskettuihin arvoihin, jotka kuvaavat tuotannon suorituskykyä. Tämän informaation perusteella muodostetaan tuotannon suorituskyky raportteja käyttäjille.



Taulukossa 8 on vertailtu hankkeen myötä saavutettua arvioitua kehitystasoa lähtötilanteeseen verrattuna. Oletuksena on, että suunnitellut toimenpiteet toimintojen kehittämiseksi tullaan hankkeen myötä viemään loppuun suunnitellusti. Taulukon perusteella huomataan tiedonhankinnan ja suorituskykyanalyysin erottuvan kehityksessä ylitse muiden vertailtaessa hankkeella toimintoihin saavutettua kehitystason parannusta. Molemmat tasot tulevat todennäköisesti parantumaan huomattavasti ja huomioon otettavaa saavutetussa parannuksessa lopputuloksen ohella on korkeahko lähtötaso, erityisesti suorituskykyanalyysin kohdalla hankkeen myötä saavutettu taso on jo lähes erinomainen. Merkillepantavaa taulukossa on myös toiminnon 7. eli laadunhallinnan saavutettu taso 4,5 hankkeen jälkeen. Erityisesti laadunhallinnan ja suorituskykyanalyysin osalta tehtyjä hankkeita voidaan pitää merkittävinä saavutuksina.

Taulukko 8. FLOW-järjestelmän kehitystason parantuminen hankkeen myötä

|     | MES - järjestelmän toiminnollisuudet | Lähtötilanne | Flow- hankkeen jälkeen | Tason muutos |
|-----|--------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| 1.  | Resurssien jakaminen ja tila         | 2            | 3                      | 1            |
| 2.  | Tarkka aikataulutus                  | 1            | 2                      | 1            |
| 3.  | Tuotantoprosessien ohjaus            | 2            | 3                      | 1            |
| 4.  | Dokumenttien kontrollointi           | 2,5          | 3,5                    | 1            |
| 5.  | Tiedon hankinta                      | 2,5          | 4                      | 1,5          |
| 6.  | Työvoiman hallinta                   | 3            | 4                      | 1            |
| 7.  | Laadun hallinta                      | 3,5          | 4,5                    | 1            |
| 8.  | Prosessien hallinta                  | 3            | 3,5                    | 0,5          |
| 9.  | Kunnossapidon hallinta               | 3            | 3,5                    | 0,5          |
| 10. | Tuotteen jäljitettävyys              | 2            | 2,5                    | 0,5          |
| 11. | Suorituskykyanalyysi                 | 3            | 4,5                    | 1,5          |

|   |
|---|
| Arvosteluasteikko 1-5<br>1= Huono    5= Erinomainen |
|---|

Tuotannon mittareiden eli suorituskykyanalyysin osuutta yrityksen tuotannonohjattavuuden kehitykselle ei voida vähätellä. Yrityksen kokoonpanotuotantoon spesifioitujen mittarien kehityksessä onnistuttiin kokonaisvaltaisesti erinomaisesti. Lähtötilanne mittarien kehitykselle oli haastava johtuen tiedon keräämiseen liittyvistä ongelmista. Tiedon keräämiseen liittyi monia haasteita ja ongelmakohtia, jotkut ongelmat johtuivat käytössä olleista järjestelmistä ja jotkut monista muista syistä. Monilla muilla syillä tarkoitetaan lähinnä tiedon reliabiliteetti- ja validiteettiongelmia aikaisemman keräystavan osalta, sekä uusien mittarien käyttöönottoon tarvittavan datan hankintaan liittyviä ongelmia. Havaittuihin ongelmiin lähdettiin etsimään ratkaisuja käyttöliittymän uudelleen kehityksen kautta.

Käyttöliittymään oli suunniteltava perustavanlaatuisia muutoksia, jotta mittarit saadaan toteutettua. Eräs tällainen muutos oli palautekanavan ja kehitettävien mittareiden yhteensovittaminen. Palautekanava päätettiin yhdistää FLOW:n käyttöliittymään, sen avulla mahdollistetaan mittareihin tarvittavan datan kerääminen FLOW:n kautta. Samalla tällä muutoksella helpotetaan työntekijöiden palautteen antamista ja muita toimintoja, jotka yhdistetään samaan näkymään.

Yrityksen tarpeisiin kehitetyt mittarit on jaettu viiteen kategoriaan. Kategorijaottelusta on monia hyötyjä. Kategorijaottelu mahdollistaa mittaustuloksien esittämisen yksinkertaistetusti, ja havainnollisella tavalla. Lisäksi kategorijaottelu auttoi mittareiden kehittämisprosessissa, ja tällä varmistuttiin siitä että, jokainen yritykselle tärkeä osa-alue tulee mittareiden kehityksessä huomioiduksi. Kategorijaottelun avulla myös mittareihin liittyvät vastualueet jakautuvat havainnollisesti kategoriasta vastuussa oleville henkilöille. Yrityksellä aiemmin käytössä olleet mittarit eivät olleet huonoja, joskaan ne eivät täyttäneet kaikkia hyville mittareille asetettuja tavoitteita. Uudet käyttöönotettavat mittarit on jaoteltu viiteen kategoriaan, kuten edellä mainittiinkin, niitä ovat: turvallisuus, laatu, jakelu, kustannukset ja työntekijät. Vertailtaessa uusia ja vanhoja mittareita keskenään eri kategorioiden kautta, huomataan, että turvallisuus ja työntekijät mittareihin lukeutuvia mittareita ei juuri vanhoista mittareista löydy. Poikkeuksen muodostaa ”päivää viimeisestä tapaturmasta” -mittari. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa, että yrityksellä käytössä olevien mittareiden tarkoitus olisi ohjata yrityksen toimintaa kohti strategisia tavoitteita. Työntekijöiden turvallisuutta ja hyvinvointia voidaan yleisesti ottaen pitää jokaisessa yrityksessä tavoiteltavina asioina. Mainittakoon, että yrityksessä kuitenkin tilastoihin näihin liittyviä asioita, mutta niitä ei ollut aiemmin kytketty suoranaisesti tuotannossa mittaviin kohteisiin. Käytössä olleet mittarit olivat siinä mielessä hyviä, etteivät ne kuitenkaan syyllistäneet työntekijää. Monissa mittareissa oli kuitenkin ongelmana se, ettei mitattua tietoa jokaisen mittarin osalta pystytty syystä tai toisesta hyödyntämään tehokkaasti halutulla tavalla. Tämän vuoksi yrityksen tuotannon mittareiden päivitys on todella ajankohtainen.

Mietittäessä uusia käyttöönotettavia mittareita voidaan todeta, että mittareiden kehittäminen yrityksen tarpeisiin on lähtökohtaisesti erittäin monimutkainen prosessi. Mittareiden kehityksessä täytyy ottaa huomioon monia asioita, joiden yhteisvaikutus määrittää sen, onko mittari lopulta hyvä. Arvioon mittarin hyvydestä vaikuttaa myös se, missä ja kenelle mittari esitetään, ja miten mittaustuloksia voidaan hyödyntää. Todettakoon, ettei täydellistä mittaria ole olemassakaan, mutta yleisesti ottaen voidaan todeta, että uudet kehitetyt mittarit täyttävät hyviltä mittareilta vaaditut ominaispiirteet. Taulukossa 9 on arvioitu esimerkinomaisesti tehdyt parannukset ja kehitysideoita -mittaria hyvän mittarin ominaispiirteisiin verraten. Esimerkissä arvioitu mittari täyttää kaikki kohdat, jotka vaaditaan hyvältä tuotannon mittarilta. Käyttöönotettavat mittarit täyttävät jokainen lähtökohtaisesti hyvänmittarin ominaispiirteet. Vertailun vuoksi on arvioitu yhtä aikaisemmin käytössä ollutta mittaria, jota käytetään esimerkkinä siitä, millainen on huonoksi todettu mittari. Tämä vertailuarviointi on esitetty taulukon 9 alla olevassa taulukossa 10.

Taulukko 9. Esimerkki käyttöönotettavan mittarin arvioinnista

| <b>Hyvän mittarin ominaispiirteet</b>             | <b>Arvioitava mittari: Tehdyt parannukset ja kehitysideoita</b><br>(mittari täyttää asetetun vaatimuksen kyllä/ ei) |
|---|---|
| Yleisesti hyväksyttävä                            | Kyllä   |
| Opastaa oikeaan suuntaan                          | Kyllä   |
| Kertoo tavoitteiden saavuttamisesta               | Kyllä   |
| Yksinkertainen, käytännönläheinen, ymmärrettävä   | Kyllä   |
| Osoittaa kehityssuunnan                           | Kyllä   |
| Yksiselitteinen                                   | Kyllä   |
| Tieto kertyy osana normaalia toimintaa            | Kyllä   |
| Reaaliaikainen                                    | Kyllä   |
| Avustaa päätöksen teossa                          | Kyllä   |
| Käynnistää tarpeelliset toimenpiteet              | Kyllä   |
| Ei aiheuta osaoptimointia                         | Kyllä   |
| Vastuuhenkilöllä on mahdollisuus vaikuttaa asiaan | Kyllä   |
| Voidaan asettaa tavoite                           | Kyllä   |
| Helppokäyttöinen                                  | Kyllä   |
| Hyödyllinen                                       | Kyllä   |
| Työntekijä voi itse vaikuttaa tulokseen           | Kyllä   |

Taulukko 10. Esimerkki käytöstä poistetun mittarin arvioinnista

| Hyvän mittarin ominaispiirteet                    | Arvioitava mittari: Laitteita sairaalaan per viikko<br>(mittari täyttää asetetun vaatimuksen kyllä/ ei) |
|---|---|
| Yleisesti hyväksyttävä                            | Ei (perustuu sattumaan)   |
| Opastaa oikeaan suuntaan                          | Ei (perustuu sattumaan)   |
| Kertoo tavoitteiden saavuttamisesta               | Ei (kertoo sattumanvaraisen tuloksen)   |
| Yksinkertainen, käytännönläheinen, ymmärrettävä   | Kyllä   |
| Osoittaa kehityssuunnan                           | Kyllä / Ei (antaa vinkkiä suunnasta pitkällä aikavälillä)   |
| Yksiselitteinen                                   | Kyllä   |
| Tieto kertyy osana normaalia toimintaa            | Kyllä   |
| Reaaliaikainen                                    | Kyllä   |
| Avustaa päätöksen teossa                          | Ei (ei voida käyttää)   |
| Käynnistää tarpeelliset toimenpiteet              | Ei (ei määritettyä vastuuhenkilöä)  |
| Ei aiheuta osaoptimointia                         | Kyllä (aiheuttaa)   |
| Vastuuhenkilöllä on mahdollisuus vaikuttaa asiaan | Ei (ei määritettyä vastuuhenkilöä)  |
| Voidaan asettaa tavoite                           | Kyllä / Ei (voidaan asettaa, mutta ei järkevää)   |
| Helppokäyttöinen                                  | Kyllä   |
| Hyödyllinen                                       | Ei (sattumanvarainen tulos tietyllä vaihteluvälillä)  |
| Työntekijä voi itse vaikuttaa tulokseen           | Kyllä / Ei (voi vaikuttaa mutta ei asiaa edistävästi)   |

Saavutettuja tuloksia on hankala suoranaisesti verrata aikaisemmin saavutettuihin tuloksiin, sillä diplomityössä käsitelty tuotannonohjattavuuteen liittyvä ongelma on hyvin pitkälle yrityskohtainen. Jokaisella yrityksellä on omanlaisensa tilanne tuotannonohjaukseen käytettävien järjestelmien ja tiedonhallinnan osalta. Juuri tiedonhallintaan ja tuotannonohjaukseen käytettävät järjestelmät ja niiden onnistunut käyttöönotto määrittävät hyvin pitkälle sen, millä tasolla yrityksen tuotannonohjaus karkeasti ottaen liikkuu. Vertailtaessa yleisellä tasolla diplomityössä saavutettuja tuloksia, voidaan työstä havaita useita merkityksellisiä uusia kehityskohtia. Nämä eivät ole järjestelmä riippuvaisia asioita, mutta niillä on kuitenkin suuri merkitys yrityksen tuotannonohjattavuudelle. Tällaisia asioita työssä ovat kehitettyjen tuotannon mittareiden esittämiseen ja hyödyntämiseen liittyvät ratkaisut.

Mittaustulosten esittämistä voidaan hyödyntää lähes yrityksestä riippumatta samoilla tavoilla. Yrityksen tapauksessa tuotannon mittareiden mittaustuloksia hyödynnettiin myös tuotannon käyttöliittymän kehityksessä. Käyttöliittymästä saatiin monin kerroin aikaisempaa havainnollisempi. Uudesta käyttöliittymästä nähdään yhdellä vilkauksella monia asioita: projektit ja solut, joissa on ongelmia sekä projektit, jotka ovat jäämässä jälkeen tavoitteellisesta läpimenoajasta. Solut, joissa tarvitaan lisätyövoimaa. Solut,

joihin kertyy projekteja. Solut, jotka odottavat seuraavaa projektia. Nämä ovat työnjohdon kannalta olennaisia tekijöitä, siksi yrityksen tapauksessa nähdään tärkeänä kytkeä mittarit osaksi tuotannon käyttöliittymää.

Tuotantoon kehitetyt mittarit saadaan esitettyä oikeassa paikassa oikealle kohderyhmälle. Tuotannon mittareiden esittämistä ja tehokasta hyödyntämistä tukevia ratkaisuja voidaan pitää erittäin merkityksellisinä uusina saavutettuina ratkaisuin. Ilman tehokasta esittämistapaa ja hyödyntämistä hyvälläkään mittarilla ei saavuteta sillä saavutettavaa potentiaalista hyötyä.

MES-järjestelmän käyttöönottamisella tulevaisuudessa voitaisiin prosesseja optimoida entistä paremmiksi. MES-järjestelmän käyttöönoton myötä voitaisiin tuotannonohjauksessa hyödyntää reaaliaikaista dataa. Tämä mahdollistaisi paljon nykyistä nopeamman reagoinnin ennalta arvaamattomiin muutostilanteisiin läpi toimitusketjun. Yrityksen tapauksessa MES-järjestelmän käyttöönotto voi olla ajankohtainen myöhemmin tulevaisuudessa. MES-järjestelmän käyttöönottamiseen vaikuttaa todennäköisesti paljon yleisesti teknologian ja kaupallisten MES-järjestelmien kehittyminen tulevina vuosina. Yrityksellä menee todennäköisesti muutama vuosi, ennen kuin yrityksellä on edes kaupallisen MES-järjestelmän käyttöönottamisen mahdollistavat muut järjestelmät käytössään. Näillä tarkoitetaan MES-järjestelmän kanssa yhteensopivia PDM- ja ERP-järjestelmiä. Yrityksessä tehdään parhaillaan määrittelyjä PDM-järjestelmän käyttöönottamiseksi. PDM-järjestelmän käyttöönottaminen itsessään tuo yritykselle erittäin tärkeää informaatiota hyödynnettäväksi, mutta sen käyttöönottaminen ei itsessään vaadi MES-järjestelmän käyttöönottoa. Tulevaisuuden kehityssuuntauokset ja teknologiankehitys tulevat todennäköisesti vaikuttamaan paljon yrityksen toimintaan MES-järjestelmän käyttöönoton osalta.

