

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2024

Nuutti Laihonen

Tuotannonohjauksen kehittäminen konepajassa

– Tekla PowerFab järjestelmällä



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka | Tuotantotekniikka

2024 | 48 sivua

Nuutti Laihonen

Tuotannonohjauksen kehittäminen konepajassa

- Tekla PowerFab järjestelmällä

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona JPV-Engineering Oy:lle, joka on teräsrakenteiden valmistukseen ja asennukseen erikoistunut tilauskonepaja. Yritykseen tehtiin vuonna 2022 päätös tuotannonohjausjärjestelmän hankinnasta, ja työssä oltiin mukana järjestelmän käyttöönotossa. Työn tavoitteena oli parantaa yrityksen tuotannonohjausta uuden järjestelmän avulla. Yritys on kasvanut aikaisempien vuosien aikana merkittävästi, ja järjestelmän hankinta sekä käyttöönotto todettiin tarpeelliseksi.

Työn teoriaosuudessa perehdytään tuotannonohjauksen ja -suunnittelun periaatteisiin sekä liiketoiminnan prosesseihin ja niiden kehittämisen menetelmiin. Lisäksi tutustutaan konepajateollisuudessa toimivien suurten ja pienten tai keskisuurien yritysten haastattelututkimukseen, jossa käsitellään kootusti heidän näkemyksiään ja kokemuksiaan tuotannonohjauksesta. Toiminnallisessa osuudessa tehtiin nykytilanne kartoitus, jossa selvitettiin, kuinka tuotannonohjaus oli toteutettu ennen uutta järjestelmää. Käyttöönoton jälkeen selvittiin järjestelmän tuomat muutokset sekä vaikutukset tuotannonohjaus prosessiin.

Työn tuloksena uusi tuotannonohjausjärjestelmä käyttöönotettiin toimeksiantajalla, ja selvitettiin järjestelmän tuomat hyödyt ja siihen liittyvät ongelmat.

Asiasanat:

Tuotannonohjaus, tuotannosuunnittelu, kehittäminen, käyttöönotto

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering | Production Engineering

2024 | 48 pages

Nuutti Laihonen

Development of production control in workshop

- With Tekla PowerFab system

The thesis was commissioned by JPV-Engineering Oy, a custom machine shop specializing in the manufacture and installation of steel structures. In 2022, the company decided to acquire a manufacturing execution system, and this work involves the implementation of the system. The aim of the work was to improve the company's production management with the help of a new system. The company has grown significantly in previous years, and it was found necessary to acquire and implement the system.

The theoretical part of the thesis focuses on the principles of production control and planning, as well as business processes and methods to improve them. In addition, it will be acquainted with an interview survey of large and small or medium-sized enterprises operating in the engineering industry, which summarizes their views and experiences of production management. In the functional part, a survey of the current situation was carried out to find out how production control had been implemented before the new system. After commissioning, the changes brought about by the system and the effects on the production management process were examined.

As a result of the work, the client has a new manufacturing execution system. In addition, the benefits of the system and the problems associated with it have been examined.

Keywords:

Production control, production planning, development, commissioning

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
1.1 Toimintaympäristö	8
1.2 Tutkimusmenetelmät	9
2 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus	10
2.1 Tuotannonsuunnittelun vaiheet	10
2.2 Karkeasuunnittelu	12
2.3 Hienosuunnittelu	13
2.4 Tuotantojärjestelmän ohjaus	14
2.5 Haasteiden ja tarpeiden nykytila tuotannonohjauksessa	15
2.5.1 Tiedonhallinta	16
2.5.2 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus	17
2.5.3 Lean filosofia ja periaatteet	18
3 Prosessit ja -muodot	20
3.1 Prosessimuodot	20
3.2 Prosessien kehittäminen	21
3.3 Lean ajattelu	23
4 Aikaisempi toimintamalli tuotannonohjauksessa	25
4.1 Suunnitelmien hallinta	25
4.2 Materiaalien hallinta ja varastointi	26
4.3 Tuotannonohjaus ja seuranta	27
4.4 Logistiikka ja toimitukset	28
4.5 Tuntiseuranta	29
4.6 Haasteet nykyisessä ohjauksessa	29
5 Tuotannonohjausjärjestelmä valinta ja toiminnot	31
5.1 Trimble Tekla PowerFab	31
5.2 Ohjelmiston käyttöönotto	33

5.3 Suunnitelmien hallinta	34
5.4 Materiaalien hallinta ja varastointi	36
5.5 Tuotannonohjaus ja seuranta	38
5.6 Logistiikka ja toimitukset	40
5.7 Tuntiseuranta	41
6 Tulokset	43
7 Yhteenveto ja pohdinta	46
Lähteet	47

Kuvat

Kuva 1. Kokoonpanojen tarkastelu mallin avulla.	35
Kuva 2. Optimoidut profiilit.	37
Kuva 3. Tuotannonohjauksen pääsivun näkymä.	39

Kuviot

Kuvio 1. Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen prosessi (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 118).	11
Kuvio 2. Liiketoimintaprosessi (Leclin 2002, 138).	20
Kuvio 3. Prosessien kehittämismalli (Lecklin. 2002, 150).	22

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

APS	Advanced planning and scheduling. Tuotannon kuormituksen suunnittelun ja simuloinnin järjestelmä. (Leanware, 2024.)
BIM	Building information modeling. Tietomalli, nimitys rakennesuunnittelussa käytettävästä mallista. (Tekla, 2024.)
FIMECC Oy	Kone- ja metalliteollisuuden strategisen huippuosaamisen keskittymä. (Teknologiateollisuus, 2014.)
ERP	Enterprise resource planning. Toiminnanohjausjärjestelmällä hallitaan yrityksen liiketoiminta prosesseja. (Leanware, 2024.)
EXC2 ja EXC3	SFS-EN 1090-1 standardin mukaiset toteutusluokat teräsrakenteille.
MES	Manufacturing execution system. Tuotannon ohjaamisen ja suorittamisen järjestelmä. (Leanware, 2024.)
Tekla PowerFab	Trimblen kehittämä tuotannonohjausjärjestelmä kokonaisuus. (Tekla, 2024.)
Trimble	Yhdysvaltalainen teknologia yhtiö. (Trimble, 2024.)

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään toimeksiantona teräsrakenteita valmistavalle, JPV-Engineering Oy yritykselle. Lähtökohtana työlle toimii toimeksiantajan tavoite kehittää toimintaansa teräskonepajan tuotannossa. Yritykseen tehtiin vuonna 2022 päätös tuotannonohjausjärjestelmän hankinnasta, ja työn tarkoituksena on selvittää, kuinka ohjelmisto vastaa yrityksen tuotannonohjauksen tarpeisiin ja miten sen avulla saadaan kehitettyä tuotantoon liittyviä prosesseja. Tarkoituksena on myös kartoittaa, mitä uusia mahdollisuuksia se tarjoaa tuotannon kehittämiseen ja mitä ongelmia ja haasteita siihen liittyy. Kehitystyössä ollaan mukana uuden järjestelmän implementoinnissa ja tavoitteena on uuden järjestelmän kautta tehostaa tuotantoa, seuranta, laatua, ja saavuttaa yhtenäisemmät toimintatavat yrityksessä. Tavoitteena on myös selkeyttää informaatiovirtaa ja tuoda tuotannonohjauksessa tarvittavat tiedot läpinäkyvästi yhteen paikkaan.

Työn teoreettisessa viitekehyksessä perehdytään tuotannonsuunnitteluun ja ohjausjärjestelmiin, sekä liiketoimintaprosesseihin ja niiden kehittämisen periaatteisiin. Teoriaosuudessa käsitellään myös teknologiateollisuuden alalla toimivien yritysten kokemuksia heidän tuotannonohjauksensa toimivuudesta ja siihen liittyvistä haasteista. Soveltavassa osiossa kuvataan toimeksiantaja yrityksen tuotannonohjauksen toteutus ennen järjestelmän käyttöönottoa ja sen jälkeen, sekä pohditaan järjestelmän vaikutusta ohjaukseen. Työssä ei käydä läpi muutosten toteutusta, vaan aihe on rajattu muutosten vaikutuksiin tuotannonohjaukseen.

Tuotannonohjaus ja sen suunnittelu, sekä sitä tukevien sovellusten ja ohjelmistojen kehittäminen on monessa yrityksessä varmasti aina ajankohtainen aihe, mutta koen työn aiheen valinnassa sen olevan erityisen tärkeä kohde yrityksessä. JPV-Engineering Oy:llä on aikaisemmin ollut ohjelmistovalmistajien tuotteita käytössä vain taloushallinnon puolella. Tuotantoon liittyvien prosessien hallintaan on käytetty pääasiassa Excel- taulukkolaskenta ohjelmia, eikä tuotannonohjaukseen ole siis ollut aikaisemmin

käytössä ohjelmistotuotetta tai ohjelmistokehittäjän räätälöimää pohjaa tuotannonohjaukselle. Yritys on tuotannonohjausjärjestelmän hankintaa edeltävinä vuosina kasvanut reilusti, ja tuotannonohjausta tukevan järjestelmän hankinta on ollut tavoitteena jo pidempään.

1.1 Toimintaympäristö

JPV-Engineering Oy on vuonna 2003 perustettu teräsrakenteiden valmistukseen ja asentukseen erikoistunut Auralainen tilauskonepaja. Yrityksellä ei ole omia myytäviä tuotteita, vaan tuotanto on tilausohjautuvaa ja projektituontoista. Yrityksellä on kuitenkin muutamia tuotteita, joita se valmistaa sopimushinnoin asiakkaan suunnitelmilla. Palveluihin kuuluu myös teollisuuden huolto-, ja kunnossapitotyöt, mutta se on tällä hetkellä pieni osa liiketoiminnasta. Asennuskohteissa voidaan tapauskohtaisesti hyödyntää myös laajaa alihankkija verkostoa muidenkin tuotteiden kuin teräskokoonpanojen asennuksessa, mikäli se katsotaan eduksi tai muut rakenteet liittyvät suoraan teräsrakenteisiin. Terästuotteet valmistetaan tilaajan tarpeiden ja suunnitelmien mukaisesti. (JPV-Engineering Oy, 2024.)

Päätuotteita ovat rakennusteollisuuden tarpeisiin valmistettavat kantavat teräsrakenteet, kuten pilarit, palkit ja ristikkorakenteet, sekä näihin liittyvät aputeräkset, kuten siteet, pielet ja asennusosat. Suurimpia asiakkaita ovat rakennusliikkeet, kuten Skanska, YIT, SRV Yhtiöt ja Consti. Vuonna 2023 JPV-Engineering Oy osti aikaisemmin alihankkijana toimineen Terimasteel Oy:n osakekannan kokonaisuudessaan, jonka liiketoiminta sisältää myös terästuotteiden hiekkapuhalluksen ja maalauksen. Yritykseltä löytyy ISO 9001:2015 laatu järjestelmä sertifikaatti ja EN 1090-2:2018 tuotannon sisäisen laadunvalvonnan sertifikaatti teräsrakenteiden valmistuksessa EXC1, EXC2 ja EXC3 toteutusluokissa. (JPV-Engineering Oy, 2024.)

Yrityksellä on 5 hehtaarin asfaltoitu piha-alue, johon kuuluu kolme erillistä tuotanto hallia, toimisto rakennus, ja pressuhalli, jota käytetään pääasiassa tuotteiden välivarastointiin ja terästuotteiden varusteluun. Tuotantohallien pinta-

ala no noin 5500m². Kolmas tuotantohalli muodostuu kahdesta erillisestä, seinällä erotetusta tilasta, jossa toisella puolella valmistetaan lähtökohtaisesti vain ruostumattomasta teräksestä valmistettuja tuotteita. (JPV-Engineering Oy, 2024.)

1.2 Tutkimusmenetelmät

Työn toiminnallinen osuus suoritettiin toimintatutkimuksena.

Toimintatutkimuksessa tutkija on osallisena tutkittavan kohteen toimintaympäristössä. Osa toimintatutkimuksen strategiaa on yhdistää tietoperusta ja käytäntö toisiinsa. Toiminta tutkimus on osa laadullisen tutkimuksen viitekehystä. (Jyväskylän yliopiston Koppa 2015.)

Toimintatutkimuksen valikoituminen tutkintamenetelmäksi oli selkeää tutkimuskohteen luonteen vuoksi. Tuotantojärjestelmän käyttöönotossa ja tuotannonohjauksen kehittämistyössä perehdytään järjestelmän nykytilaan. Nykytilan kartoituksessa selvitetään valmistettavien tuotteiden kulku läpi tuotannon, sekä keskitytään myös, miten pääprosesseissa ja tukiprosessit on toteutettu. Tässä työssä käyttöönotossa sekä prosessien kehittämisessä tullaan keskittymään viiteen osa-alueeseen tuotannossa, joita tutkittiin omien havaintojen, kehityspalavereiden sekä jatkuvan vuorovaikuttamisen avulla.

2 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus

Toiminnanohjaus on yleinen käsite yrityksen jokapäiväisten toimintojen suunnittelussa, hallinnassa, suorittamisessa sekä seurannassa.

Toiminnanohjaus käsittelee siis yrityksen toimintoja kokonaisuudessaan.

