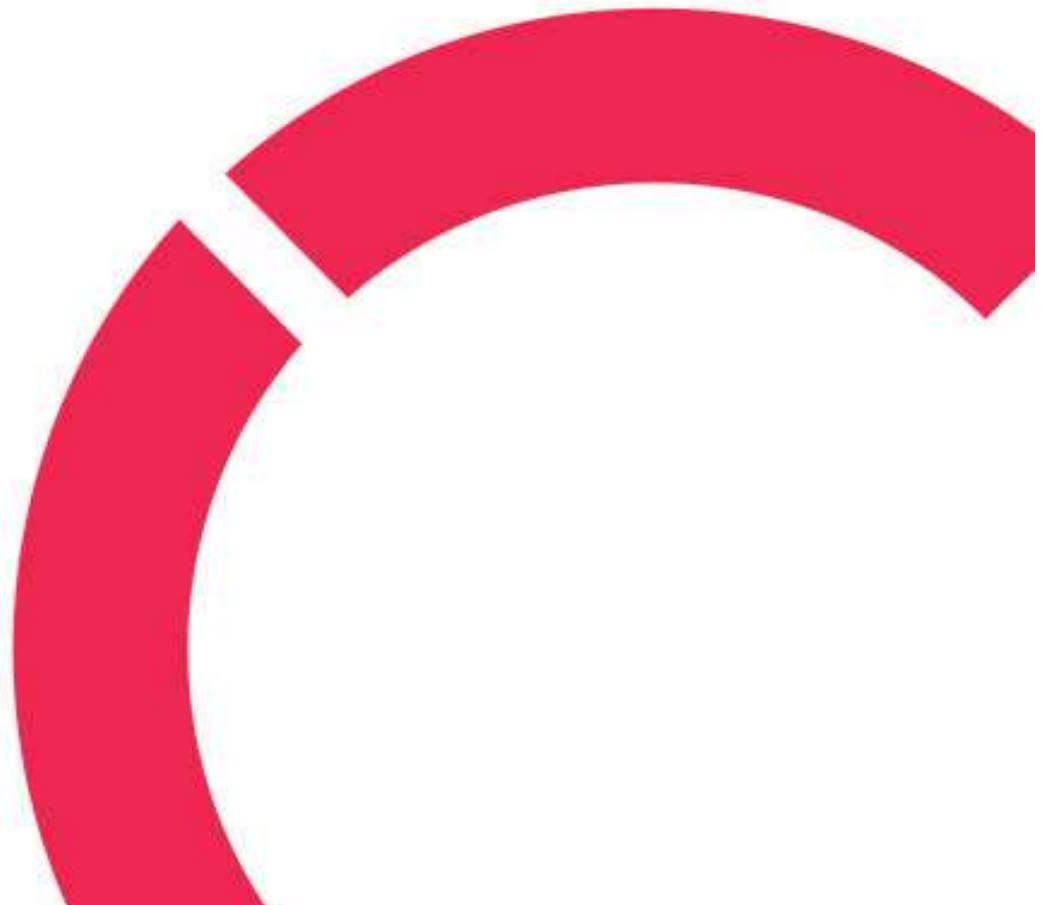


Tarja Kyröläinen

**PINTAKÄSITTELYLAITOKSEN TUOTANNONSUUNNITTELUN
JA -OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutus
Toukokuu 2022**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | | |
|---|--|---|
| Centria-ammattikorkeakoulu | Aika Toukokuu 2022 | Tekijä/tekijät Tarja Kyröläinen |
| Koulutus Tuotantotalouden koulutus | <input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK | |
| Työn nimi PINTAKÄSITTELYLAITOKSEN TUOTANNONSUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN | | |
| Työn ohjaaja Sakari Kinnunen | Sivumäärä 49 | |
| Työelämäohjaaja Jani Mylly | | |
| <p>Tämän opinnäytetyön aihe, Pintakäsittelylaitoksen tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kehittäminen, saatiin FSP For Surface Protection Oy:n Raahen yksiköltä. FSP For Surface Protection Oy on teollisuuden pintakäsittelyalan yritys. Raahen yksikön tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus on tapahtunut työnjohdon muistiinpanojen ja infotaulun avulla. Muut henkilöt eivät ole voineet tarkastella tuotannon kuormitusta, olemassa olevia tilauksia tai tuotannossa olevia töitä järjestelmästä tai tiedostosta.</p> <p>Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena oli analysoida FSP:n Raision yksikön tuotannonsuunnittelu ja -ohjausjärjestelmien soveltuvuutta, muokattavuutta ja hintaa Raahen yksikköä ajatellen. Toisena tavoitteena oli laatia Raahen yksikölle työkalu, jolla tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus saataisiin näkyväksi. Työkalulla tulisi pystyä seuraamaan Raahen yksikön tulevia tilauksia, olemassa olevia tilauksia, tilausten etenemistä tuotannossa, valmiita tilauksia ja tilausten kuormittavuutta sekä resurssien riittävyyttä.</p> <p>Tuotannonsuunnittelu ja -ohjausjärjestelmät soveltuvat enemmän sarja- ja prosessituotantoon. Järjestelmät ovat aika hintavia. Järjestelmien käyttöönotto Raahen yksikön tämänhetkisessä tuotannossa ei ole järkevää. Excel-pohjainen työkalu oli luonteva valinta tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen näkyvyyden aikaansaamiseksi. Excel-ohjelman käyttö on tuttua, se on edullinen ja sillä saadaan kerättyä tiedot tilauksista, tuotteista ja kuormituksesta.</p> <p>Excel-pohjaisella työkalulla Raahen yksikön tilaustiedot, kuormitus ja kapasiteetti saadaan näkyväksi niille henkilöille, jotka tietoa tarvitsevat. Kuormitusta seurataan tuotteiden vaatiman työajan seurannalla. Tuotannonohjauksessa hyödynnetään syntyvää Excel-taulukkoa, tuotteiden käsittelyn aloitus- ja valmistumiskuittaukset kirjataan myös Excel-taulukkaan.</p> <p>Excel-pohjaisella työkalulla tehtävää tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta ryhdytään koekäyttämään Raahen yksikön tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa toukokuun alusta alkaen. Koejakson aikana kerätään kokemuksia työkalun ja menetelmien toimivuudesta ja kehitetään tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta kokemusten pohjalta edelleen.</p> | | |

Asiasanat

Hienosuunnittelu, karkeasuunnittelu, kokonaissuunnittelu, tuotannonsuunnittelu, tuotannonohjaus.

ABSTRACT

| | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
| Centria University of Applied Sciences | Date May 2022 | Author Tarja Kyröläinen |
| Degree programme Industrial Management | | |
| Name of thesis DEVELOPMENT OF PRODUCTION PLANNING AND CONTROL FOR THE SURFACE PROTECTION PLANT | | |
| Centria supervisor Sakari Kinnunen | | Pages 49 |
| Jani Myllys | | |
| <p>The subject of this thesis has been got from FSP For Surface Protection Oy, Raahe branch. FSP For Surface Protection Oy is an industrial surface protection company. At Raahe branch the development of production and management has been arranged with information boards and notes by the supervisor. Other employees have not seen the load of production, orders or work in production from system or file.</p> <p>The first objective of this thesis was to analyze the new production planning and management system at Raisio branch of FSP. Would these systems be suitable and customizability for Raahe branch and what would be the price. The second objective was to develop a tool for production planning and management of Raahe branch. The tool should make it possible for other employees to look at Raahe’s orders, work in progress, ready-made orders and the load and capacity of production and need for add or reduce of resources.</p> <p>Production planning and management systems are more suitable for serial- and process production. Systems are quite expensive. The implementation of these systems in current production of Raahe branch is not reasonable. The Excel based tool was a natural choice to make production planning and management visible. The employees are familiar with the use of Excel, the expenses are low and with Excel information of orders, products and load of production can be collected.</p> <p>With Excel based tool all orders, load and capacity of production are visible to all people who need this information. The load of production is followed and marked by working hours of products. The capacity is calculated according to effective hours of workers. Production management make good use of Excel tool and products processing start and completion receipts are recorded in the Excel.</p> <p>The test run of production planning and control with Excel based tool will be started at the beginning of May at Raahe branch. During the test period experiences of the tool and the methods are collected and the production planning and control will be developed on the basis of the experiences.</p> | | |

| |
|--|
| <p>Key words Aggregate planning, manufacturing planning, master production scheduling, production control, production planning.</p> |
|--|

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

APS

Advanced Planning & Scheduling eli tuotannosuunnittelujärjestelmä.

ERP

Enterprise Resource Planning eli toiminnanohjausjärjestelmä.

Maalausjärjestelmä

Maalausjärjestelmä muodostuu maalattavasta alustasta, alustan esikäsittelystä sekä alustan suojaukseen käytettyjen maalien muodostamasta maalikalvosta. Se voi sisältää yhden maalin tai useita eri maaleja, jolloin siinä voi olla pohja-, väli- ja pintamaali.

MPS

Master Production Scheduling eli karkeasuunnittelu.

MES

Manufacturing Execution System eli tuotannonohjausjärjestelmä.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

| | |
|--|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Tavoitteet ja rajausta | 1 |
| 1.2 Tutkimusmenetelmät | 2 |
| 1.3 Tietoperusta ja keskeiset lähteet | 2 |
| 2 FSP FOR SURFACE PROTECTION OY | 4 |
| 2.1 Raahen toimipaikka | 5 |
| 2.2 Raision toimipaikka | 7 |
| 3 TOIMINNANOHJAUS | 8 |
| 3.1 Kokonaisuohjaus | 8 |
| 3.2 Tunnusluvut ja mittarit | 9 |
| 4 TUOTANNONSUUNNITTELU JA -OHJAUS | 11 |
| 4.1 Kokonaissuunnittelu | 12 |
| 4.1.1 Ennusteet..... | 13 |
| 4.1.2 Kysynnän vaihtelun hallinta | 13 |
| 4.2 Karkea suunnittelu..... | 14 |
| 4.2.1 Kuormitussuunnittelu..... | 14 |
| 4.2.2 Kuormituspiirros..... | 14 |
| 4.3 Hienosuunnittelu | 15 |
| 4.3.1 Tavoitteiden ristiriitaisuus | 16 |
| 4.3.2 Prioriteettisäännöt..... | 18 |
| 4.3.3 Gantt-kaavio | 18 |
| 4.3.4 Optimointi..... | 19 |
| 4.3.5 Työntö- ja imuohjaus..... | 19 |
| 4.3.6 Valmistuksen ohjaus | 19 |
| 4.4 Toiminnanohjauksen, tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen järjestelmät | 20 |
| 4.4.1 ERP-järjestelmä | 20 |
| 4.4.2 APS-järjestelmä..... | 21 |
| 4.4.3 MES-järjestelmä | 22 |
| 4.4.4 Excel | 23 |
| 5 TUOTANNON SUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN NYKYTILA | 24 |
| 5.1 FSP Raaha tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus..... | 24 |
| 5.1.1 Työn ajoitus | 25 |
| 5.1.2 Tuotannonohjaus..... | 27 |
| 5.1.3 Materiaalihankinnat | 27 |
| 5.2 FSP Raisio tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus..... | 28 |
| 5.3 APS- ja MES-järjestelmän soveltuvuus Raahen yksikön käyttöön | 34 |
| 6 TUOTANNON SUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN | 36 |
| 6.1 Tuotantotilat | 36 |
| 6.2 Työvaiheet | 37 |
| 6.3 Resurssit | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 6.4 Maalausjärjestelmät | 38 |
| 6.5 Materiaalihankinnat | 39 |
| 6.6 Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus..... | 39 |
| 6.6.1 Excel-pohjainen tuotannosuunnittelu | 41 |
| 6.6.2 Tuotannon ohjaus..... | 44 |
| 6.6.3 Kuormitus ja kapasiteetti seuranta | 44 |
| | |
| 7 KOEJAKSO, TAVOITTEET JA MITTARIT | 46 |
| | |
| 8 POHDINTA | 47 |
| | |
| LÄHTEET | 49 |
| | |
| KUVIOT | |
| KUVIO 1. Toiminnanohjauksen keskeisiä tunnuslukuja..... | 10 |
| KUVIO 2. Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi | 11 |
| KUVIO 3. Tuotannosuunnittelu eri aikajänteillä | 12 |
| KUVIO 4. Kokonaissuunnittelu..... | 13 |
| KUVIO 5. Kuormituspiirros | 15 |
| KUVIO 6. Taaksepäin ja eteenpäin ajoitus..... | 16 |
| KUVIO 7. Tuotannonohjauksen tavoitteiden ristiriitaisuus | 17 |
| KUVIO 8. Gantt-kaavio | 18 |
| KUVIO 9. ERP-toiminnanohjausjärjestelmä, yrityksen resurssien suunnittelu | 21 |
| KUVIO 10. Raahan tuotannosuunnitteluprosessi, nykytila | 25 |
| KUVIO 11. APS Raision yksikössä..... | 28 |
| KUVIO 12. Tuotantotilat | 36 |
| KUVIO 13. Tuotteiden eteneminen tuotantotiloissa..... | 37 |
| KUVIO 14. Excel-pohjainen tuotannosuunnitteluprosessi | 43 |
| KUVIO 15. Kapasiteetin ja kuormituksen seuranta-kaavio | 45 |
| | |
| KUVAT | |
| KUVA 1. Raahan toimipaikka, Kiiluntie 2..... | 5 |
| KUVA 2. Uudet tilat sisältä, vuosi 2017, maalausammiot | 6 |
| KUVA 3. Multilift Optima 20S -koukulaite | 7 |
| KUVA 4. Tuotannonohjauksen infotaulu | 26 |
| KUVA 5. APS:n alkunäkymä | 29 |
| KUVA 6. Asiakastilaukset..... | 30 |
| KUVA 7. Asiakkaan tarpeista luodut tilaukset..... | 30 |
| KUVA 8. APS:n aikataulu- ja kuormitusnäkökulma | 31 |
| KUVA 9. Mini-MES-demo, keskeneräiset projektit ja vaiheen valinta | 32 |
| KUVA 10. Mini-MES-demo, projektin vaiheena aloittamatta, tuotteiden tilan valinta..... | 33 |
| KUVA 11. Mini-MES-demo, valmistelu vaiheen tilanne..... | 33 |
| | |
| TAULUKOT | |
| TAULUKKO 1. Kuukausitason tuotantoennusteet | 24 |
| TAULUKKO 2. Tuotannosuunnittelun Excel-työkalun otsikot. | 41 |
| TAULUKKO 3. Kuormituksen ja kapasiteetin seuranta-aulukko | 44 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe saatiin FSP For Surface Protection Oy:n Raahen yksiköltä. Raahen toimipaikassa ei ole tällä hetkellä käytössä ohjelmistopohjaista tuotannonohjausjärjestelmää tai muuta sähköistä tuotannonohjausdokumentaatiota. Tuotannonohjaus tapahtuu tuotannossa sijaitsevan manuaalitaulun ja suusanallisen ohjeistuksen avulla. Tilausten tiedot kirjataan manuaalisesti ruutuvihkoon työnjohtajan toimesta. Tuotannonohjausta varten tuotannossa on taulu, jonne työnjohtaja kirjaa työn alle otettavat työt ja maalausjärjestelmät sekä tulostaa tarvittavat piirustukset ja ohjeet tuotteista. Sähköisesti tilaukset eivät ole nähtävillä, ennen kuin valmiit työt kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään. Liiketoimintayksikön päällikkö ja asiakkuuspäällikkö eivät voi tarkastella Raahen yksikön tuotannon kuormitusta tai resursseja varaavia tilauksia mistään järjestelmästä tai tiedostosta, vaan nämä asiat on selvitettävä toimipaikan työnjohdolta.

Opinnäytetyössä keskityttiin Raahen toimipaikan tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kehittämiseen. Millä tavalla tuotannosuunnittelu ja -ohjaus saataisiin näkyväksi muille tietoa tarvitseville henkilöille. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös Raision yksikössä käyttöön otettaviin tuotannosuunnittelu- ja ohjausjärjestelmiin, APS-tuotannosuunnittelujärjestelmään ja Mini-MES-tuotannonohjausjärjestelmään. Työssä tarkasteltiin järjestelmien soveltuvuutta, muokattavuutta ja hintaa Raahen tuotantoa ajatellen.

1.1 Tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena oli analysoida Raision käyttöön muokatun tuotannosuunnittelu- ja ohjausjärjestelmien soveltuvuutta Raahen yksiköön tai vastaavasti miettiä jokin muu tuotannosuunnitteluun- ja ohjaukseen soveltuva työkalu.

Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli saada tuotannosuunnittelu ja -ohjaus sekä resurssien kuormitus ja kapasiteetti näkyväksi organisaation muille henkilöille, jotka tietoa tarvitsevat. Toiminnon tulisi sisältää myös visuaalinen esitys tuotannon resurssien varauksesta sekä käytettävissä olevasta kapasiteetista. Työ rajattiin koskemaan Raahen yksikköä.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Raahen yksikön tuotannosuunnitteluun ja ohjaukseen liittyviä asioita selvitettiin haastattelemalla vapaamuotoisesti työnjohtajaa, hyödyntämällä omakohtaisia kokemuksia tuotannon töistä ja työnjohtajana toimimisen ajoilta, tarkastelemalla tilaus- ja tuotetietoja Business Centralista. Saatuja tietoja käytettiin tuotannosuunnittelun ja -ohjaustyökalun suunnittelussa. Tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa tulee tietää, millainen tuotantoprosessi on, mitä työvaiheita tuotantoprosessi sisältää, millaisia tuotteita pinnoitetaan, kuinka paljon resursseja eri tuotteiden ja tuote-erien käsittely vaatii. Näiden tietojen perusteella ryhdyttiin miettimään tuotannosuunnittelua.

Tarkastelun kohteena oli myös Raision yksikön käyttöön suunniteltu APS-tuotannosuunnittelujärjestelmä ja Mini-MES-tuotannonohjausjärjestelmä. Järjestelmien toimintaperiaatteesta saatiin tietoa kehityspäälliköltä sekä tuotannosuunnittelijalta Teams-palaverissa. Yleisesti APS- ja MES-järjestelmien tarkastelussa käytettiin Pinja-yrityksen laatimia asiantuntijaoppaita ja webinaaritallenteita, joissa käsiteltiin hyvää tuotannosuunnittelua, järjestelmien hankintaa, järjestelmien toimintaa sekä järjestelmien tuomia hyötyjä yrityksissä sekä haastattelemalla puhelimitse Pinjan asiantuntijaa

1.3 Tietoperusta ja keskeiset lähteet

Lähteinä käytettiin kirjallisuutta, haastatteluja sekä sähköisiä lähteitä. Keskeisinä lähteinä käytettiin Matti Haverilan, Erkki Uusi-Rauvan, Ilkka Kourin ja Asko Miettisen kirjoittamaa teosta Teollisuustalous. Teoksesta on tarkasteltu erikoistutkija DI Ilkka Kourin kirjoittamia tuotantoa käsitteleviä lukuja 6–9. Toisena teoksena tarkasteltiin Miia Martinsuon, Saku Mäkisen, Petri Suomelan sekä Jouni Lyly Yrjänäisen teosta Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa.