## 8 TULEVAISUUDEN JATKOKEHITTÄMINEN

Kehitettyjen mittareiden käyttöönoton myötä mittareita täytyy päivittää säännöllisin väliajoin, jotta mittarit eivät pääse ohjaamaan yrityksen toimintaa epätoivottavaan suuntaan. Mittarien kehitykseen liittyy olennaisesti mittareille asetettujen tavoitteiden päivittäminen, tavoitteiden saavuttamisen seuranta ja toimenpiteiden tekeminen tavoitteiden saavuttamiseksi. Diplomityössä kehitettiin mittareita tuotantoon, mutta yrityksen olisi hyvä päivittää mittareita myös muihin toimintoihinsa. Ensisijaisen tärkeää yrityksen tapauksessa olisi mittarien päivittäminen oston toimintoihin, sillä yritys on ulkoistanut osavalmistuksen täysin alihankkijoille. Tilaustoimitusketjun hallintaan liittyy paljon ongelmakohtia.

FLOW-kehityshankkeen myötä saadaan yrityksessä aikaan paljon parannuksia. Kaikkia ideoita ja vaatimuksia ei kuitenkaan voida tässä vaiheessa nykyiseen järjestelmään sisällyttää käytössä olevilla resursseilla. Diplomityössä kuitenkin kartoitetaan laajalaisesti eri kehitettäviä kohteita, joiden avulla voidaan kehittää tuotannonohjausta. Nämä kohteet nähdään tulevaisuuden kehityskohteiksi. Monet FLOW-hankkeen myötä toteuttamatta jääneistä ideoista tullaan todennäköisesti toteuttamaan myöhemmin, sillä kaikki havaitut kehityskohteet todettiin hyödyllisiksi. Jotkin yleiset kehitysideat ja havaitut puutteet voitaisiin korvata myös uusien nykyaikaisten tietojärjestelmien käyttöönoton kautta.

Yrityksellä on olemassa tulevaisuuden suhteen erilaisia visioita, joiden avulla tietojärjestelmiin liittyviä ongelmia voitaisiin lähteä ratkaisemaan. Ensimmäisenä toimenpiteenä tulisi joka tapauksessa olla pyrkimys kohti keskitettyä tiedonhallintaa. Pyrkii eroon irrallisista Excel taulukoista, tai ainakin pyrkii vähentämään niiden määrää. Keskitettyyn tiedonhallintaa on olemassa valmiita kaupallisia PDM-järjestelmiä. PDM-järjestelmän vaihdolla voitaisiin ratkaista tiedonhallinnan ydinongelma. Ydinongelmalla tarkoitetaan siirtymistä hajautetusta tiedonhallinnasta kohti järjestelmällistä keskitettyä tiedonhallintaa, johon sisältyy myös tuotteen elinkaariajattelu. Varjopuolena tällaisten PDM-järjestelmien käyttöönotossa on valtava yksityiskohtainen määrittelytyö, joka on tehtävä perusteellisesti, ennen kuin järjestelmä voidaan ottaa käyttöön. Käytännössä tällä tarkoitetaan muun muassa tuoteportfolion

määrittystä, jokaisen valmistettavan tuotteen yksityiskohtaista määrittelyä komponenttikohtaisesti, sekä valmistettaviin tuotteisiin liittyviä muita määrittelyjä. Määrittelytyöstä olisi yritykselle kuitenkin suurta hyötyä. Määrittelytyön ansiosta yritys voisi markkinoida ennalta määriteltyjä standardituotteita, jotka koostuisivat standardikomponenteista. Määrittelytyön ansiosta yrityksen tuotteet saataisiin paremmin esille potentiaalisille asiakkaille, ja samalla muun muassa tuotteisiin käytettyjen komponenttien määrää voitaisiin radikaalista vähentää. Komponenttien määrän karsimisella saataisiin alennettua roimasti muun muassa komponenttien hankintakustannuksia.

Onnistuneen keskitetyn tiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton myötä voitaisiin kehittää mahdollisesti myös muita tietojärjestelmiä. Yhtenä mahdollisena osana tietojärjestelmä kehitystä on ERP-järjestelmän uudistaminen. Mikäli yritys näkee ERP-järjestelmän uudistuksen tarpeelliseksi, on ERP-järjestelmää valittaessa huomioitava tietojärjestelmien yhteensopivuus, ja onkin järkevää valita kokonaisuutta parhaiten tukevat järjestelmäratkaisut. Tietojärjestelmä kehityksen visioinnissa tulee kuitenkin ottaa huomioon yrityksen tämän hetkinen lähtökohtatilanne, ja on mietittävä kokonaisvaltaisesti minkälainen prosessi edellä mainittujen järjestelmien käyttöönotto on, ja miten se on käytännössä toteutettavissa. Ongelmana on, etteivät nykyiset käytössä olevat tietojärjestelmät ja uudet tulevaisuuden tietojärjestelmät välttämättä ymmärrä toisiaan. Tiedonkulkuongelmat ja eri järjestelmien yhteensovittaminen hankaloittavat osaltaan tietojärjestelmien uudistamista, mutta eivät tee siitä mahdotonta.

Komponenttien jäljitettävyyden nousu on noussut monessa tilanteessa esiin, muun muassa alihankittavien komponenttien tapauksessa. Useimpia komponentteja tilataan usean kappaleen erissä, tällöin voi joissakin tilanteissa esiintyä tapauksia, joissa koko toimituserä on viallinen. Tällaisissa tapauksissa komponenttien jäljitettävyyden helpottaisi tilannetta. Tilanteeseen voitaisiin heti puuttua ja viallisten komponenttien päätyminen tuotteisiin voitaisiin estää. Mikäli viallisia komponentteja olisi jo ehtinyt päätyä tuotteisiin, voitaisiin tällaiset tuotteet jäljittää ja tilanne korjata. Käytännössä tämä on mahdollista muun muassa RFID-tekniikan (Radio-Frequency IDentification) ansiosta. RFID on tullut vähitellen suosittumaksi teknologian kehittyessä ja RFID-tagien hintojen halventuessa. Monilla toimialoilla RFID on korvattavissa muun muassa

viivakoodeilla. Tärkeintä on, että tuotetietoa voidaan helposti sisällyttää jossakin muodossa tuotteen mukaan. Teollisuudessa RFID on suosittu muun muassa siitä syystä, että vaikka RFID-tagin päälle kertyisi likaa tai muuta lukemista vaikeuttavaa, on tieto silti luettavissa tagilta. Viivakoodien tapauksessa liian kertyminen estää viivakoodin lukemisen. Olipa käyttöönotettava keino edellä mainitulle asialle mikä tahansa, on sen käyttöönotosta muutakin hyötyä, kuin pelkkä komponenttien jäljitettävyys. Yritys pystyisi seuraamaan materiaalivirtoja läpi tuotantoprosessien aina niiden saapumisesta lähtien. Tulevaisuudessa mahdollisesti jo ennen kuin materiaalit olisivat saapuneet varastoon. Tulevaisuudessa voitaisiin mahdollisesti pyrkiä lisäämään tilaus toimitusketjun läpinäkyvyyttä. Läpinäkyvyyden lisäämisen tarkoituksena on helpottaa yrityksen ja alihankkijan välisen yhteistyön sujuvuutta. Tällöin yrityksellä olisi parempaa tietoa tilattujen komponenttien saapumisajankohdasta ja samoin alihankkijoilla olisi käytössään parempaa tietoa komponenttien kysynnän vaihteluista.

Yleisesti ottaen digitaalisuus on saanut teknologian kehittyessä aivan uudet puitteet myös yritysmaailmassa. Yritykset pyrkivät lisäämään digitaalisuutta toimintamalleihinsa. Vähitellen tämä on avannut aivan uusia näkymiä tulevaisuuden suhteen. Älykypärät kehittyvät koko ajan, ja kenties tulevaisuudessa älykypärät voivat tuoda lisää-älyä käyttäjälleen. Älykypärät voisivat esimerkiksi varoittaa käyttäjänsä tunnistetuista vaaratilanteista, neuvoa käyttäjää työssään, sekä ohjeistaa käyttäjää muuttuneista järjestelyistä. Myös kommunikointi työntekijöiden, työnjohdon ja suunnittelun välillä helpottuisi. Tällä kaikella todennäköisesti voitaisiin parantaa työturvallisuutta, laatua ja työhyvinvointia, sekä työntekijöiden tyytyväisyyttä työskentelyyn. Erityisesti kesäaikaan tuotantohalleissa kypärän käyttäminen koetaan epämieluisaksi ja hankalaksi kuumuuden vuoksi. Älykypärä voisi sisältää toiminnollisuuksia, jotka lisäävät työskentelymukavuutta, esimerkiksi kypärässä voisi olla jäähdytysjärjestelmä, joka tekee kypärän käyttämisestä lämpimällä ilmalla mukavaa.

Yrityksen kokoonpanotuotanto perustuu täysin työntekijöiden tekemään kokoonpanotyöhön, automaation hyödyntäminen kokoonpanoprosesseissa on suhteellisen vähäistä tällä hetkellä. Tämä hankaloittaa osaltaan tarkkaan suunniteltua aikataulutusta. Automaation vähäinen käyttö tuo kokoonpanoon paljon joustavuutta, joskin aiheuttaa jonkin verran myös inhimillisiä virheitä. Automaation ja robotiikan



laajamittaisella hyödyntämisellä voitaisiin vähentää syntyvien inhimillisten virheiden määrää, ja samalla tuotannon hienokuormituksen suunnittelu helpottuisi. Tällöin läpimenoajoissa ei olisi yhtä suurta vaihtelevuutta. Vaihtelevuus johtuu työntekijöiden vaihtelevasta työtahdistista ja muista kulloinkin vallitsevista tekijöistä. Tällä hetkellä kuitenkin robotiikan ja osaltaan myös laajamittaisen automaation hyödyntämistä yrityksen kokoonpanotuotannossa hankaloittaa kokoonpantavien laitteiden suuri vaihtelevuus. Kokoonpantavat laitteet poikkeavat voimakkaasti toisistaan, eikä kokoonpano suju ongelmitta. Laajamittaisen automaation ja robotiikan hyödyntäminen voivat kenties joskus olla osa yrityksen tulevaisuutta, mikäli teknologian kehittyminen ja muut asiaan vaikuttavat tekijät ohjaavat toimintaa siihen suuntaan. Automaation tarkoituksena on tukea ja opastaa työntekijää tehtävässään, jolloin työntekijän työskentely voidaan kohdistaa tuottavaan työhön.

APS-järjestelmien sisältämien toiminnollisuuksien avulla voidaan tuotannon hienokuormitusta suunnitella kullekin tilanteelle optimaaliseksi. Hienokuormituksen suunnittelu vaatii jokaiseen työvaiheeseen kuluvan ajan määrittämisen, jotta tällainen simulointi eri vaihtoehtojen välillä olisi mahdollista. Mittarien kehityksen yhteydessä tehtiin hieman pohjatyötä läpimenoaikojen arvioinnille. Mittarien kehityksen yhteydessä valmistettavat laitetypit jaoteltiin eri kategorioihin perustuen arvioituun läpimenoaikaan. Taulukoitujen arvojen ja valmistettujen laitetyyppien perusteella pystyttiin löytämään olennaisesti läpimenoaikaan vaikuttavia tekijöitä eri laitetyyppien välillä. Löydettyjen tekijöiden perusteella jokainen valmistettava laite kategorisoituu johonkin kategoriaan, jonka arvioitu läpimenoaika pystytään arvioimaan toistaiseksi riittävällä tarkkuudella. Tästä määrittelytyöstä on todennäköisesti hyötyä tulevaisuudessa, jos tuotannon ajojärjestystä halutaan suunnitella nykyistä karkeaa aikataulutusta tarkemmin.

Yritys pyrkii tulevaisuudessa tahtiaika tuotantoon, käytännössä tämä voi olla ongelmallista ETO-ympäristössä, jossa kokoonpantavat tuotteet ovat lähes yksilöllisiä, ja joiden läpimenoajassa on suurta vaihtelua. Lisäksi ongelmia tuo kokoonpanosta puuttuvat osat, tämä lisää keskeneräisten töiden määrää tuotannossa, ja on vastoin tahtiaika periaatteen ideologiaa. Onnistunut siirtyminen tahtiaikaperiaatteeseen tuo monenlaisia hyötyjä, mutta yrityksen tapauksessa voisi toimia paremmin suunnitelmallinen projektien vaiheiden aikataulutusta, joka perustuu arvioituun aikaan

kunkin projektin läpimenoajasta työvaihekohtaisesti. Tämä vaatii paljon tuotannon hienokuormituksen suunnittelulta, mutta mikäli kapasiteetin käyttö pyritään maksimoimaan, saavutetaan edellä mainittua periaatetta soveltaen ideaalinen kuormitusjakauma. Tuotannon hienokuormituksen suunnittelu perustuen projektien työvaiheiden yksilölliseen läpimenoaikaan saattaa vaatia hienokuormituksen suunnittelua tukevien ohjelmien käyttöönoton, mikäli yrityksessä halutaan maksimoida tuotantokapasiteetin hyödyntäminen.

Tietojärjestelmien nykyaikaistamiseen liittyy olennaisesti keskitetyn tiedonhallinnan tiedon luotettavuus. Käytettävissä olevan tiedon täytyy olla tarkalleen ottaen oikein, jotta prosessit toimivat suunnitellulla tavalla. Esimerkkinä voidaan pitää varastosaldojen täsmällisyyttä, mikäli ERP-järjestelmässä on tuotteilla vääränlaiset varastosaldot, päädytään helposti tilanteeseen, jossa varastoon sitoutuu huomattava määrä pääomaa tai valmistusprosessit keskeytyvät osapuutoksista johtuen. Tiedon täsmällisyyttä on valvottava jatkuvasti. Yrityksen onkin hyvä perustaa organisaatio, joka vastaa yrityksen tiedonhallinnasta ja sen täsmällisyydestä, näin varmistetaan käytössä olevan tiedon luotettavuus, ja sitä kautta yrityksen toimintojen parempi hallinta.

