

Noora Leikari

TUOTANNONOHJAUS PROJEKTITUOTANOSSA

Kandidaatintyö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastaja: Hasse Nylund
Joulukuu 2020

TIIVISTELMÄ

Noora Leikari: Tuotannonohjaus projektituotannossa
Tampereen yliopisto
Konetekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma
Kandidaatintyö
Joulukuu 2020

Tuotannonohjaus on tuotantojärjestelmän eri osien yhteensovittamista, jotta yrityksen päämäärät ja tuotantotavoitteet voidaan saavuttaa kustannustehokkaasti. Tuotannonohjaukseen kuuluu sen suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Tuotannonohjaus perustuu lean-filosofiaan, joka on teollisuuden käytetyin toimintaperiaate. Se perustuu tarkoituksenmukaiseen tekemiseen ja erilaisten hukkien vähentämiseen. Tässä työssä tutustutaan tuotannonohjaukseen projektituotannon näkökulmasta. Tarkoituksen oli vastata kysymykseen, miten projektituotannossa on huomioitu tuotannonohjauksen periaatteita ja mihin periaatteisiin tulisi panostaa sekä kirjallisuuden näkökulmasta että oman kokemuksen kautta.

Luvussa 2 käsitellään tuotannonohjauksen käsitettä ja periaatetta. Luvussa 3 käsitellään leantoinintatapaa ja sen tärkeimpiä elementtejä. Luvussa 4 on käsitelty projektituotannon ja projektin ominaisuuksia sekä projektinhallinnan tavoitteita. Tämän jälkeen luvussa 5 on esitelty projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen samankaltaisuuksia sekä eroja. Luvussa 5 paneudutaan myös tarkemmin, miten tuotannonohjausprosessi toimii projektituotannossa ja miten tuotannonohjauksen toimintatapoja voitaisiin huomioida paremmin. Pohdinnoissa rajoitutaan valmistavaan teollisuuteen.

Työn lopputulokseksi muodostui kirjallisuuteen ja omaan pohdintaan perustuva kuvaus tuotannonohjauksesta, lean-filosofiasta ja projektituotannosta. Viimeinen kappale perustuu kirjallisuuden lisäksi omiin kokemuksiin telakkateollisuudessa, joka on hyvä esimerkki projekteihin perustuvasta tuotantotoiminnasta. Projektituotanto perustuu edelleen hyvin paljon projektinhallinnan periaatteille, vaikka paras lopputulos saataisiin tuotannonohjauksen ja projektinhallinnan yhteisellä hyödyntämisellä. Projektinhallinnalla ja tuotannonohjauksella on paljon yhteisiä piirteitä, kuten aikataulu- ja resurssisuunnittelu, mutta ne eroavat tarkoituspäälitään toisistaan huomattavasti. Projektinhallinnalla halutaan tyydyttää taloudellisia ja raportointiin liittyviä tarpeita. Tuotannonohjaus keskittyy lattiatasolle, miten työ suoritetaan parhaalla mahdollisella tavalla. Siksi koko organisaation sitouttaminen tuotannonohjausprosessiin on tärkeää. Tätä tukee myös lean-ajattelu.

Yrityksen kannalta haitallisinta on projektin viivästyminen, sillä tämä näkyy taloudellisina tappioina ja jopa yrityksen kannattavuuden heikentymisenä. Siksi tärkeintä on panostaa työn ajalliseen suunnitteluun, resurssitarpeen arviointiin ja kohdentamiseen sekä työn hyvään laatuun. Työn viimeisessä luvussa pohditaan myös konkreettisia toimenpiteitä, miten projektin toteuttamisen sujuvuutta voidaan parantaa tuotannonohjausprosessin vaiheiden ja lean-ajattelun kautta. Työ osoittaa, että projektinhallintaa sekä tuotannonohjausta tulisi hyödyntää samanaikaisesti, jotta projekti voidaan toteuttaa mahdollisimman kustannustehokkaasti ja oikea-aikaisesti. Tuotannonohjausta voidaan soveltaa projektituotannossa, mutta se vaatii enemmän suunnittelutyötä ja yrityksen toimintatapojen muutosta. Tietojärjestelmien hyödyntäminen nykytuotannossa on pakollista.

Avainsanat: Tuotannonohjaus, projektituotanto, projektinhallinta, lean-ajattelu, virtauttaminen, tuotannonohjausprosessi, JIT-periaate

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TUOTANNONOHJAUS	3
2.1 Periaatteet ja tavoitteet	3
2.2 Tuotannonohjaukseen vaikuttavia tekijöitä	4
2.3 Tuotannonohjauksen toiminnot	5
2.3.1 Tuotantosuunnitelma	6
2.3.2 Valmistussuunnitelma	7
2.4 Valmistusjärjestelmät ja ohjattavuus	8
2.5 Tuotannonohjaustavat	9
2.5.1 Tilausohjaus ja varasto-ohjaus	9
2.5.2 Työntö- ja imuohjaus	10
2.6 Tietojärjestelmät	11
3. LEAN	13
3.1 Leanin viisi periaatetta	13
3.2 Lean-toiminta käytännössä	14
3.2.1 Työympäristö	15
3.2.2 Tuotannon tasoittaminen ja virtauttaminen	15
3.2.3 Jatkuva parantaminen	16
3.3 Just-In-Time-periaate	17
4. PROJEKTITUOTANTO	21
4.1 Ominaisuudet	21
4.2 Projektin vaiheet ja elinkaari	22
4.3 Projektinhallinta	24
4.3.1 Projektin ositus	25
4.3.2 Projektin aikaohjaus	25
4.3.3 Projektin resurssiohjaus	26
4.3.4 Projektin kustannusohjaus	26
4.4 Prosessimaisuus	27
5. TUOTANNONOHJAUS PROJEKTEISSA	28
5.1 Tuotannonohjausprosessi projekteissa	28
5.1.1 Kokonais- ja karkeasuunnittelu	30
5.1.2 Hienosuunnittelu	30
5.1.3 Valmistus	32
5.2 Toimenpiteitä JIT:n toteuttamiseksi	33
5.3 Tekninen järjestely	34
5.3.1 Layout	34
5.3.2 Työmenetelmien suunnittelu	35
5.4 Aikataulu- ja resurssisuunnittelu	35
6. YHTEENVETO	37
LÄHDELUETTELO	39

1. JOHDANTO

Tässä työssä esitellään, miten tuotannonohjauksen periaatteita voidaan soveltaa projektimaisessa tuotannossa, jossa toimijoita on useita. Projektituotanto on tuotantomuodoltaan yksittäistuotantoa, jossa tuotteet valmistetaan projekteina. Telakkateollisuus ja rakennusteollisuus ovat esimerkkejä projektituotannosta. Vaikka projektituotanto lasketaan yhdeksi tuotantotavaksi, tuotannonohjauksen periaatteita käytetään harvemmin projektien toteuttamisessa. Tavanomaisempaa on keskittyä projektinhallinnan periaatteisiin. Tuotannonohjaus ja projektinhallinta keskittyvät ratkaisemaan eri ongelmia, joten suurin hyöty saataisiin hyödyntämällä molempia periaatteita.

Työssä käydään läpi tuotannonohjausta ja projektien toteuttamista yleisellä tasolla ja tutkitaan, miltä osin peruseriaatteet ovat samoja ja miten ne eroavat toisistaan. Tarkoitus on siis pohtia, miten tuotannonohjausta voitaisiin enemmän huomioida projektien suunnittelussa ja toteuttamisessa. Tämän kandidaatin työn tutkimusmenetelmänä on kirjallisuustutkimus yhdistettynä omaan pohdintaan oman tietämyksen ja kesätyökokemuksen pohjalta laivanrakennusteollisuudessa.

Työn luvussa 2 käsitellään tuotannonohjausta yleisellä tasolla. Tuotannonohjaukseen liittyy erilaisia periaatteita, tavoitteita ja toteutustapoja riippuen yrityksestä ja yrityksen toiminnasta. Luvussa on pyritty käsittelemään projektituotannolle tärkeimpiä ominaisuuksia. Yrityksen tuotannonohjaukseen vaikuttaa tuotannon luonne ja sen tavoitteena on sovittaa yhteen yrityksen eri osat, jotta yrityksen tuotantotavoitteet ja päämäärät saavutetaan.

Luvussa 3 käydään lean-toimintaperiaatetta läpi. Se on käytetyin toimintaperiaate valmistavassa teollisuudessa. Tuotannonohjaus mukailee suuriltaosin lean-periaatteen tavoitteita. Toimintamalli näkyy selkeimmin tuotannon organisoinnissa ja kehitystyössä, jonka tulee olla jatkuvaa. Lean-periaatteen hyödyntämisellä on vahva vaikutus yrityskulttuuriin ja henkilöstön osallistamiseen ja se pyrkii yksinkertaisuudessaan tekemään oikeita asioita sekä luomaan tarkoituksenmukaisuutta.

Luvussa 4 on käsitelty projektituotantoa ja projektien luonnetta yleisesti. Luku keskittyy projektinhallintaan. Projekteja kuvaa ainutkertaisuus, sillä samanlaista projektia ei tuoteta toiste. Projektilla on myös määritetty selkä alkua ja loppu. Projektin tuloksena voi

syntyä erilaisia tuotteita, mutta tässä työssä keskitytään projekteihin, jossa lopputuote on fyysinen.

Viimeisessä luvussa on pohdittu projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen eroja sekä miten tuotannonohjaus näkyy projektituotannossa oman kokemuksen ja kirjallisuuden pohjalta. Projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen tarkoitus ja päämäärä ovat erilaisia, vaikka niillä on samanlaisia vaiheita. Toisaalta parhaimman lopputuloksen saamiseksi molempia tulee yhdistää sopivissa määrin.

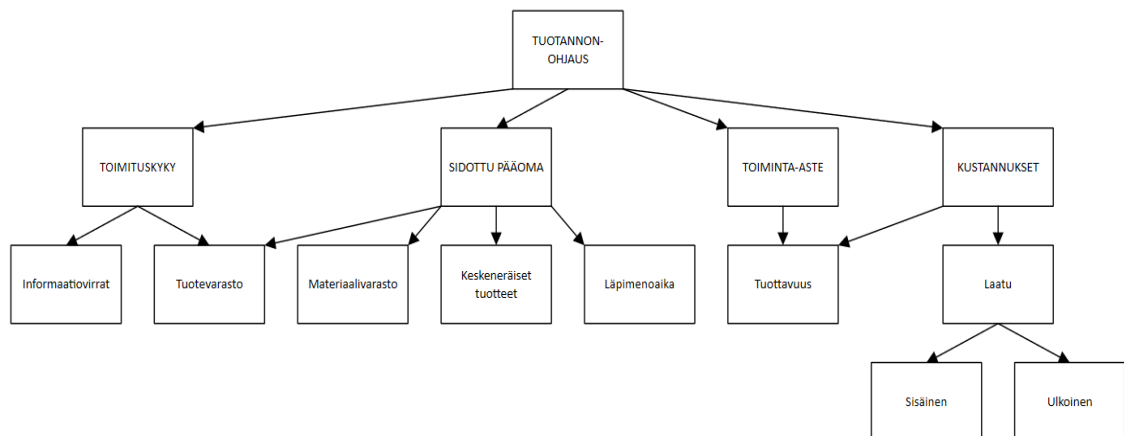
2. TUOTANNONOHJAUS

Tässä luvussa käsitellään tuotannonohjauksen perusteita ja tavoitteita. Tuotannonohjauksessa ja sen kehityksessä on vahvasti mukana myös erilainen tietotekninen osaaminen ja tietojärjestelmien käyttö, jota tässä luvussa käsitellään lyhyesti.

2.1 Periaatteet ja tavoitteet

Tuotannonohjauksen tarkoitus on sovittaa yhteen tuotantojärjestelmän eri osat, jotta yrityksen päämäärät ja tuotantotavoitteet saavutetaan. Ohjaukseen kuuluu sen suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Kuvassa 1 on esitelty tuotannonohjauksen tarkempi rakenne. Tarkoituksena on ohjata tuotantojärjestelmää niin että tuotannon päätekijät täyttyvät. Tuotannonohjauksen päätekijät ovat

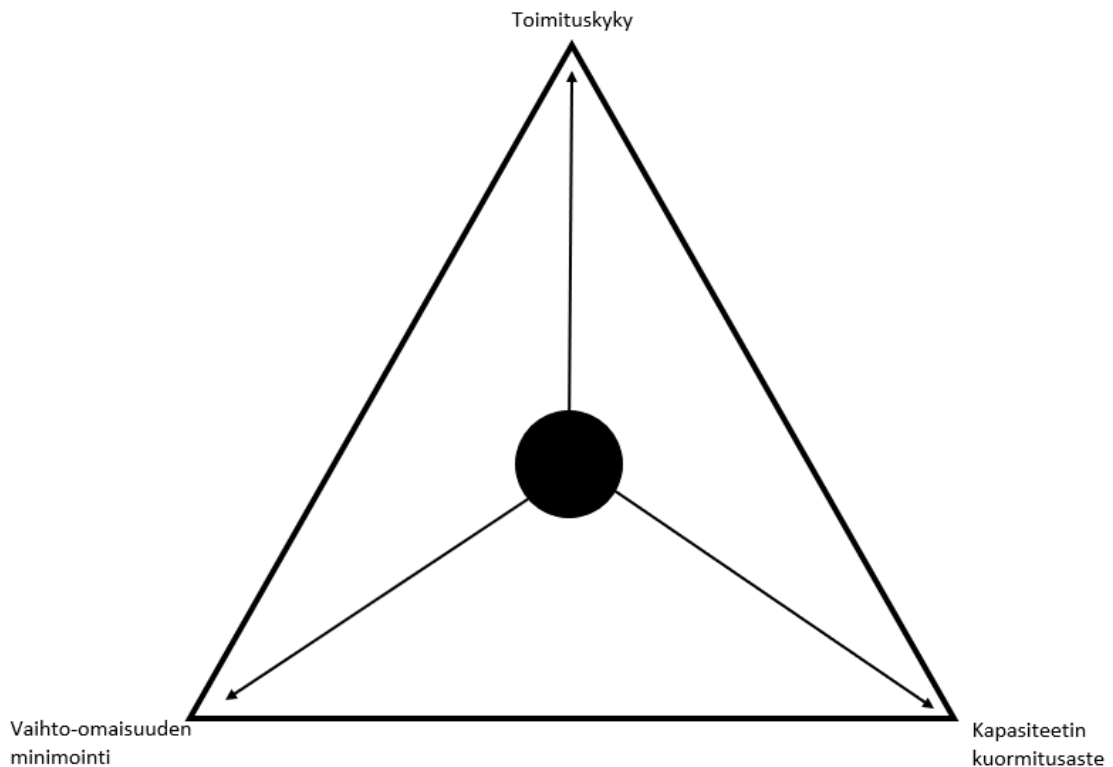
- toimitusvarmuus
- valmistuskustannukset
- toimitusaika
- kapasiteetin toiminta-aste ja toimintasuhde
- sidottu pääoma [1].



