

Seppo Jyrinki

VALMISTUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Koneteollisuuden yrityksessä

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Teknologiaosaamisen johtaminen, YAMK
Maaliskuu 2021



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Maaliskuu 2021	Tekijä/tekijät Seppo Jyrinki
Koulutus Teknologiaosaamisen johtaminen		<input type="checkbox"/> AMK <input checked="" type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi Valmistusprosessin kehittäminen, kone-teollisuuden yrityksessä		
Työn ohjaaja Pekka Makkonen		Sivumäärä 40
Työelämäohjaaja -		
<p>Tämä tutkimustyö on tehty kone- ja laitevalmistus alalla toimivalle yritykselle. Tutkimustyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää valmistusprosessin toiminnan käytäntöjä. Tutkimustyössä haluttiin selvittää valmistusprosessissa ilmeneviä hukkien juurisyitä.</p> <p>Opinnäytetyön suoritus aloitettiin tutustumalla liiketoiminnan johtamismalleihin, sekä valmistavan teollisuuden toimintaan teorian tasolla. Lean johtamisfilosofia esittää työssä suurta asemaa, joten Lean teoriaan tutustuttiin tarkemmin. Koska työssä käytettiin laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää tutustuttiin myös menetelmän teoriaan.</p> <p>Tutkimustyö suoritettiin kyselyllä, internetissä tehtävällä Webropol alustalla. Tutkimustyön kysymykset pyrin tekemään useita aiheita koskettavia, jotta saataisiin mahdollisimman laaja kirjo vastauksia. Kyselytutkimuksen tarkasteltiin ja analysoitiin ja niiden perusteella laadin kehitys- ja parannusehdotuksia valmistusprosessin tehostamiseen.</p> <p>Saatujen tulosten perusteella voidaan valmistusprosessia parantaa monilla Lean tekniikoilla. Vastauksien perusteella laadin useita Lean tekniikoihin nojautuvia kehitysehdotuksia, joita voisi ottaa käyttöön pienen panoksen.</p>		

Asiasanat Kone- ja laitevalmistus, Kvalitatiivinen, Lean, Prosessin kehittäminen, Toiminnan kehittäminen
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date March 2021	Author Seppo Jyrinki
Degree programme Master`s Degree for Technology Competence Management		
Name of thesis Improving manufacturing process, case machinery firm		
Centria supervisor Pekka Makkonen		Pages 40
Instructor representing commissioning institution or company -		
<p>This research has been carried out for a company operating in the machinery and equipment manufacturing sector. The purpose of the research work was to study and develop the practices of the operations of the manufacturing process. The aim of the research was to investigate the root causes of the wastes in the manufacturing process.</p> <p>The thesis was completed by familiarizing yourself with business management theory and the operations of the manufacturing industry at the level of theory. Lean's management philosophy plays a major role in the work, so Lean's theory was explored in more detail. Since the work used a qualitative research method, the theory of the method was also included.</p> <p>The research was carried out using a survey, the Webropol platform on the Internet. I tried to ask questions about research on several subjects in order to obtain the widest possible range of answers. The survey was reviewed and analyzed and based on them I prepared development and improvement proposals to improve the efficiency of the manufacturing process.</p> <p>Based on the results obtained, the manufacturing process can be improved with many Lean techniques. Based on the responses, I drew up a number of development proposals based on Lean's technologies, what could be introduced with a small steps.</p>		

<p>Key words Lean, Machine & Equipment Manufacturing, Operational Development, Process Development, Qualitative</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

CNC

(Computer Numerical Control) on tietokone avustettu ohjaustapa, jota käytetään työstökoneissa tekemään toistuvia työvaiheita.

HMI

(Human Machine Interface) Käyttöpäätte, jolla ihminen ohjaa automaatiojärjestelmää, esimerkiksi kosketusnäyttö.

PLC

(Programmable Logic Controller) on ohjelmoitava logiikkaohjain, jota käytetään automaatiojärjestelmien ohjaavana laitteena.

TPS

(Toyota Production System) Toyotan kehittämä tuotanto filosofia.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 PROSESSIJOHTAMISEN TEORIA	2
2.1 Prosessi	2
2.2 Projekti	3
2.3 Vesiputousmalli	3
2.4 Toiminnanohjausjärjestelmä	4
2.5 DFMA	4
2.6 ISO 9001 laatu järjestelmä	4
2.7 Lean	5
2.7.1 Lean-filosofia	5
2.7.2 Muda, Muri ja Mura	6
2.7.3 Lean tekniikat	8
3 VALMISTUSPROSESSI	11
3.1 Kohdeyritys	12
3.2 Kohdeyrittäjän valmistusprosessi	13
3.2.1 Myyntivaihe	13
3.2.2 Suunnitteluvaihe	14
3.2.3 Osto- ja osavalmistus	15
3.2.4 Tuotantovaihe	16
3.2.5 Asennusvaihe	18
4 KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN SUORITUS	19
4.1 Kvalitatiivinen tutkimus	20
4.2 Kyselytutkimus	21
5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI	22
5.1 Perustiedot	22
5.2 Työtehtävät	24
5.3 Viestintä	28
5.4 Toiminta	31
5.5 Yhteenveto vastauksista	34
6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	36
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	39
LÄHTEET	42
LIITTEET	

KUVIOT

KUVIO 1. Vesiputousmalli.....	3
KUVIO 2. Lean toiminnan peruseriaatteet.	8
KUVIO 3. Strategiamalli.	11
KUVIO 4. Kohdeyrityksen valmistusprosessi	13

KUVAT

KUVA 1. Toiminnanohjausjärjestelmän Kanban näkymä	10
---	----

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Vastauksien yleisimmät ongelmakohdat.	35
--	----

1 JOHDANTO

Maailman kehitys on jatkuvaa, ja myös yritykset tavoittelevat jatkuvasti parempia toimintatapoja. Kun tavoitellaan tehokkaampaa toimintaa, teknologia näyttelee usein eri teollisuudenaloilla suurta roolia. Usein teknologia jää jälkeen muun toiminnan kehityttyä, jotta yritys voi menestyä, täytyy toiminnan teknologian olla riittävän tehokas sekä palvella oikein kyseistä toimintaa.

Opinnäytetyön kohdeyritys tarjoaa palveluita juuri kehittämään tätä yritysten teknologiaa ja sitä kautta itse yritysten toimintaa. Tarjottava teknologia saattaa olla yksittäinen kone, laite tai isompi kokonaisuus, mutta se on lähes poikkeuksetta räätälöity juuri asiakkaan tarpeiden mukaan. Kyseisen teknologian valmistamiseen tarvitaan myös kohdeyrityksessä toimintaa, koska kaikkea toimintaa voidaan kuvata prosessina, on liiketoiminnassa luontevampaa kutsua tätä toimintaa valmistusprosessina. Kohdeyrityksessä on tarvittava teknologia saatavilla, jotta yritys kykenee tuottamaan palveluitaan. Yrityksellä on muun muassa nykyaikaiset CNC koneistus- sekä laserleikkauskoneet. Valitettavasti kuten kohdeyrityksen asiakkaat, kohdeyritys ei ole kehittänyt itse valmistusprosessiaan samassa suhteessa kuin itse yritys on kasvanut ja investoinut teknologiaan. Tämä on juurisyy tämän opinnäytetyön tekemiseen.

Valmistusprosessissa on havaittu monenlaista hukkaa, laatu ongelmia sekä tyytymättömyyttä henkilöstössä. Työn tavoite on keskittyä kokonaisuudessaan näihin valmistusprosessin haastavimpiin vaiheisiin, pureutumatta liikaa yksittäiseen ongelmaan. Tavoite on saada luotua toimintamalli, jota noudattamalla toiminta tehostuisi sekä hukkien määrä vähenisi.

Opinnäytetyössä perehdytään teoriatasolla valmistusprosessissa oleviin termeihin, Lean filosofiaan, ja sen luomaan toimintatapoihin. Tärkeimmät Lean metodit esitellään yksityiskohtaisesti. Työssä esitellään tutkimustapa ja tutkimusmenetelmä. Tutkimustapana opinnäytetyössä käytetään kehittämistutkimusta. Tutkimusmenetelmänä käytetään kvalitatiivista, eli laadullista tutkimusmenetelmää. Populaationa toimii henkilöt jokaiselta valmistusprosessin päätasoilta. Tiedonhankinta menetelmänä käytetään Webropol kyselyä. Päättökäytännön ongelmana on valmistusprosessin haasteet, eli valmistusprosessin kehittäminen. Alitutkimusongelmat ovat valmistuksen tehostaminen ja laadun parantaminen, sekä tämän tasaaminen. Lisäksi tulisi löytää juurisyyt toistuvien virheiden tekemiseen. Tuloksia verrataan teoriaan ja etsitään ratkaisuja näiden pohjalta. Lopuksi esitetään uusi toimintamalli, jonka on tarkoitus parantaa kohdeyrityksen liiketoimintaa.

2 PROSESSIJOHTAMISEN TEORIA

Perinteisesti prosessijohtamisen tavoite on ollut operatiivisen tehokkuuden parantaminen. Tehokkaimmilla prosesseilla voidaan kehittää tuotteiden ja toiminnan laatua sekä parantaa toimitusvarmuutta. Läpimenoajoilla on suuri vaikutus tuotannon tehokkuudelle. Prosessijohtaminen saa usein suurempaa arvostusta strategioiden luomisessa arvoketjuajattelun myötä, joka on yleistynyt yrityksiänsä strategioiden ideoinnissa. Asiakkaasta lähtevä arvoketjun luominen auttaa yrityksen kilpailuetujen tunnistamiseen. (Kamensky 2015.)

2.1 Prosessi

Prosessi termiä käytetään useissa eri tarkoituksissa. Prosessina pystytään kuvaamaan mikä tahansa toiminta, tai toimintojen ketju, joka aiheuttaa muutoksen alkutilanteesta. Muutos- tai kehitystoimintoja mielletään yritystoiminnassa prosesseiksi, jotka ovat liiketoiminnan menestyksen kannalta kriittisiä. Liiketoiminnassa prosessi määritellään sarjaksi samankaltaisia toimenpiteitä, jotka tuottavat määritellyn lopputuloksen syötteiden ja resurssien avulla. Tyypillisimpiä kuvattuja prosesseja yrityksessä on esimerkiksi liiketoimintaprosessi, pääprosessi, kehitysprosessi, palveluprosessi, myyntiprosessi tai valmistusprosessi. Liiketoiminnassa prosessi käsittää alkutilanteen ja halutun päämäärän, jonne päästään syötteiden avulla. Käsitän tämän ilmiönä, joka antaa tavan ymmärtää toimintaa. (Laamanen & Tinnilä 2009, 121–122.)