Hyvä tuoteportfolion hallinta yhdessä oikeanlaisten toimintaa tukevien tietojärjestelmien kanssa luo perustan tuotannonohjauksen kehittämiseen. Ilman kunnollista keskitettyä tietojärjestelmää on erittäin hankalaa, ellei mahdotonta hallita kaikkia yrityksen toimintoja hallitusti. Tuotannonohjauksen kehittämisessä tulee kokonaisvaltaisesti kehittää yrityksen toimintoja, sen sijaan, että kehitettäisiin ainoastaan yrityksen tuotantoa. Yrityksen tulisi huomioida muiden tuotantoa tukevien toimintojen kehitys tulevaisuuden kehityshankkeissa.

## 9 YHTEENVETO

Diplomityö keskittyi yrityksen tuotannonohjauksen ja ohjattavuuden parantamiseen. Yrityksen tuotannonohjauksen kehittämiseen liittyi ajankohtainen tietojärjestelmäratkaisuihin liittyvä ongelma. Yrityksellä on käytössään useita erilaisia järjestelmiä, joiden välillä tieto ei välity järjestelmästä toiseen, toisin sanoen yrityksellä ei ole käytössään keskitettyä tiedonhallintajärjestelmää, vaan tietoa päivitettiin useisiin eri järjestelmiin yksitellen. Tämä aiheuttaa yritykselle lukuisia ongelmia, joista yhtenä mainittakoon tässä diplomityössä käsiteltävä ongelma, joka liittyy yrityksen tuotannonohjauksen kehittämiseen.

Nykyaikaiset kaupalliset tuotannonohjaukseen käytettävät MES-järjestelmät hyödyntävät keskitettyä tiedonhallintaa. Yrityksen tapauksessa MES-järjestelmän käyttöönottamiseen tulisi kulumaan todennäköisesti vuosia, ennen kuin muut tarvittavat järjestelmät olisi saatu onnistuneesti otettua käyttöön. Yrityksellä ei ollut käytössään keskitettyä PDM-järjestelmää, eikä muita MES-järjestelmän implementointiin tarvittavia järjestelmiä. Yrityksen tuotannonohjausongelmaan täytyi lähteä hakemaan ratkaisua, jolla saavutetaan lyhyellä aikavälillä parannuksia yrityksen tuotannonohjaukseen.

Ratkaisua yrityksen tuotannonohjaus ongelmaan lähdettiin etsimään kartoittamalla kaupallisten MES-järjestelmien ominaisuuksia. Kaupallisiin MES-järjestelmiin liittyy 11 yleistä toiminnollisuutta. Yrityksellä ei ollut käytössään MES-järjestelmää, mutta yrityksellä on käytössään itse suunniteltu tuotannonohjaukseen tarkoitettu järjestelmä. Tämä järjestelmä sisältää MOM-toiminnollisuuksia ja sitä kutsutaan FLOW-järjestelmäksi. FLOW-järjestelmä on kehitetty täysin yrityksen tarpeisiin. FLOW-järjestelmä korvaa tällä hetkellä kaupallisen MES-järjestelmäratkaisun. Monet yrityksen henkilökunnasta eivät näe järkevänä kaupallisen MES-järjestelmän käyttöönottamista. Kaupallisen MES-järjestelmän ei katsota olevan tarpeeksi räätälöity yrityksen tarpeisiin. MES-järjestelmän räätälöintiin kuluisi monen henkilökuntaan kuuluvan mielestä kohtuuttoman paljon resursseja, ennen kuin se vastaisi tasoltaan edes tällä hetkellä käytössä olevaa FLOW-järjestelmää. FLOW-järjestelmää on kehitetty vuosien saatossa koko ajan paremmaksi. Se halutaanko yrityksessä tulevaisuudessa ottaa MES-

järjestelmä käyttöön, lienee ajankohtaisempi sitten, kun yrityksellä on käytössään muut käyttöönottoon tarvittavat järjestelmät. On kuitenkin hyvä, että asia on huomioitu jo aikaisessa vaiheessa järjestelmien keskinäisen toimivuuden ja yhtenäisyyden kannalta.

Lyhyellä aikavälillä tehtäviä parannuksia tuotannonohjaukseen ja ohjattavuuteen lähdettiin hakemaan FLOW-järjestelmän kehittämisen kautta. FLOW-järjestelmään otettiin käyttöön ominaisuuksia, joita on nykyaikaisissa MES-järjestelmissä. Aluksi kartoitettiin yrityksen lähtötilanne. Analysoitiin, millä tasolla yrityksessä toteutetaan jokaista tunnistettua MES-järjestelmille ominaista toiminnollisuutta. Saatuja tuloksia verrattiin tavoitetasoon. Lopulta tulevaisuuden visiota silmällä pitäen lähdettiin toteuttamaan yksitellen osa-alueita, jotka nähtiin sillä hetkellä tarpeellisimmiksi kehityksen kohteiksi. Kehitettäviksi kohteiksi valittiin toimintoja, joita oli mahdollisuus järkevillä ponnisteluilla parantaa saaden huomattavaa hyötyä. Eräs tällainen kehitettävä toiminto on suorituskyvyanalysointi, sen kehittäminen ei mene tulevaisuudessakaan hukkaan, vaikka MES-järjestelmä haluttaisiinkin ottaa käyttöön. Suorituskyvyanalysoinnilla tarkoitetaan käytännössä suorituskyvyn mittaamista eli tuotannon mittareiden luomista.

Yrityksen ETO-tuotantoon suunniteltiin mittarit, joiden avulla parannetaan yrityksen tuotannonohjattavuutta, ja sitä kautta kykyä ohjata toimintaa hallitusti parempaan suuntaan. Tuotannon mittareiden kehitykseen kuuluu olennaisena osana FLOW-järjestelmän ja sen käyttöliittymän kehitys. FLOW-järjestelmään suunniteltiin edellytykset, joiden perusteella tuotannon mittareihin saadaan kerättyä tarvittava data osana päivittäistä työskentelyä. Osana mittarien kehitystä täytyi huomioida kunkin mittarin kohderyhmä, ja se miten mittarit tullaan esittämään tuotannossa. Tämä tarkoittaa osaltaan myös muutoksia FLOW:n käyttöliittymän ulkoasuun. Toteutettavilla muutoksilla parannetaan käyttöliittymän havainnollisuutta. Mittareita tullaan esittämään tuotannossa työaluekohtaisina mittareina työaluekohtaisilla näytöillä ja koko tuotantoa koskevinä mittareina tuotannon communication centerissä. Communication centerissä tulee olemaan myös mahdollisuus tarkemmin perehtyä yksittäisiin mittareihin ja projektikohtaisiin yhteenvetoihin projektin läpiviennistä. Projektin läpivientiä analysoidaan mittarien avulla. Mittareista voidaan tehdä yhteenveto läpivientiin keskeisesti vaikuttavista asioista, ja sitä kautta analysoida mahdollisia ongelmakohtia.

Diplomityön pohjalta toteutettavien konkreettisten toimenpiteiden myötä saadaan parannettua yrityksen tuotannonohjausta ja ohjattavuutta. Ratkaisu ja tehdyt toimenpiteet tukivat myös erittäin hyvin yrityksen pitkántähtäimen suunnitelmaa. Lisäksi diplomityössä löydettiin keinoja, joiden avulla voidaan tulevaisuudessa kehittää tuotannonohjausta ja ohjattavuutta, nämä toimenpiteet vaativat kuitenkin laajamittaisia toimenpiteitä, eivätkä ole toteutettavissa diplomityön puitteissa. Tehdyn tutkimustyön myötä yritys sai samalla perspektiiviä FLOW-järjestelmän jatkokehitykseen sekä muihin kehitettäviin kohteisiin. FLOW-hankkeen myötä saavutettavaa tasoa arvioitiin. Saavutettavasta tasosta saadaan samalla myös vertailukohtaa mahdollisen MES-järjestelmän tarpeellisuudelle tulevaisuudessa. Tuotannon mittareiden toiminta yhdessä käyttöliittymän ja liikennevalonäyttöjen kanssa tulevat vastaamaan tasoltaan hyvin tällä hetkellä parhaita käytössä olevia vastaavanlaisia ratkaisuja, joilla mittareiden avulla saatuja mittaustuloksia pyritään havainnollisesti esittämään. Erityisesti tuotannon mittareiden, uuden käyttöliittymän ja mittaustuloksien havainnollisen esittämisen suunnittelussa onnistuttiin kokonaisvaltaisesti erittäin hyvin. Mittarien suunniteltu esittämistapa mahdollistaa keskeisten mittaustulosten havainnollisen esittämisen. Käyttöliittymällä saadaan kerättyä mittareille tarvittava tieto, ja mittareilla mitattuja mittaustuloksia voidaan esittää sekä uudessa käyttöliittymässä, että haluttaessa muissa tuotantoon tuoduissa näytöissä.

## 10 LÄHDELUETTELO

### Internet

Morariu O, Borangiu T, Raileanu S & Morariu C (2016) Redundancy and scalability for virtualized MES systems with programmable infrastructure. *Comput Ind* 81: 26-35.

Tony Liu D & William Xu X (2001) A review of web-based product data management systems. *Comput Ind* 44(3): 251-262.

Järvenpää Eeva & Lanz Minna, 2014. Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä - Nykytila, haasteet ja tarpeet. Saatavilla: [LeanMES\\_Tuotannonsuunnittelu\\_ja\\_ohjaus\\_suomalaisissa\\_yrityksiss\\_julkinen\\_FINAL.pdf](#) [13.10.2016]

MESA International, MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities, 1997. Saatavilla: <http://www.mesa.org> [31.10.2016]

### Kirjat

Andersin H, Karjalainen J & Laakso T (1994) Suoritusten mittaus ohjausvälineenä. Tampere. Metalliteollisuuden keskusliitto.

Hannula M & Lönnqvist A (2002) Suorituskyvyn mittauksen käsitteet. Vantaa. Tummanvuoren kirjapaino Oy.

Uusi-Rauva E (1996) Tuottavuus – Mittaa ja menesty. Vantaa. TT-kustannustieto Oy

Hannula M (2000) Käytännönläheinen tuottavuuden mittaus. Helsinki. Tuottavuudella tulevaisuuteen.

Lipponen Toivo (1988) Yrityksen toiminnan laatukustannukset. Helsinki. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Sakki J (1999) Logistinen prosessi. Tilaus – toimitusketjun hallinta. 4. Uudistettu painos. Espoo: Rastaman Oy.

Scholten Bianca (2007) The Road to Integration – A Guide to Applying the ISA-95 Standard in Manufacturing

Uusi-Rauva E (1987) Laadunohjauksen tunnusluvut. Helsinki. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

### **Luentomateriaalit**

Tolonen Arto (2016) luentomateriaali Product Data Management

Tolonen Arto & Haapasalo Harri (2016) luentomateriaali Product Management

### **Standardit**

ISA-95

## **LIITE LUETTELO**

Liite 1. Kehitysehdotuksia käytössä oleviin mittareihin

Liite 2. (1) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (2) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (3) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (4) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (5) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (6) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 2. (7) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

Liite 3. Laitteen työvaiheen RFT -mittari

Liite 4. Laitteen läpimenoaika -mittari

Liite 5. Laitemäärä sairaalassa -mittari

Liite 6. (1) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (2) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (3) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (4) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (5) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (6) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt



Liite 6. (7) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (8) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (9) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (10) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (11) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (12) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (13) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

Liite 6. (14) Käyttöönottettavien mittareiden määrittelyt

## Liite 1. Kehitysehdotuksia käytössä oleviin mittareihin

| Hyödyntämissuunnitelma käyttöön otettaviin mittareihin | Väri koodi | Mitattava kohde                                   | Mittarin tila   | Parannusehdotus   |
|--|------------|---|-----------------|---|
| Lisätty  |            | Päivää viimeisestä tapaturmasta (HSE)             | Hyvä            |   |
| Korvattu   |            | Valmistuksen toimituskyky %                       | Hyvä            |   |
| Lisätty  |            | Toimitettujen laitteiden lukumäärä                | Hyvä            | Voisi olla hieman kuvaavampi alla mikä viikko ja vuosi        |
| Lisätty  |            | Projektien kokonaisläpäisy aika                   | OK / Muutettava | Pitäisi olla kategorioittain                                  |
| Korvattu   |            | Kokoonpanon RFT                                   | Muutettava      | Voisi olla työalue kohtainen (RFTP)                           |
| Lisätty  |            | Suunnitellut VS toteutuneet tunnit per projekti   | OK / Muutettava | Voisi olla miestyötunteina                                    |
| Lisätty  |            | Käyttöaste  | OK / Muutettava | Voisi olla miestyötunteina                                    |
| Lisätty  |            | 999- tunnit                                       | OK / Muutettava | Voisi olla kategorisointia mukana                             |
| Lisätty  |            | Ala-, väli-, yläosan läpäisy aika                 | Muutettava      | Pitäisi olla kategorioittain                                  |
| Lisätty  |            | FAT- läpäisy aika                                 | Muutettava      | Pitäisi olla kategorioittain                                  |
| Lisätty  |            | Viimeistely 1 ja 2 sekä maalamon läpäisy aika     | OK / Muutettava | Pitäisi olla kategorioittain (onko tarvetta?)                 |
| Korvattu   |            | Ala-, väli-, yläosan RFT sekä viimeistelyn RFT    | Hyvä            | Kuvaavampi nimi   |
| Poistettu  |            | Poikkeama per laite                               | Poistettava     |   |
| Lisätty  |            | Laitemäärä sairaalassa per viikko                 | OK / Muutettava | Täytyisi käydä ilmi miksi laite on sairaalassa ( oma mittari) |
| Poistettu  |            | Laitteita sairaalaan per viikko                   | Poistettava     |   |
| Lisätty  |            | Sairaalatunnit per kuukausi                       | OK / Muutettava | Voisi sisältää kategorisointi, mistä tunnit koostuvat         |
| Korvattu   |            | Vastuosasto sairaalalaitteille                    | Hyvä            |   |
| Lisätty  |            | Toimitusvarmuus asiakkaille                       | Hyvä            |   |
| Poistettu  |            | Suunnitellut VS todelliset kokoonpanon aloitukset | Muutettava      | Epähavainnollinen   |
| Lisätty  |            | Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä %             | Hyvä            |   |