Raision APS-järjestelmän perusajatuksen esitteli Rauli Yrjänä, joka on toiminut FSP:llä kehityspäällikkönä. Hänen kanssaan järjestelmään tutustuttiin demoversiosta otettujen kuvien avulla. Raision tuotannosuunnittelijan kanssa tarkasteltiin käytössä ollutta Excel-pohjaista tuotannosuunnittelua ja työhöjona, sekä Mini-MES-tuotannonohjausjärjestelmän demoversion toimintoja.

APS ja MES järjestelmien tarkastelussa käytettiin apuna myös Pinjan sähköisiä materiaaleja. Pinja on yritys, joka kehittää digitaalisia ratkaisuja ja palvelee teollisuuden, palvelualan yritysten, kaupanalan

toimijoiden ja julkisen sektorin tarpeita. Pinjan materiaaleista tarkasteltiin webinaaritallenteita ja asiantuntijaoppaita, jotka käsittelivät hyvää tuotannosuunnittelua, tuotannosuunnittelujärjestelmien valintaa, MES-järjestelmää, ASP-järjestelmää sekä niiden hyötyjä ja hankintaa.

2 FSP FOR SURFACE PROTECTION OY

FSP For Surface Protection Oy on teollisuuden pintakäsittelyalan yritys, jolla on yli kaksikymmentä pintakäsittelylaitosta, pääosin Suomessa, mutta myös Virossa ja Puolassa. Yritys työllistää tällä hetkellä yli 300 henkilöä ja yrityksen liikevaihto vuonna 2021 oli noin 26 M€. Yritys tarjoaa teollisen pintakäsittelyn lisäksi pintakäsittelyyn liittyviä asiantuntija- ja lisäarvopalveluja, palvelut kattavat pintakäsittelyprosessin tuotteen koko elinkaaren ajalta. (FSP For Surface Protection Oy.)

Pintakäsittelyllä parannetaan ulkonäön lisäksi pintojen korroosionkestävyyttä, vähennetään tuotteen huolto- ja ylläpitokustannuksia sekä pidennetään tuotteen elinikää. Pintakäsittelymenetelminä käytetään mm. märkäämaalausta, jauhemaalausta eli pulverimaalausta ja happopeittausta. Lisäksi tehdään paalusojausta, termistä ruiskutusta, lattiapinnoitusta, polyurea-pinnoitusta sekä erikoispinnoituksia. Pinnoitus voidaan suorittaa joko asiakkaalla paikan päällä tai yrityksen toimipaikoissa. (FSP For Surface Protection Oy.)

Asiantuntijapalveluyksikkö on perustettu vuonna 2010 vastaamaan asiakastarpeisiin pintakäsittelyyn liittyvissä kontrollointi- ja konsultointipalveluissa. Laajentuessaan ulkomaille yritys on saanut positiivista asiakaspalautetta pintakäsittelyprosessien asiantuntijana ja edelläkävijänä. Asiantuntijapalveluihin kuuluvat Frosio-pintakäsittelytarkastukset, projektijohtaminen ja tuotannon ylös ajo, laadunvalvonta, auditointi, kunnossapito, simulointi ja optimointi, pintakäsittelyprosessin suunnittelu ja toteutus, henkilöstön koulutus, QHES arvioinnit ja ongelmaratkaisut sekä tuotekehitys. (FSP For Surface Protection Oy.)

Lisäarvopalveluilla voidaan nopeuttaa asiakkaan tuotantoprosessia ja tehostaa koko toimitusketjua. Lisäarvopalveluita ovat mm. tuotteiden osakokoonpano, tarroitus, kylttien kiinnitykset, suojaus, pakkaaminen, lastaus, kuljetus, telinetyöt, maalattujen tuotteiden varastointi sekä toimitus asiakkaalle. (FSP For Surface Protection Oy.)

Yrityksen pintakäsittelylaitokset ovat kaikki hieman erilaisia. Osa toimipisteistä palvelee tietyn asiakkaan tarpeita asiakkaan kanssa samoissa toimitiloissa tai välittömässä läheisyydessä. Osa toimipisteistä on rahtimaalaamoja, jonne asiakkaat toimittavat tuotteet käsiteltäväksi. Yleisimmät palvelut ovat pesu ja rasvanpoisto, suihkupuhdistus sekä märkäämaalaus. (FSP For Surface Protection Oy.)

Yrityksellä on NORSOK-hyväksytyjä pintakäsittelylaitoksia eli norjalaisen NORSOK-standardin mukaisia sekä EN-1090 standardin mukaisia pintakäsittelylaitoksia. Yritys hankkii tarvittavan hyväksynnän asiakastarpeen mukaan sellaiselle pintakäsittelylaitokselle, jolla sitä ei vielä ole. Yritys toimii ISO9001, ISO14001 ja ISO45001 standardien mukaisesti ja noudattaa viranomaisten asettamia laatu-, ympäristö- ja työturvallisuus- ja terveystaajimuksia. Yrityksen toiminta on sertifioitu ISO9001, ISO14001 ja ISO45001 standardein. (FSP For Surface Protection Oy.)

2.1 Raahen toimipaikka

Raahessa on FSP:n Suomen toimipaikkojen suurimmat tilat (KUVA 1) eli yhteensä noin 3000 m² toimi- ja tuotantotiloja. (FSP For Surface Protection Oy). Tiloista löytyy katettu saapuvien tuotteiden alue, sisätiloista pesutilat, suihkupudistusammio, kolme peräkkäistä maalauskammiota (KUVA 2), pakkaustilat ja kylmä lastaushalli.



KUVA 1. Raahen toimipaikka, Kiiluntie 2 (FSP For Surface Protection Oy.)



KUVA 2. Uudet tilat sisältä, vuosi 2017, maalauskammiot (FSP For Surface Protection Oy)

Raahen yksikön palveluksessa on 8 henkilöä. Raahen pintakäsittelylaitoksen palveluihin kuuluvat pesu ja puhdistus, suihkupuhdistus, märkämaalaus ja palosuojamaalaus. Maksimissaan käsiteltävä kappalekoko voi olla leveydeltään 6 m, korkeudeltaan 4,6 m, pituudeltaan 80 m. Nostokapasiteetti on 25 tn. (FSP For Surface Protection Oy.)

Käsiteltävien tuotteiden paino vaihtelee alle kilosta yli neljäänkymmeneen tonniin ja ulkomitoiltaan muutamasta sentistä lähes 30 metrin pituisiin tuotteisiin. Tyypillisiä tuotteita ovat kaivosteollisuudet tuotteet, ajoneuvojen vanteet, konepajateollisuuden tuotteet, teollisuudessa huoltojen yhteydessä kunnostettavat koneet ja laitteet sekä erilaiset putket ja kannakkeet. Käytössä olevia vakio maalausjärjestelmiä, jotka löytyvät hinnastoista, on yli 20 kpl, lisäksi asiakkaiden spesifioimat tuotekohtaiset maalausjärjestelmät.

2.2 Raision toimipaikka

Raisiossa FSP:n pintakäsittelylaitos toimii Cargotec-konserniin kuuluvan Hiabin tuotantolaitoksen yhteydessä. Raision Hiab valmistaa kuorma-autojen vaihtolavalaitteita ja Multilift-koukkulaitteita (KUVA 3). (For Surface Protection Oy.)



KUVA 3. Multilift Optima 20S -koukkulaite (Hiab Mediagallery)

Raision yksikkö on ratamaalaamo, jossa on kaksi maalauslinjaa, joista toinen linjasto on vasta rakennettu ja käyttöön otettu. Uusi linjasto on yhteisinvestointi Hiabin kanssa. Uusi linjasto on moderni logiikkaohjattu linjasto, jonka käsiteltävien kappaleiden maksimikoko on 6 x 2,5 x 11 m (leveys x korkeus x pituus) ja enimmäiskantavuus 1500 kg. Automaation avulla linjalta saadaan reaaliaikaista dataa siitä, missä kappaleet ovat menossa ja millaisissa olosuhteissa ne ovat. (For Surface Protection Oy.)

FSP:n tuotannonohjaus on integroitu Hiabin tuotannonohjausjärjestelmään. FSP seuraa Hiabin tuotantojonoja ja tekemisiä järjestelmästä, erillisiä tilausprosesseja ei tarvita. FSP vastaa siitä, että Hiabin tuotteet ovat pintakäsiteltyinä oikeassa paikassa, oikeaan aikaan ja että tuotteiden pintakäsittelyn laatu vastaa sille asetettuja vaatimuksia. (For Surface Protection Oy.)

3 TOIMINNANOHJAUS

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tilaustoimitusketjun ohjausta. Toiminnanohjaus on tuotannonohjausta laajempi kokonaisuus, sillä toiminnanohjaus sisältää tuotannon ydintoimintojen lisäksi myynnin ja markkinoinnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ja yhteistyökumppaneiden ohjausta. (Martinsuo, Mäkinen, Suomela & Lyly-Yrjänäinen 2016, 139.)

Kourin kirjoittamassa tuotantoa käsittelevässä osassa on todettu, että toiminnanohjauksen käsitettä käytetään yleisesti tuotannonohjauksen sijaan. Valmistuksenohjauksella taas tarkoitetaan tuotteiden valmistuksen suunnittelua ja ohjausta. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 397.)

Toiminnanohjauksella pyritään organisoimaan ja ohjaamaan toimintaa niin, että tilaustoimitusketjun tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Toiminnanohjauksen keskeisimpiä tavoitteita ovat kapasiteetin korkea tuottavuus, vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja tuotannon läpäisy-aika, nämä perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin, jotka ovat kustannusten minimointi, hyvä asiakaskilpailukyky, hyvä laatu ja joustavuus. (Haverila ym. 2009, 402.)

Rullaavan suunnittelun periaatteella toiminnansuunnittelussa tarkoitetaan ennusteiden ja alustavien suunnitelmien tarkentumista ajan kuluessa. Alustavat toimintasuunnitelmat tarkennetaan tarkemmiksi tuotantosuunnitelmiksi, joita edelleen tarkennetaan lähestyttäessä toteutushetkeä, samalla tehdään uusia alustavia suunnitelmia tuleville ajanjaksoille. (Haverila ym. 2009, 410.)

3.1 Kokonaisohjaus

Yrityksen liiketoimintaa tulee johtaa kokonaisuutena yrityksen strategian ja liiketaloudellisten tavoitteiden mukaisesti. Yrityksen kokonaisohjauksella liiketoiminnan tavoitteet, yrityksen keskeiset toiminnot ja resurssit sovitetaan yhteen. Toiminnanohjauksessa eri toimintojen resursointi ja toteutus tulee suunnitella toisiaan tukevalla tavalla niin, että liiketoiminnan tavoitteet saavutetaan. Budjetit, tunnusluvut ja mittarit ovat kokonaisohjauksen keskeisimpiä työvälineitä, joita käytetään mm. toiminnan seurantaan ja tavoitteiden asetteluun. (Haverila ym. 2009, 397–398.)

Budjettien avulla suunnitellaan yrityksen taloudellista tulosta, koordinoidaan yrityksen eri toimintoja ja asetetaan toiminnoille tavoitteita. Suunnitelmat ja tavoitteet voidaan muuttaa euromääräisistä luvuista toiminnan laajuutta kuvaaviksi kappalemääriksi. Valmistusmäärien suunnittelu ja varastotasojen määrittely voidaan tehdä myyntibudjetin perusteella. Kapasiteetti- ja materiaalitytarpeet voidaan määrittää valmistusbudjetin perusteella. (Haverila ym. 2009, 398.)

Budjettipohjainen suunnittelu on kuitenkin usein liian epätarkka yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja päätöksentekoon, mutta se sopii karkean tason tuotannon toteutuksen ja resurssoinnin suunnitteluun. Tyypillisiä budjettisuunnittelun perusteella hoidettavia tehtäviä ovat kausisopimukset toimittajien kanssa, päätökset kapasiteetin lisäämisestä, alihankintojen ja henkilöstön määrän suunnittelu. Budjettisuunnittelun avulla tuotannon kustannusrakennetta ja investointeja voidaan tarkastella liiketaloudellisesta näkökulmasta. (Haverila ym. 2009, 398.)

3.2 Tunnusluvut ja mittarit

Tunnuslukuja (KUVIO 1) käytetään yrityksen toiminnanohjauksen apuna, toiminnan seurannan ja tavoitteiden asettelun välineenä. Toiminnan tehokkuuden arvioinnissa käytetään liiketoiminnan tunnuslukuja. Toiminnan johtamisessa tarvitaan taloudellisten tunnuslukujen lisäksi resurssien käytön ja toiminnan tulosten tunnuslukuja. (Haverila ym. 2009, 398.)

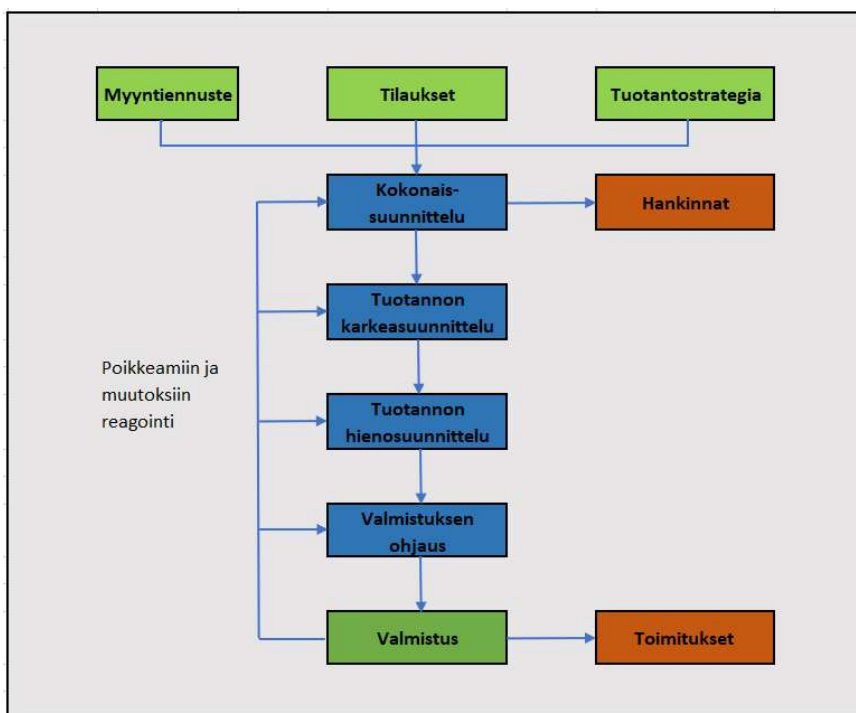
Tuotannon tunnuslukujen käyttö vaihtelee paljon eri yritysten välillä, koska oikeellisten ja vertailukelpoisten tunnuslukujen saaminen tuotantoprosessista on usein vaikeaa ja työlästä. Tavallisesti tuotannon tunnuslukujärjestelmistä löytyvät kustannustehokkuutta ja tuottavuutta, tuotteiden laatua sekä toimintavarmuutta kuvaavat tunnusluvut. (Haverila ym. 2009, 398.)

| Toiminnanohjauksen keskeisiä tunnuslukuja | |
|--|---|
| Liiketoiminta | Toimitusvarmuus |
| - myyntikate | - toimitusaika |
| - käyttökate | - toimitusaikapito |
| - jalostusarvo | - palvelutaso |
| - myyntimäärät | - myöhästymiset |
| - valmistuksen määrät | - jälkitoimitusten määrä |
| - tilauskanta | - tilaus-toimitusprosessin läpäisy aika |
| Kustannustehokkuus ja tuottavuus | Laatu |
| - varastoon sitoutunut pääoma | - tuotteiden saanto |
| - avainkoneiden tuottavuus | - virheellisten tuotteiden määrä |
| - avainkoneiden käyttösuhteet | - reklamaatiot |
| - henkilökunnan tuottavuus | |
| - valmistuksen läpäisy aika | |

KUVIO 1. Toiminnanohjauksen keskeisiä tunnuslukuja (mukaihen Haverila ym. 2009, 399)

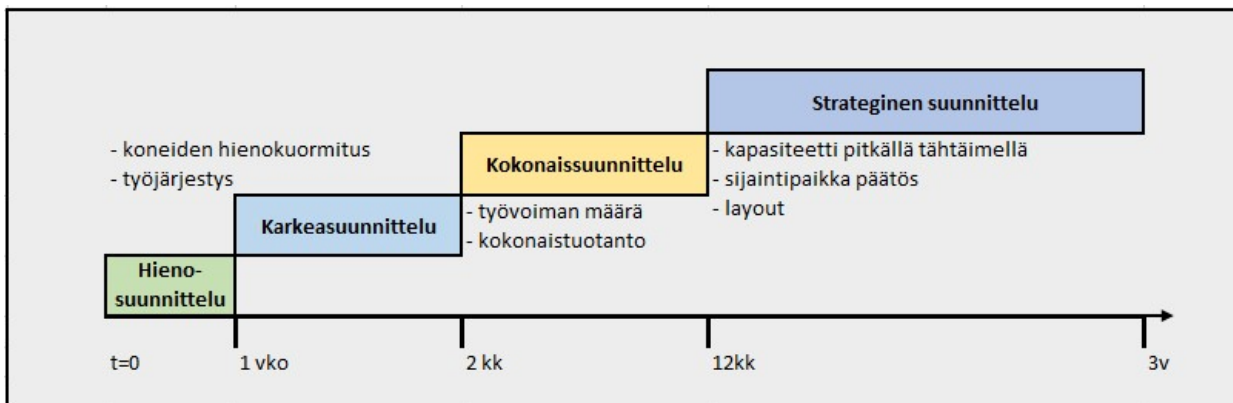
4 TUOTANNONSUUNNITTELU JA -OHJAUS

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessissa (KUVIO 2) on tavallisesti kolme erillistä suunnittelutasoa, kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu ja hienosuunnittelu. Suuret tuotantoyksiköt käyttävät yleensä kaikkia kolmea tasoa, mutta pienissä yksiköissä ja yksinkertaisissa tuotantoprosesseissa voi olla käytössä yksi tai kaksi suunnittelutasoa. Tuotannonohjausprosessi etenee vaiheittain. Pitkän aikajänteen tuotantostrategia ja kysynnän todelliset ja ennustetiedot tarkennetaan vähitellen valmistusta ohjaavaksi tiedoksi. (Martinsuo ym. 2016, 139.)