Kuva 1. Tuotannonohjauksen rakenne [1].

Haverilan et al. [2] mukaan tuotanto on yrityksen keskeisin toiminto, jonka suurimmat haasteet liittyvät yleensä prosessien hallintaan ja kehittämiseen. Tuotantoajan minimointi, kustannustehokkuus, laatu ja joustavuus ovat keskeisiä yrityksen tuotannon tavoitteita. Yksinkertaistettuna tuotannon tavoite on tehdä haluttua tuotetta haluttuun

aikaan mennessä laadukkaasti, mutta mahdollisimman pienin kustannuksin. Tuotannonohjauksen tavoitteet liittyvät suoraan tuotannon tavoitteisiin.



Kuva 2. Tuotannonohjauksen tavoitteiden ristiriitaisuus [2].

Tuotannonohjauksella tavoitellaan kapasiteetin mahdollisimman korkeaa hyödyntämistä sekä korkeaa tuottavuutta, vaihto-omaisuuden minimointia, toimitusvarmuutta ja lyhyintä mahdollista läpäisyäikää. Näillä tavoitteilla on keskinäinen ristiriita, joka vaikeuttaa tuotannonohjaukseen liittyvien päätösten tekoa [2]. Kuvassa 2 on havainnollistettu tavoitteiden ristiriitaa. Myös eri toiminnoilla saattaa olla ristiriitaiset näkemykset tavoitteiden tärkeydestä.

2.2 Tuotannonohjaukseen vaikuttavia tekijöitä

Tuotannonohjaukseen vaikuttavia tekijöitä on monia. Miettinen [1] kuvaa tärkeimmiksi tekijöiksi asiakkaan, aikajänteen, toiminta-ajatuksen, liikeidean, tuotantomuodon ja valmistusjärjestelmän. Asiakkaan toive kannattaa täyttää mahdollisimman hyvin. Asiakasohjautuvuuden aste ei kuitenkaan voi olla sama kaikilla teollisuuden aloilla. Tuotanto voidaan jakaa tuotantomuotoihin sen perusteella, miten tuotanto toteutetaan. Tuotantoaloitteen mukaan jaettaessa aloite voi tulla tilauksena tai varastolta. Tilaustuotannossa asiakkaalla on iso vaikutus tuotteen toimitusajankohtaan ja valmistukseen. Varastotuotannossa tuotteita valmistetaan sitä mukaan, kun tuotteen

määrä varastolla alittaa tietyn määrän. Vakiotuotannossa tuote pysyy samana asiakkaasta riippumatta, kun tilaustuotannossa tuote pyritään tekemään asiakkaan toiveiden mukaan. Vakiotuotannossa asiakkaan toive vaikuttaa vähän mutta tilaustuotannossa asiakkaan mielipide on huomattavan tärkeä. Näillä aloilla markkinoinnin, tuotesuunnittelun ja valmistuksen välillä täytyy olla vahva yhteys. Yrityksen täytyy miettiä keinoja, miten parhaiten vastata asiakkaan toivomuksiin. [1] [2]

Tuotanto voidaan jakaa eri tuotantomuotoihin myös tuotannon jatkuvuuden mukaan. Yksittäistuotannossa tuotteet valmistetaan asiakkaan tilauksesta. Sarjatuotannossa tuotteita valmistetaan useiden kappaleiden erissä. Yhtenäistuotannossa tuotanto kulkee virtana ja samaa tuotetta valmistetaan pitkän aikaa. [1]

Ohjaussuunnitelman tarkkuuteen vaikuttaa se aikajänne, joka voidaan jakaa eri tasojen ja pituuden mukaan. Ohjaussuunnitelman eri tasoja ovat strateginen, taktinen ja operatiivinen suunnittelu. Suunnittelujaksot voidaan jaotella pitkän, keskipitkän ja lyhyen tähtäimen suunnitteluksi. Suunnittelujaksot ovat lyhentyneet tuotteiden elinkaarten lyhentyessä sekä toimintaympäristöjen muuttuessa yhä dynaamisemmiksi. Strateginen suunnittelu pyrkii tekemään oikeita asioita, kun taas operatiivinen suunnittelu keskittyy tekemään asioita oikein. [1]

Toiminta-ajatuksen tehtävä on olla pohja kaikelle toiminnalle sekä suunnittelulle ja kertoa, miksi yritys on markkinoilla. Toiminta-ajatus ilmentää yrityksen arvoja ja asenteita. Siinä määritellään ne tarpeet ja ajatukset, jotka yritys toiminnallaan haluaa tyydyttää, asiakkaat, joita toiminnalla halutaan palvella, ja teknologiat, joiden avulla nämä tarpeet tyydytetään. Liikeidea määrittelee tavan toimia. Yhdessä ohjausjärjestelmän kanssa liikeidealla vaikutetaan siihen kuvaan, jonka asiakas yrityksestä saa. [1]

2.3 Tuotannonohjauksen toiminnot

Tuotannonohjauksen toimintoja ovat tuotannonsuunnittelu, tuotantotekninen suunnittelu, työnjärjestely sekä tehdaspalvelut. Tuotannonsuunnittelun tavoitteena on sovittaa kuormitus ja markkinoiden tarpeet tuotannon mahdollisuuksien kanssa. Kuormituksen tulisi olla mahdollisimman tasainen ja toimitusaikoja tulee noudattaa. Näitä tavoitteita varten yrityksen tulee ennustaa kysyntä tuotannolle. Kysynnän perusteella tehdään suunnitelmia esimerkiksi materiaalihankinnoista ja varastoinnista. Kysynnän ennustaminen voi perustua markkinoinnin kysyntäennusteeseen tai aikaisempaan toteutuneeseen tuotantoon. Kysyntä voi olla myös riippuvainen tietyistä tekijästä. [1]

Tehtaan tuotantokykyä kutsutaan kapasiteetiksi. Se muodostuu tuotantokoneista, välineistä, tiloista, työvoimasta ja energiasta. Kapasiteetin tulisi olla mahdollisimman tasaisesti käytössä ja hyvin hyödynnetty. Kapasiteetin hyödyntämistä voidaan parantaa kuormituksen suunnittelulla. Kuormitussuunnittelua voidaan tehdä tehdastasolta aina tehtävätasolle asti. Kuormituksen suunnittelu ja valvonta keskittyvät yleensä kriittisille resursseille. Suunnitteluun kuuluu myös mahdollinen lisäkapasiteetin hankkiminen. Kuormitus ilmoittaa, miten varattuja kuormitusryhmät ovat tietynä jaksena suunniteltujen töiden tekemiseen, ja suunnitelma pitää usein tasata kapasiteettia vastaavaksi. Tuotannosuunnitteluun liittyy aina tuotekohtainen tuotanto-ohjelma, joka kertoo tuotteen valmistussuunnitelman. [1] [2]

Tuotantoteknisessä suunnittelussa laaditaan selvitys osien valmistuksesta ja valmistuksen työnkulusta sekä valitaan sopivimmat menetelmät ja määritetään työvaiheajat. Tuotantotekninen suunnittelu on pohja tuotannosuunnittelulle. Valmistuksen toteuttamisessa hyödynnetään työjärjestystä. Työjärjestyksessä on lähitulevaisuuteen liittyviä konkreettisia valmistuksen tavoitteita. Työnjärjestystä laadittaessa tehdään työlle ajoitus, ajosuunnitelmat ja työnjakelu. Ajoituksen tehtävänä on sijoittaa työt kalenteriin ja muodostaa työjono. Siinä määritellään, milloin ja missä järjestyksessä työt hoidetaan. Lähtökohtana ajoituksessa on joko viimeinen valmistuspäivä tai aikaisin aloituspäivä. Työpisteillä tapahtuvat työt pitää priorisoida ajojen suunnittelun avulla. Priorisointisäännöt voivat olla erilaisia eri tilauksille, mikä vaikuttaa työjärjestykseen. Työnjakelun tehtävänä on varmistaa mahdollisimman häiriötön valmistus. [1]

Tehdaspalveluiden tavoitteena on pitää yrityksen resurssit kunnossa, jotta niistä saadaan maksimaalinen toimintavarmuus. Kunnossapidon lisäksi tehdaspalveluille kuuluu resurssien uusiminen ja kehittäminen. Koneellistumisen ja automatisaation myötä tehdaspalveluiden merkitys on kasvanut. Kunnossapitoa voidaan luokitella korjaavaksi, rutiinikunnossapidoksi, suunnitelmalliseksi kunnossapidoksi ja ehkäiseväksi kunnossapidoksi. Eniten pyritään ehkäisevään kunnossapitoon. Näin voidaan pienentää kunnossapidon kustannuksia ja parannettua resurssien toimintavarmuutta. [1]

2.3.1 Tuotantosuunnitelma

Tuotantosuunnitelman tai tuotanto-ohjelman tarkoitus on varmistaa toimitusten oikea-aikaisuus. Tuotantosuunnitelman informoi koko tuotantotilanteen. Tuotantosuunnitelman tekoa sanotaan pääsuunnitteluksi. Hyvän tuotannosuunnitelman teko on yksi tuotannonohjauksen päämääristä. Tuotantosuunnitelma olisi hyvä toteuttaa siten, että jokainen yksikkö pystyy hoitamaan oman osuutensa. Pää tavoite tuotantosuunnitelmalla

on toimitusten oikea-aikaisuus asiakkaalle. Muita tavoitteita tuotantosuunnitelmalle ovat loppukokoonpanon ja osatoimitusten ajankohtien ilmaiseminen, valmistusyksiköiden kuormituksen huomioonottaminen, osatoimittajien toimituskyvyn huomioiminen, mahdollisten pullonkaularesurssien osoittaminen ja materiaalien saatavuuden takaaminen. Suunnitelma voi olla muodoltaan hyvin erilainen riippuen tuotannon tyypistä. Tuotantosuunnitelman lähtökohta on, että tilaus valmistuu toimitusajankohtaa lähinnä edeltävänä aikana. Ruuhkan sattuessa on järkevää aikaistaa tuotantoa. [3]

Tuotannon pelivara on riippuvainen valmistuksen läpäisyajasta, valmistuskyvystä ja materiaalien toimitusajoista. Tietojärjestelmillä voidaan luotettavasti suunnitella tuotantosuunnitelman, jonka tuotantojärjestelmä kykenee toteuttamaan. Tietojärjestelmät maksimoivat myös tehokkuuden ja läpäisevyyden. Hyvä suunnitelma ja sujuva valmistus tukevat toisiaan. [3]

Valmistusyksiköiden mahdollisuudet on otettava huomioon tuotantosuunnitelmaa luodessa, jotta tuotantosuunnitelma on toteutettavissa. Toteutettavuuteen vaikuttaa tuotekohtainen kuormittavuus. Kuormituslaskenta on aputyökalu, jolla valmistusjaksot voidaan sijoittaa kalenteriin reaalisesti. Töiden aikatauluja siirtämällä voidaan tehdä kuormituksen tasausta, jos uhkaa ylikuormituksesta on. Kuormituksen tasausta voidaan tehdä eteenpäin tai taaksepäin. Tärkeää on siirtää kokonaisia töitä. Kuormituslaskenta perustuu kuormitusmalleihin, joka on tuotekohtainen. Se kuvaa tuotteen läpäisyaikaa sekä työaikaa. Tarvittava kokonaiskuormittavuus lasketaan kuormitusryhmittäin. Tuotteiden sijoittaminen tilauksittain tuotantosuunnitelmaan toimituspäivän mukaan luo jaksoille reaalisen kalenteriaikaan sidotun ajoituksen. Kuormituslaskenta ei ole itsetarkoitus vaan aputyökalu. Kuormitusryhmien tarve on hyvin yrityskohtainen. Pullonkaularesursseille kannattaa luoda oma kuormitusryhmä. [3]

2.3.2 Valmistussuunnitelma

Kaikkien valmistusyksiköiden ajoitusta voidaan koordinoida valmistussuunnitelmalla. Se sisältää tuotteen toimitusajankohdan, verkon sisäiset toimitusajat, aikavälin, jolla valmistusyksikkö suorittaa työn, tarvittavat materiaalit eri vaiheissa ja työn aiheuttaman kuormituksen yksiköittäin. Valmistussuunnitelmassa tilaukset sijoitetaan toimitusaikansa mukaisesti valmistettavaksi juuri ennen toimitusaikaa edeltäväksi ajanjaksoksi. Valmistussuunnitelmassa on otettava huomioon toteutettavuus. Pohdittavia asioita ovat valmistusyksiköiden läpäisy aika ja kapasiteetti, peräkkäisten yksikköjen yhteinen läpäisy aika ja materiaalien toimitusajat. Suunnitelma sallii hajontaa juuri niin paljon kuin valmistusyksiköiden joustavuudella pystytään korjaamaan. Kuormitussuunnitelmalla voidaan varmistaa valmistussuunnitelman toteutettavuus. [4]

Tuotteen läpäisymalli toimii valmistussuunnitelman pohjana. Läpäisymalli kertoo rakenteen tuotteelle moduuleineen ja osaluetteloineen, eri osien vaatimat läpäisyajat ja kuormittavuuden sekä tarvittavat materiaalit. Valmistussuunnitelman muoto riippuu tuotteesta ja tuotantotyyppistä. Mahdollisia muotoja ovat projekti- tai tilauskohtainen Gantt-kaavio, ajanjaksoille sijoitetut tilaukset tai kiinteäjärjestyksinen tilausjono. Ajanjaksojen käyttäminen on selkeintä. Näin jakson sisälle voidaan saada pelivaraa ja systeemin nopeuden kehittäminen on mahdollista jaksoa lyhentämällä. [4]

2.4 Valmistusjärjestelmät ja ohjattavuus

Fyysinen tuotannon organisoinnin suunnittelu on osa tuotannonohjausta. Koneiden, laitteiden ja työkulun muodostama järjestelmä on valmistusjärjestelmä. Erilaisia valmistusjärjestelmiä ovat paikallisjärjestelmä, funktionaalinen järjestelmä, tuotantolinja, tuotantoryhmä, tuotantosolu ja joustava järjestelmä. Paikallisjärjestelmässä tuote tehdään alusta loppuun samalla paikalla. Funktionaalisessa järjestelmässä ryhmitellään samankaltaista työtä tekevät laitteet ovat omiksi osastoiksi ja työ liikkuu eteenpäin eri osastoiden välillä. Tuotantolinjastoissa tuote kulkee vaiheesta toiseen jatkuvana virtana. Tuotantoryhmittäin valmistettavat tuotteet on jaoteltu nimikkeisiin niiden yhteisten valmistusvaiheiden mukaan. Tuotantosolut ovat itsenäisiä tuotantoyksiköitä. Niitä ohjataan kokonaisuutena. Joustava valmistusjärjestelmä on pitkälle tai täysin automatisoitu tuotanto. Robottien merkitys on suuri joustavaa järjestelmää käytettäessä. Joustava tuotanto kykenee pitämään yllä keskeytymätöntä tuotantoa vähäisellä miehityksellä. [1]

Lapinleimun [4] mukaan ohjattavuus on tuotantojärjestelmän kyky sallia aikataulunmuutoksia sekä toteuttaa ne häiriöttä ja varmasti. Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat tuotannon tehokkuuteen ja ohjauksen tehtäviin merkittävästi. Ohjausta ei voida käsitellä erillisenä ilmiönä ohjattavasta järjestelmästä. Järjestelmän ominaisuudet vaikuttavat tavoitteiden toteutumiseen, ohjauksen tehtäviin, käytettäviin ohjausperiaatteisiin ja menetelmiin. Ohjattavuuden parantamisella voidaan kehittää tuotantoa helposti. Kun ohjattavuus on hyvä, yrityksen resurssit on kohdennettu tehokkaasti. Virheitä ja välillisiä kustannuksia voidaan vähentää merkittävästi paremmalla ohjattavuudella. Keskeisimmät keinot ohjattavuuden kehittämiseksi ovat läpäisyajojen lyhentäminen, virheiden sekä häiriötekijöiden poistaminen, itseohjautuvuuden kehittäminen, layoutin selkeyttäminen ja tietokoneohjatun tekniikan hyödyntäminen [2].

