

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Teknologiaosaamisen johtamisen koulutus
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Petteri Könönen

MEIJERIPROSESSIN AUTOMAATION OHJAAMINEN
TUOTANTOSUUNNITELMAN KAUTTA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020
Teknologiaosaamisen johtamisen
koulutus
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Petteri Könönen

Nimeke
Meijeriprosessin automaation ohjaaminen tuotantosuunnitelman kautta

Toimeksiantaja
Valio Oy, Joensuun tehdas

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää ratkaisu, miten meijeriprosessin päänestevirtaa pystytään ohjaamaan tuotantosuunnitelman kautta Valion Joensuun tehtaan uudistettavassa automaatiossa.

Työssä selvitettiin ratkaisut eri vaiheisiin, että prosessiautomaatiota pystytään ohjaamaan tuotantosuunnitelman avulla. Opinnäytetyön aikana määriteltiin Valio Oy:n tuotannonohjaustyökalun ja prosessiautomaation välisen rajapinnan parametrit, joiden avulla tuotantosuunnitelma siirretään prosessiautomaatioon. Tämän lisäksi selvitettiin sekä tuotannonsuunnittelun nykytila päänestevirran suunnittelun osalta että tuotannon operaattorien työt päänestevirran ohjaamiseksi. Näiden vaiheiden perusteella luotiin suunnitelma tuotannonsuunnittelun virtaviivaistamiseksi ja päänestevirran uuden tuotantosuunnitelman toteuttamiseksi.

Opinnäytetyön tuloksena määriteltiin parametrit niin tuotantosuunnitelmalle kuin tuotannonohjaustyökalun ja automaation välille, että automaatio pystyy ohjaamaan päänestevirtaa tuotantosuunnitelman kautta. Työssä luotiin kokonaan uusi tuotantosuunnitelma päänestevirran ohjausta varten. Prosessin tuloksena tuotannonsuunnittelun työvaiheiden määrä vähenee ja suunnitteluprosessista tulee automaattisempi, mikä pienentää tuotannonsuunnitteluun käytettävää aikaa. Tuotannon operaattoreille luotiin myös visuaalinen tuotannonseurantatyökalu päänestevirran tuotannon seuraamista ja ohjaamista varten, mikä toimii samalla työkaluna tuotannon päivittäisessä johtamisessa.

Kieli
suomi

Sivuja 68
Liitteet 8
Liitesivumäärä 10

Asiasanat
tuotannonsuunnittelu, tuotannonohjaus, teollisuusautomaatio



THESIS
May 2020
Degree Programme in Technology
Competence Management Master's
Thesis

Tikkarinne 9
FI 80200 JOENSUU, FINLAND
Tel. +358 13 260 600

Author (s)
Petteri Könönen

Title
Controlling Automated Dairy Process Through Production Planning.

Commissioned by Valio Oy, Joensuu factory

Abstract

The purpose of this thesis was to find a solution for controlling processed raw material flow of the dairy process through production planning as part of the reformed automation planning at Valio's Joensuu factory.

This thesis proposed solutions for the different stages so that the process automation may be directed through the production planning. This work defined the parameters of the interface between Valio Oy's production control tool and process automation. The parameters are used to transfer the production plan to process automation. Furthermore, the current state of the production planning for outlining the processed raw material flow has been described as well as the operating processes which are used for controlling the flow of the processed raw materials. Based on the findings, a new plan was created for streamlining the production planning and for realisation of the new production plan for the flow of processed raw material.

As a result of this thesis the parameters for production planning as well as the parameters between production control tool and automation have been defined to direct the processed raw material flow through automation based on the production plan. Within this work a completely new production plan was created for the purpose of directing the flow of the processed raw material. As a result of these changes to the process, the number of stages required for the production planning is reduced and the planning process becomes more automated which reduces the time spent on production planning. A visual production control tool for tracking the production of the processed raw material flow was created for the production operators to track and direct the process, which also works as a tool for controlling daily production.

Language

Finnish

Pages 68

Appendices 8

Pages of Appendices 10

Keywords

production planning, production control, industrial automation

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Opinnäytetyön tarkoitus	7
3	Digitalisaation ja automaation kehitys	8
3.1	Automaatiouudistuksen vaikutus tuotannonohjaukseen	9
3.2	Teollinen internet	9
3.3	Teollisuus 4.0.....	10
3.4	Tekoälyn kehitys	11
3.5	Ihmisen ja teknologian vuorovaikutus	12
3.6	Teknologian käytön esteet ja uhkakuvat	15
3.7	Teknologian käytön edut.....	16
3.8	Laatu 4.0.....	16
3.9	Automaatiosuunnittelun onnistuminen	17
3.10	Sovelluksen käyttäjäkokemus.....	18
3.11	Teknologia tuottavuuden parantamisen apuna	19
4	Tuotannonsuunnittelun perusta	22
4.1	Tuotannonsuunnittelu prosessiautomaatiossa.....	22
4.2	Imuohjauksen mukainen tuotannonsuunnittelumalli	24
4.3	Tuotantosuunnitelman visualisointi	26
4.4	Kehitystoiminnan toteutus.....	27
5	JML3-tuotantosuunnitelman ja tarvittavan muutoksen määrittely	28
5.1	JML3-tuotantosuunnitelman määrittely	29
5.2	Kehityshankkeen laajuus ja käytetyt menetelmät	30
5.2.1	DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä	31
5.2.2	Tuotannonsuunnittelun nykytilan selvitys A3-menetelmää hyödyntäen 33	
5.2.3	Operaattoreiden haastattelu nykytilan selvitystä varten.....	34
5.2.4	Brokerin ja MMC:n rajapinnan määrittely tuotantosuunnitelman siirron osalta	36
5.3	JML3-tuotantosuunnitelma uuden automaation ohjaamista varten....	37
6	JML3 -tuotantosuunnitelman ja uuden automaation yhdistämiseen tarvittava mittaustieto	39
6.1	Tuotannonsuunnittelun nykytilan selvitys JML3-tuotantosuunnitelman osalta	39
6.1.1	JML3-tuotantosuunnitelmaan suunnitteluun käytetty aika työläimmät työvaiheet	40
6.1.2	Juustomaitolinjaan liittyvien vaiheiden nykytilan prosessikuvaus.....	41
6.2	Operaattorien toimet JML3-tuotantosuunnitelman ajoa varten	42
6.3	Brokerin ja MMC:n rajapinnan määrittely tuotantosuunnitelman osalta	42
7	Nykytilan kuvauksen analysointi ja kehitettävät kohteet.....	43

7.1	Juustomaitolinjan nykyisen tuotantosuunnitelman kehityskohteet	44
7.2	Operaattoreiden tieto JML3-ohjauksesta tuotannosuunnittelun käyttöön	46
7.3	Brokerin ja MMC:n sanomamäärittelyt.....	47
8	JML3-tuotantosuunnitelma uutta automaatiota varten	48
8.1	Tuotannosuunnittelun Exceleiden muokkaaminen.....	49
8.2	JML3-tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen	50
8.2.1	Juustolan tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen	51
8.2.2	Operaattoreiden muuttuvat tehtävät JML3-tuotantosuunnitelman myötä.....	52
8.2.3	JML3-tuotantosuunnitelman toteutus.....	53
8.3	MMC:n ajonäyttö JML3-ohjauksessa.....	55
8.4	JML3-tuotantosuunnitelman vieminen Brokeriin	57
9	Tuotantosuunnitelman hallinta ja ohjaus.....	58
9.1	Tuoteajojen muokkaus MMC:llä.....	59
9.2	Tuoteajojen muokkaus Brokerissa.....	59
9.3	JML3-tuotantosuunnitelman visuaalisuus operaattorille	60
9.4	Tuotantosuunnitelman parametrien ja automaation ajotietojen ylläpito	61
10	Johtopäätökset	62
10.1	Jatkokehitys opinnäytetyön pohjalta	63
10.2	Itsearviointi.....	64
	Lähteet.....	67

Liitteet

Liite 1	A3 Juustomaitolinjan (JML3) tuotantosuunnitelman tekovaiheiden ja keston selvittäminen
Liite 2	Juustomaitolinjalle JML3 tehtävän tuotantosuunnitelman työvaiheet ja niihin käytetty aika
Liite 3	JML3 arvovirta-analyysi
Liite 4	Juustomaitolinjan tuotannosuunnittelun vaiheiden prosessikuvaus
Liite 5	MMC:n ja Brokerin välinen rajapinta
Liite 6	Juustolan tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen
Liite 7	JML3-tuotantosuunnitelman tuotanto- ja oheistoimintotietojen siirto MMC:lle
Liite 8	Tuotantosuunnitelman muutosten tekeminen MMC:n tai Brokerin kautta

LYHENTEET

A3	Ongelmanratkaisumenetelmä, jonka avulla saadaan esitettyä kehityskohde visuaalisesti.
BROKER	Web-pohjainen käyttöliittymä, jonka kautta voidaan operoida Joensuun Valion tehtaan meijeriprosessin automaatiota.
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control. Lean six sigman mukainen ongelmanratkaisumenetelmä.
ERP	Enterprise Resource Planning. Toiminnan ohjauksen taso, jossa yrityksen eri ohjelmistoja on yhdistetty toisiinsa.
JML3	Juustomaitolinja, meijeriprosessin tuotelinja, jota pitkin raaka-aineet siirretään.
MES	Manufacturing Execution System. Tuotannon ohjauksen taso ERP:in ja prosessiautomaation välissä.
MMC	Valio Oy:n käyttämä tuotannonohjausjärjestelmä
SUU-sanoma	Valiontuotannonohjausjärjestelmässä käytössä oleva sanomarakenne.
OTO-sanoma	Valiontuotannonohjausjärjestelmässä käytössä oleva sanomarakenne.

1 Johdanto

Nykypäivän digitalisoituvassa maailmassa kilpailukyky ja tuotannon tehokkuus nousevat koko ajan suurempaan rooliin. Tuotantoprosessien hallinta muuttuu koko ajan enemmän automaattiseksi ja samalla vaikeammin ymmärrettäväksi. Tuotantoprosessin käyttäjälle automaation lisääminen tarkoittaa usein manuaalisten ja fyysisten työtehtävien vähenemistä, ja työtehtävät muuttuvat enemmän tietokoneelta ja ohjauspaneeleilta tapahtuvaksi prosessien hallinnaksi.

Tuotantoprosessin automaation uudistaminen on aina suuri ja haastava prosessi. Mitä monimutkaisempi ja suurempi prosessi on, sitä enemmän tuotannonohjaaminen vaatii taustalla tehtävää laskentaa ja päättelyä. Nykyajan tekniikka ja digitalisaatio on jo niin pitkälle kehittynyttä, että automaation uudistaminen tarkoittaa väistämättä myös suurta muutosta toimintatapoihin, mikä mahdollistaa tehokkuuden ja toiminnan tason noston.

Niin kauan kuin on ollut tuotantoa, on ollut myös tuotannosuunnittelua ja -ohjausta. Excel-tiedostoina käsiteltyä dataa siirretään koko ajan enemmän erilaisten suunnittelutyökalujen tai kokonaisuuksienhallintaan tarkoitettujen ohjelmistojen alle. Mitä enemmän tuotantoprosessia automatisoidaan ja mitä pitemmälle automaation hallinta viedään niin, sitä monimutkaisempaa laskentaa tuotannosuunnittelussa tarvitaan. Tuotannonohjauksen helpottaminen onkin synnyttänyt Suomeen lukuisan määrän yrityksiä, jotka tarjoavat erityyppisiä ohjelmistoja ja työkaluja koko tilaus-toimitusketjun tueksi. Näiden ohjelmistojen avulla yritykset pääsevät eroon Excel-tiedostoissa tapahtuvasta suunnittelusta. Ne nopeuttavat ja helpottavat tuotannonohjausta ja tekevät tuotannosta läpinäkyvämpää.

Opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää, mitä automaation päivitys ja samalla automaation tason nosto tarkoittaa tuotannosuunnittelun kannalta. Kehityshankkeessa on useampia eri vaiheita, jotka vaativat omat selvityksensä, mutta lopputulemana niiden kautta saadaan tuotannosuunnittelun toiminta vastaamaan

automaatioprojektissa asetettuja vaatimuksia ja nostettua tuotantoprosessin läpivirtaus halutulle tasolle tuotantosuunnitelman tukemana.

Kehityshankkeen ensimmäisenä vaiheena pitää määritellä Valio Oy:n tuotannonohjaustyökalun ja uuden automaation välisessä rajapinnassa siirrettävät tiedot. Tuotantosuunnitelman mukana siirrettävistä tiedoista automaatio saa ohjausparametrit tuotantovirran ohjaukselta varten. Tämän perusteella uudistettu automaatio pystyy ajoittamaan muiden tuotantovirtaan liittyvien oheisprosessien toimintoja, ettei niiden käynnistäminen aiheuta viivettä tuotantoprosesseihin.

Toisena osa-alueena kehityshankkeeseen kuuluu tuotannosuunnittelun nykytilan kuvaus ja tuotantosuunnitelmien mahdollinen muokkaaminen. Tuotannosuunnittelun nykytilaa ja suunnittelumenetelmiä verrataan, uuden automaation asettamiin vaatimuksiin. Tämän perusteella saadaan selville, pitääkö tuotannosuunnittelun menetelmiä muuttaa, jotta tuotannosuunnittelu pystyy tekemään uutta automaatiota vastaavan tuotantosuunnitelman ja sen toteumaa pystytään seuraamaan.

2 Opinnäytetyön tarkoitus

Valio Oy:n Joensuun tehtaassa meijeriprosessin automaation uusinta on toteutusvaiheessa alkuvuodesta 2021. Automaation uusinnalla päivitetään vanha automaatio vastaamaan nykypäivän tekniikkaa ja samalla automaatio suunnitellaan siten, että se pystyy optimoimaan koko meijeriprosessin toimintaa ja ajoittamaan eri prosessien aloitusvaiheet optimaalisiksi. Tällä saadaan minimoitua operaattoreista johtuvia prosessien käynnistysten viiveitä. Näiden muutosten kautta saadaan vuorokauden sisälle lisää tuotantoaikaa ja prosessien tehokkuutta saadaan parannettua.

Meijeriprosessin tulevan automaation pohjana toimii juustomaitolinjalle (JML3) tehty tuotantosuunnitelma. Tuotantosuunnitelma käsittää meijeriprosessin päävirrat, joiden välityksellä käynnistyvät automaation ohjaamat sivuvirrat. Juusto-

maitolinjan tuotantosuunnitelma on koko automaation ydinkohta. Opinnäytetyössäni on tarkoitus selvittää, mitä uusi automaatio vaatii tuotannosuunnittelulta, miten tuotantosuunnitelmalla voidaan ohjata juustomaitolinjan tuotantoa ja miten nämä muutokset vaikuttavat prosessien ohjaamiseen ja johtamiseen.

Koko ison automaatioprojektin yksi ja tärkeä kehityskohde on tuotannosuunnittelun liittäminen uuteen automaatioon. Ensimmäiseksi pitää selvittää uuden automaation ja nykyisen tuotannonohjausjärjestelmän (MMC) välinen rajapinta JML3-tuotantosuunnitelman osalta. Mitä parametritietoja tuotantosuunnitelman mukana pitää viedä, että automaatio pystyy ohjaamaan juustomaitolinjan nestevirtoja. Tämän lisäksi kehittämissosiossa selvitetään ensin Joensuun tehtaan tuotannosuunnittelun nykytila juustomaitolinjan suunnittelun osalta. Nykytilan kuvauksen kautta saadaan selville tarpeellisimmat kehityskohteet ja sen perusteella ratkaistaan, miten tuotannosuunnittelu saadaan vastaamaan uuden automaation tuomiin vaatimuksiin. Tuotannosuunnittelun ohjaus yhdessä uuden automaation kanssa mahdollistaa meijeriprosessille asetetun tavoitteen vuorokautisen tuotantoajan kasvattamisesta ja prosessien tehokkaammasta toiminnasta.

3 Digitalisaation ja automaation kehitys

Digitalisaation ja automaation lisääntyminen on nykyisin arkipäivää joka puolella yhteiskuntaa. Voidaan todeta, että digitalisaation avulla siirretään analogisia tehtäviä digitaaliseen muotoon ja laajemmassa mittakaavassa tästä käytetäänkin käsitettä neljäs teollinen vallankumous. Digitalisoimalla tehtäviä haetaan parannusta tuotannon tehokkuuteen. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi tilaustenkäsitteilyn automatisointia tai tuotannon tiedonkeruun hyödyntämistä suunnittelun lähtökohtana. Reaaliaikainen tiedonkeruu mahdollistaa niin tuottavalle yritykselle kuin laitteiston toimittajallekin mahdollisuuksia parantaa prosessia entisestään. (Logistiikanmaailma 2019.)

3.1 Automaatiouudistuksen vaikutus tuotannonohjaukseen

Joensuun tehtaan meijeriprosessin automaation uudistuksen myötä tehtaan digitalisaatiota ja automaation tasoa nostetaan nykypäivää vastaavalle tasolle. Opinnäytetyöni kehityshankkeen osalta digitalisaation lisääntyminen voi tarkoittaa tuotannonsuunnittelun näkökulmasta Excel-tiedostoissa tapahtuvan suunnittelun yksinkertaistamista lisäämällä taustalle automaattista laskentaa tai erillisen hienosuunnittelutyökalun käyttöönottoa. Meijeriprosessin tuotevalmistajilta automaation uudistus tulee vähentämään manuaalisesti tehtäviä työvaiheita, kuten erilaisia käsin kirjauksia, mitä tuotannossa nykyisin tehdään. Isommassa kuvassa, meijeriprosessin automaation uudistus vähentää tuotevalmistajilta käsin tehtävien toimintojen aloituksia ja lopetuksia. Tämän myötä tuotevalmistajalle jää enemmänkin varmistajan rooli, että tuotantoprosessi etenee suunnitellusti.

Tulevaisuudessa työtehtävät tulevat painottumaan entistä enemmän digitalisaatioon ja automaatioon hallintaan. Teknologian nopea kehitys pakottaa yritykset panostamaan entistä enemmän osaamista tuotannonohjauksen ja automaation ympärille. Toimintaympäristön muuttuminen vaatii työntekijöiltä jatkuvaa oppimista. Yrityksille nämä ratkaisut ovat aina yksilöllisiä ja niihin ei ole olemassa valmiita koulutuspaketteja, vaan yritysten ja järjestelmätoimittajien on investoitava omiin lisä- ja muuntokoulutuksiin. (Teknologiateollisuus ry 2018, 12, 14, 18.)

3.2 Teollinen internet

Maailmanlaajuisesti teollinen internet on seuraava suuri digitalisaation kehityskaskel. Suomen valtionkin yksi tulevaisuuden tärkeimpiä painopistealueita on nimenomaan teollinen internet, jossa fyysiset laitteet yhdistetään internetiin. Tällöin laitteet ja järjestelmät muodostavat yhdessä älykkäitä laite- ja palvelukokonaisuuksia. Teollisen internetin käyttötarkoitus on reaaliaikaisen tiedon tuottaminen ja tallentaminen. Teollisuus ja palveluntarjoajat voivat hyödyntää tallennettua dataa tuotteiden optimoimiseksi asiakkaille heidän omissa käyt-

töympäristöissään. Valmistavan teollisuuden prosesseja ohjaaville työntekijöille prosessien korkeampi automaationaste tarkoittaa osaamisvaatimuksen kasvamista muuttuneiden työtehtävien myötä. Kuluttajille muutos tarkoittaa arkiaskareiden helpottumista älykkäiden laitteiden avustuksella. Nykyinen teknologian taso on riittävän korkea siirtyä uuteen teollisen internetin aikakauteen, mitä voidaan kutsua myös nimellä Teollisuus 4.0. Teollisen internetin ja samalla teollisen neljännen vallankumouksen kasvuvauhti ja kaskupotentiaali on valtava niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Teollisen internetin kaavaillaan olevan seuraava maailman talouden veturi. (Collin & Saarelainen 2016, 18–25.)

Teollisen internetin suurin hyöty on, kun siihen liitettyjen laitteiden kokonaisuus mahdollistaa tuotantoprosessin virtaviivaisen ja turvallisen ohjauksen käyttäjän valvomana. Tämän kehityksen eteenpäin vieminen ja hyödyntäminen ei ole toimialasta riippuvainen. Teollisen internetin hyötyjä voi hyödyntää maatalous mukaan lukien niin elintarviketeollisuudessa kuin myös missä muussakin teollisuuden haarassa, missä vain hyödynnetään automaatiota ja digitalisaatiota. Yrityksen osalta voidaan puhua teollisesta internetistä, kun koko tuotantoketju liiketoimintaprosesseineen on kytketty verkkoon, ja tätä kautta saadaan koottua tietoa koko ketjusta, minkä avulla prosesseja voidaan sitten kehittää. Muutoksessa fyysiset laitteet yhdistetään ohjelmistoihin eikä päinvastoin kuten aikaisemmin on tehty. Tällöin ohjelmisto voi käytössä olevan datan avulla määritellä valmistettavan tuotteen ominaisuudet asiakastarpeen mukaan jo valmistusvaiheessa, mikä mahdollistaa yksilöllisten tuotteiden valmistuksen. (Collin & Saarelainen 2016, 30, 34–35.)

3.3 Teollisuus 4.0

Teollisuuden neljännen vallankumouksen jatkoksi on muodostunut termi Teollisuus 4.0. Tätä termiä sanotaan käytetyn ensimmäisen kerran vuonna 2011 ja se tarkoittaa enemmänkin aineettomia ratkaisuja kuten, sovelluksia, pilvipalvelua, big dataa tai tekoälyä. Uusien sovellusten ja innovaatioiden avulla olemassa olevia fyysisistä ratkaisuja voidaan kehittää ja jalostaa edelleen saavuttaen niistä suurempi hyöty. Teollisuus 4.0 pitäisi mahdollistaa älykkäiden tehtaiden

rakentamisen, mitkä ovat itseohjautuvia annettujen parametrien mukaan. Älykäsissä tehtaissa tuotantoketjun eri vaiheet aina liiketoimintaprosessiin saakka kommunikoivat keskenään, mikä mahdollistaa prosessin itseohjautuvuuden. Jotta tämä olisi mahdollista, on Teollisuus 4.0:lle määritelty neljä peruseriaatetta. Ensimmäisessä vaiheessa koneet ja laitteet kommunikoivat sekä keskenään että ihmisten kanssa. Toisena periaatteena on käytössä olevan datan läpinäkyvyys. Tietojärjestelmä voi luoda simuloituja malleja, joihin liitetään todellista mitattua dataa. Kolmantena periaatteena järjestelmissä oleva tieto pystytään tuottamaan ihmisille visuaalisesti luettavaan muotoon ja järjestelmien avulla pystytään suorittamaan tehtäviä, jotka ovat olleet ihmisille työläisiä tai vaarallisia tehtäviä. Neljäntenä periaatteena on järjestelmien itseohjautuvuus, jossa järjestelmät tekevät päätöksiä itsenäisesti ja ihminen puuttuu ohjaukseen vain poikkeavissa tilanteissa. Järjestelmiin ja laitteisiin lisätystä älystä käytetään termiä tekoäly, joka mahdollistaa järjestelmien ohjauksen ja toiminnan ilman ihmistä. (Marttinen 2018, 57–59.)

3.4 Tekoälyn kehitys

Digitalisaation lisääntyessä koneoppiminen ja tekoäly nousevat koko ajan suurempaan rooliin ja ne tulevatkin kasvamaan koko ajan merkittävämmäksi osaluokaksi nyky-yhteiskunnassa. Tekoälyn kehittymiselle on asetettu toiveita jo vuosikymmeniä, mutta sen aikainen tekniikka ei ole vielä mahdollistanut tekoälyn kehittämistä riittävän pitkälle. Pitkä aikaväli tekoälyn kehityksen ja sovellusten toteutuksen välillä voi vaikuttaa nykyhetken tekoälyn kehitykseen negatiivisesti. Yritykset eivät välttämättä halua lähteä ensimmäisenä kehittämään tai kokeilemaan uusia tekoälyyn liittyviä sovelluksia, koska tekniikan kehittymättömyyden vuoksi ne ovat osoittautuneet toimimattomiksi jo aiemmin. (Merilehto 2018, 40.)