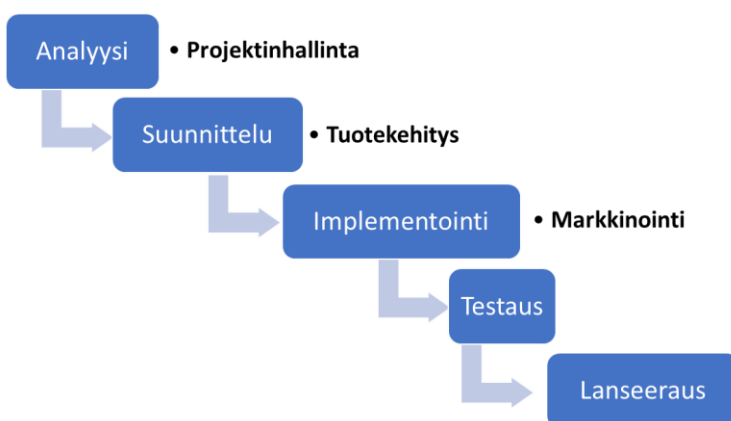
Liiketoiminta voi sisältää valtavasti prosesseja, jotta toiminnan voi kuvata helposti ymmärrettävänä ja esitettävänä kokonaisuutena, on järkevää jakaa pääprosessit kahteen eri ryhmään. Näitä ovat ydinprosessit ja tukiprosessit. Ydinprosessit tyypillisesti tuottavat yrityksen tuottamaa palvelua, ja tukiprosessit tukevat näitä ydinprosesseja. (Kamensky 2015.)

2.2 Projekti

Projekti on joukko toimintoja, jotka ovat ennalta määritetty. Niiden tavoite on saavuttaa kertaluonteinen tavoite annetuilla resursseilla ja ajassa. Projekteja on useita eri tyyppisiä, kuten myynti-, kehitys-, toimitus-, suunnittelu-, tai investointiprojekti. Mikäli projekti on laaja tai pitkäkestoinen, projektia suunnitellaan ja asetetaan tavoitteet ennen toteutusta. Jotta projekti voi edetä tavoitetulla tavalla on projektille nimitettävä projektipäällikkö, jonka tarkoitus on suunnitella, organisoida ja johtaa projektia annetuilla resursseilla. Projektipäällikkö on myös linkki projektinomistajan ja projektin välillä, projekti-päällikkö raportoi projektinomistajalle sovituin aikaväleillä etenemisestä. Projektissa on tyypillisesti osakokonaisuuksia, jotka ovat perustaminen, suunnittelu, toteutus ja päättäminen. Tärkein asia projektissa on projektisuunnitelma, johon kaikki toiminta perustuu. Se määrittää muun muassa resurssit, aikataulun ja muun toiminnan. Projekti on prosessin ainutlaatuinen toteutus. (Mäntyneva 2016, 9-13.)

2.3 Vesiputousmalli

Vesiputousmalli on projektin vaihemalleista yksinkertaisin ja perinteisin. Tämä johtuu luultavasti sen lineaarisesta toiminnasta ja suunnitelmallisuudesta. Prosessi suunnitellaan etukäteen alusta loppuun, luottaen ettei tule yllättäviä muutoksia, ja että edellisessä vaiheessa ei ole tapahtunut virhettä. Tässä mallissa prosessi etenee portaittaisesti vaiheesta toiseen aina projektin aloituksesta sen elinkaaren loppuun. Jokaisen askeleen lopussa tarkastellaan valmiutta siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä tapahtuva katselmuoto on tärkeää, sillä useissa projekteissa mallia sovelletaan pelkästään lineaarisena, jolloin mahdollisuutta palata edellisiin vaiheisiin ei ole. (Hassi, Paju & Maila 2015.)



KUVIO 1. Vesiputousmalli (mukaillen Hassi, ym. 2015).

2.4 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen liiketoimintaprosessien yhtenäistä läpivientiä. Järjestelmän on tarkoitus yhdistää kaikki liiketoiminnan osat yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi. Toiminnanohjauksessa yhdistyy henkilöstön resurssit, materiaalin ja talouden hallinta. Toiminnanohjausjärjestelmästä käytetään usein lyhennettä ERP, joka tulee englanninkielisistä sanoista Enterprise Resource Planning. Päätargetoituus järjestelmällä on auttaa ja mahdollisuuksien mukaan automatisoida prosesseja, jotta rutiinin omaiset työvaiheet nopeutuisivat. Toiminnanohjausjärjestelmä on tyypillisesti modulaarinen, moduuleita käytetään yleensä yrityksen tarpeiden mukaan. Moduuleita on esimerkiksi myynti, varastonhallinta, tuotannonohjaus, taloudenhallinta. Suoraviivaisesti selitettynä toiminnanohjausjärjestelmällä voidaan ohjata, suunnitella ja dokumentoida kaikkea organisaation toimintaa. (Nieminen 2016.)

2.5 DFMA

DFMA käsittää valmistus- ja kokoonpanoystävällistä suunnittelua. DFMA käsite on muodostunut kahdesta erillisestä käsitteestä. Kokoonpanoystävällisestä tuotesuunnittelusta (Design for assembly, DFA) ja valmistusystävällisestä tuotesuunnittelusta (Design for manufacturing, DFM). DFMA-työkalujen tarkoitus on varmistaa tuotesuunnittelijoille vaaditut tiedot, jolla kyetään takaamaan tehokas tuotesuunnittelu prosessi organisaation sisällä. Organisaation DFMA:n toteuttamiseen on monia tapoja ja eri tasoja. Suunnittelijan tulee taata, että hänen tuottamansa suunnitelmat on funktionaalisia, kohtuullisia ja valmistettavissa organisaatio tavoilla. (Prakash, Sridhar & Annamalai 2014. 1-2.)

2.6 ISO 9001 laatujärjestelmä

Laatujärjestelmän ISO 9001 toiminnot kattavat organisaation kaikki toiminnot, niihin lukeutuu sidosryhmien hallintakeinot, näitä ovat muun muassa toimittajat ja asiakkaat. Laatujärjestelmän hyödyt saavutetaan pitkällä aikavälillä, koska toiminnot perustuvat jatkuvan parantamisen periaatteeseen, joita suoritetaan systemaattisesti. Laatu parantavat toiminnot vähentävät toiminnan riskejä, joka vakauttaa tulosta. Laatujärjestelmän käyttöönotto on vaativa investointi, joka vaatii koko henkilöstön panoksen mutta ennen kaikkia täyden ylimmän johdon sitoutuvuuden, koska se muuttaa yrityksen toimintakulttuuria kauttaaltaan.

Laatujärjestelmän päätavoite on mahdollistaa yritykselle sellaiset toimintatavat, että yrityksen toiminta pystyy sopeutumaan vaihteluihin kannattavasti. Tärkeimpiä etuja laatujärjestelmän käyttävä yritys saa laadunhallintaan, prosessien tehostamiseen sekä näiden kautta kilpailuetuna markkinoille. (SFS-EN ISO 9001.) (Moisio & Tuominen 2003. 5-13.)

2.7 Lean

Leania pidetään yhtenä tehokkaimmista työnohjaustavoista, joita on otettu käyttöön yrityksissä maailmanlaajuisesti. Alun alkaen TPS (Toyota production system) konseptia kehitettiin Japanissa 1950-luvun alussa ja se luotiin selviytymisstrategiaksi, joka tarjoaa ratkaisuja haasteisiin, joita Toyotan autoteollisuus kohtasi toisen maailmansodan jälkeen. Kun länsimaiset yritykset kiinnostuivat 1980-luvun lopussa Toyotan työnohjauksesta, he kehittivät käsitteen Lean. Lähtökohtana oli tuottaa enemmän, vähemmällä panostuksella prosessissa. Leanin ydinajatus on hukan vähentäminen tuotantoprosessissa, joka lisää tuotantokustannusten alenemista. Lean menetelmillä pyritään minimoimaan valmistuskustannukset ja ylläpitämään korkeita standardeja. Lean filosofian päätavoitteena on synkronoida ihmiset valmistusprosessin kanssa, joka mahdollistaa jatkuvan parantamisen kulttuurin. (Singh 2017.)

2.7.1 Lean-filosofia

Lean filosofialla on kaksi päätarkoitusta, asiakastyytyväisyys ja kannattavuus. Jokaisen tuotannon aikana tehdyn toimenpiteen on annettava loppuasiakkaalle tarvittavaa arvoa, ja siksi on tärkeää ymmärtää asiakkaan halu ja summa, jonka hän on valmis maksamaan. Leanin avulla toimiva organisaatio ymmärtää asiakasarvon ja keskittää prosessinsa sen jatkuvaan parantamiseen. Se avulla on tavoite luoda arvoa lisäävä prosessi, jossa on mahdollisimman vähän hukkaa. Leanin päätavoitteena on luoda suoraviivainen prosessivirta tuotteen valmistamiseksi vaaditulla asiakaskysynnällä sekä lyhentää jatkuvasti tilauksen ja toimituksen välistä aikaa, poistamalla kaikki mikä lisää aikaa ja kustannuksia. Tehokkain tapa on vähentämällä hukkaa, jotka vaikuttavat kustannuksiin. (Atkinson 2004.)

Hukkaa pidetään perinteisen Lean kirjallisuuden keskeisenä terminä. Hukat aiheuttavat tarpeetonta ajankäyttöä ja lisäävät kustannuksia. Kaikki ei-arvoa lisäävä toiminta tai tarpeeton liikkuminen työtilassa aiheuttaa hukkaa. Toyotan tuotantojärjestelmä on määritellyt kolme tärkeintä hukantyyppiä, jotka ovat esitelty seuraavassa kappaleessa.

2.7.2 Muda, Muri ja Mura

Muda tarkoittaa hukkaa tai toiminnan tuhlausta. Tärkeimmät hukan aiheuttajat ovat varastot, ylituotanto, ylimääräinen käsittely, kuljetus, liike, odottelu, viat. Mudan tunnistamisen tavoitteena on tunnistaa, tarvitaanko prosessiin kyseisiä vaiheita vai ei, ja voiko niitä poistaa tai vähentää. (Pieńkowski 2014, 1-4.) Mudan mukaan tuotannossa on tunnistettavissa seitsemän erityyppistä hukkaa, jotka ovat seuraavat:

Varastointi, tätä Mudan muotoa kutsutaan myös raaka-aineiksi, keskeneräisinä olevina työpanoksina tai valmiina tuotteina, jotka jakautuvat tuotantoon tai varastoon. Tämä hukan muoto on monimutkainen, koska kaikenlaisien tavaroiden tai palvelujen tuottajille tarvitaan tietty määrä varastoa, joten sitä on valvottava huolellisesti. Alhaisemmalla varastotasolla voi taata tuotantoprosessin jatkuvuuden, mikäli valmistus on epäjatkua tai sille on ominaista tuottaa suuri määrä tuotelajeja. Tuotteiden ja komponenttien varastointiaika ei tuo minkäänlaista lisäarvoa. Se aiheuttaa kustannuksia valaistuksesta, käsittelystä, ilmastoinnista jne. (Kovacs 2012.)