KUVIO 2. Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi (mukaillen Martinsuo ym. 2016. 140)

Tuotannosuunnitteluprosessissa (KUVIO 2) tapahtuu jatkuvasti uudelleensuunnittelua ja eri suunnittelutehtävien välistä yhteensovittamista. Erilaiset tuotantohäiriöt ja materiaali puutteet aiheuttavat usein töiden uudelleenjärjestelyjä. (Haverila ym. 2009, 409.) Tuotannosuunnittelua tehdään aina eri pituisille aikajänteille (KUVIO 3). Strateginen suunnittelu tehdään pitkälle aikajänteelle ja kokonaissuunnittelu keskipitkälle, kun taas karkea- ja hienosuunnittelu tehdään lyhyelle aikajänteelle (Martinsuo ym. 2016, 142). Kuviossa 3 aikajänteet ovat viitteellisiä ja ne voivat vaihdella paljonkin yrityksen tyyppin ja toimialan luonteen mukaan.



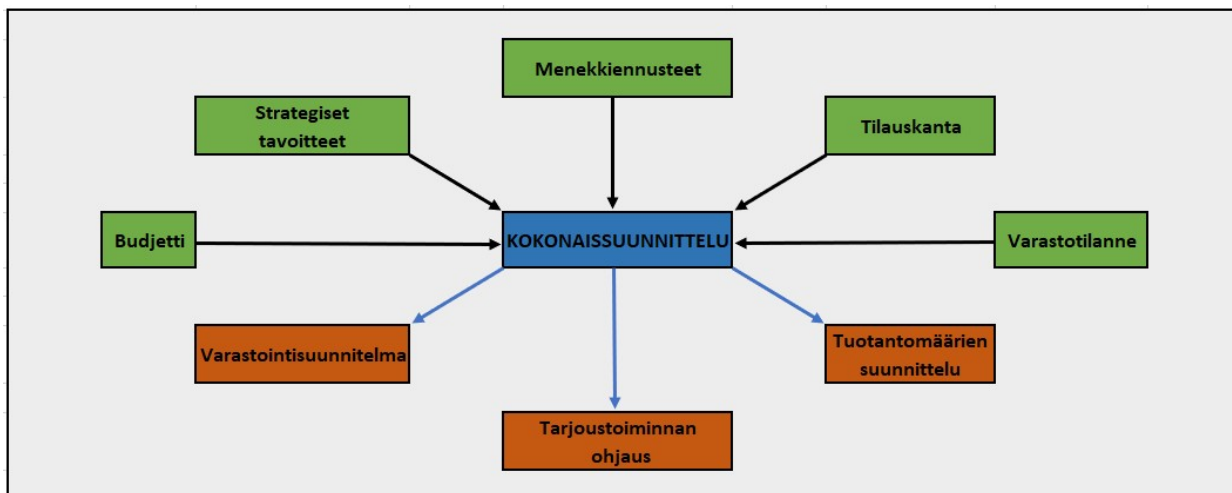
KUVIO 3. Tuotannosuunnittelu eri aikajänteillä (mukaillen Martinsuo ym. 2016, 142)

Tuotannonohjauksen tarkoituksena on suunnitella ja hallita niitä toimintoja ja tehtäviä, joita käytetään tuotteiden ja palvelujen aikaansaamiseksi. Tuotannonohjauksen keskeisiä tavoitteita ovat asiakasvaatimusten täyttäminen, toiminnan kustannustehokkuus, toimituskyky, laatu ja joustavuus. Tuotannonohjauksen menetelmät, periaatteet ja tehtävät riippuvat eri tekijöistä kuten yrityksen toimialasta, tuotteista, tavoitteista, tuotantojärjestelmästä, tietojärjestelmästä. (Martinsuo ym. 2016. 139.)

4.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu (aggregate planning) tarkoittaa ylimmän tason suunnittelua, jossa suunnitellaan tuotannon kokonaisvolyymiä ja taloutta. Suunnittelu voidaan tehdä vuotuisen budjettisuunnitelman osana, mutta suunnitelmia tarkastellaan ja muutetaan usein budjettikauden aikana. Kokonaissuunnittelussa määritellään muun muassa toiminnan volyymi, tarvittavat resurssit ja kapasiteetti sekä suunnitellaan varastotasot. (Haverila ym. 2009, 411–412.)

Kokonaissuunnittelussa huomioidaan mm. yrityksen tilauskanta, menekkiennusteet sekä varastotilanne (KUVIO 4). Kokonaissuunnittelun tietoja hyödynnetään karkea- ja hienosuunnittelun lähtötietoina. (Haverila ym. 2009, 412.)



KUVIO 4. Kokonaissuunnittelu (mukaillen Haverila ym. 2009, 412)

4.1.1 Ennusteet

Ennusteilla pyritään selvittämään tulevaa kysyntää ja kysynnän aiheuttamaa kapasiteetin tarvetta ja materiaalivarastojen suuruutta. Menetelminä voidaan käyttää aikaisemman toteutuneen menekin analysointia sekä regressioanalyysiä tai matemaattisia menetelmiä. Yksittäistuotannossa käytetään henkilökunnan omaa arviota tuotteen menekistä, jolloin arvioinnin tarkentamiseksi ennustettava kokonaisuus voidaan jakaa pienempiin osiin, kuten myyntialueisiin, tuoteryhmiin ja asiakasryhmiin. (Haverila ym. 2009, 413.)

4.1.2 Kysynnän vaihtelun hallinta

Kysynnän vaihtelun hallinta on yksi kokonaissuunnittelun tärkeimmistä tehtävistä. Koska kapasiteetin joustavuus on yleensä kysynnän vaihtelua pienempi, on suunniteltava ennakkoon, miten kysynnän vaihtelut hallitaan. Keskeisimpiä kysynnän hallinnan keinoja ovat tuotteiden varastointi, kapasiteettijoustojen käyttö, toimitusaikojen siirto tai toimitusmäärien rajoittaminen ja menekkiin vaikuttaminen. (Haverila ym. 2009, 414.)

4.2 Karkea suunnittelu

Karkeasuunnittelu (Master Production Scheduling) tehdään muutaman viikon aikajänteellä. Lähtökoh-
tina ovat usein tilauskanta, tuotteiden varastotilanne, ja valmistusbudjetin tavoitteet. Karkeasuunnitte-
lun tehtäviin kuuluvat resurssien käytön yleissuunnittelu ja toimituskyvyn määrittely. Karkeasuunnitte-
lussa määritellään henkilö-, kone- ja laitekapasiteetti yleisellä tasolla sekä päätetään kapasiteetin lisää-
misestä tai vähentämisestä. (Haverila ym. 2009, 415–416.)

Toimituskyvyn hallinta kuuluu myös karkeasuunnittelun tehtäviin. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa
seurataan varastotilannetta sekä tilauskantaa. Suunnitellaan sopivat täydennyserät, joilla toimituskyky
säilyy. Joissain tapauksissa vaikeasti hankittavien materiaalien saatavuus määrittelee yrityksen toimi-
tuskyvyn. (Haverila ym. 2009, 416.)

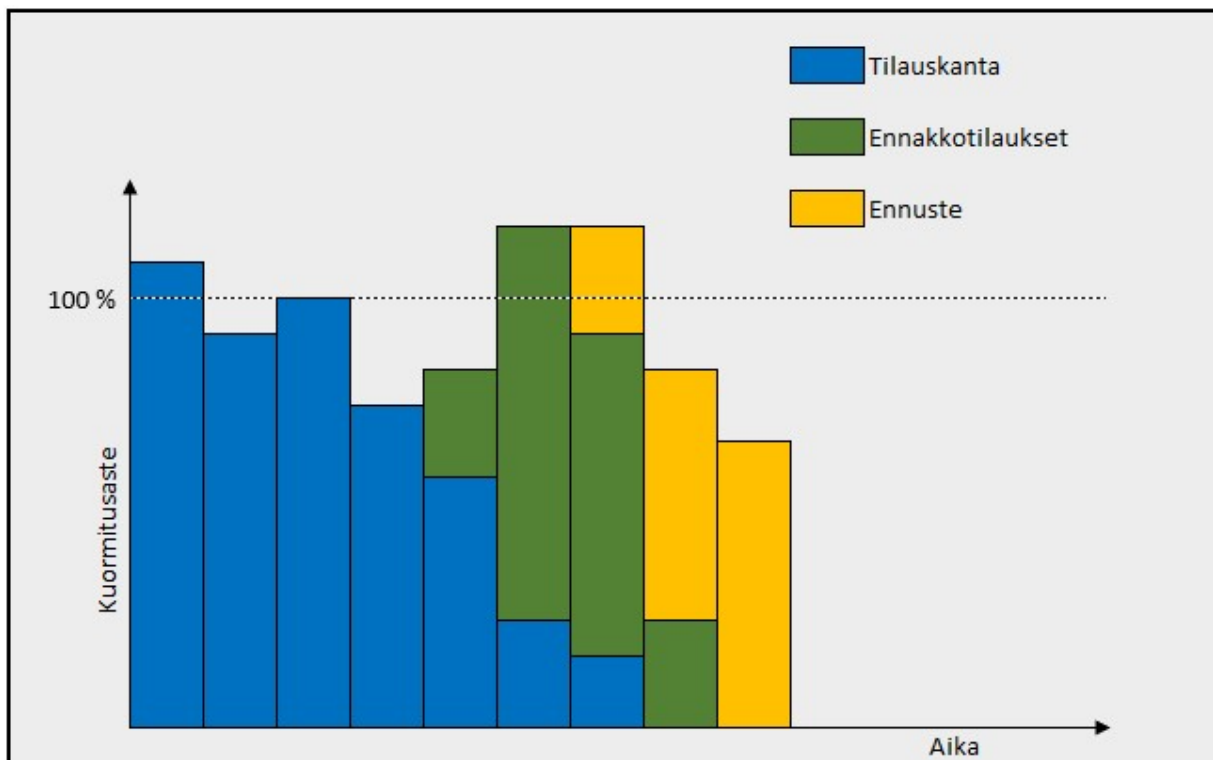
Karkeasuunnittelu edellyttää kapasiteetti- ja materiaaliarpeiden määrittelyä suunniteltaville tuote-
erille. Vakiotuotteiden osalta tiedot saadaan yleensä helposti tietojärjestelmästä, mutta tilaustuotteiden
osalta joudutaan arvioimaan kapasiteetti- ja materiaaliarve. (Haverila ym. 2009, 416.)

4.2.1 Kuormitussuunnittelu

Toiminnan suunnittelussa keskeinen rajoittava tekijä on valmistuskapasiteetti. Karkeasuunnittelussa
laaditaan alustava tuotantosuunnitelma ja ylläpidetään kuormitussuunnitelmaa, karkeakuormitusta.
Karkeakuormituksesta nähdään tuotantoerien ja tilausten vaatima valmistuskapasiteetti. Karkeakuor-
man perusteella voidaan tehdä päätöksiä toimitusajoista ja tuotantoerien koosta ja ajoituksista. Kar-
keasuunnittelussa käytetään laajempia kuormitusryhmiä ja se pohjautuu usein avain- tai pullonkaula-
kuormitusryhmien suunnitteluun. (Haverila ym. 2009, 416.)

4.2.2 Kuormituspiirros

Kuormituspiirroksessa (KUVIO 5) kuvataan jonkin kuormitusryhmän kuormitusta tarkastelu ajanjak-
sona. Tarkastelujakso on tavallisesti viikon mittainen. Tarkastelujakson eri työtehtävien kuormitus las-
ketaan yhteen. Kuormituspiirroksen avulla tarkastellaan kapasiteetin riittävyyttä ja sopeutuksen tar-
vetta, suunnitellaan tuotantoa ja määritellään toimitusajat. (Haverila ym. 2009, 417.)



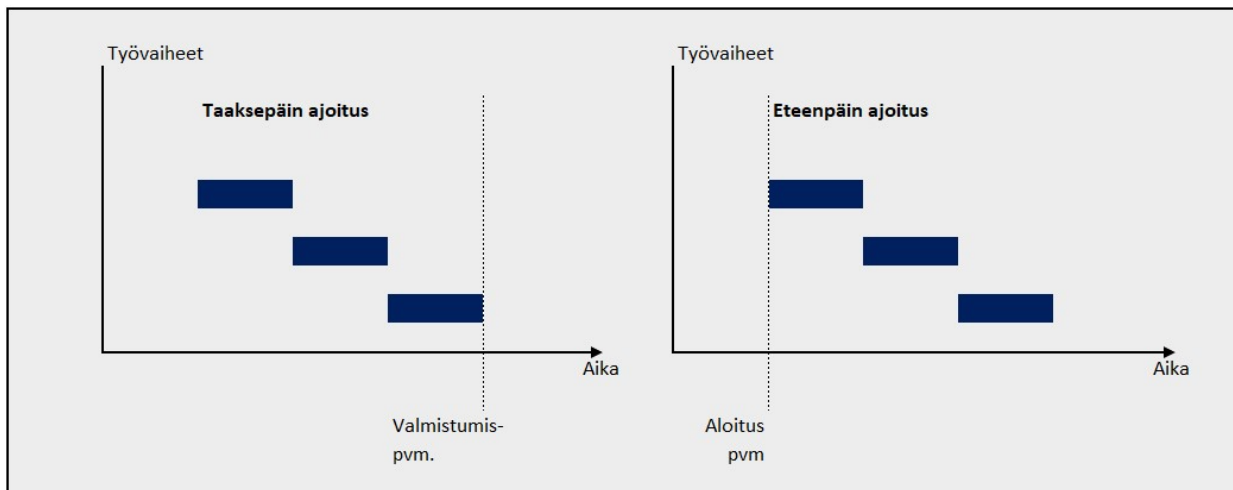
KUVIO 5. Kuormituspiirros (mukaien Haverila ym. 2009, 417)

4.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa tehdään yksityiskohtainen suunnitelma valmistuksen tuotantoerien, työvaiheiden ajoituksen, resurssien käytön ja tuotantoerien valmistumisajankohdan määrittämiseksi päivittäisellä ja viikoittaisella tasolla. Tuotantoeria pyritään ryhmittelemään niin, että samoja tuotteita voidaan valmistaa isompina sarjoina, jotta tuotannon asetajat saadaan pidettyä mahdollisimman alhaisina. Hienosuunnittelussa käytetään tuotannon ja tilausten mahdollisimman varmoja ajantasaisia tietoja. (Martinsuo ym. 2005, 149.) Hienosuunnittelu perustuu karkeasuunnittelussa tehtyyn tuotantoerien karkeaan ajoitukseen (Haverila ym. 2009, 417.)

Hienosuunnittelussa on useita yleisiä peruseriaatteita. Hienosuunnittelussa pyritään löytämään tuotantojärjestys, jolla asetajat saadaan minimoitua ja toimitusaika pysyy lyhyenä. Pullonkaulojen eli kapasiteettirajoitteiden kuormitusaste pyritään saamaan mahdollisimman korkeaksi, ilman että muut työvai-

heet estävät pullonkaulan korkeaa kuormitusta. Tämä voi vaatia puskurivarastoa ennen pullonkaulavaihetta. Tuote-erät ajoitetaan odotetun valmistusajan ja vaiheaikojen perusteella, joko valmistumisajankohdasta taaksepäin laskien tai aloitusajankohdasta eteenpäin laskien (KUVIO 6).



KUVIO 6. Taaksepäin ja eteenpäin ajoitus (mukaillen Haverila ym. 2009, 419)

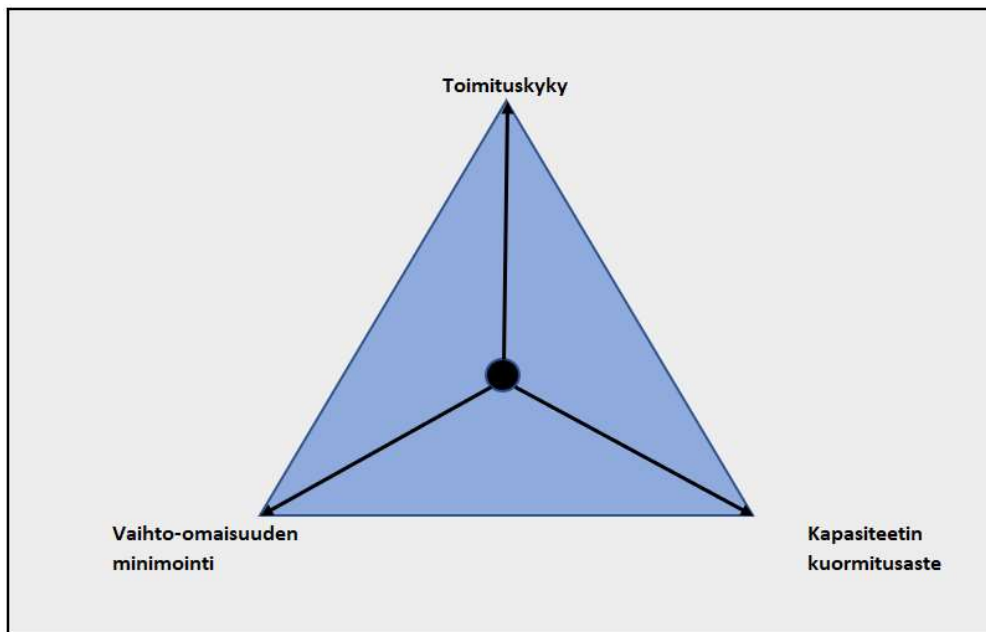
Hienosuunnittelussa käytetään arvovirran suuntaista ohjausta eli työntö- tai imuohjausta. Työntöohjauksessa tuotteet etenevät valmistusjärjestyksen mukaisesti. Imuohjauksessa tuotteita valmistetaan seuraavaan vaiheeseen tarpeen ilmaantuessa. Hienosuunnittelun tukena toimivat visuaaliset keinot, kuten kuvat ja taulut ja toiminnanohjauksen tietojärjestelmien aikataulutus, jota voidaan käyttää työsuunnitelmien tekemisessä. Hienosuunnittelussa tuotanto optimoidaan niin, että keskenään ristiriitaisista tavoitteista päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. (Martinsuo ym. 2005, 149–151.)

4.3.1 Tavoitteiden ristiriitaisuus

Tuotannonohjauksen vaikeutena ovat eri toimintojen eri käsitykset eri tavoitteiden tärkeydestä. Markkinointi pitää tärkeänä hyvää toimituskykyä ja joustavuutta, valmistus taas kapasiteetin korkeaa käyttöastetta ja talouspuoli taas tarkastelee toimintaan sitoutuneen pääoman suuruutta. Ristiriitaisuudet toimintojen välillä vaikeuttavat tuotannonohjauksen toimintaa. (Haverila ym. 2009, 404.)