2.5 Tuotannonohjaustavat

Ohjaustapojen kaksi peruseriaa ovat tilaus- ja varasto-ohjaus. Oikeanlaisella ohjauksella tavoitellaan oikeaa materiaaliavirtojen ajoittamista. Ohjauksen lähtökohdat vaihtelevat yksiköiden koon ja tuotantotyyppien välillä. Käytännössä ohjaustavat ovat eri ohjaustapojen sekoituksia. [4]

Valmistuksen ohjauksen tehtäviä ovat töiden yksityiskohtainen suunnittelu, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, valvonta ja raportointi. Tehtävien toistuvuus ja yrityksen layout vaikuttavat sisältöön ja vaikeuteen. Vaikeimpia ohjattavia yrityksen näkökulmasta ovat ne tilaustuotteet, joita valmistetaan yksittäin, koska nämä vaativat suunnittelua huomattavasti enemmän kuin vakiotuotteiden valmistus. Jatkuva vakiotuotteiden valmistus on helppoa tehtävien toistuvuuden vuoksi. [4]

2.5.1 Tilausohjaus ja varasto-ohjaus

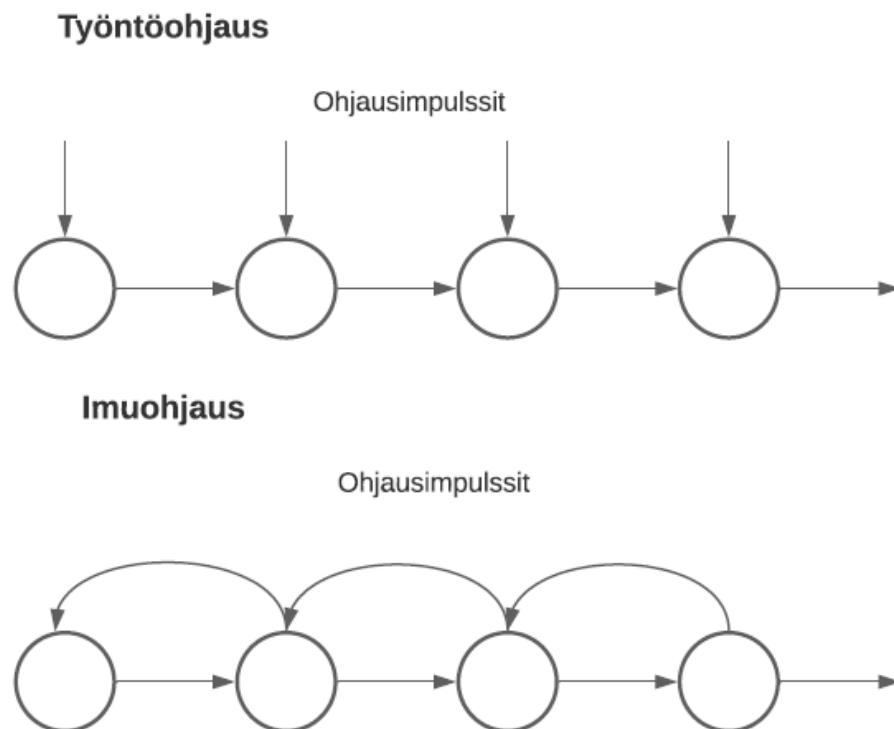
Tilausohjauksen periaate on, ettei mitään tehdä ennen tilauksen saamista. Tilausohjaus on joustavaa ja epäkuranttiusriskiä ei ole. Tilausohjauksen huonoina puolina ovat pitkät toimitusajat ja pienten valmistuserien tuottamisen vaativuus. Tilausohjaus sopii tuotannolle, jolla on paljon muuttujia ja jotka sitovat paljon pääomaa. Myös toimitusajan pitää olla tilausohjattuun tuotantoon sopiva. [4]

Tilausohjausta voidaan tehdä suunnitelma- ja impulssiperusteisesti. Suunnitelmaohjaus perustuu valmistussuunnitelmaan, joka välitetään koko organisaatiolle. Yksiköt saavat vapaasti suunnitelman aikataulun puitteissa tehdä työt edullisimmassa järjestyksessä. Ajoituksen informointi voidaan myös perustaa läpäisymalliin, jossa tuotteen toimitus on ajoitettu. Syklinen ohjaus on suunnitelmaohjauksen tapa, jossa vakiopituisissa jaksoissa tehdään samanlainen tuotejoukko. Imuimpulssiohjauksessa yksiköt jatkavat itse tilausketjua omille toimittajilleen saatuaan tilauksen. Vastuu jakautuu tuotteita ja valmistusyksikköä vastaavasti. Valmistus aloitetaan ketjun alkupäästä. [4]

Varasto-ohjauksessa seurataan tuotteiden varastoja ja niitä täydennetään erilaisten sääntöjen mukaan. Varasto-ohjauksen suurin etu on nopea toimitusaika. Haittoja ohjaustavalle on pääoman sitoutuminen, jäykistävä ja tehottomuutta peittävä ominaisuus. Lisäksi vaarana on tehdä turhaa työtä. Varasto-ohjaus sopii tuotteille, joiden varastoiminen on halpaa ja tuotantoon vaikuttaa vähän muuttujia. Varastomateriaalin tilaus hoidetaan tilauksista riippumattomasti. [4]

2.5.2 Työntö- ja imuohjaus

Työntöohjauksella tarkoitetaan erillisen suunnittelijan tekemää valmistussuunnitelmaa ja se on eniten käytetty ohjausmenetelmä. Työntöohjaus soveltuu kaikkiin tuotantomuotoihin. Työntöohjauksessa ”työnnetään” tuotantoerä tuotannon läpi. Työntöohjaukselle haastavia ovat monimutkaiset ja laajat tuotantoketjut, koska todellisuuden ja suunnitelman välille tulee usein ristiriitaisuuksia. Pitkissä tuotantoketjuissa suunnitelman toimimattomuus johtaa välivarastoihin, joilla hoidetaan suunnitelman puutteita ja valmistuksen ongelmia. Nämä varastot vaikeuttavat entisestään valmistuksen hallintaa hallittavien asioiden määrän kasvaessa ja läpäisyajojen pidentyessä. Työntöohjaus vaatii selkeää ja hallittavissa olevaa tuotantoprosessia. [2] [4]



Kuva 3. Työntö- ja imuohjauksen ohjausimpulssien erot [2].

Imuohjaus on työntöohjauksen vastakohta ja imuohjauksen idea perustuu siihen, että tuotteita valmistetaan vain todellisen välittömän tarpeen verran eli osia ”imetään” kokoonpanoon. Kuvassa 3 on esitetty tarveimpulssien suunnat eri ohjaustavoille. Tarveimpulssit etenevät lopusta alkuun päin, kun työntöohjauksessa valmistusimpulssi syntyy ennalta tehdyn suunnitelman mukaisesti riippumatta siitä, onko asiakastilauksia olemassa. Imuohjaus hyödyntää pieniä ja nopeasti kiertäviä välivarastoja. Kun osia käytetään tästä imuohjauspuskurista, syntyy ohjausimpulssi osan valmistukseen.

Imuohjaus sopii vakio-osille ja tasaisen menekin tuotannolle. Valmistukselta vaaditaan lyhyttä läpäisyäikää ja erinomaista laatua. Koko tuotantoprosessi voi pysähtyä jo yhden virheen ilmentyessä. Imuohjausta käytetään toimittajien ja omien osavalmistussosastojen ohjauksessa. [2]

2.6 Tietojärjestelmät

Tuotannonohjauksessa voidaan hyödyntää erilaisia tietojärjestelmiä. Tavallisimpia tietojärjestelmiä ovat toiminnanohjausjärjestelmät ja tuotannonohjausjärjestelmät. Nykyaikaisen tuotantoympäristön ominaisuuksia ovat muuttuvat vaatimukset, kustomoidut tuotteet ja pienet eräkoot. Tuotannon toimintojen tietoja tulee kerätä tehokkaasti, jotta tarvittaessa voidaan tehdä nopeita muutoksia. Näiden tietojärjestelmien tarkoitus on helpottaa tuotannon tavoitteiden saavuttamista. Toiminnanohjaukseen liittyy ERP (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmä. MES (Manufacturing Execution System) on tuotannonohjausjärjestelmä, jota käytetään tuotannonohjaukseen ja seurantaan. Toinen tuotannosuunnitteluun liittyvä ohjelmisto on APS (Advanced Planning and Scheduling). APS tarkoittaa tuotannosuunnittelujärjestelmää. APS-järjestelmää käytetään tuotannon hienokuormituksessa ja suunnittelussa. APS-järjestelmällä voidaan laskea kapasiteettirajoitteita ja tehdä materiaalien varasto-ohjausta. Myös MES-järjestelmän katsotaan sisältävän nämä ominaisuudet, eikä APS- tai MES-järjestelmiä ole usein eroteltu. Tietojärjestelmillä yritys voi tehdä myös simulointia eri skenaarioiden välillä ja valita näistä paras toteutettavaksi. ERP-järjestelmä on yleisin yrityksillä käytössä oleva tietojärjestelmä, mutta se ei pysty korvaamaan tuotannonohjausjärjestelmää. MES-järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi ERP-järjestelmän rinnalla. [5] [6]

Tietojärjestelmän tarkoitus on tuottaa informaatiota tehokkaamman ohjaamisen tueksi. Päätöksentekotilanteita, joissa tuotannonohjausjärjestelmästä on hyötyä. Nykyaikainen yritys ei pysty enää toimimaan ilman erilaisia tietojärjestelmiä. Tietojärjestelmien avulla ylläpidetään perustietoja sekä tapahtumatietoja. Keskeinen ajatus on tietojenkäsittelyn integrointi. Kerran syötetty tieto missä tahansa järjestelmän piirissä on kaikkien käytettävissä. Tietojärjestelmien keskeisiä tehtäviä ovat perustietojen ylläpito ja raportointi, tapahtumatietojen hallinta, organisaation sisäinen tiedonkulku, suunnitelmien tarkka laadinta sekä ylläpito, toteumatietojen keruu, dokumenttien tuottaminen ja tilastointi. Tietojärjestelmien avulla voidaan yrityksen tuotantolaitoksia ja resursseja hallita tehokkaasti ja suunnitella selkeytetysti tuotannon toteutusta. Eri toimintojen tarkempi seuraaminen ja johtaminen helpottuu tietojärjestelmien hyödyntämisellä. [2]

Tietojärjestelmien käytön suurimpia hyötyjä ovat tietojenkäsittelyn tehostuminen ja nopeutuminen, toimintojen parempi suunnittelu, resurssien käytön tehostuminen, nopeampi reagointi tapahtumiin, toimitusten parempi hallinta ja hankintojen tehokkaampi ohjaus. Tietojärjestelmien heikkoudet liittyvät niiden vahvuuksiin. Niiden käyttöönotto on kallista ja monimutkaista sekä vaatii usein pitkän ajan. Yrityskohtaisten tarpeiden huomioiminen on tärkeää. [2]

Tuotannon pitää tehdä kannattavasti tuotteita oikea määrä oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan. Tietojärjestelmillä voidaan tehokkaasti parantaa tämän tavoitteen onnistumismahdollisuuksia. Tietojärjestelmien integroinnin onnistumiseen vaikuttaa oleellisesti muuttujien määrä, ohjaussääntöjen määrä, tiedon laatu, jota järjestelmä käsittelee sekä käyttäjän osaaminen. Ympäristölle ja muutoksille herkkä tuotanto sekä suuri määrä erilaisia hallittavia nimikkeitä heikentävät tietojärjestelmien antamaa tarkkuutta. Tietojärjestelmien tulee tuottaa laadukasta tietoa tuotannon tueksi, jotta järjestelmistä saadaan kaikki mahdollinen hyöty irti. [3]

3. LEAN

Lean-toimintamalli on levinnein tuotantoperiaate, jota voidaan hyödyntää lähes kaikilla toimialoilla. Toimintamalli näkyy selkeimmin tuotannon organisoinnissa ja kehitystyössä, joka on jatkuvaa. Sillä on vahva yhteys yrityskulttuuriin ja henkilöstön osallistumiseen kehityshankkeissa. Lean management -toimintamalli pyrkii yksinkertaisuudessaan luomaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä. Lyhyesti lean-ajattelun tarkoitus on tehdä juuri oikeita asioita. [7]

Lean on erittäin asiakaslähtöinen toimintatapa, joka syrjäyttää perinteistä tuotantokeskeisyyttä. Tuotannon tulee olla juuri sitä mitä asiakas haluaa. Asiakkaan tarpeiden mukaan pyritään aikaiseen virheiden huomaamiseen, laadun parantamiseen ja joustavuuteen ja näin saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä. [8]

3.1 Leanin viisi periaatetta

Womackin ja Jonesin [9] mukaan lean-ajattelun viisi periaatetta ovat

1. arvon määrittäminen
2. arvoketjun määrittäminen
3. tuotannon virtauttaminen
4. imuohjaus
5. pyrkimys täydellisyyteen.