Liikkeen tai kuljetuksen aiheuttamaa hukkaa tapahtuu aina, kun tavaroita tai materiaaleja siirretään. Jonkinlainen siirtäminen on aina tarpeen, mutta vain asioiden siirtäminen ei tuo todellista arvoa tuotteelle tai palvelulle. On korostettava, että mitä enemmän tuotetta kuljetetaan, sitä todennäköisemmin se lisää kustannuksia, aikaa tai lisää riskiä saada vikoja liikkeen aikana ja laadun menetyksen aikana. Liike on luultavasti väärinymmärretyintä hukkaa, koska se sekoitetaan usein turhaksi kuljettamiseksi. Se on liikettä kaikissa työntekijöiden liikkeissä ja laitteiden siirtämisessä, mikä ei tuo lisäarvoa tuotteelle tai palvelulle. Se on muoto, jota pidetään tuottavuuden tappajana, koska se vain lisää kustannuksia ja lisää aikaa. (Pereira 2009.)

Odottamista tapahtuu, kun käyttäjät pysäytetään tai he ovat käyttämättömänä odottamassa osia, koneita tai muita työntekijöitä. Aina kun työntekijät jonottavat, tällaista hukkaa tapahtuu. Se voi tapahtua, kun käyttäjä tai kone odottaa oikeaa osaa tai tietoa. Materiaalin odotus tarkoittaa, että materiaali ei virtaa seuraavaan vaiheeseen, mikä vaikuttaa negatiivisesti kustannuksiin ja aikaan. (Pereira 2009.)

Ylituotantoa tapahtuu, kun yritys tuottaa enemmän kuin asiakkaansa (sisäiset tai ulkoiset) tarvitsevat. Sitä pidetään pahimpana hukkana koska ylituotantohukka synnyttää muita hukkia. Luotuja ylimääräisiä tavaroita on liikuteltava ja varastoitava, mikä aiheuttaa varaston tuhlausta, mikä edellyttää ihmisten

liikuttelevan niitä ja luovan liikkeen tuhlausta. Ylituotanto luo myös odottelua, sillä se viivästyttää asiakkaan vaatimia tuotteita. (Pereira 2009.)

Ylikäsittelyä pidetään vaikeimpana hukkana ymmärtää. Sitä tapahtuu, kun prosessissa tehdään enemmän työtä kuin on tarpeen tai ylimääräistä toimintaa poikkeamien vuoksi. Siihen kuuluu myös niiden osien käyttö, jotka ovat monimutkaisempia ja kalliimpia kuin ne, jotka ovat riittäviä. Sitä voidaan pitää huonon työkalun tai tuotesuunnittelun tuloksena. (Pereira 2009.)

Poikkeamat, eli vialliset lopputuotteet, jotka eivät täytä asiakkaan vaadittuja vaatimuksia. Ne hidastavat tuotantoa, mikä lisää läpimenoaikaa. Se on yksi suurimmista uhista yritykselle, koska se voi tapahtua eri muodoissa. Järjestelmällisten ja pätevien menetelmien puuttuminen tuotantojärjestelmässä voi aiheuttaa, ettei vikoja tunnisteta aikaisemmassa vaiheessa. (Pereira 2009.)

Taidot ovat helposti unohdettava hukka. Yritykset unohtavat helposti kunnioituksen ammattitaitoja kohtaan. Työntekijät ovat yrityksen arvokkain voimavara. Taitojen tuhlausta tapahtuu, kun työntekijä on sijoitettu tekemään tehtävää mihin hänellä ei ole kunnollista taitoa tai jätetään käyttämättä työntekijän ammattitaitoa jossain tuotantotehtävässä mihin hänellä olisi parempi pätevyys. Se saattaa pilata työntekijän motivoitumista työlle tai jopa päättää työsuhteen koska työntekijä ei tunne riittävää arvostusta. (Pereira 2009.)

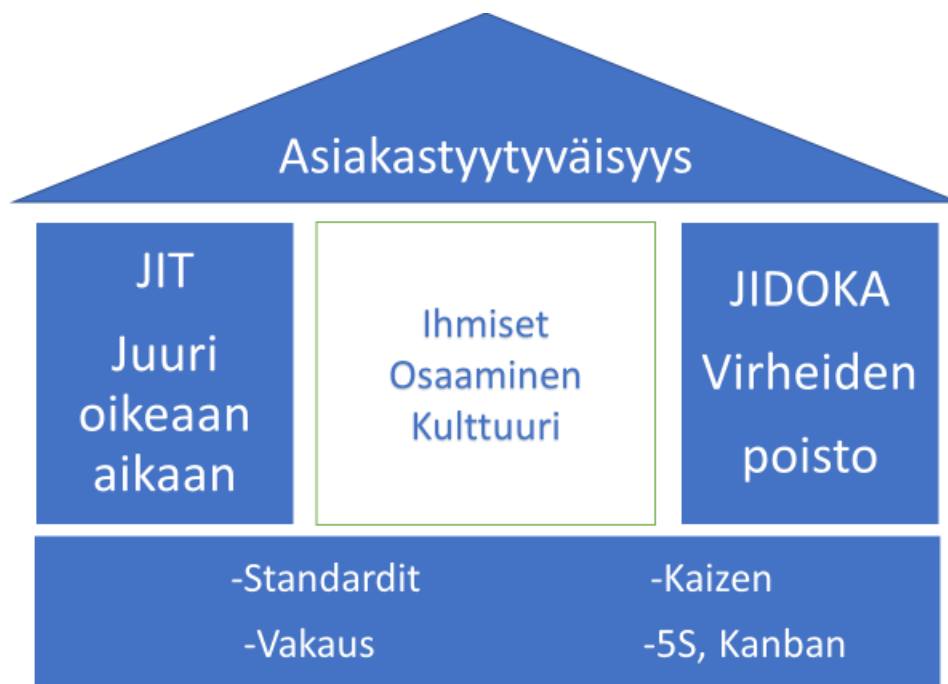
Ehkäisemällä ja minimoimalla hukkia Lean-tekniikat mahdollistavat organisaatioille monia etuja. Näitä on parempi laatutaso, joka johtuu vähäisemmästä poikkeamien määrästä ja vähäisemmästä uudelleen työskentelystä, enemmän mukana olevia, vaikutusvaltaisia ja tyytyväisiä työntekijöitä, pienempi varastotaso, mikä johtaa suurempaan liikevaihtoon. Hukkien havaitseminen prosessissa on kuitenkin melko haastava tehtävä. Leanilla on kuitenkin monia työkaluja näiden vikojen tunnistamiseen ja minimoimiseen.

Muri: Muri tarkoittaa ylikuormitusta tai kohtuutonta liikakäyttöä laitteilla tai ihmisten resurssien käyttöä yli kapasiteetin. Tämä asettaa työntekijät ja koneet tarpeettomaan stressiin, mikä vähentää niiden suorituskykyä. Se voidaan myös tunnistaa ylikuormituksen vastakohtaksi - ihmisen ja laitteiden alkäytöksi, joka tarkoittaa hyödyttöä resurssin käyttöä. (Pieńkowski 2014, 1-4.)

Mura: Mura tarkoittaa vaihtelua tai epätasaisuutta. Se on tuotannon tuhlausta, joka aiheuttaa vaihtelua tuotantoaikataulussa sekä epätasaisuutta tuotannon työmäärässä ja työtahdissa. (Pieńkowski 2014. 1-4).

2.7.3 Lean tekniikat

Jotta edellisessä kappaleessa esiteltyistä hukista päästäisiin eroon, on kehittynyt useita tekniikoita ja toimintamalleja. Lähestymistapojakin hukkien poistoon on useita, vaikka peruseriaatteeltaan ovat pitkälti samoja. Peruseriaatteet pähkinänkuoressa ovat arvonn lisääminen, tuotevirran tehostaminen, toiminnan standardointi, ja jatkuva kehittäminen. Näille toiminnan tavoitteille on vuosikymmenten aikana kehittynyt lukuisia tekniikoita. Olisi varsin Lean periaatteita vastaista esitellä ne kaikki, kun tutkimustyön pohjalta en käytä kuin muutamaa kehitysehdotuksiin. Joten esittelen seuraavaksi yleisimmin käytettyjä tekniikoita, joihin Lean toiminta perustuu. (Modig & Åhlström 2019. 77-85.)



KUVIO 2. Lean toiminnan peruseriaatteet. (mukaillen Liker 2020. 22).

Kaizen

Kaizen sanalla tarkoitetaan jatkuvaa parantamista pienin teoin. Kaizen filosofian avulla toimintaa voidaan parantaa pienillä teoilla ilman suuria uhrauksia tai taloudellisia investointeja. Tarkoituksena on luoda muutosta haluava ja toiminnasta oppiva ilmapiiri. (Monden & Ohno 2012. 431).

Standardointi

Standardoinnilla tarkoitetaan virallista toimintatapaa ja sääntöä. Sen tarkoitus on helpottaa työvaihetta, kun työvaihe tehdään joka kerta samoilla ohjeilla. Dokumentoiduilla ohjeilla on tarkoitus vähentää toiminnasta johtuvaa vaihtelua ja sen kautta tuotannon kustannuksia ja laatuongelmia. (Torkkola 2015. 140).

Just In Time (JIT)

JIT tuotantomenetelmän ajatus on saada juuri oikea osa juuri oikeaan aikaan oikeassa määrässä. Tuotantomenetelmän tarkoitus on parantaa tuottavuutta, kun ei ole mitään ylimääräistä hidastamassa tuotantoa. JIT:n tarkoitus on minimoida kaikki turha henkilöresurssien ja koneiden käyttö. (Monden & Ohno 2012. 70.)