Tavoitteiden ristiriitaisuus (KUVIO 7) vaikeuttaa tuotannonohjausta. Hyvä toimituskyky vaatisi tuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointia sekä pieniä tuotantoeriä. Koneiden ja laitteiden

korkea kuormitusaste taas vaatisi suurien erien valmistusta, jotta vaihtoajat eivät söisi tuotantoaikaa. Suuret erät taas vaatisivat suuria varastoja ja tuotteiden tasaista menekkiä. Vaihto-omaisuuden minimointi taas vaatii pientä tuote- ja raaka-ainevarastoa. Toiminnanohjauksen tehtävä on sovittaa yhteen ristiriitaiset tavoitteet. Tavoitteiden muodostumiseen ja keskinäiseen tärkeyteen vaikuttavat yrityksen valitsevat kilpailutekijät. (Haverila ym. 2009, 404.)



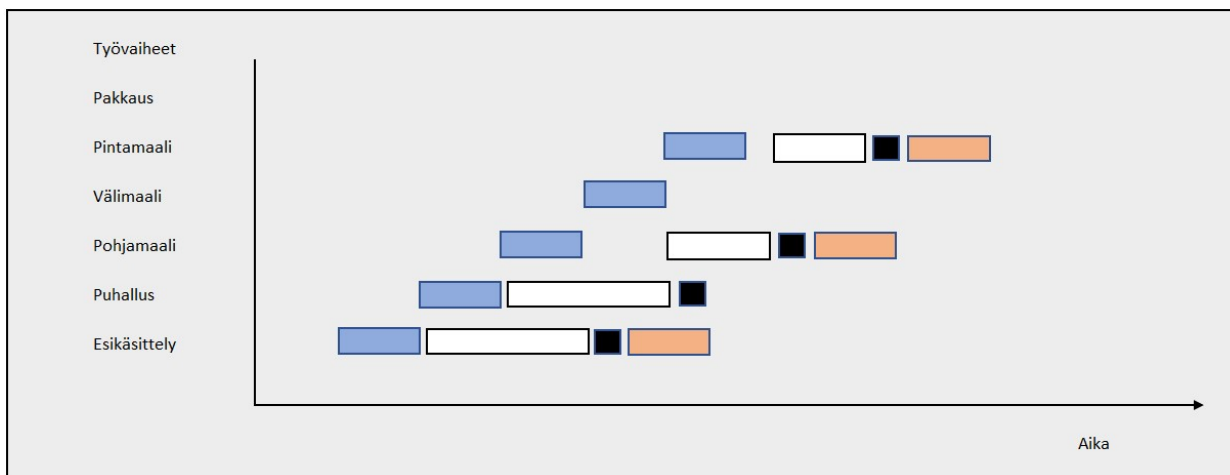
KUVIO 7. Tuotannonohjauksen tavoitteiden ristiriitaisuus (mukaillen Haverila ym. 2009, 404)

4.3.2 Prioriteettisäännöt

Työtehtävien valmistusjärjestyksen valinnassa voidaan käyttää erilaisia prioriteettisääntöjä. Niitä käytetään melko yksinkertaisissa suunnittelutilanteissa, joissa helpoilla säännöillä saadaan hyvä lopputulos. Prioriteettisääntönä voidaan käyttää mm. saapumisjärjestystä, kuten FIFO (first in first out), pienintä pelivaraa, suurinta myöhästymistä. Valmistusjärjestystä voidaan priorisoida myös seuraavilla säännöillä, lyhin työvaihe ensin tai pisin työvaihe ensin, kallein tuote-erä ensin, nopeimmin valmistuva ensin tai aikaisin aloitusajankohta. Samoja prioriteettisääntöjä voidaan valita monissa tuotannosuunnitteluohjelmissa. (Haverila ym. 2009, 420.)

4.3.3 Gantt-kaavio

Gantt-kaavio (KUVIO 8) on visuaalinen esitys, jolla voidaan havainnollisesti kokeilla tuotantojärjestyksiä, ja arvioida niiden paremmuutta. Gantt-kaavio voidaan toteuttaa esim. magneetti- tai legopalik-kataululla tai tietokoneohjelmistolla. Gantt-kaaviossa aika on vaaka-akselilla ja kuormitusryhmät ovat pystyakselilla. (Haverila ym. 2009, 421.)



KUVIO 8. Gantt-kaavio (mukaiillen Haverila ym. 2009, 421)

4.3.4 Optimointi

Tietokonepohjaisia optimointiohjelmistoja voidaan käyttää hienosuunnittelun apuna tukemassa tuotannon suunnittelijan päätöksentekoa. Ohjelmistojen avulla on nopea tarkastella eri ratkaisuvaihtoehtoja ja niiden tuloksia. Optimointiohjelmissa käytetään usein Gantt-kaaviosovelluksia visualisoimiseen. Optimointi edellyttää hyvää suunnitteluprosessia, tarkkoja lähtötietoja ja häiriötöntä tuotantoa. Optimointijärjestelmät ovat kalliita ja käyttöönotto on hintavaa. Parhaiten ne soveltuvat prosessi- ja sarjatuotantoon, jossa valmistusprosessi on stabiili ja pienetkin parannukset näkyvät toiminnan kannattavuudessa. (Haverila ym. 2009, 421–422.)

4.3.5 Työntö- ja imuohjaus

Työntöohjaus on eniten käytetty ohjausmenetelmä, jota voidaan käyttää kaikissa tuotantomuodoissa. Työntöohjauksella tarkoitetaan suunnittelijan tekemää valmistussuunnitelmaa, jolla ohjataan ja koordinoitetaan eri valmistustehtäviä ja työnnetään tuotantoerä tuotannon läpi suunnitelman mukaisesti. Työntöohjausta käytettäessä valmistusprosessin tulisi olla selkeä ja hallittavissa, laadun hyvää ja toiminnan kurinalaista. (Haverila ym. 2009, 422.)

Imuohjauksessa osia imetään kokoonpanoon tarpeen mukaisesti eli tarve etenee lopusta alkuun. Imuohjauksessa käytetään väliavarastoja, jolloin tilausimpulssi syntyy puskurivaraston pienentyessä. Tilaus-impulssi voidaan esittää imuohjauksella eli Kanban-kortilla. Imuohjaus soveltuu tasaisen mekin omaaville vakio-osille ja materiaaleille. Imuohjausta käytettäessä valmistuksen läpäisyajojen tulisi olla lyhyitä ja laadun virheetöntä. (Haverila ym. 2009, 422.)

4.3.6 Valmistuksen ohjaus

Valmistuksen ohjauksessa työn suorittaminen suunnitellaan yksityiskohtaisesti, jaetaan työt, ohjataan, valvotaan ja raportoidaan työtehtäviä. Vaikeimpia ohjattavia ovat yksittäiset tilaustuotteet, jolloin suunnittelun tarve on suuri. Vakiotuotteiden jatkuva valmistus on helppoa, mutta vaatii tarkkuutta kustannusten minimoiseksi. (Haverila ym. 2009, 425.)

4.4 Toiminnanohjauksen, tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen järjestelmät

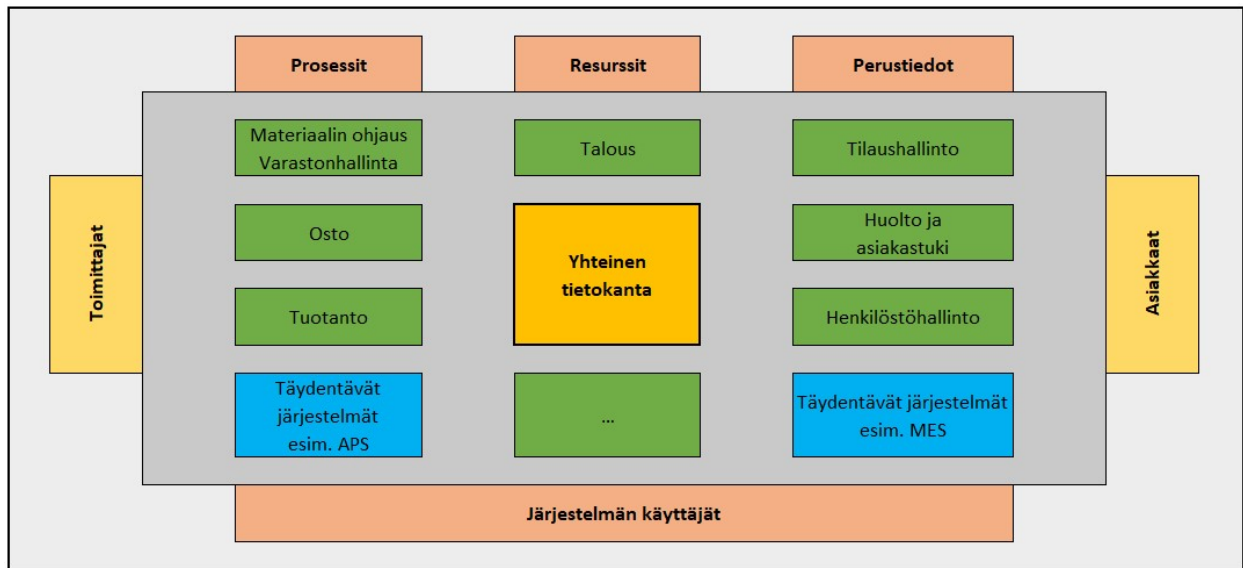
Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP on käytössä yleensä kaikilla valmistavan teollisuuden yrityksillä (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua) ja 60 prosentilla teollisuusalan yrityksillä (Suomen virallinen tilasto, 2017), mutta sen laajuus ja käyttötavat vaihtelevat. Nykyään ERP:n ympärillä on ryhdytty käyttämään muita erikoistuneita ohjelmistoja, jotka keskenään muodostavat yrityksen toimintoja palvelevan kokonaisuuden. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

Osa ERP-järjestelmistä palvelee tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tarpeita, mutta ERP ei täytä kaikkia tuotantopuolen vaatimuksia kuten tuotetiedon hallinta, myynnin ennustaminen, kunnossapidon hallinta, koneseuranta, valmistuksen ohjaus, tuotannosuunnittelu ja kattava raportointi. ERP:stä voidaan saada pohjatietoja tuotannosuunnitteluun, mutta tieto on tallennettu hajanaisesti, jolloin pidemmän aikavälin tuotannosuunnitelman tarkastelu on hankalaa tai mahdotonta. Tämän vuoksi tuotannosuunnitteluun käytetään ERP:n lisäksi muita järjestelmiä, useimmiten Excel-pohjaisia menetelmiä. ERP-järjestelmissä ei useinkaan ole sisäänrakennettua tuotannonohjauksen hallintaa, vaan se vaatii räätälöintiä, joka on usein hidasta ja kallista. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

4.4.1 ERP-järjestelmä

ERP-järjestelmä on toiminnanohjausjärjestelmä, jolla hallitaan yrityksen eri toimintoja, tilaus- toimitusketjussa. ERP on integroitu järjestelmä, jolla on yhteinen tietokanta, jota eri toiminnot voivat käyttää (KUVIO 9). Tieto on läpinäkyvää läpi koko organisaation ja kaikki voivat hyödyntää samaa ajantasaista tietoa. Toiminnanohjausjärjestelmissä toiminnot ovat usein erillisiä moduuleja, joita otetaan käyttöön tarpeen mukaan. (Logistiikan maailma.)

Toiminnanohjausjärjestelmillä pyritään toiminnan tehokkuuden, taloudellisuuden, asiakaspalvelun ja läpinäkyvyyden parantamiseen. ERP-järjestelmiä on runsaasti markkinoilla. Järjestelmän valinta yritykselle tulee perustua yrityksen omiin järjestelmätarpeisiin ja oman toiminnan kannalta kriittisiin piirteisiin. (Logistiikan maailma.)



KUVIO 9. ERP-toiminnanohjausjärjestelmä, yrityksen resurssien suunnittelu (mukaillen Logistiikan maailma)

Toiminnanohjausjärjestelmään voidaan liittää erillisjärjestelmiä, jotka hyödyntävät samaa tietoa. Tällaisia järjestelmiä ovat esim. tuotetiedon hallinnan järjestelmät, toimitusketjun ja tuotannosuunnittelun APS-järjestelmät (Advanced Planning Scheduling) sekä tuotannon hienokuormituksen ja valmistuksenohjauksen MES-järjestelmät (Manufacturing Execution Systems). (Logistiikan maailma.)

4.4.2 APS-järjestelmä

APS on tuotannosuunnittelujärjestelmä, jonka avulla tuotanto voidaan optimoida tehokkaasti ja reagoida nopeasti tuotannon muutostarpeisiin. Erilaiset häiriöt, kuten tuotannon pysähdykset, materiaali- puutteet ja henkilöstöresurssit aiheuttavat muutoksia jo suunniteltuun tuotantoon. APS-järjestelmällä tehostetaan tuotannon häiriö- ja muutostilanteiden hallintaa ja läpinäkyvyyttä. APS-järjestelmän käyttöönoton myötä henkilöriippuvuus tuotannosuunnittelussa vähenee. APS-järjestelmän käyttöönoton tyypillisiä tavoitteita ovat tuotannon tehostaminen, toimitusvarmuuden parantaminen, läpimenoaikojen lyhentäminen, varastojen hallinta, hankintojen tarkentuminen, kannattavuuden parantuminen, hävikin minimointi, työnohjaus, lakisääteisyys ja jäljitettävyys. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

APS-järjestelmän avulla pyritään luomaan hyvät työnteon edellytykset ja samalla välttämään hävikkiä ja joutokäyntiä. Järjestelmästä saadaan tarpeelliset reaaliaikaiset tiedot eri tahoille, jotta päätöksenteko

eri toiminnoissa voisi olla tehokasta ja perustua olemassa oleviin faktoihin. Muutostilanteissa APS-järjestelmän avulla tuotantosuunnitelma pystytään pitämään ajan tasalla ja kaikkien tarvittavien toimintojen saatavilla. APS-järjestelmä sisältää yleensä myös visuaalisen esityksen, joka parantaa helppokäyttöisyyttä ja päätöksentekoa. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

ERP-järjestelmään verrattuna APS-järjestelmä on hyötypotentiaalinen optimoinnissa, erilaisten tuotantovaihtoehtojen vertailu ja simuloinnit ovat mahdollisia, usein tuotannon visuaalinen esitys on parempi kuin ERP-järjestelmässä. Muutostilanteissa tuotantosuunnitelma saadaan pidettyä ajan tasalla APS-järjestelmän avulla, jolloin resurssi- ja materiaalit tarpeet voidaan aikatauluttaa oikein. ERP-järjestelmässä se on usein työlästä. APS-järjestelmässä voidaan säätää työntekijämäärää, laitekäyttöä ja huoltoja, jotka varmistavat oikean kapasiteetin eri tilanteissa. Materiaalitalanteen tarkastus useaan kertaan päivässä on nopeaa ja tehokasta. Kaikki tieto suunnitteluun on saatavilla yhdestä paikasta visuaalisessa muodossa. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

Hyvin usein ERP- ja APS-järjestelmän rajapinta on tuotantotilausten kohdalla, jolloin asiakastilaus kirjataan ERP-järjestelmään ja siitä valmistukseen siirryttäessä tehdään tuotantotilaus, joko vielä ERP-järjestelmässä tai APS-järjestelmään. APS-järjestelmä suunnittelee valmistuksen toimet ja ERP-järjestelmään tieto siirtyy siinä vaiheessa, kun tilaus on valmistunut. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

4.4.3 MES-järjestelmä

MES on tuotannonohjausjärjestelmä (Manufacturing Execution System), joka sijoittuu ERP:n ja tehdasautomaation välille. MES kerää informaatiovirrat tilauksesta, tuotteesta, materiaaleista ja prosesseista. MES-järjestelmä on työkalu tuotannonohjaukseen sekä päivittäisjohtamiseen ja sillä varmistetaan se, että kaikki työt tulevat tehdyksi ja että kaikki tarvittava tieto on käyttäjän saatavilla. MES-järjestelmästä työnjohto ja operaattorit voivat seurata, miten tuotannossa on suoriuduttu ja mitä tehdä seuraavaksi. MES on työkalu tuotannon operaattorin tehokkaaseen työskentelyyn. (MES-järjestelmä.)

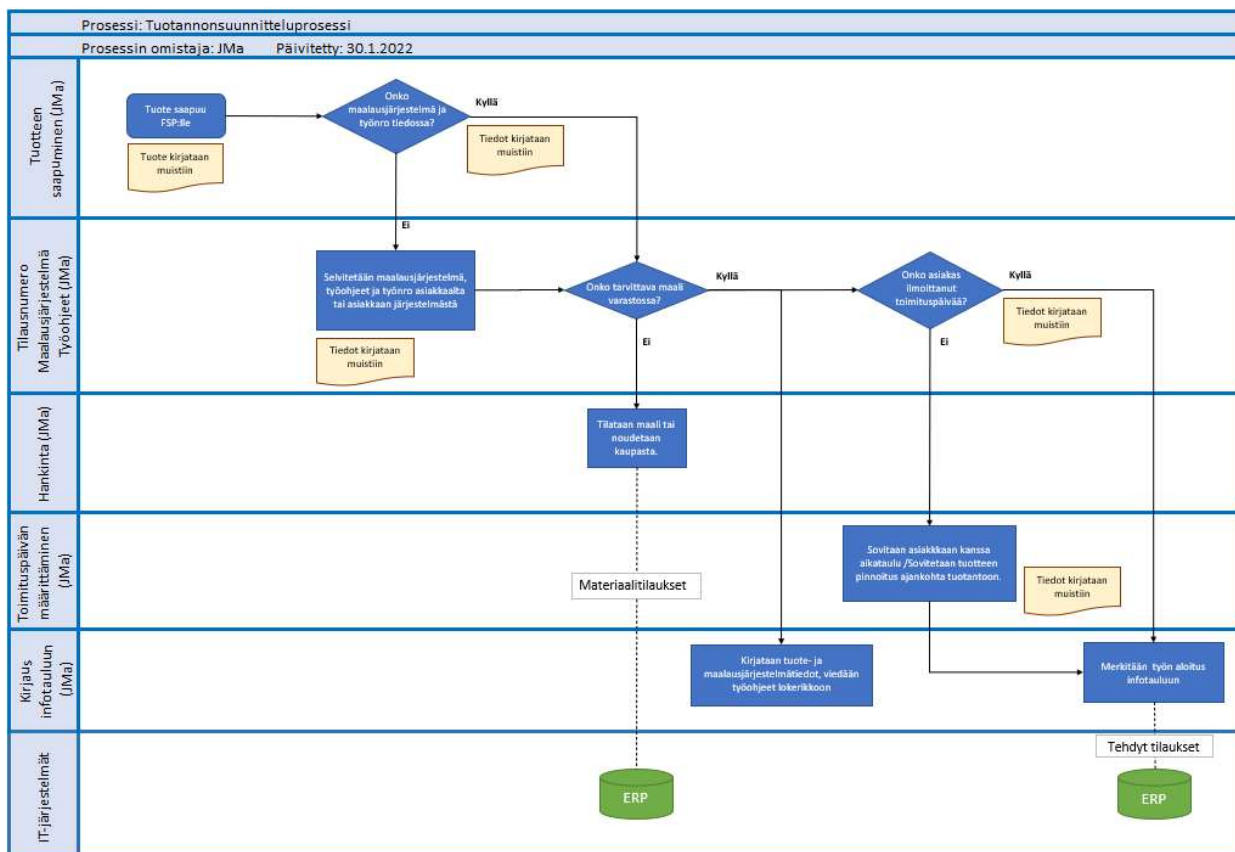
4.4.4 Excel

MS Office Excel on taulukkolaskentasovellus, jolla voidaan tehdä tuotannosuunnittelua karkealla tasolla. Excelin käyttöönotto on edullista ja usein Office-ohjelmat ovat jo yrityksessä käytössä, joten ne ovat käyttäjille tuttuja työkaluja.