## Liite 2. (1) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

| Prioriteetti luokka (Aa,Ab,Ac,B,C) | Toiminto                  | Vaatus   | Kuvaus  | Hyöty   |
|------------------------------------|---------------------------|--|---|---|
| Aa                                 | Tuotanto / muut toiminnot | Palautte-/aloitejärjestelmän kehittäminen ja integrointi tuotannon osalta Flow:n käyttöliittymään              | Tehdään määrittelytyö palautejärjestelmän kehitykselle. Tuotannon osalta rakennetaan suora linkki Flow-järjestelmästä palautekanavaan, joka osaa kerätä relevantit lisätiedot palautetypistä riippuen.  | Helpottaa tuotantotyöntekijöiden raportointityötä (vähentämällä erillisten järjestelmien käyttöä). Vaaditaan vähemmän lisätiedusteluja, kun lisätiedot kerätään automaattisesti.        |
| Aa                                 | Tuotanto                  | Solukohtaisten informaationäyttöjen ohjelmointi/määrittely   | Toimitettu testisolun demolayout - tätä on jo ohjelmoitu/hienosäädetään testisolujen kokeilujen perusteella.<br><br>Flow-kehityksen osana määritellään kaikille tuotantosoluille yleispätevä layout, johon tulee reaaliajassa päivittyvää dataa tuotantotilanteesta Flow-järjestelmän leimausten perusteella (aseman nimi, työn alla olevat projektit/laitetyypit, vikatilat/solun status, mahdolliset tuotannon mittarit tms.). Sisäisesti täytyy määrittellä, mitä informaatiota näytössä halutaan esittää, minkä jälkeen täytyy tehdä ohjelmointityö sille, että tieto päivittyy kunkin solun näyttöön Flow-järjestelmän tilan/avauspalaverikupongista kerätyn tiedon perusteella.<br><br>Layout suunnitellaan määritellään testisolun kokemusten ja erillisen määrittelyn perusteella.<br><br>--> Vaatii lisämietintää/määrittelyä statusvalojen logiikkaan --> Statusvalo muuttuu keltaiseksi/punaiseksi --> Saadaanko reagoimalla ongelmaan ja/tai kuittaamalla ns. poikkeustila huomioiduksi muuttamaan väri takaisin virheelle. | Visuaalisuus, läpinäkyvyys, havainnollisuus, imago.   |
| Aa                                 | Tuotanto                  | Nykyisen käyttöliittymän kehittäminen havainnollisemmaksi ja yrityksen brändin mukaiseksi                      | Värimaailma, yrityksen logo, soluissa olevat sarjanumeroluettelot eivät overlappaa solujen päälle, muut havainnollistavat tekijät (aktiivisen pikkuvian merkaus yms), yleinen visuaalisen ilmeen kehittäminen (fontit/asettelut yms).   | Informatiivisempi käyttöliittymä (enemmän informaatiota nopealla vilkaisulla), eri rakennuksessa olevien toimintojen helpottaminen, imago/brändielementtien välittyminen ohjelmistosta. |
| Aa                                 | Tuotanto                  | Useasta erillisestä Flowsta siirtyminen yhteen yhtenäiseen järjestelmään. Uuden tehtaan layoutin muodostaminen | Kaikkia Flow-näkymiä hallittaisiin yhden järjestelmän kautta nykyisen usean erillisen järjestelmän sijasta. Mahdollisuus tarkastella eri tasoisia näkymiä tämän yhden järjestelmän kautta (X- linja/ Y-linja /erikoistuotelinja/hitsaamo/alikokoonpanot /yksittäiset solut).<br><br>Näkymien vaihtaminen täytyy tehdä havainnolliseksi/yksinkertaisesti (esimerkiksi otsikon viereen nuolet/liukuvalikko/alasvetovalikko tms.). Järjestelmää avatessa voisi tulla kysymys/valikko, minkä linjan/alueen Flowta haluaa käyttää.<br><br>- Yleisnäkyvän suunnittelu (ei liikaa informaatiota -> alikokoonpanot yhtenä soluna?)  | Järjestelmä vastaa muuttunutta tuotantotilannetta. Järjestelmän käyttö selkeytyy, kun kaikkia hallitaan yhden käyttöliittymän kautta.   |
| Aa                                 | Tuotanto                  | IT-laitteiston valinnan huomiominen koodaustyössä  | Jos päädytään esimerkiksi mobiililaitteisiin osana laitepalettia, niin Flow:n käyttöliittymää kannattaneet optimoida myös mobiili-/kosketusnäyttölaitteille sopivaksi. Käytännössä elementtien uudelleenasettelua erilaisille resoluutiokooille? iPhone/iPad?<br><br>Tätä kannattaisi harkita joka tapauksessa, vaikka tabletteja ei laajamittaisesti otettaisi käyttöön. Tulevaisuudessa tabletit, puhelimet ja muut mobiilimmat IT-laitteet yleistyvät, joten myös ohjelmistolla olisi hyvä olla parempi valmius näiden käyttöön.<br><br>Tavoitteena ei ole rakentaa erillistä mobiilikäyttöliittymää, mutta jos voidaan tässä kehitysvaiheessa joitain mobiilikäyttöä helpottavia toimenpiteitä tehdä Flow:n/BPF/muiden intran alustojen osalta, niin se on toivottavaa. Tästä pitää konsultoida koodaria.   | Ohjelmiston sujuvan käytön mahdollistaminen.  |

Toteutus päätetty / sovittu / pakko tehdä / pakko huomioida

## Liite 2. (2) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

|   |    |                        |   |   |   |
|---|----|------------------------|---|---|---|
| Tuotannon mittaristoon / tiedon keruuseen ja analysointiin liittyvät kehitysideat | Aa | Tuotanto / mittarit    | Laajemman teknisen tietomäärän keruu avauspalaverilomakkeesta -> Valmistettavien laitteiden tarkempi kategorisointi ja parempi datan analysoitavuus tulevaisuudessa | Tällä hetkellä laitteesta kerätään avauspalaverilomakkeesta käytännössä ainoastaan laitetyyppi/koko Flow-järjestelmään. Lisätietoina master excelliin voitaisiin kerätä myös muuta tietoa, joiden perusteella laitteita voitaisiin kategorisoida tarkemmin eri joukkoihin.<br><br>Tätä jaottelua/uutta tietoa voidaan hyödyntää tuotannon mittariston rakentamisessa ja esimerkiksi eri kategorian tuotteiden tahtiaikojen määrittämiseksi. | Valmistettuja tuotteita voidaan kategorisoida haluttujen muuttujien suhteen. Täten voidaan kerätä laajemmin analysoitavaa dataa tuotantoprosessin/tuotannonohjauksen kehitykseen. Data on myös helpommin analysoitavissa jälkikäteen, kun teknisiä ominaisuuksia ei tarvitse ristiinyhdistellä kahden eri tauluko välillä.  |
|   | Aa | Tuotanto/ mittarit     | Sairaalaosaston raportoinnin kategorisointi   | Sairaalatunteja kerätessä pitää valita eri kategorioista sairaalaan siirron syy (osapuute, viallinen osa).<br><br>"Pakotetaan" käyttäjä tekemään kategoriavalinta ja lisäämään kommentti, molemmat siis vaaditaan ennen kuin voi jatkaa.  | Saadaan kerättyä pienemmällä vaivalla (automaattisesti) kuvaavaa dataa sairaalatuntien aiheuttajista. Valitsemalla eri vaihtoehtoja data kerääntyy "itsestään", sanallisista kuvauksista data täytyy muodostaa manuaalisesti. Mahdollinen lyhyt lisätieto/kuvau voidaan lisätä kategoriavalinnan rinnalle käyttäjän niin halutessa. Edellytys tuotannon mittariston käyttöönotolle. |
|   | Aa | Tuotanto / mittarit    | Pikkuvikojen kategorisointi   | Pikkuvika- tunteja kerätessä pitää valita eri kategorioista vikatilän syy (kitin odotus, viallinen osa).<br><br>"Pakotetaan" käyttäjä tekemään kategoriavalinta ja lisäämään kommentti, molemmat siis vaaditaan ennen kuin voi jatkaa.  | Monipuolisempaa dataa päätöksenteon tueksi. Valitsemalla eri vaihtoehtoja data kerääntyy "itsestään", sanallisista kuvauksista data täytyy muodostaa manuaalisesti. Edellytys tuotannon mittariston käyttöönotolle.   |
|   | Aa | Tuotanto / raportointi | Yhteenvetodokumentti valmiista laitteista   | Kerätään tietoja eri järjestelmistä (BaaN, Flow yms.) - yhteenvetoraportti projektista/potkurilaitteista.   |   |
|   | Aa | Varasto / tuotanto     | Aktiivisten, kokoonpanossa olevien projektien priorisoitu puutelistat varastolle.   | Uusi näkyvä varastolle, jossa poikkeamat esitetään tarvejärjestyksessä (kts. alla oleva kehitysehdotus)<br>Näkymä: Nimike, toimittaja, ostotilausnumero, asema, tarveaika.  | Säästyy aikaa/tehostaa kommunikointia varaston ja tuotannon välillä.  |
| VTT-Flown kehitys<br>Työmääräarvio: 10 päivää                                     | Aa | Varasto / työjohto     | Osapuutteiden automaattinen seuranta VTT-Flown  | Riskianalyysin käsittelyn yhteydessä poikkeamien luonti VTT-järjestelmään<br>• osapuutekirjaus kustakin nimikkeestä<br>• kommentteihin oston kommentti ja päivämäärä<br>• järjestelmä kuittaa poikkeaman, kun poistuu riskianalyysilistalta   | Työnjohdolle lisätieto/peruste puutteellisen kitin tilaamiselle tuotantoon. Vältetään turhaa soittelua ja selvittelyä.  |
|   | Aa | Varasto                | Tehdaskalenterin luominen VTT-Flown taustalle   | • kolme erillistä kalenteria<br>• oletuksena työpäivät ja ajat kuten nyt (ma-pe: 06-22)<br>• mahdollisuus säätää onko valittu päivä työpäivä vai ei<br>• mahdollisuus asettaa työpäivän alku- ja loppu-aika (klo xx-yy)<br>• mahdollisuus säätää päivämäärävälin työaikoja (esim. seuraava kuukausi ma-pe 06-14)<br>• työaikojen huomiointi tarveaikojen laskennassa sekä arkiston ja työlistojen laskureissa                               | Keräilytavoiteaikataulun arviolaskenta ei vääristy muuttuvista työvuorojärjestelyistä johtuen.  |
|   | Aa | Tuotanto               | Ajojärjestyslistan Required materials -taulukon työasema  | Esitetään BPF:n ajojärjestyslistalla materiaali- ja osiossa työasema, jonne kyseessä oleva komponentti on menossa.  | Enemmän relevanttia informaatiota saataville, vähentää lisäselvittelyihin menevää aikaa.  |
|   |    |                        |   |   |   |



## Liite 2. (4) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

|   |    |                     |  |   |   |
|---|----|---------------------|--|---|---|
| Edellytys: Laajemman teknisen tietomäärän keruu avauspalaverilomakkeesta (Vaati paljon määrittelytyötä) | Ab | Tuotanto            | Tarkistuslistojen määrittäminen laitekategorioittain   | <p>Check-listan määrittäminen laitekategorioittain niin, että jokaisessa tuotantosolussa todella tarkastetaan vain ne asiat, jotka siinä vaiheessa kuuluukin tarkistaa.</p> <p>Check-listan relevantit kohdat määritellään kullekin projektille avauspalaverilomakkeesta löytyvien teknisten tietojen perusteella (mm. laitetyyppi, koko, kääntö, kytkin...).</p> <p><b>Ykkösvaiheen ratkaisu: Kun valitaan "ei kuulu toimitukseen" -&gt; Älä printtaa näitä raportoitavaan PDF-tiedostoon.</b></p>   | Tehdään oikea työ, oikeassa paikassa, oikeaan aikaan. Työntekijän ei tarvitse täyttää tarkistuslistoja tulkinvaraisesti, esimerkiksi hyppäämällä yli kohdat, jotka ovat relevantteja vasta myöhemmässä tuotantovaiheessa. |
|   | Ab | Tuotanto            | FAT-pöytäkirjan pohja automaattisesti Flow-järjestelmään.  | <p>Ultimaattinen testauksen checklista, jossa kaikki mahdolliset kohdat -&gt; avauspalaverilomakkeesta tekniset speksit -&gt; valitaan ko. laitteelle relevantit kohdat näiden perusteella. Muita vaikuttavia tekijöitä myös esimerkiksi luokituslaitos, onko muita?</p> <p>Jos määrittelytyö liian laaja, voidaanko löytää jonkinlaista väliratkaisua ensimmäiseen kehitysvaiheeseen? Konfiguraattori, jolla voidaan luoda sähköisesti pohjia Flow-järjestelmään tästä "ultimaattisesta" check-listasta.</p>   | Säästää aikaa, edesauttaisi sähköisen allekirjoituksen käyttöönottoa.   |
|   | Ab | Tuotanto            | Hitsaamon Flow:n yhdenmukaistaminen  | <p>Hitsaamon "isolaitepuoli" ja "pikkulaitepuoli" tulisi olla yhdenmukaisia (näkyvä, check-listat...).</p> <p>Määrittely tuotehallinnan, laadun, mahdollisesti alihankkijoiden kanssa - lähdetäänkö tähän?</p>  | Tietojärjestelmien muodostama kokonaisuus selkeämmäksi / yhdenmukaisemmaksi. Helpotetaan työntekijöiden siirtelyä toimintojen välillä.  |
|   | Ab | Tuotanto            | Työohjeet ja muut kokoonpanossa tarvittavat dokumentit keskitetyksi saataville sähköisessä muodossa. | <p>Solussa tarvittavat projektipesifit kokoonpanokuvat, osaluettelot, komponenttikuvat, luokitusdokumentaatio yms. helposti saataville yhdestä projekti-/soluspesifistä linkistä.</p> <p>Jos määrittelytyö nähdään tässä vaiheessa liian laajaksi, kehitys voidaan toteuttaa myös vaiheittain:<br/>1. vaihe: kaikki projektin dokumentaatio sähköisesti samaan paikkaan --&gt; työjohto jaottelee manuaalisesti tai työntekijät etsivät relevantit dokumentit yhdestä lähteestä<br/>2. vaihe: kaikki sähköinen data solu-/projektiakohtaisesti jaoteltuna</p> | Ei kulu turhaa aikaa tiedon haalintaan monesta eri lähteestä tietokannoista. Voidaan vähentää paperin tulostamista.   |
| Kytöksissä toisiinsa.   | Ab | Tuotannosuunnittelu | Projektien lisääminen Flow:n EKP:n aloitusjonoon automaatiolla (oikeassa järjestyksessä).            | Tiedonkulku: Baan Proj. Flow -> Production Schedule -> Misc -> Sarjanumerot -> Automaatiolisäys Flowhun "Planned Ass. Start" -päivämäärän mukaan. Tällä hetkellä jonkinasteinen automaatio, mutta listalle jäänyt kummittelemaan canceloituja projekteja ja esitysjärjestys ei vastaa oikeaa tuotantojärjestystä.   | Saadaan automaatiolla lisätty data vastaamaan todellista ajojärjestystä.  |
|   | Ab | Tuotannosuunnittelu | Projektien poistaminen/palauttaminen Flowhun/Flowsta automaatiolla.                                  | <p>1) Projektien poisto Flow:n listoilta automaatiolla, jos tuotantoaikaa siirretään riittävän pitkälle (yhteys ylläolevaan).</p> <p>2) Projektien palautus automaatiolla, kun se palaa Baan Project Flowhun määritelyihin aikaraja-arvoihin (yhteys ylläolevaan).</p>  | Tuote ei jää "kummittelemaan" esikokoonpanon jonoon, jos tuotantoaikaa on siirretty.  |