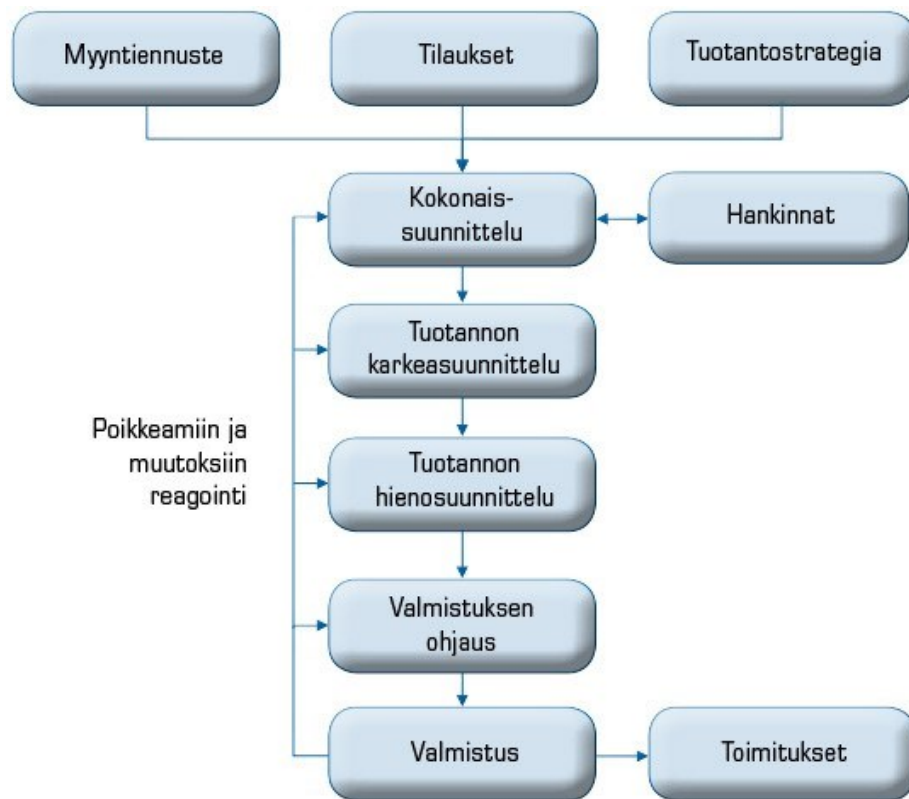
Toimintojen johtamisen keskiössä on strateginen ja operatiivinen suunnittelu, joka kuuluu yrityksen ylimmän johdon vastuualueisiin. Johtamisen tulee perustua yrityksen määrittämään strategiaan ja tavoitteisiin liiketoiminnassa, ja siitä johdettuna suunnittelun tulee perustua määritetyn strategian tavoitteisiin, toimintojen suorituskykyyn ja liiketoiminnallisiin mahdollisuuksiin. (Haverila ym. 1999, 374–375.)

Yrityksen koko tilaus-toimitusketjun ohjauksessa puhutaan toiminnanohjauksesta. Toiminnanohjaus pitää sisällään myynnin sekä markkinoinnin, logistiikan, tuotekehityksen, hankinnan, eri sidosryhmien ohjauksen ja tuotannonohjauksen. Tuotannonohjaus tarkoittaa yrityksen valmistamien tuotteiden tai palveluiden valmistusprosesseihin liittyvää ohjauksen suunnittelua ja hallintaa. Tuotannonohjaus keskittyy sisäisesti yrityksen tuotantotoimintoihin tuotteiden tai palveluiden valmistuksessa. Ohjauksen menetelmiin ja tehtäviin vaikuttavat esimerkiksi toimiala, yrityksen historia, tavoitteet, tuotteet ja tuotanto- ja tietojärjestelmät. Tuotannonohjauksen suunnittelussa tarvitaan kuitenkin joitain yleisiä ohjeita ja pelisääntöjä. Tässä luvussa käsitellään nimenomaan tuotannonohjausta toiminnanohjauksen osa-alueena. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 117.)

2.1 Tuotannonsuunnittelun vaiheet

Tuotannonsuunnittelu voidaan yleisesti jakaa kahteen eri tasoon, karkeasuunnitteluun ja hienosuunnitteluun, etenkin suurissa tuotantoyksiköissä. Pienemmissä tuotantoyksiköissä tasoja voi olla vain yksi tai kaksi. Ennen tuotannon karkea- ja hienosuunnittelua myyntiennusteet ja vahvistetut tilaukset sekä tuotannon strategia mahdollistavat kokonaissuunnittelun.

Kokonaissuunnittelu luodaan yleensä 2–12 kuukauden ajanjaksolle. Kuviossa 1 on kuvattuna koko toiminnan keskeiset vaiheet.



Kuvio 1. Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen prosessi (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 118).

Vaikka prosessit ovat kuviossa kuvattuna lineaarisesti, on muistettava, että suunnittelua tehdään jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä. Erilaiset tuotantoon ja sen ohjaukseen vaikuttavat häiriötekijät, kuten materiaalipuutteet, asiakkaan tarpeet tai laiterikot voivat aiheuttaa tarpeen tuotannon uudelleen suunnitteluun. Suunnittelu onkin nähtävä joustavana ja dynaamisena prosessina, jossa täytyy varautua myös muutoksiin, eikä olettaa, että suunnitelmat luodaan vain kerran ja niitä noudatetaan tunnollisesti. Suunnitelmat tarkentuvat aina ajan kuluessa, ja samanaikaisesti tehdään muutoksia sekä lyhyen aikavälin tarkempiin suunnitelmiin kuin myös pidemmän aikavälin suunnitelmiin. Tätä kutsutaan myös rullaavaksi suunnitteluksi, jolloin suuremmilta tuotannonsuunnitelman muutoksilta vältyttäisiin. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 117–120.)

2.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelussa (MPS) kokonaisvolyymien, resurssirapeiden, varaston ja hankintojen suunnittelu viedään kokonaissuunnittelusta yksityiskohtaisemmalle, pienemmän aikavälin tasolle. Tämä on normaalisti noin muutamasta viikosta kahdeksaan viikkoa. Karkeasuunnitteluvaiheessa luodaan tuotantoerät, eli millaisissa kokonaisuuksissa tuotteita valmistetaan, ja luodaan aikataulut erille. Karkeasuunnittelulla on kolme päätehtävää tuotannossa. Tuotannon kokonaisaikataulun, resurssitarpeiden ja toimituskyvyn suunnittelu. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 122.)

Kokonaisaikataulutuksessa suunnitellaan aikataulut tuotantoerille, ja usein ne jaetaan myös tuotteisiin, tuoteperheisiin ja tuotantoyksiköihin. Aikataulutuksessa hyödynnetään tilauksia, myyntiennusteita, varastoarvoja ja käytössä olevan kapasiteetin tietoja. Resurssien suunnittelussa arvioidaan valmistuksen vaatimien resurssien kuormittamista, mukaan lukien työntekijät, koneet ja laitteet. Tässä vaiheessa ei vielä ohjata valmistusta, vaan pyritään tunnistamaan tarvittavat resurssit yleisellä tasolla. Mikäli huomataan että kapasiteetti ei vastaa suunniteltua kokonaisaikataulua, tehdään ratkaisuja kapasiteetin lisäämisestä tai vähentämisestä, tai kokonaisaikataulun muuttamisesta. Resurssitarve suunnittelu jaetaan niin sanotuille kuormitusryhmille, jolla tarkoitetaan tiettyjä kone- ja laiteryhmiä, eri vaiheita tuotannossa tai eri yksiköitä. Ryhmien kuormituksen tarkastelussa myös kannattaa tunnistaa avain- ja pullonkaulakuormitusryhmät, sillä ne rajoittavat oleellisesti tuotantomääriä ja toimituskykyä. Toimituskyky suunnittelussa puhutaan käytännössä siitä, millaisia toimitusaikoja yritys pystyy lupaamaan asiakkailleen, ja kokonaisaikataulun sekä resurssien tarpeiden suunnittelu ohjaa nimenomaan yrityksen toimitusaika lupauksia. Tilausohjautuvassa tuotannossa toimitusajat perustuvat karkeasuunnitteluun, ja varasto-ohjautuvassa tuotannossa karkeasuunnittelu seuraa taas varaston kehitystä. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 122–125.)

2.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa on tarkoituksena luoda yksityiskohtainen suunnitelma tuotantoerien valmistukselle päivittäiselle tai viikoittaiselle tasolle, sisältäen resurssien käytön, työvaiheiden ajoituksen ja niiden aikatauluttamisen.

Hienosuunnittelussa on tunnettava tarkkaan tuotteen valmistuksen vaatimat asetusaajat ja vaiheajat, työjonot, resurssitarpeet ja mahdolliset häiriöt sekä muutokset. Hienosuunnittelu perustuu vahvistuneisiin tilauksiin tuotannossa, sekä keskittyy tuottamaan arvoa asiakkaalle ja liiketoiminnalle. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 126.)

Nykyaikaisissa tuotantolaitoksissa sovelletaan muutamia peruseriaatteita tuotannon hienosuunnittelussa. Asetusaikojen ja asetuskustannusten minimoimisella tuotannossa pyritään sovittamaan mahdollisimman lyhyet toimitusajat ja tuottamattoman työn osuus. Suuremmilla tuotanto erillä saadaan minimoitua asetusaikoja, mutta toisaalta toimitusajat kasvavat. Odotetun valmistusajan perusteella myös tehdään myös aikataulusuunnittelua sille, milloin työn tai tuotantoerän valmistus täytyy viimeistään aloittaa, tai milloin materiaalien on viimeistään oltava käytettävissä. Usein laskenta tehdään laskemalla odotetusta valmistusajasta taaksepäin vähentämällä aina eri työvaiheet viimeisimmästä ensimmäiseen, sisältäen odotusajat vaiheiden välillä. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 127.)

Hienosuunnittelussa pyritään tunnistamaan niin sanottujen pullonkaulojen sijainti ja läpimenoajat tuotannossa. Tämä on tärkeää, sillä nämä kohdat määräävät koko tuotannon kapasiteetin. Tavoitteena on mahdollistaa pullonkaulojen mahdollisimman korkea kuormitus koko ajan. Tämä voidaan mahdollistaa esimerkiksi välivarastojen sijoittamisella pullonkaula kohtaan. Lopuksi pyritään aina optimoimaan edellä mainittuja ohjauseriaatteiden esimerkkejä. Tavoitteet voivat olla keskenään ristiriidassa, ja on pohdittava, miten päästään parhaaseen lopputulokseen ottaen huomioon tavoitteet. Optimoinnissa voidaan huomioida esimerkiksi ulkoisista tekijöistä johtuvat

muutos tarpeet, tai asiakkaiden palveleminen strategisesti eri tavoin, kumpaa vain pidetään tärkeämpänä yrityksessä. (Lyly-Yrjänäinen ym. 2016, 127.)

2.4 Tuotantojärjestelmän ohjaus

Lapinleimun (1997, 191) mukaan tuotantojärjestelmän ohjattavuus on hyvä, jos ohjaus onnistuu, ja ohjaustoimintojen kustannukset ovat kohtuulliset. Ohjaukseen kuuluu tuotantosuunnitelman lisäksi operatiivinen ohjaus, jonka tarkoituksena on olla tietoinen valmistuksen kuormituksesta sekä materiaali toimittajien toimitusmahdollisuuksista. Operatiivinen ohjaus hallinnoi varmistettujen tilausten jonoa ja purkaa ne materiaalilauksiksi ja tuotannon impulsseiksi. Se keskustelee myös myynnin kanssa, jotta myynnillä olisi aina realistinen toimitusmahdollisuuksista. Operatiivisen ohjauksen tavoitteena on varmistaa, että luotu tuotantosuunnitelma on luvattujen toimitusaikojen mukainen ja se on saatettu tuotantoa edellyttävien tekijöiden tietoisuuteen, sekä ajoittaa materiaalilaukset niin, ettei niihin sisälly tarpeettomasti pääomaa, muun muassa ennen aikaiset toimitukset. Tuotannon operatiivista ohjausta kutsutaan usein myös tuotannonohjaukseksi. (Lapinleimu ym. 1997, 191–192.)

Tuotantojärjestelmän ohjattavuuteen vaikuttavat tuotteen rakenne ja materiaalit, myynti, sekä itse tuotanto järjestelmä. Hyvin ohjattavat tuotteet ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja modulaarisia, sisältävät vähän komponentteja tuotteen kokoon nähden, ja osien läpäisy aika tuotannossa on lyhyt. Tuotteen selkeä rakenne, joka koostuu osakokonpanoista, selkeyttää ohjausta. Osien lukumäärän kasvaessa taas ohjaus toimintojen lukumäärä kasvaa, ja tuotannon ohjauksen näkökulmasta on edullisempaa käyttää monimutkaisempia osia, vaikka niiden valmistaminen olisi työläämpää. Materiaaleissa tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat, nimikemäärä, saatavuus, toimitusajat, laatu ongelmat sekä kuinka laajasti materiaaleja käytetään eri tuotteissa. Vaikeasti tai pitkällä toimitusajalla olevien materiaalien käyttö on ennustettava, ja luovat epävarmuutta ohjaukseen. Kriittiset materiaalit on pyrittävä korvaamaan helposti saatavilla ja itseohjautuvilla tuotesuunnittelulla tai hankintalähteitä muuttamalla, tai varastoimalla. Yllättävät laatuongelmat vaikuttavat suuresti

ohjattavuuteen sitä huonontavasti. Myynnissä pyritään minimoimaan asiakas muutokset sekä varmistamaan selkeät toimituskokonaisuudet ohjauksen helpottamiseksi. Tuotantojärjestelmässä pyritään parantamaan ohjattavuutta itsenäisillä valmistuspisteillä, vähäisillä ohjauspisteillä ja hoitojen lukumäärällä, pienentämällä erä kokoa ja läpäisyäikää, sekä lyhyellä tuotantosuunnitelman kiinteällä osalla. Lyhyt kiinteä osa tuotantosuunnitelmassa antaa joustavuutta sen laatimiseen ja mahdollistaa kuormituksen tasauksen. Itsenäiset valmistusyksiköt hoitavat oman sisäisen ohjauksensa, jolloin ohjauspisteet vähenevät. (Lapinleimu ym. 1997, 230–234.)