Excelissä muutosten ja riippuvuuksien hallinta on haasteellista, mutta muutosten hallinta Excelissä on kuitenkin helpompaa kuin ERP:ssä. Excelissä muuttujien vaikutuksia voidaan tarkastella laskukaavojen avulla. Nopeat tuotantocyklit aiheuttavat sen, että kaikki muutokset eivät ennätä Exceliin. Tiedonsyöttö on manuaalista, joten siinä tulee aina pientä viivettä. Taulukkolaskennalla toteutettu tuotannosuunnittelu on henkilöriippuvainen ja vaihtoehtoiset suunnitelmat ovat suunnittelijan päässä. Sillä ei saada läpinäkyvyyttä organisaatioon. (Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua.)

Kuukausiennusteet tehdään asiakkailta saatujen tilausten ja ennustetietojen sekä työnjohdon arvion mukaan, joka perustuu edellisten kuukausien lukemiin ja muihin asiakkailta saatuihin tietoihin. Suurempien vakiotuotteiden osalta asiakkaalta saadaan ennusteet ja tilaukset muutamaksi kuukaudeksi etukäteen. Pienempien vakiotuotteiden osalta tilaukset tulevat vähitellen, muutama viikko etukäteen. Osa tuotteista tuodaan pihaan ilman etukäteen tehtyä tilausta. Näiden asiakkaiden osalta työnjohto arvioi kuukausiennusteiden edellisten toteumien perusteella.

Kuviossa 10 on kuvattu tämänhetkinen tuotannosuunnitteluprosessi. Tilauksien osalta dokumentointia alkaa tapahtumaan siinä vaiheessa, kun tuote tulee käsiteltäväksi. Saapuneet tilaukset kyllä tulostetaan ja tilauksia tarkastellaan töiden suunnittelua tehtäessä ja ennusteita laadittaessa.



KUVIO 10. Raahen tuotannosuunnitteluprosessi, nykytila

5.1.1 Työn ajoitus

Tuotteiden toimituspäivä määräytyy usein asiakkaan tarpeen mukaan, jolloin tuotteen käsittelyn aloitus lasketaan toimituspäivästä taaksepäin. Toimitusajankohta voi määräytyä myös aloitusajankohdasta eteenpäin silloin, kun FSP määrittelee toimituspäivän. Tietyt vakiotuotteet otetaan työn alle heti, kun ne saapuvat. Osa tuotteista otetaan työn alle tuotannon kannalta sopivana hetkenä. Esimerkiksi samaa sävyä olevia tuotteita pyritään pinnoittamaan samalla kertaa. Asiakkaalta tulleissa tilauksissa on kirjattu toimituspäivä tai pinnoitukseen tulon ajan kohta, mutta aikataulut ovat usein viitteellisiä. Tuotteen saapumisen ajankohtaa joudutaan usein varmistamaan ajankohdan lähestyessä, että tuotteen käsittely onnistuu aikataulun mukaisesti.

Työnjohtaja dokumentoi aikataulutietoja omiin muistiinpanoihinsa tai tulostetuille tilauksille, mistä tieto siirretään tuotannossa sijaitsevalle infotaululle (Kuva 3), kun tieto on ajankohtaista. Tuotannon infotauluun kirjataan tilaustietoja viikkonäkymä kerrallaan. Työnjohtaja päivittää infotaulua viikon aikana. Alkavan päivän työt ja työjärjestys käydään läpi aamupalaverissa ja myös päivän kuluessa. Meillä olevan päivän työt merkitään myös magneetilla infotauluun.

| | | FCSA | VIKKO | TOIMITUS |
|--------|---|------------------------------|---------------------------------------|------------|
| NK. 17 | RUNGOT 5 KPL | PUR 80/1 FCSA 2,5 | SANOVA OUNSSI | SVA OK |
| | TRANSTECH TELIN OSAT (BOLSIK) 3 KPL | 2 kpl | 28.1 TO | 29.1 PE OK |
| | EPUR 120/2 FCSA 2,5 RAL 7042 | 6 kpl | | |
| | TELNO ZIMK 3230 50 MY (50-80) | | | |
| | TELNOBUL COMBI 3520-65 120 MY (170-150) | | | |
| | ANKKI SUOJAT | EPUR 270/3 FCSA 2,5 RAL 5021 | 170 MY | |
| | BNERIC 80 | 80 MY | | |
| | JOTIMASTIC 30 | 140 MY | | |
| | HARDIOP XP | 50 MY | | |
| | | 270 MY | | |
| | KIILAKÄRRY | | PE | PE MA |
| | renkaaset 4 kpl | Jotamastic 90 AL 250/1 | TI | KE TO |
| | | Jotamastic 90 white 150/1 | | |
| 114902 | PESÄ MSC-950 | fcsa 2,5 | ULKOPIINAT, (EI PÄÄTYJÄ EIKÄ SISÄLTÄ) | OK OK |
| | KANNAKKEET | 8+8 KPL EPUR 120/2 RR22 | PE | PE MA TI |
| | | FCSA 2,5 | | |
| | 2 KPL RAL 1021 | 120/2 | | |
| | SÄKKIÄ IRTI, LUKITUKSET SUOJATA | | | |

KUVA 4. Tuotannonohjauksen infotaulu

Raahen tuotannosta menee paljon läpi yksittäisiä kertaluonteisia tuotteita, pienempiä kertaluonteisia tuote-eriä, joilla on eri maalausjärjestelmiä ja värisävyjä. Vakiotuotteita tehdään viikoittain ja kuukausittain.

5.1.2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjausta tehdään aamun aloituksessa, missä käydään läpi edellisen päivän ja tulevan päivän tapahtumia ja töitä. Tässä vaiheessa tarkastellaan mitä tuotteita on edellisenä päivänä saatu puolivalmiiksi tai valmiiksi ja pakkausvaiheeseen, mitä töitä on saapumassa asiakkailta, kuka ryhtyy tekemään mitäkin ja mitä tuotteita otetaan työn alle. Tuotannonohjausta tehdään myös tuotannon infotaululla, jonne työt, maalausjärjestelmät kirjataan. Tarvittavat suojaus- ja pinnoitusohjeet työnjohtaja huolehtii tuotannon infotaulun vieressä sijaitsevaan lokerikkoon.

Saapuneiden tuotteiden tiedot kuten tilausnumero tai työnnumero, maalausjärjestelmä sekä toimituspäivä, kirjataan ruutuvihkoon työnjohtajan toimesta, ruutuvihkoon kirjataan myös neliöinnit ja hinnoittelu. Tilausten tiedot kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään sen jälkeen, kun pinnoitustyö on saatu valmiiksi. Työnjohtaja seuraa tuotteiden valmistumista tuotannossa. Tuotteiden kuljetuksen järjestää yleensä asiakas. Tiettyille asiakkaille töiden valmistumisesta ilmoitetaan puhelimitse ja tiettyjen asiakkaiden tuotteille kuljetus tilataan FSP:n toimesta asiakkaan kuljetusjärjestelmästä.

5.1.3 Materiaalihankinnat

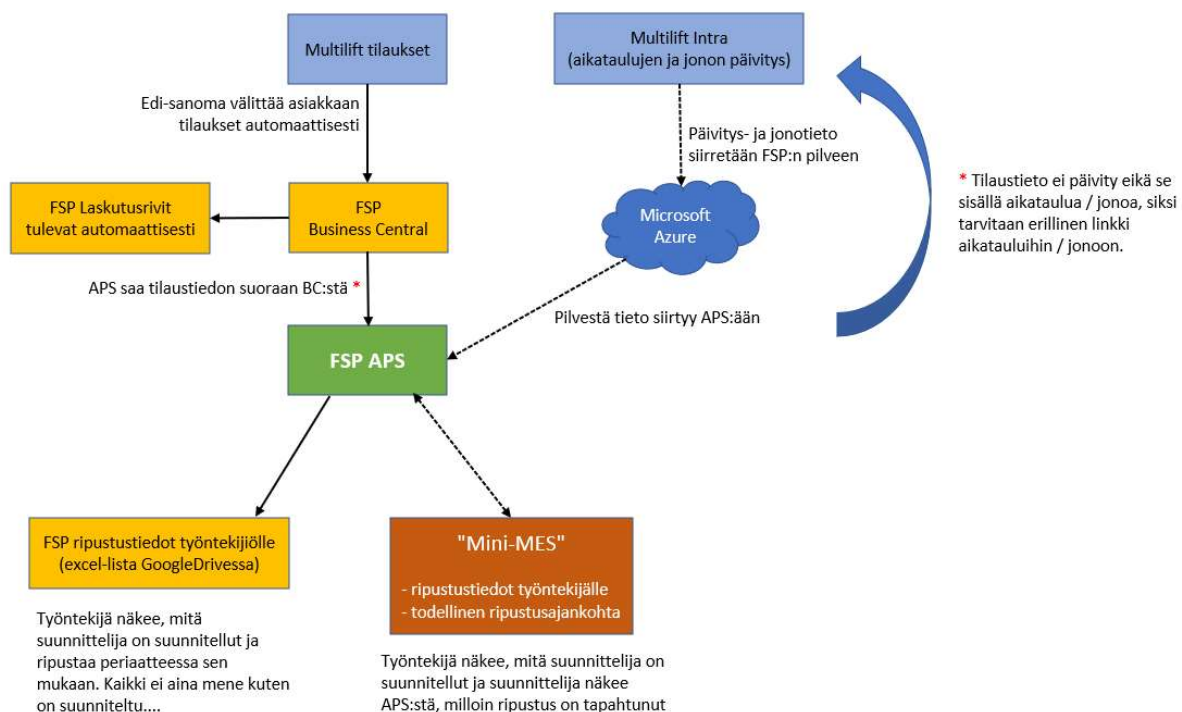
Tiettyjä vakiopinnoitteita ja -sävyjä, joita kuluu vakiotuotteisiin tai jotka ovat yleisimmin käytettyjä, pidetään aina varastossa. Materiaalitarve kartoitetaan tuotteen pinnoitustilauksen yhteydessä tai kun saadaan asiakkaalta tieto tulevasta työstä ja maalausjärjestelmästä. Pinnoitemateriaalin saatavuus voi vaikuttaa työn aikatauluun. Materiaalitulaukset tehdään toiminnanohjausjärjestelmässä.

Suihkupuhdistusmateriaaleja tilataan aina tarpeen mukaan niiden alkaessa vähenemään. Suihkupuhdistusmateriaali ei ole ollut aikatauluja rajoittava tekijä. Suojausmateriaaleja hankitaan niiden vähentyessä ja uusien tarpeiden ilmaantuessa. Suojausteipit saadaan nopeasti paikallisista liikkeistä, mutta suoja-
tulpat ja erikoisemmat suojaustuotteet on tilattava, jolloin niiden hankinnassa menee enemmän aikaa.

5.2 FSP Raisio tuotannosuunnittelu ja -ohjaus

Raision yksikkö toimii pilottina APS- ja Mini-MES järjestelmien käyttöönotossa ja käytössä. Tarvittaessa APS-järjestelmä voidaan jalkauttaa muillekin toimipaikoille. Uusia järjestelmiä ei ole otettu vielä vuoden 2021 aikana käyttöön, sillä muutoksien teko on ollut vielä menossa.

Tarkastellaan uusien järjestelmien (APS ja Mini-MES) toimintaa Raision yksikön tuotannosuunnittelussa- ja ohjauksessa (KUVIO 11). Asiakkaan tilaukset välittyvät automaattisesti EDI-sanomana FSP:n toiminnanohjausjärjestelmään (Business Central), josta tilaustiedot siirtyvät automaattisesti APS järjestelmään. Tilaustietoja voidaan tuoda APS:ään myös Excelillä tai käsin syöttämällä. Koska tilaustiedot eivät päivity eivätkä ne sisällä aikatauluja taikka jonoa, päivitys- ja jonotiedot siirretään asiakkaan intrasta FSP:n pilveen, josta ne siirtyvät taas APS:ään. APS:stä työntekijät saavat Google Driven kautta työjonon Excel-listana, jonka mukaan työt tulisi tehdä. Tässä vaiheessa MiniMES-järjestelmä oli vielä harkinnassa.



KUVIO 11. APS Raision yksikössä (mukaillen Yrjänä, 2021)

Raision yksikön kehityspäällikkö esitteli Teams-palaverissa APS-järjestelmäprojektin taustoja. Raision yksikössä on arvioitu, että Excel-pohjainen tuotannosuunnittelu ei enää riitä, koska heidän tuotantonsa kuorma kasvaa tulevaisuudessa. Tästä syystä heillä on päätetty ottaa APS-tuotannosuunnittelu-järjestelmä käyttöön. Järjestelmän määrittelyvaiheessa oli käyty läpi työvaiheet, työvuorot, työajat, tuotteet ja maalausjärjestelmät. Lisäksi tuotannon reititykset, vaiheajat, sekä radan kelkkojen ja resursien määrä oli myös käyty läpi. Näiden tietojen perusteella järjestelmätoimittaja laati sovelluksen asetukset, joiden mukaan järjestelmä tekee automaattisen työsuunnitelman. APS-demoversiota ei päästy kokeilemaan, mutta APS-järjestelmän toimintaa tarkasteltiin muutamien demoversiosta otettujen kuvien avulla.

APS:n alkunäkymässä (KUVA5) tilaukset ladataan toiminnanohjausjärjestelmästä, jonne tilausten tiedot ovat tulleet asiakkaalta.



KUVA 5. APS:n alkunäkymä

Kuvassa 6 on toiminnanohjausjärjestelmästä tuodut asiakastilaukset ja tilausten tarpeet.

| Number | Order No. | Order Type | Order Line | String Attribute 1 | Part No. | Description | Demand Date | Priority | Quantity | Multiple Quantity | Display Sequence Number | WO Create |
|--------|-----------|-------------|------------|--------------------|----------|----------------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------------|-----------|
| 20 | 200420 | Sales Order | 10000 | 449417 | | WAXING INSTRUCTION | 01-02-2021 | | 0 | 1.00 | Unspecified | 0.00 |
| 21 | | Sales Order | 20000 | 449417 | | HOOGLIFT PAINTING AF | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 1.00 |
| 22 | 200666 | Sales Order | 10000 | 460864 | | KOMPONENTTIMAALAI | 15-02-2021 | | 0 | 1.00 | Unspecified | 2.00 |
| 23 | | Sales Order | 20000 | 460864 | | PAINT COLOUR, VOLVO | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 3.00 |
| 24 | | Sales Order | 30000 | 460864 | | ZINC PRIMER PAINTING | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 4.00 |
| 25 | 200995 | Sales Order | 10000 | 461348 | | KOMPONENTTIMAALAI | 22-03-2021 | | 0 | 1.00 | Unspecified | 5.00 |
| 26 | | Sales Order | 20000 | 461348 | | PAINT COLOUR, VOLVO | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 6.00 |
| 27 | | Sales Order | 30000 | 461348 | | ZINC PRIMER PAINTING | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 7.00 |
| 28 | 202022 | Sales Order | 10000 | | | PAINT PLUGGING INSTF | 09-07-2021 | | 0 | 1.00 | Unspecified | 8.00 |
| 29 | | Sales Order | 20000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 9.00 |
| 30 | | Sales Order | 30000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 10.00 |
| 31 | | Sales Order | 40000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 11.00 |
| 32 | | Sales Order | 50000 | | | PAINT PLUGGING INSTF | | | 0 | 1.00 | Unspecified | 12.00 |
| 33 | 202129 | Sales Order | 10000 | | | PAINT PLUGGING INSTF | 23-08-2021 | | 0 | 4.00 | Unspecified | 13.00 |
| 34 | | Sales Order | 20000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 14.00 |
| 35 | | Sales Order | 30000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 15.00 |
| 36 | | Sales Order | 40000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 16.00 |
| 37 | | Sales Order | 50000 | | | SUBFRAME PAINTING-1 | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 17.00 |
| 38 | | Sales Order | 60000 | | | HOOGLIFT OVER PAINTI | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 18.00 |
| 39 | | Sales Order | 70000 | | | SMALL PARTS PAINTING | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 19.00 |
| 40 | | Sales Order | 80000 | | | HYDRAULIC CYLINDER I | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 20.00 |
| 41 | | Sales Order | 90000 | | | PAINT PLUGGING INSTF | | | 0 | 4.00 | Unspecified | 21.00 |
| 42 | 202130 | Sales Order | 10000 | | | PAINT PLUGGING INSTF | 16-08-2021 | | 0 | 0.00 | Unspecified | 22.00 |
| 43 | | Sales Order | 20000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 0.00 | Unspecified | 23.00 |
| 44 | | Sales Order | 30000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 0.00 | Unspecified | 24.00 |
| 45 | | Sales Order | 40000 | | | WAXING INSTRUCTION | | | 0 | 0.00 | Unspecified | 25.00 |
| 46 | | Sales Order | 50000 | | | SUBFRAME PAINTING-1 | | | 0 | 0.00 | Unspecified | 26.00 |
| 47 | | Sales Order | 60000 | | | HOOGLIFT OVER PAINTI | | | 0 | 0.00 | Unspecified | 27.00 |

