



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KONEPAJAN TUOTEVALIKOIMAN LAAJENTAMINEN

Opinnäytetyö

TEKIJÄ/T:

Tero Nokka
EJJ19SY

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Tero Nokka	
Työn nimi Konepajan tuotevalikoiman laajentaminen	
Päiväys 14.12.2020	Sivumäärä/Liitteet
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Andritz Oy, Andritz Varkaus Works Oy	
Tiivistelmä Tämän työn tavoitteena oli kehittää toimintaprosessit työnantajani konepajalle uusien tuotteiden lisäämiseen pajan valikoimiin. Nykyisin konepaja valmistaa hyvin rajattua osaa yhtiömme tuotteista. Uusien tuotteiden tarkoituksena on tasata työkuorman vaihteluita hyvin syklisessä liiketoimintaympäristössä. Työn lähtökohdaksi otettiin olemassa olevat tuotteet, jotka on tähän asti tehty alihankintana. Uusia tuotteita ei tässä työssä siis kehitetty. Mahdolliset uudet tuotteet tulisi siis tehdä olemassa olevilla resursseilla, mutta uudessa konepajassa. Työnantajani investoi uuteen konepajaan, joka valmistuu 2022. Työssä tutkittiin erilaisia valmistumenetelmiä, sekä tuotannonohjauksen menetelmiä tuotannon suunnittelun perustaksi, sekä nykyisen resurssin mahdollisuuksien selvittämiseksi. Itse toimintaprosessit sisältävät tuotteen valinnan perusteet, tuotannon ohjauksen ja järjestämisen, sekä tuotannon laadunvarmistuksen ja valvonnan. Varsinaisen valmistuksen prosessin lisäksi työssä tehtiin tuotekehitys prosessi mahdollisesti valittaville tuotteille. Tuotekehitysprosessi on luonnollinen lisä, koska valmistava konepaja ja tuotekehitys/suunnittelu sijaitsevat lähellä toisiaan.	
Avainsanat Tuotanto, Prosessi, Tuotevalikoima, Tuotannon ohjaus, Tuotekehitys	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Competence Management	
Author(s) Tero Nokka	
Title of Thesis Increasing manufacturing shop product portfolio	
Date 14.12.2020	Pages/Appendices
Client Organisation /Partners Andritz Oy, Andritz Varkaus Works Oy	
<p>Abstract</p> <p>Purpose of this Thesis was to create processes for new product addition to manufacturing shop product portfolio. Currently workshop is manufacturing limited number of company's products. Purpose of the new products is to reduce the variety of workload in very cyclic business. New products will be existing products from company's product portfolio which are previously manufactured in outsourced workshops. New products were not developed or designed in this Thesis. New additional product is manufactured with existing resources in new workshop. New workshop supposed to be ready for production in 2022.</p> <p>Theory in Thesis was production management, production methods and production control for production planning purposes. Also, existing resources were considered in this work. Another process that was created in this Thesis, was product development process. New selected products are manufactured and designed inside same company and physically close to each other. Ideas from production is easy to collect and considered in product design.</p>	
<p>Keywords Production, Process, Product portfolio, Production management, Product development</p>	

ESIPUHE

Sain tämän työn aiheen pöydälleni jo ennen kuin hain opiskelemaan ylempää AMK-tutkintoa. Opiskelemaan päästyäni tästä aiheesta tuli sopiva opintojen opinnäytetyöksi. Tämän opinnäytetyön ja konkreettisen, työelämässäni tapahtuvan toteuttamisen aikataulut sopivat hyvin yhteen. Haluankin kiittää työnantajaani Andritz Oy:ta siitä, että he antoivat tämän mahdollisuuden. Sekä siitä, että antoivat minun käyttää tähän työaikaani. Ilman joustoa työnantajan puolelta tätä opinnäytetyötä tai opiskelua yleensäkin ei olisi ollut mahdollista toteuttaa tässä aikataulussa.

Kuopiossa 14.12.2020

Tero Nokka

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	6
1.1 Työn tavoitteet	6
1.2 Työn tausta	6
1.3 Taustaorganisaatio.....	6
1.4 Tutkimusongelma ja työn teoreettinen viitekehys.....	7
1.5 Työn toteutus	7
1.6 Työn rajaus	8
2. TUOTANNONOHJAUS -JA TUOTANTOTEKNIikka.....	9
2.1 Tuotannon suunnittelu ja ohjaus.....	9
2.2 Tuotantotekniikka	14
3. TUOTEKEHITYKSEN PERUSTEET	17
4. TOIMINTAPROSESSIT	20
4.1 Toimintaprosessin periaatteet	20
4.2 Lean	23
5. KONEPAJA.....	26
5.1 Nykyiset tuotteet ja tuotantomenetelmät.....	26
5.2 Resurssit ja konekanta	27
5.3 Konepajan tuotannonlisäys mahdollisuudet.....	27
6. PROSESSI TUOTTEIDEN LISÄYKSELLE	29
6.1 Pääprosessi	29
6.2 Aliprosessit.....	31
7. PROSESSI TUOTEKEHITYKSELLE	34
POHDINTA.....	36
LÄHTEET	37

1. JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on kehittää toimintaprosessi konepajan tuotevalikoiman kasvattamiseksi. Tätä prosessia voidaan käyttää myös yhtiön muilla konepajoilla sekä tämän työn kohdekonepajalla uudestaan. Lisäksi työssä kehitetään prosessi tuotekehitykselle, jossa huomioidaan valmistuksen tarpeet ja valmistuksen esilletuomat asiat.

1.2 Työn tausta

Aiheen valinnan perusteena on työnantajani tavoite lisätä omistamansa konepajan tuotevalikoimaa, jolla voidaan tasata työkuormaa syklisessä toimintaympäristössä. Uusien tuotteiden tulisi kyetä täyttämään pajan tyhjäkäyntivaiheita, eli projektien välisiä aikoja sekä toimituslaajuudeltaan vajaita projekteja. Uudet tuotteet eivät kuitenkaan saa vaikuttaa nykyisten tuotteiden valmistukseen ja toimitusvarmuuteen. Alunperin tämä kehityshanke oli tarkoitus toteuttaa olemassaolevaan pajaan, mutta kesken prosessin yhtiön ylin johto teki päätöksen kokonaan uuden pajan rakentamisesta. Tämä antaa jonkin verran enemmän mahdollisuuksia uusien tuotteiden integrointiin.

Aihe on tärkeä konepajalle, koska tämän työn tulosten avulla paja kykenee lisäämään toimintamahdollisuuksia sekä kasvattamaan liikevaihtoa. Emoyhtiölle tämä on tärkeää, koska useat asiakkaat arvostavat itse valmistettuja komponentteja. Tämä lisää mahdollisuuksia markkinoilla, sekä sisäisesti tuotteen kehittämiseen ja laadun valvontaan. Allekirjoittanut nimettiin tähän hankkeeseen jo ennen kuin hain opiskelemaan ylempää AMK-tutkintoa. Opiskelujen ja tämän työn yhdistäminen oli mahdollista aikataulujen kannalta. Myös työnantaja piti tätä hyvänä käytäntönä. Opiskelujen kautta olen saanut paljon uusia ajatuksia, toimintamalleja ja työkaluja, joilla tätä työtä lähdän tekemään.

1.3 Taustaorganisaatio

Työn tilaaja on Andritz Oy ja sen tytäryhtiö Andritz Warkaus Works Oy. Andritz Oy on itävaltalaisen Andritz AG:n suomalainen tytäryhtiö. Yhtiön toimiala on sellu- ja paperiteollisuus, jossa se toimii laitetoimittajana. Yhtiö kykenee toimittamaan kokonaisen sellutehtaan avaimet käteen -periaatteella. Sellutehtaiden lisäksi yhtiö toimittaa bioenergialaitoksia myös kunnallisille energialaitoksille. Työntekijöitä yhtiössä on noin 1100 ja liikevaihtoa noin 700 miljoonaa euroa (2019). Yhtiön pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Muut toimipaikat ovat Kotka, Lahti, Varkaus, Savonlinna ja Tampere. Lisäksi pienempiä yksiköjä on useassa paikassa eri puolilla Suomea.

Andritz Warkaus Works on Andritz Oy:n kokonaan omistama konepaja. Työntekijöitä yrityksessä on noin 90 ja liikevaihto noin 12 miljoonaa euroa (2018). Konepaja sijaitsee Varkaudessa. Myös uusi, rakenteilla oleva paja sijaitsee Varkaudessa. Konepajan nykyisiä tuotteita ovat soodakattilan kriittiset komponentit kuten kattilan alaosa sekä tulistimet.

1.4 Tutkimusongelma ja työn teoreettinen viitekehys

Työn tutkimusongelmana on tuotannon lisäys, ja tutkittavana kysymyksenä keinot lisätä valmistuksen tuotevalikoimaa olemassaolevaan konepajaan. Tällä pyritään parantamaan konepajan toimintaedellytyksiä. Työssä tutkitaan tuotantotekniikoiden ja -menetelmien teorian pohjalta sopivaa ratkaisua tuotannon lisäämiseksi. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan kysymykseen: "Kuinka lisätään tuotteita pajan valmistuksen valikoimiin?".

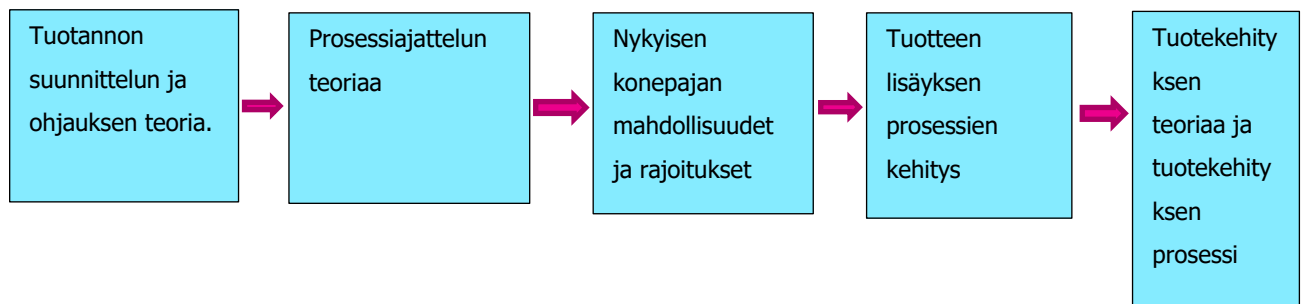
Työn teoreettisena viitekehysenä on tuotannonohjaus ja -menetelmät. Tuotantotekniikoiden ja menetelmien teorioiden avulla suunnitellaan esimerkiksi uusien laitteiden tuotantoja. Tätä samaa teoriaa käytetään olemassaolevan tuotannon kehittämiseen ja tässä työssä uusien komponenttien lisäämiseen olemassaolevaan tuotantoon.

1.5 Työn toteutus

Työn tuloksena syntyy prosessi, jolla on tarkoitus lisätä pajan valmistuksessa olevien tuotteiden määrää sekä parantaa tuotteiden tuotekehitystä ja laadunvalvontaa. Uusien tuotteiden soveltamiseksi tuotantoon, tutkitaan työssä tuotannon eri osa-alueiden teoriaa. Tätä teoriaa sovelletaan itse tuotannon järjestämiseen. Lisäksi tutkitaan nykyisen tuotannon edellytyksiä erilaisten komponenttien valmistukseen ilman lisäinvestointeja. Näiden pohjalta voidaan rajata tuotantoon lisättäviä tuotteita. Lisäksi on huomioitava eri tuotteiden menekki ja oman valmistuksen kannattavuus.

Työn eteneminen on näytetty karkealla tasolla kuvassa 1. Ensimmäiseksi tutkitaan valmistuksen ja prosessiajattelun teoriaa. Seuraavaksi katsotaan valmistuksen nykytilaa ja mahdollisuuksia sekä tuotekehityksen teoriaa. Näiden pohjalta voidaan tehdä muutoksia valmistukseen, jos se on taloudellisesti järkevää, eikä sillä ole vaikutusta nykyisten tuotteiden valmistukseen. Mahdollisten muutosten ja lisäysten mahdollinen vaikutus pajan layoutiin tulee varmistaa. Uuden pajan koko ja tilat on jo lyöty lukkoon, joten muutosten tulee mahtua ennalta määriteltyyn raamiin.

Kun edellä mainitut asiat on saatu tutkittua, voidaan niiden pohjalta muuodostaa prosessi tuotteiden valintaan. Lisäksi tuotteiden valintaan liittyy myös tuotekehitysprosessi. Mahdollisilla muutoksilla voidaan parantaa tuotannon toimintaedellytyksiä sekä lisätä tuotantoon sopivien tuotteiden lukumäärää. Tuotekehitysprosessi on käytettävissä myös toisaalla valmistettavissa tuotteissa.



KUVA 1. Opinnäytetyön prosessi pääosiltaan.

1.6 Työn rajaus

Tässä työssä ei suoriteta tuotannon kehittämistä loppuun asti. Aikataulun ja aiheen moninaisuuden vuoksi työssä tutkitaan ja kehitetään toimintaprosessit eikä tehdä varsinaista tuotteen valintaa ja evaluointia. Työssä siis kehitetään työkalu tuotannon lisäämiseen.

2. TUOTANNONOHJAUS -JA TUOTANTOTEKNIikka

2.1 Tuotannon suunnittelu ja ohjaus

Tuotannon suunnittelu on valmistuksen aivot ja selkäranka. Tuotannon suunnittelulla varmistetaan materiaalien ja komponenttien saatavuus oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Tällä saadaan valmistus hoidettua tehokkaasti mahdollisimman pienillä kustannuksilla ja aikataulussa. (Kiran 2019, 1.)

Tuotannon suunnittelu on luonteeltaan dynaamista ja jatkuvassa valmiudessa muutoksiin, koska reunaehdot tai olosuhteet voivat muuttua. Seuraavat asiat ovat tuotannon suunnittelussa aina keskeisessä roolissa. Kiran (2019, 1.)