Nykyisten älypuhelimien aikakaudella olemme jo tottuneet käyttämään sovelluksia, jotka helpottavat jokapäiväistä arkeamme. Tämän hetkinen tietokoneiden laskentateho alkaa riittämään jo tekoälyn hyödyntämiseen erilaisissa päättelytehtävissä, jotka ovat olleet ennen ihmisten tehtävänä. Niin tekoälyn kuin mui-

denkin teknologisten sovellusten käyttötarkoituksissa mietitään yleensä aina, miten niillä voidaan helpottaa jotain tiettyä työtehtävää. Tekoäly ei kuitenkaan tule korvaamaan ihmistä kokonaan, vaan sen avulla pystytään tuottamaan ihmiselle esikäsiteltyä dataa muita päätöksiä varten. Jokin työtehtävän osa-alue voi siirtyä tekoällyn tehtäväksi ja samalla ihmisen tehtäväalue muuttuu erilaiseksi, kun tekoäly tuottaa valmista dataa, jota ihminen voi sitten hyödyntää päätöksenteossa. Mitä järkevämmin yritykset pystyvät hyödyntämään teknologian kehitystä, sitä paremmin toiminnanohjausta saadaan tehostettua, mikä mahdollistaa paremmin kysyntää vastaavan tuotannon. (Merilehto 2018, 28, 39.)

3.5 Ihmisen ja teknologian vuorovaikutus

Opetushallituksen raportissa Osaaminen 2035 on selvitetty osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakkotuloksia, miten työelämässä tarvittava osaaminen muuttuu ja mitä vaatimuksia se asettaa osaamiselle Suomessa vuonna 2035. Raportissa osaaminen on jaoteltu kahteen toisiaan täydentävään osa-alueeseen. Puhutaan työtehtäviin liittyvistä yleisistä osaamisista. Mitä laajempi osaaminen henkilöllä on, sitä arvokkaampi hän on eri yritysten ja yhteisöjen kannalta. Vastaavasti hyvin korkea osaaminen tietystä tehtävästä tekee henkilöstä arvokkaan edustamalleen yritykselle. Toisena merkittävänä osaamisen osa-alueena on niin kutsutut kovat ja pehmeät osaamiset. Kova osaaminen saavutetaan yksilöidyssä työtehtävässä harjoittelun ja kouluttautumisen kautta. Pehmeä osaaminen ei ole niin helposti mitattava määre ja se sisältää muun muassa ihmisten ja asioiden johtamista, kommunikointi-, yhteistyö- ja neuvottelutaitoja. (Opetushallitus 2019:3, 18.)

Opetushallituksen Selvityksessä esille nousseet osaamistarpeiden kasvattamiset vuoteen 2035 mennessä kohdistuvat suurimmalta osalta pehmeän osaamisen kasvattamiseen. Selvityksen työpajojen tuloksista nähdään, että kokonaisvaltainen osaamisen kasvattaminen muuttuvassa ja monikansallisessa toimintaympäristössä on tärkeää. Ihmisten ongelmanratkaisutaidot, joustavuus, luovuus, vuorovaikutus- ja neuvottelutaidot ovat yhdessä monien muiden vastaavantyyppisten osaamisalueiden kanssa tärkeitä tulevaisuuden osaamisia.

Työelämässä tarvittavaa osaamisen kasvua pitää tapahtua myös digitalisaation alueella. Entistä tärkeämmäksi osa-alueeksi tulee nousemaan erilaisten ohjelmistoalustojen ja käyttöliittymien hallinta ja ohjaaminen, sekä taito hyödyntää järjestelmistä saatavaa dataa. (Opetushallitus 2019:3, 21–23.)

Teknologian ja osaamisen yhteys on nostettu esille ManpowerGroupin tilaamassa osaamisen vallankumous 4.0 tutkimuksessa. Raportissa on selvitetty maailmanlaajuisesti, miten yritykset ottavat automatisoinnin lisääntymisen huomioon henkilöstömäärän kehityksessä ja miten se vaikuttaa yrityksen henkilöstrategiaan. Tutkimukseen osallistuneista yrityksistä 87 % uskoo henkilöstömäärän pysyvän samana tai lisääntyvän automatisoinnin myötä. Yrityksen henkilöstömäärän kasvu johtuu digitalisaation ja automaation mahdollistamasta kasvusta. Lisääntyvä työtehtävien automatisointi muuttaa samalla työtehtävien luonnetta. Työmarkkinoilta ei löydy valmiita osaajia uusiin työtehtäviin, joten valtaosa muutosta tekevästä yrityksistä ovat ruvenneet tukemaan ja kehittämään olemassa olevien työntekijöiden osaamisen kehittymistä. Työntekijät tulevaisuuden osaamisalueita ovat IT-osaamisen lisäksi inhimillinen osaaminen, joka sisältää muun muassa asiakastyötä, johtamistaitoja ja suunnittelutyötä. Yhdeksi tärkeimmäksi ominaisuudeksi työntekijöillä nousee viestintätaidot, joita vaaditaan tulevaisuuden uusissa työtehtävissä. Tutkimuksen mukaan IT-alalla ja valmistavassa teollisuudessa työtehtävät muuttuvat teknologian asennuksesta ja käytöstä ongelmanratkaisuun sekä laitteistojen hallintaan että suunnittelutyöhön. (ManpowerGroup 2019, 2–5.)

Osaamisen vallankumous 4.0 -tutkimuksessa on todettu, että yritykset saavat osaavaa henkilöstöä muuttuviin työtehtäviin, pitää organisaatioiden suorittaa henkilöstön osaamisen arviointeja, joiden perusteella työntekijät osataan ohjata heidän osaamisensa kannalta parhaisiin mahdollisiin työtehtäviin. Yritysten pitää kannustaa henkilöstöä kouluttautumaan. Monipuolinen osaaminen mahdollistaa yrityksen sopeutumisen nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä. Yrityksen kannalta ideaalitalanne on, jos organisaatiossa pystytään muodostamaan työryhmiä, joissa on monenlaista osaamista. Tämän kautta henkilöstön ja yrityksen on helpompi nostaa osaamista uudelle tasolle, kun sitä tarvitaan. (ManpowerGroup 2019, 6–10.)

Mitä monimutkaisempia tehtäviä tietokoneet ja automaatiojärjestelmät pystyvät tekemään, tulee ihmisen ja teknologian vuorovaikutus kasvamaan merkittävästi. Teknologian kehityksessä ratkaisuja mietitäänkin joko teknologialähtöisesti tai ihmiskeskeisesti. Perinteisesti ihminen on ajateltu olevan teknologian käyttäjä. Teknologiset sovellukset on suunniteltu siten, että sovellus tukee ihmistä suorittamaan tehtävistä sovellusta hyväksikäyttäen. Sovelluksien avulla pyritään poistamaan loppukäyttäjien mahdolliset virheet. Tällöin sovelluksia ei ole suunniteltu käyttäjäystävällisiksi ja vuorovaikutteisiksi, vaan ne toimivat tiettyjen luonnonlakien mukaisesti. Ihmisläheisen teknologian suunnittelussa lähdetään liikkeelle käyttöympäristön ja käyttäjän tarpeista sovelluksen osalta. Tällöin on osattava ottaa huomioon myös ihmisten epäloogisuus tekniikkaa käytettäessä. Tuotekehityksen ensimmäinen vaihe olisikin selvittää käyttäjien todellinen tarve ja mitä ovat ne ongelmat, mitkä sovelluksella pyritään ratkaisemaan. Kun ensin tiedetään ongelman taustat ja mahdollinen sovelluksen käyttötapahtuma, voidaan suunnitella sovellus kyseistä ongelmaa varten. Parhaimmillaan ihmisen ja teknologian vuorovaikutussuunnittelussa huomioidaan myös muotoilun ja taloustieteiden vaikutus. Tällaisessa vuorovaikutussuunnittelussa korostuukin kokonaisvaltainen käyttäjän tuntemus ja sovellus tehdään käyttäjää varten eikä vain ongelman ratkaisemiseksi. (Kujala, Kuuva, Kymäläinen, Leikas, Liikkanen, Oulasvirta & Saariluoma 2010, 22–24, 28–30.)

Sovellusten käyttötarkoitus tai käytettävyyys ei ole kuitenkaan aina juuri se, mitä niiden halutaan olevan ja tällä voi olla suuri vaikutus kustannustehokkuuteen ja työtyytyväisyyteen. Yleensä ihminen haluaa saavuttaa halutun tavoitteen tekniikka hyväksikäyttäen, ett. käyttäjän ei tarvitse opetella monimutkaisia käyttöliittymiä. Parhaimmillaan käyttöliittymä on helppo ja ei vaadi käyttäjältä mitään erikoista opettelua, ja pahimmillaan tekniikkaa voi aiheuttaa jopa vaaratilanteen käyttäjälle, jos käyttöliittymä on esimerkiksi liian hankala käyttää. Huonot käyttöliittymät ja tarkoitukseen sopimattomat sovellukset ovatkin yrityksille suuri kuluera. Ne voivat aiheuttaa työympäristössä merkittävää työtytymättömyyttä ja turhia kuluja, jos sovelluksen käyttäminen on hankalaa ja sen käyttäminen vie kohtuuttomasti työaikaa työtehtävään nähden. Huono käyttöliittymä voi aiheuttaa kuluja myös asiakkaille esimerkiksi epäonnistuneina verkkotilaustapahtumi-

na ja turhauduttuaan asiakas voi siirtyä käyttämään toisen palveluntarjoajan palveluja. (Saariluoma, ym 2010, 15–21.)

3.6 Teknologian käytön esteet ja uhkakuvat

Yrityksille tuotantoprosessin tai tehtävän automatisoinnin esteenä voi olla raha ja aika. Korkeankin automaatiotason hankinnalle voi olla taloudelliset perusteet olemassa, mutta se voi jäädä hankkimatta, koska pelkkä suunnitteluvaihe voi kestää vuosia. Pitkän suunnitteluprosessin lisäksi myös automaation ohjelmointi voi itsessään maksaa enemmän, mitä automatisoitava laitteisto. Yritykset investoivat automaation, kun tuotantoprosessia halutaan tehostaa ja henkilöstölle automaation lisääntyminen tarkoittaa monesti olemassa olevien tehtävien muuttumista tai jonkin työtehtävän siirtymistä kokonaan automaation hoidettavaksi. (Marttinen 2018, 103–105.)

Haittapuolina automaation kehitykselle voi olla osaamisen puute automaatiojärjestelmien suunnittelun osalta ja ymmärryksen puute järjestelmien toiminnasta niiden määrittely vaiheessa Osaamisen puute järjestelmän suunnitteluvaiheessa voi uusien automaatiosovelluksien käyttöönotossa aiheuttaa tilanteen, missä unohdetaan helposti ihmisen ja tekniikan välinen vuorovaikutus. Tämä voi johtaa helposti tilanteeseen, jossa ihminen ei ymmärrä kokonaisuuden toimivuutta ja tällöin käyttäjä voi olettaa järjestelmän toimivan oikein myös vikatilanteissa. Että käyttäjä varmasti osaa toimia myös ongelmatilanteissa, nousee järjestelmän käytön opettelu ja ymmärrys koko ajan suurempaan rooliin. Automaation jatkuva lisääntyminen ja tekniikan kehittyminen tuovat haasteen niin käyttäjille kuin järjestelmän ylläpitäjillekin sen oppimisessa. Uusien järjestelmien oppiminen on aina pitkä ja aikaa vievä prosessi, tosin käyttäjien eri järjestelmistä kertynyt osaaminen näyttäisi edesauttavan uusien järjestelmien omaksumista. (Pyyskänen 2013, 23–24.)

3.7 Teknologian käytön edut

Teollisuusautomaation osalta voidaan nykyisin puhua neljännen sukupolven automaatiosta, joka on rakentunut paikallisverkon ympärille. Toimilaitteiden digitalisoiminen on mahdollistanut niiden keskinäisen tiedonsiirron paikallisverkon välityksellä. Automaatiojärjestelmän erilliset toimilaitteet saadaan ohjelmoimalla toimimaan erillisenä tapahtumaketjuna ilman, että niitä hallitaan erillisen prosessiaseman kautta. Neljättä teollisuusautomaation sukupolvea onkin Suomen automaatioseuran standardikirjassa kutsuttu osaavaksi automaatiojärjestelmäksi. Mitä pidemmälle järjestelmien automatisointia viedään, sitä suuremmaksi automatisoinnin tuomat hyödyt ja myöskin mahdolliset haitat ihmiselle kasvavat. Teollisuusautomaation tehtävänä on tuottaa prosessista ohjaustietoa, jota itse järjestelmä tai ihminen pystyy käyttämään prosessin ohjaamiseen. Tämä mahdollistaa prosessin optimaalisen ohjaamiseen ja se on käyttäjän näkökulmasta helposti toistettava, kun automaatio tuottaa tietoa prosessista ja myös ohjaa sitä. Erilaisten automaatiojärjestelmien välille voidaan rakentaa tiedonsiirtoa, minä avulla käyttäjille voidaan tuottaa entistä tarkempaa tietoa prosessista. Automaatiojärjestelmä tuottaa tietoa ja esimerkiksi tuotannonseurantajärjestelmä kerää tietoa automaatiosta määriteltyjen tiedonsiirtojen perusteella. Kaikki tämä helpottaa käyttäjän työtä prosessinohjauksessa. Automaation kehittymisen seurauksena ihmisille jääkin kasvavassa määrin järjestelmien suunnittelu, kehittäminen ja ylläpito. (Pyyskänen 2013, 22–23.)

3.8 Laatu 4.0

Teknologian kehitys on mahdollistanut tämän päivän neljännen teollisen vallankumouksen ja tämän myötä ihmisten suorittamia töitä automatisoidaan entistä enemmän. Jotta yritykset pysyvät mukana kovenevassa kilpailussa, yritysten pitää osata hyödyntää aikaisempaa kokemusta ja osaamista laadun kautta. Quality knowhow karjalainen Oy:n Matti Pesosen artikkelissa Laatu 4.0 ja sen vaatimukset organisaatiolle on esitetty, miten laadun seuraava sukupolvi laatu 4.0 kytkeytyy neljanteen teolliseen vallankumoukseen. Yritysten ei ole mahdollista siirtyä käyttämään uutta teknologiaa, jos laadun peruseriaate ja laatutyökalu-

jen käyttöä ei ole sisäistetty. Uusia työkaluja kehitettäessä on pidettävä mielessä, että niillä korvataan yleensä olemassa olevia järjestelmiä. Uusiakaan työkaluja ei pidä tehdä pelkästään ohjaamaan prosessia. Niiden avulla ihmiset pystyvät hallitsemaan prosessia ja ne toimivat ihmisten työkaluina prosessien ohjaamisessa. Uusien sovellusten ja prosessien hallinnan käyttöönotto vaatii syvää osaamista laadunhallinnasta, että kehittyneiden teknologisten sovellusten käyttöönotto on mahdollista. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2019, Laatu 4.0.)

Pesosen laatu 4.0 artikkelissa esitetyt laadun tärkeimmät tekijät on tiivistetty laadun kehitystä mukaillen neljään kohtaan.

- Prosessin suunnitteluvaiheessa huomioidaan ohjauksen ja laadun merkitys, jolloin operaattorit saavat laatatiedon jo valmiina datana.
- Nykyiset tuotannon työt siirtyvät enemmän järjestelmien suunnitteluun, hallintaan ja niiden yhdistämiseen osaksi organisaatiota.
- Digitalisaatio mahdollistaa signaalien ja prosessin säätöjen optimoimisen.
- Digitalisaation avulla itseohjautuvat prosessit pystyvät mukautumaan ja oppimaan virheistä.

Järjestelmät kykenevät kontrolloimaan tuottavuutta ja laaduntuottokykyä. Jos yritys pystyy yhdistämään laadunhallinnan osaamisen uuteen teknologiaan ja sen tarjoamiin mahdollisuuksiin, yrityksellä on hyvä lähtökohta kehittää tuottavuutta ja saavuttaa kilpailuetua kilpailijoihin nähden. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2019, Laatu 4.0.)

3.9 Automaatiosuunnittelun onnistuminen

Käyttökohteesta riippumatta automaatiojärjestelmät tai sovellukset on tehty helpottamaan ihmisten elämää. Automaatiojärjestelmien suunnittelu onkin kääntynyt enemmän ihmiskeskeiseksi, mikä on tärkeä asia, koska järjestelmät muuttuvat koko ajan kompleksisemmiksi ja hankalemmin ymmärrettäviksi kokonaisuuksiksi. Että käyttäjät pystyvät käyttämään järjestelmää tehokkaasti,

pitää suunnittelussa huomioida käyttöliittymän helppokäyttöisyys ja tehdä suunnittelu ihminen huomioon ottaen. Monimutkaisissa automaatiojärjestelmissä suunnitteluvastuu on pilkottu usean ryhmän tai henkilön vastuulle. Järjestelmien suunnitteluvastuu voidaan jakaa monella eri tavalla, mutta tärkeimpänä osana suunnittelussa on huomioida käyttäjän ja järjestelmän rajapinta. Jos ihminen ei osaa käyttää järjestelmää, se ei silloin ole myöskään toimiva ja tehokas käyttää. Järjestelmän kokonaisuuden hallinnan kannalta suunnittelun onnistuminen kokonaisvaltaisesti on myös erittäin tärkeää. Tällöin järjestelmä säilyttää toimintakykynsä koko elinkaarensa ajan ja käyttäjälle on saatu luotua ehjä työnkuva automaation ohjaukseen. Onnistunut kokonaisvaltainen suunnittelu vaatii suunnitteluryhmältä taitoa huomioida käyttäjän tarpeet ja saada yhdistettyä ne uusiin toimintoihin, kun työtehtäviä automatisoidaan. Mitä korkeammalle tasolle automaation taso nostetaan, sitä enemmän ihmisen työtehtävät kohdistuvat järjestelmän valvontaan. Automaatiojärjestelmä tai sovellukset ohjaavat prosesseja itsenäisesti ja käyttäjälle jää tehtäväksi korkeamman tason hallintaan liittyvät tehtävät, kuten järjestelmästä saatavan datan analysointi ja prosessien optimointi. (Asp, Heinonkoski & Hyppönen 2008, 21, 34–43.)

3.10 Sovelluksen käyttäjäkokemus

Perinteisesti teknologian suunnittelussa on menty tehokkuus edellä. Tämä voi huonontaa sovelluksen tai käyttöliittymän toimintaa, mikä vaikuttaa suoraan käytettävyyteen. Kokonaisvaltaisessa suunnittelussa laatutekijät, kuten tehokkuus ja käytettävyys pitäisi saada yhdistettyä ihmisten arvostamiin asioihin. Sovelluksenkehittäjien tulisikin pystyä näkemään käyttäjän näkökulma sovelluksesta. Mitä sovellus tarkoittaa käyttäjälle, miten se vaikuttaa käyttäjän elämään ja onko sovellus käyttäjän arvojen mukainen? Tällöin tietoteknisten järjestelmienkehittäjät huomioivat myös käyttäjien tarpeita ja sovellusten avulla pystytään oikeasti parantamaan ihmisten elämänlaatua. Käyttäjien näkökulmasta positiivinen käyttökokemus kannustaa käyttämään teknologiaa yleensä. Jos käyttökokemus on kuitenkin negatiivinen, se kasvattaa teknologiavastaisuutta ja hankaloittaa sovelluksen käyttöä ja innokkuutta opetella uutta. Sovellusta suunniteltaessa pitääkin pystyä erottamaan käytettävyys ja käyttökokemus toisistaan.

Ihminen muodostaa käyttökokemuksen ja siihen sisältyy käytettävyyden lisäksi myös käyttäjän arvot ja tunne sovelluksen käytöstä. (Saariluoma, ym 2010, 40–44.)

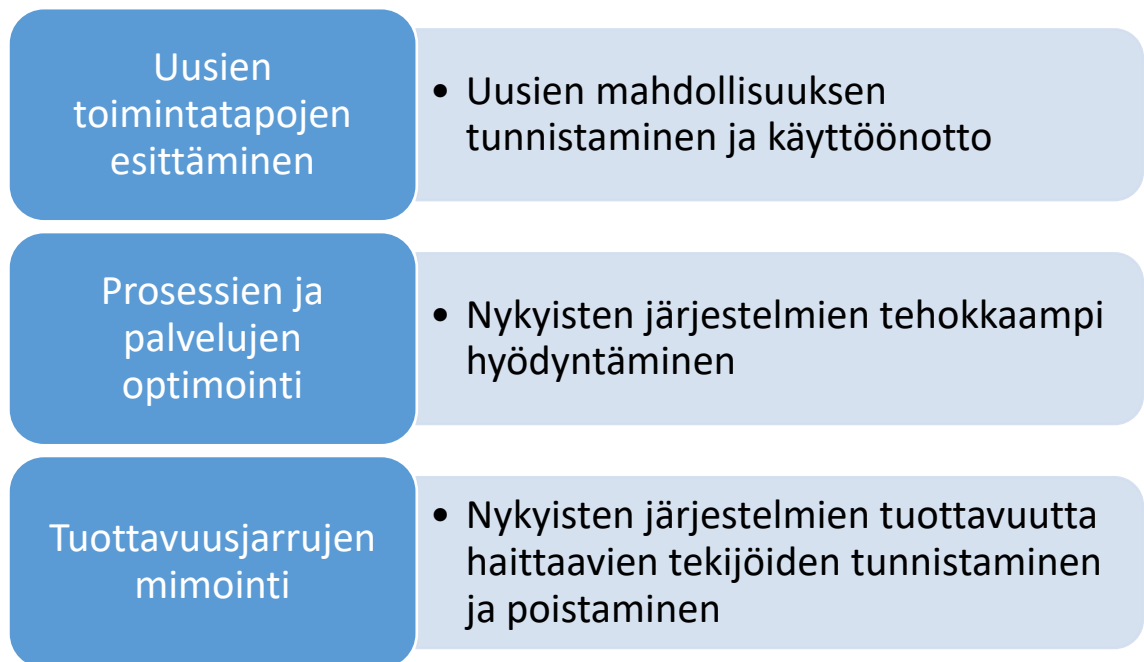
Käyttäjakeskeinen suunnittelu on ensiarvoisen tärkeää myös automaatiojärjestelmien ja valvomoiden käyttöliittymien suunnittelussa. Hyvästä käytettävyydestä ja käytöstä syntyvä käyttäjäkokemus edesauttaa käyttäjien innokkuutta ja halua opetella järjestelmää. Onnistuneen käyttäjäkokemuksen saavuttamiseksi järjestelmän pitää kertoa käyttäjille selkeä ja havainnollinen kuva prosessin kokonaistilasta. Kun käyttökokemus on onnistunut, käyttäjät luottavat järjestelmän tuottamaan dataan ja tekevät prosessin ohjaamiseen liittyviä päätöksiä luottavaisin mielin, mikä helpottaa ja nopeuttaa järjestelmän omaksumista. Jos käyttäjä saa järjestelmästä huonosti ymmärrettävää ja hankalasti luettavaa tietoa, jää käyttäjältä pahimmillaan huomaamatta tietoa, joka olisi tärkeää prosessin ohjauksen kannalta. (Heimbürger, Markkanen, Norros, Paunonen, Savioja, Sundquist & Tommila 2010, 76.)

3.11 Teknologia tuottavuuden parantamisen apuna

Työn tai prosessin tuottavuus voidaan määritellä laskutoimenpiteellä, jossa kokonaistuottavuus saadaan, kun saadun tuotoksen määrä jaetaan tehdyllä työllä, panosmäärällä. Kokonaistuottavuuden paranemiseen vaikuttaa koko tuotantoprosessin laatu, teknologian toimivuus, tuotantotavat ja tuotantoketjuun liittyvä johtaminen. Tuottavuuden näkökulmasta teknologian kehitys ei ole ainoastaan tekniikan kehittymistä, vaan tuottavuus sisältää kaikki tuotantoketjuun vaikuttavat tekijät, kuten johtamisen ja työkalut, joilla työtä tehdään. (Castrén, Kauhanen, Kulvik, Kulvik-Laine, Lönnqvist, Maijanen, Martikainen, Palvalin, Peltonen, Ranta, Vuolle & Zhang 2013, 18.)