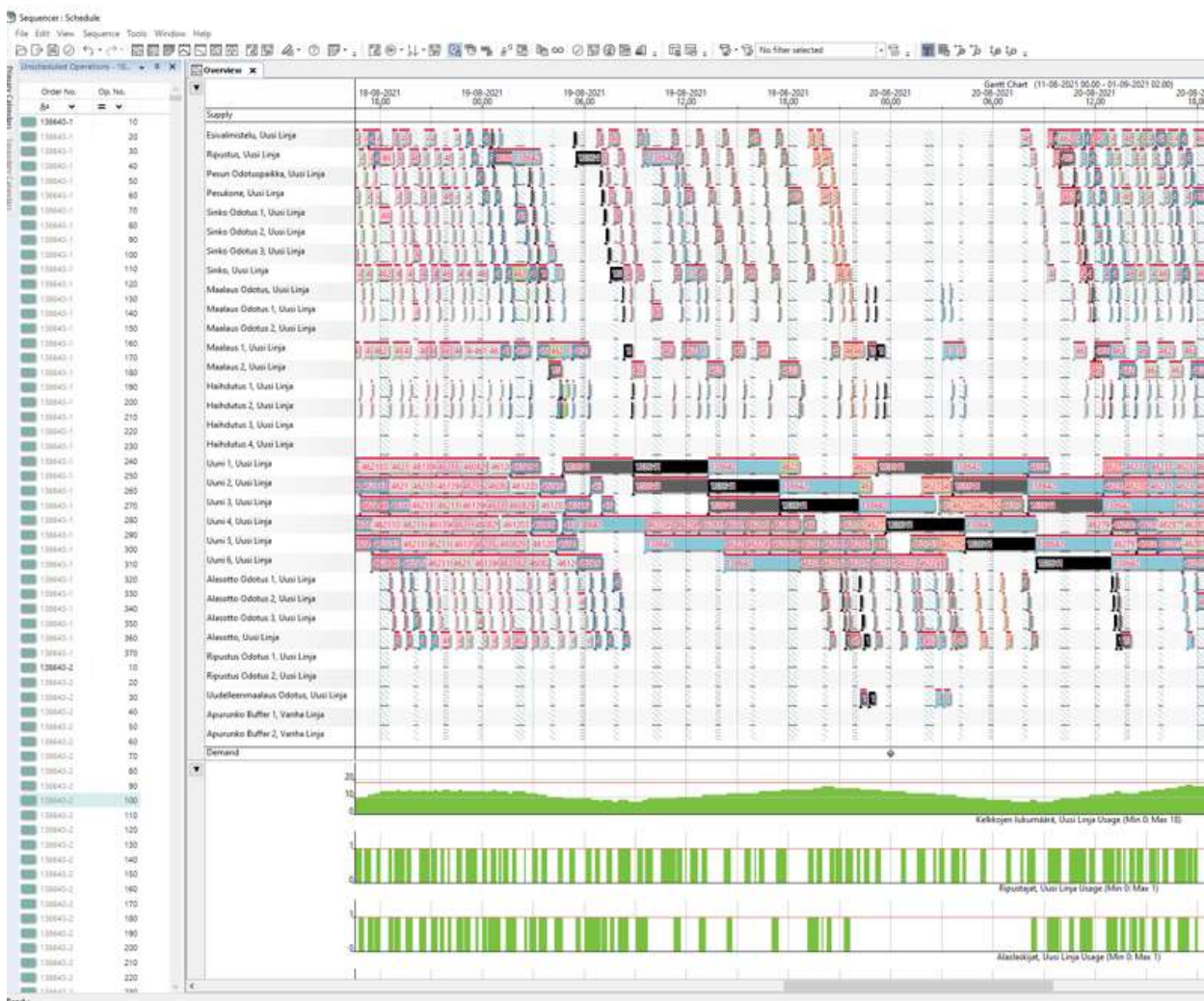
KUVA 6. Asiakastilaukset

Asiakstarpeiden perusteella luodaan tuotantotilaukset, jossa näkyvät tuotannon työvaiheet ja tuotteiden vaiheajat (KUVA 7).

| Order Status | Order No. | Part No. | Product | Due Date | Priority | Quantity | Op. No. | Operation Name | Operation Progress | User Defined Operation Cost | Operation Cost | Op. Time per Item |
|--------------|-----------|----------|-------------------------------------|------------|----------|----------|---------|---|--------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Unspecified | 138641-3 | | Lisätilaus 2 Kierrosta, Vanha Linja | 09-07-2021 | | 10 | 1 | 30 Buffer | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 40 Ripustus | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 01 Mins |
| | | | | | | | 1 | 50 Ripustus Odotus 1 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 01 Mins |
| | | | | | | | 1 | 60 Ripustus Odotus 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 01 Mins |
| | | | | | | | 1 | 70 Sinko, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 18 Mins |
| | | | | | | | 1 | 80 Maalaus Odotus 1, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 01 Mins |
| | | | | | | | 1 | 90 Maalaus Odotus 2, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 100 Maalaus Odotus 3, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 110 Maalaus, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 17 Mins |
| | | | | | | | 1 | 120 Haihdutus 3, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 130 Haihdutus 2, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 140 Haihdutus 1, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 01 Mins |
| | | | | | | | 1 | 150 Uuni 1, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 160 Uuni 2, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 170 Uuni 3, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 180 Uuni 4, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 190 Uuni 5, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 200 Uuni 6, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 15 Mins |
| | | | | | | | 1 | 210 Jäähdytys, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 03 Mins |
| | | | | | | | 1 | 220 Alesotto, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 04 Mins |
| | | | | | | | 1 | 230 Odotus 4, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 02 Mins |
| | | | | | | | 1 | 240 Uusi Kierros, Vanha Linja | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0 Hours 03 Mins |
| | | | | | | | 1 | 250 Ripustus Kierros 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 260 Ripustus Odotus 1 Kierros 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 270 Ripustus Odotus 2 Kierros 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 280 Sinko, Vanha Linja Kierros 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | 1 | 290 Maalaus Odotus 1, Vanha Linja Kierros 2 | Not Started | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

KUVA 7. Asiakkaan tarpeista luodut tilaukset

APS-järjestelmästä saadaan myös visuaalinen Gantt-kaavio, josta voidaan nähdä tuotannon aikatalutus sekä tuotannon kuormitus. (KUVA 8)



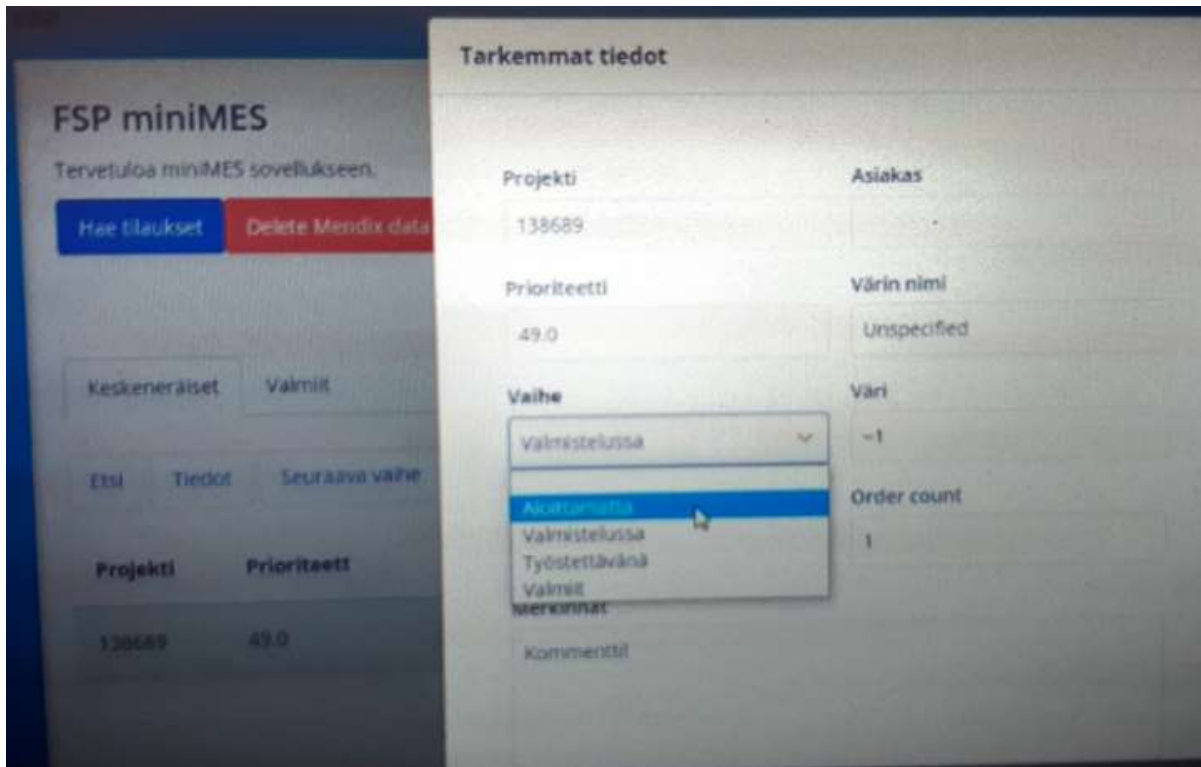
Kuva 8. APS:n aikataulu- ja kuormitusnäky

Raision yksikössä on vielä käytössä Excel-pohjainen tuotannosuunnitteluprosessi. Excel-työkalua ylläpidetään Google Docs-ympäristössä. Asiakkaana Raisiossa on pääosin yksi yritys, joka suunnittelee omaa tuotantoa ja määrittelee samalla pintakäsittelyn työjonoa. FSP:n tuotanto etenee pääosin asiakkaan työjonon mukaisesti. FSP:n tuotannosuunnittelija tekee pieniä työjonomuutoksia, jotka järkevöittävät pinnoiteprosessissa tehtävien töiden järjestystä. Raision yksikön Excel-pohjaista tuotannosuunnittelutiedostoa tarkasteltaessa voidaan havaita, että työjonossa yhdellä projektilla on yleensä 100–200 pinnoitettavaa kappaletta, joissa on sama maalausjärjestelmä. Samalla maalausjärjestelmällä

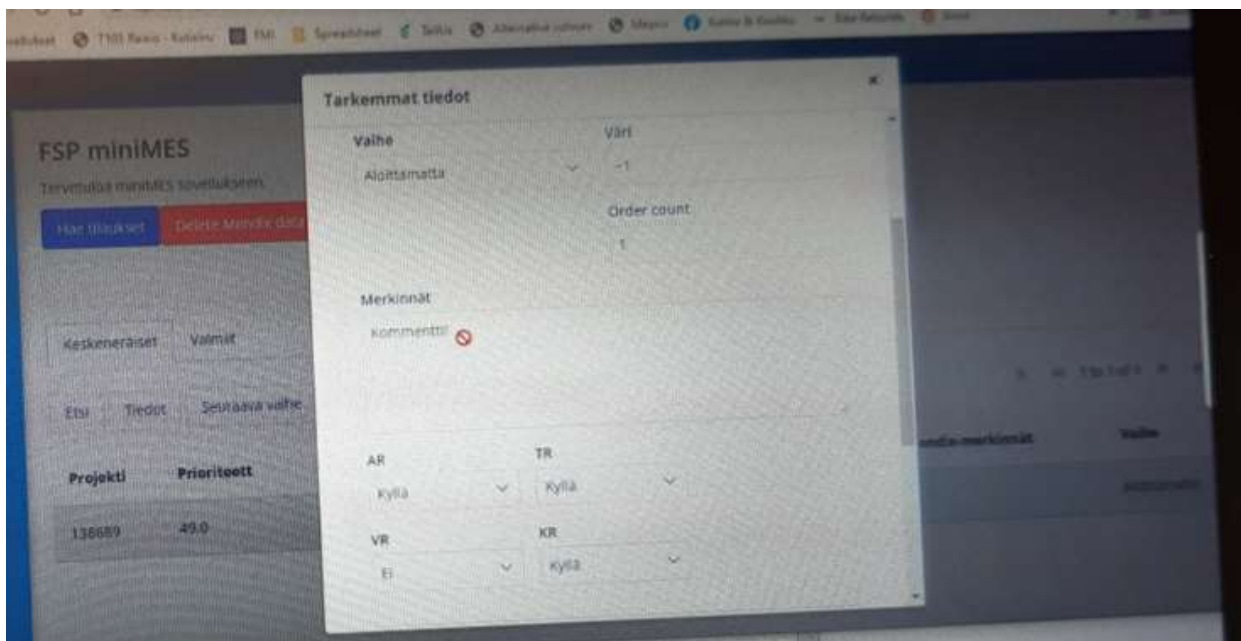
olevia tilauksia on usein useampia eriä peräkkäin. Tuotannon voidaan todeta olevan sarjatuotantoa, johon APS-järjestelmät soveltuvat.

Mini-MES-järjestelmä oli myös päätetty hankkia. Mini-MES-sovelluksen avulla tuotannon henkilöstö näkee, mitä on suunniteltu tehtäväksi, tilauksen määrän ja pinnoitteen värin sekä missä vaiheessa tilaukselle tehtävät työt ovat menossa. Tuotannon henkilöstö kirjaa projektin sisältämien tuotteiden työvaiheet tehdyksi. Tuotannosuunnittelija pystyy seuraamaan työn etenemistä ja näkee, milloin tilaus on saatu valmiiksi.

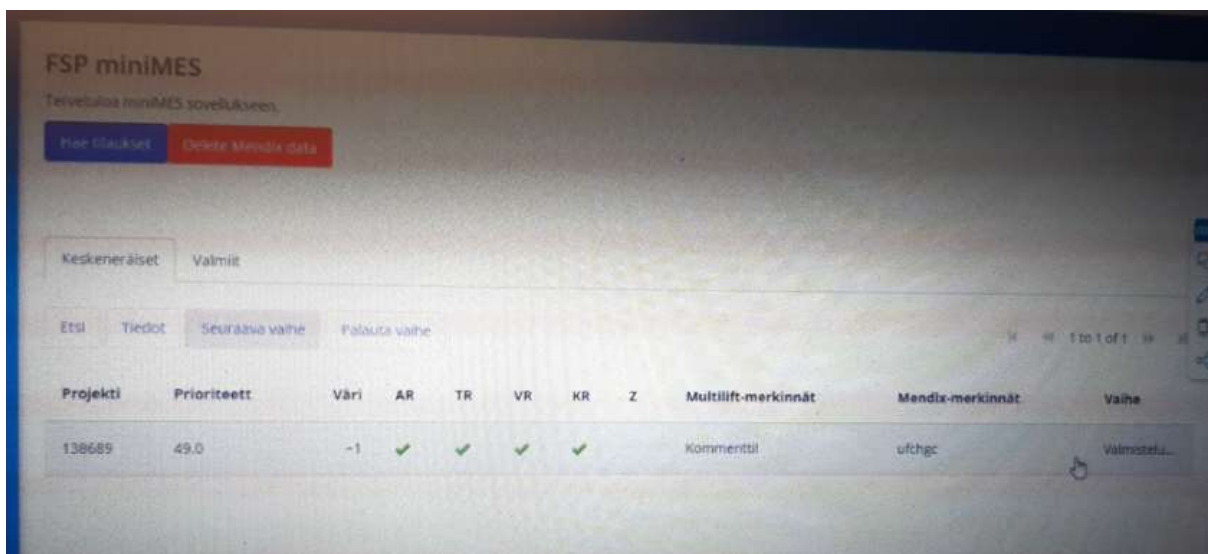
Mini-MES-sovelluksessa voidaan tarkastella keskeneräisiä ja valmiita projekteja eli tilauksia ja tuotanto voi kirjata työvaiheet tehdyksi. Prioriteettinumero osoittaa tilauksen järjestystä. Työvaiheina projekteilla on aloittamatta, valmistelussa, työstettävänä ja valmiit. (KUVA 9). Projektit sisältävät eri tuotteita, jotka merkitään kirjaimin AR, TR, VR, KR, Z (KUVA 10). Projektin vaiheita tarkastelemalla voidaan nähdä, missä vaiheessa projektin tuotteet ovat menossa, mitkä vaiheet on jo tehty (KUVA 11).



KUVA 9. Mini-MES-demo, keskeneräiset projektit ja vaiheen valinta



KUVA 10. Mini-MES-demo, projektin vaiheena aloittamatta, tuotteiden tilan valinta



KUVA 11. Mini-MES-demo, valmistelu vaiheen tilanne

5.3 APS- ja MES-järjestelmän soveltuvuus Raahen yksikön käyttöön

Raahen yksikössä tuotannosuunnittelu ja -ohjaus on ollut yksikön sisäistä tietoa eivätkä muut tahot ole voineet tarkastella yksikön tilauskantaa, resurssien kuormitusta ja tuotannon tilaa. Tuotannon läpinäkyvyyden saamiseksi ja tuotannon seurannan parantamiseksi tarvitaan jonkinlainen järjestelmä tai työkalu.

Raahen yksikössä tuotanto on yksittäisten tuotteiden tai pienten kertaluonteisten tuote-erien pintakäsittelyä. Tuotevaihtoja on jatkuvasti. Kertaluonteisille tuote-erille on haasteellista määrittellä tarkkoja vaiheajoja, joita APS-järjestelmä tarvitsee. Tuotteen vaatimaan työmäärään vaikuttaa tuotteen koko, miten tuote asetellaan puhallukseen ja pinnoitukseen, pinta-alan määrä, suojattavien alueiden määrä suihkupuhdistukseen ja maalaukseen. On myös huomioitava, miten paljon tuotteessa on ruiskumaalaukselle haasteellisia kohtia, jotka joudutaan penslaamaan pensselillä etukäteen sekä millainen maalauksjärjestelmä tuotteella on. Sisältääkö tuote-erä isoja vai pieniä tuotteita, miten kauan tuotteiden asettelu maalausta varten vie.

Tuote-erien neliömäärä ei useinkaan ole etukäteen tiedossa, vaan tuote-erät neliöidään vasta valmistuksen jälkeen. Kertaluonteisille tuote-erille olisi haasteellista määrittellä tarkkoja vaiheajoja, joita APS-järjestelmä tarvitsee. Vakiotuotteiden osalta vaiheajoja voisi ryhtyä tutkimaan, mutta vakiotuotteiden osuus koko tuotannosta on toiminnanohjausjärjestelmästä tarkasteltuna noin puolet. Suurin osa vakiotuotteista tehdään yksittäisinä kappaleina.

APS-järjestelmä huomioi työsuunnitelman teossa työvaiheet, työvuorot, työajat, tuotteet ja niiden maalauksjärjestelmät, reititykset, vaiheajat ja resurssit. Vaiheajojen ja resurssien määrittäminen työvaiheille on Raahen yksikössä hankalaa. Vaiheajat kertaluonteisille tuotteille ja tuote-erille on arvioita, työskentely pakkauksessa ja lastauksessa sekä tuotteiden asettelussa maalaamoon on usein tiimityötä, jolloin siirrytään usein työstä toiseen.

APS-järjestelmä soveltuu enemmän sarjatuohtantoon ja toistuville tuote-erille, joille on mahdollista määrittellä vaiheajoja ja joissa tuotanto on enemmän vakioitua. APS-järjestelmän hinta on useita kymmeniä tuhansia ja lisäksi kustannuksia tuo oman henkilöstön APS-järjestelmän suunnitteluun käytetty työaika, käytön tuomat kustannukset kuukausittain, tekninen tuki, lisenssi ja päivitystarpeet. Raahen tämänhetkiselällä tuotannolla APS-järjestelmä ei ole järkevä vaihtoehto Raahen tuotannosuunnitteluun.