2.5 Haasteiden ja tarpeiden nykytila tuotannonohjauksessa

FIMECC:in tuottaman tutkimuksen mukaan monilla suomalaisilla valmistavan teollisuuden konepaja yrityksillä on yhtenevät haasteet heidän tuotannonohjauksessaan, ja suunnittelussa. Tutkimuksessa oli haastateltavana 25 suomalaista yritystä, jotka toimivat joko alihankkijoina tai päämiesyrityksinä kone- ja metalliteollisuudessa. Tutkimuksessa todettiin haastatteluiden perusteella, että yrityksen koolla oli vain pieni vaikutus siihen, mitkä asiat tuotannonohjauksessa koettiin haasteellisiksi tai kehittämistä vaativiksi, oli sitten kyseessä pk-yritys tai iso yritys. Haastatteluihin pyrittiin saamaan kustakin yrityksestä kolme eri tehtävissä toimivaa henkilöä, tuotanto- tai tehdaspäällikkö, tuotannon työntekijä ja IT-asiantuntija/tuotannon IT-järjestelmien pääkäyttäjä. Haastatteluiden kysymykset olivat listattu etukäteen ja vapaamuotoisiksi. Jokaiselta henkilöltä ei kysytty kaikkia haastattelurungon kysymyksiä, vaan ne pyrittiin kohdentamaan henkilön toimenkuvan mukaan, kuten ne todettiin relevanteiksi. Kysymysten aihealueet olivat muun muassa tiedonhallinta, tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus sekä Lean. (Järvenpää & Lanz 2014, 3–10.)

2.5.1 Tiedonhallinta

Tiedonhallinnassa koettiin tarpeita läpinäkyvyyden ja kommunikoinnin parantamisessa toimitusketjussa. Muutama isommista yrityksistä on parantanut läpinäkyvyyttään sallimalla alihankkijoiden pääsyn heidän ERP järjestelmään, josta alihankkijat voivat käydä itse hakemassa ja vahvistamassa päämiesyrityksen tilaukset. Yleisemmin kuitenkin tilukset hoidetaan sähköpostilla tai puhelimitse, jolloin tilausten käsittely on virhealttiimpaa, eikä kaikki informaatio välttämättä tavoita niitä asianomaisia henkilöitä, jotka eivät olleet käsittelyssä mukana. Näissä tapauksissa toivottiinkin tilauskäsittelyn automatisoimista. (Järvenpää & Lanz 2014, 18–21.)

Tuotannon suunnittelussa käytettiin haastateltavien joukossa pääsääteisesti ERP järjestelmiä ja Excel-taulukoita. Vain yhdellä toimijalla oli käytössä MES-järjestelmä, ja muutamalla oli ERP-järjestelmään integroituja tuotannonohjauksen toimintoja. Projekti luontoisia ja monimuotoisia tuotteita valmistavat yrityksen kertoivat, että he eivät koe tarpeelliseksi erillisen tuotannonohjauksen käyttöä, sillä tuotanto on pieni osa kokonaiskustannuksista tuotteissa. Erillisistä Exceleistä haluttiin yleisellä tasolla päästä eroon. Ne eivät ole integroituja ERP-järjestelmän kanssa, jolloin manuaalista tiedon siirtoa ohjelmien välillä on paljon, ja yleensä näiden käyttö on hyvin henkilö riippuvaista. Vain yksi tai kaksi henkilöä tuotannossa päivittää ja hallinnoi, tai ylipäätään osasi käyttää tuotannonohjauksen Exceleitä. ERP:in käytettävyyttä pidettiin kankeana ja epäloogisena. Tässä kuitenkin ongelmana on se, että ERP:iä pyrittiin käyttämään tuotannon tietojärjestelmänä, johon se ei kuitenkaan ole alun perin kehitetty. (Järvenpää & Lanz 2014, 18–21.)

Sisäisessä tiedonkulussa ja läpinäkyvydessä koettiin haasteita kokonais kuvan hahmottamisessa eri osastojen, kuten myynnin, hankinnan, suunnittelun ja tuotannon välillä. Jokaisella osastolla saattoi olla käytössä omat järjestelmänsä ERP:in lisäksi, eivätkä nämä keskustele keskenään. Muutostilanteissa se aiheuttaa paljon manuaalista työtä, kun selvitetään eri osastojen työn tilannetta, ja päivitykset kirjataan moneen eri järjestelmään. Tieto ei kulje eri osastojen

välillä riittävän jouheasti, ja myynti, tuotanto ja lähettämö saattavat toimia eri tietojen varassa. Myynti voi myydä ilman ajantasaista tietoa todellisesta kapasiteetista, ja tuotanto voi valmistaa tuotteita väärään aikaan, kun ei ole viimeistä tietoa todellisesta tarpeesta. Myös yksittäisen osaston kokonaiskuvan hahmottaminen koettiin hankalaksi, kun esimerkiksi tuotannolla ei ollut reaaliaikaista tietoa työn eri vaiheista saatavilla. Monessa yrityksessä korostettiin myös tahtotilaa saada töiden tilanne paremmin tuotannontyöntekijöiden nähtäville. Tämä osallistaminen voisi lisätä motivaatiota ja ymmärrystä oman työn tärkeydestä. (Järvenpää & Lanz 2014, 18–21.)

2.5.2 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus

Haastateltujen alihankintaa tekevien yritysten tilauskannan näkymä oli kahdesta kolme viikkoa. Omia tuotteita valmistavien yritysten näkymä oli hieman pidempi. Ennusteiden ja kysynnän vaihtelu oli suurta useissa alihankinta ja päämiesyrityksissä, ja vaihtelu saattoi kvartaalien välillä olla jopa yli 100 %. Epävarmuus kysynnässä ja ennusteissa kertaantui, mitä pidemmälle alihankkija verkostoa mentiin. Monet kaipasivat tarkempia ennusteita päämiesyrityksiltä, jotta puskureita ja varastoarvoja saataisiin optimoituja. (Järvenpää & Lanz 2014, 22–26.)

Tuotannon suunnittelu ja kuormitus tapahtui monessa yrityksessä ERP:llä ja sitä tukevilla Exceleillä. Exceleitä käytetään ERP:in rinnalla, koska se on kankea, eikä sillä saada kuormitettua tuotantoa kapasiteetti rajoitteisesti. Tällöin kuormitus ja toimitusaika tiedot tehdään pääasiassa arvauksiin perustuen. Yhdelläkään haastateltavista ei ollut käytössä erillistä tuotannonsuunnittelun ja simuloinnin (APS) ohjelmaa. Tuotannon suunnittelussa aikaa molempien järjestelmien päivittäminen varsinkin muutostilanteissa vie paljon aikaa, ja tuotannonsuunnittelijalle jää harvoin aikaa läpimenoaikojen parantamiseen ja tuotannon kehittämiseen. Kapasiteetti tunnetaan yleisimmin viikkotasolla, jossa on huomioitu tuotteiden keskimääräinen läpimenoaika karkeakuormituksen suunnitteluun. Tässä on ongelmana se, että eri tuotteiden kuormittavuus on erilainen, eikä viikkotason kuormituksesta saada todellisuutta vastaavaa.

Alihankinnassa myös monissa yrityksissä valmistetaan ainutlaatuisia tuotteita, jolloin tuotteen historia tietoja kuormituksesta ei ole, ja sen määrittäminen kokemuseräisesti voi olla myös haastavaa. Myös vaiheajat ovat hyvin paljon riippuvaisia työntekijästä, joka vaikeuttaa kuormituksen määrittämistä varsinkin sellaisissa yrityksissä, joissa tehdään paljon manuaalista työtä. (Järvenpää & Lanz 2014, 22–26.)

Lattiatasolla ohjausta suoritetaan paljon paperisilla työmääräimillä. Se ei mahdollista historia tietojen hyödyntämistä tulevissa töissä, kun tietojen kerääminen, kuten millä koneilla ja miten työ tehtiin, jää puutteelliseksi. Ongelmatapaukset eivät myöskään kirjaudu portaassa ylemmälle tasolle ERP-järjestelmään. Osa toimijoista mahdollistavat työntekijöiden itse vaikuttaa työjärjestykseen. Tällaisissa tapauksissa ensimmäisenä saatetaan tehdä sellaiset työt, jotka ovat helpoimpia ja mielekkäimpiä. Työsuoritteita voidaan myös liian aikaisin, jolloin keskeneräisen työn osuus tai varastointi ajat kasvavat. (Järvenpää & Lanz 2014, 22–26.)

2.5.3 Lean filosofia ja periaatteet

Lean ajattelu ja sen periaatteiden tuntemus oli hieman yleisempää suurissa yrityksissä, vaikka suuria eroja pk-yrityksiin ei kuitenkaan ollut. Lean tuntemus oli myös paremmin tiedossa toimihenkilöillä kuin tuotannon työntekijöillä, etenkin suuremmissa yrityksissä. Moni kertoi noudattavansa Lean periaatteita ja työkaluja, vaikkei termi yleisesti käytössä ollutkaan. Systemaattinen Lean työkalujen ja periaatteiden hyödyntäminen puuttui monelta vastaajalta, vaikka niiden tuntemus oli laajasti tiedossa, ainakin karkealla tasolla. (Järvenpää & Lanz 2014, 26–28.)

Lean:in 5S työkalu oli yleisin mainittu työkalu, jota yritykset kertoivat ottaneensa käyttöön. Tehdasvierailuilla kuitenkin todettiin, ettei sen systemaattinen soveltaminen ollut kuitenkaan kovin hyvin toteutunut. Erityisesti seurannan puute oli selkeästi havaittavissa. Muutamassa yrityksessä oli tehty

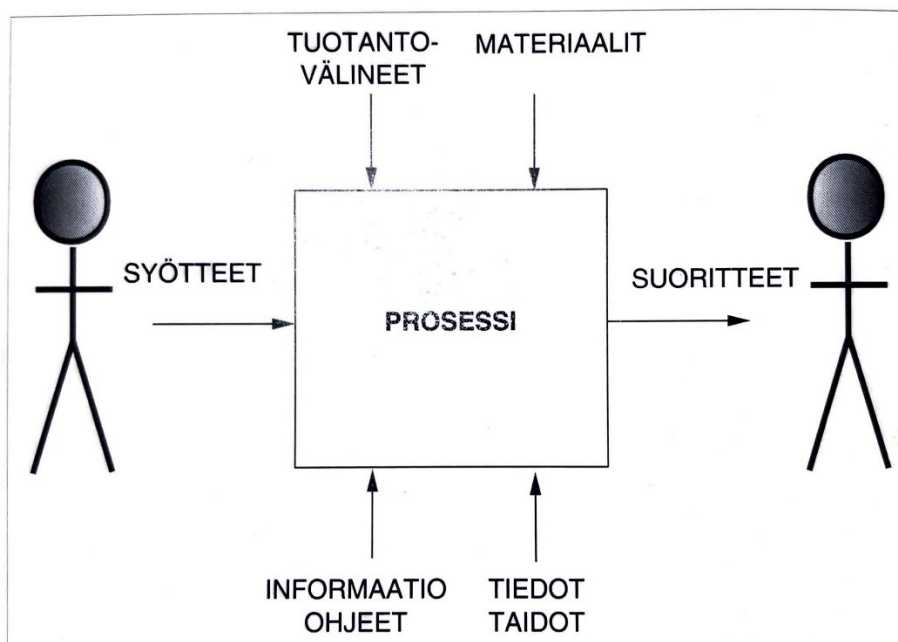
arvovirtakartoitus, jolla oli pyritty selvittämään, mitkä toiminnot ovat oikeasti arvoa tuottavia, ja tunnistamaan arvoa tuottamattomat toiminnot. Vain muuta myös mainitsi systemaattisesti ratkaisevansa ongelmien juurisyitä 5 x miksi menetelmällä. Viidesosa muista yrityksistä oli kuitenkin tunnistanut tämän menetelmän olevan varteenotettava keino kannattavuuden parantamiseen. (Järvenpää & Lanz 2014, 26–28.)

Nopeat läpimenoajat olivat kaikille vastanneista tärkeitä. Neljäsosa kertoi läpimenoaikojensa olevan halutulla tasolla, ja loput kertoivat aikojen parantamisen olevan yksi tärkeimmistä tavoitteista. Monimutkaisia ja laajan tuoterakenteen omaavien tuotteiden valmistajat tavoittelivat läpimenoaikojen parantamista koko tilaus-toimitusketjussa. JIT tekeminen oli tärkeää etenkin isoissa yrityksissä. Tässä haasteita aiheutti alihankkijoiden sitoutuminen periaatteeseen, jolloin synkronointi oman tuotannon kanssa haastavaa. Imuohjausta haluttiin hyödyntää myös enemmän. Tällöin kuitenkin tuoterakenteet tulisi olla paremmin standardoituja, jolloin tuotenimikkeet olisivat mahdollisimman vähäiset. (Järvenpää & Lanz 2014, 26–28.)

Kaikissa yrityksissä havaittiin selkeästi resurssien puute Lean-työkalujen käyttöönottoon, vaikka tahtotila olisikin korkea. Paljon oli tehty asian eteen, mutta yhtä paljon oli asioita jätetty myös kesken. Olisi tärkeää muistaa, että Lean ajattelu ja tekeminen ei ole vain yksittäinen projekti, joka julistetaan valmiiksi, kun tavoitteeseen on päästy, vaan se on jatkuvaa seuranta ja kehittämistyötä. (Järvenpää & Lanz 2014, 26–28.)