## Liite 2. (5) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

|  |                                      |  |   |   |  |
|--|--------------------------------------|--|---|---|--|
|  |                                      |  |   |   |  |
|  | Ab                                   | Tuotannosuunnittelu  | Baan Project Flown tuotantovaihetieto (Production Schedule -> Production State) päivittymään automaatiolla / kaikille projektin laitteille.   | Jos useampia tuotteita yhden projektin alla (XYZ A, XYZ B, XYZ C..) ja kaikki eivät ole samassa tuotantovaiheessa, niin voidaan toteuttaa erilaisia ratkaisuja:<br>-> Miscin alle A/B/C/D... sijantitiedot erikseen<br>-> Leijuta hiirtä Production Staten päällä, oletuksena näkyy pisimmällä olevan tuotteen vaihe (samoin kuin tälläkin hetkellä manuaalisesti täyttämällä), pop up-ikkunaan tulisi näkyviin kaikkien ko. projektin potkurilaitteiden sijainnit.   | Voidaan eliminoida manuaalinen päivitystyö.  |
|  | Ab                                   | Tuotanto   | Check-listojen päivitys ilman koodarin apua rajatulle käyttäjäryhmälle  | Jos määrittely tehty vain koodissa, pitäisi rakentaa jonkinlainen konfigurointityökalu.   | Vältetään ylimääräinen välikäsi  |
| Tärkeää (voi olla hankala toteuttaa) (toteutetaan, mikäli mahdollista) | A                                    | Tuotanto / mittarit  | Bridgelogixin tuntien syöttämisen ja Flown leimausten integrointi   | Projektikohtaisten miestyötuntien kerääminen suoraan Flown syötteiden avulla. Työntekijän tulisi olla aina "kirjautuneena" johonkin soluun/projektiin (täten myös useampi työntekijä per solu mahdollista) ja tätien tuntien kohdistus tapahtuisi automaatiolla aina ko. solulle/projektille.<br>Kirjautuminen/tunnistautuminen voidaan toteuttaa esimerkiksi samanlaisella laitteella kuin tulostimissa tai sitten henkilökohtaisilla Windows-tileillä/autentikoinnilla. Jos työntekijä lähtee koulutukseen/vaihtaa solua/vaihtaa työstettävää potkurilaitetta tms., niin status täytyy vaihtaa aina uudelleen kirjautumalla. Vaatii integraation Flown/Bridgelogixin välillä (Flown leimuksista muodostetaan input, jonka Bridgelogix osaa tulkita) | Helpottaa tuotantotyöntekijöiden raportointityötä (vähentämällä erillisten järjestelmien käyttöä ja manuaalista syöttöä). Realistista dataa. Raportointiaikataulu voitaisiin saada oikeasti tapahtumaan vuorittain, ei kerran/viikko ja jälkikäteen. |
|  | A                                    | Tuotanto / mittarit  | 999-tuntien leimaus FLOW:n kautta   | FLOW:hun pikkuvian ja sairaalan alle lisätään toiminto korjaustuntien aloittamiselle ja lopettamiselle.   | Saadaan kerättyä korjaustunnit projekti-/asemakohtaisesti tuotannon sisäisen mittariston käyttöön. Kerätty data on totuudenmukaisempaa, (edellytys) tuotannon mittariston luomiselle.  |
|  | B                                    | Tuotanto   | Tarkistuslistan lukuoikeus myös projektinvedolle / tuotehallinnalle.  | Flowsta voidaan nähdä reaaliajassa, mitä tarkistuslistan kohtia on jo täytetty, tämä oikeus tulisi antaa kaikille, joille tieto olennaista.   | Hallin ulkopuoliset toiminnot saavat tarkemman käsityksen tuotantovaiheiden tilasta.   |
|  | B                                    | Tuotannosuunnittelu  | Baan Production Flown Production Scheduleen oma sairaalasarake, joka päivittyisi automaatiolla Flowsta  | Jos sarakkeessa rasti/punainen pallo -> tätä painamalla/päällä leijuttamalla saa lisätietoa (viimeisin tuotantovaihe (mistä siirrettiin sairaalaan), sairaalasiirron syy). Jos useampia tuotteita samassa projektissa (XYZ A, XYZ B, XYZ C..), niin aukea eritelty näkymä vain niistä tuotteista (A,B,C..), jotka ovat sairaalassa.   | Lisää tietoa automaatiolla, pitkän tähtäimen tavoitteena päästä mahdollisesti eroon Tuotannon ajojärjestys -excelistä tuomalla lisätietoa Flowsta automaatiolla Baan Project Flown Production Schedule -näkymään.                                    |
| B  | Tuotanto (Varasto / Planning / Osto) | Projektikohtainen komponenttien puutelistan näkyviin Flow:hun. | Flowsta löytyisi projektikohtaisesti lista, jossa luetellaan komponentit, jotka eivät ole vielä saapuneet varastoon. ((Löytyy -> Baan Project Flow)   | Tuotanto tietää, onko poikkeustilanteessa kysymys aidosta komponenttipuutteesta vai puutteellisesta kitistä. Läpinäkyvyys läpi toimintojen. Hitsaamo koki hyödylliseksi. Toisaalta operaattorien ei pitäisi pystyä tilaamaan puutteellisia kittejä, ja kiteissä pitäisi olla ilmoitus puuttuvista komponenteista.   |  |
| B  | Tuotanto                             | Laitteen siirto linjalta toiselle                              | Laitte voidaan siirtää linjalta toiselle ilman ylimääräistä "kikkailua". Esimerkiksi testauksessa sattuu välillä "oho" -tilanteita, joissa tuote asetetaan ohjelmistossa väärälle paikalle. | Flowssa ei tarvitsisi kierrättää tuotetta sairaalan kautta, jos halutaan vaihtaa linjaa(tämä nykykäytäntö vääristää myös sairaalasta kerättävää dataa).   |  |

## Liite 2. (6) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

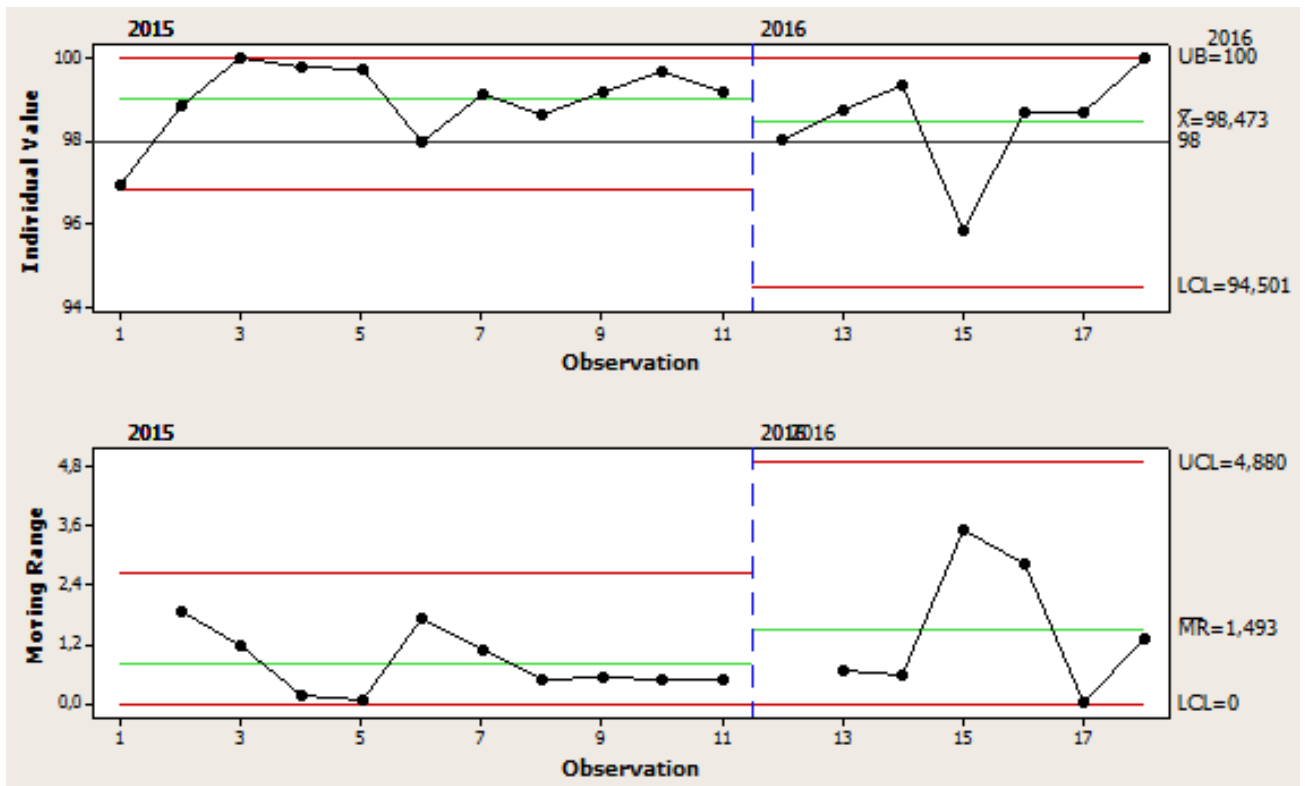
|   |                     |   |  |   |
|---|---------------------|---|--|---|
| B | Tuotanto            | Standardityöohjeiden päivitys                                       | Työhjeisiin voisi digitalisaation myötä sisällyttää ääntä, videoita ja animaatioita. PDF-muotoiseen työohjeeseen voidaan rakentaa linkki kriittisimpien työvaiheiden videomuotoiseen esitykseen.   | Havainnollisemmat ohjeistukset erityisesti kriittisimpiin työvaiheisiin.  |
| B | Tuotanto            | Sairaalaosastolle siirretyn tuotteen tarkempi esitys Flow-näkymässä | Sairaalaosaston näkymästä ei selviä onko sairaalassa<br>- Pelkkä alaosa, väliosa tai yläosa<br>- Useampi eri alikokoonpano<br>- Koko yhdistetty tuote<br>- Kuinka kauan tuote/sen osa ollut sairaalassa.<br>--> Listataan lisätieto, jossa kerrotaan mikä osa tuotteesta on sairaalassa ja kuinka kauan.   | Realistinen sairaalatilanne välittyisi yhdellä vilkkauskella.   |
| B | Luokitus / tuotanto | Sarjanumeroiden syöttö Flow:n kautta sähköisesti check-listoihin    | Sarjanumerot, muu syötettävä data sähköisesti Flowhun.   | Paperisten dokumenttien välttäminen, tiedot suoraan sähköiseen muotoon, lattiatasolla käytetään kuitenkin Flowta, niin miksei tietoja syötettäisi suoraan sinne?  |
| B | Tuotanto / PLM      | Komponenttien jäljitettävyyden kehittäminen                         | Alihankkijalta sarjanumerot, mittapöytäkirjat, muut tiedot kytketään komponenttispesifiin viivakoodiin/muuhun tunnistukseen, linjalla se kytketään ko. projekteihin lukemalla viivakoodi/merkkäamalla tunniste esimerkiksi check-listaan; C-osille samoin esimerkiksi laatikkokohtaisten viivakoodien perusteella -> luetaan viivakoodi niistä laatuista, joita C-osa käytetään. Tämä viivakoodien luku voidaan kytkeä esimerkiksi osaksi checklistojen täyttöä (viivakoodinlukijathan soluissa on jo työtuntien leimaamista varten).<br><br>Jos halutaan tulevaisuudessa siirtyä enemmän tähän suuntaan, tässä kehitysvaiheessa voisi pyrkiä kehittämään toiminnallisuuden, jossa avainkomponenttien tunnistetiedot luetaan ko. soluissa ja kehitystä voidaan näin lähteä viemään eteenpäin. Onko viivakoodi, checklistojen täyttö vai mikä paras ratkaisu? | - Voidaan tehostaa varaosamyyntiä/huoltoa (läpi koko elinkaaren).<br>- Säännölliset ongelmat -> Voidaan paremmin lähteä jäljittämään ongelmia komponenttidatasta. Välillä esimerkiksi yhdistettävien komponenttien ollessa toleranssialueiden ääripäissä saattaa tulla ongelmia.. |
| C | Tuotanto            | Kittien tilaaminen automaattisesti                                  | Kun aloitetaan uusi työ, seuraavan työn kitti tilataan automaattisesti. Jos ensimmäinen solu tyhjänä -> aloita, kun projekti lisätään Flow-järjestelmään. Jos lisätään työ jonon keskelle -> omat sääntönsä automaattitilaukselle. Välivarastojen ylikuormitusta voidaan välttää muodostamalla ns. "kittivarastolaskuri", jonka perusteella tilaus lopulta toteutetaan (tilausimpulssi saattaa siis olla annettuna jo aiemmin).  | Eliminoidaan inhimillisistä unohtuksista johtuneet komponenttipuutokset tuotannossa. Hieman pidempi aika reagoida puutteellisiin kitteihin.   |
| C | Tuotanto            | Muistutus kitin tilaamiselle.                                       | Jos kitin automaattitilaus tuntuu liian vaikealta toteuttaa (tai ainakin vaiva-hyöty -suhde on huono), niin Flow:hun voidaan muodostaa toiminto, joka esimerkiksi odotusarvoiseen vaiheeseen perustuen muistuttaa käyttäjää tilauksesta. Kun ollaan "tarpeeksi lähellä" (määrittelykysymys) oletusarvoisen vaiheajan täyttymistä, käyttäjälle annetaan muistutus POP-ikkunassa, että "olethan muistanut tilata XYZ-kitin (seuraavan työ)". Lisämuistutuksella varmistetaan kitin tilaus, mutta jos työ on ongelman takia myöhässä/tai kitti on jo tilattu, niin suurta ongelmaa ei kuitenkaan tule.  | Vähennetään inhimillisistä unohtuksista johtuneita komponenttipuutoksia tuotannossa.  |
| C | Tuotanto            | Työvaiheisiin kuluneen ajan reaaliaikainen seuranta                 | Seurataan näkyvämmiin/reaaliaikaisesti tuotteeseen kulunutta valmistusaikaa. Info TV:t / Yleinen Flow-näkymä / Työnjohdolle oma näkymä?  | Reaaliaikainen työvaiheiden etenemisen arviointi myös etänä (työnjohto, varasto, myynti (asiakasrajapinta)). Työn valvonta/monitorointi.  |