Tietoteknisiä sovelluksia käytetään yhä enemmän ja niillä on merkittävä rooli yritysten tuottavuuden näkökulmasta. Yrityksen näkökulmasta tietoteknisten sovellusten ylläpidon ja hallinnan voi esittää tapahtuvan kolmessa eri vaiheessa, kuten Hänninen & Järvenpää on esittänyt kirjassa Paranna liiketoiminnan tuot-

tavuutta tietotekniikalla. Kuvassa 1 on kerrottu kolme eri keinoa tuottavuuden parantamiseksi. Helpoin ja ensimmäinen vaihe on mahdollisten tuottavuusjarrujen minimointi. Kirjan kirjoittajat ovat kuvanneet tuottavuusjarruina teknologisten sovellusten ominaisuuksia ja virhetilanteita, jotka hidastavat työtehtävän tekemistä ja pahimmillaan aiheuttavat yritykselle merkittävää tuotannon tai palvelun viivästymistä. Sovelluksen käyttäjät ovat avainasemassa, kun halutaan parantaa järjestelmän toimintaa ja poistaa mahdollisia työtehtävää hidastavia vaiheita tai virhetiloja. Jos järjestelmän käyttämisessä on havaittavissa osaamattomuutta, yksittäisen tehtävän tekemiseen menee kohtuuttomasti aikaa työtehtävään nähden tai käyttöjärjestelmä on hankala käyttöinen, nämä ovat signaaleja, jolloin kannattaa ruveta miettimään onko järjestelmissä jotain työtä vaikeuttavaa tai hidastavaa osa-aluetta? (Järvenpää & Hänninen 2011, 11–15.)



Kuva 1. Tuottavuuden parantamisen kolme tasoa mukailen lähdettä Paranna liiketoiminnan kannattavuutta tietotekniikalla (Järvenpää & Hänninen 2011, 11).

Toisessa vaiheessa parannetaan olemassa olevia järjestelmiä tai palveluja. Järjestelmien optimoimista tehdään tekemällä päivityksiä ja lisäämällä uusia ominaisuuksia olemassa oleviin sovelluksiin. Optimointikohteiden tunnistamiseksi, sovelluksen käyttäjiltä saadun tiedon ohella, hyviä tapoja ovat erilliset selvitykset ja mahdolliset uuden tarpeen myötä tehtävät tekniset selvitykset. Kun jotain järjestelmää halutaan lähteä optimoimaan, kannattaa tehdä vaatimuslista, jota vasten järjestelmän toimintaa arvioidaan. Järjestelmän optimoimiseksi voi arvi-

oinnissa ottaa huomioon seuraavia asioita. (Järvenpää & Hänninen 2011, 16–17.)

- Onko prosessin sisällä odotusaikoja, joista halutaan eroon?
- Voidaanko ohjaustiedon ja ennakoinnin avulla vaikuttaa työn sujuvuuteen?
- Kopioidaanko tietoja eri järjestelmien välillä?
- Ovatko järjestelmän lähtötiedot luotettavia?
- Kuinka paljon ylläpidon kustannukset ovat?
- Käytetäänkö järjestelmiä, jotka eivät olet tarpeellisia?
- Tekeekö organisaatio asiat sovitulla tavalla?

Järjestelmien optimoimisen kannalta yksi tärkeimpiä tehtäviä onkin saattaa järjestelmän perustiedot oikeiksi. Jos perustiedot eivät ole oikein, aiheutuu yritykselle resurssien tuhlausta työn teon yhteydessä, ja pahimmillaan yritys tekee väärä päätöksiä harhaanjohtavan aineiston pohjalta. Järjestelmiä ei kuitenkaan kannata lähteä päivittämään, jos käytettävä tekniikka on jo elinkaarensa loppupäässä, vaan tällöin kannattaa siirtyä jo kohti kolmatta tuottavuuden parantamisen osa-aluetta. Tällöin voidaan tehdä vanhaksi jääneelle järjestelmälle korvausinvestointi, jonka yhteydessä voidaan poistaa aikaisemmin tunnistettuja ongelmia ja tuottavuuden esteitä ja nostaa tätä kautta järjestelmän ja palvelun tasoa. Korvausinvestointien rinnalla pitää miettiä uusien toimintatapojen tarpeita ja tämä voi johtaa yrityksen kannalta uusien ja ennen käyttämättömien teknologioiden käyttöönottoon. Uudet teknologiat mahdollistavatkin yrityksen kehittymisen entisestään, mutta ne ovat aina suuria projekteja, jotka vievät paljon aikaa. Nopeimpia ja helpoimpia tuottavuuden parannusteita ovat kaksi ensin esiteltyä vaihtoehtoa. Yritysten on kuitenkin syytä muistaa panostaa myös uusiin tietoteknisiin ratkaisuihin ja parhaimmassa tapauksessa kolmasosa yrityksen resursseista pitäisi miettiä tulevaisuuden ratkaisuja. Tämä takaa sen, ettei yritys jää jälkeen tekniikan kehittämisessä ja yritys pystyy vastaamaan asiakkaiden vaatimustasoon. (Järvenpää & Hänninen 2011, 16–22.)

4 Tuotannonsuunnittelun perusta

Yrityksille, oppilaitoksille ja yhteisöille tarkoitettu logistiikan maailma on tiivistänyt tuotannonsuunnittelun periaatteen. Tuotannonsuunnittelu perustuu asiakastarpeeseen, jota vasten tuotannonsuunnittelija suunnittelee tuotantoaikataulun. Tuotannonsuunnittelijan vastuulla on suunnitella tuotantoaikataulu siten, että valmistettavat tuotteet pystytään toimittamaan asiakkaille sovitussa aikataulussa. Yhtenä tärkeimmistä tuotannonsuunnittelun vaiheista on ohjata valmistettavien tuotteiden materiaalien ja tuotantolinjojen kapasiteetin ja työvoiman tarvetta, jotta asiakastarvetta vastaava kysyntä saadaan täytettyä. (Logistiikanmaailma 2019.)

4.1 Tuotannonsuunnittelu prosessiautomaatiossa

Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen tärkein tehtävä on varmistaa tuotantoaikataulun ja tuotteiden läpimeno tuotantoprosessissa ja se on tärkeä osa-alue prosessiautomaation yhteydessä. Kun tuotantoprosessi on toimiva ja tuotantotapa pysyy samanlaisena, niin tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus voidaan esittää hyvin yksinkertaisena tapahtumana. Vakaa tuotteiden kysyntä mahdollistaa tuotteiden tasaisen valmistuksen varastoon kysyntää vastaavasti, mikä puolestaan mahdollistaa tasaisen raaka-aineiden virran tuotantoprosessissa. Tehokkaaseen tuotannonohjaukseen vaikuttaa tuotantoprosessista saatava informaatio ja sen läpinäkyvyys koko tuotantoketjussa sekä hyvä varastojen hallinta, ettei ongelmatilanteet aiheuta toimituskatkoksia. Tuotantoketjulta vaaditaan järjestelmällistä organisaatiota ja eri tuotantoprosessissa pitää olla osaavat henkilöt ohjaamassa tuotantoa. Koko tuotantoprosessilta, niin laitteistoilta kuin henkilöstöltäkin vaaditaan joustavuutta, mikä mahdollistaa uusien tuotteiden valmistuksen ja toiminnan muuttuvissa tilanteissa. Mitä hallitumpi tuotantoketju on ja mitä paremmin sitä osataan käyttää, sitä helpompaa tuotantoprosessin tuotannonsuunnittelu ja -ohjaaminen on. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 242–243.)

Tuotannosuunnitteluprosessin sisältö ja kokonaisuus vaihtelee eri toimialojen välillä ja suunnitteluprosesseissa voi olla suuriakin eroavaisuuksia, mutta yleisellä tasolla tuotannosuunnittelun pääelementeistä voi tehdä karkean määrittelyn ja ne voidaan jakaa seuraaviin kolmeen vaihekokonaisuuteen.

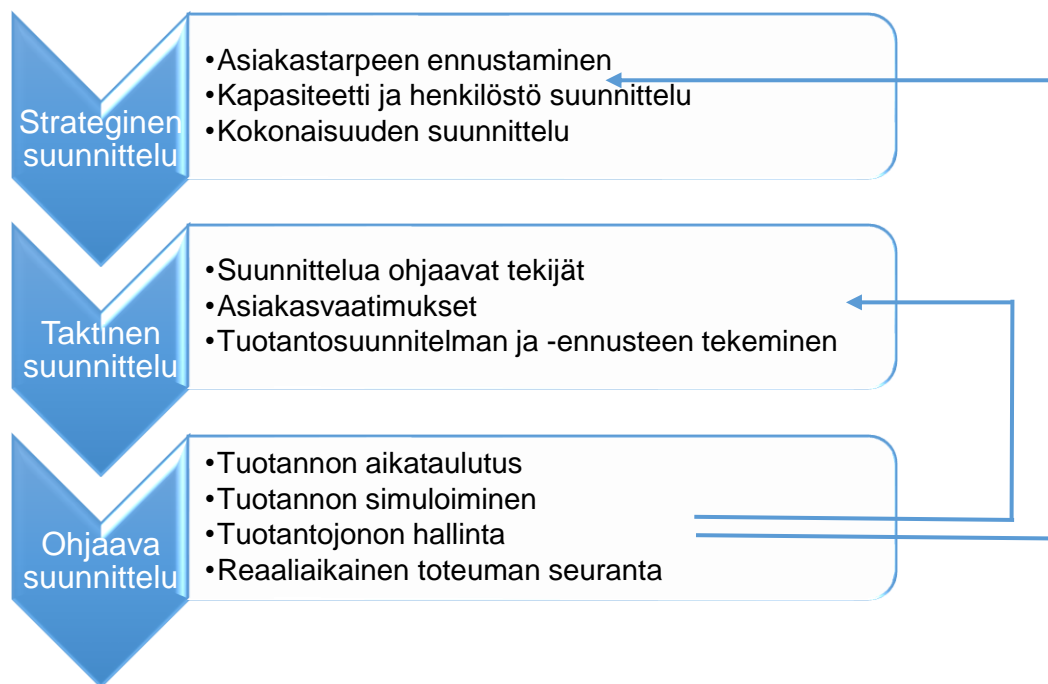
1. Asiakastarpeen ennustaminen ja suunnittelu, jossa asiakasrajapinnasta tuleva kysyntä kootaan tuotantoennusteeksi.
2. Tuotannosuunnittelu, jossa muodostetaan tuotantotilaus ja ennen sitä on huomioitu tuotantoennusteen pohjalta tarpeet materiaaleille ja kapasiteetille.
3. Tuotantotilauksen toteutus, jossa tuotantotilausta vasten kerätään materiaalit ja tehdään tuotannon hienosuunnittelu ja seuranta.

Tuotannosuunnittelun asiakastarpeen hallinta tuotantotilauksiin saakka tapahtuu pääsääntöisesti sähköisissä järjestelmissä. Kysyntä muodostuu ennusteista ja tilauksista, mitä päivitetään aktiivisesti ennakoiden tulevia kausi tai tulevaisuuden vaihteluja. Tuotantoennusteiden perusteella tuotannosuunnittelu muodostaa tuotantotilauksen, jonka kautta voidaan tehdä tarkempaa prosessin osaluokohtaista hienosuunnittelua ja materiaalivarauksia erillisellä hienosuunnitteluyökalulla. (Logistiikanmaailma 2019.)

Tuotannonohjaaminen ja tuotannosuunnittelu on suuressa roolissa tuotantolaitosten ohjaamisessa. Tuotannosuunnittelun tehtävänä on toimia eri tuotantovaiheiden yhdistävänä tekijänä. Tehokkaan tuotannosuunnittelun avulla yritykset saavat lukuisia hyötyjä, kuten resurssien tehokkaan hyödyntämisen ja tuotteita valmistetaan oikea-aikaisesti asiakastarvetta vasten. Tuotteiden läpimenoa saadaan parannettua, mikä mahdollistaa pienemmät varastotasot ja tuotantokulut. Mitä paremmaksi ja optimoidummaksi tuotannosuunnittelu- ja tuotantoprosessi saadaan, saa yritys sitä suuremmat hyödyt ja se on etu myös asiakasrajapinnassa. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 239.)

4.2 Imuohjauksen mukainen tuotannosuunnittelumalli

Hopp & Spearman on mallintanut kirjassa *Factory Physics 2nd edition* LEAN toiminnan mukaisen imuohjauksen suunnitteluprosessia, jossa kuvataan, miten yrityksen koko suunnitteluprosessi etenee asiakastarpeen ennustamisesta läpi koko suunnitteluketjun aina tuotantoon saakka. Suunnitteluketju on jaettu kolmeen eri tasoon ja jokainen taso kuvastaa suunnittelun eri osa-alueita ja aikajänteitä, jotka on esitetty kuvassa 2. (Hopp & Spearman 2000, 433.)



Kuva 2. Yritysten tuotantoketjun tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kolme eri tasoa mukaille kirjaa *Factory Physics* (Hopp & Spearman 2000, 433).

Aswathappa & Shridhara Bhat ovat myöskin kuvanneet kirjassa *Production and operations management* yrityksen eri johtotasojen vastualueet samantyyppisellä jaottelulla, kuten Hopp & Spearman. Edellisessä kappaleessa esitetyt osa-alueet on nimetty Aswathappa & Shridhara Bhat mukaan hieman eri tavalla.

1. Pitkän aikavälin suunnittelu on strategista suunnittelua.
2. Keskipitkän aikavälin suunnittelu on taktista suunnittelua.
3. Lyhyen aikavälin suunnittelu on tuotantoa ohjaavaa suunnittelua.

Strateginen suunnittelu tehdään yrityksen johtotasolla, jossa määritellään koko tuotantoon vaikuttavat linjaukset kuten, mitä tuotteita valmistetaan, miten niitä valmistetaan ja missä valmistus tehdään. Taktinen suunnittelu on tuotantolaitoksen ja keskijohdon vastuulla ja siihen kuuluu muun muassa resurssien suunnittelu, materiaalitoimittajien hankinta ja tuotantokapasiteetin ylläpito. Ohjaavassa suunnittelussa keskitytään lähiajan tuotantotarpeisiin ja niiden täyttämiseen. Ohjaava suunnittelu kuuluu tuotantoprosessien vastaaville ja he varmistavat muun muassa materiaalien riittävyyden ja tuotantoprosessien toiminnan. Myynnin- ja tuotannosuunnittelun tehtävänä on tuottaa niin myynti- ja tuotantoennusteita ylemmän johdon strategisen suunnittelun pohjaksi kuin tehdä tarkkoja lähiajan tuotannosuunnitelmia, jota vasten tuotantoa toteutetaan. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 235–237.)

Pitkän aikavälin suunnittelussa asiakastarvetta vasten tehdään kapasiteettisuunnittelu ja henkilöstösuunnittelu. Kapasiteettisuunnittelussa mietitään, minkälaisia laitteita tarvitaan asiakastarpeen täyttämiseksi. Henkilöstösuunnittelussa mietitään, että minkälaista työvoimaa tarvitaan käyttämään laitteita ja mikä on asiakastarvetta vastaava henkilöstömäärä. Kapasiteetti- ja henkilöstösuunnittelun pohjalta saadaan selville kokonaiskuva, mitkä ovat niin kapasiteetin kuin henkilöstönkin tulevaisuuden tarpeet ja tämän perusteella yritys pystyy ennakkoimaan mahdollisesti muuttuvia tulevaisuuden tuotantotarpeita. Kokonaisuuden suunnittelussa otetaan huomioon mahdolliset muutokset asiakastarpeissa ja siinä huomioidaan myös sesonkien ja lomakausien vaikutukset. Strategisen suunnittelun aikaväli on yleensä useista kuukausista yli vuoteen. Ennusteen todenmukaisuus heikkenee, mitä pidemmästä aikavälistä on kyse, mutta se antaa yritykselle hyvän kuvan tulevaisuuden tarpeista. (Hopp & Spearman 2000, 433–438.)

Keskipitkän aikavälin suunnittelussa täydennetään edeltävän tason suunnitelmaa mahdollisilla oikeilla tilauksilla ja niistä muodostetaan varsinainen tuotantoennuste ja -suunnitelma. Suunnitelman tekoa ohjaavat mahdolliset asiakasvaateet ja suunnittelua ohjaavat tekijät, kuten sovitut toimintatavat tai tuotantoympäristö. Tuotantoympäristön erivaiheissa on erilaisia rajoitteita, jotka vaikuttavat tuotantolinjan läpimenoon ja nämä rajoitteet on oltava huomioituna

tuotantosuunnitelman taustalla. Tässä vaiheessa tuotantoennusteesta saadaan myös materiaaliennuste, jota vasten materiaalitardeet kohdistuvat. (Hopp & Spearman 2000, 439–442.)

Mallin alimmalla tasolla ohjataan edellisen tason suunnitelmia ja valvotaan, miten ne toteutuvat. Aikataulutettu tuotantosuunnitelma toimii tuotannossa ohjaavana tuotantojonona, jota voi joutua muuttamaan tarvittaessa. Jos tuotannossa tulee ongelmia ja aikataulu ei pidä enää paikkaansa, pitäisi operaattorilla olla päätösten teon tueksi työkalu, minkä perusteella aikataulua muutetaan tarvittaessa. Tuotannon seurannasta saadaan mahdollisia signaaleja, kuten tuotantolinjan kapasiteetin muutokset, tuotantoteho ja käytettävyys. Näiden signaalien perusteella tuotantosuunnitelmia muokataan ja ne tarjoavat myös tietoa ylimmän tason kokonaisuuden suunnitteluun. Alimmalla tasolla olisi hyvä olla olemassa myös tuotannon simulointi mahdollisuus. Simuloinnin avulla voidaan selvittää erilaisia tuotannollisia skenaarioita ja näiden perusteella voidaan päätellä, onko niillä vaikutusta normaaliin tuotantoon. (Hopp & Spearman 2000, 443–444.)

Eri kokoisilla toimijoilla on erilaiset tarpeet tuotannon ennustamisen ja -suunnittelun osalta. Mitä monimutkaisempi tuotanto- ja suunnitteluprosessi on, sitä enemmän automatiikka voi tarjota apua suunnitteluun ja tuotantoketjun hallintaan. Koko suunnitteluketjun osalta on tärkeää saada palautetta suunnittelun kriittisistä parametreista ja vaiheista. Tämä mahdollistaa jatkuvan parantamisen, kun saadaan palautetta suunnitteluprosessin toteumasta ja parhaillaan tästä on apua päätösten teossa, niin suunnittelun kuin myös tuotannon toteutumisen osalta. (Hopp & Spearman 2000, 445.)

4.3 Tuotantosuunnitelman visualisointi

Teollisessa internetissä datan tallentaminen ja sen reaaliaikainen analysointi on kaiken lähtökohta. Dataa tallennetaan pilvipalveluihin, joista se on käytettävissä. Valmistavassa teollisuudessa vastaavanlainen ajatus ja toiminta on ollut jo aikaisemmin olemassa ja sitä voidaan kutsua teolliseksi intranetiksi. Yrityksen au-

tomaatiojärjestelmän synnyttämää dataa kerätään paikallisesti ja ohjaus tapahtuu valvomosta käsin. Data on kuitenkin pääsääntöisesti tila- ja laitekohtaista. Sen perusteella voidaan tehdä laitteen ohjauspäätös paikallisesti, mutta dataa ei tallenneta tai hyödynnetä, koska siitä ei ole saatu lisäarvoa prosessin optimointiin. Teollisen internetin kehittymisen myötä myös teollisuuden reaaliaikais-ta dataa voidaan ja pystytään hyödyntämään paremmin muun muassa tuotantokatkosten minimoinnissa tai tuotantoprosessin ja -logistiikan optimoinnissa. (Collin & Saarelainen 2016, 48–49.)

Teollinen internet mahdollistaa tulevaisuudessa valtavan määrän uutta liiketoimintaa ja tuo uusia ulottuvuuksia tuotantoprosessien seuraamiseen. Teollisuudessa jo käytössä ollut tapa on tuoda sensoreiden mittaama tieto valvomon käyttöliittymään. Uuden ulottuvuuden myötä tieto viedään verkkoon, jolloin prosessin etävalvonta mahdollistuu. Seuraava askel otetaan, kun tätä tietoa ruvetaan tallentamaan ja analysoimaan. Tiedon avulla prosessia voidaan optimoida tai palvelun tietoa voidaan myydä asiakkaille. Sovellusten ja kehityksen myötä syntyy älykkäitä tehtaita. Prosessit ovat itseohjautuvia, jolloin tehdas ohjaa tuotantoprosessia tuotantotilasta vasten. Käyttäjä vain valvoo prosessia ja hoitaa tehtävät, johon automaatio ei kykene. Etähallintaa ja optimointia varten tarvitaan kehittyneitä visuaalisia käyttöliittymiä. Operaattori tarvitsee päätöksien tekemisen tueksi tarkan tilannekuvan ohjattavasta prosessista. Datan esittäminen visuaalisessa muodossa on paljon tehokkaampi tapa toimia, kuin datan esittäminen numeroina tai tekstin luettelo- tai taulukkomuotoinen esitystapa. Kun tieto esitetään selkeästi ja helppolukuisesti, on käyttäjän helppo tehdä oikeita johtopäätöksiä prosessin toiminnasta. (Collin & Saarelainen 2016, 61–62, 66.)

4.4 Kehitystoiminnan toteutus

Haasteiden ratkaiseminen vaatii suunnitelmallisuutta, että kehitystoiminta tuottaa tulosta ja sen tavoitteena on laadun, ajan tai kustannustason paraneminen. Kehitystoiminnan aloittamiselle pitää olla ylimmän johdon tuki, että kehittämistyöstä saadaan hyötyä. Ensimmäiseksi pitää tunnistaa ongelma, johon halutaan löytää joko toiminnallinen tai teknillinen parannus. Tämän jälkeen valitaan kehi-

tyskohde. Vaikuttavuuden kannalta on valittava sellainen kehityskohde, joka on lopputuloksen kannalta merkittävin ja soveltuu käytettäviin resursseihin. Kehitystoiminnan eteenpäin viemiseksi tarvitaan erilaisia menetelmiä ja työkaluja, mitkä kehitysryhmän jäsenet valitsevat tilanteen mukaan. Kehittämismenetelmien valintaan vaikuttavat tekijöiden osaamisen lisäksi sekä aikataulu ja tavoite että yrityskulttuuri ja kustannukset. Erilaisten kehitys- ja laatutyökalujen käytössä on huomioitava tulosten väärä analysointi. Menetelmien tulosten tulkinta voi olla hankalaa ja niistä voikin tulkita myös väärää tuloksia, jotka sitten johtavat koko prosessia harhaan. Kehitysprojektin asioista tarvitaankin ristiin tulkintaa ja parhaan tuloksen antavat oikein käytetyt tilastolliset menetelmät. Kehitysprosessin tärkeimpiä asioita onkin syy-seuraus-yhteyden ymmärtäminen, joka mahdollistaa oikeiden menetelmien valinnan kehityskohteen parantamiseksi. (Salomäki 2003, 86–92, 337.)

5 JML3-tuotantosuunnitelman ja tarvittavan muutoksen määrittely

Valion Joensuun tehtaassa meijeriprosessin automaatiouudistuksen myötä meijeriprosessin päänestevirtaa ruvetaan ohjaamaan tuotantosuunnitelman kautta. Tuotannonsuunnittelulle tulee tehtäväksi luoda vuorokausikohtainen ajosuunnitelma päänestevirrälle ja tuotantosuunnitelma pitää viedä uuteen automaatioon. Uuden automaation vaatimus tuotannonsuunnittelulle on kuvattu Valio Joensuun tehtaalla uuden automaation ajotapakuvaukseen. Ajotapakuvauksessa tuotannonsuunnittelu ja tuotantosuunnitelma on nostettu isoon rooliin. Tuotannonsuunnittelun tehtävänä on suunnitella tuotanto niin, että se mahdollistaa juustomaitolinjan JML3-linjan läpivirtauksen. JML3-tuotantosuunnitelman tulee sisältää kaikkien juustomaitolinjalla ajettavien prosessien nestevirrat ja siihen pitää suunnitella myös pesut vaadittuihin kohtiin tai, kun maksimi tuotantoaika on saavutettu ennen pesuaikaa. Tuotantosuunnitelmasta tulee käydä ilmi tuotantoaikojen aloitus- ja lopetusajat sekä, mitä pesuja pestään, milloin ja miten kauan ne kestävät. Tuotantosuunnitelman kautta ohjataan automaatiota ja au-

tomaatio käynnistää tuotantosuunnitelman avulla JML3-tuotantolinjaan kytköksissä olevia ohjelmia ja prosesseja. (Valio Oy Joensuun tehdas 2018, 15–16.)