3 Prosessit ja -muodot

Liiketoiminnassa prosesseilla tarkoitetaan erilaisten tehtävien ryhmää toiminnoissa, jotka tähtäävät tuottamaan halutunlaisen lopputuloksen prosessin asiakkaalle. Prosessin asiakkaina voi olla yrityksen sisäiset tai ulkoiset tekijät. Prosesseja voidaan myös kuvata määriteltävinä ja ohjattavina toimintaketjuina, joissa resursseja pyritään muuttamaan arvoksi. Kuvassa 1 esitetään liiketoiminta prosessin osatekijät. (Leclin 2002, 137–138.)



Kuvio 2. Liiketoimintaprosessi (Leclin 2002, 138).

Prosessiin syötetään joko yrityksen sisäiseltä tai ulkoiselta tekijältä materiaalia, informaatiota tai osaamista, joista prosessin sisällä sarjana eri tehtävät muokkaavat syötteet suoritteiksi. (Leclin 2002, 137–138.)

3.1 Prosessimuodot

Leclinin (2002, 143–144) mukaan prosessikäsitteitä ja niihin liittyvää terminologiaa käytetään hyvin vaihtelevasti vertailtaessa eri lähteitä.

Metalliteollisuuden keskusliiton julkaisemassa kirjassa ”Prosessijohtamisen käsitteet” Kai Laamanen ja Markku Tinnilä ovat yhtenäistäneet käytettäviä käsitteitä, ja prosessimuodot voidaan soveltaen jakaa näiden käsitteiden mukaan ydin-, tuki-, avain-, pää-, osa-, ja alaprosesseiksi.

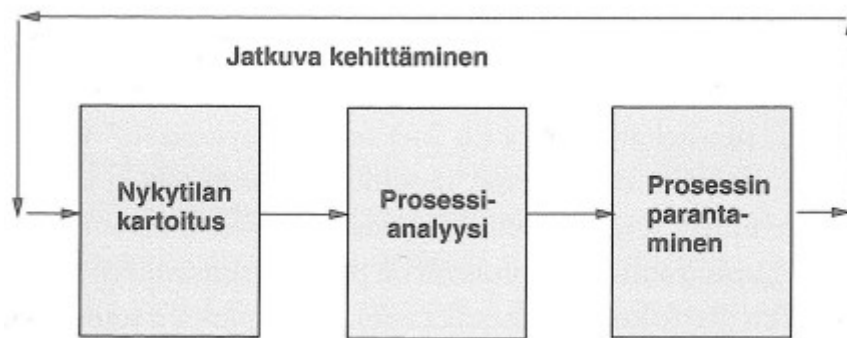
Ydinprosessit ovat asiakkaalle lisäarvoa tuottavia prosesseja. Näissä prosesseissa yrityksen kyvyt, tiedot ja taidot muutetaan tuotteiksi, joita asiakkaille tuotetaan. Ydinprosesseja voi olla yrityksessä toimialasta ja koosta riippuen yhdestä kymmeneen. Ne tulisi määritellä mahdollisimman laajasti, ottaen huomioon kytkökset asiakkaisiin, toimittajiin ja organisaation muihin prosesseihin. Tyypillisiä ydinprosesseja voivat olla esimerkiksi tuotekehitys, tuotanto ja asiakaspalvelu. Tukiprosessit ovat ydinprosesseja tukevia toimia, ja luovat edellytyksen näiden toimimiselle. Ne ovat myös organisaation sisäisiä prosesseja. Avainprosessit ovat organisaation tärkeimpiä prosesseja, ja luovat avaimet menestykselle. Avainprosessit voivat olla ydin- tai tukiprosesseja, tai joitain näiden osa- tai alaprosesseja. Ne ovat ensisijaisia tarkastelun kohteita, kun prosesseja pyritään kehittämään. Pääprosessit ovat laajoja, kokonaisuuden kannalta keskeisiä prosesseja, ja lukeutuvat yleensä myös ydinprosesseihin. Osa- ja alaprosessit tulevat prosessien tärkeysjärjestyksessä viimeisenä. (Leclin 2002, 137–138.)

3.2 Prosessien kehittäminen

Ainoana pysyvänä kilpailuetuna voidaan pitää yrityksen kykyä oppia ja kehittyä nopeammin kuin sen kilpailijat. Hintaeroosio ja erilaisten sidosryhmien jatkuvasti elävät tarpeet pakottavat kehittämään tuotteita ja toimintaa. Tässä yhteydessä puhutaan muun muassa jatkuvasta parantamisesta, muutosjohtamisesta, oppivasta organisaatiosta ja innovaatioista. Kehittämisessä yksinkertaisin tapa on tunnistaa ongelma ja löytää sille ratkaisu. Se on tehokas keino yksittäisissä tapauksissa, mutta se johtaa reaktiiviseen toimintaan eikä tällöin ongelmien juurisyihin paneuduta. Ongelmat muuttavat muotoaan ja esiintyvät taas uutena ongelmana. Tehokkaat muutokset vaativat kehitysprojekteja. (Laamanen & Tinnilä 2009, 39–40.)

Jos uudet toimintamallit vaativat ajattelutapojen ja asenteiden muutosta, vaatii tällaiset uudistukset tuekseen yleensä muutosjohtamista. Organisaatiot ovat luonteeltaan sosiaalisia systeemejä, jossa vallassa olevat tahot määrittävät sen, mitä pidetään tärkeänä ja mitä arvostetaan. Jos uudet toimintamallit, ajattelutavat tai asenteet eivät ole lähtöisin johdolta eivätkä he itse muuta omaa ajatteluaan ja toimintaansa, eivät muutokset organisaatiossa ole pitkäikäisiä. Usein muutokset kohtaavat vastarintaa organisaatiossa. Yleisiä vastustamisen syitä ovat pätevyyden menettämisen tunne, väärinkäsitykset, oman aseman heikkeneminen tai intressiristiriidat. (Laamanen & Tinnilä 2009, 41.)

Yksi keino prosessien kehittämiseen on 3-vaiheinen prosessien kehittämismalli. Kuvassa 2 on esitetty tämän toimintamallin vaiheet.



Kuvio 3. Prosessien kehittämismalli (Lecklin. 2002, 150).

Ensimmäisenä on tehtävä nykytilan kartoitus. Kehittämistavoitteiden saavuttamiseksi on tärkeää tehdä selvitys sen hetkisestä tilanteesta. Selvityksen päätavoitteina on prosessien organisointi, prosessikaavioiden ja -kuvausten luominen, sekä niiden toimivuuden arviointi. Nykytilanne kartoituksen tulisi selvittää, mitkä prosesseista valitaan mahdollisesti kehitettäväksi. Prosessi analyysi vaiheessa selvitetään ja ratkaistaan kehittämisen kohteena olevien prosessien ongelmat. Analysoinnin työkaluja ovat esimerkiksi kustannusten arviointi, benchmark-vertailut, työkalujen valinta, mittarien asettaminen ja erilaisten kehittämisvaihtoehtojen vertailu. Prosessianalysoinnin tuloksien pohjalta valitaan kehittämistapa. Se voi vaihdella paljonkin riippuen prosessin lähtökohdista. Vaihtoehto voi olla pienet parannukset, kokonaan uudistaminen,

tai joissain tapauksissa sen kokonaan poistaminen, tai integroiminen toimittajien tai asiakkaiden prosesseihin. Prosessin analysoinnin jälkeen laaditaan kehityssuunnitelma valitun toteutustavan pohjalta. Suunnitelma hyväksytetään ja laitetaan käytäntöön. (Leclin 2002, 150.)

Oleellisena osana prosessien kehittämistä on jatkuva parantaminen. Kun prosessit ovat saatu uudistettua, palataan taas lähtöpisteeseen. Prosessien toimivuutta seurataan jatkuvasti mittareiden avulla, ja seurannan avulla arvioidaan, onko tarvetta pienemmille tai suuremmille uudistuksille. (Leclin 2002, 150.)

3.3 Lean ajattelu

Lean on Toyotan kehittämä ja sen tuotantolaitoksista lähtöisin oleva kehittämisfilosofia, jolla pyritään tehostamaan eri prosesseja. Lean-ajattelun perustana on arvon tuottaminen asiakkaille. Kun on määritetty mitä arvoa asiakkaille tuotetaan, toiminnot voidaan jakaa kolmeen kategoriaan arvon tuottamisen kannalta. Arvoa tuottavat aktiviteetit ovat toimintoja, jotka muokkaavat materiaaleja, tietoja ja jopa ihmisiä asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Tukitoiminnot eivät ole itsessään arvoa tuottavia, mutta ovat välttämättömiä arvoa tuottavien aktiviteettien toteutumiselle. Hukka on osa prosessi tai toiminto, joka ei tuota arvoa eikä ole välttämätön toiminta arvon tuottamisessa. Prosessien kehittämisessä Lean-ajattelutavan mukaan, pyritään kaikki arvoa tuottavat prosessit ja tukitoiminnot järjestämään mahdollisimman hyvin virtaaviksi, ja eliminoimaan kaikki hukkaa tuottava toiminta. Myös yksi perustavista asioista Lean-ajattelussa on jatkuva kehittäminen ja parantaminen. Hukkaa pyritään pienentämään ja virtausta kehittämään jatkuvasti eri mittareilla ja toimintaa seuraamalla. Jatkuvassa parantamisessa on systemaattinen logiikka poikkeamien korjaamiseen. Ongelmien juurisyyt etsitään ja niihin perehdytään kunnolla, niiden ratkaisuvaihtoehtoja testataan ja seurataan, sekä viedään uudet toimivaksi havaitut menetelmät osaksi koko organisaatiota. Lean filosofiaan liittyy paljon erilaisia työkaluja prosessien tehostamiseen. (Logistiikan maailma, 2024.)

Yksi Lean-ajatteluun kuuluvista työkaluista on 5S. Se on metodologia eli menetelmäoppi, joka pyrkii parantamaan työn tehokkuutta, turvallisuutta ja työmoraalia työpaikalla tai työpisteillä. Menetelmä on yleensä ensimmäinen vaihe Lean ajattelun soveltamisessa prosessien tehokkuuden parantamisessa. 5S tulee Japanin kielen sanoista, jotka ovat järjestyksessä lueteltuina Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke. Ensimmäisenä vaiheena on Seiri, joka tarkoittaa sortteerausta, eli kaiken turhan ja tarpeettoma poistaminen työpisteiltä, mikä ei työn kannalta ole oleellista. Seiton, eli järjestely, järjestetään työssä tarvittavat materiaalit ja työkalut työjärjestyksen mukaisesti. Seiso, suomennettuna siisteys, pidetään työpiste siistinä ja valvotaan, että siisteys sekä järjestys säilyvät. Seiketsu, eli standartoiminen ja systemaattisuus, vakiinnutetaan työolosuhteet, työpisteet, työohjeet ja työprosessit. Shitsuke, eli seuranta, jatkuvalla tarkkailulla seurataan prosesseja ja uusitaan toimintatapoja tarvittaessa. (Kamauff 2010, 91–92.)

4 Aikaisempi toimintamalli tuotannonohjauksessa

Tuotannonohjausjärjestelmän hankinta oli ollut pitkään JPV-Engineering Oy:n tavoitteena. Nykytilanne kartoituksessa kuvataan tuotannon läpimeno ja siihen liittyvät prosessit karkealla tasolla ennen uuden järjestelmän käyttöönottoa. Tarkastelu näkökulma on tuotannonohjauksessa, ja selvityksessä pyritään löytämään suurimmat ongelmakohdat ja kehitystarpeet. Nykytilanne kartoituksen on tarkoitus olla pohjana kehitykselle ja sen tarkastelulle. Kartoitus suoritetaan osallistumalla päivittäiseen toimintaan tuotannossa.

4.1 Suunnitelmien hallinta

JPV-Engineering Oy:llä ei ole omaa suunnittelua, vaan suunnittelu tilataan tarvittaessa alihankintana, usein suunnitelmat toimitetaan tilaajan tai pääurakoitsijan toimesta. Suunnitelmat toimitetaan projektipankkien tai sähköpostin välityksellä, josta ne tallennetaan omaan verkkopohjaiseen projektikansioon, josta löytyy myös hankintavaiheen suunnitelmat. Tarvittavia dokumentteja ovat konepajasuunnitelmat ja asennuspiirustukset. Konepajasuunnitelmat sisältävät yksityiskohtaiset suunnitelmat eri tiedostoformaateissa kuten pdf, dxf, ja nc1 osien ja kokoonpanojen valmistukseen. Lisäksi toimitukset sisältävät osa-, kokoonpano- ja kiinnikeluettelot. Usein suunnittelusta pyydetään myös rakennemallit kokonaiskuvan hahmottamiseksi ja helpottamaan suunnitelmien katselmointia.

Varsinkin suuremmissa projekteissa usein suunnitelmista tehdään revisioita projektin edetessä eri syistä. Revisoidut suunnitelmat toimitetaan kuten alkuperäisetkin. Konepajalla on perehdyttävä revisioihin aina tapauskohtaisesti. On selvitettävä aina tilanteen mukaan, miten uudet suunnitelmat vaikuttavat materiaalien hankintaan, tuotantoon, ja aikatauluun. Muutokset käydään läpi piirustusten ja luetteloiden avulla. Revisiot kuormittavat usein paljon tuotannosuunnittelua ja vaativat manuaalista selvitys ja ohjaus työtä. Työhön

käytetyt resurssit eivät tuota arvoa ja luovat ylimääräisiä kustannuksia. Nopeampi tarkastelu vapauttaisi resursseja ohjauksesta.