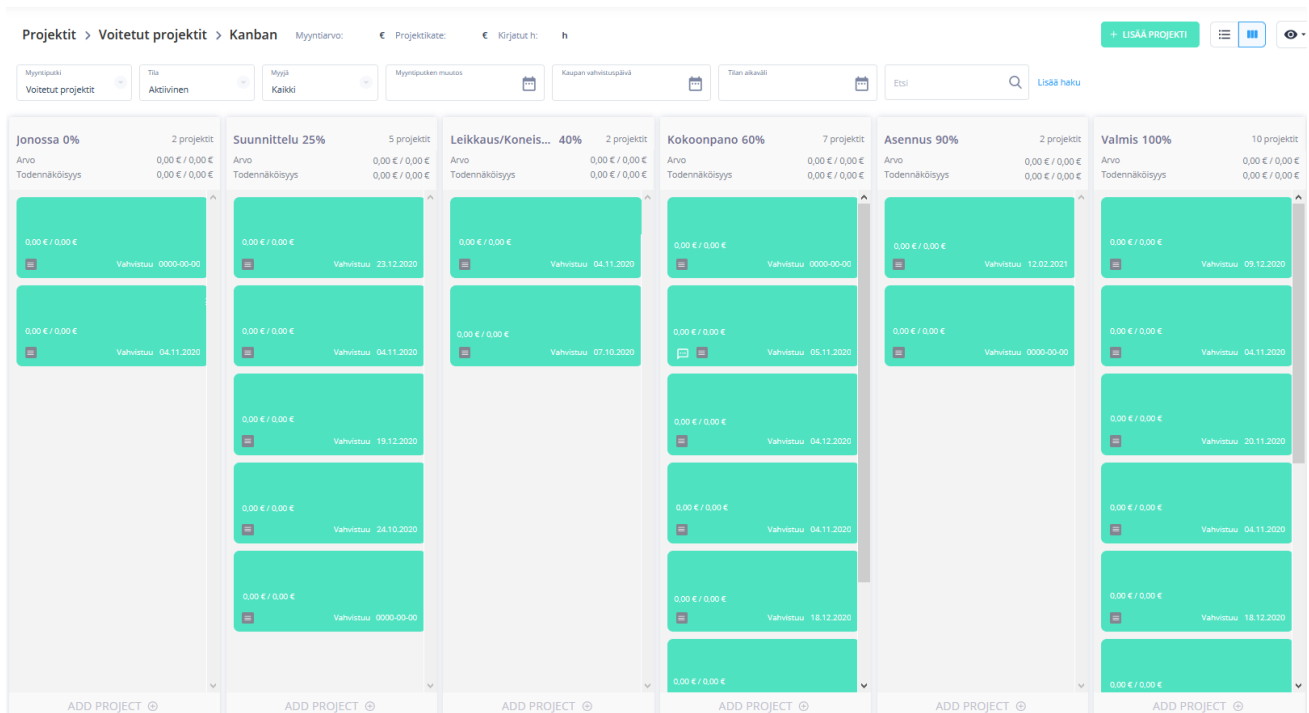
Jidoka

Koska visuaalinen viestintä on mitä tehokkainta on Jidokan päätavoite on tehdä toiminnasta visuaalista. Tavoitteena on visualisoida kaikki tarpeellinen informaation työn tekemiseen. Visualisoimisella pyritään antamaan koko työyhteisölle käsitys toiminnasta, jotta kaikki tiedostavat kaikkien tehtävät ja mahdolliset haasteet. (Torkkola 2015. 49).

Kanban

Kanban on japania ja tarkoittaa opastetaulua, ja se on tehokas visuaalisen hallinnan muoto tuotannon ohjaukseen valmistusympäristössä. Kanban on periaatteessa tuotannonohjausjärjestelmä, joka otettiin käyttöön juuri ajankäytön ohjauksessa, kun se integroitiin vetojärjestelmään. Se ohjaa tuotteiden määrää ja tuotantoaikaa. Kanban taulun käytössä on omat sääntönsä ja tavat sen käytölle. Yksinkertaistettuna se on taulu, jossa on sarakkeita jokaiselle työvaiheelle. Työtehtäviä siirretään vasemmalta-oikealle sen mukaan kuin työ etenee. (Torkkola 2015. 65.)

KUVA 1. Toiminnanohjausjärjestelmän Kanban näkymä.



5S

Perinteisen 5S työkalun tavoitteena on saada aikaan puhdas ja organisoitu työtila, mikä vähentää ajan ja tilan tuhlausta. Menetelmä koostuu viidestä vaiheesta peräkkäin. Ensimmäinen askel on tarpeettomien asioiden poistaminen (Sort). Toinen vaihe on systematisointi (Set in order). Kaikille hyödyllisille asioille on oltava paikka, ja niiden on oltava omalla paikallaan. Kolmas askel on siivous (Shine), työpaikan puhdistaminen on välttämätöntä, koska se vähentää tapaturmariskiä ja helpottaa tarkastusta. Neljäs vaihe on standardoiminen (Standardize). Viimeinen vaihe on seuranta (Sustain), jotta menetelmä pysyy käytössä. (Monden & Ohno 2012. 75.)

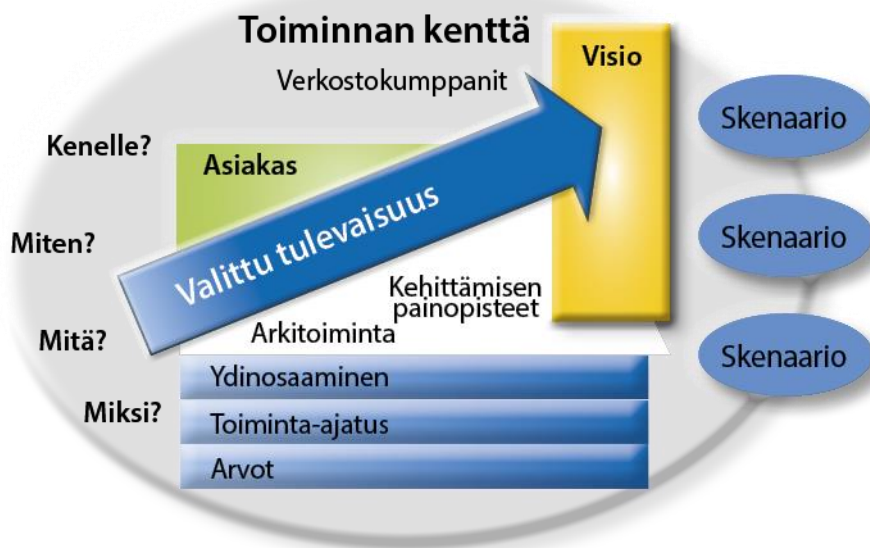
Nykyään on 5S tekniikka kehitetty pidemmälle, puhutaan 6S ja 7S tekniikasta. Tyypillisesti kuudes "S" tarkoittaa turvallisuutta. Joka tulee englannin kielen sanasta *safety*. Seitsemäs "S" tarkoittaa kirjallisuudesta ja soveltavasta organisaatiosta riippuen turvatoimia (Security) tai ilmapiiriä (Spirit). (Mahlaha, Sukdeoand & Mofokeng 2020.)

3 VALMISTUSPROSESSI

Toiminnan ja osaamisen johtaminen perustuu strategiaan. Kun toimintaympäristön muutokseen halutaan reagoida ennakoivasti, täytyy toiminnan oltava suunnitelmallista, jotta visio on saavutettavissa. Strategian tarkoitus on siis luoda toimintamalli vision saavuttamiseksi. Strategiamalli on esitetty kuviossa 3, strategia koostuu toisiinsa, nitoutuvista osista. Tärkeimmät osat ovat arvot, visio ja missio. Arvot kuvaavat periaatteita, minkä mukaan toimitaan. Visio on ajatus, minne haluamme päästä tai minkä haluamme saavuttaa. Mission on toiminta mitä teemme, saavuttaaksemme vision. Strategian toimivuus mitataan arjen toiminnassa, kuinka hyvin toiminta ja esimerkiksi toimintaprosessi toimii ja vastaa toimintaympäristön vaihteluihin. Seuraavaksi esittelen yrityksen ja yrityksen strategiset tavoitteet. Yritysesittelyn jälkeen esittelen valmistusprosessin vaiheittain.

(Tuomi & Sumkin 2012.)

KUVIO 3. Strategiamalli. (Tuomi & Sumkin 2012).



3.1 Kohdeyritys

Tekoa Oy on vuonna 2002 perustettu Kalajokinen erikoiskonepaja. Tekoa Oy suunnittelee ja toteuttaa toimivia ratkaisuja yksittäisistä perunan- ja juurestenkäsittelylaitteista kokonaisesti tuotantolaitoksiin. Suunnittelun ja valmistuksen lisäksi tarjotaan myös asennuspalveluja, automaatiota ja perinteistä konepaja osaamista. Pitkäaikaiset asiakassuhteet kertovat tuotteiden laadusta ja asiakastyytyvyydestä. Uusia asiakkaita on viime vuosina tullut muistakin elintarviketeollisuuden ja muun teollisuuden aloilta, kuin perunan ja juurestenkäsittelijöistä.

Yrityksen käytössä on nykyaikainen laserleikkuri ja CNC koneistus konekanta, joilla voi valmistaa mittatarkkoja osia oman tuotannon lisäksi myös tilauksesta. Suurin osa Tekoan tuloksesta syntyy suurimmista projekteista ja tuotantolaitoksista. Rinnalla on toki paljon muutakin toimintaa, joka yrityksen pyörät pyörimässä silloinkin, kun juuresalalla on hiljaisempaa eikä sen alan yritykset investoi uusiin koneisiin.

Tekoa Oy valmistaa laadukkaita kotimaisia erikoiskoneita ja metallituotteita eri asiakasryhmille. Pääsääntöisesti ja alkuperäinen toiminta sijoittui perunan ja juuresten käsittelyyn tarkoitettujen koneiden suunnitteluun ja valmistukseen. Alkuperäinen tuotevalikoima on edelleen kysyttyä, vaikka yhä monipuolisemmat asiakasryhmät ovat löytäneet käyttökohteisiinsa soveltuvia koneita Tekoa Oy:n valikoimasta. (Tekoa 2019.)

Tekoa Oy:n strategiatyökirjasta esitetään yrityksen missio, visio ja arvot.

Missio:

- Suunnittelemme, valmistamme ja toteutamme asiakkaiden tarpeet ja toiveet erikoiskoneiden ja koko tuotantolaitoksen koneiden osalta.