5.1 JML3-tuotantosuunnitelman määrittely

Opinnäytetyössä pitää luoda uusi tuotantosuunnitelma Valio Joensuun tehtaan juustomaitolinjalle ja tuotantosuunnitelma on pystyttävä siirtämään automaatioon. Tuotantosuunnitelma tehdään 24 tunnin mittaiselle ajanjaksolle. JML3-linjan tuotannolle on annettu noin alkamisaika, joka on kello 13:00. JML3-linjan tuotanto voidaan kuitenkin aloittaa liukuvasti uudelleen, kun edellispäivän tuotanto on päättynyt. JML3-linjan tuotantosuunnitelman pitää sisältää valmistettavat tuotteet ja niihin liittyvät tekijät kuten valmistettava määrä ja tuoteajon kesto, kuin myös tuotannon ylös- ja alasajoon liittyvät toiminnot, joita kutsutaan oheistoiminnoiksi. Oheistoimintoja ovat muun muassa tuotelinjaston pesu, tuoteajon vesityöntö ja tuotantolinjaston ylösajot. Myös oheistoimintojen kesto tulee käydä ilmi tuotantosuunnitelmasta. Tuotannonsuunnittelun tekemä juustomaitolinjan tuotantosuunnitelma siirretään uuteen automaatioon ja tuotantosuunnitelmalla tullaan ohjaamaan automaatiota, jolloin operaattoreiden ei tarvitse normaali tilanteessa itse laskea aikataulua tuotannon etenemiselle.

Valion Joensuun tehtaan meijeriprosessin automaatiouudistuksen myötä tehdään automaatioastetta tullaan viemään huomattavasti pidemmälle, mitä se on nykyään. Ajotapakuvauksen mukaisesti JML3-tuotantosuunnitelmalla tullaan ohjaamaan päänestevirtaprosessia ilman, että operaattori erikseen rytmittää ja käynnistää JML3-linjan tuotannon. Tämä tarkoittaa operaattoreiden työnkuvan muuttumista enemmän automaation valvontaan kuin ohjaukseen. Tällaista työnkuvan muutosta automaation tason noston kautta on kuvattu, palvelukseen halutaan robotti, tekoäly ja tulevaisuuden työelämä kirjassa. Automaation toiminnan edellytys on ohjattavan prosessin mittaustieto. Jos automaation ohjaamat laitteet eivät tiedä prosessin tapahtumia, pitää ihmisen tällöin ohjata prosessia joko fyysisesti tehtävällä työllä tai antamalla järjestelmälle tarvittava tieto. Automaation suurimpia etuja on tasalaatuinen prosessi ja sen toistettavuus. Mitä suurempi ihmisen fyysinen vaikutus on prosessiin, on automaation aste sitä

matalampi. Mitä korkeampi automaation taso on, korostuu ihmisen toiminta vastaavasti enemmän, vaikka järjestelmää ei tarvitse niin paljo ohjatakaan. Ihmisen toiminta siirtyy järjestelmän valvonnan, suunnittelun ja ylläpidon suuntaan, koska ilman tätä korkeakaan automaatioasteen prosessi ei toimi. (Marttinen 2018, 64–65.)

5.2 Kehityshankkeen laajuus ja käytetyt menetelmät

Kehityshankkeessa on kaksi pääkohtaa, jotka vaativat omat selvityksensä ja ratkaisunsa. Ensimmäisenä kohtana pitää selvittää tuotantosuunnitelman siirtoon käytettävän rajapinnan määrittely ja tuotantosuunnitelman rakenne. Toinen kohta, ja laajempi kokonaisuus on JML3-linjan tuotantosuunnitelman luominen sellaiseksi, että tuotannonsuunnittelu pystyy tekemään tuotantosuunnitelman, jolla ohjataan uuden automaation päänestevirtaprosessia. Alla on lueteltu eri vaihteita, mitä kehityshankkeen selvittäminen vaatii:

- Miten määritellään uuden automaation ja tuotantosuunnitelman siirtoon käytettävän MMC:n rajapinta ja siinä siirrettävät tiedot?
- Mitä vaatimuksia uusi automaatio ja sen mukana tulevat muutokset asettavat tuotantosuunnitelmalle?
- Minkälainen tuotantosuunnitelman tulee olla ja, mitä tietoja siinä siirretään?
- Mikä on tuotannonsuunnittelun nykytila juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman osalta?
- Miten tuotannonsuunnittelun työkaluja pitää muokata, että JML3-tuotantosuunnitelma saadaan tehtyä?
- Mitä työtehtäviä operaattoreilta siirtyy pois uuden JML3-tuotantosuunnitelman myötä?
- Mitä ovat operaattoreiden tiedossa olevat ajoparametrit ja miten ne saadaan JML3-tuotantosuunnitelman suunnittelua ohjaaviksi tekijöiksi?
- Miten JML3-linjan tuotantosuunnitelma esitetään operaattoreille?
- Miten toimitaan ongelmatilanteissa ja kuka muuttaa tuotantosuunnitelmaa?

Opinnäytetyön kehitystehtävän tekemisen yhteydessä on käytetty erilaisia ongelman ratkaisumenetelmiä, mitkä esitellään luvun 5.2 alla. Opinnäytetyön kehitystehtävä tehdään noudatellen DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää. Tuotannon suunnittelun nykytilan kuvaukseen on käytetty A3-menetelmää. A3-menetelmän eri vaiheiden työstämiseen on käytetty päiväkirjamenetelmää ja arvovirta-analyysiä. Operaattoreilla olevan JML3-linjan tuotantoon liittyvän tiedon selvittämiseksi on käytetty haastatteluita. MMC:n ja Brokerin välisen rajapinnan määrittelyyn JML3-tuotantosuunnitelman osalta on käytetty yhteistyöpalavereita tilaajan ja toimittajan välillä.

5.2.1 DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä

Lean six sigman mukainen DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä on järjestelmällinen tapa ratkaista erilaisia ongelmia tai parantaa olemassa olevia prosesseja. Sitä käytetään prosessien kehittämiseen ja sen avulla voidaan parantaa esimerkiksi prosessin laatua. Malli tarjoaa hyvän työkalun, jossa yhdistyy projektin hallinta ja järjestelmällinen prosessin läpikäyminen. DMAIC-malli on otettu käyttöön 1980-luvun lopulla ja sen erivaiheet rytmittävät kehitysprojektien läpiviemistä. DMAIC-mallissa on viisi vaihetta, jotka ovat määrittely (Define), mitaus (Measure), analysointi (Analyze), parannus (Improve) ja ohjaus (Control). Tutkittavan kohteen tai prosessin määrittely on DMAIC-mallin ydin. Kehitettävä prosessi pitää pystyä määrittelemään, että sitä voidaan kehittää käyttäen DMAIC-mallia. Muuten kehitettävästä prosessista ei saada luotettavaa dataa, jota voitaisiin analysoida tai mitata ja tällöin prosessia ei pystytä kehittämään luotettavasti. (Basu 2011, 43–45.)

DMAIC-mallin rakenne antaa hyvät työkalut projektin hallintaan. Projektiryhmä määrittelee ja päättää milloin eri vaiheille asetetut vaatimukset on täytetty ja voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (Pyzdek & Keller 2014, 213.) DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmässä on suuri määrä erilaisia työkaluja ja menetelmiä jokaisen eri vaiheen työstämiseen. Näistä mahdollisista malleista voidaan valita tilanteeseen sopivat työkalut tai menetelmät. Eri vaiheet luovat järjestelmällisen tavan kehittää valittua prosessia ja sen avulla voidaan löytää prosessin

suorituskykyä parantavat tekijät, joita voidaan sitten muuttaa tai kehittää. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2019.)

Lean six sigma DMAIC (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2019) aineistossa eri vaiheiden tarkoitukset on osattu tiivistää lyhyesti ja ytimekkäästi. Sen mukaan prosessin parannuksen eri vaiheet kuvataan taulukossa 1.

Taulukko 1. Prosessin parannus DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmän avulla, mukailien Quality Knowhow Karjalaista. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2019).

Määrittely	<ul style="list-style-type: none"> • havainnoin ongelma • määrittele mitä halutaan ratkaista • määrittele tavoite
Mittaus	<ul style="list-style-type: none"> • todenna prosessin alkutilanne • mittaa ja kerää tutkittavan prosessin tila • tarkenna tavoitetta
Analysointi	<ul style="list-style-type: none"> • määrittele syyn ja seurauksen hypoteesi • tunnista prosessin vaikuttavat tekijät • todenna syy-seuraus oletusten paikkansapitävyys
Parannus	<ul style="list-style-type: none"> • kehitä ratkaisu tai suunnitelma ongelmien poistamiseksi • toteuta suunnitelma • standardoi parannettu prosessi • todenna tulokset mittaamalla
Ohjaus	<ul style="list-style-type: none"> • määrittele ja toteuta prosessin ohjaus • korjaa mahdolliset ongelmat, jotka estävät toteutuksen

5.2.2 Tuotannosuunnittelun nykytilan selvitys A3-menetelmää hyödyntäen

Juustomaitolinjalle ei tällä hetkellä ole varsinaisesti omaa tuotantosuunnitelmaa vaan se on sisällytetty pääasiallisen tuotevirran tuotantosuunnitelmaan. JML3-tuotantolinjalla ajetaan useiden eri prosessien tuotevirtoja, joten juustomaitolinjan tuotantosuunnitelmaa varten pitää olla tehtynä kaikkien juustomaitolinjaa käyttävien prosessien tuotantosuunnitelmat. Eri prosessien tuotantosuunnitelmista sitten kootaan JML3-linjan vuorokausikohtainen tuotantosuunnitelma.

Valion Joensuun tehtaalla ei ole kuvattu JML3-linjan tuotantosuunnitelman teko-prosessia kokonaisuudessaan, joten ensimmäisenä pitää selvittää mitä eri vaiheita JML3-linjan tuotantosuunnitelman teko vaatii. Tästä saadaan luotua aikataulua suunnittelulle ja samalla selvitettyä, että mitä kaikkea tuotannosuunnittelu tekee ja mitä operaattorit tekevät. Tuotannosuunnittelun nykytilan selvittämiseen on käytetty sekä A3- että päiväkirjamenetelmää.

A3-ajattelu on Toyotan kehittämä malli ongelman ratkaisuun. Mallin ajatuksena on tuoda ongelma tai kehityskohde kaikkien nähtäville ymmärrettävässä ja yksinkertaisessa muodossa. A3 on nimensä mukaisesti A3-paperin kokoinen ja se sisältää seuraavat vaiheet haluttuun tavoitettiin pääsemiseksi: ongelman taustan, nykytilan, tavoitteen, analyysin, mittaukset, suunnitelman aikataulun ja lopputuloksen seurannan. Mallissa edetään eteenpäin vaiheittain, jolloin A3 pakottaa käymään asiat läpi perusteellisesti ja sen myötä ongelma tai kehityskohde saadaan aukaistua visuaaliseen muotoon. A3 onkin erittäin tehokas menetelmä yritysten kehittämisen työkaluksi. (Shook 2009, 7–11.)

A3-mallin tavoite osassa on käytetty päiväkirjamenetelmää. Päiväkirjamenetelmässä määritellään tavoite, mitä halutaan selvittää ja tehtävänanto annetaan sen tekijälle selkeänä ja helposti täytettävänä taulukkona tai kalenterina. Taulukon täyttämiseksi annetaan tarkat ohjeistukset, jotka opastetaan taulukon täyttäjälle henkilökohtaisesti. Päiväkirja kannattaa suunnitella huolella ja tehdä itse, että se soveltuu tutkittavaan aiheeseen. Jos taulukon täyttäjälle jää liian paljon pohdittavia asioita, kuten miten taulukkoa tulisi täyttää, voi täyttäjän mielenkiinto

taulukon täyttämiseksi kärsiä. Huolella suunnittelussa päiväkirjapohjassa on korostettu oikeat asiat, jolloin täyttäjän ajatus pysyy tutkittavassa asiassa. Päiväkirja käydään sovitun täyttöajan jälkeen läpi täyttäjän kanssa ja päiväkirjan tietoja saadaan täydennettyä kahdenkeskisen haastattelun avulla. Tällöin haastattelijä pyrkii selvittämään tutkittavan asian tärkeimmät kohteet ja saa ymmärryksen, mikä on ollut päiväkirjan täyttäjälle tärkeää juuri siinä kyseisessä asiassa. Päiväkirjamenetelmä soveltuu hyvin kohteisiin, joissa halutaan selvittää muun muassa tutkittavan kohteen arkirutiineja, arvotekijöitä tai tutkittava tieto ei ole helposti saatavilla. (Huotari, Laitakari-Svärd, Laakko & Koskinen 2003, 46–49.)

5.2.3 Operaattoreiden haastattelu nykytilan selvitystä varten

Nykytilanteessa, kun tuotannosuunnittelu on kertonut juustomaitolinjalla ajettavat tuotteet erillisissä tuotantosuunnitelmissa, muodostavat JML3-linjaa ohjaavat operaattorit itse useiden eri prosessien tuotantosuunnitelmista nykyisen JML3-tuotantosuunnitelman. Jokaisella osastolla on omat toimintaohjeensa ja tiedettävät asiat tuotteiden rytmittämisestä juustomaitolinjalle, mutta näitä ei ole nivottu yhteen yhdeksi kokonaisuudeksi, minkä perusteella tuotannosuunnittelu voisi tehdä uuden JML3-tuotantosuunnitelman. Kokonaiskuvan muodostamiseksi juustomaitolinjan tuotannonohjaamisesta, pitää jokaisen osaston tuotevalmistajia haastatella, että ymmärrämme, mitä vaiheita tuotevalmistajat joutuvat tekemään, että yhteiskäsittelyn operaattorit voivat ajaa osastolle vaadittun tuotteen.

Tutkimushaastattelu tapahtuu vuorovaikutussuhteessa toisen henkilön kanssa. Tähän pätee samat oletukset, kuin mihin tahansa muuhunkin keskusteluun. Tällaisia sääntöjä pidetään keskustelunrakenteena ja niitä ovat muun muassa: kysyminen, kuunteleminen, oivalluksien tekeminen ja puheenvuoron ottaminen. Tutkimushaastattelussa on lisäksi erilliset roolit osallistujille. Haastateltavalla on ymmärrys tutkittavasta kohteesta ja haastattelijan tehtävänä on esittää oikeat kysymykset, että tutkittava tieto saadaan selvitettyä. (Ruusuvoori & Tiittula 2005, 22.)

Käyttäjätiedon kerääminen nykyisen automaation ohjaamisesta on tärkeässä roolissa uuden JML3-tuotantosuunnitelman suunnitteluparametrien määrittelyssä. Automaatiomuutos ei vaikuta ajettavien tuotteiden ajojärjestykseen tai ajo-rytmiin, jonka takia myös uuden automaation tuotannonrytmitykseen käy täysin samat periaatteet, mitä nykyisinkin. Käyttäjätiedon keräämisen tavoitteena on luoda yhteinen ajotapa JML3-tuotantolinjalle ja tuotannonsuunnittelijana toimivan henkilön ymmärryksen lisääminen JML3-tuotantosuunnitelmasta. Tutkittavan aiheen tuntemus mahdollistaa tiedon syvällisemmän selvittämisen haastateltavilta henkilöiltä ja kerättävän tiedon oikeellisuuden varmistamiseksi, pitää tietoa selvittää useasta erinähtävästä. (Huotari, ym 2003, 25–26). Opinnäytetyöni nykytilan selvityksessä oma työhistoriani tuotannonsuunnittelussa antaa hyvät lähtökohdat lähteä keräämään tietoa prosessien operaattoreilta.

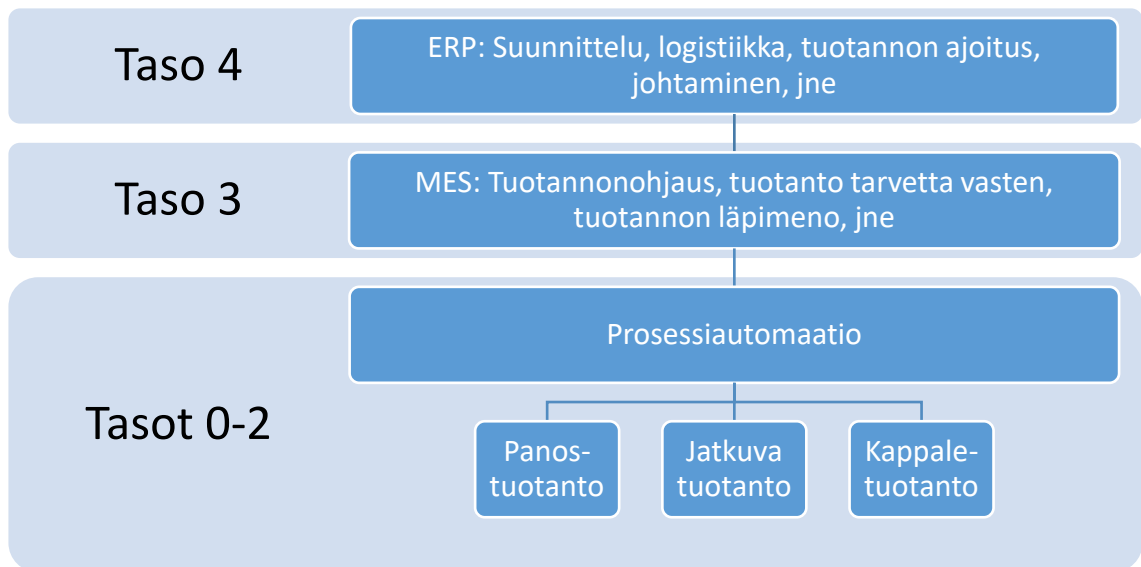
Operaattorien osallistaminen uuden automaation JML3-tuotantosuunnitelman muodostamiseen tukee tulevan automaation omaksumista ja käyttöä operaattoreiden osalta. Henkilöstön monipuolinen mukaan ottaminen ja mitä useamman osaamisalueen henkilöitä määrittelyprosessiin osallistuu, saadaan tutkittavasta aiheesta sitä luotettavampi kuva. Tällöin voidaan puhua käyttäjäkeskeisestä suunnittelusta. Suurimpina hyötyinä operaattoreille tästä on uuden järjestelmän käyttöidean ymmärrys, joka voi näkyä operaattoreiden osalta järjestelmän mielekkäämpänä käyttönä ja työn tehokkaampana ja turvallisempaan suorittamiseen. (Huotari, ym 2003, 18–19.)

Haastattelutuloksien ja muiden käytössä olevien dokumenttien johtopäätösten tekemiselle on kaksi tavoitetta. Pyritään muodostamaan mahdollisimman hyvä ymmärrys ja kuvaus tutkittavan prosessin kulusta. Lisäksi aineistosta voidaan etsiä vastauksia eri tapahtumaketjujen kululle. Haastattelutilanne vaatii tutkijalta etukäteen perehtymistä aihealueeseen ja haastattelijalla voi esittää jatkokysymyksiä tilanteen mukaan. Haastattelijalla voi myös harjoittaa lähdekritiikkiä haastattelutilanteessa ja tarvittaessa korjata tai täsmentää kerrottuja yksityiskohtia. (Alatalo & Åkerman 2010, 372, 379–380.)

5.2.4 Brokerin ja MMC:n rajapinnan määrittely tuotantosuunnitelman siirron osalta

Valion Joensuun tehtaan meijeriprosessin uusi automaatio koostuu useasta eri tasosta. Tuotantosuunnitelma siirretään MMC:n kautta Brokeriin. Broker on web-pohjainen käyttöliittymä, jonka kautta operaattorien on tarkoitus hallita juustomaitolinjan tuotantoa. Tuotantosuunnitelman on tarkoitus toimia ohjaavana tekijänä, mitä operaattorien ei tarvitse muuttaa kuin häiriötilanteissa. MMC:n ja Brokerin välinen rajapinnan määrittely on yksi osa opinnäytetyötäni. Tuotantosuunnitelman siirtoa varten on selvitettävä, mitä sanomarakenteita MMC:n ja Brokerin välillä käytetään ja mitä tietoja sanomissa siirretään.

Valion käyttämä MMC-järjestelmä on laajentunut ja monipuolistunut vuosien myötä, ja siitä onkin rakennettu tuotannonohjauksen taso MES (Manufacturing Execution System), vaikka alun perin se ei ole MMC:n tarkoitus ollutkaan. Tuotannollisten yritysten kuten Joensuun Valion tehtaan automaatio on pyritty rakentamaan toisia järjestelmiä tukevaksi. Yritysten tavoittelema automaatiohierarkia on esitetty kansainvälisessä IEC 62264 standardissa, josta Pyyskänen on kääntänyt oleellisimpia kohtia Suomen automaatioseuran julkaisemaan kirjaan Teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmät. Standardissa IEC 62264 automaatiohierarkia jaetaan neljään eri tasoon, jossa tasolla neljä sijaitsee toiminnanohjausjärjestelmä ERP. Toiminnanohjaustason tavoitteena on Liiketoiminnallinen ohjaus ja tuotannon ajoitus. ERP-tasolta tuotannon tilaukset siirtyvät tasolle 3, jossa sijaitsee tuotannonohjauksentaso MES. Tuotannonohjauksen tasolla tilauksia voidaan optimoida ja järjestellä haluttuun järjestykseen. Tuotannonohjauksentaso on muodostunut käytännön tarpeista automaatiojärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän väliin. MES-taso välittää tietoa automaatioon sellaisena kuin automaatio sen tarvitsee ja vastaavasti automaatiosta on tehty takaisinkytkentä MES-tasolle. Automaatio voi välittää tuotannonohjauksentasolle muun muassa tietoja tuotannon etenemisestä, tuotantomääristä ja laadusta. Standardin IEC 62264 tarkoituksena on luoda yhteinen toimintatapa ja selkeyttää toiminnanohjausjärjestelmätason ja siihen liittyvien tuotannonohjausjärjestelmien välistä tiedonsiirtoa ja järjestelmien yhteensovittamista, mitkä on esitetty kuvassa 3. (Pyysskänen 2013, 25, 183.)



Kuva 3. Automaation ja ohjausjärjestelmien hallinnan hierarkia IEC 62264 standardia mukaillen (Pyyskänen 2013, 185.)

5.3 JML3-tuotantosuunnitelma uuden automaation ohjaamista varten

Meijeriprosessin uudistettavan automaation tärkein tavoite on ohjata päänestevirtaa tuotantosuunnitelman kautta. Päänestevirta eri prosesseille kulkee juustomaitolinjan kautta, mille pitää saada tehtyä optimoitu tuotantosuunnitelma. Automaation tavoitetila vaatii JML3-tuotantosuunnitelmalta, ja tuotannonsuunnittelulta nykyistä enemmän sekä työtä että osaamista. Samalla juustomaitolinjaa ohjaavien operaattoreiden työnkuva helpottuu, koska heille tulee valmis tuotantosuunnitelma, jonka etenemistä seurataan valvomosta käsin. Tuotantosuunnitelma tulee ohjaamaan koko prosessia, joten tuotantosuunnitelman oikeellisuus ja vaatimus muutoksen tekemisen vasteajasta kasvaa merkittävästi. Nykyisin eri prosessien tuotannonsuunnittelu tehdään Excel-taulukoissa, jotka on tehty tuotannonsuunnittelun toimesta prosessikohtaiseksi. Uutta JML3-tuotantosuunnitelmaa ei pystytä toteuttamaan Excelissä ainakaan tehtaan omana työnä. Automaation ohjaaminen tuotantosuunnitelmalla vaatii kehittyntä tekniikka tuotantosuunnitelman hallintaan ja optimointiin, että saavutetaan parasmahdollinen läpimeno suunnitellulle tuoterepertuaarille. Tuotantosuunnitelman visuaalinen esittäminen, ja läpinäkyvyys prosessissa on myös tärkeässä osassa, että operaattorit ja tuotannonsuunnittelu pystyvät reagoi-

maan mahdollisimman nopeasti ja oikea-aikaisesti mahdollisiin ongelmiin tuotantoprosessissa.