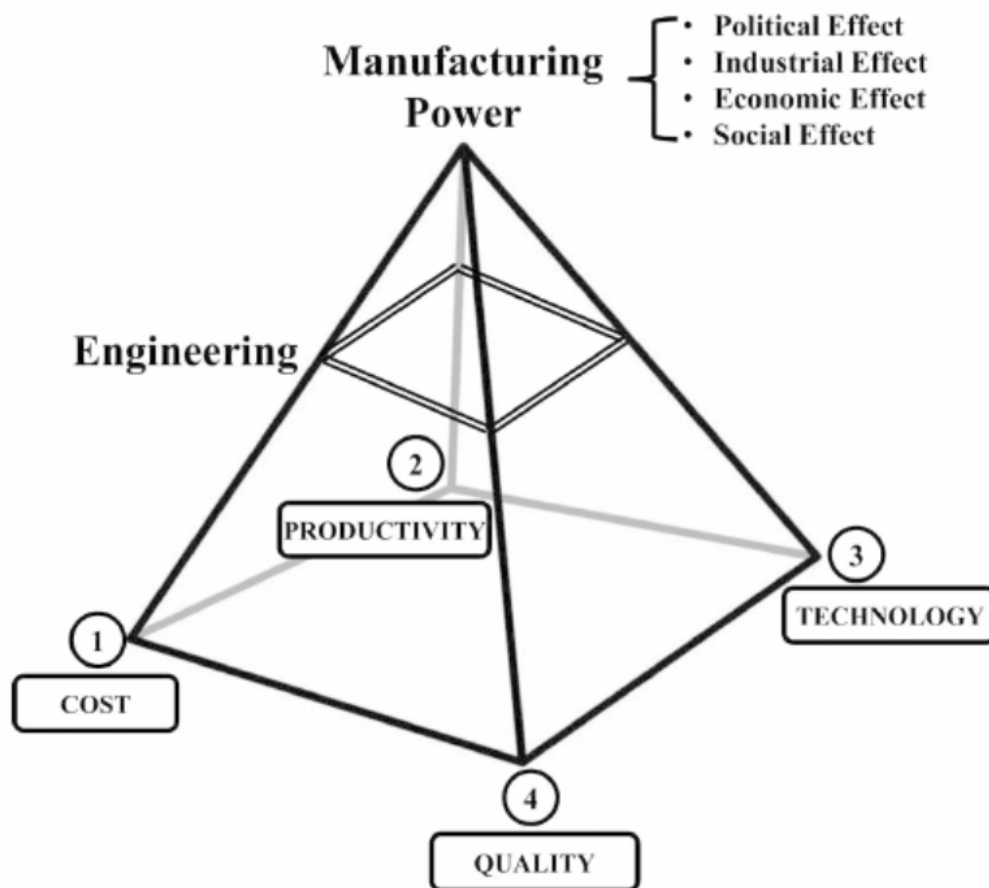
- Vaadittavat tuotannon laitteet
- Kuinka laitteisto järjestetään tuotantoa varten tuotantotilassa
- Kuinka laitteistoa käytetään tehokkaasti

(Kiran 2019, 1.)

Tuotannon suunnittelun ja ohjauksen rooli vaihtelee tarpeen mukaan. Liukuhinnatuotannossa, jossa valmistetaan sarjatuotantona samaa kappaletta, riittää yksinkertaisempi tuotannonohjausjärjestelmä. Monimutkaisempaa tuotannonohjausjärjestelmää tarvitaan, jos tuotannossa tehdään yksittäisiä, ainutkertaisia tuotteita. Molemmissa tapauksissa tuotannon suunnittelun ja ohjauksen rooli on kuitenkin sama, eli maksimoida koneiden ja henkilöstön käyttöaste, sekä varmistaa, että kaikki tarvittavat komponentit valmistetaan. Tuotannon suunnittelussa tulee huomioida myös hankinta. Ilman toimivaa hankintaprosessia raaka-aineet ja komponentit eivät ole tuotannon käytössä ajallaan. Jos taas komponentit ovat tuotannossa liian aikaisin, syntyy tarve varastoinnille. (Kiran 2019, 2.)

Tuotannon suunnittelun tavoitteena on minimoida tuotannon tyhjäkäynti eli koneiden ja henkilöstön joutoaika. Lisäksi hyvällä suunnittelulla maksimoidaan asiakkaalle tuotettava hyöty, eli tehdään sitä mistä asiakas maksaa, sekä varmistetaan tuotteen laatu ja minimoidaan tuotannon pullonkaulat ja kappaleiden varastointi. (Kiran 2019, 2.) Minkään muun asian ei tulisi määritellä tuotestrategian onnistumista yhtä paljon kuin asiakkaan näkemys. Asiakkaan mieltymykset eivät ole vakioita ja eri asiat saattavat vaikuttaa päätöksen tekoon. Asiakkaat ovat kuitenkin lähes aina kustannustietoisia ja hinta on aina tärkeä. Asiakkaat ovatkin usein kiinnostuneita juuri tuottavuudesta, koska se määrittää tuotteen hintaa ja myös toimitusvarmuutta ja saatavuutta. Asiakkaat eivät myöskään hyväksy huonoa laatua. (Lim 2020, 4.)

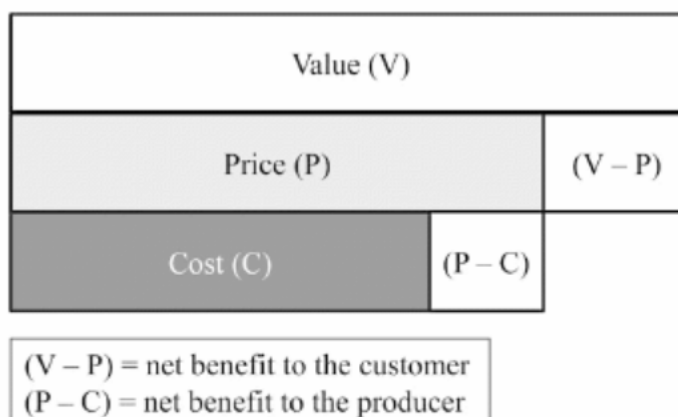
Tuotannon kilpailukyvyssä on neljä peruspilaria. Ne ovat kustannus, tuottavuus, teknologia ja laatu. (Lim 2020, 5.) Kuvassa 2 on esitetty toimivan tuotannon peruspilarit.



KUVA 2. Menestyvän tuotannon neljä peruspilaria (Lim 2020).

Kustannus -pilari voidaan jakaa kahteen osaan eli kustannus ja hinta. Tässä yhteydessä ne ovat kaksi eri asiaa. Kustannus on se summa jonka valmistaja joutuu valmistamisesta maksamaan, ja hinta se summa jonka asiakas joutuu tuotteesta maksamaan. Kustannus ja hinta ovat avainasemassa tuotteen valmistamiseen ja hankintaan. Asiakkaan ostopäätös riippuu lopulta hankinnasta saatavaan arvoon. (Lim 2020, 5.) Kuvassa 3 on näytetty kuinka asiakkaan arvo muodostuu.

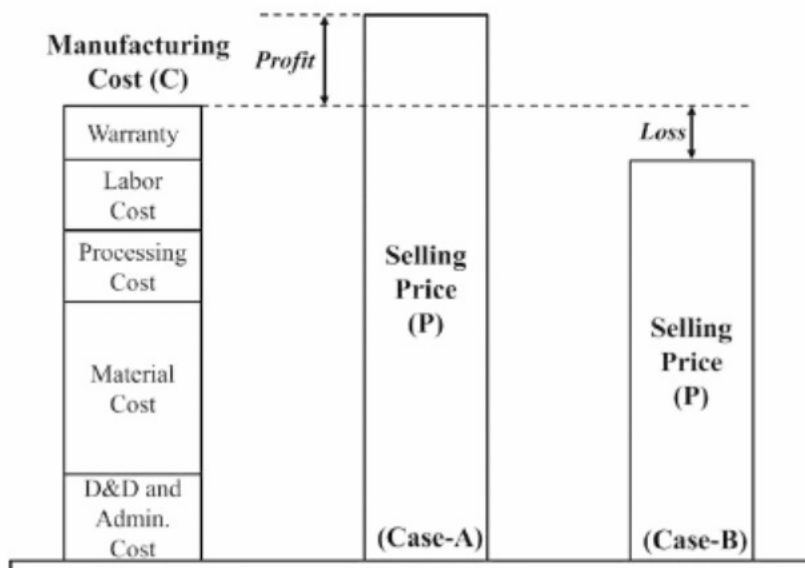
The Diagram of Value, Price, and Cost: $V > P > C$



KUVA 3. Asiakkaan saaman arvon määräytyminen (Lim 2020).

Kun asiakkaan saamasta arvosta vähennetään siitä maksettu hinta, saadaan asiakkaan nettoarvo. Kun hinnasta vähennetään kustannukset, saadaan valmistajan ansaitsema voitto. (Lim 2020, 6.)

Tuotteen valmistuskustannukset muodostuvat useasta eri toiminnosta. Kuvassa 4 on esitetty malli tuotteen kustannusten muodostumisesta. Kustannukset muodostuvat suunnittelukustannuksista, materiaalikustannuksista, työvoimakustannuksista, prosessien hallintakustannuksista sekä varauksista. Varaukset tehdään mahdollisia asiakkaalta tulevia takuuvaatimuksia varten. (Lim 2020, 6.)



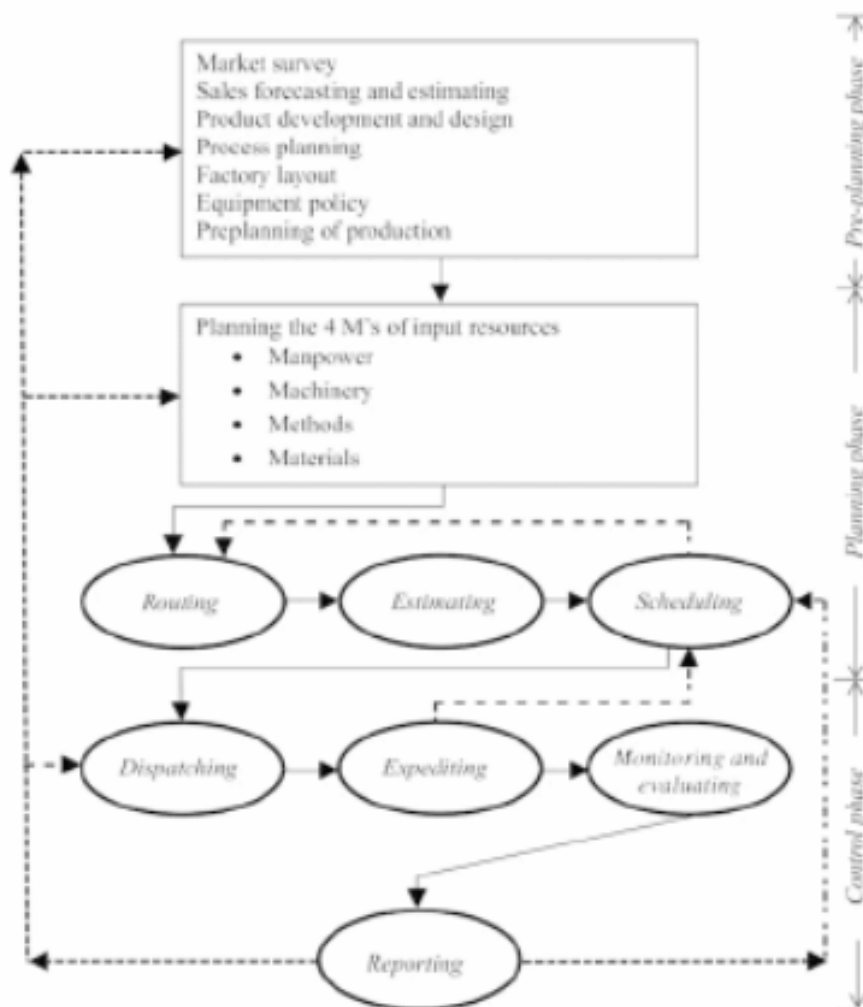
KUVA 4. Tuotantokustannusten muodostuminen ja myyntihinta (Lim 2020).

Koska lopullinen myyntihinta määräytyy markkinan eli asiakkaan saaman arvon perusteella, ei valmistaja voi määrittää myyntihintaa, vaan sen on sopeutettava kustannukset markkinoilta saatavan hinnan mukaan. (Lim 2020, 6.)

Jotta tuotannon kustannukset voidaan pitää aiotulla tasolla, täytyy tuotannon prosessit olla huolellisesti suunniteltuja ja tarkasti valvottuja.

Tuotannon kulurakenne on hyvin samankaltainen kilpailevien valmistajien kesken kun tarkastellaan samanlaisen tuotteen valmistamista. Suurin ero kilpailijoiden välillä syntyykin kustannusylityksistä eli hukasta. (Lim 2020, 7.)

Tuotannon suunnittelu voidaan jakaa pääpiirteissään kolmeen osaan. Esisuunnittelu, suunnittelu ja kontrolli vaihe. Esisuunnittelu sisältää muun muassa markkina-analyysin, tuotteen kehityksen ja suunnittelun, tuotespecifikaatiot ja itse tuotannon layoutin suunnittelun. Varsinainen suunnitteluvaihe sisältää kapasiteettisuunnitelman eli henkilöstön ja valmistuksessa tarvittavat laitteet ja työkalut, materiaalien toimituksen, toimintajärjestyksen ja aikataulut. Kontrolli vaihe sisältää tuotannon mittaukset, raportoinnit, tuotteiden lähettämisen sekä palautteen tuotannosta. Kiran (2019, 4.) Kuvassa 5 on esitetty tuotannon suunnittelun päävaiheet.



KUVA 5. Tuotannon suunnittelun vaiheet (Kiran 2019).

Tuotannon suunnittelu voidaan tehdä tarpeen mukaan joko pitkällä tähtäimellä tai lyhyellä tähtäimellä. Pitkän tähtäimen suunnittelussa huomioidaan valmistavan tehtaan tai laitoksen sijainti ja valmistuslinjojen layout. Lisäksi tuotesuunnittelussa huomioidaan valmistuksen menetelmät ja haasteet. Lisäksi kehitetään erikseen prosessit tuotannolle ja materiaalin käsittelylle. Lisäksi huomioidaan resurssien saatavuus pitkällä tähtäimellä. (Kiran 2019, 7.)