Visio:

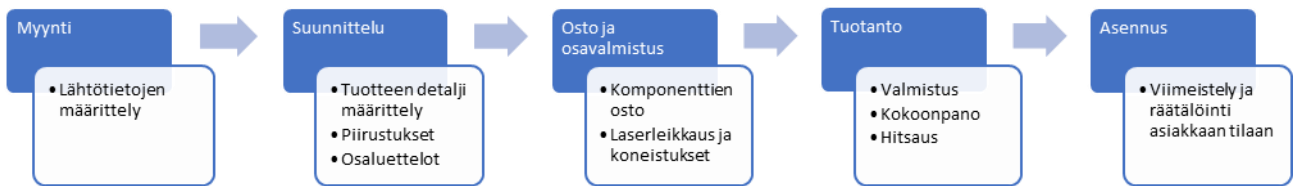
- Kasvamme markkina-alueen suurimmaksi ja tunnetuimmaksi koneiden valmistajaksi.

Arvot:

- Ratkaistaan asiakkaiden tuotantoprosesseihin liittyviä ongelmia
- Kehitetään tuotteitamme teknologian kehittymisen mukana
- Luodaan uusia tuotteita asiakkaiden ongelmien ratkaisemiseksi
- Huomioimme toiminnassamme ekologisuuden
- Panostamme henkilöstön hyvinvointiin ja avoimeen ilmapiiriin

3.2 Kohdeyrityksen valmistusprosessi

Kohdeyrityksen valmistusprosessi koostuu viidestä päävaiheesta, joita ovat myynti, suunnittelu, osto ja osavalmistus, tuotanto, sekä asennus. Jokaisella vaiheella on omat ominaispiirteensä ja syötteen jokainen saa edelliseltä prosessin vaiheelta ja jokainen antaa seuraavalle vaiheelle tarvittavat tiedot, jotta prosessi etenee. Valmistusprosessi on vesiputousmallin tyyppinen peruselementeiltään, lisäksi käytössä on DFMA:n tekniikkaa, jotta suunnittelu toimiin tulisi vuorovaikutusta myös tuotannosta. Vaiheesta siirrytään seuraavaan, vasta kun edellinen on hyväksytysti suoritettu. Yrityksen toimintaa voisi kuvailla myös projekti luonteisena, koska toiminta muistuttaa toistuvasti toisiaan prosessin tavoin ja prosessin laajuus saattaa vaihdella suuresti, pidän luontevampana esittää toimintaa prosessina. Valmistusprosessia seurataan ja ohjataan toiminnanohjausjärjestelmällä ja myyntiä ja valmistukseen on käytössä sähköinen Kanban taulu.



KUVIO 4. Kohdeyrityksen valmistusprosessi

3.2.1 Myyntivaihe

Myynti vaiheessa määritellään projektin lähtötiedot. Tässä vaiheessa myyntihenkilöstö on asiakkaan kanssa tiiviisti yhteistyössä ja siinä määritellään tavoitteet, asiakkaan tilat johon projekti tulitisiin sijoittamaan, ja muut rajoitteet tai mahdollisuudet. Asiakas kehittää yleensä jo toiminnassa olevaa liike-toimintaansa, ja on tavallista, että projektiin liittyy jo olemassa olevia koneita tai laitteita, jotka pitää huomioida projektin edetessä. Yrityksen strategiaan kuuluu, että kauppa pitää olla sovittuna, jotta projekti toteutuu. Tämän takia tähän vaiheeseen kuuluu myös hinta- sekä sopimusneuvottelut. Mikäli projekti on yrityksen oma, jota on tarkoitus myydä laajemmin, tapahtuu ideointi yrityksen sisällä. Tällöin saatetaan tehdä pieniä prototyyppisiä, pienin panoksin ja pienellä investoinnin tarpeella.

Myyntivaihe kuvailtuna etenee siten, että ensimmäisenä on yhteydenotto, se on joko asiakkaalta tai yrityksen puolelta. Projekti lisätään toiminnanohjausjärjestelmän myyntiputkeen. Ensimmäisenä määritellään projekti pääpiirteittäin sekä mahdollisesti budjetti tasolla hinta arvio. Mikäli projekti on laaja tai monimutkainen saatetaan esisuunnittelua tehdä pitkäänkin, ennen lopullisen tarjouksen jättämistä. Esisuunnittelu on osa myyntivaihetta, johon lainataan resursseja suunnittelu vaiheelta. Tämä on siinänsä suuri hyöty, jos projekti toteutuu ja itse suunnittelu vaiheeseen siirrytään projektin osalta. Riski siltä osin, että projekti ei toteudu ja resurssien käyttö on turhaa. Esisuunnittelussa muun muassa tehdään selvitystyötä, tarkistus mitataan esimerkiksi asiakkaan tiloja tai olemassa olevaa konekanta. Mikäli projektiin kuuluu jotakin uutta, innovatiivista työtä, asia tai osuus mitä ei ole ennen tehty. Esisuunnitteluun voi kuulua prototyypin suunnittelua. Prototyyppi on karkea luonnos ja se saatetaan myös tässä vaiheessa valmistaa ja testata pienin investoinnin. Mikäli projektin suunnitelmaan ja mahdollisen prototyypin testauksen tuloksiin ollaan tyytyväisiä ja sen pohjalta voi tehdä lopullisen tarjouksen, jolloin aloitetaan sopimusneuvottelut. Mikäli sopimus solmitaan, projektin laajuus, sekä muut yksityiskohdat kirjataan ja projekti siirretään suunnittelun tehtäväjonoon.

3.2.2 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheeseen sisältyy itse projektin määrittely projektin loppuun asti. Suunnitteluvaiheessa tehdään toisin sanoen kaikki se työ, että projekti voidaan valmistaa tietäen, miten, koska ja kuka tekee tietyn työvaiheen. Suunnitteluvaiheessa resursseja käytetään muualtakin kuin suunnitteluosastolta, projektin laajuuden mukaan, saattaa jopa koko valmistusprosessin henkilökunta osallistua vuorollaan suunnitteluun. Vaiheessa hyödynnetään DFMA tekniikkaa, jolloin saadaan valmistuksesta tehokkaampaa ja helpompaa.

Suunnitteluvaihe etenee kuvailtuna siten, että myynti vaiheen tuotos luovutetaan suunnittelulle. Projektin tiedot käydään läpi avainhenkilöiden kesken. Alkutietomuistio, tärkeät sopimustekniset asiat, aikataulu ja resurssit kirjoitetaan lähtötietoihin, jotta kaikille jää samat tiedot myöhempää varten. Projekti siirretään voitettuna toiminnanohjausjärjestelmässä valmistusprosessin Kanban taulun ensimmäiseen sarakkeeseen, ”jonossa” ja työn aloitettua ”suunnittelu” sarakkeeseen. Tässä vaiheessa nimitetään myös pääsuunnittelija, hän suunnittelee projektin ainakin valtaosin. Suunnittelun työkuormaa jaetaan pois pääsuunnittelijalta, kun projektiin sisältyy esimerkiksi aikaa vieviä tehtäviä, jotta aikaa vievät tehtävät eivät viivästytä koko projektin etenemistä.

Kun projektiin kuuluu jollain tavoin sähköistystä, liittyy automaatio-osasto mukaan projektiin tässä vaiheessa. Tässä tilanteessa automaatio-osasto toimii erillisenä mutta rinnakkaisena prosessina. Automaatio-osaston tehtävä on tässä vaiheessa aloittaa automaation suunnittelu ja tukea mekaniikka suunnittelua mekatroniikan osalta. Kun itse suunnittelu alkaa resurssoinnin mukaan, monimutkaiset projektit vaativat lisää taustatutkimusta, tarkistusmittauksia asiakkaan luona, mahdollisia lujuuslaskelmia ja muita tarkentavia toimenpiteitä, jotta suurimmat sudenkuopat voitaisiin välttää. Suunnittelun edetessä projektia tutkitaan myös tarpeen mukaan myös osavalmistuksen-, tuotannon-, ja asennushenkilökunnan kanssa. Alihankkijat ja osatoimittaja ovat osa suunnittelua, kun tarve on erityisille palveluille. Kun projekti on suunnitteluprosessin erivaiheiden jälkeen siinä vaiheessa, että mallinnus on valmis ja saanut hyväksynnät tarpeellisilta tahoilta, tehdään valmistuspiirustukset. Pääsuunnittelija ja mahdolliset apusuunnittelija luovat konekohtaiset laserleikkaus ja koneistuspiirustukset ja työohjeet, osaluettelot ja muut tarvelistaukset. Näin osto- ja osavalmistus vaiheella on tarpeelliset tiedot aloittaa työskentely.

3.2.3 Osto- ja osavalmistus

Osto- ja osavalmistus vaiheeseen kuuluu kaikkien tarvittavien komponenttien ja osakokonaisuuksien tilaaminen, leikkeiden laserleikkaus sekä niiden särmäys. Osat, jotka valmistetaan itse, valmistetaan tässä vaiheessa. Tämä vaihe ei ole kovin monimutkainen eikä kestoltaan kovin pitkä, mutta välttämättömän tehokkaan resurssoinnin takia. Toiminnanohjausjärjestelmässä projekti siirtyy ”laserleikkaus” kohtaan Kanban taulussa.

Kun suunnitteluvaihe saa työnsä valmiiksi ja siirtää dokumentit työjonoon tuotannolle. Lähes poikkeuksetta tuotanto tarvitsee joitain ostettavia tarvikkeita, näitä tyypillisesti on terästuotteet kuten esimerkiksi neliöputkia, pneumaattiset tai hydrauliset käyttölaitteet kuten sylinterit ja näille tarvittavat venttiilit, kuljettimien hihnat sekä sähkömoottorit, laakerit ja voimansiirto-osat, joita käytetään hyvin useissa kohteissa.

Automaatio-osasto hoitaa yleensä tilaukset omassa aikataulussaan, koska joillakin komponenteilla saattaa olla huomattava toimitusaika, sekä tilattavien komponenttien laajuus saattaa olla huomattavasti laajempi. Lisäksi siksi, koska aikataulu saattaa erota huomattavasti siitä, milloin automaation tarvitaan olevan asennus valmis verrattain mekaanisten osien tarvetta tuotantoon.

Osavalmistusta yritys tekee myös alihankintana muille asiakkaille, sekin on syynä miksi osavalmistus ja ostotyö on samassa vaiheessa. Laserleikkauksen normaali työnkierto on noin 2 viikkoa, tuona aikana leikataan tilauskannassa olevat levy materiaalit ja paksuudet. Tarkoittaen sitä, että oikeassa tilanteessa leike valmistuu samana päivänä, kuin taas huonossa tilanteessa toimitusaika on 2 viikkoa. Tässä on erityistilanteita varten mahdollista joustaa mutta normaali käytäntö on tämä. Käytäntö johtuu siitä, että ei ole kustannustehokasta suorittaa työjonoa kronologisessa järjestyksessä, koska eri ainevahvuudet tarvitsevat erilaiset säädöt ja säätöjen muuttaminen on aikaa vievää. Leikatut leikkeet särmätään tai mankeloidaan halutun kaltaisiksi piirustusten mukaan. CNC työstökoneilla tapahtuva osavalmistus tapahtuu myös samassa vaiheessa. Tyypilliset työstettävät osat ovat kuljettimien telat, kannatinrullat, erilaiset sorvattavat akselit, teknisten muovien koneistukset.