Tuotannonohjaus ja sen kehittäminen on noussut 2000-luvulla tärkeään rooliin valmistavassa teollisuudessa ja sen myötä markkinoilta löytyy suuri määrä yrityksiä, jotka ovat kehittäneet ohjelmistoja ja työkaluja tuotannon hienosuunnittelua varten. Markkinoilla olevien työkalujen avulla tuotantosuunnitelma saadaan visuaaliseen muotoon ja sitä pystytään muuttamaan helposti raahaamalla suunniteltuja tuotteita eri kohtiin suunnittelujanalla, kuten SW-Development Oy:n SWD^{PES}-ratkaisussa. SWD pystyy toteuttamaan koko luvussa 5.3.4 kuvattun tuotantoketjun hallinnan. (SWD, 2020.) Rauhala yhtiöt Oy on vienyt vastaanlaisen palvelun hieman pidemmälle ja he käyttävät tuotantosuunnitelman optimoimiseen tekoälyä. Rauhalan Skyplanner-ohjelmisto toimii pilvipalveluna, joten suunnittelu ei ole paikkaan sidottua. Tekoälyn käyttö kertoo tuotannon-suunnittelijalle optimoidun tuotantosuunnitelman nopeasti ja tuotantosuunnitelma on visuaalinen ja läpinäkyvä. (Mäntylä, Rauhala Oy, 2019.)

Valion Joensuun tehtaan tavoittelemalla tilalla jatkuvatoimisen nestevirtaprosessin ohjaamisesta tuotantosuunnitelman mukaan on suuri merkitys operaattoreiden työnkuvaan. Työtehtävien fyysinen tekeminen vähenee, mutta samalla työn henkinen rasittavuus kasvaa. Työntekijöiden osaamistason pitää nousta, mikä pitää kyetä ottamaan huomioon päivittäisessä johtamisessa, koska valvomossa operaattorit toimivat tuotantoprosessin johtajina. Tätä muuttuvaa johtamistilannetta Pentti Sydänmaalakka on kuvannut kirjassaan tulevaisuuden johtaminen 2020. Sydänmaalakka puhuu älykkäästä johtamisesta, missä tärkeitä elementtejä ovat avoimuus, läpinäkyvyys ja itseohjautuvuus. Avoimuuden myötä saatavilla oleva tieto jaetaan sitä tarvitseville. Läpinäkyvyyden kautta johtaminen on kaikkien vastuulla ja se ei ole pelkästään esimiehen tehtävä. Itseohjautuvuus tarkoittaa työntekijälle päätösten tekemistä ja tilanteiden johtamista, mikä on perinteisesti kuulunut enemmänkin esimiehen tehtäviin. Älykkäässä johtamisessa yhdistyy useita eri johtamisen tasoja, jolloin työntekijät ja johtajat lähestyvät jaettua johtajuutta. Jaetussa johtajuudessa toimitaan tasavertaisemmassa suhteessa kuin perinteinen esimies alainen suhde on. (Sydänmaalakka 2014, 32, 39–41.)

6 JML3 -tuotantosuunnitelman ja uuden automaation yhdistämiseen tarvittava mittaustieto

DMAIC-ongelmanratkaisumenettelyn seuraava vaihe on kehitettävien kohteiden mittaaminen (Measure). Mittausvaiheessa tunnistetaan ongelman aiheuttajat ja kerätään kehitettävän prosessin määrittämisessä tarvittava data. (Quality Know-how Karjalainen Oy 2019).

6.1 Tuotannosuunnittelun nykytilan selvitys JML3-tuotantosuunnitelman osalta

Tuotannosuunnittelun nykytilan selvitys on toteutettu käyttämällä A3-raporttia, joka on opinnäytetyössä liitteenä 1. A3-raportin avulla kehityskohteen selvitystyön pystyy tekemään järjestelmällisesti. Selvitys on tehty yhteistyössä tuotannosuunnittelun sekä tuotannon operaattoreiden kanssa. Tuotannosuunnittelun osalta on toteutettu kahden viikon seurantajakso päiväkirja menetelmällä, minkä aikana kaikki JML3-tuotantosuunnitelmaan tehdyt vaiheet on kirjattu päiväkohtaisesti vaiheittain ylös. Tämän pohjalta saadulle tiedolle on tehty arvovirta-analyysi, jonka tuloksena on saatu selville kaikkein työläimmät ja aikaa vievimmat työvaiheet juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman tekemisessä.

A3-raportin aiheeksi tuli JML3-juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman tekovaiheiden ja keston selvittäminen. A3-raportin etenemismallin mukaisesti ensimmäisenä määriteltiin kehityshankkeen taustatiedot, jotka tässä tapauksessa tulivat uuden automaation ohjaamiseen asetetuista tavoitteista. Että juustomaitolinjalle voidaan tehdä uusi, automaatioprojektin vaatimusten mukainen tuotantosuunnitelma, pitää selvittää, miten nykyinen juustomaitolinjan tuotantosuunnitelma tehdään ja kuinka paljon sen tekeminen vie aikaa.

Seuraavassa vaiheessa kuvattiin juustomaitolinjan tuotantosuunnitelmaan liittyvät prosessit vaiheittain. Juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman tekeminen vaatii useita eri työvaiheita ja tietoa pitää kerätä useasta eri prosessista. Nykytilan perusteella tuotantosuunnitelmaan tulevien tietojen kokoaminen tapahtuu

pitkin kalenteriviikkoa ja lopputuloksena saadaan aikaiseksi tuotantosuunnitelma, jota juustomaitolinjan operaattorit täydentävät omalta osaltaan.

6.1.1 JML3-tuotantosuunnitelmaan suunnitteluun käytetty aika työläimmät työvaiheet

Tuotannosuunnittelun tekemää juustomaitolinjan ajosuunnitelman nykytilanselvitystä varten on luotupäiväkohtainen taulukko, johon tuotannosuunnittelija merkitsee kaikki vaadittavat työvaiheet ja niiden kestot JML3-tuotantosuunnitelman valmiiksi saattamista varten. Seuranta suoritettiin kahden viikon pituiselta ajanjaksolta maaliskuussa 2019. Seurannan tuloksena saatiin luotua aikataulu JML3-tuotantosuunnitelman tekemisestä. Aikataulu sisältää kaikki työvaiheet ja niiden kestot, jotka on oltava tehtynä, että seuraavan viikon JML3-tuotantosuunnitelma saadaan luotua päiväkohtaisesti. Aikataulusta käy ilmi, että erillisiä työvaiheita on yhteensä 28 kappaletta ja niiden tekemiseen käytetty työaika oli 22 tuntia ja 15 minuuttia. Tarkempi erittely työvaiheista löytyy liitteestä 2.

JML3-tuotantosuunnitelmaan liittyviä työvaiheita kertyi paljon ja monet niistä olivat ajallisesti saman pituisia. Suoraan työvaiheiden keston perusteella ei voinut määrittellä, että mitkä työvaiheet ovat eniten aikaa vieviä ja työläimpiä tehtäviä. A3-raportin juurisyysanalyysi vaiheessa on juustomaitolinjan tuotannosuunnittelun työvaiheet laitettu arvojärjestykseen käyttämällä arvovirta-analyysiä. Arvovirta-analyysin tuloksena on saatu selville kaikkein työläimmät ja aikaa vievimmat työvaiheet, jotka löytyvät liitteestä 3.

Arvovirta-analyysi tehtiin yhdessä tuotannosuunnittelijan kanssa. Tässä analyysissä annoimme jokaiselle työtehtävälle painoarvot kahdelle eri osa-alueelle. Ensimmäisenä arvioitiin työvaiheen työnkesto painoarvolla 1-10. Arvioinnille määriteltiin seuraavat kriteerit:

- 1 = työtehtävä vie vähän aikaa tai on helppo tehdä.
- 10 = työtehtävä vie paljon aikaa tai on hankala tehdä.

Näin saimme arvioitua työtehtävän kestot. Jos tehtävä oli helppo tehdä, mutta se vei aikaa, on painoarvo isompi, mitä tehtävälle, joka on helppo tehdä ja vie vähän aikaa. Toisena osa-alueena arvioitiin työvaiheen toistuvuus, ja onko työvaiheessa käsin tehtäviä tiedon siirtoja järjestelmien tai tiedostojen välillä. Työtehtävät arvioitiin käyttäen painoarvoja 1,5 ja 10. Arvioinnille määritettiin seuraavat kriteerit:

- 1 = työtehtävä tehdään kerran.
- 5 = työtehtävän vaihe tehdään vähintään kahdesti, mutta ei siirretä suunniteltua tietoa toiseen järjestelmään.
- 10 = työtehtävän vaihe tehdään vähintään kahdesti ja suunniteltu tieto siirretään käsin johonkin toiseen järjestelmään.

Näiden kahden osa-alueen pisteet kerrottiin keskenään työvaiheittain, minkä kautta saatiin selvä piste-ero eri työtehtävien välille. Analyysin perusteella juustolan tuotannonsuunnittelun tekeminen, ja sen tietojen siirtäminen eri prosessien hyödynnettäväksi oli selvästi kaikkein työläin ja aikaa vievin prosessi juustomaitolinjan tuotannonsuunnittelun valmiiksi saattamisessa. Näitä työvaiheita oli kaiken kaikkiaan viisi kappaletta ja niihin käytetty työaika oli kahdeksan tuntia, joka on 36 % kaikkien työvaiheiden kestosta.

6.1.2 Juustomaitolinjaan liittyvien vaiheiden nykytilan prosessikuvaus

Edellisten vaiheiden pohjalta saatiin selville työläimmät työvaiheet juustomaitolinjan tuotannonsuunnittelussa. Näiden pohjalta tehtiin A3-mallin ratkaisuehdotusta varten nykytilan mukainen prosessikuvaus juustomaitolinjan tuotannonsuunnittelun vaiheista ja eri vaiheiden välillä tehtävistä tietojen siirrosta (liite 4). A3-mallin ratkaisuehdotus osioissa on esitetty tuotannonsuunnittelun kannalta työläimmät eli juustolan tuotannonsuunnitteluun liittyvät vaiheet. Liitteen 4 prosessikuvauksessa on esitetty kaikki erilliset työvaiheet, mitkä joudutaan suorittamaan nykyistä juustomaitolinjan vuorokausikohtaista tuotantosunnitelmaa tehdessä. Prosessikuvaksesta kävi ilmi, että nykyistä juustomaitolinjan tuotantosunnitelmaa varten joudutaan tekemään 25 erillistä käsin tehtävää työvaihetta, joista osan tekee tuotannonsuunnittelija ja osan eri prosessien operaattorit.

6.2 Operaattorien toimet JML3-tuotantosuunnitelman ajoa varten

Kaikille JML3-tuotantolinjaan kytköksissä oleville eri tuotanto-osastojen operaattoreille on suoritettu haastatteluja, joissa on avoimelta keskustelupohjalta haettu vastauksia, mitä operaattorit joutuvat tekemään, että juustomaitolinjan nykyisen tuotantosuunnitelman mukainen tuotanto voidaan toteuttaa. Haastattelujen perusteella on saatu tehtyä kirjallinen dokumentti eri prosessien ja operaattoreiden työvaiheista juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman muodostamista varten, että eri prosessit saavat tarvitsemansa raaka-aineen. Nämä operaattorien tekemät vaiheet raaka-aineen tilausta varten on saatava JML3-tuotantosuunnitelmaan ja niitä ei ole vielä Valion Joensuun tehtaassa nykyisessä tuotantosuunnitelmassa valmiina.

Tuotannosuunnittelun tekemä juustolan päiväkohtainen ajosuunnitelma on samalla myös nykyinen juustomaitolinjan ajosuunnitelma. Ajosuunnitelmassa on näkyvillä muut juustomaitolinjalla ajettavat tuotteet ja niiden oletus määrät ennen juustolan tuotantoa. Juustolan ja JML3:n yhteisessä päiväkohtaisesta ajosuunnitelmassa on seuraavat tiedot:

- valmistettavien tuotteiden nimet ja nimike numerot
- valmistettavien tuotteiden ajojärjestys juustolan osalta
- juustolan osalta valmistettavien tuotteiden kattilamäärät
- muiden prosessien tarvitsemat oletus maito- tai kermamäärät
- valmistettavien tuotteiden oletusajat tuotannon alkamiselle ja päättymiselle
- juustolan tuotannon oletettu alkamisaika
- juustolan tuotannon välissä tehtävät välityhjennykset.

6.3 Brokerin ja MMC:n rajapinnan määrittely tuotantosuunnitelman osalta

Broker on web-pohjainen käyttöliittymä, jonka kautta uutta automaatiota tullaan suurelta osin ohjaamaan. Brokeriin joko viedään tai siellä muodostetaan tarvittavat ajosuunnitelmat pesuineen. Nämä ajettavat tuotteet tullaan liittämään Bro-

kerissa tuoteresepteihin, joiden ylläpito tapahtuu MMC:ssä. Brokerista valmistettavan nimikkeen tiedot lähetetään automaatiolle, joka sitten ohjaa tuotevirtaa prosesseissa. Brokerin ja MMC:n rajapinnan määrittely tuotantosuunnitelman siirtoa varten on toteutettu yhteistyöpalaverina automaation tilaajan Valion Joensuun tehtaan määrittelemän projektiorganisaation ja automaation toimittajan Insta Oy:n projektiorganisaation kanssa. Aihetta on työstyetty Skype-palaverissa huhtikuun-toukokuun 2019 aikana. Palaverien myötä saatiin muodostettua määrittelydokumentti tuotantosuunnitelmaan tarvittavista tiedoista ja niiden siirrosta tuotantosuunnitelmasta MMC:lle, josta ne välitetään Brokeriin. Alkuperäisenmäärittelyn jälkeen määrittelydokumenttia on jouduttu päivittämään tarkentuneilla tiedoilla syksyn 2019 aikana. Määrittelydokumentista on tehty tiivistelmä opinnäytetyötä varten ja se on opinnäytetyössä liitteenä 5.

Uuteen JML3-tuotantosuunnitelmaan pitää sisällyttää parametrit niin valmistettavista nimikkeistä kuin tuotteisiin liittyvistä oheistoiminnoista. Tuotteeseen liittyviä parametrejä ovat tuotantopäivä, tuotantolinja, ajon järjestysnumero, tuotteen nimike numero, tuotteen nimi, suunniteltu tuotantomäärä, suunnitellun tuotannon alkamisaika, suunnitellun tuotannon loppumisaika ja tuotteen prosessitilaus. JML3-tuotantosuunnitelmaan suunniteltavia oheistoimintoja ovat vastavasti tuotannon ylös ajoaika ennen tuotannon aloitusta, vesityönnöt eri kohteisiin, pesut ja tuotannon ylös ajoaika pesun jälkeen. Näiden oheistoimintojen lisääntymisen myötä tuotannonsuunnittelulle jää iso vastuu ja suuri määrä laskettavaa ja pääteltävää dataa, että JML3-tuotantosuunnitelmasta saadaan tehtyä sellainen, että siinä on huomioitu kaikki tarvittavat tuotantoajat oheistoimintoihin.

7 Nykytilan kuvauksen analysointi ja kehitettävät kohteet

Tuotannonsuunnittelun nykytilan kuvauksen kautta tehdyssä prosessikuvauksessa JML3-tuotantosuunnitelman tekemisen vaiheista kävi ilmi, että käsin tehtäviä työvaiheita on todella paljon. Sekä tuotannonsuunnittelija että operaattori joutuvat tekemään paljon erillisiä työvaiheita, jotta JML3-tuotantosuunnitelmaan

saadaan kaikki tarvittavat tiedot. Arvovirta-analyysin avulla saatiin selville tuotannosuunnittelun osalta kaikkein työläimmät työvaiheet JML3-tuotantosuunnitelmaa tehdessä, mitkä kaikki liittyivät juustolan tuotantosuunnitelman tekemiseen. Uuden automaation tavoitetilana on ohjata automaatiota JML3-tuotantosuunnitelman kautta. Tuotantosuunnitelman tekoprosessia pitää saada virtaviivaistettua ja käsin tehtävien työvaiheiden määrää pitää vähentää merkittävästi, että tuotannosuunnittelija pystyy tarvittaessa tekemään muutoksen tuotantosuunnitelmaan riittävän nopeasti.

Nykyisen JML3-tuotantosuunnitelman ovat koostaneet kyseisen tuotantolinjan operaattorit. Operaattorit ovat saaneet tuotannosuunnittelulta alustavan tuotantosuunnitelman, jota operaattorit ovat täydentäneet tarvittavilla tiedoilla eri lähteistä koostettujen tietojen pohjalta. Tätä varten kaikkien juustomaitolinjaan kytköksissä olevien prosessien operaattoreilta on selvitetty kaikki työvaiheet, jotka liittyvät juustomaitolinjan tuotteiden ajoon.

MMC:n ja Brokerin rajapinnan määrittelyn kautta tiedetään, että mitä sanomia tuotetietojen ja oheistoimintojen siirtämiseksi tarvitaan. Samassa yhteydessä saatiin selvitettyä tarvittavat parametrit liittyen tuotteiden ja oheistoimintojen siirtoon tuotantosuunnitelmasta aina Brokeriin saakka.

7.1 Juustomaitolinjan nykyisen tuotantosuunnitelman kehityskohteet

Nykyinen juustomaitolinjan tuotantosuunnitelma on enemmän juustolan kuin juustomaitolinjan tuotantosuunnitelma. Nykyinen JML3-tuotantosuunnitelma on todella puutteellinen uuden automaation tarpeeseen nähden. Tuotantosuunnitelmasta näkee juustolan tuotantoaikataulun ajojärjestyksineen, mutta ei juustomaitolinjalla ajettavien tuotteiden oikeita määriä, oikeita nimikenumeroita, nimikkeiden todellisia alkamisaikoja ja tuotteiden ajojärjestys on todellinen ainoastaan juustolaan menevien tuotteiden osalta. Nämä suunnittelutiedot on saatava vastaamaan uuden automaation vaatimuksia tuotantosuunnitelman tarkkuudesta. Yllämainittujen tietojen lisäksi uudessa JML3-tuotantosuunnitelmassa tulee olla mukana tuotteiden ajoon vaikuttavat juusto-

maitolinjan oheistoiminnot, joita olivat tuotantolinjan ylös ajot, vesityönnöt ja pesut.

Tulevan automaation tavoitetilassa juustomaitolinjan tuotantoa ja siihen kuuluvia alaprosesseja tahdistetaan JML3-tuotantosuunnitelman perusteella. Nykyisin juustomaitolinjan ohjaukseen vaikuttavat kaikki työvuorossa olevat operaattorit. Yhteiskäsittelyn ja juustolan operaattorit sopivat keskenään juustomaitolinjan tuotteiden ajojärjestyksistä, tuotannon aloitusajoista ja sopivista pesutauoista. Uudessa automaatiossa nämä kaikki tiedot pitää sisällyttää valmiiseen JML3-tuotantosuunnitelmaan. Tätä varten JML3-tuotantosuunnitelmaan tarvitaan kaikki reunaehdot, miten juustomaitolinjan tuotantoa ohjataan. Tämän lisäksi uuteen JML3-tuotantosuunnitelmaan tarvitaan kaikkien eri prosessien tarvitsemat raaka-aine määrät liukuvan vuorokauden ajalta. Näiden tietojen pohjalta tuotannonsuunnittelija muodostaa JML3-tuotantosuunnitelman, jossa on huomioitu tuotteiden aloitus- ja lopetusajat, määrät ja juustomaitolinjalle tehtävät pesut. Näiden tietojen lisäksi tuotantosuunnitelmassa tulee kertoa juustomaitolinjalla ajettaviin tuotteisiin liittyvät oheistoiminnot, jotka rytmittävät tuotannon ylös- ja alasajoa.

Tuotannonsuunnittelijalta ei odoteta yhtä hyvää tuotantoprosessin tuntemusta, mitä tuotantoprosessia ohjaavilta operaattoreilta. Juustomaitolinjan tuotannon ohjaaminen vaatii paljon yksityiskohtaista osaamista tuotteista ja eri prosessien välisistä yhteisvaikutuksista. Optimoidussa JML3-tuotantosuunnitelmassa on taustalla paljon yksityiskohtaista tietoa tuotteiden valmistamiseen ja pesujen rytmittämiseen liittyen. Tästä syystä tuotannonsuunnittelija ei pysty tekemään uutta JML3-tuotantosuunnitelmaa pelkästään omaan tietoonsa ja osaamiseensa perustuen vaan hän tarvitsee suunnittelutyökalun, jossa näitä asioita on jo valmiiksi huomioitu.

Nykyinen juustolan tuotantosuunnitelman tekeminen vie paljon työaika, ja JML3-tuotantosuunnitelman nimikkeet ja niihin liittyvät tiedot tulevat pääosin juuri juustolan tuotantosuunnitelmasta. JML3-tuotantosuunnitelman tekeminen tulee tuotannonsuunnittelulle uutena kokonaisuutena, eikä sen muokkaaminen saa kestää liian kauaa, että häiriötilanteissa JML3-tuotantosuunnitelma saa-

daan päivitettyä kohtuullisessa ajassa. Tämä ei onnistu, ellei juustolan tuotanto-suunnitelman tekovaiheita virtaviivaisteta ja poisteta turhia tietojen siirtoja erillisten suunnittelu Exceleiden väliltä.

7.2 Operaattoreiden tieto JML3-ohjauksesta tuotannosuunnittelun käyttöön

Operaattorien haastattelujen perusteella saadut tiedot esitellään opinnäytetyössä tiivistettynä tässä luvussa. Tiivistelmästä käy ilmi nykyiset operaattoreiden tekemät tehtävät juustomaitolinjan tuotannosuunnitelman täyttämiseksi. Juustomaitolinjan nykyisessä suunnitelmassa olevien tietojen lisäksi yhteiskäsittelyn tuotevalmistaja tarvitsee seuraavat tiedot, että hän pystyy aloittamaan uuden tuotantopäivän JML3-linjalla.

- Tuorejuustoprosessin tarvitseman tarkan raaka-aine määrän, joka saadaan tuorejuustoprosessin henkilöstön erikseen Word-lomakkeelle tekemästä raaka-aine tilauksesta.
- Kotijuustolle ajettavan tarkan raaka-aine määrän, jonka Kotijuuston henkilöstö ilmoittaa aamupäivällä ennen raaka-aineen siirtoa.
- Luomumaitopohjaan vakioitavan luomumaidon tarkan määrän ja valmistusajankohdan, jonka heran ja jauheen henkilöstö laskee erillisellä reseptilaskurilla.
- Juustolaan ajettavan juustomaidon nimikenumerot, nimikkeiden tarkat ajomäärät ja ajojärjestyksen, mitkä juustolan tuotevalmistaja on syöttänyt MMC:lle.
- Juustolan tuotantopäivän ensimmäisen tuotteen maidon ajon aloitushetken, joka saadaan juustolan tuotevalmistajalta.
- Juustolan tuotannon välityhjennykset, jotka saadaan selville yhteiskäsittelyn ja juustolan operaattorien välisestä puhelinkeskustelusta.
- Juustomaitolinjan pesusuunnitelma tehdään yhteistyössä yhteiskäsittelyn ja juustolan operaattorin kesken, mihin vaikuttaa juustomaitolinjalla ajossa olevien tuotteiden ajo- ja valmistusmäärät.

Yhteiskäsittelyn operaattori muodostaa näiden tietojen pohjalta nykyisen juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman. Tuotantosuunnitelman ajot voidaan toteuttaa eri järjestyksissä ja operaattorit päättävät tämän ajojärjestyksen tiettyjen reunaehtojen ja rajoitteiden sisällä. Tärkeimmät huomioitavat seikat ovat luomutuotteiden ajot tuotantopäivän ensimmäisinä tuotteina sekä juustomaitolinjan maksimi tuotantoaika ennen tarvittavia pesuja. Yhteiskäsittelyn operaattorien keräämät tiedot juustomaitolinjan tuotantosuunnitelmaa varten pitää siirtää tuotannonsuunnittelun tekemään JML3-tuotantosuunnitelman sisälle ja nämä tiedot ovat jatkossa tuotannonsuunnittelijan vastuulla. Tämä muutos helpottaa jatkossa operaattorien työtä, kun he siirtyvät ohjaamaan uutta automaatiota.

7.3 Brokerin ja MMC:n sanomamäärittelyt

MMC:n ja Brokerin välisen rajapinnan määrittelyssä saatiin selville tuotantosuunnitelman tuotetietojen siirtoon käytettävä sanomatyyppi, joka on SUU-sanoma. SUU-sanoma on jo aikaisemmin Valiossa määritelty sanomatyyppi ja sitä käytetään tuotetietojen siirtoon MMC:ltä automaatioon. Määrittelyvaiheessa selvisi myös, ettei Valiossa ole aikaisemmin tehty vastaavanlaista ratkaisua tuotteiden välissä olevien oheistoimintojen siirtämisestä automaatioon. SUU-sanoma ei käy sellaisenaan oheistoimintojen siirtoon, koska tällöin oheistoimintoja pitäisi käsitellä nimike tasolla, kuten valmistettavia tuotteitakin. Tämän takia Valion MMC:stä vastaava henkilö yhdessä MMC-toimittajan kanssa määrittelivät uuden OTO-sanoman kesän 2019 aikana, joka on tarkoitettu oheistoimintojen tiedon siirtämiseen. Molemmat sanomatypit lähetetään MMC:ltä välityspalvelimelle, josta ne siirtyvät Brokeriin. Näiden sanomien perusteella Brokeriin muodostetaan tuotannonsuunnittelun tekemää suunnitelmaa vastaava ajojärjestys, jossa on huomioitu tuotteiden ajojen lisäksi tuotteiden väliin tulevat oheistoiminnot.