Lyhyemmän tähtäimen suunnitelmassa huolehditaan materiaalien hankinnasta ja konepajan laitteiden saatavuudesta. Lisäksi huolehditaan kontrollivaiheessa laadun varmistamisesta sekä aikataulujen ja budjettien pitävyydestä. Lyhyen tähtäimen suunnitelmat onnistuvat siis vain jo olemassa olevalle pajalle. (Kiran 2019, 7.)

Kontrolli eli tuotannon aikainen mittaaminen ja seuraaminen on tärkeää, jotta tiedetään vastaako todellinen tilanne suunniteltua. Mahdollisten viiveiden syyt täytyy selvittää ja korjaavat toimenpiteet tulee tehdä, jotta valmistus voi vastata suunniteltua. Valvonnan täytyy siis koskea itse valmistuksen lisäksi myös esimerkiksi materiaalien hankintaa ja suunnitteludokumenttien toimitusta. Kaikkien näiden osa-alueiden tulee toimia ajallaan, jotta tavoiteltuun lopputulokseen päästään. (Kiran 2019, 8.)

Kontrollivaiheessa eli tuotannon seurantavaiheessa on tärkeää tehdä yksityiskohtainen aikataulu toimitettaville materiaaleille, koneiden ja laitteiden saatavuudelle sekä henkilöstön oikea aikaiselle saatavuudelle. Kontrollivaiheessa on tärkeää varmistaa, että hankitut materiaalit ollaan valmiita ottamaan vastaan. Kaikista vaiheista tulee lisäksi raportoida, tuliko esimerkiksi tilattu tuote ajallaan, ja voitiinko se varastoida asian mukaisesti. (Kiran 2019, 12.) Taulukossa 1 on näytetty tuotannon kontrollivaiheen tehtävät Kiran:n mukaan.

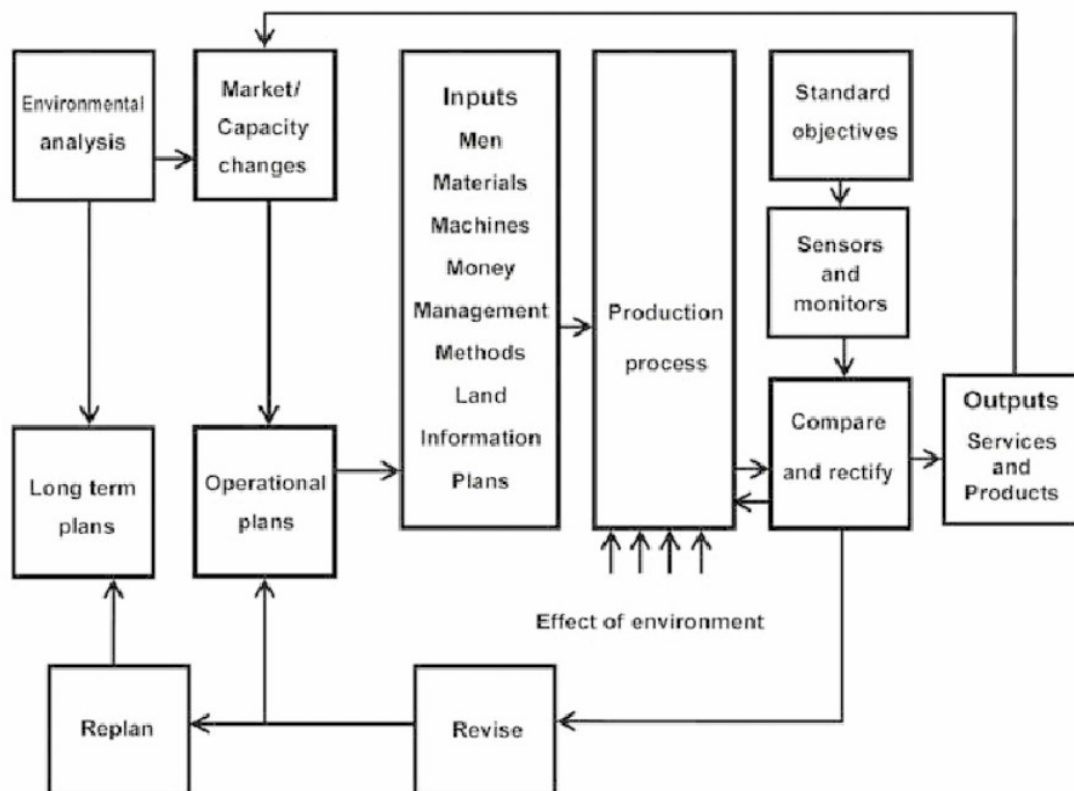
	Prosessit	Inventointi	Tarkastus	Kustannukset
Havainto	Mittaa tuotannon aikaiset tyhjäkäynnit	Varaston seuranta	Prosessin seuranta	Kustannustiedon keräys
Analyysi	Vertaa toteutunutta edistymää suunniteltuun	Selvitä kysynnän vaihtelut ja kausittaiset vaihtelut	Prosessien kyvykkyys ja trendit	Laske kustannukset ja vertaa suunniteltuun.
Toiminto	Edistä	Osto ja valmistus määräyksien antaminen	100% tarkastus ja prosessien säätäminen	Myyntihinnan korjaaminen jos mahdollista.
Arviointi	Prosessien kapasiteetti ja huolto aikataulut	Täydennä toimintatavat ja inventointi järjestelmät	Tarkastusprosessien arviointi ja parantaminen	Prosessien taloudellinen arviointi ja kerätyn tiedon valmistelu tulevaisuutta varten.

TAULUKKO 1. Tuotannon kontrollivaiheen tehtävät (Mukaiilu, Kiran 2019)

Tuotannon suunnittelun ja seuraamisen erona on se, että tuotannon suunnittelu tehdään ennen tuotannon aloittamista ja vastaavasti tuotannon kontrollointi tehdään tuotannon aikana. Tuotannon suunnittelun ja kontrollin etuja ovat muun muassa seuraavat seikat. (Kiran 2019, 8.)

- Parantunut tuottavuus
- Tuotteiden parempi laatu
- Ajantasaiset toimitukset
- Lisätyön väheneminen
- Työtyytyväisyyden paraneminen
- Optimoidut resurssit

Tuotantoa ei enää nykyään ajatella yksittäisinä laitteina tai koneina joilla on joku yksittäinen tehtävä. Tuotantoa ajatellaan nykyään enemmän järjestelmänä jossa jokaisella yksittäisellä laitteella on oma roolinsa kokonaisuudessa. Tätä kokonaisuutta ohjataan parempaan lopputulokseen pääsemiseksi. Systeemi tai järjestelmä voidaan määrittää ryhmäksi asioita tai osia, jotka liittyvät toisiinsa ja muodostavat kokonaisuuden. (Kiran 2019, 42.) Kuvassa 6 on esitetty esimerkki tuotannon systeemiajattelusta.



KUVA 6. Tuotannon systeemi (Kiran 2019)

2.2 Tuotantotekniikka

Globaalissa markkinassa tuotannolla on merkittävä rooli kilpailukyyn luomisella. Kilpailukyyn luomiseksi tuotannossa on huomioitava seuraavat asiat: Suunnitelmien mukaisuus, korkea laatu ja tuottavuus, joustavuus ja taloudellisuus. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1057.)

Suunnitelmien mukaisuudella tarkoitetaan tuotteelle asetettujen vaatimuksien täyttymistä. Tämä tarkoittaa huollettavuutta, standardien mukaisuutta ja toiminnallisuutta. Korkea laatu tarkoittaa tuotannon jatkuvaa pyrkimystä parempaan laatuun kaikissa tuotannon vaiheissa. Joustavuudella tarkoitetaan tuotannon kykyä sopeutua muuttuviin tilanteisiin. Taloudellisuudella tarkoitetaan mahdollisimman taloudellisen tuotantomenetelmän valintaa ja sen jatkuvaa kehittämistä. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1057.)

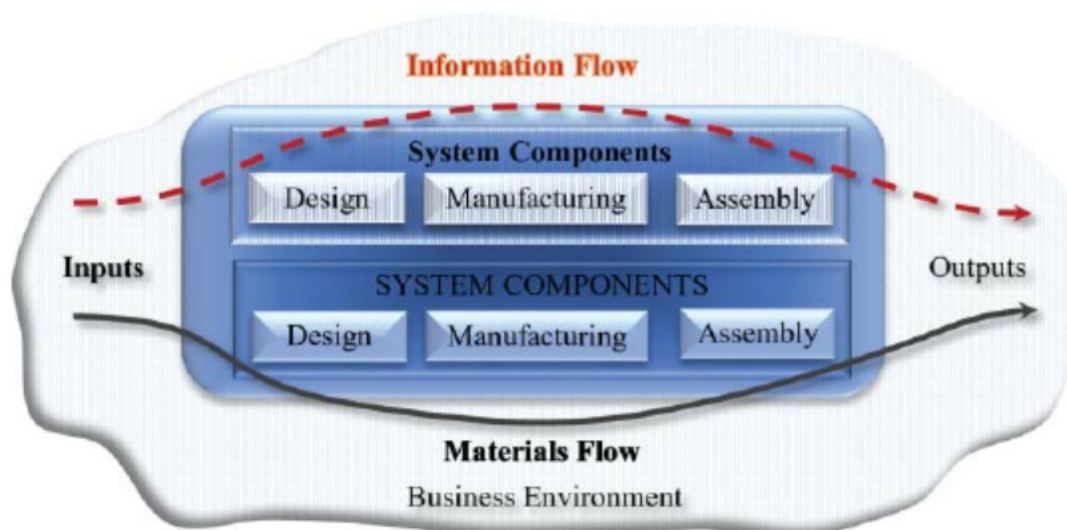
Tämän työn kohde konepajassa tuotannon sujuvuus ja tuotteen laadukkuus on avainasemassa kilpailukyky näkökulmasta. Ulkomaisiin pajoihin verrattuna kilpailukyky täytyy tehdä tuotannon järjestelyillä ja johtuen tämän prosessin luonteesta tuoda uusia tuotteita valmiiseen tuotantoon, täytyy tuotannon olla erittäin joustava.

Nykyaikainen menestyvä tuotanto nojaa systeemi ajatteluun eli kaikki konepajan koneet tai linjat, jotka valmistavat jotain tuotteen osaa, täytyy ajatella yhtenä kokonaisuuna systeeminä eikä yksittäisinä koneina. Tällöin kokonaisuus voidaan optimoida mahdollisimman nopean läpimenoajan saavuttamiseksi. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1057.) Tuotannon tehokkuus vaatii, että resurssit tulee hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Tässä ajattelussa automaation rooli on kasvanut tärkeäksi, koska sillä pystytään vakioimaan valmistusta ja kahden samanlaisen kappaleen valmistaminen onnistuu sujuvasti ilman korjaus tai uusintatyötä. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1059.) Tämä työn kohde konepajassa tämä on tärkeää ja valittavien tuotteiden osien valmistus on syytä automatisoida niin pitkälle kuin mahdollista. Lisäksi uudet tuotteet tullaan valmistamaan olemassaolevan henkilöstön voimin, joten tehokkuus on tärkeää.

Tuotantotekniikassa menetelmien valintaa, eli laitteiden tyyppiä ja automaation astetta, ohjaa tuotannossa olevien kappaleiden volyymi. Kokeilu tai prototyyppi valmistuksessa volyymi on tyypillisesti 1-10 kappaletta. Vastaavasti pienet sarjat ovat kokoluokassa 10-5000 kappaletta ja suuremmat sarjat 5000-100000. Massatuotannosta puhutaan, kun valmistettavien kappaleiden määrä on suurempi kuin satatuhatta kappaletta. Pienten tuotantosarjojen kohdalla henkilöstön työmäärä yleensä kasvaa merkittävästi, koska materiaalien kuljetus ja valmistus hoidetaan käsin. Tämä lisää vaihtelujen aiheuttamaa tuottavuuden laskua. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1064.) Kohde konepajan uusien tuotteiden volyymit tulevat olemaan korkeintaan pienten sarjojen luokkaa eli suuruusluokassa 10-5000 kappaletta.

Eri kokoisille sarjoille soveltuu erilaisia tuotantoratkaisuja. Pienimmät sarjat voidaan toteuttaa pajalla sivutyönä olemassaolevilla laitteilla ilman erikoisjärjestelyä. Tämä sitoo kuitenkin paljon henkilöstöä ja on erittäin paljon henkilöstöriippuvainen. Suurempiin eräkokoihin voidaan soveltaa automatisoitua koneistuskeskusta joka kuitenkin on riippuvainen henkilöstöstä. Tuotantosolut vastaavasti koostuvat useista koneista tai toiminnoista joita voidaan ohjata keskenään automaation kautta, ja automaatio hoitaa koko solun materiaalitoimituksia hallitusti. Useampi tällainen solu voi muodostaa niin sanotun joustavan tuotantolinjan, jossa useampi solu on automatisoitu kokonaisuus. (Kalpakjian, Schmid & Sekar 2021, 1063.)

Systeemiajattelussa tuotanto voidaan ajatella panos-tuotos suhteella sekä niihin liittyvillä komponenteilla. Systeemiajattelussa materiaalit ja tieto virtaavat valmistusyksikön läpi. Raaka-aineet tai materiaalit ovat valmistuksen panos ja asiakkaalle lähtevä lopputuote valmistuksen tuotos. Järjestelmän komponentit ovat vastavaasti valmistukseen käytettyjä resursseja, esimerkiksi suunnittelu, itse valmistus, kasaus ja materiaalien kuljetus. (Bi & Wang 2020, 2.) Kuvassa 7 on näytetty tuotannon systeemiajattelu yksinkertaistettuna.



KUVA 7. Valmistuksen systeemiajattelu (Bi & Wang 2020)

Nykyään valmistettavat tuotteet ovat entistä monimutkaisempia ja tuotannon näkökulmasta haasteellisempia valmistaa sekä vaativat enemmän ja enemmän resursseja. Tästä syystä tuotannon tarkka suunnittelu ja aikataulut on erittäin tärkeää. Valmistavan pajan layout on oltava tehokas tuotannon sujuvan läpiviennin takaamiseksi. Digitaalisten sovellusten lisääntyminen on parantanut valmistuksen resurssien hyödynnettävyyttä. Se on lisännyt kannattavuutta ja mahdollistanut joustavamman tuotannon vastaamaan markkinoiden haasteisiin. Valmistuksen tuottavuutta tulisivin parantaa filosofialla "Samanlaiset tuotteet tulisi valmistaa samalla tavalla". (Bi & Wang 2020, 283.)