Kun osia tai leikkeitä valmistuu, niitä kerätään valmistumisen mukaan projektilavalle odottamaan tuotantovaihetta. Projektilava on yksinkertainen trukilla siirrettävä nimikyltillä varustettu kauluksellinen puulava, jossa metalliset osat pysyvät tallessa tuotannon ajan.

3.2.4 Tuotantovaihe

Tuotantovaiheeseen kuuluu kaikki se toiminta, jotta projekti saadaan toimitus- tai asennusvalmiiksi. Pienet projektit, kuten esimerkiksi koneistus tai jokin särmätty leike on tässä vaiheessa jo valmis, ja se siirtyy laskutettavaksi. Valtaosa projekteista vaatii myös joitain toimia myös tuotannossa, kokoonpanoa, hitsausta tai automaation asennuksia, tai näitä kaikkia. Kun tämä vaihe alkaa, toiminnanohjausjärjestelmässä seurataan Kanban taulun ”tuotanto” saraketta.

Tuotantovaiheen mekaniikkatyöskentely alkaa sillä, että projektilava tuodaan tuotantotiloihin, varmistetaan piirustuksista, että tarpeellinen työnaloittamiseen on tehty tai ovat saapuneet projektille. Pidempi aikaisille projekteille tiettyjä osia tilataan rypäinä, rahtikustannuksien vuoksi. Näitä ovat esimerkiksi usean kuljettimen linjassa kuljettimien hihnat ja sähkömoottorit sekä niiden vaihteistot. Kuljettimia hitsataan ja kootaan puolivalmiiksi tietty määrä, jotka sitten varustellaan hihnoilla ja sähkömoottoreilla niiden saavuttua.

Tuotantotilaa vievät valmisteet, kuten esimerkiksi siilot tai pitkät kuljettimet yleensä välivarastoidaan tai toimitetaan asiakkaalle niiden valmistuttua, jotta ne eivät hankaloita muuta työskentelyä tuotantotiloissa. Tuotantotilat ovat jaettu kolmeen osaan, rakenneteräksen valmistus, ruostumattoman teräksen

sekä alumiinin tuotantoon tarkoitettu tila. Kaksi ensimmäistä ovat samassa tilassa, erottuna siirrettävällä pressuseinällä, koska kummankin tarvittava tila vaihtelee projektien suhteen. Alumiini työskentely on eristetty rakenneteräksen tiloista, koska alumiinin hitsauslaatu kärsii muutoin. Tuotantotiloissa on kuusi pääpöytää, näillä jokaisella tyypillisesti tehdään yhtä projektia tai projektin osaa. Jokaiselle pöydälle on kerätty tärkeimmät työkalut ja ne ovat värikoodattu pöydän värin mukaan. Pääsääntöisesti henkilökunnalla on myös lisäksi henkilökohtainen työkalusalkku, joka toimii myös asiakaskäynneillä.

Itse mekaaniseen tuotannontyöhön kuuluu putkiensahaukset, poraukset sekä hitsaustyöt, toisin sanoen perinteistä konepajatyötä. Tämän jälkeen on kasausvaihe, valmistetut osat tai osakokonaisuudet kootaan yhteen isommaksi kokonaisuudeksi. Mikäli projekti on keskisuuri, työ ei välttämättä sisällä muuta, vaan se toimitetaan asiakkaalle tarkastuksen jälkeen. Monimutkaisimmissa projekteissa, kuten jokin automaattinen kone, tarvitsee toimiakseen automaatiota.

Automaatio-osasto on tästä aiemman toiminnan aikana tuottanut automaatio järjestelmän. Tämä tarkoittaa vähintään asennusvalmista sähkökeskusta tässä työvaiheessa. Sähkökeskus asennetaan koneeseen tai laitteeseen ja sähköistäminen alkaa. Sähköistyksessä asennetaan koneen anturoinnit mekatroniikallisten suunnitelmien mukaan, jotka luotiin suunnittelu vaiheessa. Toimilaitteet ja niiden ohjaukset kuten esimerkiksi venttiilit ja moottorit asennetaan ja kytketään sähkökeskukseen. Tyypillisesti PLC ja HMI ohjelmat ovat testaus valmiita tässä vaiheessa ja ne asennetaan koneen logiikkaan ja kosketusnäyttöön.

Testausvaihe on yleensä viimeinen vaihe tuotantovaiheessa. Siinä testataan ja säädetään koneen toiminta niin pitkälle kuin mahdollista, koska usein kone tarvitsee asiakkaan tuotantotilan laitteistot toimiakseen täysin. Mikäli varsinkin prototyypin kaltaisessa laitteistossa testausvaiheessa ilmenee toimintaan liittyviä virheitä, joudutaan palaamaan takaisin jopa suunnitteluvaiheeseen asti. Mikäli testausvaihe suoriutuu toivotulla lopputuloksella, kone puhdistetaan ja viimeistellään ja tarkistusraportit täytetään loppuun. Sen jälkeen kone tai laite toimitetaan käyttöön ottoon asiakkaalle. Suuremmissa projekteissa, joissa on useita koneita tai laitteita, saatetaan kokonaisuus mahdollisuuksien mukaan testata tuotannossa. Tämä on valitettavasti harvoin mahdollista ja testaus tapahtuu jokaisen koneen tai laitteen kohdalla yksilöllisesti.

3.2.5 Asennusvaihe

Asennusvaiheeseen kuuluu kaikki toiminta tuotantovaiheen päätöksestä asiakkaan loppulaskutus valmiuteen asti. Laitteistojen asennus, käyttöönotto ja viimeistely ovat päävaiheet asennuksessa. Asennusvaiheen laajuus saattaa kestoltaan vaihdella muutaman tunnin esittelystä useisiin viikkoihin. Toiminnanohjausjärjestelmässä kohde siirtyy ”asennus” sarakkeeseen ja valmistuttuaan ”valmis” kohtaan.

Asennusvaiheen alkaessa suuremmissa projekteissa käydään asennussuunnitelmat läpi, tähän palaveriin liittyy myös muut mahdolliset urakoitsijat sekä asiakas tai asiakkaan edustaja. Mahdollisen sähkö ja LVI urakoitsijan kanssa tehdään suunnitelma tarpeellisten sähköliitännöiden, vesi ja paineilma liitännöiden asennuksiin, mikäli niitä ei ole vielä laadittu. Mikäli rakennuksen seinät ovat teräsbetonista, on seinien rei’itykset tyypillisesti tehty tässä vaiheessa valmiiksi. Rei’itykset tehdään, koska tuotantolinja usein siirtyy tilasta toiseen ja esimerkiksi kuljetin asennetaan seinän lävitse.

Asennusvaiheessa kootaan kaikki koneet ja laitteet asennussuunnitelman mukaan yhdeksi kokonaisuudeksi. Asennus vaatii usein hitsaus ja kokoonpano taitoja, siksi usein samat henkilöt asentavatkin tekemänsä koneen tai laitteen. Heillä on katsottu olevan paras tietämys siitä kyseisestä osakokonaisuudesta. Asennusvaiheessa usein yksi tärkein osa on saattaa automaatio asennukset valmiiksi. Paineilma ja sähkö asennukset vaatii usein mekaniikka asentajilta apua, kuten kaapelihyllyjen asennuksessa ja kaapeleiden vedossa. Automaation ammattilaiset luonnollisesti tekevät kytkennät. Kun automaatioasennus on valmis, automaatio-osasto aloittaa tekemään käyttöönottoa. Se tarkoittaa ensiksi kaikkien koneiden koekäyttöä, moottoreiden pyörimissuuntien ja nopeuksien tarkistusta, sekä paineilma- tai hydraulikkatoimilaitteiden toiminnan tarkistusta. Kun kaikki toiminnot toimivat manuaalisin käytöin, aloitetaan automaattisen ohjelman testaus. Samalla usein viimeistellään asennukset, jotta käyttöönoton jälkeen projekti voisi luovutusvalmis. Luovutuksen jälkeen monimutkaiset kokonaisuudet vaativat tukea arkiseen käyttöön, jotta asiakas osaa käyttää laitteistoja oikein. Kun projekti on valmis, se siirtyy laskutukseen, laskutusprosessia en esittele tässä yhteydessä, koska se ei vaikuta valmistusprosessin laatuun tai tehokkuuteen.

4 KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN SUORITUS

Tehtävän määrittelyn perusteella tutkimustyyppiä valikoitui kvalitatiivinen tutkimus. Tehtävässä tarkoituksena on tutkia ongelmaa, sekä pyrkiä ratkaisemaan se laadullisin menetelmin. Tällöin määrällinen tutkimusmenetelmä ei olisi tullut kyseeseen. Tiedon kerääminen määrällisin menetelmin ei olisi populaation määrän takia ollut mahdollista. Tutkimusmenetelmänä olisi ollut hyödyllisempää käyttää toimintatutkimusta, mutta koska opinnäytetyön ajankohta kohdistui keväälle 2021, oli työtilanne kohdeyrityksessä niin kiireinen että itse mahdollisia muutoksia ei olisi tullut tehtyä. Tämän takia päädyin käytettäväksi kehittämis- tutkimusta, joten muutos ehdotukset pystytään jalkauttamaan paremmalla ajankohdalla. Tutkimusmetodinä käytettiin pääasiallisesti kyselytutkimusta.

Tutkimustyyppinä käytettiin kvalitatiivista, eli laadullista tutkimusmenetelmää. Populaationa toimivat henkilöt, joiden työtehtävät ovat ylimmässä johdossa, suunnitteluosastolla tai ovat tuotannon henkilökuntaa. Jokaiselta valmistusprosessin päätasoilta. Vastaajia oli 16 henkilöä. Tiedonhankinta menetelmänä käytettiin Webropol kyselyä, johon jokainen pystyi osallistumaan haluamallaan ajankohtana. Kysely toteutettiin joulukuussa vuonna 2020.