4.2 Materiaalien hallinta ja varastointi

Materiaalit hankitaan aina projekti tai työ kohtaisesti. Hankinta aloitetaan tarjouspyynnöillä. Tarjoukset voidaan pyytää koko projektin materiaaleista sopimushinnoin, tai positioittain aina erikseen. Tarjouspyyntö aineistona toimii suunnittelutoimiston luomat luettelot ja piirustukset. Jos hankintaa halutaan jakaa tiettyihin kategorioihin materiaalien tai toimittajien osalta, on se tehtävä manuaalisesti luetteloihin merkkamalla, suunnitelmien jakamisella kansioihin tai muulla vastaavalla tavalla. Esimerkiksi osa materiaaleista voidaan tilata varastopituuksina eri tukkureilta, osa esikäsiteltynä eri toimittajilta. Myös raakamateriaalin määrälaskenta on tehtävä manuaalisesti, johon menee huomattavasti aikaa ja tulos voi olla epätarkka, kun laskenta ohjelmaa ei ole käytössä.

Tarjouksen hyväksynnän jälkeen toimittajat tekevät tilauksesta vahvistuksen ja toimittavat sen tilaajalle. Tilausvahvistukset tallennetaan projektikansioon. Dokumentit nimetään tunnistettavasti työn ja vaiheen mukaan. Tiedonkulku tilatuista materiaaleista tuotantoon on osittain heikkoa. Tuotannolle ilmoitetaan tilauksista vapaamuotoisesti. Jos tilauksiin tehdään jälkikäteen muutoksia, vajavainen tieto tästä hankaloittaa resurssien suunnittelua tuotannossa. Materiaalien saapuessa ne puretaan kuormasta ja kuorman purkaja toimittaa lähetteen työnjohdolle, jolla seurataan materiaali toimituksia.

Materiaalien vastaanottoa ei erikseen kirjata mihinkään, vaan lähetteet mapitetaan työnumeron perusteella. Tämä luo haasteita toimitusten seurannalle. Yhden toimittajan lähetteellä voi olla useankin työn tai position materiaalia, jolloin sen jakaminen työ kohtaisesti on mahdotonta. Jälkitoimitusten seuranta on myös hyvin haastavaa, jolloin ei ole tiedossa, mitä on oikeasti toimitettu ja mitä toimittamatta.

Materiaalitoimittajat ovat opastettu toimittamaan materiaalitodistukset niin, että niistä selviää mille tilaukselle ne kuuluvat. Esikäsitellyissä toimituksissa, joissa on siis jo osatunnisteet, todistuksien on oltava kohdennettuja osatunnukselle toteutusluokan niin vaatiessa. Materiaalitodistukset tallennetaan omaan kansioon projektikohtaisesti. Projektin loppudokumentaatioon kootaan selvitykset käytettyjen materiaalien aineistodistuksista.

Tuotteiden valmistamiseen tarvittavat raakamateriaalit varastoidaan piha-alueelle. Materiaaleissa on yleensä toimittajien merkkilaput, joihin on merkattu tilauksen tiedot. Materiaaleihin ja kuormalavoihin maalataan myös työnnumero helpottamaan tunnistusta. Kun raakamateriaalista valmistetaan vaikkapa sahaamalla osia, ylijäävää hukkaa, joka voidaan käyttää seuraavaa työhön, ei merkata mihinkään. Jos siis varastosta halutaan käyttää jotakin materiaalia, on se käytävä etsimässä ja mittaamassa, onko sitä tarpeeksi. Tähän etsintään tuhrautuu aikaa, eikä olla enää tietoisia materiaalin sulatusnumerosta, joka täytyy olla tiedossa EXC2 ja EXC3 luokan toteutuksissa. Pääsääntöisesti materiaalit tilataan esivalmistettuina, jolloin ne voidaan siirtää varastosta suoraan kokoonpano pisteille.

4.3 Tuotannonohjaus ja seuranta

Projektien ja valmistettavien tuotteiden aikataulutusta tehdään asiakkaan asennusaikataulun pohjalta. Tuotantopäällikkö luo Karkeasuunnitelman, jonka mukaan konepajan työnjohto on vastuussa hienokuormittamisesta, ja jakaa työt tuotantoon sen perusteella. Resurssien hallinta, seuranta ja kohdentaminen on tuotantopäällikön ja työnjohtajan valistuneen kokemuksen varassa. Tuotteisiin kiinnitetään yksilöidyt tunnistelaput, joista nähdään toimitusketjun eri vaiheissa tuotetunnus, vaihe tai erä merkintä ja työnnumero. Valmistettavat tuotteet merkataan valmistus- ja asennusseuranta Excel-taulukkolaskenta ohjelmaan, jossa ne jaetaan pienempiin kokonaisuuksiin tapauskohtaisesti tarpeen mukaan. Kirjaaminen ja lisäys tapahtuu manuaalisesti.

Taulukkoon merkataan valmistuksen eteneminen materiaalien saapumisesta asennukseen. Valmistuksen seuranta tehdään visuaalisilla tarkastuskäynneillä tuotantohalleissa ja kyselemällä tilanteesta pajan työntekijöiltä. Tässä menetelmässä valmistuksen kirjaukset jäävät usein tekemättä, eikä luotettavaa ja ajantasaista tietoa ole satavissa tuotannon tilanteesta, muuta kuin olemalla yhteydessä tuotannon työnjohtoon, jos silloinkaan. Resurssien hallintaa vaikeuttaa ajantasaisen tuotantotilanteen puute, ja tuotannon kokonaistilanteesta on vaikeaa saada käsitystä.

Maksuerätaulukot tehdään projekteille tarjous ja tilaus vaiheessa. Osa maksueristä on sidottu tuotannon ja asennuksien vaiheisiin. Tuotannon valmiustilanteen seuranta vaikuttaa myös siis laskutusperusteisiin. Maksuperusteiden seuranta vaikeuttaa se, että valmistus- ja asennusjärjestys ei aina mukaile maksuerätaulukkoa, jolloin korostuu tarve tietää yksittäisten tuotteiden valmius tilanne.

4.4 Logistiikka ja toimitukset

Konepaja valmiit tuotteet ajetaan tuotannosta piha-alueelle odottamaan toimituksia pintakäsittelyyn. Pintakäsittelystä tuotteet voidaan toimittaa suoraan asiakkaalle tai työmaalle asennettavaksi, tai takaisin JPV-Engineering Oy:n toimipisteelle. Kuljetuksiin käytetään oman kaluston lisäksi eri kuljetusyriä. Työnjohto suunnittelee ja hallinnoi kuljetuksia. Autot lastataan ja kuormat tehdään työnjohdon ohjeiden mukaisesti. Ohjeistukset voivat olla suullisia ja erilaisiin tulosteisiin merkattuja ohjeita, kuten mitä lastataan, mistä ja miten. Tuotteet voivat olla piha-alueella hallitsemattomasti, jolloin niitä joudutaan keräämään kuormaan eri paikoista. Tässä on myös riskinä se, että tuotteita lastataan ja toimitetaan väärin paikkoihin. Suurimmat ongelmat logistiikassa on tuotteiden jäljitettävyyden, seuranta, ja informaation jakaminen. Lähetteet ovat paperipohjia, joita harvemmin tulee käytettyä. Toimituksia merkataan tuotanto- ja asennusaikataulu Excel-pöytäkirjaan.

Suurempien kokoonpanojen toimitusten suunnitteluun käytetään enemmän aikaa, ja näille voidaan tehdä myös erilaisia tukirakenteita helpottamaan kuljetusta. Jos työmaille toimitetaan tuotteita suoraan pintakäsittelystä, pintakäsittelyn suorittanut yritys hallinnoi toimitukset. Kuormat suunnitellaan lähtökohtaisesti työmaiden tarpeen mukaan. Kohteet voivat olla hyvinkin tarkkoja siitä, milloin kuorma tarvitaan työmaalle, ja miten tuotteet ovat pakattu. Työmaakohteissa tapahtuu jatkuvasti aikataulumuutoksia ja toimitus tarpeet muuttavat myös sen mukaan.

4.5 Tuntiseuranta

Tuntiseuranta palkanlaskua ja kustannuksien kohdentamista varten tehdään perinteisillä tunti-lapuille, johon työntekijä merkkää päivän, tehdyt tunnit sekä työn numeron ja työn aiheen. Usein tekijälle ei välttämättä ole selvää mikä on tehdyn työn numero, tai miten hän merkkää korttiin selvästi ja tunnistettavasti aiheen. Tämä aiheuttaa ongelmia kustannusten kohdentamisessa, kun merkkaukset voivat olla epäselviä ja vajavaisia. Jälkilaskenta ja kohdentaminen on työlästä, kun halutaan jakaa projektin työtunteja eri vaiheisiin.

Osa konepajalla suoritettavista töistä vaativat standardin mukaiset pätevyyden sen suorittavalta henkilöltä. Aikaisemmin mainittuun valmistus- ja asennuseuranta taulukkoon merkataan myös työn suorittajat näiden töiden osalta, jolloin pystytään myös jälkikäteen osoittamaan, että työn on tehnyt pätevyydet omaava henkilö.

4.6 Haasteet nykyisessä ohjauksessa

Yksi yhteinen osatekijä nykyisen ohjauksen haasteisiin ja ongelmiin on kunnollisen ohjausjärjestelmän puute. Ohjausta suoritetaan erilaisilla muistiinpanoilla ja taulukoilla, ja eri vastuualueiden henkilöillä on omia tapoja toimia. Tiedot ovat usein hajallaan eikä ne ole kerättyinä yhteen paikkaan, josta ne olisivat kaikkien hyödynnettävissä. Lomat tai äkilliset poissaolot ovat

ohjaukselle haastavia, kun tiedot voivat olla yhden henkilön takana. Kattavan aineiston kerääminen ja tuotantovaiheiden seuranta manuaalisilla työkaluilla on paitsi työlästä, myös virhealtista ja tiedot ovat usein epäluotettavia.

Kunnollisten mittareiden ja seurannan puute vaikeuttaa tuotannon aikataulutusta ja kapasiteetti tarpeen suunnittelua. Kustannuksia muodostuu resurssien siirtelystä työltä toiselle tai kapasiteetin väliaikaisesta nostamisesta, kun havahdutaan aikataulun vaarantumiseen. Töiden aloitus voi myös viivästyä tai keskeytyä materiaalipuutteiden vuoksi, kun tähän ei ole reagoitu ajoissa. tuotteita on toimitettu väärään osoitteeseen tai jäänyt toimittamatta kokonaan seurannan ja tarkastuksien puutteen vuoksi. Poikkeuksiin reagoiminen on raskasta ja mahdollisten ongelmatilanteiden ennustaminen on haastavaa tilannetiedon ollessa puutteellista. Riskinä on myös päällekkäisen työn tekeminen. Yhtenä esimerkiksi materiaalien ja osavalmisteiden tilaukset, kun ei olla varmoja onko materiaalit tilattu ja mitä tarkalleen on tilattu.

5 Tuotannonohjausjärjestelmä valinta ja toiminnot

JPV-Engineering Oy:n johto on edellisten vuosien aikana etsinyt sopivaa ERP-, ja/tai MES-järjestelmää taloushallinnan lisäksi. Tavoitteena uuden järjestelmän hankinnassa oli yleisellä tasolla tehostaa tuotantoa, parantaa materiaalien hallintaa, tuotteiden seuranta ja toimituksia, ja logistiikkaa. Voidaan todeta, että tarve oli kokonaisvaltaisesti kehittää toimintaa. Kriteereinä järjestelmälle oli kustannustehokkuus, joustavuus ja soveltuvuus yrityksen liiketoimintamalliin. Toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmiä tarjoavien yritysten joukosta pyydettiin kuudelta toimittajalta, kuten Lemonsoft ja Microsoft, tarjouksia ja esittelyitä heidän tuotteistaan. Tekla PowerFab koettiin esitellyistä järjestelmistä olevan ainoa, joka pystyi vastaamaan tarpeisiin ja jokaiseen kriteeriin.

Uuden järjestelmän käyttöönoton jälkeen tutkitaan, miten järjestelmä pystyy vastaamaan tuotannonohjauksen kehitystarpeisiin ja mitä muutoksia prosessien suoritteisiin on tehty käyttöönoton jälkeen, sekä millaisia vaikutuksia näillä on ollut tuotannonohjaukseen. Jokaisen tuotannon osa-alueen kohdalla pohditaan myös havaittuja ongelmia ja edelleen kehitystarpeita toiminnassa ja järjestelmän käytössä.

5.1 Trimble Tekla PowerFab

Trimble Inc. on yhdysvaltalainen ohjelmisto-, laitteisto-, ja palveluteknologioita tuottava yritys. Trimble kehittää ja tarjoaa muun muassa rakennusteollisuuden tarpeisiin ohjelmistoratkaisuja Tekla-tuoteperheessään suunnitteluun, laskentaan, informaation jakamiseen ja tuotannon käyttöön.

Rakennusteollisuudessa käytetään termiä rakennuksen tietomalli, eli BIM (Building information modeling), jossa rakennuksesta luodaan digitaalisesti virtuaalimalli. Tietomallit ovat visuaalisten toimintojen lisäksi tarkoitettu paremman analytiikan ja tietojenhallinnan myötä koko rakennusprosessien hallintaan, tukemaan esimerkiksi rakentamista, osien valmistusta ja hankintatoimia. Tietomallit pitävät sisällään rakennuksen geometriat,

sijaintitiedot ja tuotetiedot. Tietomallit ovat kehittäneet rakennusalan toimijoiden välistä yhteistyötä, tiedon kulkua, ja rakennusten elinkaarenhallintaa. (Tekla, 2024.)