MES-järjestelmällä työn tekemiseen vaadittavat tiedot saadaan yhteen paikkaan, tuotannossa nähdään mitä otetaan työn alle, tuotetiedot, ohjeistukset, dokumentaation. Tämä on tärkeä ja tarpeellinen tieto tuotannon henkilöstölle. Tuotannosuunnittelija näkee työn etenemisen, mutta seuranta vaatii tuotannon henkilöstön kirjauksia järjestelmään. Raahen yksikössä henkilöstö on joustavaa ja monitaitoista. Yksikössä jokainen purkaa kuormia, lastaa suihkupuhdistukseen ja maalaukseen, pakkaa, lastaa kuormia. Päivän aikana tartutaan usean erilaisen tuotteen tekemiseen, siirtämiseen, lastaukseen, purkuun ja pakkaukseen.

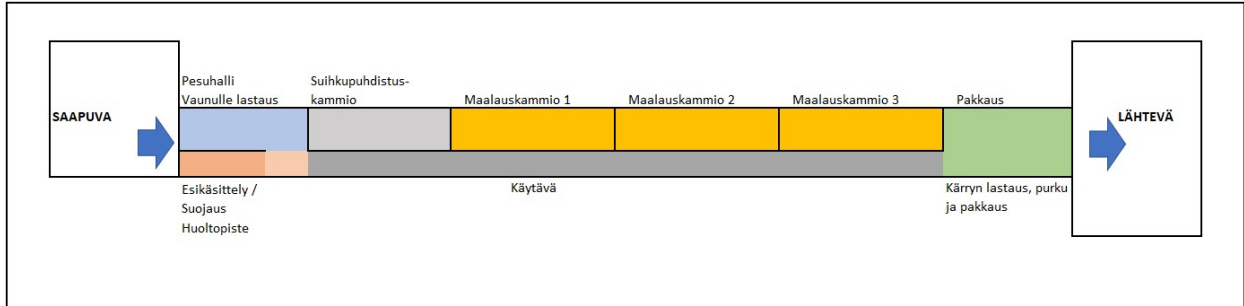
Esikäsitely, suihkupuhdistus, pinnoitus ja pakkaus ovat asiakkaalle arvoa tuottavia vaiheita, joiden seuranta voisi olla järkevää isompien tuotteiden ja tuote-erien osalta. Raahen yksikössä käsitellään kuitenkin paljon pienehköjä yksittäisiä tuotteita ja tuote-eriä, joiden käsittelyaika eri työvaiheissa on kohtalaisen pieni ja joita kuljetetaan ja käsitellään samanaikaisesti suihkupuhdistuksessa ja maalauksessa, näiden aikaseuranta työvaiheittain olisi haasteellista. Tuotteiden käsittelyn aloitus- ja valmistumiskuitaukset antaisivat tiedon työn etenemisestä.

6 TUOTANNON SUUNNITELUN JA -OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN

Raahen yksikössä ei ole sähköistä tuotannosuunnittelu- ja ohjausjärjestelmää tai työkalua. APS- ja MES-järjestelmät ovat toimivia ja hyviä prosessi- ja sarjatuotannossa, mutta Raahen yksikön käyttöön hieman ongelmallisia nykyisenlaisen tuotevalikoiman käytössä. Raahessa päätettiin lähteä kokeilemaan Excel-pohjaista tuotannosuunnittelua. Excel-pohjaisella tuotannosuunnittelulla Raahen yksikön tuotannosuunnittelu saadaan läpinäkyvämmäksi. Tuotannon tapahtumista jää historiatieto, jota voidaan tarkastella myös jälkeenpäin. Tarkastellaan aluksi tuotannon työvaiheita, henkilöstöresursseja, tuotantotiloja ja kapasiteettia.

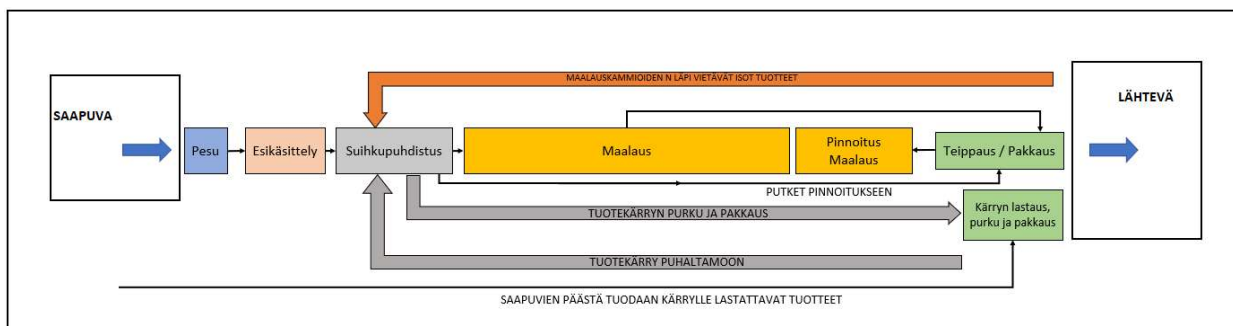
6.1 Tuotantotilat

Tuotantotiloissa (KUVIO 12) työvaiheet etenevät suoraviivaisesti, mutta kaikki tuotteet eivät johtuen tuotteiden koosta ja/tai painosta, maalausjärjestelmästä tai käsittelytavasta.



KUVIO 12. Tuotantotilat

Tuotteen etenemissuunta tuotantotiloissa (KUVIO 13) täytyy huomioida tuotannonohjauksessa. Isoja tuotteita, joiden paino ylittää saapuvan pään nosturin nostokyvyn tai tuote on niin suuri, ettei sitä saada saapuvien päästä autolla halliin, joudutaan tuomaan tuotantotiloihin lähtevien päästä ja kuljettamaan tuotantotilojen läpi vastavirtaan suihkupuhdistuskammioon.



KUVIO 13. Tuotteiden eteneminen tuotannossa

Pääsääntöisesti tuotanto etenee niin, että aamulla suihkupuhdistuksessa aloitetaan pinnoitukseen tulevien tuotteiden puhdistus. Osa henkilöistä suojaa suihkupuhdistukseen meneviä tuotteita ja osa henkilöistä pakkaa ja/tai siirtää maalausammioissa olevat valmiit tuotteet lähetyspähän pakattavaksi.

Suihkupuhdistuksesta maalausammioon tulevat tuotteet asetellaan maalausta varten pukeille, ripustusvaunuihin tai tuotteet on valmiiksi aseteltu radalla kulkevien vaunujen päälle. Maalaukseen ryhdytään, kun tuotteet on saatu aseteltua maalausammioon. Saapuvien tuotteiden purkua ja lähtevien tuotteiden lastausta tehdään pitkin päivää.

6.2 Työvaiheet

Tuotannon työvaiheita ovat pesu, esikäsittely eli suojaus, suihkupuhdistus, maalaus sekä pinnoitus ja pakkaus. Lisäksi tuotteiden purkaminen autojen lavoilta ja lastaus autojen lavoille. Tuotteet asetellaan suihkupuhdistusta ja pinnoitusta varten vaunuille tai vasta maalausammiossa pukeille tai ripustusvaunuille. Kaikki työvaiheet tarvitsevat henkilöstöresursseja. Yksikön toimiessa päivävuoressa, suihkupuhdistus oli ajoittain rajoittava tekijä läpimenevien tuotteiden määrässä. Kahdessa vuorossa toimittaessa suihkupuhdistus kykenee käsittelemään tuotteita niin, että se ei enää rajoita tuotantoprosessia. Tällä hetkellä pakkaus vie ison ajan tuotteiden käsittelyssä. Maalausjärjestelmä voi myös olla tuotantoa rajoittava tekijä, kun kyseessä on monen kerran maalaus, sillä tuote vie silloin tilan maalausammion pidemmän aikaa. Isot tuotteet, jotka vaativat useamman pinnoitekerroksen, voivat katkaista tuotteiden läpivirtauksen maalausammioiden läpi. Nämä asiat on otettava huomioon tuotannonohjauksessa.

6.3 Resurssit

Henkilöstö on monitaitoista ja henkilöstö pystyy tekemään useita tehtäviä tuotannossa. Henkilöstö on joustavaa ja tarpeen vaatiessa tehdään ylitoita tai joustoja, jotta pysytään luvatuissa toimitusajoissa. Tällä hetkellä osa henkilöstöstä työskentelee kahdessa vuorossa. Tämä on tuonut lisää joustoa tuotteiden käsittelyyn. Tuotteiden pakkaus vie aamusta pidemmän aikaa ja seuraavien tuotteiden pintakäsittelyyn päästään vasta, kun maalausammiot on saatu tyhjennettyä valmiista tuotteista, ja uudet suihkupuhdistetut tuotteet saadaan tuotua maalausammioihin.

Suihkupuhdistus on tärkeä osa pinnoitusprosessia. Jos suihkupuhdistuksen toiminta katkeaa, tuotantoon ei saada lisää tuotteita maalattavaksi. Suihkupuhdistuskammion ja -laitteiston huollot ja rikkoutumiset on huomioitava tuotannonsuunnittelussa ja niiltä osin kuin se on mahdollista, huolloille täytyy huomioida oma aikansa. Maalausammioiden tilan käyttö on kiinni tuotteiden maalausjärjestelmästä, värisävyistä ja tuotteiden koosta. Nämä on huomioitava tuotannonohjauksessa.

6.4 Maalausjärjestelmät

Maalausjärjestelmämerkinnät on listattu standardiin SFS-EN ISO12944-5:2019/ 8.3 Listattujen maaliyhdistelmien merkintä. Esimerkki standardin mukaisesta maalausjärjestelmämerkinnästä: ISO 12944-5/ C2.08. Mikäli haluttu maaliyhdistelmä ei ole standardin taulukossa, merkinnän tulee sisältää kaikki tiedot pinnan käsittelystä, esim. EPPUR 240/3 FeSa¹/₂.

Maalausjärjestelmä vaikuttaa siihen, miten kauan tuote viipyy maalausammiossa ja siihen montako maalauskertaa tuote sisältää. Samassa tuotteessa voi olla useampi eri maalausjärjestelmä eri pinnoille, jolloin tuotteen pinnoitusta tehdään useita kertoja ja tuote viipyy pidemmän aikaa maalausammiossa. Myös pinnoitteen värisävy vaikuttaa siihen, miten tuotteita voidaan sijoittaa maalausammioihin, eri sävyjä ei voida maalata samassa maalausammiossa. Samaa sävyä olevat tuotteet pyritään maalaamaan samaan aikaan.

6.5 Materiaalihankinnat

Vakiotuotteiden maaleja sekä usein käytettyjä maaleja pidetään jatkuvasti varastossa ja niiden määriä on seurattava koko ajan. Käytännössä maalien määriä käydään tarkastelemassa maalivarastossa aina, kun halutaan varmistaa tarvittavan maalin olemassaolo ja riittävyys ja kuukausittaiset inventaariot antavat myös tiedon maalien määristä. Harvoin käytetyt ja kertaluonteiset maalit hankitaan sitä mukaan, kun niille tulee tarvetta. Maalitulaukset tehdään toiminnanohjausjärjestelmässä, jossa tulevat maalit myös vastaanotetaan varastoon.

6.6 Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus

Tuotteiden eräkoosta, tuotteen koosta, kappalemääristä ja eri maalausjärjestelmistä johtuen tuotannon kuormitusta, on hankala tarkastella pelkillä neliömäärillä tai kilomäärillä niin, että sillä pystyttäisiin huomioimaan tuotteiden vaatima kuormitus tuotannossa. Suuria tuotteita tarkastellaan usein neliöinä. Pienempien tuotteiden osalta tuote-erää voidaan tarkastella myös kiloina. Pienempiä yksittäisiä tuotteita tarkastellaan tuotteen vaatiman työajan mukaan. Kuormitusta on selkeämpi ryhtyä miettimään siltä kannalta, miten paljon tuotteen työvaiheet kuormittavat henkilöstöresursseja tunneissa. Näin voidaan huomioida koko resurssin käyttöä tuotannossa.

Tuntimäärien arvioinnissa huomioidaan tuotteen tai tuote-erän purkaminen autosta, tuotteiden esikäsitelyn ja suojausten vaatima aika, tuotteen asettelu vaunulle, puhalluksen viemä aika, joka voi perustua neliöihin tai kappalemääriin. Lisäksi huomioidaan maalausta varten tehtävä suojaus, itse maalaus aloitus- ja lopetusaikoinen, tuotteiden siirrot, tuotteiden viimeistelyt ja käsittely pakkauksessa, sekä laustaus. Aikojen arvioinnissa hyödynnetään työnjohdon ja henkilöstön kokemusta.

Vakiotuotteiden osalta voidaan selvittää tarkemmin, miten paljon tuotteen käsittelyyn kuluu henkilöstön aikaa. Yksittäiset tuotteet ja tuote-erät on arvioitava tapauskohtaisesti. Jonkinlainen aika-arvio on usein tehty tarjousvaiheessa. Kaikille tuotteille tarjoustusta ei tehdä etukäteen, vaan tuotteet neliöidään tai tarkastellaan työvaiheiden viemä aika työn edistyessä. Näiden tietojen perusteella tuotteen käsittely hinnoitellaan ja laskutetaan.

Tuotteiden käsittelemiseksi henkilöstön täytyy tietää, mitkä pinnat täytyy suojata suihkupuhdistukseen ja mitkä maalaukseen, mitkä pinnat suihkupuhdistetaan ja mitkä pinnat maalataan. Pinnoittajan täytyy

tietää maalausjärjestelmä eli mitä maalia käytetään, montako maalikerrosta maalataan, mikä on maali-kerroksien kalvon paksuus. Suihkupuhdistajan täytyy tietää millainen on suihkupuhdistuksen karheus ja mikä on suihkupuhdistuksessa käytettävä rae. Nämä tiedot on merkitty tuotespeksiin tai tuotekuviin tai ne on sovittu asiakkaan kanssa muulla tavalla. Saatavilla olevat tuotekuvat ja ohjeistukset ja maalausjärjestelmätiedot on tulostettava tuotantoon, sillä näiden tietojen mukaan henkilöstö kykenee käsittelemään tuotteet asiakkaan haluamalla tavalla.

6.6.1 Excel-pohjainen tuotannosuunnittelu

Opinnäytetyössä kehitetyn Excel-työkalun avulla tilausten tiedot saadaan koottua yhteen tiedostoon, jossa haluttuja tietoja voidaan tarkastella suodattamalla ja lajittelemalla. Excel-työkalu on tuotannon, työnjohdon, myynnin ja liiketoimintayksikön päällikön käytettävissä. Kaikilla on vähän erilaiset tarpeet tilaustietojen käytölle. Myynti, työnjohto ja liiketoimintayksikön päällikkö haluavat nähdä yksikön viikkokuormituksen ja kapasiteetin. Tuotannolle ja työnjohdolle tärkeitä tietoja ovat tuotetilauksen tiedot, tuotteiden speksit, aikataulu ja haluttu toimituspäivä. Tuotannosuunnittelun kannalta tärkeitä tietoja ovat, haluttu toimituspäivä, tuotteen saapuminen, tuotteen kuormitusaika, työn aloitus päivä ja työn valmistuminen.

Suunniteltu Excel-työkalu (TAULUKKO 2) sisältää tilauksesta seuraavia tietoja: tuotteen saapumispäivä, asiakas, tilaus-/työnumero, tuotekuvaus, maalausjärjestelmä, sävy, huomioitavaa, suunniteltu aloituspäivä, toteutunut aloituspäivä, toteutunut valmistuspäivä, haluttu toimituspäivä, työn aloitusviikko ja kuormitus (h).

TAULUKKO 2. Tuotannosuunnittelun Excel-työkalun otsikot

| Saapunut pvm | Asiakas | Tilaus / Työno | Tuotekuvaus | Maalausjärjestelmä | Sävy | Huomioita | Suunniteltu aloitus pvm | Aloituspvm | Valmis pvm | Haluttu toimituspvm | Työn aloitus viikko | Kuormitus (h) |
|--------------|---------|----------------|-------------|--------------------|------|-----------|-------------------------|------------|------------|---------------------|---------------------|---------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Työkalun kehitysvaiheessa selvitettiin, ketä työkalun tulee palvella ja mitä tietoja he tarvitsevat. Työnjohdon ja tuotannon henkilöstön tulee tietää mitä tuotteita on tulossa työn alle, miten tuote käsitellään, milloin tuotteen on mentävä tuotantoon ja milloin tuotteen on oltava valmiina. Työnjohto, myynti ja tuotantoyksikön päällikkö haluavat tiedon tuotannon kuormituksesta ja kapasiteetista. Tuotannosuunnittelijalle tärkeitä tietoja ovat, tuotteen saapumisaika, maalausjärjestelmä, haluttu toimituspäivä, suunniteltu aloituspäivä, toteutunut aloituspäivä ja tuotteen valmistuminen.