Arvo ja arvon määrittäminen on kriittinen lean-ajattelun aloituskohta. Arvon voi ainoastaan määritellä asiakas, mutta arvon luo tuottava yritys. Arvon määrittäminen voi kuitenkin olla vaikeaa yritykselle. Arvon luonti vaatii sekä yrityksen, että asiakkaan erilaista ajattelua laatikon ulkopuolelta, joka voi osoittautua hankalaksi mielikuvituksen puutteen vuoksi. Arvo pitää luoda yrityksessä uudelleen. Yritys kuitenkin usein haluaa tehdä sitä, mitä se jo osaa. Eri yrityksillä on erilaisia näkemyksiä arvosta ja arvon luonnista. Tämä aiheuttaa ristiriitoja. Arvonluonnissa tuote tai palvelu tulee ottaa huomioon kokonaisuudessaan. [9]

Yritysten tulee kohdistaa ajatteluaan uudelleen luodessaan lean-ajattelun mukaista arvoajattelua. Yrityksen tulee haastaa omia käytäntöjään ja tapojaan, jotta asiakkaan kokemaa hyötyä voidaan kasvattaa. Tarkoituksena on käyttää yrityksen resursseja mahdollisimman tehokkaasti, joka vaatii arvokysymykseen vastaamista ja läpikäyntiä jatkuvasti. Tärkein arvon luonnin mittari on kuitenkin lopullinen hinta, johon yrityksen

tulee pyrkiä. Tämä tulee määritellä käytettyjen resurssien mukaan. Tärkeintä on karsia kaikki ylimääräinen arvoa tuottamaton toiminta. [9]

Arvon määrittely asiakasnäkökulmasta on tärkeää. Näin saadaan selkeä kuva mistä asiakas haluaa maksaa ja mitkä ominaisuudet eivät ole asiakkaan näkökulmasta mielekkäitä. Arvon määrittelyllä ohjataan kehitystoimenpiteitä oikeisiin asioihin. [7]

Kourin [7] mukaan arvoketjun kuvaamisella määritellään ne toiminnot ja prosessit, joilla asiakkaan tarvitsema arvo muodostuu. Tarkoitus on poistaa lisäarvoa tuottamattomat toiminnot ja tehostaa prosesseja, jotka tuottavat arvoa. Tärkeää on katsoa keskeisimpiä tuotannon vaiheita kokonaisuutena ja miten ne vaikuttavat toisiinsa. On etsittävä toimia ja toimien kokonaisuuksia, jotka luovat arvoa asiakkaalle sekä tehostaa niitä. Arvoketjua tulee arvioida kokonaisuutena tuotteen suunnittelusta sen toimitukseen asti. [9]

Kun arvo on tarkasti määritelty ja arvoketju kuvattu organisaatiossa sekä turhat vaiheet eliminoitu prosessista, tulee jäljelle jäävät arvoketjun vaiheet virtauttaa. Toiminnot tuotannossa tulee sijoitella niin, että materiaalivirta on mahdollisimman lyhyt vaiheesta toiseen. Siirtomatkojen lyhentäminen ja välivarastojen pienentäminen lisäävät materiaalin virtausta. Kaikki turha odottelu minimoidaan sekä kunnossapitoon ja ennaltaehkäisevään toimintaan tulee kiinnittää huomiota. Myös informaatiovirrat tulee arvioida. Virtauksen tehokkuutta mitataan läpäisyajalla. [7][8]

Imuohjauksessa varastointia tulee vähentää. Valmistuksessa, jossa imua ei voida hyödyntää, tulee tuotteet valmistaa lyhyen aikajänteen tuotantosuosittelman perusteella. Asiakkaan toiveiden tulee vetää tuotantoa läpi sen tuotantoketjun ja valmistustarpeen pitää olla lähtöisin asiakastarpeesta. [7][8]

Viimeinen periaate on suunnitelman mukainen toiminta. Kun kaikki neljä ensimmäistä vaihetta on toteutettu, tulee prosesseja jatkuvasti kehittää ratkaisemalla ongelmia ja poistamalla hukkaa. Tehtävät tulee suorittaa laadukkaasti ja tehokkaasti. Koko henkilökunnan tulee olla mukana kehitysprosessissa ja henkilökunnan sitouttaminen toimintatapaan on tärkeää. [7][8]

3.2 Lean-toiminta käytännössä

Lean-toimintaperiaatteen mukaan tuottavuuden parantaminen perustuu hukkien poistamiseen. Hukka tarkoittaa kaikkea työtä, joka ei tuota arvoa. Hukka estää työn tehokkaan tekemisen. Työn tuottavuus ja laatu paranevat systemaattisen hukkan poiston ansiosta. Kourin [7] mukaan hukkia on seitsemän erilaista

1. ylituotanto

2. viivästymiset ja odottelu
3. ylimääräinen kuljettaminen
4. virheet laadussa
5. tarpeettomat varastot
6. ylikäsittely
7. työskentelyn tarpeeton liike.

Ylituotantoa aiheuttaa tuotteiden valmistus välitöntä tarvetta enemmän. Liian suuret eräkoot, varastoon valmistus ja keskeneräinen tuotanto johtavat hukkan syntyyn. Ylituotanto estää epäkohtien havaitsemisen tuotannossa, koska korkeat varastotasot piilottavat ongelmia ja lieventävät niiden vaikutusta. Tarpeettomat varastot myös lisäävät kustannuksia ja voivat johtaa läpimenoaikojen kasvuun. [7][8]

Odottelu, viivästyksset ja tarpeeton kuljettaminen ovat turhia toimintoja, jotka kuluttavat resursseja eivätkä luo arvoa asiakkaalle. Tuotantovaiheiden välistä kuljettelu on syytä välttää. Koneiden ennaltaehkäisevään huoltoon ja kunnossapitoon kannattaa kiinnittää huomiota, jotta laitevirheiltä vältytään. Laitevirheet voivat aiheuttaa odottamattomia viivästyksiä. [7][8]

Laatuvirheet tuhlaavat materiaaleja, kapasiteettia ja johtavat asiakastytymättömyyteen. Huonoimmassa tapauksessa koko valmistus on aloitettava uudestaan. Toisaalta on hyvä välttää ylikäsittelyä, joka on asiakkaan näkökulmasta merkityksetöntä. [7]

3.2.1 Työympäristö

Lean-ajatteluun kuuluu myös työympäristön parantaminen. Työskentely-ympäristön turvallisuuden parantaminen ja kehittäminen lisää työn tuottavuutta ja edistää työntekijöiden hyvinvointia. Työtapaturmista johtuva poissaolo tai viivästyminen on hukkaa, joka voitaisiin oikeilla toimintatavoilla eliminoida. [7]

Työtapojen kehittäminen edellyttää niiden vakiinnuttamista. Työtapojen vaikutusta toimintaan voidaan arvioida vasta kun jokainen työntekijä toimii ennalta määritetyllä tavalla. Työntekijöiden erilainen toiminta lisää muuttujia, joka vaikeuttaa työtapojen vaikutuksen arviointia. Työtapojen vakiinnuttamisella voidaan tehostaa kehittämistä ja oppimista, työn laatu ja tuottavuus paranee sekä työtaturmat vähentyvät. [7]

3.2.2 Tuotannon tasoittaminen ja virtauttaminen

Tuotantoa voidaan tasoittaa valmistamalla pienemmissä erissä, jotka toistuvat säännöllisesti. Tällä voidaan välttää välivarastoja ja keskeneräistä tuotantoa, joka sitoo pääomaa. Tasoitettu tuotanto edellyttää lyhyitä asetusajoja ja -kustannuksia.

Tuotannon tasoittamisella pyritään vaikuttamaan työvoiman ja koneiden kuormitukseen, materiaalien kulutukseen, varastointitarpeeseen, tuotannon joustavuuteen sekä helpottamaan alihankkijoiden ja toimittajien ohjausta. [7][8]

Tuotannon virtauttamisella pyritään valmistamaan tuotteet nopeasti ja tarpeeseen. Keskeneräisten tuotteiden ja varastojen määrä pyritään minimoimaan. Läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloittamisesta sen toimitukseen. Suuri keskeneräisen tuotannon määrä vaikuttaa läpäisy aikaan negatiivisesti. Virtauksen tehostaminen tuo esiin prosessin ongelmat ja pakottaa kehittämään luotettavuutta ja poistamaan laatuhäiriöitä. [7][8]

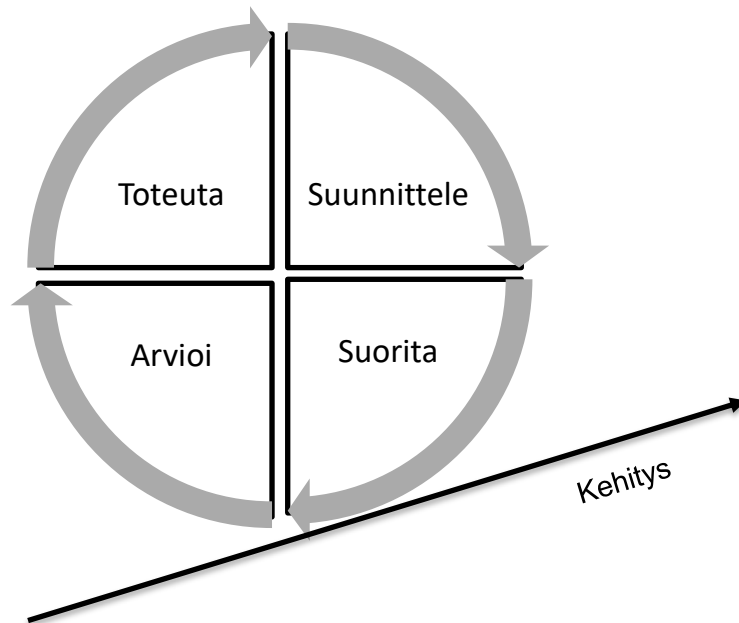
Laatu on lean-tuotannossa jokaisen työntekijän vastuulla. Häiriöitä ja poikkeamista tulee ilmoittaa välittömästi. Nopea virheisiin puuttuminen vähentää turhan työn tekemistä ja säästää resursseja sekä materiaaleja. [7][8]

3.2.3 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on perusta lean-ajattelun mukaiselle kehitystoiminnalle. Toimintaa tulee systemaattisesti käydä läpi epäkohtien korjaamiseksi. Vastuu toiminnan ja tuotteen laadusta on jokaisella työntekijällä. Miittisen [1] mukaan tuotannon virtaus ja joustavuuden parantaminen ovat jatkuvan parantamisen keskiössä. Virheellisten toimintojen huomaaminen on nopeampaa, kun tuotanto soljuu virtana. Virheisiin tartutaan heti ja virheen syy poistetaan. Oireiden sijaan keskitytään itse virheiden aiheuttajaan. Ongelmien paikantamisen avulla voidaan kehittää laatua, työskentelytehokkuutta ja työturvallisuutta. Yrityksellä tulee olla valmiudet ratkaista nämä ongelmat. Jatkovaa parantamista kannattaa toteuttaa PDCA-syklin mukaisesti. Lyhenne tulee sanoista

- suunnittele (Plan)
- suorita (Do)
- arvioi (Check)
- toteuta (Act) [7].

Jatkuvan parantamisen sykli kuvassa 4.



Kuva 4. Jatkuvan parantamisen PDCA-sykli [7].

Ensimmäinen vaihe on suunnittele, jossa tulee pohtia eri parannusvaihtoehtoja ja määrittää vaiheet paremmille työskentely menetelmille. Suorita tarkoittaa kokeiluhanketta suunnitellusta muutoksesta. Arviointivaiheessa tulee miettiä korjaustoimenpiteitä. Toteuta vaiheessa korjaustoimenpiteet laitetaan käytäntöön. Sykliä tulee jatkuvasti toistaa, jotta jokaisen kierroksen jälkeen ollaan lähempänä tavoitetta. PDCA-sykli perustuu jatkuvaan oppimiseen, jossa ongelmien ratkaisuja täsmennetään ja korjataan osana prosessia. [7]

3.3 Just-In-Time-periaate

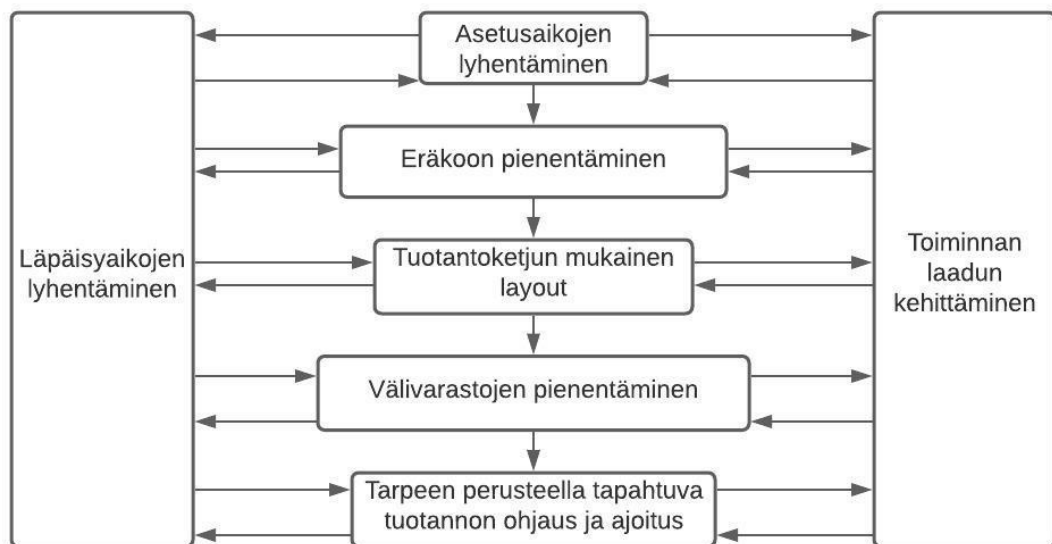
Uusia ohjausperiaatteita ruvettiin etsimään 1980-luvun alussa, koska kilpailu asiakkaista koveni. Asiakkaille tuli tarjota enemmän tuotemuunnelmia, joka tarkoitti eräkokojen pientymistä ja tuotteiden elinkaaren lyhenemistä. Toimitusaika- ja varmuusvaatimukset kovenivat ja keskeneräisen tuotannon sekä varastoihin sitoutuneen pääoman määrää haluttiin pienentää. Näistä syistä johtuen japanilaiset kehittivät JIT-periaatteen (Just-In-Time). Sen mukaan yksinkertaisuus on tuotannonohjauksen tehokkuuden avain. JIT-tuotannon tärkeimpiä periaatteita ovat

- valmistuskustannusten alentaminen
- valmistuksen tasainen kuormittaminen
- varastoihin ja tuotantoon sitoutuneen pääoman minimointi
- läpäisyajkojen lyhentäminen

- asiakaspalvelun parantaminen.