Trimben kehittämä Tekla PowerFab ohjelmisto hyödyntää myös suunnittelijoiden ja arkkitehtien luomia tietomalleja. Teräsrakenteisessa, niin kuin muussakin rakentamisessa on tyypillistä, että rakenteet noudattavat säännönmukaisuutta ja tuotetyypit voidaan jakaa eri käyttötarkoituksiin. Tuotteita voidaan kategorioida esimerkiksi pilareihin, palkkeihin, siteisiin, pieliteräksiin, tukiteräksiin, ristikkorakenteisiin ja asennusosiin. Huolimatta tuotetyyppien jakamisesta edellä mainitulla tavalla, jokaisen valmistetun pilarin ja palkin tuoterakenne on yksilöllinen johtuen siitä, että myös rakennus projektit ovat ainutlaatuisia. Joissain tapauksissa, esimerkiksi teräshallijärjestelmiä valmistavissa yrityksissä tuotteet voivat olla teräskonepajan omia, jolloin täysin samanlaisia tuotteita voidaan tarjota ja valmistaa eri kohteisiin.

PowerFab on tuotannon johtamisen ja kehittämisen ohjelmistopaketti, eli MES-järjestelmä, jonka Trimble on kehittänyt rakennusteollisuudessa toimivien konepajojen tarpeisiin. Järjestelmä ottaa huomioon edellä mainitut yksilöidyt tuoterakenteet ja projektiluontoisen valmistuksen. Sen on tarkoitus yhdistää organisaatiossa tuotannon eri tehtävissä ja tasoissa toimivien henkilöiden päivittäiset aktiviteetit. Se tarjoaa toimintoja Määrä- ja tarjouslaskentaan, hankintaan, projektinhallintaan, tuotannon ohjaukseen, sekä varastonhallintaan ja logistiikkaan.

Tekla PowerFab koostuu neljästä eri osa-alueesta. Ytimenä on Tekla EPM, joka on itse tuotannonohjausjärjestelmä. Järjestelmällä on palvelinohjelma, joka asennetaan serveri koneelle. Asiakasohjelmat asennetaan käyttäjine omille koneille, ja ovat yhteydessä serverin palvelinohjelmaan ja tietokantaan. Järjestelmää tukemaan on luotu kaksi erilaista, selainpohjaista mobiilityökalua, Trimble connect ja PowerFab go. Trimble Connect on ilmainen BIM-mallien katselmointiin luotu ohjelma, jonka saa linkitettyä Tekla EPM sovellukseen parantamaan sen visuaalisuutta. Sen ilmaisversioon verrattuna Tekla PowerFab paketin mukana tuleva versio on laajempi ja pitää sisällään enemmän

toiminnallisuuksia. PowerFab go on tarkoitettu tuotannon työntekijöille tai asentajille työsuoritteiden kirjaukseen, työohjeiden / -suunnitelmien tarkasteluun ja materiaalitoimitusten vastaanottoon. Mukana tulee myös yksi lisenssi Tekla Structures rakennesuunnittelu ohjelmaan. Tässä yhteydessä sen avulla saa tehtyä BIM-mallista tulosteen, jota tuotannonohjausjärjestelmä hyödyntää materiaalitietojen ja tuoterakenteiden luontiin. Tekla EPM on tuotannonohjausjärjestelmänä toimintaperiaatteeltaan hyvin sovellettavissa ja muokattavissa oleva, aina kunkin toimintaympäristön mukaan.

5.2 Ohjelmiston käyttöönotto

Tekla EPM tuotannonohjausjärjestelmä valittiin yrityksen johdon toimesta käyttöönotettavaksi. Ohjelmisto koettiin Teklan edustajan pitämän esittelyn perusteella potentiaalisiksi. Käyttöönotto prosessista ei tehty erillistä suunnitelmaa. Hankintapäätöksen jälkeen tehtiin toimitussopimus, jossa kartoitettiin lisenssi tarpeet. Jokaiselle toimihenkilölle vaaditaan oma lisenssi, ja Tekla EPM go mobiili versioon lisenssien määrällinen tarve jaettiin tehtaan toimintojen mukaan hitsaukseen, vastaanottoon, ja niin edelleen. Käyttöönotolle määritettiin projektitiimi, johon kuului projektipäällikön lisäksi muutama muu henkilö eri vastuualueista yrityksen toimihenkilöstöstä. Tässä vaiheessa todettiin myös nykyisen IT-ympäristön olevan riittämätön ohjelman käyttöönotolle, ja yrityksen IT-palveluiden tarjoajaa vaihdettiin kokonaan. Samaan aikaan myös rakennettiin tietokantaan käyttöympäristöä yhteistyössä Trimblen ja JPV-Engineering Oy:n välillä, jotta ohjelmiston ympäristö saataisiin vastaamaan JPV:n liiketoimintaa.

Suunnitelma Implementoinnista luotiin Trimblen toimesta. Aluksi pidettiin aikataulupalaveri, jossa käytiin läpi projektin aikataulu, lisenssien toimitus ja aktivointi, ohjelmiston asennus. Tällöin myös tavattiin projektitiimi ja määritettiin pääkäyttäjät. Seuraavaksi ohjelmistot asennettiin käyttäjille. Asennuksien jälkeen voitiin suorittaa käyttökoulutukset, kun ohjelmistot olivat käytettävissä demoversio ympäristössä. Koulutukset suoritettiin toimihenkilöille kolmessa, noin muutaman päivän kestoisissa jaksoissa, joiden välissä pystyi

omatoimisesti tutustumaan ohjelman toimintaan. Toimihenkilöiden koulutuksessa käytiin läpi järjestelmän yleisiä toimintaperiaatteita. Koulutuksen runko muodostui esimerkki projektin läpiviennistä järjestelmässä vaihe vaiheelta aloituksesta lopetukseen. Toimihenkilöiden koulutusta seurasi tuotannon työntekijöiden koulutus. Tuotannolle opastettiin, miten kirjausten tekeminen suoritetaan mobiiliversion päätteellä. Koulutukset ja järjestelmän implementointi suoritettiin alkuvuodesta 2022, jonka jälkeen ohjelmiston käyttöä yrityksessä lähdettiin soveltamaan koulutusaineiston esimerkkien avulla. Seuraavissa kappaleissa kuvataan, miten uusi järjestelmä on kehittänyt tuotannonohjausta aikaisempaan toimintaan verrattuna ja mitä ongelmia niihin liittyy.

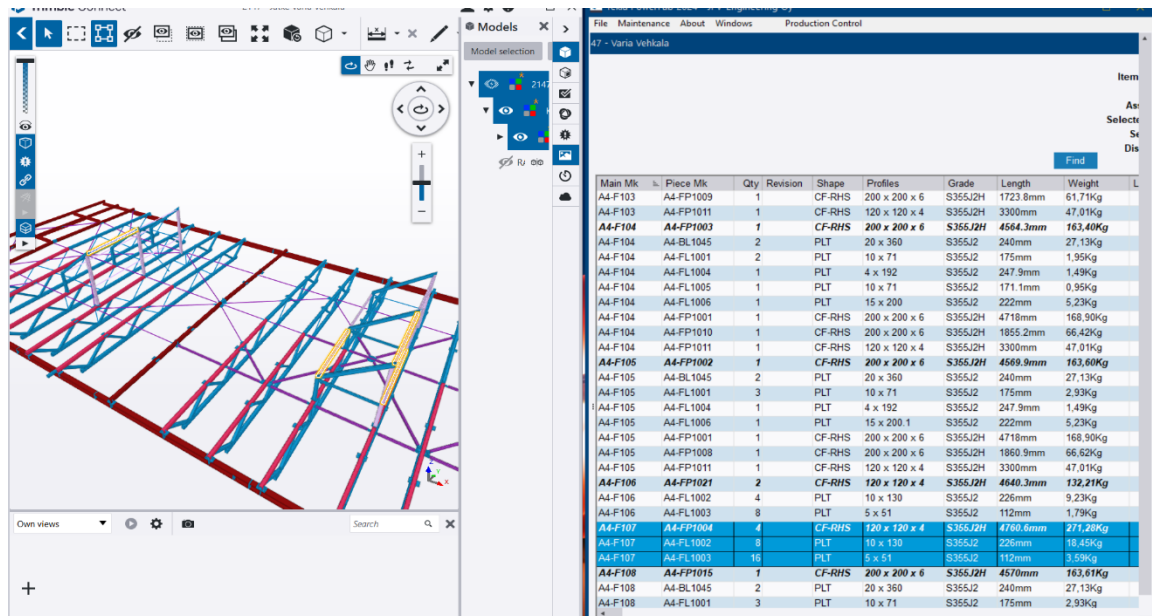
5.3 Suunnitelmien hallinta

Suunnitelmat toimitetaan kuten aikaisemminkin, joko tilaajan toimesta valmiit konepajapiirustukset liitetiedostoineen tai lähtötiedot suunnittelulle, joka ostetaan alihankintana. Suunnittelusta pyydetään lisäksi myös -.ifc teräsrakennemallit ja BIM-tietomallista tulostettava paketti, joka sisältää pdf-piirustukset ja tekstitiedoston, jossa on mallin kokoonpanojen tuotetiedot. Paketti ajetaan järjestelmään ja se luo automaattisesti tiedot jokaisesta kokoonpanosta ja siihen liittyvistä osista. Mikäli kyseessä on iso projekti, johon suunnittelua tehdään kohteen edetessä, toimitetaan aina valmistuneista suunnitelmista uusi tuotannonohjaus tiedosto. Paketti lisätään järjestelmään kuten edellä.

Suunnitelmien revisiointi tapauksissa suunnittelusta toimitetaan myös uusi tiedosto paketti järjestelmän tietojen päivittämiseen. Tässä vaiheessa PowerFab avaa ikkunan, josta on nähtävissä mitä muutoksia olemassa oleviin tietoihin on tulossa, jolloin käyttäjä saa hyvän kokonaiskäsityksen muutoksista.

Trimble Connect katseluohjelmaan lisätään suunnittelusta saadut -.ifc mallit. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös koko rakennemallia, jos sellainen on saatavilla, tai pyydetään erikseen suunnittelusta. Trimble Connect ja Tekla PowerFab ovat linkitettyinä toisiinsa, jolloin suunnitelmien visuaalinen tarkastelu

on nopeampaa ja mahdollisten ongelmien havaitseminen suunnitelmissa on todennäköisempää. Kuvassa 1 on haettu tuotannonohjaus sivun avulla halutun kokoonpanot mallista. Jaetun näytön vasemmalla puolella on mallien katselu ohjelma Trimble Connect, ja oikealla tuotannonohjausjärjestelmän näkymä.



Kuva 1. Kokoonpanojen tarkastelu mallin avulla.

Epäkohdat saadaan myös valittua ensin mallissa ja sitä kautta korostettua suoraan tuotannonohjausjärjestelmässä, ja avattua kyseessä oleva konepajapiirustus tarkastelua varten.

Järjestelmään ladattavissa tuotannonohjauspaketeissa on vaihtelevasti virheitä. Järjestelmä on melko uusi varsinkin suomen markkinoilla, eikä suunnittelutoimistot ja suunnittelijat ole välttämättä olleet tekemisessä järjestelmän kanssa aikaisemmin, ja asia tulee monesti täysin uutena asiana. Tulosten tekemiseen on olemassa järjestelmätoimittajan ohjeet, mutta monesti sen sisältö on ollut vajavasta tai virheellistä. JPV-Engineering Oy:lle suunnatussa koulutuksessa ei myös opetettu tulosten tekemistä, jolloin suunnittelijaa ei tarpeen vaatiessa pystytäkään opastamaan riittävällä tasolla. Välillä virheitä järjestelmässä aiheuttaa myös tapa, jolla tietomallit on

luotu, kun niitä ei ole lähtökohtaisesti suunniteltu hyödynnettävän PowerFab järjestelmässä.

5.4 Materiaalien hallinta ja varastointi

Tuotannon tarvitsemat materiaalit tilataan pääsääntöisesti edelleen valmiiksi esikäsiteltynä, jolloin tarjouspyynnöt, aineiston jakaminen ja tilauksen vahvistaminen hoidetaan sähköpostien välityksellä, kuten aikaisemminkin. Kun tarjouspyynnöt lähetetään toimittajille, siirretään tarjouspyynnöllä olleet osat tuotannonohjausjärjestelmässä tarjousvaiheeseen. Jälkikäteen pystytään helposti tarkastamaan, mistä tuotteista on pyydetty tarjoukset. Hyväksytyistä tarjouksista tilaaja lähettää vahvistuksen, josta myyntitilausnumerolla luodaan ostotilaus järjestelmään ja siirretään tuotteet kyselyvaiheesta tilaukselle. Tilaukselle päivitetään myös vahvistetut toimituspäivät ja mahdolliset huomiot, jotka koskevat tilausta. Tarjousvaiheen ja ostotilauksen tiedot päivittyvät myös tuotannonohjauksen pääsivulle, josta huomaa heti, että tuotteet ovat joko hankinnassa tai tilauksella. Tämä helpottaa tilusten seurantaan, kun tilaamatta jääneet tuotteet havaitaan nopeasti.