Tutkimus toteutettiin kyselynä yrityksessä työskenteleville henkilöille. Kysymykset lähetettiin henkilökunnalle sähköpostilla, jossa oli lyhyt selvitys kyselystä ja sen tarkoituksesta, sekä osallistumislinkki. Tutkimuksen avulla oli tarkoitus selvittää erityisesti valmistusprosessin haasteet ja saada parannusehdotuksia tehokkaamman tuotannon läpimenon suhteen. Tutkimuskysymysten avulla oli tarkoitus saada selville yrityksen johtamisen nykytaso ja määrittellä mahdolliset kehityskohteet. Tutkimusongelman ollen valmistusprosessin kehittämien. Alitutkimusongelmana on: valmistuksen tehostaminen ja laadun parantaminen, sekä tämän tasaaminen. Vastaajilla oli mahdollisuus kertoa kokemuksistaan yrityksen toiminnasta, kuinka he ovat kokeneet toiminnan toimivuuden viime aikoina. Kirjallisia vapaa- muotoisia vastauksia analysoitiin ja vertailtiin toisiinsa, tavoitteena löytää yhtäläisyyksiä.

4.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Laadullista tutkimusta käytetään yleensä silloin kuin ilmiötä ei tunneta tai ei ole selitystä tukemaan ilmiötä. Laadullisella tutkimuksella pyritään saamaan selitys ilmiölle, tai saada uusia puolia ilmiölle. Toisin kuin kvantitatiivinen tutkimus pyrkii yleistämään ilmiön ja kysymysten tarkka oikeellisuus on tärkeämpää. Laadullisessa tutkimuksessa ei voida laatia yksityiskohtaisia kysymyksiä, muuten määrällinen tutkimus olisi oikeampi vaihtoehto. Tutkimusotteen ja menetelmien pitää tavoittaa tutkimuskohde. Trockim ja Donnelly (2008) esittäneet kvalitatiivisen tutkimukseen soveltavuudesta luokittelun, jota Kananen on selkokielistänyt. Luokitteluita pystyy Kananen mukaan pitämään perusteluina kvalitatiiviselle tutkimukselle. (Kananen 2017. 32-35).

1. Ilmiöstä ei ole tietoa, teorioita, tutkimusta.
2. Halutaan saada ilmiöstä syvälinen näkemys.
3. Luodaan uusia teorioita ja hypoteeseja.
4. Käytetään triangulaatiota eli ns. mixed-tutkimusstrategiaa.
5. Halutaan ilmiöstä hyvä kuvaus.

Kun todellisessa elämässä tutkimus kohdistuu ilmiöön, on todellisuus monimutkainen ja harvoin selitettävissä helposti tai yksioikoisesti. Tämän takia tutkimuksessa pyritään löytämään useita eri aspekteja ilmiölle. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009, 161-162.) Kysely lomakkeen etuna pidetään sen tehokkuutta, koska se säästää tutkijan aikaa ja vaivannäköä. Yhdellä kyselyllä voidaan tavoittaa paljon vastaajia ja saada useisiin kysymyksiin vastauksia kerralla. Se voidaan lähettää, vaikka tuhansille ihmisille ja oikein laadittu lomake voidaan tietotekniikan avulla analysoida hyvin nopeasti. (Hirsjärvi ym. 2009, 195). Kyselytutkimuksen heikkoutena pidetään sitä, että on mahdotonta arvioida vastauksien vakaavuutta ja jopa totuuden mukaisuutta. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2020, 121.)

Kyselytutkimuksessa on yleistä käyttää jäsenneltyä tiedon keräystapaa, kyselylomakkeen jäsentely ja ulkoasu on hyvä huomioida. Lomakkeen suunnittelussa on ensimmäisenä tehtävänä arvioida, millaista tietoa halutaan saada. Kysymyksiä asetelulla on suuri merkitys vastauksien laatuun, sekä itse tuloksiin. Mitä huolellisemmin mietityt kysymysten asetelut ovat, sitä moninaisempia vastauksia ja tuloksia on mahdollista saada. (Alasuutari 2011).

Webropol on online tutkimustyökalu, joka mahdollistaa tutkimusten luomisen, muokkaamisen ja analysoinnin. Ohjelma vaatii toimiakseen vain internet yhteyden ja -selaimen. Webropolia voidaan käyttää

useisiin käyttötarkoituksiin, sillä voidaan tehdä useita erilaisia tutkimuksia kuten esimerkiksi, markkina- ja asiakastyytyväisyystutkimuksia, työtyytyväisyystutkimuksia, sekä kurssiarvioinnit ihmisistä enemmän. (Webropol.)

4.2 Kyselytutkimus

Haastattelurungon suunnittelun aloitin miettimällä pääkohtia toiminnassa sekä miettimällä minkälaisiin ilmiöihin halutaan selityksiä. Tämän lisäksi oli sivutavoitteena saada taustatietoa toiminnasta työntekijöiden näkökulmasta. Lomakerakenteesta muodostui viisi sivuinen, joilla oli kullakin oma teemansa. Ensimmäinen sivu oli aloitussivu, seuraavilla sivuilla olivat itse kysymykset aiheesta, joka oli esitelty ensimmäisellä sivulla. Kysymyssivuilla oli neljästä viiteen kysymystä, joihin pystyi vastaamaan kirjoittaen, antaen mahdollisuuden vastata kyseiseen kysymykseen laajemmin halutessaan.

Ensimmäisellä sivulla esiteltiin valmistusprosessi kuviona (KUVIO 4). Tämä tarkoitus oli luoda yhtenäinen näkemys valmistusprosessista sekä luoda ymmärrys mitä asiaa kysely koskee tarkalleen. Tämä varmistukseksi siihen, että vastaaja ei ilman taustatietoa miellä valmistusprosessia esimerkiksi pelkääntään tuotantoon, vaan koko valmistusketjuksi myynnistä laskutukseen. Toisella sivulla kysyttiin vastaajalta perustietoja, joita tyypillisesti kysytään lomakkeiden alussa. Näitä kysymyksiä oli ikä, sukupuoli, työkokemus, koulutustaso, sekä missä vaiheessa valmistusprosessia työskentelee. Kolmannella sivulla perehdyttiin työtehtäviin. Tavoitteena oli nähdä kuinka selkeänä oma ja muiden roolit koetaan, sekä kuinka roolien väliset suhteet toimivat. Neljännellä sivulla oli tavoite perehtyä viestintään enemmän, kuten millaisena palautteen anto koetaan ja saadaanko sitä riittävästi. Toinen puoli sivua kysymykset koskivat poikkeamien käsittelyä. Viimeisen sivun teema oli itse toiminta ja sen haasteet, sekä toimintaa hidastavat asiat. Lopuksi oli mahdollista vapaasti kommentoida asiaa. Yhteensä kyselyssä oli yhdeksäntoista kysymystä.

5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYYSINTI

Aineistosta etsittiin usein toistuvia asioita, kuten samankaltaisia hukan muodostumia ja toistuvia virheitä. Kehitysideat analysoitiin ja tarkasteltiin lähemmin. Tulokset pyrin käsittelemään ilman tutkijan ennako oletuksia tai mielipiteitä. Vastaukset käsittelemän anonyymeinä, jotta oletuksia ei syntyisi vastaajien perusteellakaan. Vastausten läpikäymisen aloitin kohtuullisen lyhyen ajanpäästä, kun viimeiset tulokset olivat saapuneet. Useat vastaajat olivat keskittyneet vastaamiseen kiitettävästi ja kirjoittaneet aiheesta huolellisesti, osa vastauksista olivat oletetusti suppeampia. Tulokset on tässä työssä analysoitu kyselylomakkeen mukaisesti omana osa-alueena ja käydään jatkossa lomakkeen mukaisessa järjestyksessä läpi, analysoiden ja tulkiten vastauksia. Luin vastauksia ja omia analysointeja toistuvasti tehden muistiinpanoja, jotta löysin toistuvia fraaseja. Kyselystä saatu aineisto käsiteltiin lopuksi siten että aineistosta pystyttiin luomaan lyhyt taulukko yhteenvetona selkeyttämään tärkeimpiä haasteita prosessista.

5.1 Perustiedot

1. Kysymys: Sukupuoli

	n	Prosentti
Mies	13	81,25%
Nainen	1	6,25%
Muu	2	12,5%

2. Kysymys: Ikä

Vastaukset
44
21
23
20-->

21
33
28
36
37
34
18
18
28
29

3. Kysymys: Työkokemus vuosina

	n	Prosentti
0-1 vuotta	3	18,75%
1-5 vuotta	6	37,5%
5-10 vuotta	4	25%
10-15 vuotta	2	12,5%
yli 15 vuotta	1	6,25%

4. Kysymys: Koulutustaso

	n	Prosentti
Peruskoulu	2	12,5%
Ammattikoulu / Lukio	11	68,75%
AMK	3	18,75%
Muu	0	0%

5. Kysymys: Missä valmistusprosessin vaiheessa työskentelet?

	n	Prosentti
Myynti	1	6,67%
Suunnittelu	5	33,33%
Osto ja/tai osavalmistus	3	20%

Tuotanto	13	86,67%
Asennus	9	60%

Perustietojen kyselystä voi havaita sen, että henkilökunta on varsin nuorta. Iän keskiarvo on noin 27,8 vuotta. Toinen asia on, että valtaosa henkilökunnasta työskentelee tuotannossa ja/tai asennusvaiheessa. Muuta merkityksellistä tai tuloksiin vaikuttavia tekijöitä en tuloksista löydä.

5.2 Työtehtävät

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

5.3 Viestintä

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

5.4 Toiminta

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

5.5 Yhteenveto vastauksista

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

---Salattu---

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoite oli perehtyä yrityksen valmistusprosessiin ja tutkia sen haaste kohtia mitkä aiheuttavat erilaisia hukkia. Tarkoitus oli luoda lähtötilanteen pohjalta tutkimus, joka tarkentaisi haaste alueita. Näiden tutkimus tuloksien pohjalta kehitin kehitysehdotuksia prosessin hukkien poistoon.

Valmistusprosessiin tutustuminen oli minulle varsin helppo vaihe, koska olen työskennellyt yrityksessä pitkään. Johtotehtävissä toimiminen antaa myös mahdollisuuden vaikuttaa työmetodeihin. Näiden perusteella pystyin arvioimaan suurimpia haasteita ennen tutkimusta. Opinnäytetyö tukeutuu teoriaan, joten suurempi työ oli tutkia sopivaan teoriaa taustalle mitä vasten pystyisin etsimään ratkaisuja valmistusprosessissa oleviin hukkan aiheuttajiin. Teoriaviitekehitykseni pohjautui pääosin Lean johtamistoimintamalliin, joka tarjoaa valtavasti ratkaisu malleja niihin haastaviin asioihin, joita yrityksellä oli parannettavana. Näin tutkimusta ja ratkaisuja pystyi kehittämään teorian pohjalta.