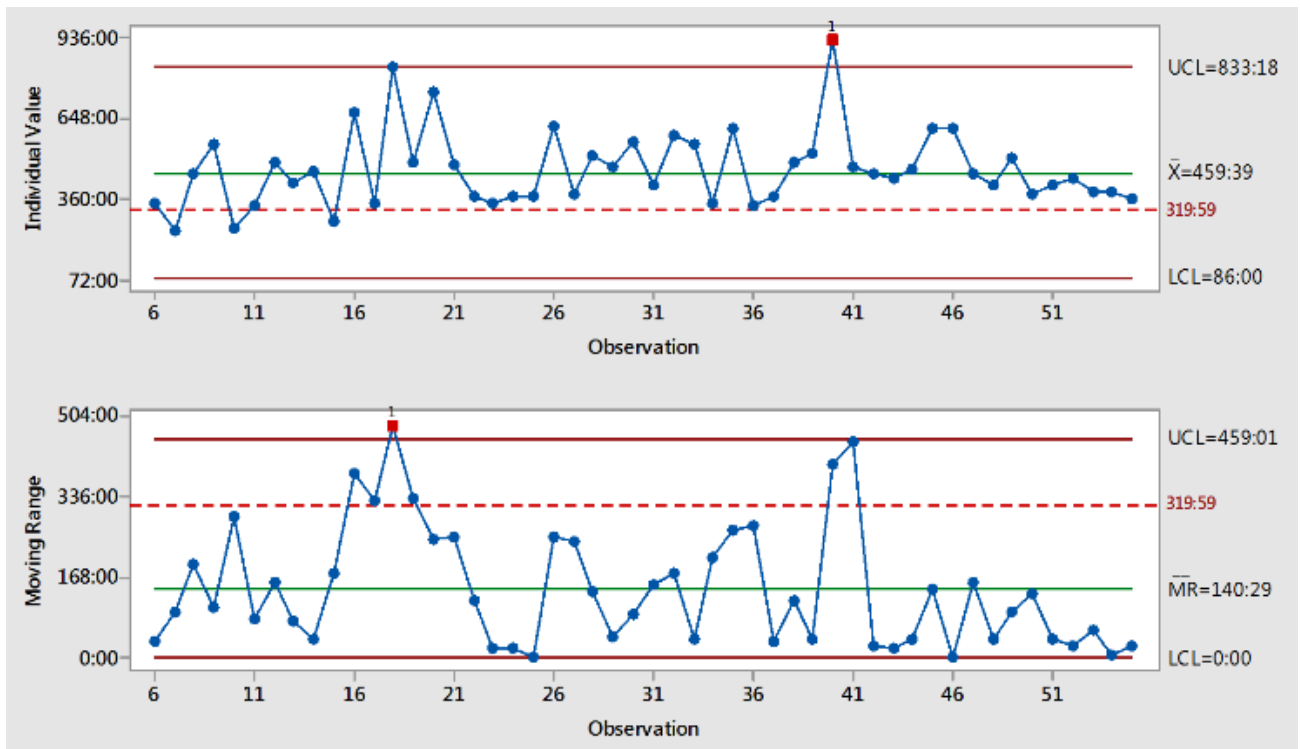
## Liite 2. (7) FLOW:n kehityksen vaatimuslista

|                        |                           |  |   |  |
|------------------------|---------------------------|--|---|--|
| C                      | Tuotanto / muut toiminnot | E-mail -ilmoitukset valmistuneista työvaiheista tai poikkeustilanteista.                               | Flow lähettää halutuille henkilöille/ryhmille sähköpostia, kun kiinnostuksen kohteena oleva tuote on edennyt ennalta määrättyyn työvaiheeseen tai poikkeustilanne raportoidaan tuotannossa. Flowsta voisi "tilata" sähköposti-ilmoituksia.  | Vältetään turhaa odotusaikaa ja soittelua, kun haluttua reaaliaikaista tietoa saa "tilata" itselleen.  |
| C                      | Tuotanto / C-osaprojekti  | Kaksilaatikkojärjestelmän täyttötilausten tekeminen.   | Flowsta pystytään tilaamaan tyhjen laatikoiden täytöt (viivakoodia lukemalla tai manuaalisesti -> toteutus riippuu C-osaprojektin päätöksistä).   | Voidaan parantaa C-osien kulutuksen seurantaa (automaattinen raportointi tilausimpulsseista) ja pienentää alihankkijan roolia laatikoiden täyttämässä. |
| C                      | Tuotannosuunnittelu       | Projektien lisääminen tuotantoon (nykytilassa EKP-soluissa projekteja näkyvissä aivan liian paljon)    | Avaa EKP-asema -> Uusi "aloita projekti" -painike nykyisen pitkän listan sijasta -> Projekti haetaan Mapper -tunnuksen avulla -> Valitse listasta laite (A,B,C..) -> Aloita.<br>Jo tässä vaiheessa voisi myös esimerkiksi päättää, tehdäänkö projektissa esimerkiksi pelkkä alaosa vai kokonainen tuote.  | Vähennetään täynnä olevia EKP:n listoja, joista on työstä löytä okeat projektit.   |
| C                      | Tuotehallinta             | Sisarprojektien status helposti saataville Flow-järjestelmästä .                                       | Jos esimerkiksi projekti XYZ C käynnissä jossain solussa, niin olisi hyvä, jos pystyisi tarkistamaan koostelista missä vaiheessa "sisarprojektit" XYZ A,B,D,E ovat tuotannossa (valmis, aloitettu, solussa x tms.)  |  |
| Yleisiä kehitysideoita | Tuotanto                  | Tiedonsiirtonopeuden/vakauden parantaminen   | Inframuutokset ja/tai työasema-kohtainen käyttöliittymä (pienempi kerralla päivittyvä datamäärä).   | Mahdollistetaan Flown sujuva käyttö kaikilla työpisteillä.   |
| Yleisiä kehitysideoita | Tuotanto                  | Osaluettelon / kokoonpanokuvan / osakuvien välisen integraation luominen.                              | Havainnollisempi/tiiviimpi tapa esittää osaluettelo digitaalisessa muodossa. Erilaisia toteutusvaihtoehtoja:<br>1) Klikkaa kokoonpanokuvan komponenttia -> Osakuva aukeaa<br>2) Leijuta hiirtä komponentin päällä/klikkaa komponenttia -> Pop up-ikkunaan datasheet<br>3) Tekstimuotoiseen osaluetteloon linkit osakuviin.<br>4) Kun avaat kokoonpanokuvan, oikea osaluettelo aukeaa automaattisesti. | Haluttu tieto havainnollisemmin/nopeammin saatavilla.  |
| Yleisiä kehitysideoita | Laatu / tuotanto          | Sairaalaosaston raportoinnin selvä roolijako ja ns. "minimivaatimuksen" luominen tuotannon raporteille | Tuotanto raportoi tietoja siirrettäessä tuotetta sairaalaan, mutta myös laatuosasto tulee paikalle tekemään omat raporttinsa. Tehtävä selvä määrittely roolijaosta ja raportointikäytännöistä. Halutaanko tuotannolta kuinka tarkka raportti vai riittääkö vaan ilmoitus sairaalasiirrosta? Täytyykö Flowhun tehdä muutoksia? Liittyy mittareiden kehitykseen.  | Eliminoidaan mahdollinen turha, päällekkäinen työ. Tehdään prosessista hallittu.   |
| Yleisiä kehitysideoita | Varasto / tuotanto        | Vanhojen tilausten poisto keräyslistasta / keräyslistan priorisointi.                                  | Poistetaan vanhat tilaukset VTT/ILC-Flown keräyslistasta. Operaattorille/työnjohdolle mahdollisuus priorisointiin kittien tilausvaiheessa.  | Selventää varaston päivittäistä työtä, priorisoimalla tuotannon odotusaika pienenee.   |
| Yleisiä kehitysideoita | Varasto / tuotanto        | VTT-Flowhun keräilyjen kittien sijaintitiedot  | Tuotteet häviävät keräilyn jälkeen varastokirjanpidosta. Nyt niiden välivarastosijainnit päivitetään erilliseen exceliin. Tämä sijaintitieto voitaisiin päivittää mieluummin VTT-Flowhun.   | Vältetään erilliset excel-taulukot, yksinkertaistetaan tiedonhallintaa, lisätään läpinäkyvyyttä.   |

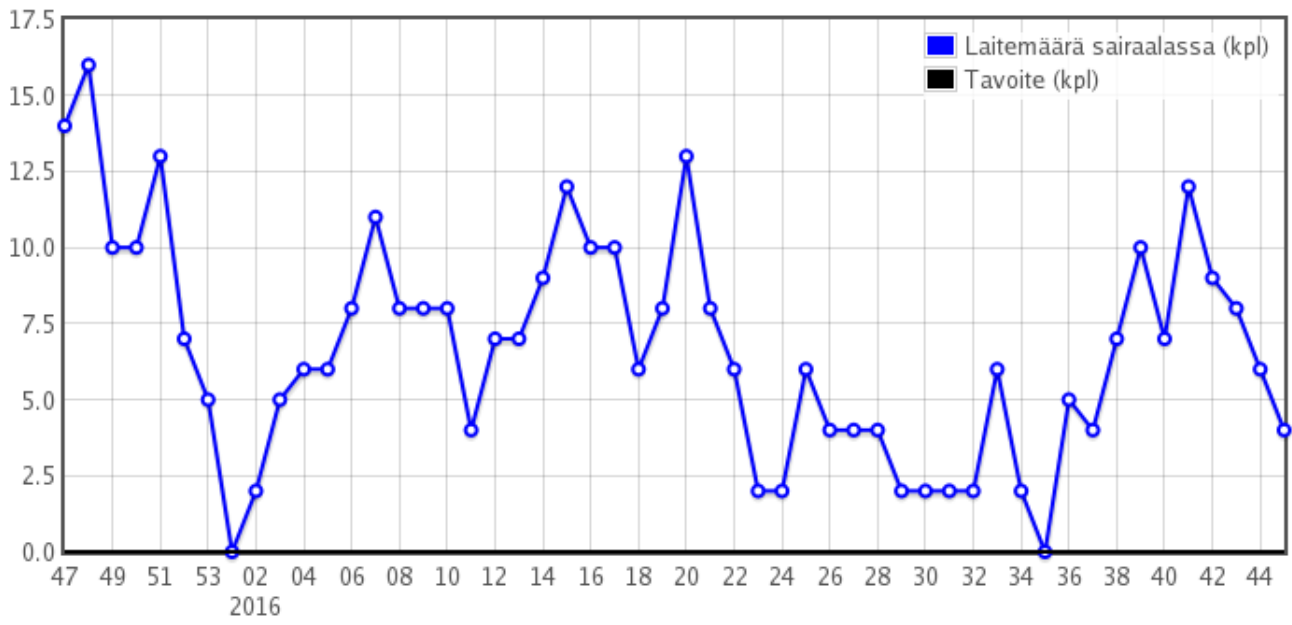
Liite 3. Laitteen työvaiheen RFT -mittari



Liite 4. Laitteen läpimenoaika -mittari



Liite 5. Laitemäärä sairaalassa -mittari



Liite 6. (1) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Turvallisuus 1                            |  |                                  |   |                                       |
|---|--|----------------------------------|---|---------------------------------------|
| Mittareiden päivitystaajuus: Välittömästi | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                 |
| Tapaturmat *                              | Mitataan päivää viimeisestä tapaturmasta (vertailukohtana voi toimia aikaisempi ennätys) | Tilastoidaan (HSE)               | Ei vaatimuksia                              | Intra /HSE                            |
| Mitkä on yksiköt                          | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                      | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                    |
| Kpl                                       | Mitataan päivää viimeisestä tapaturmasta (vertailukohtana voi toimia aikaisempi ennätys) | Työalue                          | Päivää viimeisestä tapaturmasta             | Seurataan tapaturmien sattumista      |
| Mittarin vastuuhenkilö                    | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii                                |
| Nimi poistettu                            | Edellinen ennätys  | Kyllä                            | Näkymä KPI-mittaristossa. Syöttö?           | Tapaturmapäivän syötön (HSE) intraan? |

| Turvallisuus 2                                  |   |                                  |   |   |
|---|---|----------------------------------|---|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi           | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta   | Minne tieto tallentuu   |
| Läheltä piti tilanteet ja tehdyt turvahavainnot | Läheltä piti tilanteet kategorisoidaan riskin suuruuden mukaan 3 kategoriaan (vakava, keskinkertainen, pieni) jaotellaan saadut tulokset kategorioihin. Tehdyt turvahavainnot | Tilastoidaan (HSE)               | Ei vaatimuksia, voitaisiin linkittää Intran palautekanavaan, siten että projekti nro ja koneelle kirjautuneen työntekijän tiedot yms. Täyttyisivät automaattisesti. | Intra /HSE  |
| Mitkä on yksiköt                                | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                      | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus  |
| Kpl kussakin kategoriassa                       | Kategorisoidaan riskin suuruuden mukaan 3 kategoriaan jaotellaan saadut tulokset kategorioihin  | Työalue                          | Tehtyjen turvahavaintojen ja läheltä piti tilanteiden määrä   | Vähennetään tapaturmien määrää  |
| Mittarin vastuuhenkilö                          | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?  | Vaatii  |
| Nimi poistettu                                  | 1 kpl/ henkilö kuka vaan saa tehdä  | Kyllä                            | QHSE-tilastot   | Työntekijän kohdistamisen alueelle tai alueen määrittämisen ilmoituksen yhteydessä. |