Valmistusta suunniteltaessa tulisi kartoittaa tuotteiden samankaltaisuudet. Samankaltaisuudet eivät rajoitu pelkästään tuotteen rakenteeseen tai muotoon, vaan koko kappaleen elinikään. Samalla tuotantolinjalla valmistetuilla tuotteilla voi olla useita yhtäläisyyksiä. Bi ja Wang listaavat kirjassaan esimerkkejä tuotteiden samankaltaisuuksista. (Bi & Wang 2020, 283.)

- Materiaalit, ominaisuudet, toiminnot, koko, markkina ja tuotteen hinta
- Valmistusprosessi, suunnittelu, aikataulu ja seuranta
- Koneistus työkalut ja tarkastustyökalut
- Materiaalin hallinta prosessi, varastointi, toimitusketjun hallinta ja kuljetus.

Yllä olevat esimerkit kuvaavat samankaltaisuuksien laajaa valikoimaa. Tätä kannattaa hyödyntää pajan valmistusprosessia suunniteltaessa.

Tuotantoa koskevat strategiset päätökset kannattaa tehdä silloin, kun ne luovat selkeästi kilpailuetua. Kilpailuetua voi syntyä silloin, kun strategialla ja tuotannolla on kilpailuetua luova yhteys. (Ruohomäki ym. 2011, 13.)

Tuotantoa koskevissa päätöksissä yritysten kannattaa selvittää valmistuksen käyttämättömät mahdollisuudet ja resurssit. (Ruohomäki ym. 2011, 21.)

3. TUOTEKEHITYKSEN PERUSTEET

Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jossa kehitetään kokonaan uusi tuote, tai olemassaolevaa tuotetta parannetaan. Olemassa olevan tuotteen kehittämisessä tuotteesta pyritään tekemään teknisesti parempi ja halvempi valmistaa. Perinteisesti tuotekehitys on ollut vastaantulevien tilanteiden aiheuttamaa reagointia, mutta nykyaikana tarve organisoidulle tuotekehitykselle on kasvanut. Organisoidussa tuotekehityksessä suunnittelun rooli on merkittävä, jotta osataan huomioida markkinoiden ja valmistuksen tarpeet. (Jokinen 2010, 10.)

Tuotekehitystyö voidaan jakaa neljään osaan. Ne ovat: Käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. On yrityksen kannalta tärkeää, että ensimmäiseen vaiheeseen valitaan oikeat ja tarkasti harkitut kehitysprojektit. Huolellisen harkinnan perusteella voidaan käynnistää kehitysprojekti. Luonnosteluvaiheessa määritetään tuotteelle asetetut vaatimukset. Kun vaatimukset ovat tiedossa, voidaan alkaa hakea ratkaisuja ongelmiin. (Jokinen 2010, 14.)

Innovointia ja innovaatioita pidetään kasvun moottoreina. Innovaatiot luovat kasvua riippumatta yleisestä taloustilanteesta. Taloushistorian tutkijat ovat todenneet vahvojen talouskasvujen perustuneen juuri teknologisiin innovaatioihin. Uusilla innovaatioilla nähdään olevan suurempi vaikutus myynnin parantamiseen kuin esimerkiksi olemassa olevan tuotteen hinnan laskulla. (Trott 2021, 7.)

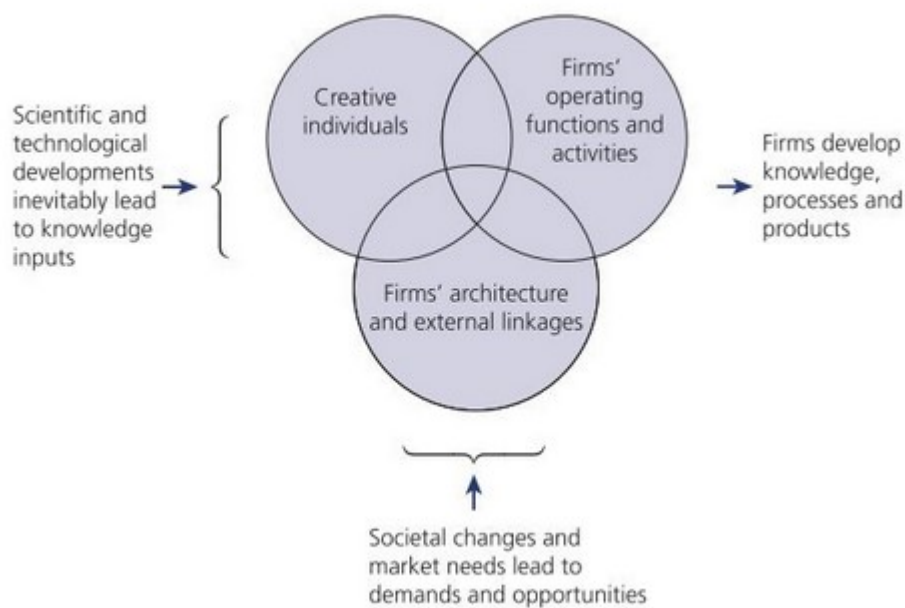
Tässä työssä ei suunnitella uusia tuotteita, mutta tarkoituksena on luoda tuotekehitysprosessi, jolla pystytään mahdollisesti parantamaan ja nopeuttamaan tuotteen valmistusta. Tämän seurauksena saadaan läpimenoaikoja lyhennettyä ja laatua parannettua.

Innovoinnin keskiössä on yksittäiset henkilöt. Organisaatioissa yksittäiset henkilöt havaitsevat ongelmat, etsivät siihen ratkaisuja ja ovat siten innovatiivisia. Myös esihenkilöt ovat yksittäisiä henkilöitä, jotka tekevät päätöksiä mitä ideoita toteutetaan, ja millä resursseilla. (Trott 2021, 12.) Kuvassa XX on näytetty yksilöiden merkitys yrityksen innovaatioprosessissa.

Tuotekehityksessä kannattaa huomioida myös tuotannon ja tuotekehityksen synergiaedut. Tällä tarkoitetaan standardointia, modulointia ja valmistettavuuden kehittäminen. (Ruohomäki ym. 2011, 86.)



KUVA 18. Standardoinnin ja moduloinnin hyödyt (Ruohomäki ym. 2011).



KUVA 19. Yksilöiden rooli yrityksen innovoinnissa (Trott 2021).

Tässä työssä kehitettävä tuotekehitysprosessi nojaa vahvasti yksittäisten työntekijöiden havaintoihin ja kokemuksiin valmistuksen aikana. Prosessissa on osattava hyödyntää kaikki ajatukset ja ideat joita valmistuksesta saadaan. Kommunikaation on oltava toimiva molempiin suuntiin.

Perinteinen tapa toimia suunnittelun ja valmistuksen osalta on ”suunnittelija suunnittelee ja valmistus valmistaa”. Tässä mallissa suunnittelija toimittaa suunnitelmat valmistukseen ja valmistuksen on löydettävä keinot tuotteen valmistamiseksi. Koska tuotannon suunnittelijat eivät ole osallistuneet tuotteen suunnitteluun, tulee uudet suunnitelmat aina jossain määrin yllätyksenä valmistukseen, ja tämä luo paljon uusia haasteita ja ongelmia. Nämä puolestaan luovat kustannuksia ja aikatauluviiveitä valmistuksessa. Näiden ongelmien välttämiseksi tuotannon suunnittelijoiden tulisi osallistua itse tuotteen suunnitteluun. Tuotteen suunnittelijat ja valmistuksen suunnittelijat toimivat eräänlaisena tiiminä, ja tuotteen sekä valmistuksen suunnittelu tapahtuu samanaikaisesti. (Boothroyd, Dewhurst & Knight 2010, 8)

Samanaikaisen suunnittelun tuloksena valmistettavat kappaleet ovat yksinkertaisempia ja erilaisia osia voi olla huomattavasti vähemmän. Tämä vähentää alihankinnan tarvetta, lyhentää tuotteen valmistuksen läpimenoaikaa sekä pienentää tarkastukseen ja laadunvalvontaan käytettävää aikaa ja resurssia. (Boothroyd, Dewhurst & Knight 2010, 19)

Samanaikainen tuotteen ja tuotannon suunnittelu säästää myös aikaa suunnittelun kokonaisajasta. Tällöin valmistus voidaan aloittaa aiemmin.

Samanaikaisella suunnittelulla (Concurrent engineering) tarkoitetaan tuotteen suunnittelua siten, että suunnitteluun osallistuvat varsinaisten suunnittelijoiden lisäksi esimerkiksi valmistuksen, asennuksen ja huollon henkilöt. Tällä tavoin voidaan jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon kaikki valmistukseen ja asennukseen liittyvät huomiot. Tällä voidaan lyhentää tuotteen kehityksen

kuluvaa aikaa, sekä varmistaa esimerkiksi tuotteen huollettavuus, luotettavuus ja toiminta. (Dhillon 2002, 173)

Dhillonin mukaan samanaikaisella suunnittelulla on saavutettu jopa 70% säästö suunnittelun muutoksissa, 30-70% säästö kehitystunneissa ja tuotteen laatu on parantunut jopa 600%. Lisäksi tuotteen markkinoille saattamisen nopeus on parantunut jopa 90% (Dhillon 2002, 173)

Tuotteen hinta määräytyy yleensä markkinahinnan mukaan. Valmistaja ei siis voi hinnoitella tuotetta siihen kuluvien kustannusten mukaan. Sen sijaan valmistajan on kyettävä valmistamaan tuote markkinahinnan mukaan. Samanaikaisella suunnittelulla voidaan siis vaikuttaa merkittävästi kehitys- ja valmistuskustannuksiin. Nämä ovatkin usein merkittävässä roolissa tuotteen aiheuttamissa kustannuksissa. Lisäksi tuotteen nopeampi markkinoille saattaminen on merkittävä kilpailuvaltti. (Dhillon 2002, 175)

Samanaikaisen suunnittelun kulmakivi on tiimi, joka rakentuu henkilöistä, joilla on eri osaamisalueita kyseiseen tuotteeseen liittyen. Näitä voivat olla esimerkiksi suunnittelu, valmistus, asennus, myynti ja laivaus. Tärkeää on se, että tiimi pystyy tekemään saumatonta yhteistyötä ja tiimille on annettu resurssit hoitaa tehtävä loppuun asti. Tiimin täytyy kyetä kommunikoimaan sujuvasti ja jokaisen henkilön tulee olla sitoutunut yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. (Dhillon 2002, 180)

Omassa työssäni tuotteen suunnittelu ja valmistuksen suunnittelu eivät ole tapahtuneet samanaikaisesti. Yleensä ensin suunnitellaan tuote ja sen jälkeen pyydetään valmistusta kommentoimaan. Tällä tavoin saadaan valmistuksen kannalta mahdolliset asiat toki korjattua, mutta ajan käyttö ei ole optimoitua ja valmistuksen testaus ja tuotteen lopullinen valmistus ja markkinoille saattaminen kestää pidempään. Lisäksi kaikkia tuotteen yksityiskohtia ei ole mietitty valmistuksen näkökulmasta loppuun asti. Lisäksi usein näistä keskusteluista on puuttunut kolmas tärkeä osa-alue eli asennus. Tämä aiheuttaa lisää kustannuksia kaikille osastoille sekä vaikuttaa myös muihin meneillään oleviin työtehtäviin.

Omassa työympäristössäni samanaikaisen suunnittelun hyödyntäminen voisi olla jopa helppoa, koska valmistava paja ja suunnittelu sijaitsevat lähellä toisiaan fyysisesti ja erilaisia yhteistyöfoorumeita on jo ennestään olemassa. Lisäksi yhtiössä on meneillään useita kehitysprojekteja joissa kehitetään useita uusia tuotteita sekä parannetaan jo markkinoilla olevia tuotteita.

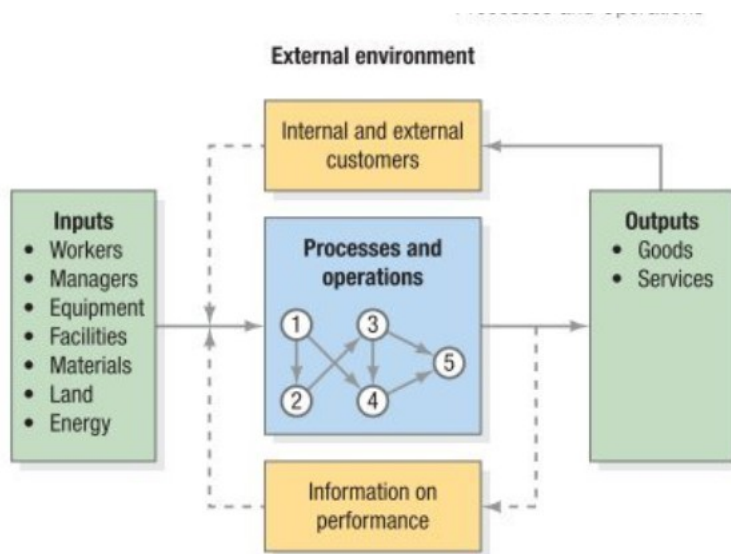
Uuden konepajan ja sinne lisättävien tuotteiden osalta samanaikaista suunnittelua voidaan hyödyntää valmistuksen suunnitteluvaiheessa. Tuote arvioidaan valmistuksen ja suunnittelun yhteistyöllä ja muutosten tekeminen voidaan tehdä olemassaolevan standardointiprosessin puitteissa. Lisäksi uusien innovaatioiden kautta tulevat mahdolliset uudet komponentit voidaan alusta asti suunnitella hyödyntäen samanaikaista suunnittelua.

4. TOIMINTAPROSESSIT

4.1 Toimintaprosessin periaatteet

Operaatioiden johtamisella tarkoitetaan systemaattista prosessien kehittämistä, ohjaamista ja valvomista. Prosessi taas on toiminto tai ryhmä toimintoja, joka muuttaa prosessiin syötetyt panostukset tuotoksiksi prosessin asiakkaalle. Toiminto on resurssien suorittamia prosessin osia. Toimitusketju koostuu toisiinsa liittyvistä prosesseista joko yrityksen sisällä tai useamman yrityksen välillä, ja jonka tavoitteena on tuottaa tuote tai palvelu asiakkaan tarpeisiin. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 27.) Operaatiot muodostuvat joukosta prosesseja. Prosessit ovat operaatioiden rakennuspalikoita ja ovat sisäisiä toimittajia ja asiakkaita muille prosesseille. Prosessit muuttavat panokset tuotoksiksi. (Slack & Brandon-Jones 2019, 128.)