Tavoitteena on kaiken turhan poistaminen yleisten tuotannonohjausperiaatteiden lisäksi. [1]

JIT -periaate on juuri oikeaan aikaan eli suoraan tarpeeseen valmistusta. Tuotteita ja osia valmistetaan vain tarpeen verran ja ylimääräistä varastointia halutaan välttää. Tuote-erät ovat pieniä, mutta toistuvia. Tyypillistä JIT -periaatteelle on nopea läpäisy aika prosessissa ja toiminnan korkea laatu. Nopea tuotantoprosessi mahdollistaa joustavuuden asiakastarpeissa. Toiminnan laatuun tulee panostaa voimakkaasti. JIT-periaatteen huonoja puolia ovat virheiden suuri vaikutus. Tuotannossa, jossa ei ole välivarastoja, virheet näkyvät selvästi ja niiden vaikutus on suuri. Virheet tulevat myös nopeasti esille, jolloin niihin pystytään puuttamaan heti. JIT -periaate vaatii myös korkean henkilöstön sitouttamisen, koska laadun kehittäminen on niin isossa roolissa. Jatkuva toiminnan kehittäminen on JIT-tuotannon yksi kulmakivistä. JIT-tuotannon keskittyy tehokkaaseen laadunohjaukseen, henkilöstön kehitysohjelmaan sitoututtamiseen, välivarastojen minimoointiin ja poistoon, toiminnan jatkuvaan kehittämiseen, ennaltaehkäisevään kunnossapitoon, nopeaan läpäisy aikaan, pieneen valmistuseräkokoon ja imuohjaukseen. JIT-tuotannon vaiheita on havainnollistettu kuvassa 5. [2]



Kuva 5. JIT-tuotannon kehittämisen vaiheet [2].

Miettisen [1] mukaan siirryttäessä JIT-tuotantoon tulee toteuttaa seuraavia muutoksia

- tuotannon virtauttaminen
- asetusajojen lyhentäminen

- tuotannon tasoitus
- imuohjauksen käyttöönotto
- laadun merkityksen korostaminen
- alihankkijajärjestelmän muokkaus
- automatisointi.

Tuotannon virtauttaminen tarkoittaa valmistuksen jakamista pienempiin osiin, joita on helpompi hallita. Ohjauksen tulee kohdistua yksittäiseen soluun tai linjaan, eikä yksittäiseen työvaiheeseen. Solu tai linja kuormittaa itse itsensä ja välivarastot puuttuvat. Tuotanto etenee näin suoraviivaisemmin. [1]

Asetusaika kertoo, kuinka kauan valmistuserän työn aloitukseen kuluu aikaa. Asetusaika ei ole eräkoosta riippuvainen ja sen lyhentäminen on yksi JIT-periaatteen tärkeimmistä tavoitteista, koska sillä on laajat seurausvaikutukset. Kun asetusaika lyhenee, lyhenee läpäisy aika ilman valmistusajan pienentämistä. Eräkokoa halutaan pienentää mahdollisimman paljon, jolloin tuotanto on kaikkein joustavin. [1]

Tasoitettussa tuotannossa tuotetta tehdään sama määrä aikayksikössä ja tuotantonopeus on vakio. Tuotanto-ohjelmaan ei välttämättä tehdä muutoksia. Tasoitettun tuotannon avulla edesautetaan pienien valmistuserien käyttöönottoa. [1]

Imuohjauksessa suunnittelun painopiste on tuotannon loppupäässä. Kokoonpanon suunnitteluun tulee panostaa ja se tulee tehdä tarkoin. Imuohjauksen ohjaus kohdistuu juuri sinne, missä se on tarpeen. Keskeneräisen tuotantoon sitoutunut pääoma on suurin tuotannon loppupäässä, joten varastoja tulee välttää tässä tuotannon vaiheessa. [1]

Laatuun tulee kiinnittää suurta huomiota ja virheettömien tuotteiden tulee olla yrityksessä tavoite. Kukin työntekijä on vastuussa oman työnsä laadusta. Laatuajattelussa tulee lähteä liikkeelle "nollavirheajattelusta", joka tarkoittaa kaikkien tuotannon virheiden syiden poistamista niiden syntyvaiheessa. Tuotannossa pyritään tekemään kaikki oikein kerralla ja järjestys selkeänä. [1]

Luotettavat ja pitkäjänteisen suhteet alihankkijoihin ovat JIT-tuotannon edellytys. Alihankkijan sitouttaminen yrityksen omiin tavoitteisiin on tärkeää. Tällöin yrityksen etu on myös alihankkijan etu. Tämä antaa vahvan pohjan myös yritysten yhteisille kehitysprojekteille. Alihankkijat voivat olla merkittävien innovaatioiden lähteitä, koska alihankkijat tuntevat toimintansa parhaiten. [1]

Automatisaatio on lisääntynyt varsinkin konepajoissa, joissa automatikkaa ja robotiikka ovat pitkälle kehittyneitä. Automatisoinnin lisääminen on kuitenkin iso investointi, eikä

sen tule olla ensimmäisenä tehtävälliställä. Ennen automatisoinnin lisäämistä tulee selkeyttää tuotantoa ja materiaalivirtoja. Näin automatisoinnilla saavutetaan parhaat tulokset ja tuotannon laatu paranee sekä muuttuu tasaisemmaksi. Automatiikan ja robotiikan avulla saavutetaan lyhyempiä läpäisyajoja. Esimerkiksi laitteita voidaan käyttää ihmisten työaikojen ulkopuolella, jolloin niitä käytetään tuottavammin. [1]

4. PROJEKTITUOTANTO

Projektilla on erilaisia merkityksiä. Se voi tarkoittaa kertaluontoista tehtävää, määräaikaista organisaatiota, tavoitteellista tehtävien jatkumoa tai ratkaistavaa ongelmaa. Projektilla on selkeästi määritelty alku ja loppu sekä tavoite. Projektia kuvaa ainutkertaisuus, eikä samanlaista projektia toteuteta kahdesti. Tässä työssä käsitellään projektia toisistaan riippuvina tehtävinä sekä tuotteena, jossa lopputuote voidaan purkaa osatuotteiden kautta tuoterakenteeksi. [10]

4.1 Ominaisuudet

Projektimuotoinen tuotanto poikkeaa muista tuotantomalleista. Projektituotanto on yksittäistuotantoa ja tuotanto lähtee liikkeelle asiakkaan tilauksesta. Asiakkaalla on huomattava vaikutus projektiin valmistumiseen ja konstruktion. Projektituotanto on tilausperusteista. Projektituotannossa suunnitteluprosessin tuottavuuteen on kiinnitettävä huomiota, koska suunnittelun osuus on suuri. Tuotannonohjauksen näkökulmasta juuri yksittäin valmistettavat tilaustuotteet ovat vaikeimpia, joita projektituotanto juuri edustaa. [1]

Projektille tyypillistä on sen kertaluontoisuus ja laaja-alaisuus. Tämä tekee projekteista varsin monimutkaisia toteuttaa. Projekteilla on paljon kertaluontoisia toimintoja ja tehtäviä. Esimerkkejä projektituotannosta ovat telakkateollisuus ja rakennusteollisuus. Projektituotantona voidaan myös toteuttaa laajat järjestelmä- ja ohjelmistokokonaisuudet. Projektinhallinnan menetelmiä käytetään usein projektien toteuttamisessa projektien laajuuden ja monimutkaisuuden vuoksi. Projektituotannon vaiheita ovat tuotannon karkeasuunnittelu, hienosuunnittelu ja toteuttaminen. Tavanomaista on useamman projektin samanaikainen toteuttaminen, jolloin resurssien suunnittelu on tärkeää. [2]

Tavallisesti projekti jaetaan ajallisesti pienempiin vaiheisiin helpottamaan johdon päätöksentekoa. Vaiheiden sisällä projekti jaetaan rinnakkaisiin osaprojekteihin. Projektin pienimpinä osina ovat yksittäiset työtehtävät. [11]

Projektien monimutkaisuuteen ja luonteeseen vaikuttaa erityisesti

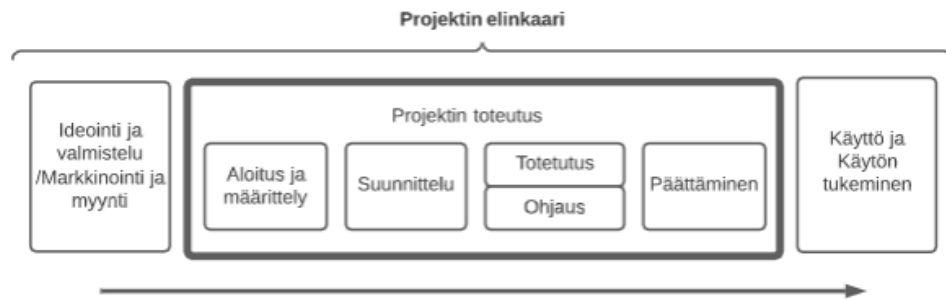
- Toimijoiden määrä, joka projektin suorittamiseen vaaditaan. Tämä vaikuttaa erityisesti resurssien suunnitteluun.
- tarvittavien osaamisalueiden määrä

- kiireellisysero.

Jokainen projekti on erilainen ja projektin koko ja tyyppi voi vaihdella yrityksen tai organisaation sisällä huomattavasti. Projektit voivat olla eri vaiheissa ja niiden ominaisuudet eroavat toisistaan. Koska projektit eivät toimi ympäristöstään irrallisina, on tärkeää suunnitella yrityksen resurssit oikein. [12]

4.2 Projektin vaiheet ja elinkaari

Projektin elinkaari tarkoittaa vaiheiden ketjua, jossa ideat, projektin odotukset sekä mahdollisuudet tunnistetaan, projekti toteutetaan ja sen tuloksia, että käyttöä tuetaan. Menestyksekkään toteutuksen kannalta on tärkeää ymmärtää, miten projekti liittyy laajempaan kokonaisuuteen. [10]



Kuva 6. Projektin toteutuksen vaiheet ja elinkaari [10].

Kuva 6 esittää projektin elinkaaren, yleisimmät toteutuksen vaiheet ja miten projekti on osa laajempaa kokonaisuutta. Elinkaareen liittyy projektin toteutusvaiheen lisäksi projektia edistävät työvaiheet sekä projektin jälkeiset vaiheet. Projektin jokaisella vaiheella on eri tavoitteet ja vaiheiden tavoitteet tulisi ennalta määrittellä selkeästi. Yksityiskohtaisempi vaiheistus ja vaiheiden sisältöjen määrittely tehdään työn osituksessa ja tehtävienmäärittelyssä. [10]

Aloitus- ja määrittelyvaiheessa tunnistetaan tarve projektille ja määritellään sen päämäärä ja tavoitteet. Tavoitteena on laatia projektikuvaus tai projektisuunnitelma. Sidosryhmien tarpeiden ja odotusten huomioiminen on tärkeää tässä projektisuunnitelmaa laatiessa. Aloitusvaiheessa on myös tarpeen tehdä riskianalyysi. [10]

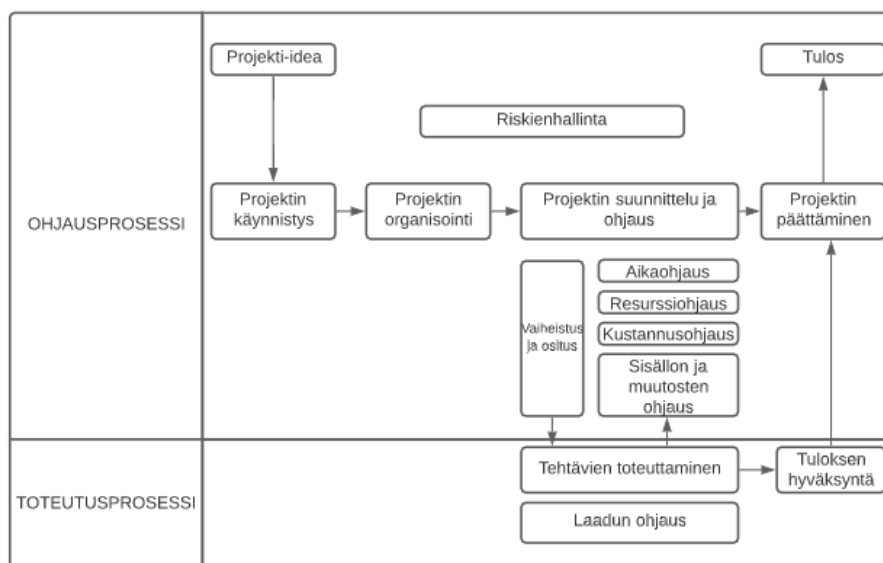
Suunnitteluvaiheessa määritellään projektin toteutukseen liittyvät tehtävät ja resurssit, jotka vaaditaan näiden tehtävien toteuttamiseen. Näiden perusteella laaditaan toteutussuunnitelma tehtäville ja töille, tarkennettu aikataulu sekä projektin resurssi- ja

kustannusrakenne. Suunnitteluvaiheen jälkeen tarkennetun projektisuunnitelman tulisi olla valmis kokoonpanoineen ja vastuuhenkilöineen. [10]

Toteutusvaihe ja ohjausvaihe toimivat rinnakkain ja näistä on takaisinkytkentä suunnitteluvaiheeseen. Toteutusvaiheessa tarkennetaan keskinäiset vastuut projektitiimille, toimintatavat, tehtävät ja niihin liittyvä töiden sekä tehtävien sisältö. Tässä kohtaa tulisi ottaa myös huomioon resurssitarpeiden tarkentaminen. Tarkennusten perusteella hankitaan tarvittavat resurssit ja toteutetaan työ suunnitelman mukaisesti. Resursseja tulee kohdentaa oikeaan tekemiseen oikeaan aikaan. Toteutusvaiheessa tulee tehdä tarkoituksenmukainen dokumentointi. Toteutus siis merkitsee suunnitelman mukaista teknistä ja hankinnallista toteutusta sekä projektiryhmänä työskentelyä. Tämä eroaa koko projektin toteutuksesta. [10]

Ohjausvaiheessa projektin valmistumista seurataan kustannus- ja aikatauluraportoinnin avulla sekä vertaillaan suunnitelmaan teknisten spesifikaatioiden kautta. Raportoinnilla paljastetaan poikkeamat tavoitteista ja suunnitelmista. Raportoinnin tulee olla ennakoivaa, jotta tulevia poikkeamia voitaisiin havaita. Tämä lisää korjaustoimenpiteiden onnistumista. Jos projekti ei etene suunnitellusti, tehdään tarvittavat muutokset projektisuunnitelmaan. [10]

Viimeinen vaihe projektin toteutukselle on päättäminen. Projekti on luovutettu vasta, kun toteutettu tuote on toimitettu ja otettu käyttöön. Projektidokumenttien viimeistely ja luovutus asiakkaalle sekä arkistointi ovat oleellisia projektin päättämiseksi. Projektia tulisi arvioida yhdessä asiakkaan kanssa ja kerätä asiakaspalautetta oppimisen ja jatkuvan parantamisen edistämiseksi. [10]



Kuva 7. Ohjaus- ja toteutusprosessi [11].