Liite 6. (2) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Laatu 1                                |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                        | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta          | Minne tieto tallentuu  |
| Virhettä per mahdollisuus/ työvaihe *  | Määritetään koeajon tarkastuslistan perusteella (entiseen tapaan) | Tarkistuslistoista                         | Koeajonpöytäkirja voisi olla sähköisesti täytettävä? | Päivitetään manuaalisesti? Excelliin                                     |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                                | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| %                                      | Työaluekohtainen  | Työalue                                    | Työvaiheiden virheettomuus %                         | Seurataan virheiden esiintymistä, osataan tarvittaessa puuttua ongelmiin |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä           | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                         | Vaatii   |
| Nimi poistettu                         | Seurataan kehitystä entiseen tapaan                               | Generoidaan RFT, mutta keräys manuaalista? | Kerätään, mutta ei päivity? Tod.näk manuaalista.     | Vaatii alueiden uudelleen määrittelyn ja nykyjärjestelmän korjauksen     |

| Laatu 2                                |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                      | Minne tieto tallentuu  |
| RFTP                                   | Työvaiheessa ei pikkuvika eikä sairaala leimuksia (voitaisiin merkitä esim. työaluekohtaisesti, jos työalueella on viisi solua ja ainoastaan yhdessä tapahtuu virhe 80%) | Työntekijä merkitsee pikkuvian tai siirtää projektin sairaalaan, jos ei niin RFTP=100% | Pikkuvika ja sairaala leimaus, kuten vaatimuslistalla määritelty | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue  | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| %                                      | Projektikohtainen. Voitaisiin merkitä esim. työaluekohtaisesti, jos työalueella on viisi solua ja ainoastaan yhdessä tapahtuu virhe 80%                                  | Työalue  | RFTP   | Seurataan virheiden esiintymistä reaaliaikaisesti (yllä olevassa takautuvasti) |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                     | Vaatii   |
| Nimi poistettu                         | Seurataan ja määritetään kun on saatu vertailukohtaa   | Kyllä, pikkuvika tai sairaalaleimaus   | Kyllä  | Vaatii määrittelyn Flow-järjestelmään.   |

Liite 6. (3) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Laatu 3                               |   |                                     |   |  |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta   | Minne tieto tallentuu  |
| "Nykyiset" korjaustunnit *            | Ainoastaan korjaustyöhön käytetyt tunnit. Työntekijä leimaa korjaustunnit käyttöliittymän kautta. | Työn tekijä merkitsee korjaustunnit | Voitaisiin merkitä FLOW:n kautta tai kuten tähänkin asti tärkeintä on määrittely, kuten vaatimuslistalla määriteltä | Raakadata tai työjohto kirjaa ylös, kuten tähänkin asti ja lisää järjestelmään |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                         | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| h,min                                 | Projektikohtainen. Ainoastaan korjaustyöhön käytetyt tunnit. (ei osa puutoksista johtuvia)        | Muodostuu summana kaikista soluista | Korjaustunnit   | Saadaan tietoa korjaukseen käytetystä ajasta, joka kertoo laadusta paljon      |
| Mittarin vastuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?  | Vaatii   |
| Nimi poistettu                        | (Vihreä): Pysyy tavoitteessa<br>(Keltainen): Yliittää ajan 10%<br>(Punainen): Yliittää yli 20%    | Ei kerätä flown kautta              | Nimi poistettu  | Vaatisi kirjausten flow:hun  |

| Laatu 4                               |   |  |   |  |
|---------------------------------------|---|--|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                         | Minne tieto tallentuu  |
| Viallisten osien kategorisointi       | Laatuosaston henkilö raportoi sähköisesti järjestelmään.            | Laatuhenkilö valitsee kategoriasta parhaiten sopivan, lisää tiedon järjestelmään | Kategorisointi voisi olla FLOW:ssa, jonne laatuhenkilö tiedon lisää | Laatuhenkilön lisättävä järjestelmään, jolle ominaisuutta ole FLOW:ssa                                     |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue  | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| Kpl kussakin kategoriassa             | Kategoriat: Suunnitteluvirhe, valmistusvirhe tai vahingoittunut osa | Määrät per kategoria muodostuu summana kaikista soluista                         | Viallisten osien aiheuttaja   | Saadaan jäljitettyä syy, joka aiheuttaa viallisen osan ja mahdollisen keskeytyksen projektin läpiviennissä |
| Mittarin vastuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?  | Vaatii   |
| Nimi poistettu                        | Käytetään seurantaan ja sen avulla koitetaan kehittää toimintaa     | Ei flowssa   | Kerätään (tosin eri kategoriat käytössä)                            | Vaatisi kirjausten flow:hun  |

Liite 6. (4) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Laatu 5                               |   |   |  |   |
|---------------------------------------|---|---|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                     | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                      | Minne tieto tallentuu   |
| Laitemäärä sairaalassa per viikko *   | Data muodostuu projektikohtaisten sairaala leimausten perusteella | Työntekijä siirtää projektin sairaalaan | Pikkuvika ja sairaala leimaus, kuten vaatimuslistalla määritelty | Raakadata   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                             | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| Projektia per viikko                  |   | Muodostuu summana kaikista soluista     | Laitteita sairaalassa per viikko                                 | Voidaan seurata laitteissa esiintyvien isompien ongelmien viikottaista määrää |
| Mittarin vastuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä        | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                     | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | Määritetään kerätyn datan perusteella                             | Kyllä, nykyinen                         | Kyllä (QHSE)   |   |

| Laatu 6                               |  |                                       |  |   |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input                   | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                      | Minne tieto tallentuu   |
| Sairaalatunnit per kuukausi *         | Sairaalatuntien kertymä edelliseltä kuukaudelta  | Työntekijä leimaa ohjeiden mukaisesti | Pikkuvika ja sairaala leimaus, kuten vaatimuslistalla määritelty | Raakadata   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                           | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| h/kk                                  | Sairaalatuntien määrä kategorioittain (osa puute , viallinen osa: suunnitteluvirhe, valmistusvirhe, vahingoittunut osa ) | Koko halli                            | Sairaalatunnit   | Saadetaan arvokasta tietoa montako sairaalatuntia johtuu kuukauden aikana mistäkin syystä |
| Mittarin vastuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä      | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                     | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | Määritetään kerätyn datan perusteella  | Kyllä nykyinen                        | Kyllä (QHSE)   |   |



Liite 6. (5) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Laatu 7                               |   |  |  |   |
|---------------------------------------|---|--|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                      | Minne tieto tallentuu   |
| Sairaalalaitteiden kategorisointi     | Työntekijä määrittelee kategoriasta tiedon pikkuvika tai sairaalaleimauksen yhteydessä (viallinen osa tai osapuute) | Työntekijä määrittelee kategoriasta tiedon pikkuvika tai sairaalaleimauksen yhteydessä | Pikkuvika ja sairaala leimaus, kuten vaatimuslistalla määritelty | Raakadata   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue  | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| Kpl kussakin kategoriassa             | Kategoriat: Viallinen osa tai osapuute  | Muodostuu summana kaikista soluista  | Sairaalalaitteiden aiheuttaja                                    | Montako laitetta siirretään sairaalaan viallisen osan takia ja montako osa puutteen |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                     | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | Käytetään seurantaan ja kehitykseen   | Ei, Vaatii muutoksia pikkuvika leimaukseen (On työlliställä)                           | Ei   | Flow muutos työnalla, Linkki raportointiin tehtävä                                  |

| Jakelu 1  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi           | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta  | Minne tieto tallentuu  |
| Tuotannon pysyminen suunnitellussa aikataulussa | Reaaliaikaista tietoa, joka muodostuu solukohtaisten asetettujen laitekohtaisten tavoiteaikojen ja vaiheeseen suunniteltujen miestyötuntien perusteella (toteutunut aika per tavoite aika)                   | Leimauksista   | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat; pikkuvika, sairaala, keskeytä työ, korjaustyö. Sekä tarkemmat määritellyt kategoriolle. | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                                | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue  | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| h,min   | Projektikohtainen. Reaaliaikaista tietoa, joka muodostuu solukohtaisten asetettujen laitekohtaisten tavoiteaikojen ja vaiheeseen suunniteltujen miestyötuntien perusteella (toteutunut aika per tavoiteaika) | Työalue  | Tuotannon pysyminen suunnitellussa aikataulussa  | Seurataan asetettuja läpimenoaika arvioita eri projekteille eri työvaiheissa suhteessa toteutumaan tulevaisuuden kannalta arvokasta dataa hienokuormituksen suunnittelussa |
| Mittarin vastuuhenkilö                          | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?   | Vaatii   |
| Nimi poistettu                                  | (Vihreä): Pysyy tavoitteessa (Keltainen): Määritetään linja kohtaisesti. Esim. täytyy olla yksi yli 4h ylitys tai useampi pienempi ylitys (Punainen): Täytyy myös määrittää tarkemmin                        | Ei ole tällä hetkellä. Muutokset flowkehityksillä. Toimintamalliin voidaan siirtyä aikaisintaan kahden vuoden kuluttua. Sen sijaan voidaan siirtä solukohtaiseen tahtiaikaan | Ei   | Vaatii aloituspaleverilomakkeen tietojen tuomista flow:n ja tiedon keräämistä noin kaksi vuotta. Ehdotus tahtiaika seurantaan  |

Liite 6. (6) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Jakelu 2   |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi                     | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu  |
| Projektikohtainen jonotusaika soluun                       | Mitataan jonotusaikaa soluun projektikohtaisesti (huomataan missä jonotusajat ovat suurimmat) projektikohtainen | Järjestelmä kerää tehtyjen määritelmien perusteella automaattisesti tiedon jonotusajasta | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat       | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt   | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue  | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus   |
| Projekti nro, jonotusaika: h, min, mihin soluun jonotetaan | Solukohtainen   | Solu   | Solukohtainen jonotusaika                   | Nähdään kuinka kauan projekti on odottanut pääsyä seuraavaan vaiheeseen, missä solussa jonotusajat ovat pisimmät   |
| Mittarin vastuuhenkilö                                     | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii   |
| Nimi poistettu   | Tavoite minimoida aika  | Tavallaan kerätään   | Kyllä, mutta ei hyödynnetä                  | Buffer aika, voisi havainnollistaa "valmiiden" projektien kertymistä solujen eteen, kun halutaan asettaa yhteisiä työaluekohtaisia tavoitteita tahtiajan suhteen, nähdään minne kulloinkin työvoimaa täytyy siirtää (mikä jää tahtiajasta). Flowhun bufferi-asetmat jokaisen solun eteen |

| Jakelu 3                               |  |                                     |   |  |
|--|--|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                                  |
| Valmistuksen D2 *                      | Sidotaan tiettyyn päivämäärään, kun projekti täytyy olla valmis (D2 määritelmän mukaisesti)                    | Projekti kuitataan valmiiksi        | Ei vaatimuksia                              | Useaan paikkaan (Baan)                                 |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                                     |
| %/valmistunut laite                    | Projektikohtainen. Sidotaan tiettyyn päivämäärään, kun projekti täytyy olla valmis (D2 määritelmän mukaisesti) | Muodostuu summana kaikista soluista | Valmistuksen toimitusvarmuus                | Seurataan toimitusvarmuutta                            |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii   |
| Nimi poistettu                         | Seurantatyökalu  | Kyllä                               | Kyllä                                       | Mittari ei toimi tällä hetkellä intrassa, selvitettävä |

Liite 6. (7) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Jakelu 4                                      |  |                                     |   |   |
|---|--|-------------------------------------|---|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi         | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu   |
| Suunniteltu VS vahvistettu jakelun aikataulu  | Nähdään kuinka paljon toimitukset on myöhässä (rivit ja tiedot) (oltava ehdottomasti sama tavoite tuotannon ja oston kanssa) | Varasto kuittaa saapuneeksi.        | Täytyy saada tieto myöhästyneistä osista    | Baan  |
| Mitkä on yksiköt                              | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus  |
| Mitkä osat ja määrät (paljonko myöhässä vrk.) | Täytyy olla sama tavoite tuotannolla ja ostolla mihin pyritään.  | Muodostuu summana kaikista soluista | Osapuutoksien myöhästymisien seuranta       | Nähdään paljonko ja mitä osia on myöhässä oston tai alihankkijoiden toiminnan seurauksena   |
| Mittarin vastuuhenkilö                        | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii  |
| Nimi poistettu                                | Seurantatyökalu, jonka avulla kehitetään toimintaa   | Osto kerää                          | Nimi poistettu                              | Lisätään (nimi poistettu) tekemä mittari. Osto seuraa tällä hetkellä, voidaan käyttää heidän listaa, kun tavoiteaika on sama osien saapumiselle varastoon. Projekti menossa |

| Jakelu 5                              |                                   |                                     |   |   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely          | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                     |
| Toimitettujen laitteiden lukumäärä *  | kpl/ joka kuukausi (vuosi näkyvä) | Valmistuneeksi kuittaamisesta       | Ei vaatimuksia?                             | Baan?                                     |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa                | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                        |
| Kpl/ kk vuosikohtaisesti              |                                   | Muodostuu summana kaikista soluista | Toimitettujen laitteiden lukumäärä          | Seurataan toimitettujen laitteiden määrää |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)           | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii                                    |
| Nimi poistettu                        | Seurantatyökalu                   | Kyllä                               | Kyllä                                       | Ei vaatimuksia                            |

Liite 6. (8) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Jakelu 6                               |   |                                  |   |  |
|--|---|----------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely                            | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                              |
| Solukohtaisten läpäisyajojen summa     | Solukohtaisten läpäisyajojen summa                  | Aloitus ja valmis leimaus        | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat       | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa                                  | Mittausalue                      | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                                 |
| h, min                                 | Ei sisällä solujen välillä jonotukseen kuluva aikka | Koko halli                       | Solukohtaisten läpäisyajojen summa          | Saadaan arvio ideaalisesta tuotteen läpimenoajasta |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)                             | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii   |
| Nimi poistettu                         | Seurantatyökalu                                     | Kyllä                            | Kyllä                                       | Ei vaatimuksia                                     |

| Jakelu 7                               |   |                                  |   |  |
|--|---|----------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu  |
| Projektien kokonaisläpäisy aika *      | Työaloitetaan ja työ valmis (välinen aika) Halutaanko laskea mukaan vklp, ehkä ei | Aloitus ja valmis leimaus        | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat       | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                      | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus   |
| h, min                                 |   | Koko halli                       | Projektien kokonaisläpäisy aika             | Kuinka kauan kokonaisuudessa oikeasti projektin läpivienti kesti                   |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii   |
| Nimi poistettu                         | Seurantatyökalu   | Kyllä                            | Kyllä                                       | Järjestelmä ei huomii poikkeustilanteita kuten pyhäpäivät ja ylityöt (viikonloput) |