Toimintaprosessi kuvaa yrityksessä tehtävää työtä. Prosessi kuvaa toimintaa paremmin kuin yksittäinen osasto tai koko yritys. Osastoilla ja tiimeillä on omat resurssit, toiminnot ja tavoitteet, mutta prosessissa useampi osasto toimii yhteistyössä tavoitellun työn tekemiseksi. Prosessiin saattaa osallistua henkilöitä useilta osastoilta. Yrityksen menestyksen kulmakivenä on toimivat prosessit ja yrityksen täytyy ne tuntea. Yritys on juuri niin tehokas kuin sen prosessit ovat. Jokaisella prosessilla on panokset ja tuotokset. Panoksia ovat resurssit kuten rahoitus ja laitteistot, tai henkilöstö. Lisäksi panoksia voivat olla esimerkiksi tilat ja energia. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 29.) Kuvassa 8 on näytetty prosessin toimintojen periaate.



KUVA 8. Prosessin periaate ja operaatiot (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019).

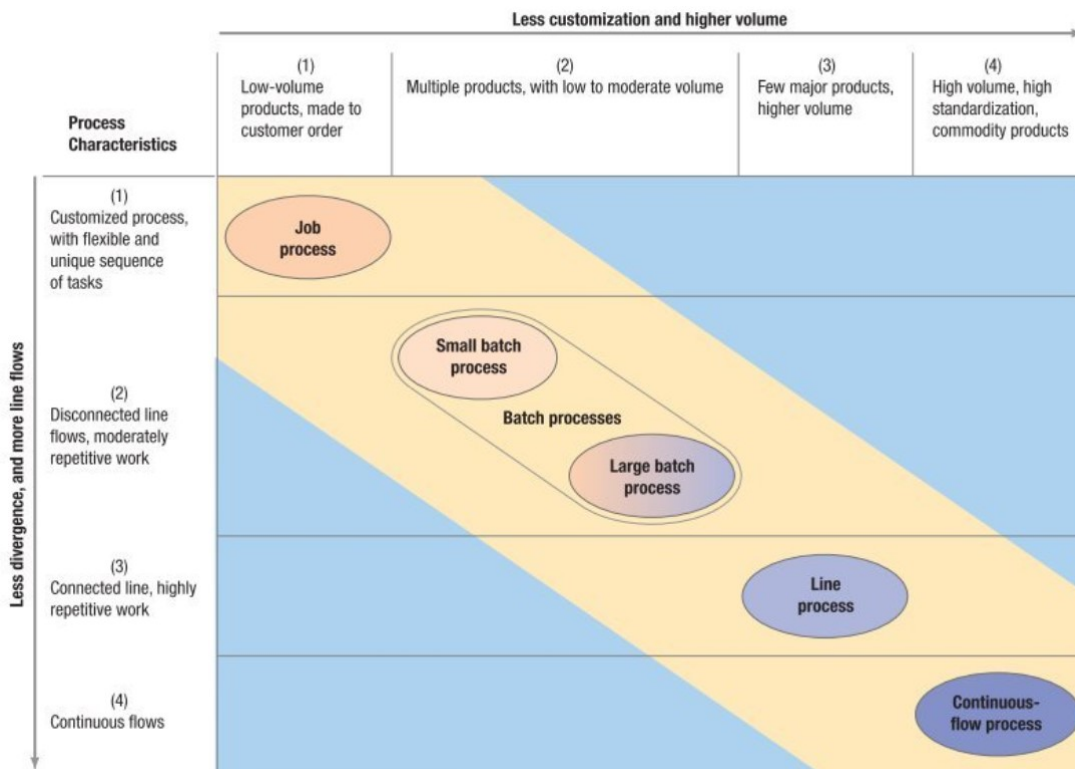
Kuvan keskellä on prosessit ja viisi operaatiota. Nuolet operaatioiden välillä kuvaavat eri prosesseja eri asiakkaille ja eri tarpeisiin. Vasemmalla prosesseihin laitettavat panokset eli esimerkiksi henkilöstöresurssit ja laitteet. Oikealla on prosessien tuotokset eli tuotteet tai palvelut, jotka tuotetaan asiakkaalle. Asiakkaalta saadaan palautetta toimituksesta. Vastaavasti prosesseista saadaan palautetta mittauksien kautta ja sitä kautta prosesseja voidaan kehittää.

Asiakkaita voivat olla myös sisäiset asiakkaat eli prosessin seuraavan vaiheen panos on edellisen vaiheen tuotos. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 29.)

Prosessit voi myös pilkkoa pienempiin alaprosesseihin. Alaprosessit voidaan pilkkoa vielä pienempiin alaprosesseihin tarvittaessa. Tällainen voi tulla kysymykseen silloin, jos esimerkiksi yksi osasto ei kykene hoitamaan koko prosessia vaan pelkästään osan pääprosessista. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 29.)

Pääprosessilla voi olla myös tukiprosesseja. Tukiprosesseja voivat olla esimerkiksi laskentaosasto, henkilöstöhallinto tai markkinointi. Henkilöstöhallinto voi esimerkiksi pyörittää rekrytointiprosessia, jolla palkataan henkilö työskentelemään itse pääprosessissa. Tukiprosessien on toimittava yhtä jouhevasti kuin itse pääprosessinkin, muuten tukiprosessi aiheuttaa ongelmia pääprosessille. Prosessien vetäjien on ymmärrettävä, että prosessit ikään kuin leikkaavat yrityksen osastojen läpi riippumatta siitä, kuinka yritys on organisoitunut. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 32.)

Tuotantoprosessissa, jossa valmistetaan jotain konkreettista tuotetta, on useita eri muuttujia. Nämä muuttujat ovat tuotantovolyymi, tuotteen ominaisuudet ja prosessin luonne. Valmistavan tuotannon prosessissa on huomioitava itse tuote ja valmistusprosessi valittava sen mukaan. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 79.) Kuvassa 9 on esitetty tuotteen volyymin ja eri variaatioiden suhteesta.

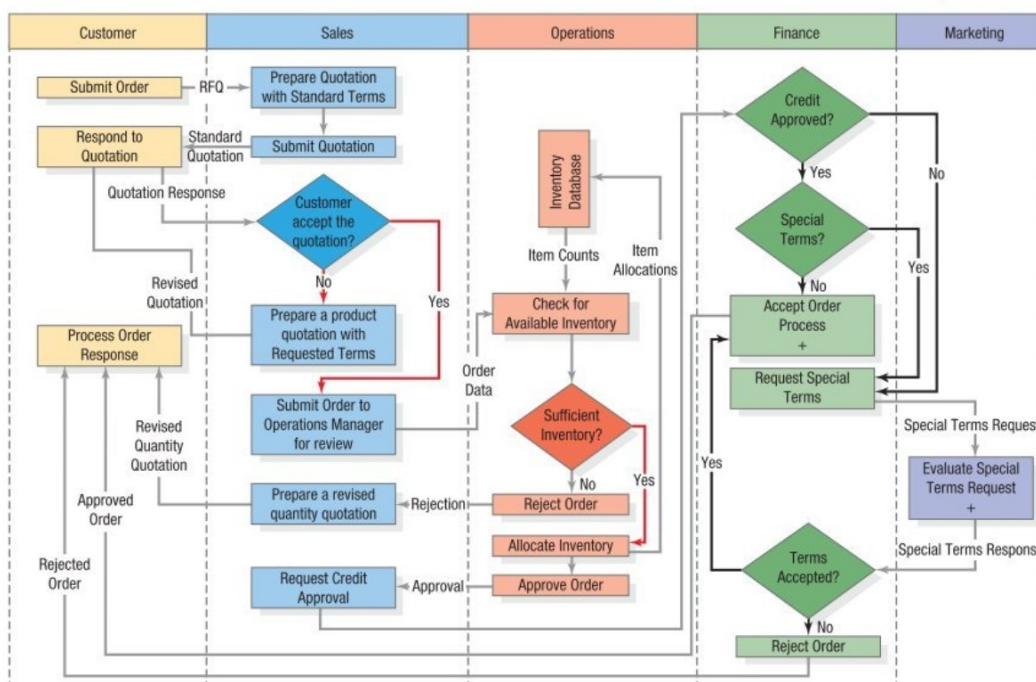


KUVA 9. Tuotantovolyymien vaikutus tuotantoprosessiin (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019)

Jos tuotteen ominaisuudet varioituvat paljon ja volyyymi on alhainen, käytetään työprosessia, jossa tuotteet tehdään tilauksesta yhden kerran. Valmistukseen käytettävät koneet ovat yksinkertaisia ja helppoja siirtää. Suuremmille, mutta kuitenkin rajatulle volyyymille käytetään niin sanottua erätuotantoa tai nipputuotantoa. Tässä samaa tuotetta valmistetaan useita kerralla ja sen jälkeen

siirrytään valmistamaan seuraavaa erää eri kappaletta. Linjatuotannossa volyymit ovat suuria ja valmistettava tuote on standradisoitu- Lisäksi tuotteen vaihtelu on hyvin pientä. Prosessi jatkuu samanlaisena koko ajan. Jatkuva linjatuotanto on kaikkein suurimmille volyymeille jossa tuote on standardisoitu eikä linjalla valmistetuissa tuotteissa ole keskenään eroavaisuuksia. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 80.)

Prosesseja kuvataan tyypillisesti prosessikaaviolla. Kaaviossa näytetään koko prosessi yleensä laatikoina, joita nuolet yhdistävät. Laatikot merkkäavat toimintoja ja nuolet virtausta toimintojen välillä. Virtausta ovat esimerkiksi materiaalit, informaatio tai henkilöt. Kaaviossa voi olla eri värejä korostamassa eri toimintoja tai vaiheita. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 91.) Kuvassa 10 on esimerkki virtauskaaviosta.



KUVA 10. Esimerkki prosessikaaviosta (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019)

Prosessia suunniteltaessa on mietittävä myös sen toimivuuden mittaaminen. Prosessin jokaisen vaiheen kesto tulee arvioida tai testata jo prosessia suunniteltaessa. Ajat tulee tietää, jotta prosessille osataan arvioida tarvittavat resurssit ja kokonaisaikataulu. Kun prosessi on käytössä, mitataan toteutuvia aikatauluja suunniteltuun. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 92.) Ilman suorituksen mittausta on mahdotonta tietää toimiiko prosessi kunnolla ja onko parannus toimenpiteillä ollut mitään vaikutusta. (Slack & Brandon-Jones 2019, 256.)

Suorituskykyä mitataan useista syistä. Slack ja Brandon listaavat niitä viisi. Ensimmäinen on laatu. Tuotteet tai palvelut halutaan tehdä oikein, jotta asiakas olisi mahdollisimman tyytyväinen. Toinen on nopeus eli läpimenoaika. Kun asiakas tekee tilauksen, se odottaa saavansa tuotteen mahdollisimman nopeasti. Kolmas on aikataulussa pysyminen. Asiakkaalle on tärkeää, että tuotteet voidaan toimittaa ajallaan.

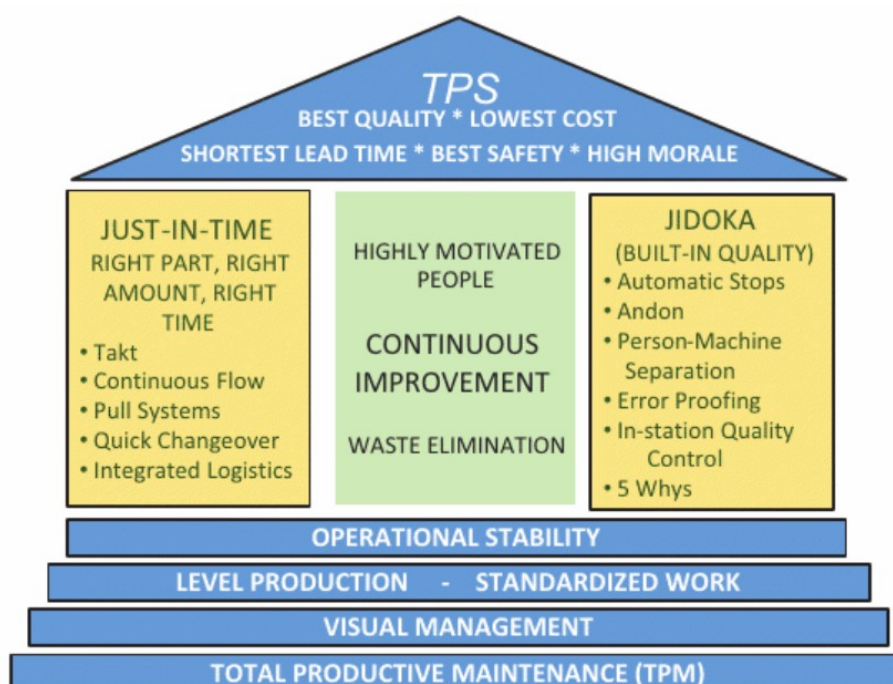
Neljäs on joustavuus. Asiakas voi haluta muuttaa tilausta tai lisätä siihen jotain kesken prosessin. Valmistukselle on tärkeää silloin kyetä muutoksiin helposti ja nopeasti. Viides asia on kustannukset. Valmistaja haluaa valmistaa tuotteet mahdollisimman halvalla, jotta tuotteen hinta vastaa markkinahintaa, ja myynnistä jää rahaa myös yritykselle. (Slack & Brandon-Jones 2019, 218.)

4.2 Lean

Lean on ajatusmalli joka perustuu viiteen peruseriaatteeseen. Ne ovat Arvo, arvovirta, virtaus, veto ja täydellisyys. (King 2019, 8.)