JML3-tuotantolinjan pesut suunnitellaan tuotannonsuunnittelun toimesta tuotannon väleihin ja pesu tieto välitetään Brokeriin oheistoimintona, jossa se liitetään haluttuun pesureseptiin. Pesuresepteillä on oma yksilöity pesutunnus, joka pitää liittää suunniteltuun pesuun tuotantosuunnitelmassa, että pesu yhdistyy halut-

tuun pesureseptiin. Tuotantosuunnitelman tiedot siirretään MMC:lle erillisenä tekstitiedostona (liite 7) MMC:lle siirrettävään tekstitiedostoon lisätään uusi toimintorivi, joka on pesutunnus. JML3-tuotantosuunnitelmassa on ylläpidettävä suunniteltavien pesujen pesutunnukset ja ne siirretään uuteen automaatioon tuotantosuunnitelman mukana.

Sekä tuotteeseen että oheistoimintoihin liittyvät tiedot ja ajoihin vaikuttavat reunaehdot pitää saada sisällytettyä tuotantosuunnitelman sisälle, että tuotannosuunnittelija pystyy toteuttamaan optimaalisen tuotantosuunnitelman JML3-tuotantolinjalle. Tuotannosuunnittelijan tuntemus prosessista ei luonnollisesti-kaan voi olla yhtä suuri mitä prosessia ohjaavien operaattoreiden, joten reuna-ehdojen päättelyä pitää saada automatisoitua.

Joensuun Valiolla ei ole aikaisemmin käytössä olleissa tuotantosuunnitelmien siirroissa viety suunnitellun nimikkeen prosessitilausnumeroa MMC:lle. Prosessitilaus on saatu kytkettyä MMC:llä ajoon automaattisesti, kun samaa tuotetta ei ole ajettu kahdesti saman vuorokauden aikana. Juustomaitolinjan tuotannon alkamisaika aiheuttaa sen, että sama tuote voi olla ajossa kahteen kertaan saman vuorokauden aikana. Tällöin MMC:llä tehty päättely nimikenumeron ja valmistuspäivän kautta ei mahdollista automaattista prosessitilauksen liittämistä suunnitellun tuotteen ajoon. Tämän takia valmistettavan nimikkeen prosessitilaus pitää kytkeä nimikkeeseen jo tuotantosuunnitelmassa.

8 JML3-tuotantosuunnitelma uutta automaatiota varten

Uuden automaation ja sen ohjauksen myötä tulee JML3-tuotantosuunnitelmalle vaatimuksia, joita ei nykyisessä tuotannosuunnittelussa ole huomioitu. Automaation vaatimusten, ja tuotannosuunnittelun nykytilan selvityksen kautta on saatu tehtyä etenemissuunnitelma tuotannosuunnittelun kehittämiseksi. Tuotannosuunnittelun kehittämisessä keskitytään automaation kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin, joita ovat juustolan suunnittelun virtaviivaistaminen ja JML3-tuotantosuunnitelman tekeminen.

8.1 Tuotannosuunnittelun Exceleiden muokkaaminen

Juustonvalmistukseen liittyvien vaiheiden prosessikuvaus ja esitys tarvittavista muutoksista vietiin meijeriprosessin automaatioprojektin suunnitteluryhmään kesäkuussa 2019. Esitykseen oli koottu kolme erillistä vaihtoehtoa tuotannosuunnitteluprosessin mahdollisista muutosvaihtoehdoista. Suunnitteluryhmässä verrattiin juustomaitolinjan tuotantosuunnitelman tekoprosessin nykytilaa automaation määrittelyssä asetettua tavoitetta vasten. Vaihtoehto yksi oli, että jatketaan nykyisellä suunnittelutavalla, mutta tämä ei ole mahdollista jo pelkästään sen takia, ettei nykyisellä juustomaitolinjan tuotantosuunnitelma pystytä ohjaamaan uutta automaatiota.

Vaihtoehto kaksi on, että nykyisiä tuotantosuunnitelma Excel-tiedostoja muokataan, niiden välillä käsin tehtäviä tiedonsiirtoja pyritään vähentämään ja tehdään uusi JML3-tuotantosuunnitelma. Tämä on minimivaatimus, että uuteen automaatioon saadaan vietyä tuotantosuunnitelma, jolla juustomaitolinjan tuotantoa pystytään ohjaamaan. Vaihtoehto kaksi ei kuitenkaan tue automaatioprojektin tavoitetta, jonka mukaan tuotantosuunnitelmassa on optimoitu tuotannon ja pesujen välinen suhde, mikä mahdollistaen optimaalisen läpimenon juustomaitolinjalle.

Vaihtoehto kolmen myötä tuotannosuunnittelu työkalut uudistettaisiin ja hankittaisiin Joensuun Valion tuotannosuunnitteluun hienosuunnittelutyökalu. Hienosuunnittelutyökalu mahdollistaisi koko tuotannosuunnitteluprosessin uudistamisen, jolloin päästäisiin eroon erillisistä tuotannosuunnittelu Exceleistä. Tämän muutoksen myötä hankittavaan hienosuunnittelutyökaluun saisi sisällytettyä tarkempaa laskentaa tuotantoajoista, joka mahdollistaisi myös JML3-tuotantosuunnitelman optimoinnin. Tällöin suunnittelun reunaehdot saataisiin työkalun sisälle, eikä tuotannosuunnittelijan ymmärrys ja osaaminen suunnitteluvasta prosessista nousisi niin merkittävään rooliin.

Uuden automaation ohjaus pohjautuu JML3-tuotantosuunnitelmaan, joten tarvittaessa tuotantosuunnitelmaan pitää pystyä tekemään muutoksia nopeallakin aikataululla. Nykytilassa uudelleen suunnittelun vasteaika on liian pitkä vaatimuk-

seen nähden, jos se kestää minimissäänkin useita tunteja. Suunnitteluryhmän päätöksellä lähdetään viemään eteenpäin vaihtoehtoa kolme, hienosuunnittelutyökalun hankintaa. Tätä kautta juustomaitolinjan tuotannosuunnitteluprosessia voidaan nopeuttaa, saadaan uusi optimoitu JML3-tuotannosuunnitelma ja se saadaan operaattoreiden käyttöön visuaalisessa muodossa.

8.2 JML3-tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen

Automaation suunnitteluryhmän päätöksellä tuotannosuunnittelun nykyiset suunnittelu Excelit oli tarkoitus korvata uudella hienosuunnittelutyökalulla. Valio on kuitenkin yrityksenä käynnistynyt vuoden 2019 aikana selvitystyön koko Valiolle yhteisestä hienosuunnittelutyökalusta. Vaikka Joensuun tehtaassa automaation ohjaus JML3-tuotannosuunnitelman osalta vaatisi edistynyttä tuotannosuunnittelutyökalua, Valio tason päätöksellä, Joensuun tehtaalle ei saada tässä yhteydessä hankkia omaa erillistä hienosuunnittelutyökalua. Hienosuunnittelutyökalu tullaan ottamaan käyttöön sitten, kun Valiossa on saatu kartoitettua koko Valiota koskeva tarve tuotannosuunnittelun ja hienosuunnittelutyökalun tarpeista.

Valiotason ohjeistuksen perusteella JML3-tuotannosuunnitelma joudutaan toteuttamaan Excel-versiona, kuten muutkin tehtaassa tuotannosuunnitelmat on tehty. Tästä syystä tuotannosuunnittelun muokkaaminen tullaan tekemään edellisessä kappaleessa esitetyn vaihtoehdon kaksi mukaisesti, missä nykyisiä suunnittelu Excelit tullaan muokkaamaan ja virtaviivaistamaan. Tämän lisäksi luodaan uusi JML3-tuotannosuunnitelma, jossa käytetään olemassa olevien suunnittelu Excelien tietoja. Nykyisten suunnittelu Excelien virtaviivaistamisen ja uuden JML3-tuotannosuunnitelman toteuttaa EP Logistics Oy, joka on toimittanut vastaaventyypisiä tuotannosuunnittelun työkaluja Valion eri tehtaille aikaisemminkin. Yritys on erikoistunut Excel-pohjaisten suunnittelutyökalujen kehittämiseen ja heillä on jo valmiina syvä ymmärrys Valion tuotantoprosesseista, mikä helpottaa suunnittelun virtaviivaistamista Joensuun tehtaassa tapauksessa.

8.2.1 Juustolan tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen

Juustolan tuotantosuunnitelman tekeminen ja siitä saatavien tietojen siirtäminen erillisiin Excel-tiedostoihin vie nykyään suuren osan JML3-tuotantosuunnitelman tekemiseen käytetystä työajasta. Juustolan suunnittelun nykytilan mukaiset työvaiheet vievät tuotannosuunnittelijan viikoittaisesta työajasta 8 tuntia. Työvaiheet on esitetty liitteessä 4 ja näitä vaihteita tullaan virtaviivaistamaan ja yhdistämään liitteen 6 kuvan mukaisesti. Liitteessä 6 on esitetty virtaviivaistettu juustolan tuotannosuunnittelu. Tuotannosuunnittelija syöttää muokattuun juustolan tuotantosuunnitelmaan valmistettavat tuotteet tuotantomäärineen. Syötetyistä tiedoista muodostetaan automaattisesti juustolan vuorokausikohtainen ajojärjestys, joka sisältää myös mahdolliset tuotteiden väliin tulevat tuotantoprosessin välityhjennykset. Nämä tiedot siirtyvät juustojen suolautumistiedostoon kuten nykyisinkin. Mahdollisista suolausaikojen päällekkäisyyksistä tulee suunnittelijalle ilmoitus, että nämä nimikkeet menevät päällekkäin. Tämän perusteella suunnitelmaa pystytään muokkaamaan jo suunnitteluvaiheessa, mikä nopeuttaa huomattavasti juustolan tuotantosuunnitelman tekemistä.

Juustolan tuotantosuunnitelmasta vuorokausikohtaiset tuotetiedot siirretään automaattisesti juustolan vuorokausikohtaiseen valmistusaikatauluun, joka toimii samalla juustolan valmistussuunnitelmana. Juustolan valmistussuunnitelma tullaan viemään myös MMC:lle, josta tuotantosuunnitelma saadaan näkyviin sähköisenä ajosuunnitelmana. Juustolan valmistussuunnitelma on nykyisin ollut esillä päiväkohtaisena paperitulosteena, jonka tuotannosuunnittelija on tehnyt. Tämä valmistussuunnitelma on toiminut samalla nykyisenä juustomaitolinjan tuotantosuunnitelmana, johon on vain ollut lisättynä muut juustomaitolinjalla ajettavat tuotteet. Muutoksen myötä paperinen valmistussuunnitelma jää pois juustolan osalta. Juustolan vuorokausikohtaisesta valmistusaikataulusta tiedot siirretään automaattisesti uuteen JML3-tuotantosuunnitelmaan. Automaattisesti juustolan suunnitelmasta JML3-tuotantosuunnitelmaan siirtyviä parametrejä ovat nimikkeiden tiedot ja tuotantomäärät kattiloina, ajojärjestys, välityhjennykset, tuotannon aloitus-, lopetusaika ja kesto nimikkeittäin.

Näillä ratkaisuilla juustolan ja JML3-tuotantosuunnitelman teko nopeutuu huomattavasti. Liitteen 6 mukaisesti toteutetulla juustolan suunnittelun virtaviivaistamisella, tietojen automaattisella siirtämisellä eri vaiheiden välillä ja uuden JML3-tuotantosuunnitelman automaattisella täyttämällä saadaan nykyistä tuotannosuunnitteluun menevää aikaa lyhennettyä ainakin juustolan päiväkohtaisten keittoaikataulujen ja valmistussuunnitelmien teon verran. Nämä tiedot täytyvät nyt automaattisesti omiin Excel-taulukoihinsa. Poistuvien työvaiheiden nykytilan kuvauksessa mitattu työaika oli 1,5 tuntia. Tämä on suoraa ajan säästöä, joka vapautuu muuhun työhön. Tämän lisäksi juustolan tuotantosuunnitelma on ollut työläs täytettävä. Virtaviivaistamisen myötä sen täyttäminen on tehty loogisemmaksi ja sen sisällä on jäänyt pois päiväkohtainen tuotantojärjestyksen manuaalinen luominen. Lisäksi päällekkäin suolatuvista tuotteista saadaan tuotannosuunnittelijalle helpommin havaittava ilmoitus suunnittelutaulukkoon, minkä perusteella suunnitelmaa voi muokata osin jo tekovaiheessa. Näiden muutoksien perusteella ei voi vielä tässä vaiheessa sanoa, että kuinka paljon suunnitelman tekeminen nopeutuu. Tästä saadaan mitattua tietoa, kunhan päivitetty tuotantosuunnitelma Excel saadaan käyttöön toukokuussa 2020. Tämän osalta on kuitenkin oletuksena, että nykytilan mittauksessa selville saatujen työvaiheiden kesto tulee lyhenemään 6 tunnista, jonka yllämainitut työvaiheet kestivät. Jos suunnittelu-aika lyhenisi turhien ja työläiden vaiheiden poistuttua yhdellä tunnilla, niin kokonaisajan säästö tulisi olemaan 2,5 tuntia. Tämä tarkoittaisi noin 30 % ajan säästöä juustolan ja JML3-tuotannosuunnittelun osalta nykytilaan verrattuna. Tuotantosuunnitelmaan muutoksia tehtäessä tämä on merkittävä ajan säästö ja nopeuttaa tarvittaessa suunnitelman muutosten tekemistä, millä on suuri merkitys niin juustolan kuin JML3-tuotannon kannalta.

8.2.2 Operaattoreiden muuttuvat tehtävät JML3-tuotantosuunnitelman myötä

Operaattoreiden käsin tekemiä ja itse laskettuja työvaiheita on ollut kaikilla viidellä eri tuotantoprosessilla, jotka ovat kytköksissä juustomaitolinjaan. Näitä työvaiheita on ollut nykytilan kuvauksen (Liite 4) mukaisesti kahdeksan kappaletta. JML3-tuotantosuunnitelman myötä operaattoreilta jää normaalissa tuotan-

totilanteessa pois työvaiheita, jotka he ovat joutuneet nykytilanteessa tekemään päivittäin, että juustomaitolinjalle on saatu tehtyä ajosuunnitelma. Nämä tiedot tulevat suoraan JML3-tuotantosuunnitelmaan tuotannonsuunnittelun toimesta.

- Tuorejuuston raaka-aineen määrä saadaan tuorejuuston tuotantosuunnitelmasta. Tuorejuuston operaattorien ei tarvitse tehdä erillistä raaka-aine tilausta yhteiskäsittelylle.
- Kotijuuston maitomäärä saadaan kotijuuston tuotantosuunnitelmasta. Kotijuuston operaattorit korjaavat määrää tarvittaessa, jos määrää pitää muuttaa maidon koostumuksesta takia.
- Vakioitujen luomumaitojen määrä saadaan tätä varten tehdystä reseptilaskurista. Reseptilaskuri tulee myös tuotannonsuunnittelun käyttöön.
- Juustolan kattilamaidonmäärä lasketaan automaattisesti JML3-tuotantosuunnitelmassa. Juustolan operaattoreiden ei tarvitse tehdä erillistä maitotilausta MMC:lle.
- Juustomaitolinjan pesujen kohdat on laskettu valmiiksi JML3-tuotantosuunnitelmassa. Operaattoreiden ei tarvitse laskea pesuvälejä erikseen.

8.2.3 JML3-tuotantosuunnitelman toteutus

JML3-tuotantosuunnitelman toteutuksen tekee EP Logistics Oy. Yritys on erikoistunut Excel-pohjaisten suunnittelutyökalujen tekemiseen ja he ovat tehneet Valion kanssa yhteistyötä jo usean vuoden ajan. Tuleva JML3-tuotantosuunnittelutyökalu on tässä kohtaa paras mahdollinen ratkaisu vastamaan uuden automaation vaatimukseen tuotantosuunnitelmasta, koska Valio tason päätöksen mukaisesti Joensuun Valiolle ei tässä kohtaa saanut hankkia omaa erillistä tuotannon hienosuunnittelutyökalua. Liitteen 6 mukainen juustolan tuotannonsuunnittelun virtaviivaistaminen ja uusi JML3-tuotantosuunnitelma toteutetaan yhteistyössä EP Logistics Oy:n kanssa. Maaliskuussa 2020 on pidetty yhteinen workshop-päivä, jossa on tehty tarvittavat määrittelyt uusia tuotantosuunnitelmia varten. Toukokuun 2020 aikana Valion Joensuun tehtaalle saadaan koekäyttöön EP Logisticsin toimittamat tuotannonsuunnittelutyökalut juustolan ja JML3-tuotantosuunnitelman osalta.

Edellisessä luvussa oli eriteltynä tuotannon operaattoreilta siirtyvät tehtävät, jotka sisällytetään uuteen JML3-tuotantosuunnitelmaan yksityiskohtaisempuna suunnitteluna ja parametreinä, joista saadaan tuotantosuunnitelmaan halutut määreet. Taulukossa 2 on esitetty tällä hetkellä tiedossa olevat parametrit, jotka tullaan sisällyttämään uuteen JML3-tuotantosuunnitelmaan.

Taulukko 2. JML3-tuotantosuunnitelmaan sisällytettävät tiedot.

Parametrin tyyppi	Parametrin määrittäminen ja ylläpito
oheistoiminnot	nimi, tunnus ja kesto
oheistoimintojen yhdistäminen tarvittaviin kohtiin	milloin mikäkin oheistoiminto tehdään
prosessien tuotantonimikkeet	suunnittelunimikkeet ja niitä vastaavat JML3-tuotantolinjan nimikkeet
prosessien tuotteiden tiedot	täyttömäärä kattilaa tai ajoa kohden
JML3-tuotantolinjan pesut	pesureseptin tunnus, maksimi pesuvälit ja milloin pestään milläkin pesulla
JML3-tuotantolinjan tuotantotietojen optimointi	laskenta, joka tuo pesut vaadittuihin kohtiin ja lisää käsin syötettävät tuotannot ennalta määriteltyihin väleihin
JML3-tuotantolinjan ajojärjestys	eri tuotteiden ja prosessien tuotantojärjestys
MMC:n tekstitiedosto	MMC:lle siirrettävän tekstitiedoston luominen vuorokausikohtaisesta tuotantosuunnitelmasta

Nämä JML3-tuotantosuunnitelmaan sisällytetyt parametrit mahdollistavat vuorokausikohtaisen JML3-tuotantosuunnitelman tekemisen henkilöille, joilla ei ole välttämättä tuntemusta, miten prosessia tulisi ohjata. Tuotannonsuunnittelun virvaviivaistamisen jälkeen JML3-tuotantosuunnitelma saadaan tehtyä melkein kokonaan automaattisesti. Tuotannonsuunnittelijan pitää lisätä JML3-tuotantosuunnitelmaan muiden prosessien suunnitellut ajomäärät. Juustolan tuotantoajat, eri prosessien tuotantoon liittyvät oheistoiminnot ja JML3-tuotantolinjan pesut tulevat suunnitelmaan automaattisesti, kunhan kaikki muut

tiedot ovat ajan tasalla. Tällä ratkaisulla tuotannosuunnittelija pystyy muuttamaan JML3-tuotantosuunnitelmaa huomattavasti nopeammin, mitä nykytilan mittauksen mukainen suunnittelu nykyisin kestää (Liite 1).

8.3 MMC:n ajonäyttö JML3-ohjauksessa

Valion tuotantotietojen keräysohjelma MMC:ta on kehitetty vuosien varrella eteenpäin ja siihen on rakennettu myös GANT-kaavionäkymän tyyppinen tuotannonseurannan ajonäyttö. Ajonäytöllä näkyy tuotannosuunnittelijan tekemä suunnitelma ja tuotannon etenemistä verrataan suunniteltuihin tuotantoaikoihin. Tämä toiminto on rakennettu pakkauslinjojen tuotannonseurantaa varten. Opinäytetyön yhteydessä oli tarkoitus tehdä JML3-tuotantolinjalle vastaava ajonäyttö, jonka kautta sekä tuotanto että tuotannosuunnittelu pystyy seuraamaan JML3-linjan tuotannon etenemistä ja vertaamaan sitä suunniteltuun tuotantoaikatauluun. JML3-tuotantolinja saatiin liitettyä MMC:n ajonäyttöön, ja siihen saatiin reaaliaikainen tuotannonseuranta yhdistämällä JML3-tuotantolinjan virtausmittarilta tuleva tieto tuotannossa olevalle tuotteelle. Virtausmittari mittaa ajettavan tuotteen määrän, joka siirretään automaatiosta MMC:lle, jossa se liitetään käynnissä olevaan tuotantoeraan.

JML3-tuotantosuunnitelmasta siirretään tarvittavat tiedot tekstitiedostona MMC:lle. Tekstitiedoston sisältö on liitteen 7 mukainen. Tekstitiedostossa on esitetty myös uuden automaation tarvitsemat tiedot ja tämä sama tieto välitetään uuteen automaatioon. Saman tekstitiedoston avulla MMC muodostaa ajonäytön JML3-tuotantolinjan ajoista. Tuotantoajat käynnistyvät ja loppuvat ajonäytöllä automaattisesti, kun tuotantoerien siirrot alkavat ja loppuvat. Tuotantomäärä myös päivittyy reaaliaikaisesti virtausmittarilta saatavan tiedon mukaisesti. MMC osaa myös laskea tuotantopäivän edistymistä suunniteltuun nähden ja ajonäytöltä nähdään, onko tuotanto edellä vai jäljessä suunniteltuun aikatauluun nähden. Ongelmaksi MMC:n ajonäytön käytössä ilmeni oheistoiminnot ja niiden määrä tuotteiden välissä. MMC:n ajonäytön oheistoimintojen toiminta perustuu niiden kytkemiseen edellä ajettavaan tuotteeseen. Uutta automaatiota halutaan ohjata tuotantosuunnitelman perusteella, joten eri oheis-

toimintojen pitää käynnistyä automaattisesti. MMC ei osaa aloittaa ja lopettaa oheistoimintoja, jotka eivät ole suoraan kytkettyjä päättyvään ja seuraavana alkavaan tuotteeseen. MMC:llä oheistoiminto käynnistyy, kun sitä edeltävän tuotteen tuotantoerä loppuu. Kyseinen oheistoiminto kuitataan päättyneeksi, kun sen jälkeisen tuotteen tuotantoerä käynnistyy. MMC:n ajonäyttöjen toiminta perustuu manuaaliseen erien aloitukseen ja lopetukseen, eikä sitä ole alkujaan rakennettu siten, että tuotantoerät käynnistyvät automaattisesti.

Liitteen 7 mukainen tuotantosuunnitelma, jossa on useita oheistoimintoja peräkkäin, saadaan kyllä siirrettyä MMC:lle ja siitä automaatioon. Uusi automaatio osaa käynnistää tuotannot ja tehdä halutut oheistoiminnot tuotantosuunnitelman mukaisesti. MMC:n ajonäyttö ei kuitenkaan ymmärrä kaikkia oheistoimintoja, koska ne eivät liity edeltävään tuotteeseen ja sen GANT-kaavion piirto menee sekaisin. Näitä ongelmia ei pystytä korjaamaan MMC:lle, koska MMC ja MMC:n ajonäyttö on pohjimmiltaan samanlainen kaikille Valion tehtaille. Joensuun tehtaan tarve ajonäytön toiminnasta ei palvele muita Valion tehtaita, joten haluttuja muutoksia oheistoimintojen käynnistykseen ja GANT-kaavion piirtoon ei voida toteuttaa MMC:n ajonäyttöön. JML3-tuotantolinjan tuotantoa ohjaavat operaattorit tarvitsevat ajantasaisen kuvan ja tiedon JML3-tuotannon etenemisestä. Aikataulun toteumaa pitää pystyä vertaamaan tuotantosuunnitelmaan nähden. Näiden puutteiden takia jouduimme toteamaan lokakuussa 2019, että MMC:n ajonäytön avulla operaattorit eivät pysty seuraamaan JML3-tuotannon toteutumista ja tuotantosuunnitelman seuranta varten pitää tehdä jokin muu ratkaisu. Asiat, jotka vaikuttivat uuden ratkaisun miettimiseen, olivat seuraavat ilmi tulleet puutteet MMC:n ajonäytön käytössä JML3-tuotantolinjan osalta:

- JML3-tuotantolinjan oheistoiminnot eivät käynnisty oikein.
- MMC:n ajonäytön toteumanpiirto menee sekaisin oheistoimintojen takia.
- MMC:lle ei jää talteen alkuperäistä tuotantosuunnitelmaa, vaan siellä näkyy ainoastaan muutettu ajosuunnitelma, johon toteutunutta tuotantoa verrataan.
- Vuorokohtaista johtamista ja toteumanseuranta ei pystytä toteuttamaan halutusti, jos alkuperäinen tuotantosuunnitelma ei jää näkyville.