Tutkimusvaiheessa suunnitella ja valmistella tutkimusmenetelmä, joilla pystyisi arviomaan tieteellisesti alkutilanne. Tutkimuksessa käytin tiedonhankintamenetelmänä kyselyä, jonka suunnittelin ja toteutin Webropol alustalle. Kyselyn toteutus alusta oli minulle uusi, mutta opein mielestäni tekniset asiat nopeasti. Kysymykset jaottelin omiin teemoihin, jotta vastaajien oli helpompi mieltää kysymykset. Kysely onnistui mielestäni hyvin, sain tukea niihin ongelma kohtiin, jotka kuvittelin olevankin prosessissa ennen kyselyä. Positiivinen asia oli, että löysin kyselyn kautta uuden puolen prosessista, mitä pidin aiemmin pienempänä ongelmana. Kaikenlainen ohjeistuksen tärkeys esitti hyvin suurta roolia tuloksissa, ja siihen aioin panostaa tulevaisuudessa ainakin henkilökohtaisella tasolla enemmän. Opetuksena kyselyn tekemisestä sain sen, että kysymysten muotoiluun pitää panostaa enemmän, sain paljon tärkeää tietoa mutta joitakin kysymysten muotoilua olisi voinut tarkentaa. Minulla jäi joistakin vastauksista tunne, että oliko kysymys ihan täysin ymmärretty. Esimerkkinä kysymys: Onko palautteen anto systemaattista? Vastaukset olivat hyvin suppeita, joten jäin pohtimaan asiaa, että ymmärsivätkö kaikki vastaajat mitä kysymyksellä todellisuudessa tarkoitettiin. Tarkoitus oli kysyä, annetaanko palautetta aina tietyssä vaiheessa prosessia, eikä esimerkiksi sitä, että kuinka palaute annetaan. Tähän kysymykseen voitaisiin saada vastaus uudella tutkimuksella, jossa olisi uudelleen muotoillut kysymykset, mutta valitettavasti se ei ole mahdollista tässä vaiheessa.

Tutkimuksen tiedonhankintaan ja analysointiin on lukuisia menetelmiä, joita olisi voinut hyödyntää tässäkin, mutta selkeää yksiselitteistä oikeaa tapaa ei ole vielä kehitetty. Kvalitatiivisena tiedonhankintamenetelmänä olisi voinut käyttää esimerkiksi strukturoitua tai puolistrukturoitua haastattelu menetelmää. Arvioin vastauksien heikkoa ulosantia, ja haastattelu olisi luultavasti auttanut saaman syvällisempiä vastauksia mutta en usko, että sillä olisi saavutettu tässä vaiheessa merkittävästi parempia kehitysideoita. Joten sen perusteena näen käyttämäni menetelmän riittävänä. Kun kehitysehdotukset ovat jalkautuneet ja halutaan kehittää toimintaa entisestään, olisi suotavampaa käyttää esimerkiksi haastattelu menetelmää. (Hernandez-Matias, Vizan, Hidalgo & Rios 2006. 11–12.)

Tutkimus kehitti paljon henkilökohtaisten näkökulmien luomista ongelman ratkaisuun prosessinkehityksessä, liian kapeakatseinen näkökanta harvoin luo luovia ratkaisuja. Tutkimuksen toteutus osoitti sen, että on tärkeää olla optimistinen ja luottaa tuloksiin antamatta omien olettamuksien haitata loppu tuloksia. On tärkeää perustaa muutosehdotukset faktaan, eikä omiin intuitioihin, jotta muutos olisi mahdollista. Mielestäni löysin useita hyviä kehitysehdotuksia yritykselle, joita noudattamalla asetetut tavoitteet täyttyisivät, olen myös vakuuttunut siitä, että muutoksilla tuottavuus kääntyisi paremmaksi.

Pohdintana lopuksi, minulle heräsi tulevaisuuteen kohdistuva ajatus. Riittääkö tämä ja onko lähtökohta kehitykselle edes oikea? Olisiko kehitystä parempi lähteä jalkauttamaan kokonaan uuden näkökannan saattamiseksi? Lean tekniikat ja ISO 9001 standardin toimintamallit toisivat kiistatta etua yritykselle, mutta onko yrityksen valmistusprosessi tyypiltään väärä, jotta se ei hidastasi kehitystä näiden muutoksien jälkeen tai voisiko valmistusprosessin tyypin muutoksella lähtökohtaisesti muuttaa yrityskulttuuria niin että aiemmin mainitut kehitykset tulisivat käytäntöön luontevammin. Ketterä projektinhallintamenetelmä kuten esimerkiksi Scrum voisi tuoda sovellettuna yritykselle vielä paremmat edellytykset menestyä.

LÄHTEET

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Osuuskunta Vastapaino. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/book/978-951-768-385-2>. Viitattu 2.2.2021.

Atkinson, P. 2004. Creating and Implementing Lean Strategies. Sähköinen artikkeli. Saatavissa: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.4743&rep=rep1&type=pdf>. Viitattu 2.2.2021

Hassi, L., Paju, S. & Maila, R. 2015. Kehitä kokeillen. Alma Talent Oy. E-kirja. Saatavissa: [https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/EAEBGXCTEB#/kohta:KEHIT\(\(c4\)\(\(20\)KOKEIL-LEN\(\(20\)/piste:b0](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/EAEBGXCTEB#/kohta:KEHIT((c4)((20)KOKEIL-LEN((20)/piste:b0). Viitattu: 13.2.2021

Hernandez-Matias, J. C., Vizan, A., Hidalgo, A. & Rios, J. 2006. Evaluation of techniques for manufacturing process analysis. Sähköinen artikkeli. Saatavissa: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Rios-33/publication/226897038_Evaluation_of_techniques_for_manufacturing_process_analysis/links/5562d50b08ae9963a11b4f7d/Evaluation-of-techniques-for-manufacturing-process-analysis.pdf Viitattu 20.3.2021.

Hirsjärvi, S. Remes, P Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15 painos. Helsinki: Tammi.

Kamensky, M. 2015. Menestyksen timantti. Alma Talent Oy. E-kirja. Saatavissa: [Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. E-kirja. Saatavissa: <https://centria.finna.fi/Record/colibri.78777>. Viitattu:3.2.2021](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/FAIBCXCTEB#/kohta:MENESTYKSEN((20)TIMANTTI((20) Viitattu:2.2.2021</p></div><div data-bbox=)

Kovacs, G. 2012.Productivity improvement by lean manufacturing philosophy. Advanced Logistic system. Saatavissa: http://web.alt.uni-miskolc.hu/als/cikkek/2012/ALS6_p9_16_Kovacs_Gy.pdf. Viitattu 3.2.2021

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Espoo: Redfina Oy

Liker, J.K. 2020. The Toyota Way, Second Edition: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. E-kirja. Saatavissa: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.centria.fi/lib/cop-ebooks/detail.action?docID=6403796&query=toyota#>. Viitattu 4.2.2021.

Mahlaha, K., Sukdeoand, N. & Mofokeng, V. 2020. A Lean 7S methodology framework to improve efficiency and organizational performance: A review study in an SME organization. Sähköinen artikkeli. Saatavissa: <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/34.pdf>. Viitattu 9.2.2021.

Modig, N.& Åhlström, P. 2019. Tätä on lean. 8. painos. Ruotsi: Rheologica publishing.

Moisio, J. & Tuominen, K. 2003. Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001:2000. Benchmarking Ltd Oy. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/book/951-9499-20-2>. Viitattu: 10.2.2021

Monden, Y & Ohno, T 2012. Toyota production system. 4. painos. E-kirja. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cop-ebooks/detail.action?docID=1446651>. Viitattu 6.2.2021

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti. Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari.

Nieminen, S. 2016. Hyvä hankinta - parempi bisnes. Alma Talent Oy. Sähköinen julkaisu saman nimisestä kirjasta. Saatavissa: [https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/FAGBHXC-TEB#kohta:HYV\(\(c4\)\(\(20\)HANKINTA\(\(20\)-\(\(20\)PAREMPI\(\(20\)BISNES\(\(20\)/piste:b1075](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/FAGBHXC-TEB#kohta:HYV((c4)((20)HANKINTA((20)-((20)PAREMPI((20)BISNES((20)/piste:b1075). Viitattu 5.2.2021.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2020. Kehittämistyönmenetelmät. 3.–6. painos. Helsinki: Sonoma Pro Oy.

Pereira, R. 2009. The seven wastes. Isixsigma magazine. Saatavissa: https://blog.gembaacademy.com/wp-content/uploads/2009/09/7_wastes_isixsigma_magazine_0909.pdf. Viitattu: 3.2.2021

Pieńkowski, M. 2014. Waste measurement techniques for lean companies. Sähköinen artikkeli. Saatavissa: https://www.researchgate.net/profile/Maciej_Pienkowski/publication/343083406_Waste_Measurement_Techniques_For_Lean_Companies/links/5f15d7d14585151299aaf37c/Waste-Measurement-Techniques-For-Lean-Companies.pdf Viitattu 2.2.2021

Prakash, W. N., Sridhar, V.G., Annamalai, K. 2014. School of Mechanical and Building Sciences, VIT University, Chennai, India. Saatavissa: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1066.4880&rep=rep1&type=pdf>. Viitattu 31.1.2021

SFS-EN ISO 9001. Quality management systems. Requirements (ISO 9001:2015) Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Singh, K. 2017. Lean production in the era of industry 4.0. SSRN sähköinen artikkeli. Saatavissa: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3068847 . Viitattu: 1.2.2021

Tekoa Oy, 2019. Verkkosivut. Saatavissa www.tekoa.fi. Viitattu 31.1.2021

Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Alma Talent Oy, E-kirja. Saatavissa: [https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/BAX-BBXAUIGHG#kohta:LEAN\(\(20\)ASIAANTUNTIJATY\(\(d6\)N\(\(20\)JOHTAMISESSA\(\(20\). Viitattu: 6.2.2021](https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/BAX-BBXAUIGHG#kohta:LEAN((20)ASIAANTUNTIJATY((d6)N((20)JOHTAMISESSA((20)

Tuomi, L., Sumkin, T. 2012. Osaamisen ja työn johtaminen. Alma Talent Oy. E-kirja. Saatavissa: <https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/CACBFXGTFF#piste:b1>. Viitattu 4.2.2021

Webropol. Yrityksen internet sivut. Saatavissa: www.webropol.fi. Viitattu 10.2.2021