Arvo tarkoittaa asiakkalle tuotettavaa arvoa. Asiakas määrittää saamansa arvon tuotteesta ja valmistajan on siihen kyettävä. Päivittäisen työn tarkoituksena on lisätä tätä arvoa. Arvovirralla tarkoitetaan kaikkea arvoa lisäävää, ja arvoa lisäämätöntä toimintaa joka toimituksessa tai tuotantoprosessissa tehdään. Lean ajattelun tarkoituksena on vähentää arvoa lisäämätöntä toimintaa, ja saavuttaa tilanne jossa jokainen työvaihe lisää arvoa työlle. Virtauksella eliminoidaan arvoa tuottamattomat toimenpiteet toimitusketjusta. Jatkuva virtaus saadaan aikaiseksi, kun jokaisessa työvaiheessa määritetään ne toimenpiteet joilla arvo lisätään. Vedolla tarkoitetaan veto-ohjausta. Siinä materiaali tai tuote toimitetaan seuraavan vaiheeseen vasta, kun seuraava vaihe on valmis sen ottamaan vastaan. Tällä varmistetaan, että oikeat materiaalit ovat oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan eikä ylimääräistä varastointia tarvita. Täydellisyys on päämäärä, johon Lean ajattelulla pyritään. Siinä kaikki hukka, eli arvoa lisäämätön toiminta pyritään poistamaan. Hukkaa ovat esimerkiksi turha varastointi, odotus ja virheiden korjaus. (King 2019, 8.)

Lean perustuu alunperin Toyotan valmistusjärjestelmään eli TPS:aan (Toyota production system). Sen johtoajatukseksi on täydellinen hukan poisto eli tavoitteena on saavuttaa järjestelmä, jossa jokainen työvaihe tuottaa lisäarvoa asiakkaalleen. (King 2019, 8.) Kuvassa 11 on näytetty Toyotan tuotantojärjestelmä pääpiirteissään.



KUVA 11. Toyotan tuotantojärjestelmä TPS (King 2019)

Yksi keskeisiä asioita Toyotan tuotantojärjestelmässä on valmistuksen aikainen virheiden huomiointi. Virheet pyritään huomioimaan heti kun ne syntyvät, eikä vasta jälkitarkastuksessa tai pahimmillaan asiakkaalla. Toyotan järjestelmässä virheet pyritään havainnoidaan heti kun ne syntyvät, ja tuotanto keskeytetään. Näin virhe ei pääse eteenpäin eikä tule kalliita jälkikorjaus toimenpiteitä. (King 2019, 10.)

Lean ajattelun perusteena on hukkan poisto. Jotta voidaan todeta hukka, täytyy selvittää mikä on arvoa tuottavaa tuotannossa. Hukka on resurssien eli henkilöstön, materiaalien ja ajan turhaa käyttöä. Aluksi on siis selvitettävä mitä arvoa asiakas prosessista haluaa ja sen jälkeen voidaan selvittää prosessin hukka. Hukka on perinteisesti seuraavia asioita: (King 2019, 40.)

Ylituotanto. Eli tuotannossa tuotetaan enemmän materiaalia kuin asiakas on tilannut. Toinen ylituotannon muoto on työntöohjaus jossa prosessin edellinen vaihe tuottaa enemmän materiaalia kuin seuraava vaihe on valmis ottamaan vastaan.

Odotus. Odotuksella tarkoitetaan aikaa, jonka tuotannon vaihe joutuu odottamaan päästäkseen jatkamaan tuotantoa. odotukseen luetaan myös aika joka käytetään jonkun automaattisen tuotantolaitteen valvomiseen.

Kuljetus. Tähän hukkaan luetaan kaikki tuotannon aikainen materiaalien ja kappaleiden kuljetus. Tätä hukkaa voidaan torjua sijoittamalla tuotannon vaiheet lähelle toisiaan.

Prosessin hukka. Tähän hukkaan luetaan esimerkiksi ylimääräinen tekeminen. Siinä tuotteeseen tehdään enemmän ominaisuuksia kuin mitä asiakas on tilannut. Silloin tuotetaan arvoa joka ei varsinaisesti ole arvoa asiakkaalle. Tämä ylimääräinen tekeminen tuottaa myös ylimääräistä tarkistusta ja mahdollisesti myös pakkaamista ja kuljetusta.

Varastointi. Ylimääräinen tai turha varastointi on hukkaa. Lean -ajattelussa materiaalia ei tarvitse varastoida välillä, vaan se voidaan siirtää suoraan seuraavaan arvon luonti vaiheeseen.

Liikkuminen. Turha liikkuminen on hukkaa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi ihmisten liikkumista työvaiheen sisällä. Suuren kokoluokan tuotannoissa tämän hukkan välttäminen on kuitenkin vaikeaa. Esimerkiksi suurella tehtaalla operaattori ei voi hoitaa kaikkia asioita samasta paikasta.

Vialliset komponentit. Nämä ovat tuotteita jotka eivät vastaa suunniteltua tai tilattua tuotetta. Niissä voi olla mittavirheitä tai materiaalivirheitä eivätkä ne siten täytä sille asetettuja vaatimuksia. Nämä johtuvat yleensä viallisesta laitteesta tai virheestä prosessissa. Jos esimerkiksi virhe johtuu työkalun kulumisesta, se ei korjaannu itsestään vaan vaatii toimenpiteitä.

Henkilöstön taidot. Jokaiseen prosessin vaiheeseen pitäisi valita henkilöt jotka osaavat kyseisen vaiheen tehtävät.

Perinteisessä ajattelutavassa organisaatiot pyritään rakentamaan mahdollisimman resurssitehokkaaksi. Vastaavasti Lean -ajattelussa pyritään mahdollisimman sujuvaan virtaustehokkuuteen. Nämä kaksi ovat osittain ristiriidassa keskenään, koska resurssitehokasta organisaatiota on vaikea saada työskentelemään visartaustehokkaasti. (Torkkola 2015, 57.)



KUVA 12. Virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden ristiriita (Torkkola 2015).

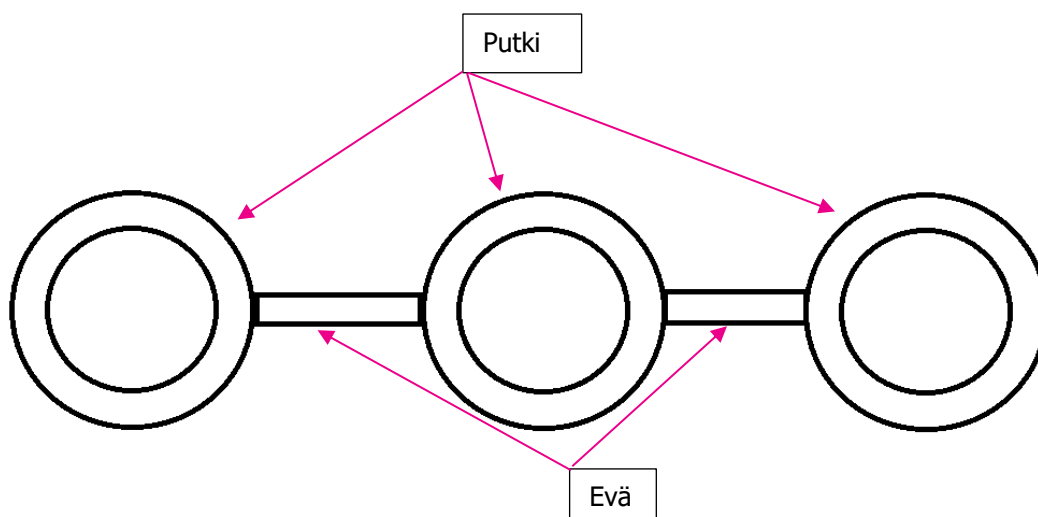
Resurssitehokkaassa organisaatiossa tekemättömiä töitä on aina odottamassa eli työ odottaa tekijää. Lean ajattelussa tekijä odottaa työtä. Näin optimoitu organisaatio on tuotteliaampi kuin resurssitehokas organisaatio. (Torkkola 2015, 58.)

5. KONEPAJA

5.1 Nykyiset tuotteet ja tuotantomenetelmät

Nykyisin konepaja valmistaa soodakattilan kriittisimpiä komponentteja. Nämä komponentit ovat soodakattilan alaosa, tulistimet, kammiot sekä ekonomaiserit. Lisäksi valmistuksessa on soodakattilan sulakourut.

Soodakattilan alaosa valmistetaan tyypillisesti ruostumattomalla teräksellä pinnoitetusta hiiliteräsputkesta. Putkien väliin hitsataan evä eli lattarauta. Alaosa muodostaa kattilan pohjan ja on taivutettu altaan muotoon. Kuvassa 13 on esitetty putkiseinän periaate. Alaosan valmistuksessa konepaja tekee putkien taivutuksen sekä tarvittavat putkien jatkoliitokset, putkien hitsauksen eviin ja putkien taivutukset tarvittaviin ohituksiin. (ANDRIZ Warkaus Works Oy.)



KUVA 13. Putkiseinän periaatekuva.

Soodakattilan pohjan lisäksi pajalla valmistetaan sivuseiniä. Sivuseinistä alaosa on samaan tapaan ruostumattomalla teräksellä päällystettyä hiiliteräs putkea. Sivuseiniin pajalla tehdään vastaavat toimenpiteet kuin pohjaankin, eli putkien hitsaaminen evään ja tarvittavat putkien päittäisliitokset sekä ohitusten taivutukset.

Soodakattilan tulistimet sijaitsevat kattilan sisällä. Riippuen sijainnista, tulistimien materiaalit vaihtelevat perus hiiliteräksestä korkeasti seostettuihin hiiliteräksiin, ruostumattomiin teräksiin sekä ruostumattomalla teräksellä pinnoitettuihin hiiliteräsputkiin. Tulistimet valmistetaan putkesta taivuttamalla. Lisäksi hitsataan tarvittavat putken päittäisliitokset sekä tulistimen siteet putkilenkkien paikallaan pitämiseksi.

Kammiot ovat putkiseiniin tai tulistimiin liitettäviä, halkaisijaltaan putkia suurempia kappaleita, jotka toimivat mainittujen putkiseinien ja tulistimien jako -ja kokoojakammioina. Kammioiden halkaisijat ja seinämävahvuudet vaihtelevat käyttökohteen mukaan. Pajalla kammiot valmistetaan hitsaamalla

kammiot tarvittavan pituisiksi. Lisäksi kammioihin hitsataan päädyt ja tarvittavat liityntäyhteet putkia varten. Pajalla voidaan tehdä kammioille tarvittavat lämpökäsittelyt.

Ekonomaiserit eli veden esilämmittimet sijaitsevat kattilan savukaasuvirrassa ja ovat rakenteeltaan tulistimien kaltaisia. Pajalla ekonomaiserit valmistetaan suorasta putkesta taivuttamalla sekä hitsaamalla tarvittavat päittäisliitokset ja sidokset.

Edellä kuvatut tuotteet ovat konepajan ydintuotteet. Näiden lisäksi pajalla valmistetaan soodakattilan sulakouruja. Sulakourut sijaitsevat kattilan alareunassa ja niiden tehtävä on laskea kattilan pohjalla oleva kemikaalisula liuottajasäiliöön. Sulakourut ovat vedellä jäähdytettäviä, kotelomaisia rakenteita jotka valmistetaan levyleikkeistä ja putkista. Kourun rakenne on hiiliterästä mutta itse kourun pinnalla voidaan käyttää myös muita materiaaleja tai päällehitsausta.

Edellä mainituista tuotteista alaosa, sivuseinät, tulistimet ja ekonomaiserit valmistetaan tuotantolinjalla, jossa eri työvaiheet seuraavat toisiaan. Materiaalit tuodaan linjalle toisesta päästä ja valmis kappale tulee linjan toisesta päästä ulos. Vastaavasti kammiot ja sulakourut valmistetaan tuotantosoluissa. Tuotantosolussa työvaiheet suoritetaan samassa paikassa, eikä kappale siirry valmistuksen aikana. Tuotannossa käytettävistä menetelmistä pääosassa ovat putken taivutus sekä hitsaus. Tuotantolinjoilla valmistuksessa käytetään jauhekaarihitsausta ja robottihitsausta. Käsihitsauksessa käytössä ovat tyypilliset Mig/Mag, Tig ja puikkohitsaus. Kammion tuotantosolussa on käytössä aarpora ja kammion porauskone. Näillä voidaan tehdä itse kammion sisäreikä sekä liittyville yhteille tarvittavat reiät. Lisäksi pajalla voidaan suorittaa komponenttien puhtaaksipuhallusta sekä tarvittavia lämpökäsittelyitä suurillekin kappaleille. (ANDRIZ Warkaus Works Oy.)

5.2 Resurssit ja konekanta

Konepaja työllistää tuotannossa noin 70 henkilöä. Näsitä henkilöistä noin 50:lla on hitsauspätevyys ja useilla henkilöillä monitaitoisuus, eli heillä on osaaminen työskennellä useassa eri tuotannon vaiheessa ja useamman tuotteen parissa.

Pajan konekanta perustuu vakiotuotteiden valmistuksen tarpeisiin, ja on osaltaan lueteltu kohdassa 5.1. Päämenetelmiä ovat siis hitsaus ja putkien taivutus. Hitsauksessa osaaminen on monipuolista ja mahdollistaa koneellisen hitsauksen jauhekaarella tai robotilla, sekä tyypillisimmät käsin tehtävät hitsaukset. Lisäksi pajalla voidaan tehdä pinnoitushitsausta putkille ja levytuotteille. Levytöiden osalta pajalla onnistuu kokoonpano, mutta itse levyleikkeet on tähän asti tehty alihankintana. Lisäksi koneistettavat kappaleet on tehtävä alihankintana.

Pajan materiaalivarastot koostuvat tyypillisesti kattilan ja tulistimien putki -ja evämateriaaleista, sekä pienemmistä määristä kammioiden materiaaleja. Varastot ovat tyypillisesti aiempien projektien ylijäämiä, jos projektista on suurempi määrä materiaalia jäänyt ylitse. (ANDRIZ Warkaus Works Oy.)