Projektin toteutukseen liittyviä vaiheita voidaan myös kuvata ohjaus- ja toteutusprosessien avulla. Kuvassa 7 on esitelty tarkempi kuvaus projektin ohjaus- ja toteutusprosessista ja se havainnollistaa ohjausprosessin ja toteutusprosessin vaiheita ja niiden välisiä suhteita. Toteutusprosessiin sisältyy toiminta, joka tähtää välittömästi tuloksen syntyyn. Ohjausprosessiin sisältyvät käynnistysvaihe, organisointivaihe, suunnitteluvaihe, toimeenpano- ja ohjausvaihe sekä projektin päättäminen. [11]

4.3 Projektinhallinta

Projektinhallinnan ominaispiirteiksi voidaan kuvata pitkä kesto-aika, monivaiheisuus ja monimutkaisuus. Yhtä aikaa ohjattavia vaiheita ja toimintoja on suuri määrä. Projektin johtamisen näkökulmasta on tärkeää ottaa huomioon projektin luonne ja monimutkaisuus huomioon ja projektinhallinnan keskeisin tehtävä on koordinoita eri vaiheita ja hallita toteutusaikataulua. Projektinhallintaa helpottamaan projekti jaetaan pienempiin vaiheisiin tai erillisiin osaprojekteihin, jotta ohjaus- sekä toteutusvastuuta voidaan jakaa. Hyvään johtamiseen ja seurantaan kuuluu osatavoitteiden, kokonaisaikataulun ja budjetin hallinta. Projektille nimetään vastuullinen projektipäällikkö ja sille laaditaan oma aikataulu. Resurssien käytettävyys tulee määritellä, joita projektipäällikkö ohjaa. Laajojen projektien toteuttamisessa voidaan käyttää toimintaverkkoja aikataulujen suunnitteluun sekä hallintaan. Resurssit asettavat rajoitukset projektinhallinnalle. Eri vaiheissa tarvitaan erityyppisiä ja eri määrä resursseja. Vaiheiden ajoitus tulee suunnitella käytettävissä olevien resurssien mukaan. Resursseja ovat esimerkiksi henkilöstön osaaminen ja määrä, kokoonpanotilat, suunnittelu- ja konekapasiteetti. [2]

Yksittäisten projektien ja projektimuotoien tuotannon ohjauksessa käytetään toimintaverkkoa. Toimintaverkolla hallitaan projektin eri tehtävien välisiä riippuvuuksia ja toteutusaikoja, jotta toimitusaikoihin päästään. Toimintaverkolla voidaan analysoida eri vaiheiden aikataulu koko projektin aikataulunpidon kannalta. Tietojärjestelmien käyttö toimintaverkkojen laadinnassa on välttämätöntä, koska niillä voidaan suunnitella eri vaiheiden toteutusajankohdat sekä eri resurssien kuormitus. Projekti on jaettu osaprojekteihin, joista tärkeimpiä kutsutaan kriittisiksi. Kriittiset osaprojektit tulee edelleen jakaa tarkemmin ohjattaviin osiin. Toimintaverkon avulla voidaan laskea kriittinen polku, joka kertoo kestoaltaan pisimmän tehtäväketjun. Se myös samalla määrittää koko projektin keston. Jos kriittisen polun työvaihe myöhästyy, viivästyttää se koko projektin kesto. Vastaavasti kriittisellä polulla säästetty aika lyhentää kokonaiskesto. [2]

4.3.1 Projektin ositus

Projektinosituksella tarkoitetaan projektin pilkkomista itsenäisesti suunniteltaviin ja toteutettaviin kokonaisuuksiin ja se on projektinhallinnan keskeisin informaatioväline. Sitä voidaan hyödyntää projektin kaikkien osapuolten suunnitelmien, aikataulujen, budjettien ja raporttien pohjana. Projektinosituksen tavoitteita ovat projektin vaiheistus, jakaa projekti selviin vastuukokonaisuuksiin, auttaa hahmottamaan osa-aikataulujen riippuvuuksia, luoda puitteet kustannusohjaukselle, antaa työlle hierarkkinen jäsentely ja integroida taloudellinen sekä ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ositusta voidaan tehdä usealla eri tavalla, eikä mitään oikeaa tapaa ole. Ositukseen vaikuttaa projektin ohjaustapa. [11]

Projektin ositus voidaan tehdä käyttämällä seuraavia perusmenetelmiä tai niiden yhdistelmiä

- vaiheittainen ositus
- järjestelmiin osittaminen
- rakenteellinen ositus
- ositus työlajin mukaan.

Vaiheittainen ositus tarkoittaa projektin jakamista peräkkäisiin osiin. Näin projektiin muodostuu ajallisesti rajatut ja itsenäiset osat. Projekti voidaan eritellä systeemeittäin, jolloin kyseessä on järjestelmiin ositus. Rakenteellisessa osituksessa projekti jaetaan fyysisiin osiin, mikä muistuttaa osaluettelon laatimista. Työlajin mukaisessa osituksessa projekti eritellään eri työlajien mukaisesti. [11]

4.3.2 Projektin aikaohjaus

Projektien aikataulun pitäminen on nykyaikana entistä tärkeämpää. Projekteissa pyritään mahdollisimman lyhyeen toteutusaikaan, sillä jokaiseen projektiin on sidottuna pääomaa. Projektin aikataulun merkitys voidaan arvioida rahassa, sillä aikatauluvaatimuksissa pysyminen on myös kilpailuetu. Projektin aikataulutusta vaikuttaa rahallisesti esimerkiksi myöhästymissakkoihin, pääoman korkokustannuksiin ja tuottoon projektin tuloksesta. Myöhästynyt projekti näkyy menetettyinä voittoina. Onnistunut aikataulutusta luo kilpailuetua ja tuo hyvää mainetta luotettavana toimijana. Aikataulun laadintaan liittyy seuraavat vaiheet

1. tehtäväluettelon tekeminen
2. työmäärien ja kestojen arviointi tehtäville

3. tehtävien suoritusjärjestyksen ja riippuvuuksien selvitys
4. tehtävien resurssien suunnittelu
5. aikataulun muotoilu
6. resurssien ja aikataulun analysointi
7. hyväksyntä ja sitoutuminen aikatauluun.

Projektin aikatauluun tulee muutoksia ja aikaohjaus onkin jatkuva prosessi. Tärkeintä on kerätä ja hyödyntää parasta mahdollista tietoa, joka on saatavilla. [11]

4.3.3 Projektin resurssiohjaus

Resurssisuunnittelu on kytköksissä aikataulunsuunnitteluun. Yleisin syy aikataulujen pettämiseen on huono resurssilaskenta. Tämä johtaa siihen, ettei tarvittavaa resurssimäärää ole käytettävissä. Resurssipula heijastuu ylitöinä, jatkuvana kiireenä ja myöhästelynä. Resurssisuunnittelu vaikuttaa suoraan projektin kustannuksiin. Resursseilla tarkoitetaan yrityksen käytettävissä olevaa pääomaa, henkilöstöä, koneita ja laitteita sekä materiaaleja. Joskus projektilla voi esiintyä muitakin resursseja. [11]

Tehokas resurssinsuunnittelu pyrkii varmistamaan aikataulusuunnitelmassa nimettyjen resurssien saatavuuden, avainresurssien käytön optimoinnin, resurssikustannusten vähentämisen ja yritystason kokonaishallinnan. Projekteissa tulee huomioida resurssien todellinen kapasiteetti. Kuormitusta tulee tasoittaa eri resurssilajien suhteen. Tätä kutsutaan kuormitussuunnitteluksi. [11]

4.3.4 Projektin kustannusohjaus

Projekteilla on omat taloudelliset tavoitteensa, joiden toteutuminen lasketaan projektin valmistuttua. Usein projekteilla on kiinteä sopimushinta, jolloin projektin kustannusarviointin ja ohjauksen onnistumisen merkitys on elintärkeä toteuttavalle osapuolelle. Projektin minimikustannukset saavutetaan pitkällä aikavälillä. Lyhin mahdollinen ajoitus taas nostaa kustannuksia jyrkästi. Kustannusohjauksen tehtävä on löytää optimi, jossa kustannukset eivät nouse liikaa tai aikataulu veny liian pitkäksi. Tavoitteena on projektin mahdollisimman edullinen toteutus taloudellisesti. Kustannusohjaukseen sisältyy

- kustannusten arviointi
- projektin budjetin määrittely
- aikataulun ja kustannusten optimointi
- kassavirtalaskenta

- kustannusten raportointi
- ohjauspäätösten teko
- jälkilaskenta [11].

Kustannuslaskennan täytyy olla ennakoivaa ja ohjata toimenpiteisiin. Kustannusjärjestelmän on tuotettava tietoa, joka kuvaa todellisen työn edistymistä ja liittää toisiinsa ajallisen sekä taloudellisen edistymisen. Kustannusjärjestelmän pitää korostaa päätapahtumia, antaa yhteenvedot projektin johtamisen eri tasoista, tunnistaa ongelmakohdat ja ennakoida tuleva kustannuskehitys. Suurin osa kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä tehdään projektin alkuvaiheessa. Tärkeätä on siis kehittää suunnittelijoiden taloudellista ajattelua. Sopimusvariaatioita on useita mutta ne muodostuvat kahdesta perustyyppistä: kokonaisurakka ja laskutustyö. [11].

4.4 Prosessimaisuus

Projekteja ja prosesseja ei tule keskenään sekoittaa. Projektilla on selkeä alku ja loppu, kun taas prosessi on jatkuvaa toimintaa. Projekteja tuli voida kuitenkin kehittää prosessimaiseen suuntaan. Tällä voidaan saavuttaa mittavia hyötyjä projektien läpiviennissä, varsinkin usean toimijan projekteissa. Prosessorientoituneisuuteen liittyy monia hyviä ominaispiirteitä, joista on suurta hyötyä projektinhallinnassa. Näitä ominaispiirteitä ovat Macheridis & Nilssonin [12] mukaan

- Prosessit ovat asiakaskeskeisiä ja keskittyvät virtauksen sekä laadun hallintaan
- Prosessit madaltavat organisaation hierarkiaa. Tämä nopeuttaa päätöksentekoa
- Projektituotanto on dynaamista ja monimutkaista. Prosessimaisuus mahdollistaa nopean reagoinnin muuttuviin olosuhteisiin.

Projekteista voidaan tunnistaa ydinprosessit, tukiprosessit ja johtamisprosessit. Ydinprosessit ovat arvoa tuottavia. Tukiprosesseilla autetaan ydinprosesseja toimimaan tehokkaasti. Tukiprosessien olisi hyödyllistä olla sovellettavissa useampaan yrityksen tekemään projektiin. Johtamisprosessit liittyvät koko yrityksen toimintaan. Niillä koordinoidaan ydin- ja tukiprosesseja sekä hallitaan projektien elinkaarta ja kehitystä. Näiden prosessien tunnistaminen projekteista on elintärkeää projektien prosessimaisuuden kehityksessä. [12]

5. TUOTANNONOHJAUS PROJEKTEISSA

Tuotannonohjauksen ja projektinhallinnan prosesseilla on monia samanlaisia vaiheita aikatauluttamisesta resurssisuunnitteluun. Molempien avulla tähdätään tuotannon tehokkaaseen läpivientiin. Samankaltaisuuksistaan huolimatta ne eivät ole samoja asioita. Molemmilla on omat alkuperänsä ja tarkoituksensa. Projektinhallinnan tarkoitus on tyydyttää raportoinnin ja kirjanpidon vaatimukset, kun taas tuotannonohjaus keskittyy työn suunnitteluun, toteutukseen ja parantamiseen. Projektinhallinnan toiminnot keskittyvät selvästi enemmän informointiin ja raportointiin talouden sekä yrityksen johdon näkökulmasta. Projektinhallinnalla raportoidaan projektin tilaa sekä kartoitetaan kustannuksia. Projektin tilaa verrataan alkuperäiseen suunnitelmaan ja itse työn suunnittelu sekä ohjaus jäävät vähemmälle.

Tuotannonohjaus taas toimii enemmän lattiatasolla ja sen toimintoja kuvaa aktiivinen suunnittelu, ohjaus ja toteutus. Yksinkertaisesti tuotannonohjaus vastaa paremmin kysymykseen, miten työ kannattaisi suunnitella, tehdä ja miten sitä voitaisiin parantaa. Tuotannonohjausta ei voi suoraan hyödyntää projektiperusteisessa tuotannossa, vaan keskittyminen kannattaa kohdentaa erityisesti suunnitteluun ja aikatauluttamiseen. Tavoitteellisista ja käytännön eroista huolimatta projektinhallinta ja tuotannonohjaus tukevat toisiaan ja niitä olisi hyvä hyödyntää yhtä aikaa. Molempien prosessien tehokas hyödyntäminen vaatii tarkkojen aikataulujen tekoa ja suunnittelua. Tämä voi aiheuttaa sekaannusta projektin eri tahoille ja siksi selvät tavoitteet aikataulujen hallintaan ovat tarpeellisia. Projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen tehokkaalla yhteiskäytöllä pystytään vastaamaan projektien raportoinnin sekä toteuttamisen haasteisiin parhaalla mahdollisella tavalla.

Tässä luvussa käsitellään tuotannonohjauksen prosessia projektituotannon näkökulmasta. Projektinhallinnan tärkeimpiä tehtäviä ovat aikatauluttaminen, resurssiensuunnittelu, kapasiteetin käyttö ja tiedonkulku. Näihin teemoihin keskitytään myös tuotannonohjauksessa. Aihetta käsitellään kirjallisuuden lisäksi oman tiedon ja kokemuksen pohjalta.

5.1 Tuotannonohjausprosessi projekteissa

Projektit ovat kompleksisuudeltaan tavallista kappaletavaratuotantoa monimutkaisempia. Vaikka projektituotanto on yksi tuotannon muodoista ja tuotannonohjausta on tehty jo kauan teollisuudessa, ei tuotannonohjausta ole integroitu

projektituotantoon yhtä tehokkaasti kuin muihin tuotannonohjauksen muotoihin. Projektituotannonohjauksella pyritään integroimaan teollisen tuotannonohjauksen periaatteita projektikentälle.