- Operaattorit olisivat joutuneet tekemään tuotantoajon muutokset MMC:lle, joka ei ole kaikkein helpoiten operoitava käyttöliittymä muutosten osalta.

8.4 JML3-tuotantosuunnitelman vieminen Brokeriin

Teollisessa internetissä datan tallentaminen ja sen reaaliaikainen analysointi on kaiken lähtökohta. Dataa tallennetaan pilvipalveluihin, joista se on käytettävissä. Valmistavassa teollisuudessa vastaavanlainen ajatus ja toiminta on ollut jo aikaisemminkin olemassa ja sitä voidaan kutsua teolliseksi intranetiksi. Yrityksen automaation synnyttämää dataa kerätään paikallisesti ja ohjaus tapahtuu valvomosta käsin. Kerätty data on kuitenkin laite- ja tilakohtaista. Käytettävissä olevan tiedon perusteella voidaan tehdä laitteen ohjauspäätös paikallisesti tai etävalvomosta käsin, mutta kerättyä dataa ei välttämättä tallenneta tai hyödynnetä ohjauksessa, koska siitä ei ole saatu lisäarvoa prosessin ohjaukseen. Teollisen internetin kehittymisen myötä myös teollisuuden reaaliaikaista dataa voidaan ja pystytään hyödyntämään paremmin muun muassa tuotantokatkojen minimoimisessa sekä tuotantoprosessin tai logistiikan optimoinnissa. (Collin & Saarelainen 2016, 48–49.)

Lokakuussa 2019 tuli ilmi, ettei MMC:n ajonäytön kautta voida ohjata JML3-linjan tuotantoa tuotantosuunnitelman mukaisesti. MMC:n ajonäytön tuotannon-toteumasta ei voi tietää koko aikaa onko tuotanto edennyt tuotantosuunnitelman mukaisesti. Tällöin operaattoreilla ei ole työkalua, eikä luotettavaa tietoa, miten tuotanto etenee. Reaaliaikainen tieto tuotantoaikataulun tilanteesta on ehdoton edellytys, että operaattorit ja tuotannonsuunnittelu pystyvät tarvittaessa reagoimaan tuotantoaikataulun muutokseen. Huomattuamme tämän ongelman tuotannon seurannan puutteellisuudesta, MMC-ajonäytön korvaava tuotannon tila-tieto päätettiin viedä uuden automaation ylätasoa ohjaavaan web-pohjaiseen Broker-käyttöliittymään.

Tuotantosuunnitelman tiedot välitetään MMC:ltä Brokeriin joka tapauksessa, joten emme tarvitse erillistä ohjelmistoa tuotannonseurantaa varten. Mietimme

Valion Joensuun tehtaan automaation suunnitteluryhmässä mallin reaaliaikaisen tuotannonseurantatyökalulle, jonka automaation toimittaja Insta Automation Oy ohjelmoi suoraan automaation ohjaukseen tarkoitettuun Brokerikäyttöliittymään. Tällä ratkaisulla päästään lähemmäksi teollisen internetin ajatusta. Tuotantoa ohjataan suunnitelmallisesti ja automaatiosta tulevaa dataa hyödynnetään tuotannonseurantaan. tallennetun datan perusteella Brokeriin piirretään GANT-kaavion tyyppistä tuotantosuunnitelmaa, joka on operaattorille visuaalisesti helppolukuinen. Brokeriin tulee GANT-kaaviona näkyville alkupe-
räinen tuotantosuunnitelma ja tuotannon toteumaa piirretään tuotannon etene-
misen mukaan. Operaattorille saadaan tätä kautta reaaliaikainen tilannekuva
tuotannon etenemisestä ja operaattori pystyy visuaalisen havainnoinnin perus-
teella tekemään päätöksen, pitääkö tuotantoaikatauluun tehdä muutoksia.

9 Tuotantosuunnitelman hallinta ja ohjaus

JML3-tuotantolinjan tuotantosuunnitelman tietoja ja määriä voidaan muokata kahdella eri tavalla. Tuotannonsuunnittelija tekee liukuvan vuorokausikohtaisen tuotantosuunnitelman ja tuotannonsuunnittelijan vastuulla on tehdä suuremmat muutokset tuotantoajoihin. Tällä tarkoitetaan uusien tuotteiden lisäämistä jo ajossa olevaan tuotantosuunnitelmaan, koska ne on vietävä uuteen automaati-
oon MMC:n kautta tekstitiedostona. Näin saadaan varmistettua, että muutosten vaikutus on huomioitu koko tuotantoketjussa. Operaattorien vastuulle jää tehdä tuotantosuunnitelmaan tuotantoajon aikaiset muutokset. Brokeriin ohjelmoidun tuotannon seurantaan tarkoitettun ajonäytön kautta, operaattorit näkevät, miten tuotanto etenee suunnitelmaan verrattuna. Jos tuotannossa ilmenee ongelmia, mitkä vaativat muutosten tekemistä, voivat operaattorit tehdä ne Brokerissa. Ai-
noastaan uusien tuotteiden lisääminen pitää tehdä MMC:n kautta. Tällä menet-
telyllä operaattoreiden ei tarvitse tehdä muutoksia sekä MMC:llä että Brokeris-
sa.

9.1 Tuoteajojen muokkaus MMC:llä

MMC:n kautta pitää viedä uuteen automaatioon kaikki JML3-linjalla tehtävät tuoteajot. Tuotantosuunnitelmassa tulevat tuotteiden tiedot on oltava oikein MMC:llä, vaikka ajonäytön piirto ei toimikaan oikein. MMC:n tuotetiedoissa on oltava ajettavan tuotteen osalta tuotteen tuotenumero, prosessitilausnumero ja prosessinosa johon tuote liittyy. Näiden tuotetietojen avulla, uudesta automaatiosta tulevat tuotteiden ajon toteuman parametrit ja mittaustiedot kohdistuvat oikeaan tuote-erään ja ne kytkeytyvät MMC:lle suunniteltuihin tuote-eriin. Tämä mahdollistaa tuotteen jäljitettävyyden, kun automaatio lähettää tuoteajon tiedot MMC:lle, kuten nykyisinkin.

JML3-tuotantosuunnitelman tietoja voi muokata MMC:llä sekä tuotannonsuunnittelija että tuotannon operaattori. Tuotannonsuunnittelijan vastuulla on tuoda tuotantosuunnitelma MMC:lle ja muuttaa sitä tarvittaessa. Operaattoritkin voivat tarpeen vaatiessa lisätä tuotteen MMC:n tuotantosuunnitelmaan manuaalisesti. Tätä vaihtoehtoa pyritään välttämään, jos kyseessä on juustolaan ajettava tuote, voi sillä olla suuri vaikutus juustonvalmistusprosessin loppupäässä tuotannon läpimenon kannalta.

9.2 Tuoteajojen muokkaus Brokerissa

JML3-tuotantolinjan tuotantosuunnitelma välitetään Brokeriin MMC:ltä. Tuotannonsuunnittelun tekemän tuotantosuunnitelman mukana tulevat kaikki automaation ohjaamisen tarvittavat tiedot, joiden perusteella automaatio ohjaa JML3-tuotantolinjan tuotantoa ja käynnistää myös siihen liittyviä sivuprosesseja. Tuotannonsuunnittelija ei tee mitään muutoksia tuotantosuunnitelmaan Brokerissa. Operaattori näkee tuotantosuunnitelman aikataulun Brokeriin luodusta GANT-aikajanasta ja Brokeriin tehtävät tuotantoa koskevat muutokset ovat operaattorin vastuulla.

Operaattorit voivat tarvittaessa muuttaa tuotantoaikataulua suoraan Brokerista, siirtämällä aikajanalla olevaa tuotejanaa hiirellä eteen- tai taaksepäin, tai syöt-

tämällä siirrettävälle toiminnolle uuden aloitusajan. Muut siirrettävän tuotteen perässä olevat tuoteajot ja oheistoiminnot siirtyvät aikajanalla vastaavan ajan verran eteenpäin. Operaattori voi muokata Brokerissa tuotteen tai oheistoiminnon aloitusaikaa, tuotantomäärää ja vaihtaa ajettavien tuotteiden ajojärjestystä. Jos suunnitellun tuotannon välistä jätetään jokin tuote ajamatta, voidaan se poistaa Brokeriin tulleesta tuotantosuunnitelmasta, ja MMC:n kyseiselle erälle ei vain kirjaudu tällöin mitään tuotantotietoja. Jos tuotantosuunnitelmaan pitää lisätä, jokin suunnittelematon tuoteajo, pitää se tuoda MMC:n kautta, että tuotteen erätiedot kytkeytyvät MMC:lle.

9.3 JML3-tuotantosuunnitelman visuaalisuus operaattorille

Brokerin GANT-aikajanassa näkyvät kaikki tuotantosuunnitelmaan suunnitellut tuotannot ja oheistoiminnot. Operaattorin nähtävillä on toiminnon tunnus, alkamis- ja loppumisaika. Toimintoa klikkaamalla saa auki erillisen tietoruudun, jossa on tarkemmat tiedot toiminnosta, kuten tuotantomäärä ja prosessitilausnumero. Tuotannon edetessä, piirretään alkuperäisen tuotantosuunnitelman yhteyteen uutta GANT-aikajanaa, jossa näkyy tuotannontoteutuma. Näin operaattorit näkevät, miten tuotanto etenee suunnitelmaan nähden. Jos tuotanto viivästyy suunnitellusta aikataulusta ja käynnissä olevan tuotantopäivän tuotanto menee jo seuraavan suunnitellun tuotantopäivän tuotannon päälle, pystyvät operaattorit tekemään tämän tiedon perusteella vaadittuja muutoksia tuotant ajoon.

Operaattorien tehtäväksi jäävien tuotantomuutosten tekemistä JML3-tuotantolinjalla pyritään ohjaamaan ennakoivasti. Luodaan yhteiset pelisäännöt, miten toimitaan erilaisissa tilanteissa. Tämä mahdollistaa sen, että kaikki operaattorit tekevät päätökset johdetusti ja samalla tavalla myös toimistoajan ulkopuolella. Tällöin tuotannonsuunnittelunkin on helpompi tietää, että mitä on muutettu ja minkä takia, kun niistä on sovittu yhteisissä pelisäännöissä.

Brokerin visuaalista tuotantosuunnitelmanäkymää voidaan käyttää vuorokohtaisen johtamisen työkaluna. Operaattorit ja tuotantovastaava näkevät tuotannon

edistymisen tuotantosuunnitelmaan nähden. Tämän avulla he pystyvät yhteistyössä kunnossapidon ja tuotannosuunnittelun kanssa selvittämään mahdollisia tuotannon viivästymisen juurisyytä. Vastaavasti tuotannon nopeampi toteuma tuotantosuunnitelmaan nähden kertoo suunnitteluparametrien tarkistus tarpeesta, ja muutenkin toteuman seuranta voidaan käyttää tulevaisuudessa työkaluna JML3-tuotantolinjan läpivirtauksen tehostamista varten. Kuvassa 4 on esitetty ensimmäisiä mallinnuksia, miltä Insta Automation Oy:n tekemä GANT-kaaviotyypinen aikajanatoiminto näyttää Brokerissa. Aikajanan ylälaudassa, suunniteltu tuotanto näkyy ohkaisena viivana ja toteuma piirtyy alapuolelle, josta sitä voidaan verrata suunniteltoon nähden. Näyttöön voidaan valita halutut tuotanto- tai pesulinjat, joita operaattori seuraa.



Kuva 4. Tuotanto- ja pesulinjojen suunniteltujen ajojen ja toteuman seuranta.

9.4 Tuotantosuunnitelman parametrien ja automaation ajotietojen ylläpito

JML3-tuotannosuunnittelu Excelissä joudutaan ylläpitämään suuri määrä eri parametrejä, että suunniteltu tuotantoaikataulu saadaan tehtyä mahdollisimman oikeaksi. Tuotantosuunnitelma sisältää tuotantoaikojen laskennan kannalta parametrejä, joita joudutaan päivittämään muutaman kerran vuodessa raaka-aineena käytettävän maidon vuodenaikavaihtelun takia. Maidonkoostumus muuttuu vuodenaikojen mukaan, mikä aiheuttaa tuotantoresepteihin muutoksia maidon käyttömäärän osalta.

Kaikki parametrien muutokset, jotka vaikuttavat tuotannon aikataulutukseen, on päivitettävä myös JML3-tuotantosuunnitelmaan. Tätä varten joudumme miettimään toteutustavan parametrien muuttamiselle, että meillä on samat parametrit

ja ajoarvot niin tuotantosuunnitelmassa, resepteissä, MMC:llä kuin automaati-
ossakin. Kevään 2020 aikana emme vielä edes tiedä varmaksi, että mitä kaikkia
tietoja joudumme päivittämään ja minne kaikkialle niitä pitää päivittää. Nämä
asiat selviävät vuoden 2020 syksyn ja 2021 alkuvuoden aikana.

10 Johtopäätökset

Opinnäytetyöni aiheeksi tuli Valion Joensuun tehtaan automaation uudistamisen
yhteydessä toteutettava tuotannonohjaustavan muutos suoraan tuotantosuunni-
telman kautta. Valiotasolla ei ole aikaisemmin ohjattu automaatiota suoraan tuo-
tantosuunnitelman kautta. Tuotantosuunnitelmat ohjaavat tuotannon tekemistä
ja rytmitystä, mutta automaation ohjaaminen suoraan tuotantosuunnitelmalla il-
man, että operaattorin tarvitsee käynnistää eri vaiheita, on uutta koko Valiossa.
Opinnäytetyöni aiheita olen selvittänyt yhteistyössä Valion Joensuun tehtaan
uuden automaation selvitysryhmän ja automaation toimittajan Insta Automation
Oy:n projektiryhmän kanssa. Olen selvittänyt vaihtoehdot ja esittänyt ratkaisut,
miten JML3-tuotantolinjan tuotantosuunnitelma tehdään ja mistä asioista se
koostuu. Samassa yhteydessä on etsitty ratkaisu, miten tuotantosuunnitelma
siirretään automaatioon. JML3-tuotantolinjan tuotantosuunnitelmassa automaa-
tiolle kerrotaan sekä tuotantotiedot että oheistoiminnot. JML3-linjan oheistoimin-
toja ovat tuotantolinjan käynnistystiedot sekä ylös- ja alasajosta että eri välivai-
heista, kuten tuotetyöntöjen jälkeisistä vesityönnoista ja pesuista.

Opinnäytetyön tuloksena tehdään uusi tuotantosuunnitelma JML3-tuotantolinjaa
varten ja sen toteuttaa EP Logistics Oy. Kyseinen yritys valikoitui toimittajaksi,
koska Joensuun tehtaan tuotannonsuunnittelu perustuu Excel-pohjaisiin suun-
nittelutaulukoihin ja yritys on tehnyt Valion kanssa yhteistyötä usean vuoden
ajan. Tuotantosuunnitelman tekemiseksi olisi ollut tarjolla erilaisia hienosuunnit-
telutyökaluja, mutta Valiotasolla selvitetään opinnäytetyön tekemisen hetkellä,
koko Valiolle yhteisen hienosuunnittelutyökalun käyttöönottoa, joten tästä syys-
tä Valion Joensuun tehtaalla ei saanut ottaa käyttöön erillistä suunnittelutyöka-
lua.

Tuotantosuunnitelman toteuman vertaaminen suunniteltuun nähden on JML3-tuotantolinjaa ohjaavien operaattoreiden tärkein työkalu tuotannon seurannan kannalta. Opinnäytetyön tuloksena operaattoreiden ei enää tarvitse itse laskea ja tehdä ajoaikataulua JML3-tuotantolinjalle. Tuotannonsuunnittelun tekemän tuotantosuunnitelman sisältämät tuoteajot ja oheistoiminnot näkyvät uuden automaation ylätasoa ohjaavassa web-pohjaisessa Broker-käyttöliittymässä. Insta Automation Oy ohjelmoi GANT-aikajanamuotoisen graafisenseurannan Broker-käyttöliittymään. Tällä ratkaisulla päästään lähemmäksi teollisen Internetin ajatusta. Automaatiosta tulevaa tietoa ei tässä tapauksessa viedä kuitenkaan Internetiin, vaan siitä piirretään reaaliaikaista tuotannototeumaa, automaation ohjaamiseen käytettävään Broker-käyttöliittymään. Tuotantosuunnitelman eteneminen nähdään visuaalisesti vaiheittain aikajanalta, joka jää myös talteen myöhempää tarkastelua varten. Tuotantoajoon tehtävät muutokset voidaan tehdä nyt samassa käyttöliittymässä, mitä operaattorit tulevat käyttämään normaalistikin uuden automaation ohjaamiseen. Ainoastaan suunnittelemattomien tuotteiden tuotantoon vieminen joudutaan tekemään MMC-tuotannonseurantaohjelmiston kautta, josta välitetään kaikki tarvittava tuotantoon liittyvä tieto automaatioon, kuten myös tuotannonsuunnittelun tekemä JML3-tuotantosuunnitelma.

10.1 Jatkokehitys opinnäytetyön pohjalta

Opinnäytetyön lopullisen kirjoittamisen ja opinnäytetyössäni selvitetyn työn käyttöön vieminen kokonaisuudessaan toteutuu 10 kuukauden viiveellä opinnäytetyön valmistumiseen nähden. Tästä syystä niin JML3-tuotantosuunnitelman kuin Brokerissa esitettävän tuotantosuunnitelman visuaalinen toteutus voi lopullisessa ratkaisussa poiketa jonkin verran tässä opinnäytetyössä esitetystä. Opinnäytetyön teon aikana ei välttämättä ole vielä huomioitu kaikkia asioita, mitkä vaikuttavat tuotannonsuunnitteluun tai tuotantosuunnitelman visuaaliseen esittämiseen. Valion Joensuun tehtaan meijeriprosessin uuden automaation ohjelmointityö on edelleen kesken ja työn etenemisen mukana voi tulla edelleen

vastaan uusia haasteita ohjelmoinnin ja toteutuksen suhteen. Opinnäytetyössä esitetyille ratkaisuille jää useita erillisiä jatkokehitys vaiheita, joita ovat.

1. JML3-tuotantosuunnitelman määrittely ja toteutus yhteistyössä EP Logistics Oy:n kanssa huhtikuun-toukokuun 2020 aikana.
2. JML3-tuotantosuunnitelman testaus ja käyttöönotto toukokuun-kesäkuun 2020 aikana.
3. Yhteiset pelisäännöt, missä tilanteissa ja miten operaattorit sekä tuotannosuunnittelu muuttavat JML3-tuotantosuunnitelmaa syksyn 2020 aikana.
4. Opinnäytetyössä suunnitellun toteutuksen käyttöön vieminen uuden automaation käyttöönoton yhteydessä tammikuussa 2021.
5. Tuotannosuunnittelun kannalta tulevaisuuden suurin kehitysaskel on koko Joensuun tehtaan tuotannosuunnittelutyökalujen uudistaminen. Tämä tulee ajankohtaiseksi mahdollisesti vuosien 2021-2022 aikana, kunhan Valiotasolla on saatu valittua yhteinen hienosuunnittelutyökalu tuotannosuunnittelua varten.

10.2 Itsearviointi

Valion Joensuun tehtaan meijeriprosessin automaation uudistamisen yhteydessä tavoitellaan uudenlaista ohjaustapaa meijeriprosessin päänestevirran ohjaamiseen. Opinnäytetyön aihe oli haastava ja mielenkiintoinen. ja sen tuloksena on saatu rakennettua malli, miten tuotantosuunnitelman kautta voidaan ohjata JML3-tuotantolinjan nestevirtaa. Tavoitteen mukaisesti operaattorin ei tarvitse normaalissa tilanteessa itse puuttua tuotantosuunnitelman tekemiseen. Tämä muutos on merkittävässä roolissa koko automaation päivitysprojektin tavoitteiden saavuttamiselle.

Opinnäytetyön teoriapohja on rakennettu tuotannosuunnittelun perusteiden ja teollisuusautomaation neljännen sukupolven eli teollisen Internetin mahdollisuuksien pohjalle. Teollisuus 4.0 ja teknologisten sovellusten käyttäjille tuomia työnkuvan muutoksia viedään käytäntöön opinnäytetyössä esitellyn visuaalisen tuotannonseuraamisen kautta. Tuotantoa ohjaavat operaattorit pystyvät seu-

raamaan tuotantoa helposti ja visuaalisesti. Tuotannonsuunnittelun kasvava vastuu JML3-tuotantolinjan läpivirtauksen takaamiseksi, saavutetaan optimoimalla olemassa olevia tuotannonsuunnittelun työkaluja. Näiden pohjalta saadaan luotua valtaosin automaattisesti täyttyvä vuorokausikohtainen JML3-tuotantosunnitelma. Tuotannon visuaalinen seuraaminen ei sinänsä ole millään tavalla uutta, mutta Valiolla seuranta ei ole aikaisemmin viety suoraan automaatioon. Tässä tapauksessa operaattorit pystyvät seuraamaan tuotannon toteutumista ja muuttamaan tuotantosunnitelman tuotannonaloitusaikoja suoraan samasta käyttöliittymästä, mistä he osin ohjaavat koko automaatiota. Tämä mahdollistaa myös vuorokohtaisenjohtamisen, kun tuotannontoteumaa pystytään vertaamaan suunniteltuun nähden reaaliajassa.

Opinnäytetyön kautta toteutukseen vietävät ratkaisut on kehitetty yhteistyössä Valion Joensuun tehtaan automaatioprojektin jäsenten ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Työn toteutuksessa on käytetty DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää. Opinnäytetyön kokonaisuus on toteutettu ja kirjoitettu vaiheittain maaliskuun 2019 ja maaliskuun 2020 välisenä aikana. Toteutusvaihe on edennyt DMAIC-pohjan mukaisesti. Työn etenemisessä oli kaksi vaihetta, joissa valittuja ratkaisuja on jouduttu miettimään uudestaan ja valitsemaan uusi toteutustapa. Valiotason ohjeistuksen mukaisesti Joensuun tehtaalle ei saatu hankkia erillistä hienosuunnittelutyökalua, joten päädyimme optimoimaan käytössä olevia Excel-pohjaisia suunnittelutaulukoita. Toinen suuri muutos oli, kun huomasimme ettei Valion tuotannonseurantajärjestelmä MMC:en saada tehtyä luotettavaa visuaalista ajonäyttöä JML3-tuotantolinjan tuotannonseuraamista varten. Tämän seurauksena visuaalinen tuotannonseuranta viedään automaatiota ohjaavaan Broker-käyttöliittymään. Tällä ratkaisulla automaation uudistus ja ohjaaminen tuotantosunnitelman kautta toteutuu ja se on ratkaisuna kokonaan uudentyyppinen ajatus, kun ei tarvitse käyttää erillistä hienosuunnittelutyökalua tuotannonseurantaan.

Omalta osaltani opinnäytetyön kirjoittaminen olisi voinut edetä hieman nopeammassakin tahdissa, mutta toteutusvaiheen muutokset ovat aiheuttaneet uudelleen selvittelyä ja miettimistä ennen kuin esitelty ratkaisumalli on saatu valmisteltua. Opinnäytetyön tulokset viedään käytäntöön ja omalta osaltani työ

jatkuu ratkaisun parissa ainakin seuraavan vuoden verran, että koko opinnäytetyön kokonaisuus saadaan jalkautettua Valion Joensuun tehtaalle.