5.3 Konepajan tuotannonlisäys mahdollisuudet

Konepajan tuotanto on syklistä johtuen pääliiketoiminnan projektiluontoisuudesta. Ainoastaan sulakourut ovat pajalla jatkuvassa tuotannossa tällä hetkellä, koska kyseessä on kulutus osa. Syklisyydestä johtuen työkuorman vaihtelut ovat suuria, ja myös yksittäisten projektien välillä voi

olla suuriakin eroja. Yksittäisen projektin osalta konepajan toimituslaajuus voi olla kaikki kohdassa 5.1 mainitut tuotteet tai pelkästään esimerkiksi kattilan pohja tai kattilan pohja ja tulistimet. Jos pajan toimituslaajuus käsittää vain osan tuotteista, jää silloin muiden tuotteiden valmistuksen resurssit vapaaksi. Jos projektin toimituslaajuus käsittää vain kattilan pohjan, jää koko paneelilinja silloin vapaaksi. Tämä mahdollistaa suurienkin, paljon tilaa vievien kappaleiden valmistuksen. (ANDRIZ Warkaus Works Oy.)

Pajan tuotannon tyhjät välit ovat siis edellisen ja mahdollisen uuden tilauksen väliin jäävä tilaukseton jakso, tai toimitusprojektin laajuudesta riippuen joku varsinaisten tuotteiden tyhjäksi jäävä tuotantolinja tai tuotantosolu. Lisäksi hiljaista aikaa voi aiheuttaa projektissa mahdolliset suunnittelusta tai materiaalitoimituksista aiheutuvat viiveet, mutta niitä ei tässä työssä huomioida koska niistä on pyrittävä muutenkin eroon. Uuden tuotannon lisäys kannattaa siis pyrkiä lisäämään näihin edellä mainittuihin tyhjiin väleihin.

Kokoaikaiseen ja jatkuvaan valmistukseen lisättävä tuote ei poista edellä mainittuja tyhjäkäynti aikoja, koska jatkuvassa valmistuksessa oleva tuote vaatisi kokonaan oman resurssin. Lisäksi uudet tuotteet eivät saa vaikuttaa varsinaisten tuotteiden läpimenoaikaan.

Pajan toiminnan selvityksen perusteella uusia tuotteita voidaan siis valmistaa joko kertaluontoisesti yksittäiseen projektiin, tai tilauksettomalla ajanjaksolla myös niin sanottuja kulutus -tai varaosia. Haasteena tulee olemaan tiettyjen materiaalien saatavuus, eli esimerkiksi levytuotteet täytyy teettää muualla ja se tarkoittaa, että tarve on tiedettävä hyvissä ajoin.

Tuotannon resursseja voidaan käyttää uusien tuotteiden valmistukseen seuraavissa tapauksissa:

- Ilman työtä olevilla tuotantolinjoilla tai tuotantosoluissa silloin, kun pajan toimituslaajuuteen ei kuulu kaikki varsinaiset tuotteet. Jos uusi valittu tuote ei sovellu olemassaoleville linjoille tai soluihin, voi niiden vapaana oleva henkilöstö muodostaa uuden solun uuden tuotteen tekemiseen.
- Kahden tilauksen välinen tyhjä aika. Näissä väleissä voidaan tehdä myös kulutustuotteita tai varaosia, sekä poikkeukselliseen tai erilliseen tarpeeseen.

6. PROSESSI TUOTTEIDEN LISÄYKSELLE

6.1 Pääprosessi

Tässä osiossa kehitetään pääprosessi tuotteiden lisäämiselle. Kohdassa 6.2 kootaan periaatteet apuprosesseille, joita tarvitaan lopullisessa tuotteiden lisäyksessä. Pääprosessi kuvaa sitä kuinka tuotteet tullaan valitsemaan pajan valmistukseen, ja mitä alaprosesseja tullaan tarvitsemaan. Uusi valittu tuote on pystyttävä valmistamaan joko kokonaan, tai osin hankituista komponenteista pajan olemassa olevilla resursseilla. Ensimmäiseksi tulee selvittää, mitkä kaikki tuotteet voivat olla pajan valmistettavissa, ja mitkä on syytä jättää pois valikoimista jo ensimmäisessä vaiheessa. Tämä tuotteiden valinta on syytä tehdä jo ennen kuin varsinaista tuotantosuunnitelmaa aletaan tekemään.

Tässä ensimmäisessä vaiheessa valinnan perusteina ovat seuraavat asiat:

-Valmistettavuus pajalla, eli pajan nykyinen henkilöstö ja konekanta riittävät tuotteen valmistukseen joko kokonaan tai toimitetuista osista. Nämä tuotteet ovat siis niitä, joita voidaan mahdollisesti valita pajan tuotantoon tulevaisuudessa.

Prosessin toisessa vaiheessa selvitetään jokaisen ensimmäisessä vaiheessa valitun tuotteen menekki. Onko kyseessä varaosa tai kulutusosa, vai onko kyseessä kerran uuteen projektiin toimitettava komponentti. Tällä toimenpiteellä ennakoidaan saatavaa hyötyä ja tuotannon tarvittavaa volyymia. Lisäksi selvittävänä kyseisten tuotteiden markkinahinta eli hinta jolla kappaleita on aiemmin valmistettu ja toimitettu. Tässä vaiheessa tuotteille on syytä määrittää tärkeysjärjestys, eli mikä tuote tulisi ensimmäisenä valita pajan tuotantoon. Hyötynäkökohtia arvioitaessa on huomioitava myös toimitusprojektien asennusaikataulu ja siellä olevat mahdolliset pullonkaulat. Eli onko jokin tuote muodostumassa pullonkaulaksi asennukselle vai onko joku tuote sitä yleisestikin.

Prosessin toisessa vaiheessa selvitetään seuraavat asiat:

- Määritetään tuotteille tärkeysjärjestys joka perustuu:
 - o Menekki eli volyymi
 - o Markkinahinta. Mitkä tuotteet ovat kilpailukykyisiä
 - o Toimitusprojektien pullonkaulat
 - o Tuotteiden samankaltaisuus eli voidaanko joitain tuotteita valmistaa esimerkiksi samasta materiaalista tai samalla tavalla.

Tärkeysjärjestys perustuu yllä mainittujen kohtien kokonaisarviointiin.

Kolmannessa vaiheessa määritetään tuotantosuunnitelmat tuotteiden tärkeysjärjestyksen mukaisessa järjestyksessä. Tuotantosuunnitelmat sisältävät seuraavat asiat:

- Tuotteiden suunnitelmien läpikäynti valmistuksen kanssa sekä mahdolliset muutokset.
- Henkilöstö ja laiteressurit valittujen tuotteiden tekemiseen
- Tuotannon layout
- Tuotannon vaatima aika. Tämä määritetään seuraavasti:
 - o Kokonaisaika joka menee tuotteen läpimenoon pajalla
 - o Yksittäisten työvaiheiden aika

- Tuotannon mittarit.
 - o Edellä mainitut ajan mittaukset
 - o Uusintatöiden määrää eli kuinka paljon valmistuksessa joudutaan tekemään korjaavia toimenpiteitä.

Tuotantosuunnitelman kolmesta perusvaiheesta ensimmäinen eli esisuunnittelu jätetään tässä työssä pois, koska suunnittelu tehdään olemassaoleville tuotteille ja olemassaolevalle pajalle resursseineen. Lisäksi tuotteiden markkina on pajan näkökulmasta periaatteessa aina sama, koska yhdessä projektitoimituksessa toimitetaan samat kappaleet.

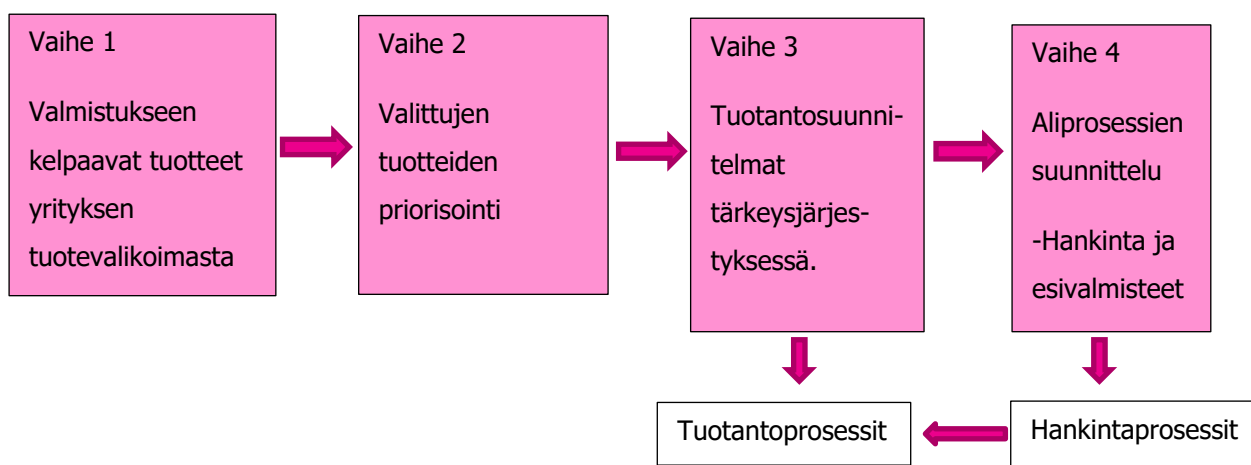
Tuotantosuunnitelmien perusteella saadaan selville, mitkä tuotteet ovat valmistettavissa millaisessakin tilanteessa. Kahden tilauksen välissä voidaan hyödyntää koko pajan kapasiteettia, mutta vajaissa tuotannoissa vain vapaana olevaa resurssia. Tämän vaiheen jälkeen valittujen tuotteiden tarvitsemat resurssit ja aika on tiedossa, ja ne voidaan sijoittaa pajan tuotantoon sopivaan tyhjään hetkeen tai tilaan.

Prosessin neljäs vaihe on aliprosessien suunnittelu. Tarvittavat aliprosessit ovat:

- Materiaalien hankintaprosessi
- Esivalmisteiden hankintaprosessi
- Tuotekehitysprosessi (Selvitetty kohdassa 7)

Tuotelisäyksen pääprosessi tehdään yhden kerran, jossa käydään läpi kaikki soodakattilan tuotteet, jotka ovat yrityksen omaa suunnittelua. Pääprosessin toteuttamisen jälkeen on yrityksellä valmius lisätä tuotteita pajan tuotantoon halutessa ja tarvittaessa. Pääprosessin tuotoksena on siis tuotteiden valinta ja niiden valmistuksen toteutuksen suunnitelmat. Jos yrityksen tuotevalikoima kasvaa tulevaisuudessa, tai tehdään lisäyksiä uusien innovaatioiden myötä, tehdään uusille tuotteille vastaava arviointi.

Pääprosessin kaavio muodostuu kokonaisuudessaan seuraavanlaiseksi.



KUVA 14. Tuotteiden valinnan pääprosessi.

6.2 Aliprosessit

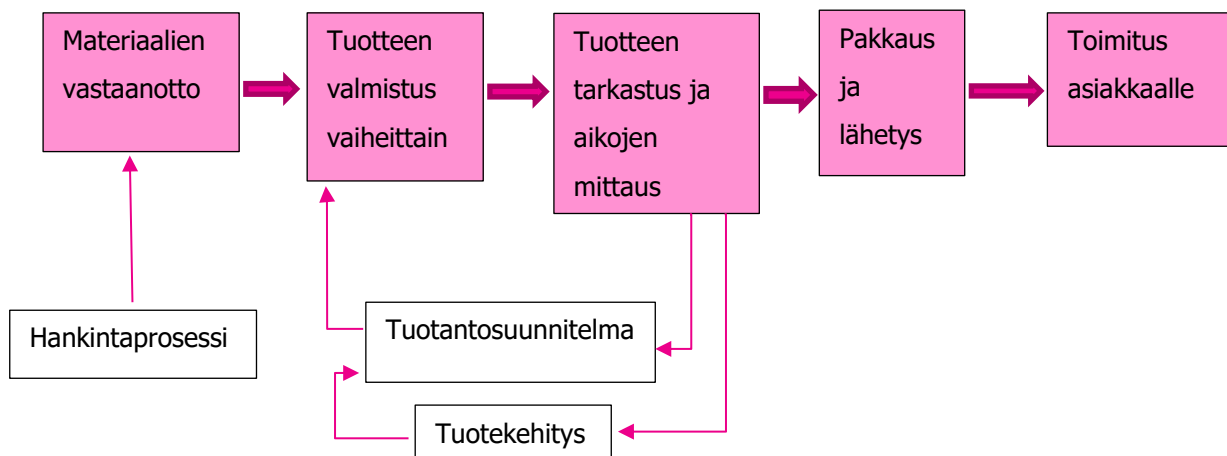
Kohdassa 5.1 kuvattu pääprosessi tehdään kerran olemassaoleville tuotteille. Jos yrityksen toimittamissa tuotteissa tapahtuu lisäyksiä tai muutoksia, uusitaan prosessi uusien tai muuttuneiden tuotteiden osalta.

Vastaavasti aliprosesseissa voi tapahtua muutoksia tiheämmin, ja aliprosessit myös toteutetaan useammin. Nämä muutokset voivat johtua muuttuvista olosuhteista tai aikatauluista. Tässä osiossa kuvataan tarvittavat aliprosessit eli tuotantoprosessi, hankintaprosessi ja esivalmisteiden hankintaprosessi. Neljäs aliprosessi eli tuotekehitysprosessi on kuvattu osiossa 7.

Tuotantoprosessissa suoritetaan seuraavat asiat:

- Materiaalien vastaanotto
- Tuotteen valmistus vaiheittain
- Tuotteen tarkastus suunnitelmien mukaan
- Tuotteen pakkaus
- Tuotteen lähetys
- Valmistusajan toteaminen ja vertailu suunniteltuun
- Tarvittavien toimenpiteiden tekeminen jos toteutuma ei vastaa suunniteltua
- Mahdollisten kehitysideoiden kirjaaminen

Tuotantoprosessi



KUVA 15. Valmistusprosessi.

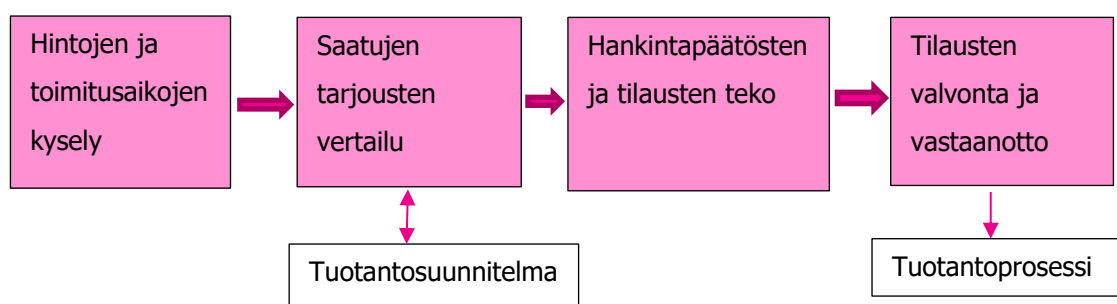
Valmistusprosessista on syytä tehdä yksityiskohtainen arvovirtakuvaus hukan löytymiseksi ja sitä kautta prosessin nopeuttamiseksi ja parantamiseksi.