Tuotannonohjaus on siirtynyt aikojen saatossa ihmiskeskeisyydestä ohjelmistoperusteiseksi, mutta nykyisessä projektituotannonohjauksessa ihmisen kokemuksen ja osaamisen tärkeys on edelleen suuri suunnittelutyössä. Ohjelmistot ja tietojärjestelmät ovat kuitenkin vakaampia ja luotettavampia kuin ihminen. Nykyajan tuotannossa tietojärjestelmien hyödyntäminen onkin oikeastaan välttämätöntä. Ihmisen rooli ohjauksessa tulisikin vähentää minimiin. Projektin monimutkaisuuden ja ainutlaatuisuuden vuoksi projektin suunnittelu, toteutus, ohjaus sekä kehitys tulee räätälöidä vastaamaan projektin ominaisuuksia ja työntekijöitä, jotka suorittavat projektiin liittyvät tehtävät. [13]

Martinsuon [14] mukaan tuotannonohjausprosessiin kuuluu kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu, hienosuunnittelu ja valmistus. Suunnittelun apuna olisi hyvä käyttää hajautettua menetelmää, jossa suunnitteluvastuu on valmistusyksiköissä. Projektin ositusta hyödyntämällä vastualueiden jakaminen helpottuu ja yksiköiden itsenäisen tekemisen tukeminen parantuu. Tärkeää on suunnitelman jatkuva päivittäminen ja ohjaus sekä toimeenpano. Hajautettu tuotannonohjaus vähentää muuttujia ja lisää luotettavuutta sekä ennustettavuutta projektien toteutuksessa. Projektien onnistumiselle tärkeää on hyvä asiakaskontakti ja henkilöstön motivaatio. Hajautettu tyyli auttaa lisäämään joustavuutta asiakasrajapinnassa ja isompi vastuu toiminnasta lisää työntekijöiden motivaatiota. Myös ongelmien helpompi havaitseminen korostuu, mikä on tärkeää lean-toiminnan näkökulmasta. Nopeampi reagointi ongelmiin vähentää turhaa työtä sekä hukkaa. Henkilöstön hyvinvointi lisää työtehokkuutta.

Martinsuo [14] kertoo hajautetun ohjauksen haitoiksi yksiköiden välisen yhteistyön vaikeuden, optimoinnin haasteet, toimintatapojen erot sekä kokonaisuuden tehokkuuden vähentyminen. Sen vuoksi huomiota tulisi erityisen tarkkaan kiinnittää yrityksen omaan tiedonkulkuun ja kommunikaatioon. Tietojärjestelmien käyttöönotto ja tehokas hyödyntäminen helpottaa yksiköiden välistä yhteistyötä. Huono kommunikaatioyhteys voi näkyä epäselvyyksinä ja jopa projektin viivästymisenä. Siten se vaikuttaa rahallisesti projektin tulokseen negatiivisesti. Projekteissa nopeat ratkaisut ovat erityisen tärkeitä, joten päätöksenteossa tulee aina olla viimeisin tieto nopeasti saatavilla.

5.1.1 Kokonais- ja karkeasuunnittelu

Martinsuon [14] mukaan tuotannonohjausprosessi lähtee liikkeelle kokonaissuunnittelusta. Kokonaissuunnittelun tarkoitus on suunnitella ylimmän tason keskipitkän aikajänteen tavoitteita ja toimenpiteitä kuten tuotannon kokonaisvolyymia, resurssitarvetta, varastoja ja hankintoja. Kokonaissuunnittelu on osa vuotuista budjetointia ja siitä saatavat tiedot ovat karkea- ja hienosuunnittelun lähtötietoja. Kysynnän tarve ei jatku tasaisena vaan se vaihtelee. Kysynnän vaihtelu vaikeuttaa kapasiteetin säätelyä, joten yrityksen on keksittävä tarkoituksenmukaisia keinoja kysynnänvaihteluun vastaamiseen. Näitä voisivat projektituotannossa olla toimitusaikojen muutokset, resurssijousten käyttö sekä itse kysyntään vaikuttaminen. Projektituotannossa tässä vaiheessa olisi hyvä hyödyntää projektinhallinnan periaatteita, koska kokonaissuunnittelu tulisi kohdentaa koko projektin kestolle.

Karkeasuunnittelussa resurssitarpeen, varastojen ja hankintojen suunnittelu viedään kokonaissuunnittelua yksityiskohtaisemmalle tasolle eli tuotantoerien tasolle ja sen toteutus tuotantjärjestelmässä aikataulutetaan. Karkeasuunnittelussa kannattaa hyödyntää projektinhallinnan tekemää ositusta. Martinsuo [14] nimeää karkeasuunnittelun kolmeksi päätehtäväksi

- tuotannon kokonaisaikataulun suunnittelu
- resurssien käytön karkeasuunnittelu
- toimituskyvyn karkea suunnittelu.

Projektituotannon karkeasuunnittelussa suunnittelu on tehtävä aina asiakaskohtaisesti, eikä valmiita tietoja ole. Arviointi ja suunnittelu on vaikeampaa, koska tietoja ei välttämättä edes saada ennakolta. Projektituotannossa olisi hyvä keskittyä kokonaisaikataulun suunnitteluun ja resurssisuunnitteluun, jotta kapasiteetti voidaan sopeuttaa tuotantoaikatauluun. Tehtävien suorittamisen välinen odottelu tulisi minimoida, jotta aikataulussa pysytään ja hukkaa syntyisi mahdollisimman vähän. Tehtävät tulisi suunnitella niin, että vaiheesta toiseen siirtyminen olisi saumatonta ja virtausperusteen mukaista. Läpäisyajan lyhentäminen on selkeä suunnittelun ja toteutuksen tavoite. Tehtävät pitää suorittaa loppuun mahdollisimman nopeasti ja näin vähentää keskeneräisten tehtävien määrää. [14]

5.1.2 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelu on se mekanismi, jolla karkeasuunnittelu toimeenpannaan. Suunnittelun päämääränä on yksityiskohtaisen tuotantosunnitelman teko, jossa

määrätään valmistuksen tuotantoerien koko, työvaiheiden ajoitus, resurssienkäyttö ja tuotantoerien valmistumisajankohta. Hienosuunnittelua tehdään päivittäiselle ja viikoittaiselle tasolle. Asetusajat tulisi pitää mahdollisimman vähäisinä valmistamalla samaa tuotetta tai komponenttia isompia sarjoja. Työvaiheiden yksityiskohtaista suunnittelua tärkeämpää on kuitenkin keskittää huomio koko tuotantoprosessin arvoa tuottavaan ja itseohjautuvaan tekemiseen. Hienosuunnittelussa noudatetaan seuraavia periaatteita

- asetusaikojen ja kustannusten minimointi
- resurssikapeikot ja niiden kuormituksen maksimointi
- tuote-erän ajoitus vaiheajoitusten ja odotetun valmistusajan perusteella
- arvovirran suuntainen ohjaus
- tietojärjestelmät ja visuaaliset keinot hienosuunnittelun tukena
- optimointi [14].

Asetusaikojen minimoinnilla etsitään parasta tuotantojärjestystä, jolla minimoidaan läpäisy aika. Resurssikapeikot eli pullonkaulat säätelevät koko prosessiin läpäisy aika, joten lyhin läpäisy aika saavutetaan resurssikapeikon kuormituksen maksimoimisella. Tehtävät ja tuotanto kannattaa ajoittaa valmistusajan perusteella. Tästä saadaan selville, koska viimeistään pitää tekeminen aloittaa. Arvovirran suuntainen valmistus on tekemistä vain tarpeeseen. Tietojärjestelmillä on keskeinen tehtävä aikataulutuksessa. Optimoinnilla pyritään pääsemään eroon ristiriitaisuuksista. [14]

Projektituotannossa hienosuunnittelu tarkoittaa tehtäväkohtaista suunnittelua ja suunnittelun tarkkuus tulisi olla päiväkohtaista tai viikkokohtaista. Tämä tarkkuus yleensä puuttuu projektinhallinnasta ja siihen tulisikin projektituotannossa panostaa. Arvo lisäntyy aina kun yksi tehtävä on suoritettu loppuun onnistuneesti. Siksi tehtäväkohtaisuutta tulisi painottaa suunnittelussa ja ohjauksessa tavallista kappaletavaratuotantoa enemmän. Itseohjautuvuutta voidaan lisätä tehtävissä hajautetulla ohjauksella. Tuotteeseen tarvittavia osia ei kertaluontoisuuden takia käytetä kuin välttämättä yhdessä tehtävässä, mutta tilausperusteisten välivarastojen käyttö imuohjauksen näkökulmasta on perusteltua.

Projektin sisäisten työryhmien tulisi tavata säännöllisesti työjärjestyksen mukaan, jotta voidaan määritellä tarkasti, mitä seuraavassa vaiheessa tulee saavuttaa. Luomalla tuotantosuunnitelma joka vaiheelle, ohjaus integroituu systemaattisesti suunnitteluprosessiin. Näin voidaan vähentää asetusaikojen resursseille ja tehdä ennakkoon valmisteluja, jotta seuraavaan vaiheeseen siirtyminen olisi mutkatonta.

Kriittisten tehtävien suorittamista tulee painottaa. Työjärjestystä voidaan myös vaihtaa tarpeen tullen. Näillä keinoilla saadaan minimoitua kustannuksia ja odotusaikojen hukkaa. Läpimenoaikojen eli tehtävien suorittamisen kesto tulee minimoida. Toimintatapa vaatii säännöllistä huomiota työnsuorituksen yksityiskohtiin, jopa päivittäin ennen työn suorittamista. Tällöin muutoksiin ehditään varautua ja virheitä vältetään. Tehtävien saumaton suorittaminen näkyy suoraan projektin rahallisessa tuloksessa.

Hienosuunnittelun tarkoituksena on myös tuottaa mahdollisimman ajantasaista tietoa projektista. Tiedonkulkua tulisikin painottaa, jotta ongelmiin voitaisiin puuttua myös ylemmällä tasolla nopeasti. Tietojärjestelmiä tulee hyödyntää sekä tehtävän suunnittelussa, että toteutuksessa. Työvaiheet, -ajat, resurssit ja työjonot on tunnettava tarkasti, jotta hienosuunnittelua voidaan tehdä tehokkaasti. Mahdollisten muutosten ja häiriöiden huomioimisen tärkeys kasvaa, koska projektituotannossa tehtävä suoritetaan vain kerran. Tiimipalaverissa voidaan vaihtaa ajantasaisinta tietoa säännöllisesti ja nopeasti. Tämä lisää yksiköiden välistä yhteistyötä. Projektin hienosuunnittelun onnistuminen on erittäin riippuvainen tietojärjestelmästä ja tiedonkulusta eri tiimien välillä. Siksi läpinäkyvyyteen ja yhteistyöhön tulee panostaa riittävästi.

5.1.3 Valmistus

Hienosuunnittelun tieto on vietävä henkilökunnan tasolle, jotta jokaiselle työntekijälle tavoitteet ovat selkeitä. Valmistuksen ohjaukseen kuuluu työn yksityiskohtien suunnittelu, tehtävien kohdentaminen resursseille, työn ohjaaminen sekä raportointi. Tehtävät kohdennetaan resursseille erilaisten työmääräinten kautta. Työmääräimeen sisältyy tuoterakennenumero, työkalutietoja, työohjeita, tiedot aikaisemmista ja seuraavista työvaiheista. Siihen voi liittyä piirustuksia, laadunvalvonnan ohjeita tai urakkatietoja. Ohjaukseen kuuluvat myös valmistuksen seuranta ja raportointi. Lisäksi tarkkaillaan poikkeamia. [14]

Toteumatietoja tulee kerätä tarkasti kokonaiskuvan ylläpidon ja ongelmien havaitsemiseksi. Toteumatiedoista saadaan käsitys tuottavuudesta, resurssien käytöstä ja läpäisyajoista. Poikkeamat suunnitelmista vaikuttavat projektin seuraaviin tehtäviin ja näin saattavat aiheuttaa projektin viivästymisen. Ajankäytön, materiaalikäytön ja kapasiteetin kuormituksen seurannan tuloksilla on tärkeä asema oppimisessa ja toiminnan jatkuvassa parantamisessa. Tietojen kirjaaminen ylös auttaa parantamaan tulosta seuraavaa tehtävää tai projektia varten. [14]

5.2 Toimenpiteitä JIT:n toteuttamiseksi

Projektituotannossa virtautus kannattaa miettiä tehtäväkohtaisesti, miten tehtävän saisi jaettua pieniin ja helposti hallittaviin kokonaisuuksiin. Toisaalta samankaltaisten tehtävien samankaltaisuuksiin ja välisiin riippuvuuksiin kannattaa kiinnittää huomiota työjärjestystä tehtäessä. Samankaltaisia tehtäviä ja samankaltaisia resursseja tarvitsevien tehtävien tekeminen hyvin suunnitellussa järjestyksessä lisää prosessimaisuutta ja virtausta. Tuotannon ja tehtävien tulisi edetä mahdollisimman suoraviivaisesti ja välivarastoista olisi hyvä päästä eroon ja tuotantosolun tai tehtävän tulisi kuormittaa itse itsensä. Virtauttaminen lisää joustavuutta.

Asetusaikojen lyhentäminen ennen jokaista työvaihetta vähentää projektin tehtävien kokonaisuakaa ja saattaa jopa nopeuttaa koko projektin valmistumista. Asetusaikojen lyhentäminen vähentää varastoinnin tarvetta, mikä vaikuttaa suoraan sitoutuneen pääoman määrään ja niihin liittyviin riskeihin.

Laatuun tulee kiinnittää erityistä huomiota projektin jokaisessa työtehtävässä. Jokainen virhe ja uudelleentekeminen viivyttää valmistumista, ja tällä on suoria negatiivisia vaikutuksia tuottoon. JIT-periaatteen mukaan, jokainen työntekijä on vastuussa omasta työstään ja tätä tulisikin painottaa projektituotannossa. Työntekijöiden tulisi olla tietoinen, miten heidän oma työnsä vaikuttaa koko projektiin. Nollavirheajattelua tulisi painottaa. Kaikki tehtävät tulisi suorittaa heti ensimmäisellä kerralla oikein tai siihen tulisi ainakin pyrkiä. Virheisiin tulisi puuttua ja niiden syy selvittää sekä uudet virheet tulisi poistaa heti niiden syntyvaiheessa. Laadun tulee olla korkealla jokaisessa vaiheessa, jotta ylimääräisiä ja yllättäviä viivästyksiä ei pääse syntymään.

Projektituotanto hyödyntää alihankintaa huomattavasti. Hyvät suhteet luotettaviin tavarantoimittajiin ja alihankkijoihin on projektin onnistumisen edellytys. Alihankkija tulee sitouttaa yrityksen toimintaan ja tavoitteisiin, koska silloin myös alihankkija haluaa panostaa projektin onnistumiseen. Onnistunut yhteistyö ja hyvät suhteet lisäävät tiedonkulkua osapuolten välillä, jolloin virheet voidaan huomata ajoissa. Jos alihankkija tekee työnsä huonosti, kärsii tästä koko projektin toimittaminen. Työohjeiden ja työtapojen tulee olla selvillä kaikille projektin parissa työskenteleville. Alihankkijan osaamista kannattaa hyödyntää toiminnan myös oman toiminnan kehittämisessä.