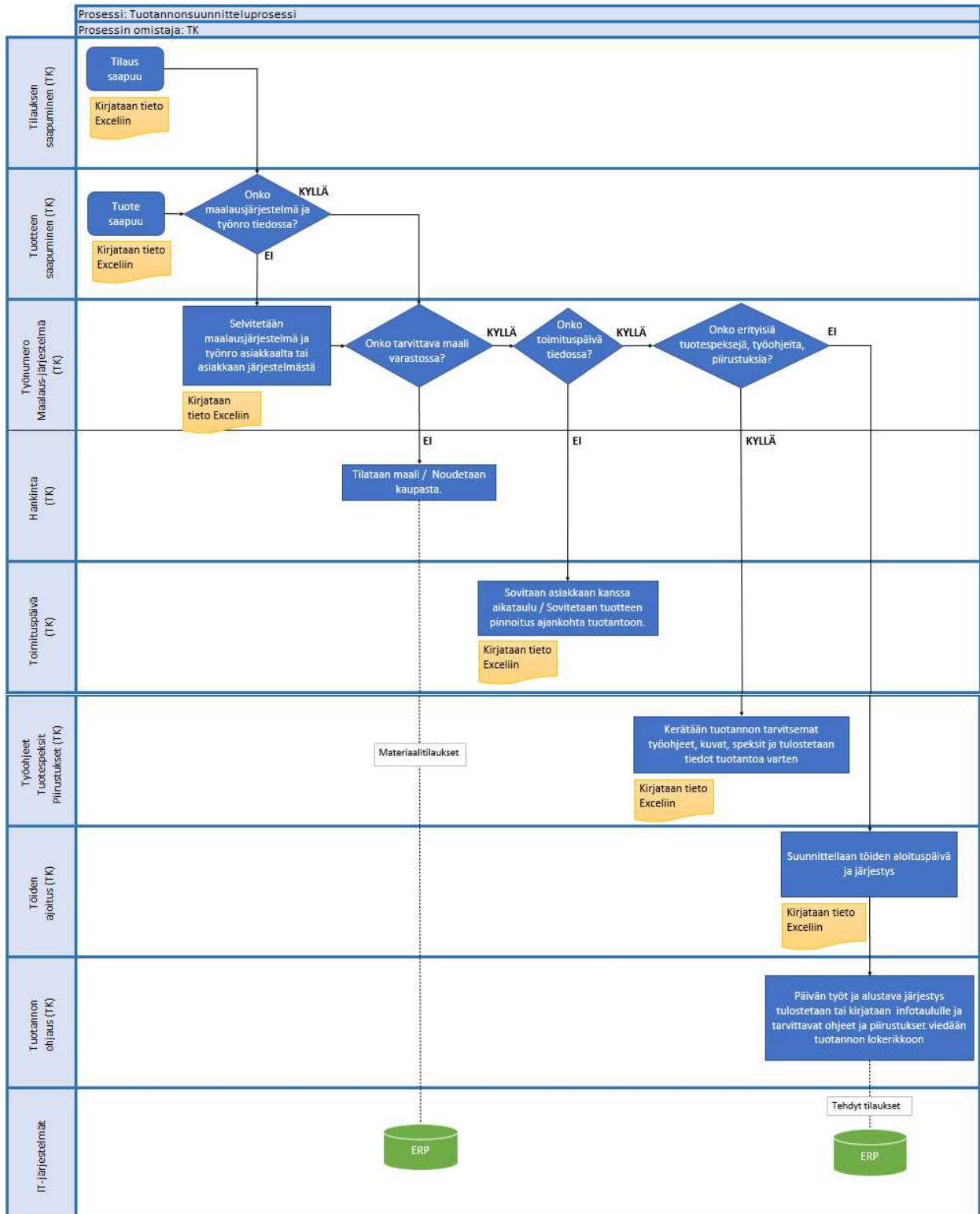
Excel-työkalua hyödynnetään myös tietojen keräämisessä ja kirjaamisessa toiminnanohjausjärjestelmään, missä tehdään tuotteiden laskutus. Tuotteiden laskutuksessa tarvitaan asiakastieto, työ- ja/tai tilausnumero, tuotekuvaus, maalausjärjestelmä, sävy ja määrä, joko kpl-, erä-, tunti- tai kilomäärä. Työt

kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään, kun tuotteet on saatu valmiiksi. Kuormitussarakkeeseen lisätään tuotteen vaatima arvioitu työmäärä tunneissa. Tämän ajan määrittelee tuotannosuunnittelija hyödyntäen tehtyjä tarjouksia, sekä työnjohdon, henkilöstön että omia kokemuseräisiä tietoja. Suunnittelun aloituspäivämäärän perusteella Excel-työkalu laskee työn aloitusviikon taulukkoon. Kuormitusviikko ja -aikatieto siirtyvät kuormitus- ja kapasiteettitaulukkoon automaattisesti.

Saapuneiden tuotteiden ja tuote-erien käsittelyn aloituspäivä määritellään tuotannosuunnittelussa. Työjärjestykseen vaikuttavat haluttu toimituspäivä, tuotteen saapumisajankohta, tuotteen vaatima käsittelyaika ja miten tuote saadaan sovitettua maalausammioon muun tuotannon kanssa. Tuotannon kuormitusta mitataan ajan käytöllä eli miten paljon tuotteen käsittely vie tuotannon resursseja tunneissa. Tuotannon kuormitusta ja kapasiteettia seurataan viikkotasolla.

Excel-työkaluun kirjataan kaikki asiakkailta saadut tilaukset. Osa asiakkaista toimittaa tilaukset useammaksi kuukaudeksi etukäteen. Pitkän ajan päähän ajoitettujen tilausten toteutunut aloitusaika on usein muuttunut alkuperäisestä aikataulusta jonkin verran, mutta on suuntaa antava. Myynti voi hyödyntää kirjattuja tietoja kuormitusasteen tarkastelussa pidemmällä ajalla.

Kuviossa 14 on esitetty Excel-pohjaisen tuotannosuunnittelun prosessikaavio. Kuviosta voidaan nähdä mitä tietoja tuotteista ja tilauksista kerätään missäkin vaiheessa ja minne tiedot tallennetaan.



KUVIO 14. Excel-pohjainen tuotannosuunnitteluprosessi

6.6.2 Tuotannon ohjaus

Tuotannosuunnittelija kirjaa tuotteen suunnitellun aloituspäivän Excel-taulukkoon. Taulukosta tuotanto näkee mitä töitä on minkäkin päivän ajalle suunniteltu. Tuotannon asiakaslokerikkoon tulostetaan tuotetta koskevat piirustukset ja ohjeistukset. Tuotanto ottaa työn alle meneillään olevalle päivälle suunnitellut työt, järjestys käydään läpi aamupalaverissa.

Tarkoitus on, että jatkossa tuotannossa suihkupuhdistusta tekevä henkilö kirjaa tuotteen käsittelyn aloituspäivän, kun hän ottaa tuotteet työn alle ja henkilö, joka pakkaa tuotteet, kuittaa tuotteet valmiiksi, kun tuote on valmis ja pakattu.

6.6.3 Kuormituksen ja kapasiteetin seuranta

Kuormitusta ja kapasiteettia seurataan viikkotasolla (TAULUKKO 3). Kuormitus pitää sisällään tuotannon henkilöiden tuotteiden käsittelemiseen käyttämät työtunnit. Tämä aika selvitetään vakiotuotteiden osalta työajan seurannalla. Työaikojen seuranta varten laaditaan lomake, johon henkilöstö kirjaa tuotteen käsittelyn viemän ajan eri työvaiheissa. Kertaluonteisten tuotteiden ja tuote-erien osalta työn vaatima aika on arvioitava. Tuotteen vaatimat työtunnit kirjataan Excel taulukkoon kuormituksenä. Excel-taulukosta saadaan kuormitusta kuvaava aika tunneissa viikkoa kohden. Tämä tieto siirtyy kuormitus/kapasiteettikaavioon. Kaikki asiakastilaukset syötetään järjestelmään heti kun tiedot saadaan FSP:lle, jolloin kapasiteetin kuormitusaste voidaan nähdä niin pitkälle saakka, kuin asiakastilauksia on saatu. Sopimusasiakkaiden osalta tämä tarkoittaa useamman kuukauden tilauksia.

TAULUKKO 3. Kuormituksen ja kapasiteetin seurantataulukko

| Viikko | Kuormitus | Henkilömäärä / vk | Poissaolot h/vk | Huollot h/vk | Kuormitus Matala | Kuormitus Normaali | Kuormitus Maksimi | Kapasiteetti Max |
|--------|-----------|-------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kapasiteetti saadaan laskemalla tuotannon henkilömäärä viikossa ja heidän viikkotuntinsa ja käyttämällä tehollisen työajan kerrointa. Viikkotunneissa huomioidaan lomapäivät, poissaolot ja huoltojen vaatima aika. Yllättävät rikkoontumiset syövät kapasiteettia, joten näiden osalta tunnit kirjataan myös taulukkoon.

Kapasiteetin ja kuormituksen Excel-taulukosta saadaan visuaalinen kuormituskaavio (KUVIO 15), josta tuotannosuunnittelu pystyy tarkastelemaan viikolle suunniteltujen töiden kuormitusta ja jota myynti, liiketoimintayksikön päällikkö ja työnjohto voivat hyödyntää resurssitarpeiden ja myynnin suunnittelussa. Kuormituskaaviota voidaan hyödyntää myös asiakaskyselyissä, kun halutaan tietää, milloin löytyy vapaata tilaa pintakäsittelylle.



KUVIO 15. Kapasiteetin ja kuormituksen seuranta-kaavio

Kapasiteetin ja kuormituksen seuranta-kaavio havainnollistaa katsojalle nopeasti kuormituksen ja kapasiteetin tilan. Yllä olevat tiedot eivät perustu todellisiin lukemiin. Kapasiteetin ja kuormituksen seuranta-kaavio on visuaalinen ja siitä voidaan nähdä, millä tavalla kapasiteettikäyrä muuttuu lomien, huoltojen ja poissaolojen vaikutuksesta ja miten kuormituspylväiden väri näyttää selkeästi kuormituksen tilan.

7 KOEJAKSO, TAVOITTEET JA MITTARIT

Excel-pohjaista tuotannosuunnittelua kokeillaan Raahen yksikössä 2.5–27.5.2022 välisenä aikana. Tuotannosuunnittelija ryhtyy käyttämään taulukkoa ja kirjaa olemassa olevien tilauksien tiedot taulukkoon, suunnittelee tuotteiden käsittelyn aloituspäivän ja kirjaa aluksi myös tuotteiden toteutuneen käsittelyn aloitus- ja valmistumispäivän.

Tässä vaiheessa tuotannosta on kerätty vakiotuotteiden vaatimat käsittelyajat, joita hyödynnetään kuormitusaikojen kirjauksessa. Kertaluonteisille tuotteille ja tuote-erille työaika saadaan tarjouksista, joissa tuotteen käsittelyn viemä aika on arvioitu tai arvioidaan tuotetietojen sekä työnjohdon ja henkilöstön antaman arvion perusteella. Aika-arviossa huomioidaan kaikki tuotteen käsittelyyn vaadittu aika.

Kun taulukkoon kirjattavat tilaustiedot on saatu ajan tasalle ja tuotannosuunnittelun toiminta vakiintuu, voidaan tuotannon aloitus- ja valmistumiskuittaukset ryhtyä tekemään tuotannon toimesta. Tämä vaatii tuotantoon kaksi päätettä ja pölysuojatut tilat laitteille tuotannon alkupäähän ja loppupäähän.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tuotannon kuormitus ja kapasiteetti näkyväksi kapasiteetti- ja kuormitustietoa tarvitseville henkilöille. Excel-tilukosta saadaan visuaalinen näkymä kapasiteetista ja kuormituksesta. Taulukon tarkoitus on myös helpottaa ja ohjata tuotantoa tuotteiden käsittelyjärjestyksessä niin, että he pystyvät ottamaan päivän töitä työn alle alustavan suunnitelman mukaisesti. Muutos-tilanteessa Exceliä päivitetään vastaamaan todellista toteumaa. On tärkeää, että pinnoitustyöt valmistuvat ajallaan ja tieto tuotteiden valmistumisesta päivittyy Excel-tilukkoon.

Tällä hetkellä tuotannon mittareina on käytetty kuukauden liikevaihtoa ja käyttökatetta. Kuukauden liikevaihto ja käyttökate toimivat mittareina edelleen. Toimitusvarmuutta voidaan tarkastelemalla toteutuneita toimituspäiviä, myöhästymisiä. Myös kapasiteetti ja kuormitusaste toimivat mittareina. Ne antavat tietoa resurssitarpeesta, mahdollisesta ylityötarpeesta sekä tilausten riittävydestä. Kuormitusasteen laskiessa henkilöstö voi pitää työajan lyhennysvapaita ja kertyneitä joustoja tai myynti voi ohjata markkinoilla olevia pinnoitustehtäviä Raahen yksikössä tehtäväksi. Koejakson lopulla haastatellaan käyttäjiä, miten työkalu on palvellut, onko se käyttäjäystävällinen, mitä hyötyjä ja haittoja työkalulla on ja mitä parannuskohteita on havaittu.

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ensinnäkin analysoida FSP Raision yksikön APS- ja Mini-MES-järjestelmien soveltuvuutta ja muokattavuutta Raahen yksikön käyttöön. Toisena tavoitteena oli saada Raahen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus näkyväksi muille tietoa tarvitseville tahoille.

APS- ja Mini-MES-järjestelmien osalta varsinaista käyttöä ei päästy tarkastelemaan, koska järjestelmiä ei ole vielä otettu käyttöön. Näiden järjestelmien osalta tarkasteltiin demoversioista leikattuja kuvia ja keskusteltiin Raision kehityspäällikön ja tuotannosuunnittelijan kanssa järjestelmästä. Raision yksikön tilauksella oli noin 100–200 kappaletta osia, kun taas Raahen yksikössä tehtävät tuotteet ovat suurimmaksi osaksi yksittäisiä tuotteita. Järjestelmä käyttää työvaiheita ja vaiheajoja, joita Raahen yksikön osalta on haasteellista tarkastella johtuen yksittäisistä tuotteista ja tuote-eristä. Yksittäin tehtäviä vakiotuotteita on noin puolet Raahen tuotannosta, ja loput ovat uniikkeja tuotteita ja tuote-eriä.

Tarkastelussa oli myös Pinjan APS- ja MES-järjestelmiä käsitteleviä asiantuntijaoppaita ja webinaareja. Keskustelua käytiin myös Pinjan asiantuntijan kanssa APS- ja MES-järjestelmien käytöstä, soveltuvuudesta ja hinnoista. Järjestelmien hinta on kymmeniä tuhansia euroja ja lisäksi ylläpito, päivitykset ja tuki lisäävät kustannuksia. Järjestelmät soveltuvat paremmin sarja- ja prosessituotantoon, jossa tekeminen on vakioitua, kuten Raision yksikössä on.

Excel-sovellus on edullinen ja sen käyttö on työyhteisöissä tuttua. Excel-työkalun avulla saadaan toivottu näkyvyys tuotannon kuormituksesta ja kapasiteetista. Koska Raahen yksikön tuotannosuunnittelu on toiminut täysin manuaalisella tasolla ja näkymättömissä, antaa Excel-työkalu tuotannosuunnitteluun uutta näkyvyyttä ja tarkastelumahdollisuutta. Excel-työkalussa käytetyt kuormitusajat ovat karkeita aikoja, vakiotuotteiden osalta tuotannosta kerättyjä aikoja ja yksittäisten tuotteiden ja tuoteerien osalta arvioajoja. Tämä antaa karkean arvion tuotannon kuormituksesta, mutta on riittävä resurssitarpeiden suunnittelussa ja töiden kuormituksen tarkastelussa.

Tuotteiden läpimeno on nopeatempoista eikä tilauksia tiedetä pitkälle etukäteen. Tämä luo haasteita Excel-työkalun ajan tasalla pitämiselle. Tuotannon tarvitsemat tiedot on saatava selvitettyä, ennen kuin tuotteita voidaan ottaa tuotantoon. Tulevien huoltojen ajankohdista ja äkillisistä rikkoontumisista tulee saada tieto tuotannosuunnitteluun, jotta ne voidaan huomioida tuotantoa suunniteltaessa. Työnjohdon, tuotannon ja tuotannosuunnittelun yhteistyö on tärkeää.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Raahen yksikön tuotannosuunnittelua ja -ohjausta ja saada tuotannosuunnittelu ja -ohjaus läpinäkyväksi ja siinä tässä työssä on onnistuttu. Excel-työkalun avulla tilaukset, halutut toimituspäivät, maalausjärjestelmät ja värisävyt näkyvät kaikki samassa näkymässä, joka helpottaa tuotannosuunnittelua. Raahen yksikön tuotannon tilaa voivat tarkastella kaikki, jotka tietoa tarvitsevat. Kaikki tilaukset löytyvät yhdestä tiedostosta ja tilauksien tilaa on helppo tarkastella haluamallaan tavalla suodattimia ja järjestelyä käyttäen. Myös kapasiteetti ja kuormitus on visuaalisesti tarkasteltavissa. Excel-työkalu helpottaa myös valmiiden tilausten kirjaamista toiminnanohjausjärjestelmään, kun syötettävät tiedot ovat yhdellä sivulla nähtävissä.

Toinen tavoite oli Raision yksikön APS- ja Mini-MES järjestelmien analysointi, soveltuvuuden ja muokattavuuden tarkastelu Raahen yksikköä ajatellen. Raision järjestelmiin tutustuminen käytiin demokuvien avustuksella Teams-palaverissa. Olisi ollut mielenkiintoista nähdä järjestelmä oikeassa käytössä, mutta se ei ollut vielä mahdollista. Raision yksikön tuotanto on sarjatuotantoa ja vakioitua, kun taas Raahen yksikön tuotanto on yksittäisten tuotteiden ja tuote-erien käsittelyä.

Raahen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen nykytilan tarkastelua helpotti se, että oli työskennelty yrityksessä jo parin vuoden ajan ja työskenteli edelleen, tuotantoprosessi oli tuttu ja näki, miten tuotannosuunnittelua ja -ohjausta toteutetaan. Työnantajan edustajien kanssa opinnäytetyön sisältöä ja etenemistä käytiin läpi kuukausittain. Ohjaavan opettajan kanssa käytiin välikeskustelu ja häneltä sain opastusta siihen, miten edetä ja opinnäytetyön tarkastelussa sain hyviä kommentteja tekstin sisältöön. Kielenhuoltajan kommentteista ja merkinnöistä oli myös paljon apua. Kommenttien jälkeen osasi kiinnittää huomiota havaittuihin poikkeamiin.

LÄHTEET

- FSP For Surface Protection Oy. 2022. *Yrityssivut*. Saatavissa: <https://www.fspcorp.com/palvelut/>. Viitattu 24.1.2022.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.
- Hiab. 2022. *Yrityssivut*. Saatavissa: <https://hiab.com/fi/tuotteet/vaihtolavalaitteet/tutustu-optimaan>. Viitattu 24.1.2022.
- iPES by Pinja*. Saatavissa: <https://pinja.com/palvelut/valmistava-teollisuus/ipes>. Luettu 9.1.2022.
- Kohti tehokasta tuotannosuunnittelua*. Saatavissa: <https://pinja.com/tietopankki>. Viitattu 18.2.2022.
- Logistiikan maailma.2022. *Verkkoaineisto*. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/>. Viitattu 9.1.2022.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. *Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa*. Keuruu: Edita Publishing Oy.
- MES-järjestelmä*. Saatavissa: <https://blog.pinja.com/mes-jarjestelma>. Viitattu 9.1.2022.
- MES-järjestelmän hankinta*. Saatavissa: <https://pinja.com/tietopankki>. Luettu 9.1.2022.
- Salomäki, T. 2022. Teollisen digitalisaation liiketoiminta- ja konsultointijohtajan puhelinhaastattelu. 15.3.2022. Pinja.
- Tuotannosuunnittelujärjestelmän ostajan opas*. Saatavissa: <https://pinja.com/tietopankki>. Luettu 9.1.2022.
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Tietotekniikan käyttö yrityksissä [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-2957. 2017, 5. Liiketoiminnan sähköistyminen. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/icte/2017/icte_2017_2017-11-30_kat_005_fi.html. Viitattu 18.2.2022.
- Yrjänä, R. 2021. FSP Rasion yksikön APS järjestelmän esittely aineisto. Sähköposti: 3.9.2021.