Hankintaprosessi

Hankintaprosessissa hankitaan tarvittavat materiaalit valmistusta varten. Hankintaprosessissa on suoritettava seuraavat asiat.

- Materiaalien hintojen kysely
- Materiaalien toimitusaikojen selvitys
- Materiaalien ominaisuuksien varmistus
- Toimitussopimusten teko, jossa tarkasti määritellyt toimituajat materiaaleille.

Materiaalien toimitusajat on selvitettävä ja huomioitava tuotekohtaisesti, jotta materiaalien tilaus osataan ajoittaa oikein tuotannon tarpeet huomioiden. Materiaalien hankinnassa voidaan hyödyntää mahdollisesti myös raamisopimuksia, jolloin materiaalin toimittaja varautuu toimittamaan tarvittaessa tietyn määrän materiaalia tietyllä toimitusajalla.



KUVA 16. Hankintaprosessi

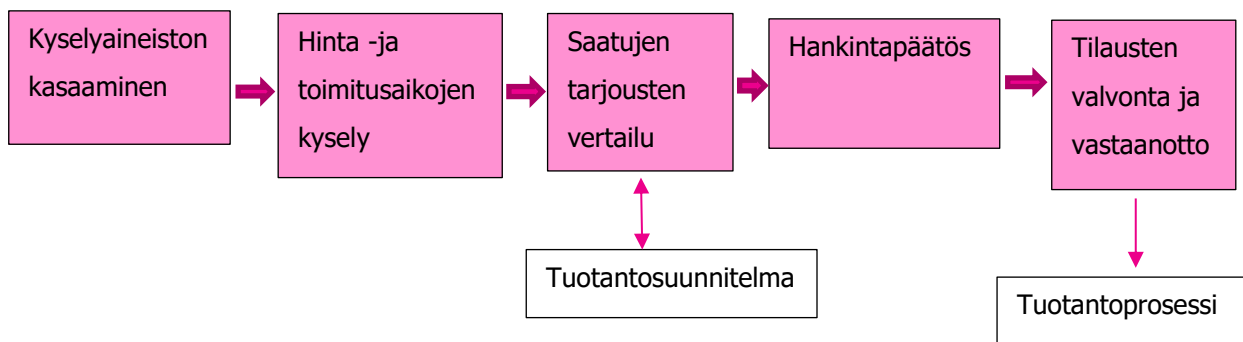
Yrityksellä on jo olemassa hankintaprosessit joihin ei tässä työssä puututa. Oleellista tämän tuotelisäyksen kannalta on, että huolehditaan materiaalien toimituksen aikatauluista suhteessa valmistuksen tarpeisiin.

Esivalmistusprosessi

Konepajan varsin rajatusta tuotevalikoimasta johtuen laitekanta ei mahdollista useita erilaisia tuotantomenetelmiä. Tästä johtuen joidenkin tuotteiden valmistaminen voi edellyttää joidenkin osien esivalmistusta alihankkijalla. Näiden esivalmisteiden hankintaperiaate on saman suuntainen kuin edellä mainittu hankintaprosessi tietyin poikkeuksin. Seuraavat asiat tulee määrittää esivalmisteiden hankinnassa:

- Kyselyaineiston kasaaminen
- Hintojen ja toimitusaikojen kysely
- Tarjouksien vertailut
- Hankintapäätös

Esivalmisteita ei kannata hankkia kovin kaukaa, vaan alihankkija olisi hyvä löytyä mahdollisimman läheltä. Muussa tapauksessa kokonaishinta ja toimitusaika eivät välttämättä ole kokonaisuuden kannalta järkeviä.



KUVA 17. Esivalmisteiden hankintaprosessi

Aliprosessien suunniteltu toiminta on oleellista valmistuksen onnistumisen kannalta. Myöhästyminen aliprosessissa aiheuttaa viivettä tuotannossa ja tuotteen toimituksen viivästymistä.

7. PROSESSI TUOTEKEHITYKSELLE

Tuotekehitysprosessi lähtee liikkeelle saadusta palautteesta tai ideasta tuotteen ympärillä työskentelevältä henkilöltä. Tässä työssä tarkastellaan valmistuksessa tehtyjä huomioita ja palautteita uusille, valituille tuotteille. Samaa prosessia voi käyttää myös pajan varsinaisille tuotteille, tai alihankkija pajoilta saaduille palautteille. Prosessin ei tarvitse olla tarpeettoman raskas, jotta sen käyttö on järkevää ja tarkoituksenmukaista myös pienemmille muutoksille. Oleellista kuitenkin on, että prosessia noudatetaan, jotta kaikki vaiheet ja sidosryhmät tulevat huomioiduksi. Pienimmissä muutoksissa prosessin läpivienti voi olla nopeakin. Lisäksi prosessia voidaan kehittää edelleen, jos muutos -tai kehitystarpeita löydetään.

Ensimmäisessä vaiheessa tulee arvioida saatu palaute tai idea kokonaisuuden kannalta. Vaihe 1 sisältää seuraavat asiat:

- Vaikutukset materiaalikustannuksiin
- Vaikutukset tuotteen suunnitteluun
- Vaikutukset valmistuskustannuksiin
- Vaikutukset tuotteen kuljetukseen
- Vaikutukset tuotteen asennukseen
- Vaikutukset tuotteen toimintaan käyttötilanteessa
- Kokonaiskustannusvaikutukset itselle ja asiakkaalle
- Lopuksi pidetään ideariihi mahdollisten jatko ideoiden löytymiseksi.

Toisessa vaiheessa tehdään päätös kehitysprojektin aloittamisesta. Jos ensimmäisessä vaiheessa tehty arviointi päättyy siihen, että ehdotuksen mukaista muutosta ei kannata tehdä, arkistoidaan muutosehdotus. Jos arvioinnin perusteella muutos kannattaa tehdä, käynnistetään muutoksen toteuttamiseksi kehitysprojekti.

Kolmannessa vaiheessa tehdään kehitysprojektille projektisuunnitelma. Projektisuunnitelman tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

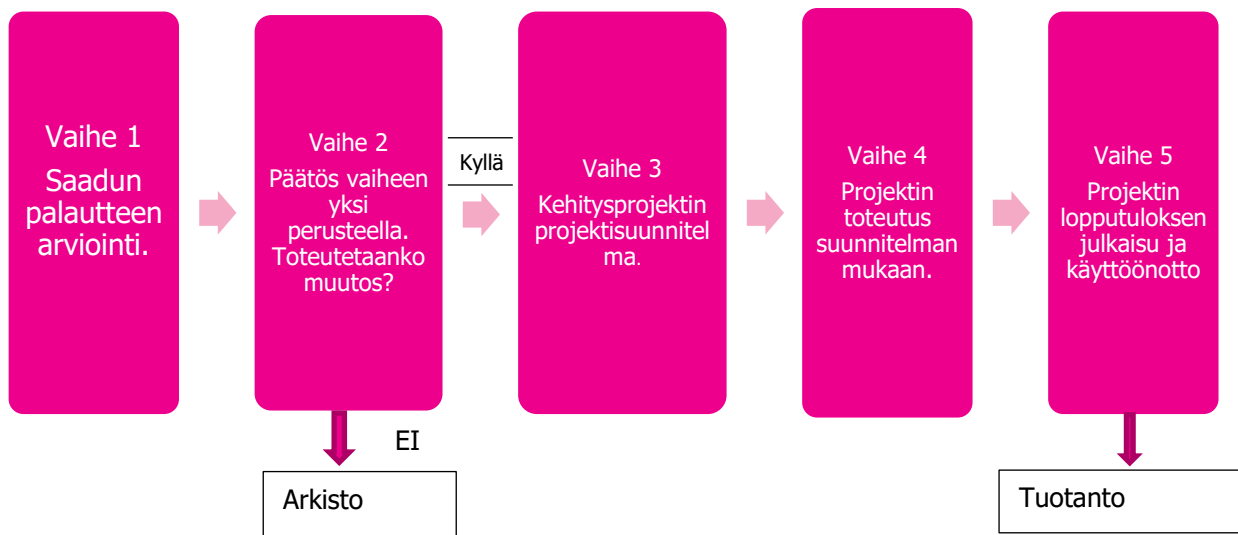
- Päivitettävät piirustukset
- Päivitettävät hankintadokumentit
- Päivitettävät myyntidokumentit
- Päivitettävät asennusdokumentit
- Päivitettävät käyttöönotto -ja käyttöohjeet.
- Tarvittavat ulkoiset resurssit.
- Projektin kesto ja projektin kustannukset
- Tuotannon suunnittelu

Neljännessä vaiheessa toteutetaan itse kehitysprojekti. Projektin vetäjänä toimii kyseisen tuotteen omistaja eli tuotteesta vastaava tuotepäällikkö tai tuoteinsinööri. Projektitiimiin kuuluu lisäksi

henkilö(t) valmistuksesta sekä tarvittaessa asennuksesta sekä käyttöönotosta. Kehitysprojektin aikana tehdään kaikki projektisuunnitelmassa esitetyt toimenpiteet. Neljännen vaiheen jälkeen projekti on valmis ja lopputulos otettavissa käyttöön.

Viidennessä vaiheessa julkaistaan kehitysprojektissa tehty dokumentaatio ja ratkaisu otetaan käyttöön valmistuksessa ja myös projekteissa yleisesti. Projektipäällikö vastaa, että dokumentaatio tulee julkaistua asianmukaisesti yrityksen dokumenttijärjestelmässä.

Kuvassa 20 on edellä kuvailtu prosessi laitettu prosessikaavion muotoon.



KUVA 20. Tuotekehityksen prosessikuvaus.

POHDINTA

Ennen työn aloitusta ajatuksenani oli, ettei tuotteiden lisääminen tuotantoon olisi kovinkaan helppoa. Aihetta tutkiessa löytyi kuitenkin selkeä malli siihen kuinka tuotteita pystytään lisäämään olemassa olevaan pajaan. Oleellista oli selvittää ne kohdat pajan tuotannossa, jossa muiden tuotteiden valmistaminen olisi mahdollista, ja kuinka tuotteiden valinta tulisi prosessoida. Tämän työn kaltaisessa tuotteiden lisäyksessä hyvin mietityt ja toteutetut prosessit ovat erittäin tärkeitä. Ilman hyvin selkeitä prosesseja uusien tuotteiden valmistus menee vaikeaksi ja lisäksi se haittaa varsinaisten päätuotteiden valmistusta liikaa.

Työtä tehdessä opin paljon lisää prosessien merkityksestä sekä niiden muodostamisesta. Hyvin mietitty prosessi ei kuitenkaan yksin riitä, vaan pitää olla valmiuksia myös prosessien muuttamiseen tarvittaessa. Lean:n mukainen arvovirtakuvaus on hyvä työkalu prosessien optimointiin ja jatkuvaan parantamiseen. Työn kohdekonepajan kilpailukyvyyn kannalta jatkuva parantaminen ja tuottavuuden tehostaminen on tärkeää.

Lisäksi opin paljon tuotannon suunnittelusta ja ohjaamisesta. Jouduin pois mukavuusalueelta eli tuotteiden suunnittelusta ja kehityksestä. Tässä työssä pääsin miettimään omaa päivittäistä työtäni myös valmistuksen kannalta. Tähän liittyen uusi termi Concurrent engineering eli samanaikainen suunnittelu tuli uutena asiana. Kuinka valmistus tulisi huomioida suunnittelussa ja mitä hyötyjä sillä voidaan saavuttaa. Pyrin soveltamaan tätä ajatusta prosessien luomisessa ja jossain määrin sain tätä ajatusta prosesseihin mukaan.

Päätös toteuttaa tuotteiden lisäys pajalla on pajan ja omistajayrityksen yhteinen. Päätös vaatii ennakkoluulottomuutta mutta myös hyvää käsitystä siitä kuinka lisäys tulee toimimaan ja kuinka siitä on hyötyä niin pajalle itselleen kuin omistajayrityksellekin. Tämän työn tulokset antavat siihen arviointiin työkaluja.

LÄHTEET

- Kiran, D.R 2019. Production planning and control, A comprehensive approach. Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann, an imprint of Elsevier
- Torkkola, Sari 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Pro
- Kalpakjian, Serope, Schmid, Steven R, Sekar, K.S. Vijay 2021. Manufacturing engineering and technology. Harlow Essex: Pearson
- Lim, Jong Seon 2020. Quality management in engineering: A scientific and systematic approach. Boca Raton: CRC Press
- Bi, Zhuming & Wang, Xiaoqin 2020. Computer aided design and manufacturing. Hoboken, NJ: Wiley.
- Trott, Paul 2021. Innovation management and new product development. Harlow, England; Pearson.
- Krajewski, Lee, Malhotra, Manoj & Ritzman, Larry 2019. Operations management: Processes and supply chains. Harlow, England; Pearson.
- Ruohomäki, Ismo, Anttila, Juha-Pekka, Heikkilä, Annika, Hentula, Markku, Kansola, Minna, Leino, Kalervo, Paro, Jukka & Salmi, Timo 2011. Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.
- King, Peter L 2019. Lean for the process industries: Dealing with complexity. New York, NY; Taylor & Francis Group
- ANDRITZ WARKAUS WORKS OY
- Jokinen, Tapani 2010. Tuotekehitys. Aalto-yliopisto, Teknillinen korkeakoulu.
- Slack, Nigel, Brandon-Jones, Alistair 2019. Operations management. Harlow, England; Pearson.
- Boothroyd, Geoffrey, Dewhurst, Peter, Knight, Winston. A 2010. Product design for manufacture and assembly. Boca Raton, Fla; CRC Press
- Dhillon, B.S 2002. Engineering and Technology Management Tools and Applications. Boston; Artech House.