Automatisointia kannattaa miettiä niissä töissä, jotka ovat yrityksen liiketoiminnan kannalta järkeviä ja toistuvia, jopa eri projektien välillä. Automatisoinnin lisääminen ei tule olla itsetarkoitus, vaan sen tulee olla selkeä arvoa tuottava investointi. Jotta automatisoinnista saadaan kaikki hyöty irti, tulee automatisoinnin tukea useampaa tehtävää tai tehtävän pitää toistua useita kertoja. Automatisoinnilla voidaan nopeuttaa

projektin valmistumista ja automatisointi lisää laatua koneiden olleessa ihmistä luotettavampia ja tasaisempia. Koneita ja laitteita voidaan mahdollisesti käyttää myös ihmisten työajan ulkopuolella, mikä lisää läpäisyäikää.

5.3 Tekninen järjestely

Tehtävien sisällä on tärkeää huomioida, miten resurssit on järjestelty. Resurssien järjestelyllä on tärkeä osa lean-tavoitteiden toteuttamisessa. Tekniseen järjestelyyn sisältyy koneiden, laitteiden ja materiaalivirtojen järjestely sekä työntekijöiden työsuunnittelu. [4]

5.3.1 Layout

Yrityksen tulee investoida koneisiin ja laitteisiin, jotta haluttu kapasiteettitaso saavutetaan. Nämä resurssit tulee järjestää niin, että ne toteuttavat parhaalla mahdollisella tavalla asetettuja tavoitteita. Perinteisesti laitteet kannattaa järjestää suuria ja toistuvia materiaalikantoja ajatellen. Projektituotannossa tämä ei ole aina mahdollista, koska tehtävät ja jopa sijainti vaihtelevat. Siksi layoutin tärkeys korostuu. Layout tarkoittaa laitteiden ja muiden fyysisten osien sijoittelua tuotantoalueella. Layout kannattaa optimoida kokonaisliiketoiminnan kannalta sopivaksi, tosin kaikkia tarpeita on mahdoton tyydyttää. Projektituotannossa kaikkia tekijöitä ei voida etukäteen määrittää. Funktionaalinen layout toimii parhaiten tuotannossa, jossa erilaisia tuotteita on paljon, mutta pieniä määriä. Siinä laitteet ja työpisteet on järjestetty ryhmiin tehtävien samankaltaisuuden mukaan. Funktionaalinen layout on joustava ja se kannattaa suunnitella siten, että laitteita voidaan siirtää vain kohtuullisella vaivalla. Toisaalta isojen projektituotteiden valmistukseen sopii myös kiinteän valmistuspisteen layout, jossa valmistettava tuote pysyy paikallaan. Valmistamiseen liittyvät henkilöt sekä materiaalit ja välineet tuodaan tuotteen luo. [14]

Projektituotantoon soveltuu parhaiten funktionaalinen layout ja kiinteän valmistuspisteen layout. Fyysisten osien järjestystä voidaan muuttaa jopa vuosittain tai useammin projektin vaihtuessa. Layout vaikuttaa suoraan läpäisyäikoihin odottelun ja siirtelyn kautta, joten sen suunnitteluun ja kehitykseen kannattaa panostaa. Hyvä layout tuotantoalueella on lean-periaatteiden mukaista ja säästää hukkaa. Parhaiten layout-suunnittelusta hyötyvät yritykset, jotka tekevät projekteina samankaltaisia tuotteita ja jossa projektin kautta syntyvät tuotteet valmistetaan yhdenmukaisesti. Pienempiä tuotantoeriä tulisi yhdistellä suuremmiksi kokonaisuuksiksi esimerkiksi osien tai tehtävien tekoprosessien samankaltaisuuksien mukaan, jotta layoutista saadaan tehokkaasti kaikki hyödyt irti. Toistuvuuden lisääminen projektissa

siellä missä se on mahdollista lisää prosessimaisuutta, joka taas parantaa laadun hallintaa ja virtautusta. Myös varastojen sijaintia työpisteisiin nähden kannattaa suunnitella. Tuotantoalueella matkat saattavat helposti venyä kilometrienkin mittaisiksi työpisteeltä toiseen.

5.3.2 Työmenetelmien suunnittelu

Työmenetelmillä ja osatehtävillä on iso vaikutus tehtävien toimintavarmuuteen ja koko tuotannon tuottavuuteen. Hyvä suunnittelu lisää tehokkuutta ja kohdentaa resurssit oikeanlaiseen tekemiseen. Tämä lisää resurssien käyttöastetta. Tuote täytyy valmistaa mahdollisimman edullisesti, laadukkaasti ja nopeasti. Työmenetelmien suunnittelu varmistaa, että tehtävät saadaan suoritettua näiden kriteerien mukaan. Työmenetelmien suunnittelussa voidaan hyödyntää suoritustason tutkimista, joka on perusta työmenetelmien kehittämiseen ja jatkuvalla parantamisella, vertaamalla todellisia resursseja todellisiin tuotoksiin. Toteutunutta kone- ja työaikaa tarkastelemalla voidaan löytää mahdollisia hukan ja tehottomuuden lähteitä. [14]

Projektituotannon kannalta tärkeää on hyvä työnkulun suunnittelu, jossa määritetään tehtävien keskinäiset järjestykset ja suorituskyyvaatimukset. Aikataulussa pysyminen on kriittinen osa projektin tuottavuutta. Töille ja laitteiden käytölle on hyvä määritellä standardit, joita jokaisen tulee noudattaa. Tämä tehostaa laitteiden hyödyntämistä ja niiden käyttöikä, joilla on suora rahallinen ja ajallinen vaikutus. Samanlainen työskentelytapa lisää tehtävistä kerättyjen tietojen luotettavuutta ja parantaa työturvallisuutta. Yhteistyötapojen ja viestinnän suunnittelulla lisätään tiedonkulkua yrityksessä ja tuotannossa eri toimijoiden välillä.

5.4 Aikataulu- ja resurssisuunnittelu

Aikataulusuunnittelu on yksi projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen peruseräkkeistä. Aikataulusuunnittelulla vaikutetaan työjärjestykseen, töiden keston ja resurssitarpeeseen. Projektinhallinnan ositusaikataulun yhdistäminen tuotannonohjauksen tuotanto- ja valmistussuunnitelmaan antaa kattavimman kuvan projektin aikataulusta. Kun muutoksia ilmenee, on paljon helpompi tehdä muutokset kerralla yhteen järjestelmään kuin muokkaa useaa aikataulua. Aikataulua tulee koko ajan seurata ja päivittää. Tietojärjestelmien avulla tuotannosta voidaan kerätä reaaliaikaista dataa toimintokohtaisesti kuten aloitus- ja lopetusajat, kesto aika, työntekijän ja koneen tekemät tunnukset, materiaalien käyttö ja missä vaiheessa tehtävä on. Näitä tietoja tulee hyödyntää ja verrata suunnitelman mukaiseen aikatauluun. Tietojen oikea-aikainen kerääminen on tärkeää, jotta ongelmiin ja viivästyksiin pystytään puuttamaan ajoissa.

Tietojärjestelmien hyödyntäminen datan keruussa on luotettavampaa, kuin ihmisten käsin keräämä tieto. Tietojärjestelmä osaa myös hälyttää heti, jos viivästyksiä ilmenee tai taloudellisiin tavoitteisiin ei yllätä.

Resurssisuunnittelussa kannattaa hyödyntää kokonaisresurssitarpeen yhdistämistä koko yrityksen kesken, jolloin voidaan priorisoida ja suunnitella resurssienhallintaa tehokkaammin. Kokonaisresurssitarpeesta voidaan erottaa resurssitarpeen huippuja jo etukäteen ja varautua niihin tasoittamalla tai investoimalla lisäresursseihin. Projekteihin viivästyksiä aiheuttavat juuri vaillinainen resurssisuunnittelu. Tasainen kapasiteetti lisää joustavuutta ja vähentää sidotun pääoman tarvetta. On tärkeää, että kaikkia resursseja käyttöaika on maksimoitu, jotta investoinneista saadaan suurin rahallinen hyöty irti. Resurssihuppuihin voidaan varautua myös siirtämällä tehtäviä työjärjestyksessä, mutta tämä vaatii enemmän suunnittelua, eikä välttämättä ole mahdollista. Resurssisuunnittelussa on myös mahdollista hyödyntää tietojärjestelmiä luotettavuuden maksimoimiseksi. Resurssisuunnittelussa pullonkaulojen eli eniten kuormitettujen resurssien havainnoiminen on tärkeää, jotta pullonkaula olisi käytössä suurimman osan ajasta. Pullonkaula vaikuttaa tehtävän läpäisy aikaan. Projektituotannossa suunnittelun merkitys korostuu, koska tehtäviä saatetaan suorittaa vain kerran ja toistoa ei ole.

6. YHTEENVETO

Tässä kandidaatintyössä esiteltiin tuotannonohjauksen periaatteita, lean-tuotantoajattelua ja projektinhallintaa. Viimeisessä kappaleessa pohdittiin, miten tuotannonohjausta ja lean-ajattelua voitaisiin hyödyntää projektituotannossa. Projektin ominaisuuksia käsiteltiin luvussa 4, jossa todettiin projektin oleva kertaluontoinen ja ainutlaatuinen. Projektia johdetaan yleensä vain projektinhallinnan näkökulmasta, joka on riittämätöntä ja yksipuolista. Jokainen projektin tehtävä suoritetaan kerran ja tämä vuoksi tehtävän suunnitteluun tulee perehtyä ja panostaa erityisen paljon. Projektin myöhästymisellä on suuria taloudellisia vaikutuksia, joka vaikuttaa koko yrityksen kannattavuuteen. Tuotannonohjauksen ja projektinhallinnan yhdistäminen tuottaa parhaan mahdollisen lopputuloksen. Lean-ajattelun integroiminen parantaa kustannustehokkuutta ja laatua.

Tuotannonohjausta ei hyödynnetä projektituotannossa niin tehokkaasti kuin pitäisi. Projektin johtaminen perustuu suurimmalta osin projektinhallinnan periaatteille. Kirjallisuustutkimuksessa tuli esille miten samankaltaisia projektinhallinta ja tuotannonohjaus ovat periaatteiltaan. Molempien tarkoituksena on lyhentää tuotannon kokonaisläpimenoaika ja suorittaa projekti mahdollisimman laadukkaasti mutta mahdollisimman kustannustehokkaasti. Molempiin vaiheisiin liittyy aikataulun suunnittelua ja resurssisuunnittelua. Samankaltaisuuksistaan huolimatta projektinhallinta ja tuotannonohjaus palvelevat eri tarkoituksia projektin toteutuksessa. Projektihallinta on ehdottomasti enemmän kustannus- ja raportointipainotteinen. Se keskittyy projektin tilan raportointiin johdolle kustannusten näkökulmasta ja miten projekti voidaan toimittaa mahdollisimman edullisesti. Projektinhallinta sopii paremmin ylempien tasojen suunnitelmien tekoon. Tuotannonohjaus taas keskittyy enemmän lattiataason ja sen toimintojen kuvaamiseen. Yksinkertaisesti tuotannonohjaus vastaa paremmin kysymykseen, miten työ kannattaisi suunnitella, tehdä ja miten sitä voitaisiin parantaa. Tuotannonohjausta ei voida suoraan soveltaa projektiperusteisessa tuotannossa, vaan keskittyminen kannattaa kohdentaa erityisesti suunnitteluun, aikataulutukseen ja laatuun.

Projektiperusteisessa tuotannossa tärkeintä on keskittyä aikataulujen ja resurssien suunnitteluun. Tuotannonohjauksessa kannattaa hyödyntää hajautettua ohjaustapaa, jossa tehtävien suunnittelu on annettu tehtävän suorittavalle yksikölle. Tätä tapaa hyödynnettäessä tulee kuitenkin tiedonkulkuun panostaa yksiköiden välillä. Tehtävät kannattaa suunnitella hyvin etukäteen, jotta laatu säilyy ja tehtäviä ei tarvitse suorittaa

uudestaan. Tehtävien epäonnistuminen voi johtaa suuriin taloudellisiin menetyksiin. Resurssisuunnittelun epäonnistuminen on suurin yksittäinen syy aikataulujen viivästymiseen. Tehtäviä tulee valvoa ja niiden tilaa raportoida usein, jotta virheet huomataan nopeasti. Tehtävän tekemiseen tarvittavien resurssien fyysistä sijaintia kannattaa miettiä etukäteen layout-suunnittelulla, jotta vältetään hukkaa. Parhaan mahdollisen suunnittelutyön aikaansaamiseksi tietojärjestelmien hyödyntäminen on pakollista.

LÄHDELUETTELO

- [1] P Miettinen. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus; 1993.
- [2] M Haverila, E Uusi-Rauva, I Kouri, A Miettinen. Teollisuustalous. 5. p. Ylöjärvi: Infacs johtamistekniikka; 2005.
- [3] I Lapinleimu, V Kauppinen, S Torvinen. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo;: WSOY; 1997.
- [4] I Lapinleimu. Ideaalitehdas: tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu; 2000.
- [5] E Järvenpää, M Lanz, H Tokola, T Salonen, M Koho. Production planning and control in Finnish manufacturing companies – Current state and challenges. Julkaisussa Proceedings of the 25th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing; 2014.
- [6] E Järvenpää, M Lanz, V Toivonen, H Tokola, I Seilonen, T Salonen, R Puro, H Nieminen. Tuottavuusloikka tuotannossa: Digitaalista tuotantoa MES:n avulla. Fimecc; 2016.
- [7] I Kouri. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologainfo Teknova; 2010.
- [8] T Vuorinen. Strategiakirja: 20 työkalua. Helsinki: Talentum; 2014.
- [9] JP Womack, DT Jones. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. New York (N.Y.): Simon & Schuster; 1996
- [10] KA Arto, M Martinsuo, J Kujala. (2006) Projektiliiketoiminta. Helsinki: WSOY; 2006.
- [11] R Pelin. Projektihallinnan käsikirja. 7. uud. p. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin; 2011.
- [12] N Macheridis, C-H Nilsson. Management of Multi-Projects In a Process Oriented Organization. Lund Institute of Economic Research, Working Paper Series; 2006.
- [13] R. J. Arbulu, H. J. J. Choo, M Williams. Contrasting Project Production Control with Project Controls. Darwin, Project Production Institute; 2006.
- [14] M Martinsuo, S Mäkinen, P Suomala, J Lyly-Yrjänäinen. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. 1. painos. Helsinki: Edita; 2016.