Liite 6. (9) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Jakelu 8                                |   |                                  |   |   |
|---|---|----------------------------------|---|---|
| Mittareiden päivitystajuuks: Kuukausi   | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu   |
|   |   |                                  |   |   |
| Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä % * | Mitataan montako prosenttia kokoonpanoista alkaa ilman viivästyksiä kuukausikohtaisesti   | Kokoonpano aloituksista          | Ei vaatimuksia                              | Aloituspäiverikupongi + flow  |
| Mitkä on yksiköt                        | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                      | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus  |
| %                                       | Kannattaa seurata yhdessä mittarin Kokoonpano alkaa ilman osapuutteita% kanssa (saadaan hyvä kokonaiskuva) voidaan tehdä yhteenvetotaulukko kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä ja ilman osapuutteita % | Koko halli                       | Kokoonpanoista alkaa ilman viivästyksiä %   | Saadaan tietää jäädäänkö jatkuvasti jälkeen suunnitellusta aikataulusta (voidaan tehdä yhdessä alemman mittarin kanssa yhteenvetotaulukko, josta selviää kuinka moni projekti aloitetaan ajoissa ja puuttuuko niistä osia, jos puuttuu johtuvatko puutteet aikaistetusta kokoonpano aloituksesta, monessako aikaistetussa aloituksessa on osapuutteita) |
| Mittarin vastuuhenkilö                  | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii  |
| Nimi poistettu                          | Seuratatyökalu, jolla tavoitellaan parempaa tulosta   | Kyllä                            | Kyllä                                       | Aloituspäivämäärä aloituspäiveri kupongista vs. Flown aloitusleimaus. Aloitetaanko kokoonpano projektivedon kanssa sovittuna päivämääränä   |

| Jakelu 9                              |   |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|---|--|
| Mittareiden päivitystajuuks: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input   | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                         | Minne tieto tallentuu  |
|                                       |   |   |   |  |
| Kokoonpano alkaa ilman osapuutteita%  | Nähdään montako projektia voidaan aloittaa ilman, että osia puuttuu   | Intra/Tuotanto löytyy excel, jossa tiedot on                        | Ei vaatimuksia  | Baan   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue   | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| %                                     | Kannattaa seurata yhdessä mittarin Kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä % kanssa (saadaan hyvä kokonaiskuva) | Koko halli  | Kokoonpano alkaa ilman osapuutteita%                                | Saadaan tietää kuinka monesta projektista puuttuu osia kun kokoonpano aloitetaan |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä                                    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?  | Vaatii   |
| Nimi poistettu                        | Seuratatyökalu, jolla tavoitellaan parempaa tulosta   | Saatavilla, mutta ei hyödynnetä, vaatii ehkä manuaalista päivitystä | Saatavilla, mutta ei hyödynnetä, vaatii ehkä manuaalista päivitystä | Tulossa, kehitysprojekti   |

Liite 6. (10) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Jakelu 10                               |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi   | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input                             | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                 | Minne tieto tallentuu  |
| Kokoonpano alkaa ilman aikaistuksia % * | Nähdään kuinka hyvin pysytään suunnitellussa aikataulussa (ei jouduta muuttamaan järjestystä)  | Täytyy verrata toteutunutta suunnitelmaan       | Ei vaatimuksia  | Ajojärjestyslista - Montako kertaa revisoidaan tai Aloituspäätöskuponki + flow   |
| Mitkä on yksiköt                        | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                                     | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| %                                       | Kannattaa seurata yhdessä ainakin mittarin kokoonpano alkaa ilman osapuutteita% kanssa (saadaan hyvä kokonaiskuva) voidaan hyödyntää yhteenveto taulukoissa, nähdään kuinka moni projekti on onnistuttu aloittamaan suunnitelman mukaisesti ongelmitta ja yhdistettynä mittarin kokoonpano alkaa ilman viivästyksiä % kanssa saadaan lisäksi tieto siitä että vaikka projekti muuten olisikin aloitettu ongelmitta suunnitelman mukaisesti ollaan myös tavoite aikataulussa tai sitten nähdään jos ei olla | Koko halli                                      | Projektia aloitetaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti % | Saadaan tietää tehtyjen muutosten määrä ajonjärjestyksessä sekä yhdessä kahden yllä olevan mittarin kanssa voidaan päätellä syy seuraus suhteita, pystytään tätä kautta puuttumaan ongelmiin |
| Mittarin vastuuhenkilö                  | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä                | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                | Vaatii   |
| Nimi poistettu                          | Seuratatyökalu, jolla tavoitellaan parempaa tulosta  | Kyllä, mutta ajonjärjestyslistan revisointia ei | Kyllä, mutta ajonjärjestyslistan revisointia ei             | Mikä on paras tapa seurata tuotannonajoituksen tekemiä aikaistuksia?   |

| Kustannukset 1                        |   |                                     |   |  |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                   | Minne tieto tallentuu  |
| Projektikohtainen ongelma-aika        | Korjaustunnit + pikkuvikaan kulunut aika  | Työntekijän leimuksista             | Korjaustuntileimas tai muuten seuranta, sekä pikkuvika leimas | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                         | Mittarin nimi   | Mittarin tarkoitus   |
| h, min                                |   | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen ongelma-aika                                | Saadaan tietää, kuinka paljon aikaa kului ongelmien ratkaisuun   |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                  | Vaatii   |
| Nimi poistettu                        | Määritetään kerättyjen tulosten perusteella tavoitearvo, jota täsmennetään datan määrän kertyessä | Ei järjestelmän kautta              | Ei järjestelmän kautta  | Pikkuvika leimas ominaisuus, sekä korjaustunti leimas tai muu tapa kohdentaa henkilötyötunnit projekteille |

Liite 6. (11) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Kustannukset 2                        |   |                                     |   |  |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu  |
| Projektikohtainen odotusaika          | Osapuutoksiin mukaan lukien kittien odotukseen kulunut aika                                       | Työntekijän leimuksista             | Kittien ja osapuutosten leimaus             | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus   |
| h, min                                |   | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen odotusaika                | Saadaan tietää, kuinka kauan aloitettu projekti seiso puuttuvien osien takia |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii   |
| Nimi poistettu                        | Määritetään kerättyjen tulosten perusteella tavoitearvo, jota täsmennetään datan määrän kertyessä | Ei kaikkea järjestelmän kautta      | Ei kaikkea järjestelmän kautta              | Kategorisointi pikkuvika ja sairaala leimuksiin                              |

| Kustannukset 3   |   |                                     |  |   |
|--|---|-------------------------------------|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi                          | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                    | Minne tieto tallentuu   |
| Projektikohtainen ongelma-aika ja projektikohtainen odotusaika | Ongelma-ajan ja projektikohtaisen odotusajan summa, huom. Ei kahteen kertaan kittien odotukseen kulunutta aikaa | Työntekijän leimuksista             | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat                          | Raakadata   |
| Mitkä on yksiköt   | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                         | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| h, min   | Ei kahteen kertaan kittien odotukseen kulunutta aikaa   | Muodostuu summana kaikista soluista | Projektikohtainen ongelma-aika ja projektikohtainen odotusaika | Seurataan tuottamattoman ajan määrää, joka ei johdu työntekijän omasta toiminnasta  |
| Mittarin vastuuhenkilö   | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                   | Vaatii  |
| Nimi poistettu   | (Vihreä): pysyy tavoitteessa (Keltainen): Ylittää ajan 10% (Punainen): Ylittää yli 20%                          | Ei kaikkea järjestelmän kautta      | Ei kaikkea järjestelmän kautta                                 | Pikkuvika leimaus ominaisuus, sekä korjaustunti leimaus tai muu tapa kohdentaa henkilötyötunnit projekteille sekä kategorisointi pikkuvika ja sairaala leimuksiin |

Liite 6. (12) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Kustannukset 4                        |   |   |  |   |
|---------------------------------------|---|---|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input   | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                        | Minne tieto tallentuu   |
| Työpistekohtainen odotusaika          | Odotetaan seuraavaa projektia soluun (ei leimauksia tehty eikä ole solussa projektia) | Järjestelmä kerää automaattisesti tiedon määrityksien perusteella | Vaatimuslistan mukaiset leimauskohdat                              | Raakadata   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue   | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| h, min                                |   | Solu  | Solu odottaa uutta projektia (kulunut aika)                        | Saadaan tietää, kuinka kauan jokin solu joutuu odottamaan kokoonpantavaa materiaalia. Solussa voi olla joko liikaa työntekijöitä tai edeltävissä työvaiheissa liian vähän, jos ajat poikkeavat suuresti vaikka kokoajan on työtä tehtäväksi |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä                                  | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                                       | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | Seuranta työkalu, jonka avulla kehitetään toimintaa                                   | Kyllä   | Kyllä ei vain hyödynnetä, eikä toimi tällä hetkellä kuten kuuluisi | Kuinka monta prosenttia kokonaisajasta solu on tyhjänä  |

| Kustannukset 5   |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi                  | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input  | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta                                    | Minne tieto tallentuu  |
| Suunnitellut vs toteutuneet miestyötunnit per projekti | Pystytään jäljittämään, miksi jokin projekti on valmistunut odotettua hitaammin tai nopeammin       | Työntekijä osoittaa työskentelemänsä tunnit niille kuuluville projekteille työskentely ajan mukaisesti | Ei vaatimuksia, voisi pystyä kohdistamaan tarkemmin miestyötunnit projekteille | Raakadata  |
| Mitkä on yksiköt                                       | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue  | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus   |
| Miestyötunteja/ projekti                               | Vaatii muutoksia järjestelmiin, jotta tunnit saadaan luotettavasti kohdistettua projektikohtaisesti | Muodostuu summana kaikista soluista  | Suunnitellut vs toteutuneet projektikohtaiset miestyötunnit                    | Pystytään kohdentamaan todelliset kustannukset projektikohtaisesti (saadaan tietää suunnitellut vs todelliset)   |
| Mittarin vastuuhenkilö                                 | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä   | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?   | Vaatii   |
| Nimi poistettu   | Määritetään raja-arvot kun on kerätty dataa niiden määrittämiseksi                                  | Ei järjestelmän kautta   | Ei järjestelmän kautta   | Luotettava tapa kohdentaa tunnit projekteille? Olisi hyvä jos tehdyt tunnit kirjattaisiin suoraan flow-järjestelmän kautta, jolloin ne kohdistuisivat paremmin ja reaaliaikaisesti. Leimausta harkita varsinkin jos työvoimaa siirretään kesken päivän solusta toiseen |



Liite 6. (13) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Kustannukset 6                         |                          |                                     |   |  |
|--|--------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                  |
|  |                          |                                     |   |  |
| Planned vs Actual Labour % *           | (Entiseen tapaan)        | (Entiseen tapaan)                   | Ei vaatimuksia                              | (Entiseen tapaan)                      |
|  |                          |                                     |   |  |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa       | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                     |
| %                                      |                          | Muodostuu summana kaikista soluista | Suunniteltu vs toteutunut työvoiman tarve   | Seurataanko kapasiteetin hyödyntämistä |
|  |                          |                                     |   |  |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii                                 |
|  |                          |                                     |   |  |
| Nimi poistettu                         | Entiseen tapaan          | Entiseen tapaan                     | Entiseen tapaan                             | Ei vaatimuksia                         |

| Kustannukset 7                         |                          |                                     |   |  |
|--|--------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Mittareiden päivitystaaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely | Mistä saadaan input                 | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta | Minne tieto tallentuu                  |
|  |                          |                                     |   |  |
| Utilization % *                        | (Entiseen tapaan)        | (Entiseen tapaan)                   | Ei vaatimuksia                              | (Entiseen tapaan)                      |
|  |                          |                                     |   |  |
| Mitkä on yksiköt                       | Muuta huomioitavaa       | Mittausalue                         | Mittarin nimi                               | Mittarin tarkoitus                     |
| %                                      |                          | Muodostuu summana kaikista soluista | Käyttöaste                                  | Seurataanko kapasiteetin hyödyntämistä |
|  |                          |                                     |   |  |
| Mittarin vastuuhenkilö                 | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä    | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?                | Vaatii                                 |
|  |                          |                                     |   |  |
| Nimi poistettu                         | Entiseen tapaan          | Entiseen tapaan                     | Entiseen tapaan                             | Ei vaatimuksia                         |

Liite 6. (14) Käyttöön otettavien mittareiden määrittelyt

| Työntekijät 1                         |   |                                  |  |   |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely  | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta  | Minne tieto tallentuu   |
| Parannukset ja kehitysideoita         | Asetetaan työaluekohtainen tavoite ja seurataan sen täyttymistä kuukausittain.  | Työntekijä tekee aloitteen       | Ei vaatimuksia, voitaisiin linkittää Intran palautekanavaan, siten että projekti numero ja koneelle kirjautuneen työntekijän tiedot yms. Täyttyisivät automaattisesti. | Raakadataan / Intraan   |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa  | Mittausalue                      | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| Kpl per tekijä                        | Asetetaan työaluekohtainen tavoite ja seurataan sen täyttymistä kuukausittain.  | Työalue                          | Aloitteiden määrä  | Seurataan tehtyjä määriä, lisäksi olisi hyvä jatkokäsitellä tulokset ja jaotella kategorioihin, saadaan tietoa kuinka moni havainto on oikeasti hyvä suhteessa tehtyihin määriin. |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)   | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?   | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | (Vihreä): Jokainen työntekijä tekee yhden kpl kuukauden aikana. (Keltainen): Joka toinen tekee yhden. (Punainen): Joka kolmas tekee yhden | Kyllä Intra                      | Kyllä (QHSE)   | Työntekijän kohdistamisen alueelle tai alueen määrittämisen ilmoituksen yhteydessä.   |

| Työntekijät 2                         |  |                                  |  |   |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|--|---|
| Mittareiden päivitystaajuus: Kuukausi | Lyhyt kuvaus/ määrittely   | Mistä saadaan input              | Mitkä on vaatimukset käyttöliittymän osalta  | Minne tieto tallentuu   |
| Palautteen antaminen                  | Asetetaan työaluekohtainen tavoite ja seurataan sen täyttymistä kuukausittain. | Työntekijä tekee palautteen      | Ei vaatimuksia, voitaisiin linkittää Intran palautekanavaan, siten että projekti numero ja koneelle kirjautuneen työntekijän tiedot yms. Täyttyisivät automaattisesti. | Raakadataan/ Intraan  |
| Mitkä on yksiköt                      | Muuta huomioitavaa   | Mittausalue                      | Mittarin nimi  | Mittarin tarkoitus  |
| Kpl per tekijä                        | Asetetaan työaluekohtainen tavoite ja seurataan sen täyttymistä kuukausittain. | Työalue                          | Palautteiden määrä   | Kannustetaan työntekijöitä antamaan palautetta ja seurataan palautteen antamista    |
| Mittarin vastuuhenkilö                | Tavoite ja (raja-arvot)  | Data kerätään nykyjärjestelmässä | Kerätäänkö nyt, kuka, miten?   | Vaatii  |
| Nimi poistettu                        | Työntekijä tekee yhden kpl kuukauden aikana.                                   | Kyllä palautekanavan kautta      | Kyllä (QHSE)   | Työntekijän kohdistamisen alueelle tai alueen määrittämisen ilmoituksen yhteydessä. |