Tilausvahvistus välilehdellä on kootusti näkymä kaikkien järjestelmässä olevien projektien tilaukset. Sieltä saa kätevästi suodatettua tietyn projektin tilaukset ja niiden toimituspäivät, sekä mitä tilauksella on. Materiaalit vastaanotetaan järjestelmään lähetteen avulla, jolloin vastaanotetuksi merkataan vain toimitetut rivit. Tilauksien tilannetta pystyy seuraamaan päänkäymästä, mistä näkyy toimitettujen rivien määrä. Tämä helpottaa huomattavasti toimitusten seurantaan kun, kun tiedetään mitä tuotteita vielä odotetaan jälkitoimituksena. Työt on mahdollista aloittaa vasta silloin, kun tiedetään että kaikki tarvittavat materiaalit ovat toimitettu.

Varastopituuksina ostettavien tuotteiden optimointiin on PowerFab:ssä sisäänrakennettu työkalu, jolla saadaan minimoitua hukan määrä, kun salkoja sahataan. Optimoitavat tuotteet valitaan tarjouspyyntö alustalta ja valitaan asetukset, joilla optimointi suoritetaan. Optimoinnissa voidaan jättää huomiotta

esimerkiksi omassa varastossa olevat tuotteet, ja ostaa kaikki tukkurilta.

Työkalu optimoi tuotteet tietokannassa olevien parametrien mukaan, ja niitä voi tarvittaessa muuttaa myös optimointi vaiheessa. Kuvassa 2 on optimoituja erään projektin profiili tuotteita.

Qty	S. n.	Dimensions	Length	Grade	Weight	Source	Base Price	Cost	Used	Drop	Drop %
1	CF-R	100 x 100 x 5	6000mm	S355J2I	86Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€73,49	5970mm	30mm	0,50%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	12000mm	0mm	0,00%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	12000mm	0mm	0,00%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	11975.2mm	24.8mm	0,21%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	11949.1mm	50.9mm	0,42%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	10882.8mm	1117.2mm	9,31%
1	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	173Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€146,98	9456.3mm	2543.7mm	21,20%
3	CF-R	100 x 100 x 5	12000m	S355J2I	519Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€440,93	9315mm	2685mm	22,38%
1	CF-R	100 x 100 x 8	6000mm	S355J2I	128Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€109,07	3271mm	2729mm	45,48%
1	CF-R	100 x 100 x 8	12000m	S355J2I	257Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€218,13	10741mm	1259mm	10,49%
1	CF-R	100 x 100 x 8	12000m	S355J2I	257Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€218,13	10351mm	1649mm	13,74%
1	CF-R	100 x 100 x 8	12000m	S355J2I	257Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€218,13	9917mm	2083mm	17,36%
1	CF-R	120 x 60 x 3	12000m	S355J2I	96Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€81,70	11404mm	596mm	4,97%
1	CF-R	120 x 120 x 4	6000mm	S355J2I	85Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€72,66	5772.4mm	227.6mm	3,79%
1	CF-R	120 x 120 x 4	12000m	S355J2I	171Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€145,31	12000mm	0mm	0,00%
1	CF-R	120 x 120 x 4	12000m	S355J2I	171Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€145,31	12000mm	0mm	0,00%
1	CF-R	120 x 120 x 4	12000m	S355J2I	171Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€145,31	12000mm	0mm	0,00%
1	CF-R	120 x 120 x 4	12000m	S355J2I	171Kg	Stockholder	350,00/Tonne	€145,31	11999.2mm	0.8mm	0,01%

Qty	Item #	Seq	Length	Weight
2	650	Porras 5	3508.5mm	101,11Kg
1	640	Porras 5	3504.5mm	50,50Kg
1	3 570	P5 Kuilu	341.3mm	4,92Kg

	Qty Combined	% Combined
Total:	427	99,07%
Shape:	266	98,52%
Grade:	266	98,52%
Size:	34	100,00%

Kuva 2. Optimoidut profiilit.

Se näyttää ostettavan salko pituuden ja tuotteet, joita siitä ollaan sahaamassa. Myös kustannuksia saa tarkasteltua hukan ja hintatietojen avulla. Kun optimointiin ollaan tyytyväisiä ja se hyväksytään, muuttuvat osat järjestelmän tarjousriveillä raakamateriaaleiksi. Kun ne siirretään tilaukselle, nähdään myös sieltä mitä materiaalista on tarkoitus valmistaa. Tuotantoon tulostetaan optimoinnin perusteella yksityiskohtainen sahalista, jonka mukaan sahuri sahaa putket tai profiilit.

Optimointi on vähentänyt sahauksessa hukan määrän lisäksi materiaali puutteita, kun aikaisemmin määrälaskentaa on suoritettu virheellisesti manuaalisilla menetelmillä. Aikaa työhön kuluu huomattavasti vähemmän ja

kustannukset kohdentuvat tällöin paremmin, kun projektille ei myöskään tilata liikaa materiaalia puutteiden välttämiseksi.

Materiaalien tilausten ja toimituksien seuranta on helpottunut järjestelmän käytön myötä. Varsinkin saapuneen tavaran kirjaukset ovat auttaneet seuraamaan, mitä tilaukselta vielä puuttuu. Jos tuotannossa ilmenee puutteita, löydetään järjestelmästä nopeasti tieto siitä, mikä on tilanne.

5.5 Tuotannonohjaus ja seuranta

Ennen tuotetietojen syöttämistä Tekla PowerFab järjestelmään, luodaan järjestelmään ensin projekti, jolle tiedot kohdentuvat. Projektille lisätään yleiset tiedot kuten projektinumero, aihe tai merkki, kohteen sijainti ja osoitetiedot, sekä tilaajan tiedot ja yhteyshenkilöt. Tuotannonohjauspaketin tuonnin jälkeen tarkastetaan tuodut tiedot yhdessä rakennemallin kanssa, että järjestelmään on tuotu kaikki kokoonpanot, jotka mallista löytyvät. Jos jotain puuttuu, voidaan vaihtoehtoisesti pyytää uutta tulostetta tai päivittää manuaalisesti vastaamaan mallia. Manuaalisesti järjestelmään lisättäviä tuotetietoja ei saada linkitettyä malliin, mutta tämä ei vaikuta kuin visuaaliseen tarkasteluun. Osille ja kokoonpanoille päivitetään tiedot niiden pintakäsittelystä. Tässä vaiheessa on myös mahdollista määrittää reititykset osille tuotannossa ja toimituksissa.

Tuotannon reitityksillä kuvataan eri työvaiheita ja työpisteitä, jonka läpi kappale kulkee. Työvaiheiden määrittäminen järjestelmään on myös edellytyksenä valmistuksen seurantaan, sillä vaihekuittaukset tuotannossa kohdistuvat aina johonkin työvaiheeseen tai pisteeseen. Reititysten määrittämistä ei koeta tarpeelliseksi JPV:n tuotannossa, sillä funktionaalisessa layoutissa ja yksittäistuotannossa tuotteet valmistetaan alusta loppuun yhdellä työpisteellä. Käyttöönoton alkuvaiheessa työvaiheiden kuittaukset ja seuranta halutaan pitää mahdollisimman yksinkertaisina. Tuotannon kuittaukset jaetaan vain kokoonpanon/hitsauksen aloitukseen ja lopetukseen. Reitityksellä voisi kuitenkin määrittää jo tuotannon suunnittelu vaiheessa kapasiteetin kuormituksen, missä tuotantohallissa valmistus tapahtuu.

Teräsrakenneurakan eri vaiheiden ja toimituslaajuuden tai rakennuksen lohkojaon mukaan jaetaan tuotannossa valmistettavat kokonaisuudet pienempiin tuotantoeriin. Ensimmäinen jaottelu tehdään rakennuksen Lohkon tai osa-alueen mukaan. Seuraavaksi jaetaan lohkot vielä pienempiin erä kokonaisuuksiin halutulla tavalla. Kuvassa 3 on esimerkki lohko- ja eräjaosta Phase ja Lot sarakkeissa.

Main Mk	Piece Mk	Qty	R...	Shape	Profiles	Grade	Length	Weight	Lot Numbers	Phase	Finish
1TF32	1TFP1023	1		CF-RHS	150 x 150 x 6	S355J2H	4075mm	107,58Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFL1001	2		PLT	15 x 190	S355J2	270mm	12,08Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFL1003	1		PLT	20 x 170	S355J2	265mm	7,07Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFL1007	4		PLT	4 x 74	S355J2	74mm	0,69Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFL1014	1		PLT	15 x 65 §	S355J2	70mm	0,40Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFL1015	1		PLT	5 x 142	S355J2	142mm	0,79Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF32	1TFP1026	2		CF-RHS	80 x 80 x 4	S355J2H	992mm	18,30Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFP1011	1	A	CF-RHS	150 x 150 x 6	S355J2H	6210mm	163,94Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFL1005	2	A	PLT	20 x 220	S355J2	270mm	18,65Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFL1006	2	A	PLT	5 x 144	S355J2	144mm	1,63Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFL1007	2	A	PLT	4 x 74	S355J2	74mm	0,34Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFL1014	1	A	PLT	15 x 65 §	S355J2	70mm	0,40Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1TF33	1TFP1025	1	A	CF-RHS	80 x 80 x 4	S355J2H	1092mm	10,07Kg	62 TATE linja O	Päärakennus Aut.varasto	EP 120/2
1VE1	1VEL1001	16		PLT	15 x 130	S355J2	140mm	34,29Kg	71 Oviverho linja O; 72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1; Pää	EP 120/2
1VE2	1VEL1003	6		PLT	15 x 130 §	S355J2	140mm	12,54Kg	73 Oviverho linja A	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VE3	1VEP1001	6		CF-RHS	150 x 150 x 6	S355J2H	80mm	12,67Kg	73 Oviverho linja A	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VE3	1VEL1002	6		PLT	10 x 170	S355J2	170mm	13,61Kg	73 Oviverho linja A	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VE3	1VEL1004	6		PLT	10 x 205	S355J2	240mm	23,17Kg	73 Oviverho linja A	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFP1006	1		CF-RHS	150 x 150 x 5	S355J2H	5445mm	121,20Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFL1001	1		PLT	15 x 138	S355J2	290mm	4,71Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFL1002	2		PLT	5 x 64	S355J2	142mm	0,71Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFL1003	2		PLT	10 x 92	S355J2	200mm	2,89Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFL1006	1		PLT	10 x 170	S355J2	170mm	2,27Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFL1009	1		PLT	15 x 65 §	S355J2	70mm	0,40Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFP1010	1		UNP	65	S355J2	530mm	3,76Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2
1VF1	1VFP1011	1		UNP	65	S355J2	530mm	3,76Kg	72 Oviverho linja O	Päärakennus Lohko 1	EP 120/2

Kuva 3. Tuotannonohjauksen pääsivun näkymä.

Jaottelussa käytetään perusteena joko kokoonpanojen kategoriaa esimerkiksi pilarit ja ristikkorakenteet erikseen, maalausjärjestelmää, toimituserää tai asennusjärjestystä. Jako tapa määritellään tapauskohtaisesti aina tuotannon läpimenoajan nopeuttamiseksi ja työnjakamisen helpottamiseksi tai asennusaikojen nopeuttamiseksi.

Erien mukaan Tekla PowerFab järjestelmästä tulostetaan työ- ja tarkastuskortit. Työkortilla on valmistettavien kokoonpanojen tunnuksot ja tiedot, sekä tarkastuskorteilla samat tunnuksot tyhjillä riveillä, johon tekijä kuittaa

nimikirjaimensa ja tarkastaja omansa. Kortit palautetaan työnjohdolle, joka skannaa ja tallentaa ne sähköiseen muotoon. Tämä helpottaa työnjohdon kuormaa, kun työn suorittajia ei tarvitse enää merkata manuaalisesti, jolloin myös virheiden määrä on pienentynyt. Valmistuksen seuranta on helpompaa, kun valmistettavat tuotteet on jaettu valmiiksi pieniin eriin.

Yksi suurimmista tavoitteista tuotannonohjausjärjestelmän hankinnassa oli tuotantotilanteen seurannan parantaminen ja automatisoiminen. Tuotanto- ja toimituserien jakamisella sekä työkortti käytöllä on ollut positiivinen vaikutus seurantaan sekä hallintaa, ja toimitusvarmuus on ollut parempaa. Tuotantoon ei olla toistaiseksi saatu kuitenkaan integroitua onnistuneesti työkuittausten tekemistä mobiilipäätteillä. Töiden sähköinen kuittaus on edelleen manuaalinen työ, jossa ongelmina on ollut käyttäjien osaaminen ja koulutukset, järjestelmän toiminta ja monimutkaisuus, monikielisyys ja työntekijöiden sitouttaminen kuittauksiin. Kuittauksiin toivotaan automaattisempaa järjestelmään esimerkiksi QR-koodien avulla. Koodi voisi olla liitettävissä työkortteihin, jonka avulla kuitataan erä aloitetuksi ja kokoonpanot valmiiksi.

5.6 Logistiikka ja toimitukset

Kuljetuksia ja toimituksia hallinnoidaan edelleen Excel-taulukoiden ja sähköpostien välityksellä. Tuotannon työmääräykset ja valmistuserät ovat kuitenkin nykyisin osana myös logistiikkaa. Tuotteita pakataan jo ennen siirtämistä tuotantotiloista ulos odottamaan kuljetuksia valmistuserien mukaisesti. Tuotteisiin kiinnitettäviin tunnistekortteihin kirjataan nykyisin myös eränumero, joka helpottaa kuormien tekemistä, kun tunnistettavuus ja tarkastamien on nopeampaa ja helpompaa. Tarvittaessa saadaan järjestelmästä myös tulostettua kuormakirja, jonka avulla tarkastetaan ja ohjeistamaan kuormattava sisältö. Etenkin suuremmilla työmailla toimitukset erien mukaisesti on parantanut halutunlaisten kuormien toimituksia, sekä työmaan logistiikkaa.