Lähteet

- Alastalo, M. & Åkerman, M. 2010. Asiantuntijahaastattelun analyysi: Faktojen jäljillä. Teoksessa Ruusuvuori, J, Nikander, P & Hyvärinen, M. Haastattelun analyysi. Tampere. Vastapaino.
- Aswathappa, K. & Shridhara Bath, K. 2010. Production and operations management. Himalaya publishing house. <https://ebookcentral-proquest-com.tietopalvelu.karelia.fi/lib/pkamk-ebooks/reader.action?docID=3011444&query=9789350243978>. 23.3.2020.
- Basu, R. 2011. Fit Sigma, a lean approach to building sustainable quality beyond six sigma. United Kingdom. John Wiley & Sons. <https://ebookcentral-proquest-com.tietopalvelu.karelia.fi/lib/pkamk-ebooks/reader.action?docID=819244&query=9781119991120>.
- Collin, J. & Saarelainen, A. 2016. Teollinen internet. Helsinki. Talentum Media Oy.
- Castrén, L. Kauhanen, A. Kulvik, M. Kulvik-Laine, S Lönnqvist, A. Maijanen, S. Martikainen, O. Palvalin, M. Peltonen, I. Ranta, P. Vuolle, M. & Zhang Y. 2013. ICT ja palvelut, Näkökulmia tuottavuuden kehittämiseen. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos. Taloustieto Oy. https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ict_ja_palvelut_kansilla.pdf. Viitattu 21.3.2020.
- Heimbürger, H. Markkanen, P. Norros, L. Paunonen, H. Savioja, P. Sundquist, M. & Tommila, T. 2010. Valvomo suunnittelun periaatteet ja käytännöt. Helsinki. Copy-Set Oy.
- Heinonkoski, R. Asp, R. & Hyppönen, H. 2008. Automaatio - helppoa elämää? Lahti. Vammalan kirjapaino Oy.
- Hopp, W.J. & Spearman, M.L. 2000. Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management, second edition. New York. Irwin McGraw-Hill.
- Huotari, P. Laitakari-Svärd, I. Laakko, J. & Koskinen, I. 2003. Käyttäjakeskeinen tuotesuunnittelu, käyttäjätiedon keruu, mallintaminen ja arviointi. Saarijärvi. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Järvenpää, P. & Hänninen, J. 2011. Paranna liiketoiminnan tuottavuutta tietotekniikalla. Heksinki. Teknologiateollisuus Ry.
- Logistiikan maailma. Digitalisaatio ja tuotantostrategia. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantostrategia/digitalisaatio-ja-tuotantostrategia/>. 4.5.2019.
- Logistiikan maailma. Tuotannonsuunnittelu ja ohjaus. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannonsuunnittelu-ja-ohjaus/>. 4.5.2019.
- ManpowerGroup. 2019. Osaamisen vallankumous 4.0 ihmisiä etsitään Robotit tarvitsevat meitä. https://tietopankki.manpower.fi/hubfs/Osaamisen%20vallankumous%204.0/Osaamisen%20vallankumous%204.0_WEB.pdf?hsCtaTracking=7ded20c3-2cec-4ad8-bd1e-c79bc43cfbbd%7C3c2e30e5-887c-4519-95fc-571737735cf1. 19.12.2019.
- Marttinen, J. 2018. Palvelukseen halutaan robotti, tekoäly ja tulevaisuuden työelämä. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Aula Co.
- Merilehto, A. 2018. Tekoäly: matkaopas johtajalle. Helsinki. Alma Talent.
- Opetushallitus. 2019. Osaaminen 2035 Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia. Raportit ja selvitykset 2019:3. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen_2035.pdf. 20.3.2020.
- Pyyskänen, S. 2013. Teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmät: Standardien valinta ja käyttö. Suomen automaatioseura ry. Matti Sundquist, Sundcon Oy.
- Pyzdek, T. & Keller, P. 2014. Six sigma handbook, fourth edition. New York, USA. McGraw-Hill Education.

- Quality Knowhow Karjalainen Oy. Laatu 4.0 ja sen vaatimukset organisaatiolle.
<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/laatu-ja-sen-vaatimukset/>.
27.11.2019.
- Quality Knowhow Karjalainen Oy. Lean Six Sigma DMAIC. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>. 1.5.2019.
- Rauhala Yhtiöt Oy. SkyPlanner – Tuotannosuunnittelu ja hienokuormitus tekoälyllä.
<https://www.rauhala.fi/blog/tuotannosuunnittelu-tekoalylla>. 15.1.2020.
- Ruusuvuori, J. & Tiittula, L. 2005. Haastattelu. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.
- Saariluoma, P., Kujala, T., Kuuva, S., Kymäläinen, T., Leikas, J., Liikkanen, L.A. & Oulasvirta, A. 2010. Ihminen ja teknologia: Hyvän vuorovaikutuksen suunnittelu. Helsinki. Teknologiainfo Teknova Oy.
- Salomäki, R. 2003. Suorituskykyiset prosessit. Hyödynnä SPC toinen uudistettu painos. Tampere. Tammer-Paino Oy.
- Shook, J. 2009. Managing to learn, using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead. Lean Enterprise Institute. Cambridge.
- SW-Development Oy. Optimointiratkaisut elintarviketeollisuuteen.
<https://swd.fi/toimialat/elintarvike/>. 15.1.2020.
- Sydänmaalakka, P. 2014. Tulevaisuuden johtaminen 2020. Saarijärvi. Saarijärven Offset Oy.
- Teknoliateollisuuden Koulutus ja osaaminen -linjaus 2018. 9 ratkaisua Suomelle. Helsinki. Teknoliateollisuus ry.
https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/teknoliateollisuus_koulutus_ja_osaaminen_linjaus_2018.pdf. 4.5.2019.
- Valio Oy Joensuun tehdas. 2018. Automaatio 2020 ajotapakuvaus. Valio Oy Joensuun tehdas.

A3 Juustomaitolinjan (JML3) tuotantosuunnitelman tekovaiheiden ja keston selvittäminen

4. Juurisyy analyysi - Analyse

Arvoanalyysiin on listattu kaikki JML3 suunnittelun tekovaiheet ja ne on pisteytetty työn keston / vaikeuden ja tekovaiheen toistuvuuden ja tietojen siirron mukaan. Arvosteluasteikko painoarvo työn kestolle on 1-10, jossa 10 vaatii paljon aikaa ja on vaikea tehdä. Työtehtävän jonkin vaiheen toistaminen (siirretään tietoja seuraavaan taulukkoon) arvostellaan numeroilla 1, 5 ja 10.

1: tehdään kerran

5: tehdään vähintään kahdesti, mutta ei siirretä suunniteltua tietoa toiseen järjestelmään

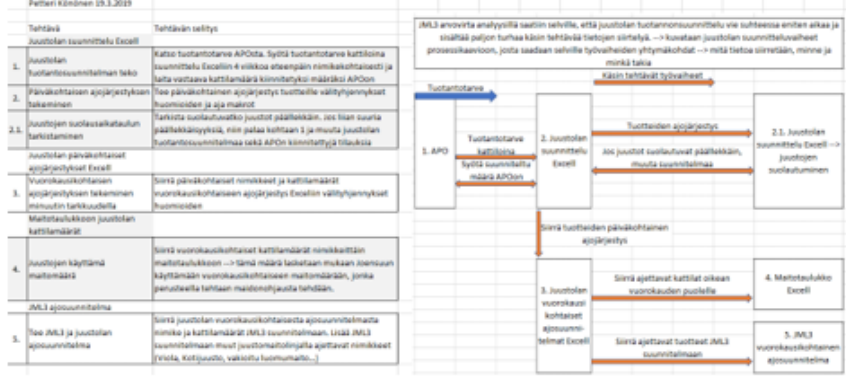
10: tehdään vähintään kahdesti ja suunniteltu tieto siirretään käsin johonkin toiseen järjestelmään

Tietojen ja aikavälin luokitus	Tehdään kerran	Tehdään vähintään kahdesti	Tehdään vähintään kahdesti ja siirretään käsin johonkin toiseen järjestelmään	Arvosteluasteikko			Tehdään kerran	Tehdään vähintään kahdesti	Tehdään vähintään kahdesti ja siirretään käsin johonkin toiseen järjestelmään
				1	5	10			
1. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
4. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
5. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
8. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
9. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
10. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
11. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
12. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
13. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
14. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
15. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
16. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
17. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
18. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
19. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
20. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
21. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
22. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
23. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
24. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
25. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
26. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
27. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
28. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
29. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
30. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
31. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
32. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
33. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
34. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
35. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
36. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
37. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
38. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
39. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
40. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
41. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
42. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
43. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
44. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
45. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
46. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
47. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
48. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
49. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1
50. Muokata tuotantotavoite	10	1	1	1	1	1	1	1	1

Eri työvaiheiden arvoanalyysi tehtiin yhdessä tuotantosuunnittelun kanssa. Arvoanalyysillä saatiin selvitettyä, että kaikki juustojen valmistukseen liittyvä suunnittelu ja sen eri työvaiheet ovat työlämpiä tehdä ja niissä työvaiheissa tehdään turhaa tietojen siirtoa käsin. Kaiken kaikkiaan juustolan valmistussuunnitelman tekoon menee 8 tuntia koko 22 tunnin työajasta, joka käytetään JML3 suunnitelman tekoon.

5. Ratkaisuehdotusten kerääminen - Improve

Arvoanalyysistä saadun tiedon perusteella valittiin työllistävimmät vaiheet, joiden sisällöt vaiheistettiin. JML3 suunnitelman nykytila esitellään automaatio 2020 suunnitteluryhmässä, jossa päätetään, että onko suunnitteluprosessia saatava nopeutettua vastamaan uuden automaation tarpeita.



A3 Juustomaitolinjan (JML3) tuotantosuunnitelman tekovaiheiden ja keston selvittäminen

6. Toteutus - Improve				
What	Where	When	Who	Ennustetut tulokset
Nykytilan kuvaus		Viikko 9	Petteri	JML3 tuotantosuunnitelman tekovaiheet
JML3 suunnitelman tekovaiheiden keston mittaus		viikko 10 - 11	Tuotannosuunnittelu	Saadaan selville JML3 suunnittelun työvaiheiden kestot ja kokonaisaika.
Arvo analyysi suunnitteluvaiheista		Viikko 12	Petteri / tuotannosuunnittelu	Saadaan selville työllistävimmät työvaiheet ja missä tehdään turhaa tietojen siirtoa
Valitaan eniten pisteitä saaneet vaiheet ja puretaan niiden sisältö auki vielä tarkemmin		Viikko 12	Petteri	Saadaan selville työvaiheiden yhtymäkohdat → mitä tietoa siirretään, minne ja minkä takia
Luodaan prosessikaavio siirretystä tiedosta ja mietitään pitääkö jotain vaiheita automatisoida		Viikko 12 - 13	Petteri /automaatio 2020 ryhmä	Tietoja pystytään käyttämään JML3 tuotannosuunnittelun helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi
7. Ratkaisun varmistaminen - Control				
<p>Selvitys JML3 tuotantosuunnitelman työvaiheiden kestosta ja työllistävyydestä viedään automaatio 2020 ryhmään. Ryhmän sisällä tehdään arvio, että vastaako nykyinen juustomaitolinjan tuotannosuunnittelu tulevan automaation tarpeita ja kyetäänkö sillä reagoimaan muutostilanteisiin. Jos ryhmässä todetaan, että suunnitteluprosessia pitää saada nopeammaksi muutostilanteita varten, niin tällöin suunnitteluprosessin työvaiheiden automatisointia lähdetään jatkojalostamaan.</p>				
8. Seuranta - Control				
<p>Mahdollinen suunnitteluprosessin työvaiheiden automatisoinnin etenemisen seuranta tehdään automaation 2020 palaverissa kaksi kertaa kuukaudessa.</p>				

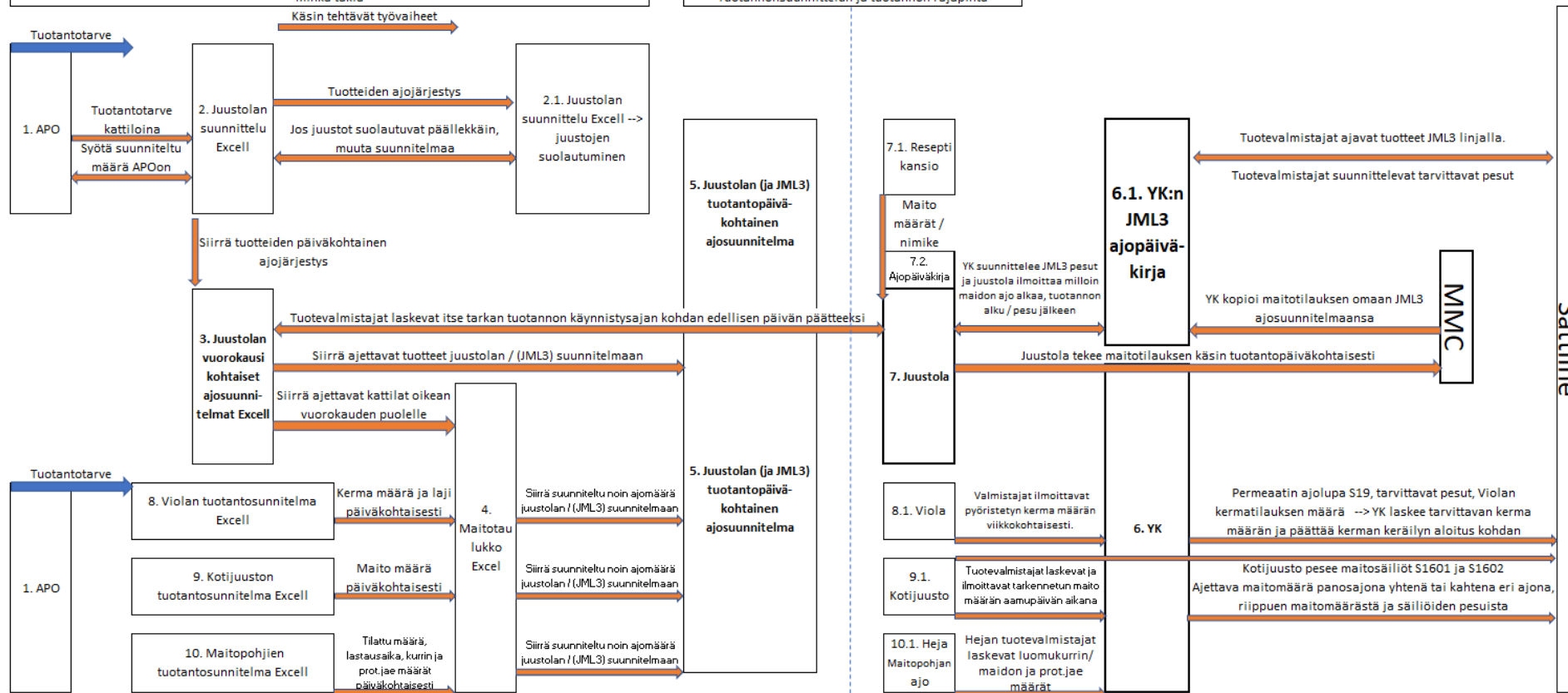
Juustomaitolinjan tuotannosuunnittelun vaiheiden prosessikuvaus

Nykytila Joensuun maitovirtaa ohjaavasta tuotannosuunnittelusta ja käyttäjien tekemistä toimista suunnitelman pohjalta.

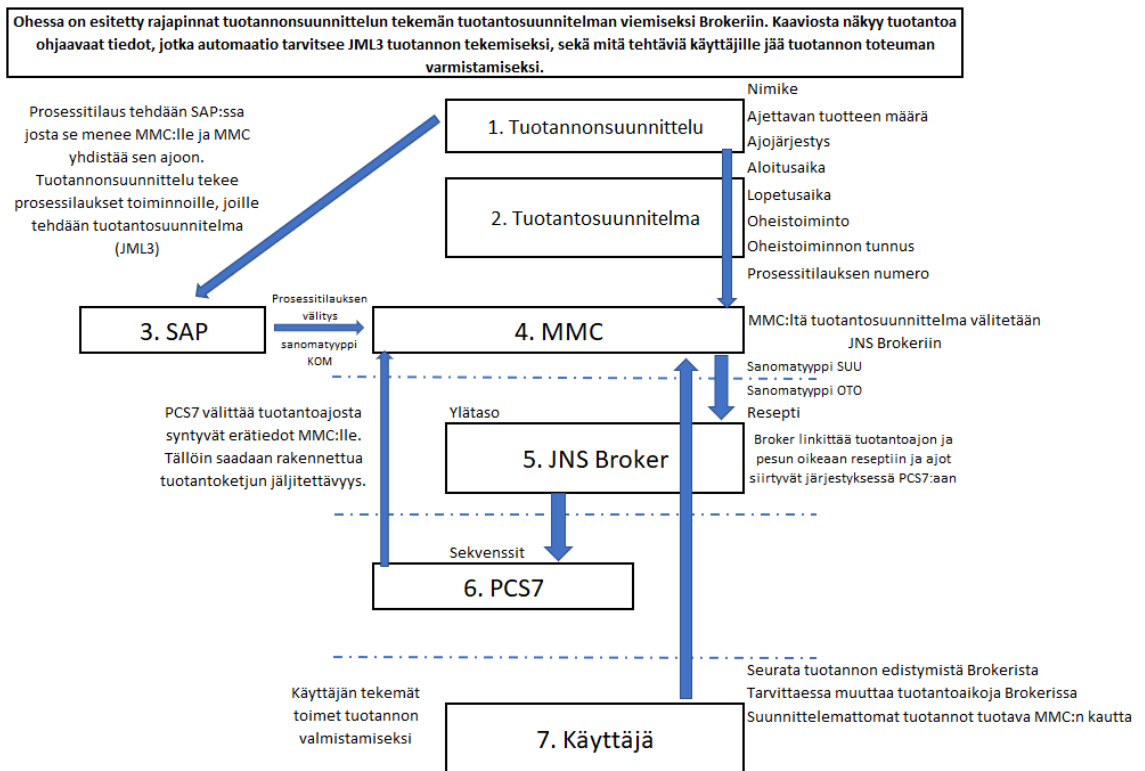
Petteri Könönen 19.3.2019

JML3 arvovirta analyysillä saatiin selville, että juustolan tuotannosuunnittelu vie suhteessa eniten aikaa ja sisältää paljon turhaa käsin tehtävää tietojen siirtelyä. --> kuvataan juustolan suunnitteluvaiheet prosessikaavioon, josta saadaan selville työvaiheiden yhtymäkohdat --> mitä tietoa siirretään, minne ja minkä takia

Tuotannosuunnittelun ja tuotannon rajapinta

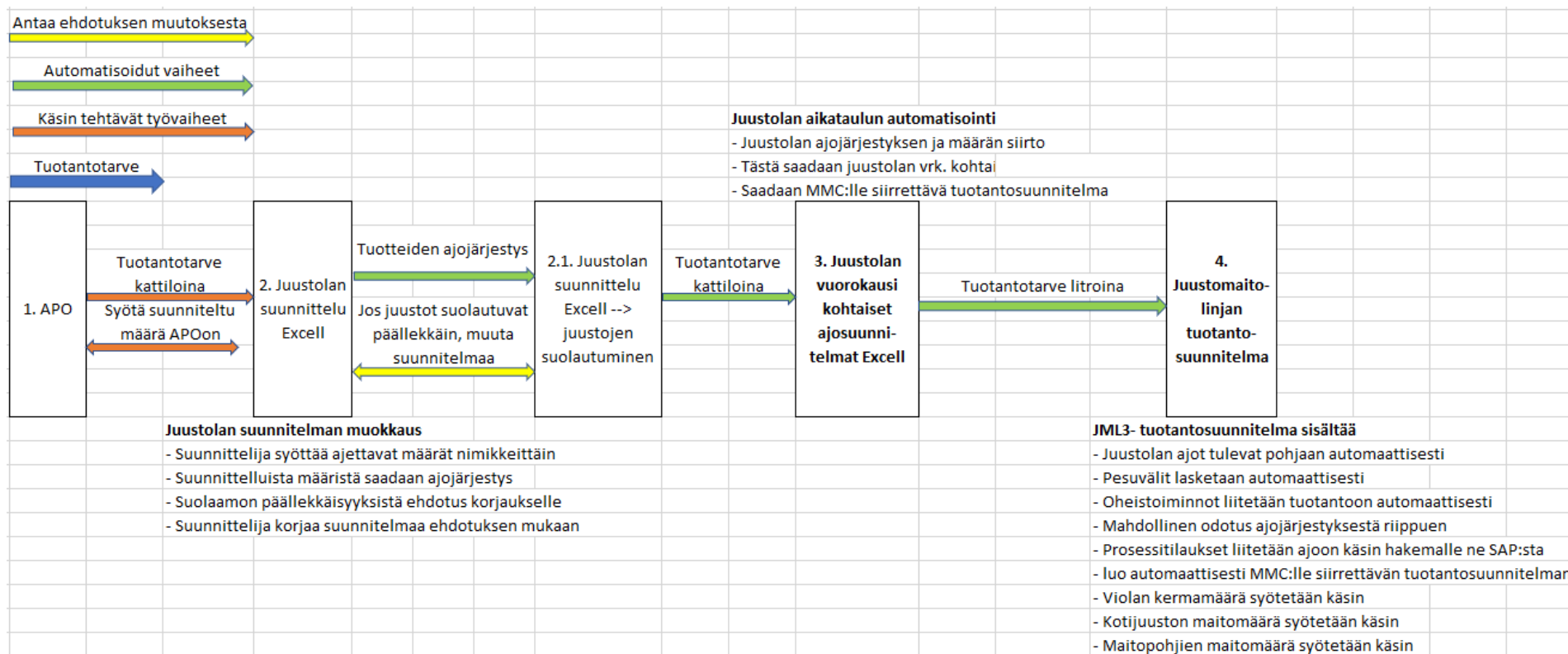


MMC:n ja Brokerin välinen rajapinta



Juustolan tuotannosuunnittelun virtaviivaistaminen

Juustolan virtaviivaistettu tuotannosuunnittelu, josta saadaan pohja JML3 -tuotantosuunnitelmalle.



JML3 -tuotantosuunnitelman tuotanto- ja oheistoimintotietojen siirto MMC:lle

Tuotanto päivä	Tuotanto-linja	Järjestys numero	Tuote-numero	Oheistoiminto	Prosessitilaus numero	Tuotanto määrä	Toiminto alkaa	Toiminto loppuu	Pesutunnus
21.1.2020	JML3	1		Ylösajo			21.1.2020 13:00	21.1.2020 13:20	
21.1.2020	JML3	2	111111		103413501	35800	21.1.2020 13:20	21.1.2020 14:31	
21.1.2020	JML3	3		Vesityöntö			21.1.2020 14:31	21.1.2020 14:41	
21.1.2020	JML3	4	111112		103413502	57600	21.1.2020 15:26	21.1.2020 17:21	
21.1.2020	JML3	5		Vesityöntö			21.1.2020 17:21	21.1.2020 17:31	
21.1.2020	JML3	6	111113		103413503	48600	21.1.2020 17:31	21.1.2020 19:08	
21.1.2020	JML3	7		Vesityöntö			21.1.2020 19:08	21.1.2020 19:18	
21.1.2020	JML3	8		Pesu lyhyt			21.1.2020 19:18	21.1.2020 20:18	11111
21.1.2020	JML3	9		Ylösajo pesu			21.1.2020 20:18	21.1.2020 20:28	
21.1.2020	JML3	10	111114		103413500	127400	21.1.2020 20:28	22.1.2020 0:42	
21.1.2020	JML3	11	111115		103413504	88000	22.1.2020 0:42	22.1.2020 3:38	
21.1.2020	JML3	12		Vesityöntö			22.1.2020 3:38	22.1.2020 3:48	
21.1.2020	JML3	13	111116		103413505	54900	22.1.2020 3:48	22.1.2020 5:37	
21.1.2020	JML3	14		Vesityöntö			22.1.2020 5:37	22.1.2020 5:47	
21.1.2020	JML3	15	111117		103413506	15000	22.1.2020 5:47	22.1.2020 6:17	
21.1.2020	JML3	16		Vesityöntö			22.1.2020 6:17	22.1.2020 6:27	
21.1.2020	JML3	17		Pesu pitkä			22.1.2020 6:27	22.1.2020 7:57	11112

Tuotantosuunnitelman muutosten tekeminen MMC:n tai Brokerin kautta