Toimitukset alihankinta pintakäsittelystä asiakkaalle tai omalle asennustyömaalle on kyseisen yrityksen vastuulla. Tuotannon työnjohdolta tai tuotannon suunnittelusta annetaan ohjeet ja aikataulut toimituksiin. Erä korttien kanssa on helpompi ohjeistaa toimitukset sekä aikataulut, sekä hallita kokonaisuuksia myös ulkoisesti. Korteilla pyritään parantamaan toimitusvarmuutta myös alihankinnan palveluille. Erään pintakäsittely yhteistyökumppanin kanssa päätettiin kokeilla maalattujen tuotteiden valmiusaste kuittaus käytäntöä yhden projektin osalta. Heille ohjattiin lisenssi ja ohjelmisto ja ohjeistettiin kuittausten suorittaminen. Projektin alussa kuittauksia tehtiin alihankkijan toimesta hetken, mutta projektin edetessä kuittaukset loppuivat kokonaan.

5.7 Tuntiseuranta

Palkanmaksuperusteiseen tuntiseurantaan PowerFab järjestelmä ei tarjoa ratkaisua, mutta sen avulla on mahdollista kuitenkin seurata tuotannossa kertyviä tunteja. Kokoonpanojen valmistukseen käytetty aika on mahdollista tekijän kirjata itse valmistuskuittauksen yhteydessä omaan kenttään. Järjestelmässä on myös mahdollista käyttää automaattista laskuria työn aloituksesta lopetukseen.

Tuntien kirjaamisessa nousee vastaavat ongelmat kuin valmistuksen seuranta kuittauksissakin. Tässäkin on kehitysehdotuksena ja toiveena saada automaattinen kirjaustoiminto, joka poistaisi manuaalisen kirjauksen haasteet. Yrityksellä on paljon muitakin palkanmaksun alaisia töitä, jotka eivät suoraan liity tuotantoon, jolloin tuotannon kuittausten automatisointi tulisi olla integroitavissa järjestelmään, jossa lasketaan myös tuotannon ulkopuolisen toiminnan tunnit.

Yrityksen johto on myös toivonut tuotannosta tarkempaa tuntien seurantaa ja kohdentamista, jolla pystyttäisiin myös vertaamaan toteutuneita tunteja tarjouslaskentaan paremmin. Parempien työtuntien kohdentamisella olisi merkittävä vaikutus mahdollisten ongelmakohtien ja pullonkaulojen

havaitsemiseen tuotannossa, sekä urakkalaskennassa saataisiin tarjoukset laskettua tarkemmin ja luotettavammin, joka myös parantaisi yrityksen kilpailukykyä. Nykyisten mittarien avulla on myös vaikea lähteä määrittämään kehityskohteita tarkemmin.

6 Tulokset

Tekla PowerFab tuotannonohjausjärjestelmän hankinnan jälkeen JPV-Engineering Oy:n tuotannonohjaus on kehittynyt hieman tehokkaammaksi uuden järjestelmän avulla. Tuotannon seuranta ja tilannetietojen saaminen oli suurimpana tavoitteena järjestelmän hankinnassa. Työ- ja tarkastuskortit ovat parantaneet seurattavuutta, mutta kuittausten kautta tapahtuvaan seurannan tavoitteisiin ei olla päästy. Kuittausten tekeminen ei ole monimutkainen työ, mutta nykyinen prosessi todettiin kuitenkin liian hankalaksi lähteä järjestelmällisesti toteuttamaan ja vaatimaan tuotannon työntekijöiltä nykyisen ohjelmiston tarjoamilla menetelmillä.

Suurimmat kehitykset tuotannonohjauksessa ovat tapahtuneet tilaus- ja vastaanotto prosesseihin. Projektille tai työlle tilaamatta jääneitä materiaaleja on ollut huomattavasti vähemmän selkeän seurannan takia. Vastaanotto kuittausten tekeminen auttaa ongelmatilanteiden selvittämistä tuotannossa, kun voidaan nopeasti tarkistaa saapuneen materiaalin tilanne. Materiaalin optimointi työkalulla on saatu sahausesta kustannustehokkaampaa, ja saha onkin ollut paremmin kuormitettuna optimoinnin jälkeen. Oma sahaus parantaa läpimenoaikaa ja työtä saadaan katteet yritykselle.

Yksi suurimmista ongelmista itse järjestelmän käytössä on tuotetietojen syöttäminen. Suunnittelusta saatavien tuotannonohjaus pakettien laatu, jotka järjestelmään syötetään tuotetietoja varten, vaihtelee hyvin paljon. Malli voi olla lähtökohtaisesti suunniteltu niin, etteivät tiedot lataudu oikein. Jos järjestelmästä puuttuu jotain, se voidaan syöttää sinne manuaalisesti, mutta linkitys mallin kanssa tällöin häviää. Kun suunnittelusta saadaan revisioita, myöskään uusi paketti ei tunnista järjestelmään itse syötettyjä tietoja, ja aiheuttaa sekaannusta.

Järjestelmään voidaan siis myös syöttää manuaalisesti tuotetiedot mallista tulostettavan paketin sijaan, mutta siinä katoaa täysin periaate, jonka mukaan sovellus alun perin kehitettiin. Tietojen syöttäminen on puoliksi automaattista ja verrattain nopeaa, mutta terästeollisuudessa jokainen osa on erilainen ja tuotteita paljon, jolloin tietojen lisääminen itse vie kuitenkin kohtuuttomasti aikaa

ja käyttäjä virheet kasvavat huomattavasti. JPV tekee myös paljon töitä, joita ei ole suunniteltu Tekla Structures mallinnusohjelmalla. Jos nämä työt halutaan lisätä järjestelmään, on ne syötettävä sinne manuaalisesti. Nykyisin työt, joita ei saada automaattisesti lisättyä, hoidetaan entisillä menetelmillä. Exceleiden ja muistiin panojen käyttö on vahvasti siis edelleen mukana toiminnassa.

Ongelmaksi muodostuu myös se, että suurissa projekteissa suunnittelu valmistuu vasta vaiheittaan projektin edetessä, jolloin projektin kaikkia osia ei saada heti järjestelmään, kun kauppa on syntynyt. Aikatauluttaminen ja resursointi järjestelmässä perustuu siellä olevaan tietoon. Jos koko projektien tietoja ei sieltä löydy, ei sitä pystytä myöskään kokonaisuudessaan aikatauluttamaan ja resursoimaan järjestelmän kautta. Osaltaan se pakottaa useampien työkalujen käyttöä uuden järjestelmän rinnalla, joka ei edistä tavoitetta tiedonhallinnan yhtenäistämässä.

Tekla PowerFab järjestelmä on kehitetty nimenomaan teräsrakennetehtaiden tuotannonohjaukseen. Sen toimintaperiaate ja erilaiset työkalut tuotantoon ovat potentiaalisia parantamaan tuotannonohjausta myös JPV:n toiminnassa. Eri toimittajien tuotannon- ja toiminnanohjaus järjestelmät ovat kehitetty tukemaan yritysten toimintoja eikä päinvastoin. Onko kuitenkin huomattava, että hyvin harva järjestelmä soveltuu sellaisenaan täydellisesti erilaisiin toimintamalleihin. Varsinkin ympäristössä, jossa kunnollista järjestelmää ei ole ennen ollut, voidaan prosesseihin joutua tekemään suurempiakin muutoksia. Jotta järjestelmät saataisiin prammin vastaamaan tarpeita, voidaan niitä myös räätälöidä paremmin toimintaan sopiviksi. Suurissa konserneissa systemaattiset järjestelmät ovat välttämättömiä, kun taas pienissä yrityksissä ne voidaan usein kokea jopa haittaavan toimintaa.

Useimmissa tapauksissa järjestelmien integrointi osaksi toimintaa voi kestää vuosia, joka vaatii määrätietoista muutosjohtamista ja resursseja. Tärkein asia kehityksessä on johdon sitoutuminen uudistuksiin ja kehitykseen. Myös suunnitelmallisuus ja jatkuva kehitystyön seuraaminen on avainasemassa. JPV-Engineering Oy:llä kunnollista käyttöön ottosuunnitelmaa ei laadittu, eikä hankkeeseen ole kohdistettu tarpeeksi resursseja tavoitteiden saavuttamiseksi.

Johdon tuen ja kannustuksen puuttuessa koko organisaation sitouttaminen kehitykseen on jäänyt heikoksi. On vaikea arvioida, mikä olisi tuotannonohjauksen tilanne, jos sitoutuminen implementointiin olisi ollut alusta lähtien paremmalla tasolla. Tällä hetkellä järjestelmässä on edelleen paljon käyttämättä jääneitä ominaisuuksia ja osa-alueita, joilla tuotannonohjausta olisi mahdollista parantaa entisestään. Järjestelmän parempi käyttöaste vaatisi tulevaisuudessa johdon sitoutumisen ja parempien resurssien lisäksi myös tuotannon tukiprosessien uudistamista, jolloin järjestelmän käytön osallistaminen saataisiin myös tuotannon lattiatasolle. Nykyisin järjestelmän käyttö on rajautunut vain tuotannosuunnittelun, työnjohdon ja hankinnan toimihenkilöiden työkaluksi.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää JPV-Engineering Oy:n tuotannonohjausta uuden tuotannonohjausjärjestelmän implementoinnin avulla. Tavoitteina oli parantaa tuotannon ohjattavuutta ja seuranta yrityksessä, selvittää uuden järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia sekä järjestelmän käyttöön liittyviä haasteita ja ongelmia. Työssä oltiin mukana käyttöönottoprosessissa ja osana yrityksen jokapäiväistä toimintaa.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin tuotannonohjauksen ja -suunnittelun, sekä liiketoiminnan prosessien ja niiden kehittämisen akateemista tutkimustietoa. Teoriaosuudessa esiteltiin myös FIMECC:in tuottama haastattelututkimus, jossa selvitettiin teknologiateollisuuden aloilla toimivien yritysten näkemyksiä omasta tuotannonohjauksesta, ja siihen liittyvistä haasteista ja esiin tulleista ongelmista.

Toiminnallisessa osuudessa kuvattiin ensimmäisenä yrityksen tuotannonohjauksen nykytila viiden osa-alueen näkökulmasta ja selvitettiin niihin liittyvät ongelmat ja kehitystarpeet. Toisessa osiossa esiteltiin uusi tuotannonohjausjärjestelmä ja sen käyttöönotto prosessi. Käyttöönoton jälkeen kuvattiin järjestelmän tuomat hyödyt tuotannonohjauksessa ja miten kehitystarpeisiin ja tavoitteisiin pystyttiin vastaamaan, sekä tuotiin esille järjestelmään liittyvät ongelmat.

Työn tuloksena todettiin, että uusi järjestelmä on tuonut helpotusta JPV-Engineering Oy: tuotannonohjaukseen ja vastannut myös osittain esitettyihin tavoitteisiin, mutta paljon on vielä tehtävää, jotta järjestelmän käyttö saadaan kannattavammaksi. Työssä todettiin määrätietoisesta käyttöönoton olleen puutteellista, eikä siihen ole ohjattu mielestäni tarpeeksi resursseja tällä hetkellä. Järjestelmän käyttöaste ja henkilökunnan osaaminen sekä tietoisuus järjestelmän toiminnoista on heikkoa. Projekti on ollut haastava, mutta kuitenkin erittäin opettavainen ja mielenkiintoinen. Tekla PowerFab on nykyisin osa yrityksen tuotannonohjausta, sen käyttöä pyritään edistämään jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti.

Lähteet

- Haverila, M.; Kouri, I. & Uusi-Rauva, E. 1999. Teollisuustalous. Kolmas painos. Tampere: Tammer-Paino.
- JPV-Engineering Oy, 2024. Viitattu 29.2.2024. <https://jpv-engineering.fi/>
- Jyväskylän yliopiston Koppa 2015. Toimintatutkimus. Viitattu 11.3.2024. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/tutkimusstrategiat/toimintatutkimus>.
- Järvenpää, E. & Lanz, M. 2014. LeanMES: Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä. Nykytila, haasteet ja tarpeet. Viitattu 4.4.2024. <https://research.tuni.fi/uploads/2019/05/31946714-leanmes-tuotannosuunnittelu-ja-ohjaus-suomalaisissa-yrityksiss-julkinen-final-1.pdf>
- Kamauff, J. 2010. Manager's guide to operations management. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. 4., uudistettu painos. Espoo: Teknologiateollisuus Oy.
- Lapinleimu, I.; Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Leanware, 2024. APS hahmottaa huomisen skenaariot. Viitattu 21.4.2024. <https://leanware.fi/en/products/manufacturing-execution-system-mes/mes-erp-ja-aps/>
- Leclin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Logistiikan maailma, 2024. Lean-ajattelu. Viitattu 7.4.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Lyly-Yrjänäinen, J.; Martinsuo, M.; Mäkinen, S. & Suomala, P. 2016.
Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Tekla, 2024. Viitattu 10.4.2024. <https://www.tekla.com/fi>

Teknolohiateollisuus, 2014. Fimecc Oy:n Kulmala valmistavan teollisuuden EU-tutkimuksesta päättävään hallitukseen. Viitattu 21.4.2024.

<https://teknolohiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/uutinen/fimecc-oy-n-kulmala-valmistavan-teollisuuden-eu-tutkimuksesta-paattavaan>

Trimble, 2024. Viitattu 21.4.2024. <https://www.trimble.com/en/about>