



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Tuukka Tiihonen

Tuotantoprosessin kehittäminen

Case study: OY Österberg AB; Tuote X

Tekniikan ja
innovaatiojohtamisen
akateeminen yksikkö
Kandidaatintutkielma,
tuotantotalous
Tekniikan kandidaatti

Vaasa 2026

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Tuukka Tiihonen		
Tutkielman nimi:	Tuotantoprosessin kehittäminen: Case study: OY Österberg AB; Tuote X		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Oppiaine:	Tuotantotalous		
Työn ohjaaja:	Tauno Kekäle		
Valmistumisvuosi:	2026	Sivumäärä:	32

TIIVISTELMÄ:

Tuotantoprosessin laadun kehittämiseksi on monia syitä, kuten kulujen leikkaaminen ja laadun parantaminen. Jotta tuotantoprosessin kehittäminen onnistuisi tehokkaasti, on ymmärrettävä tuotantoprosessin käsite ja toimintaperusteet sekä kyettävä arvioimaan tuotantoprosessin nykytilaa.

Työn tavoitteena oli löytää case yrityksen erään tuotteen X tuotantoprosessin suurimmat kehityskohdat ja täten pohjustaa tulevaa diplomityötä, jossa tulisimme tekemään käytännön työn tuotantoprosessin kehittämiseksi. Työn merkitystä kasvatti case yrityksen kokemattomuus yhden tuotteen koko tuotantoketjusta vastaamisesta.

Työ aloitettiin kirjallisuuskatsauksella tuotantoprosessin toimintaan lean ajattelutavan kautta, jonka jälkeen tutkittiin erilaisia vaihtoehtoja työkalulle tuotantoprosessin nykytilan kartoittamiseen. Työssä tutkitut kolme työkalua olivat Value Stream Map (VSM), Physical Process Map (PPM) ja SIPOC. Näistä VSM osoittautui parhaaksi työkaluksi tähän työhön sen kuvatessa koko tuotantoprosessia vaihtoehtoista laajimmin ja täten luoden parhaat edellytykset tuotantoprosessin arvioimiselle ja sen kehityskohteiden löytämiselle.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen työssä aloitettiin empiirinen käytännön vaihe, jossa kartoitettiin tuotteen X tuotantoprosessin nykytila. Tuotettua VSM:a varten kerättiin tietoa tuotantoprosessin eri vaiheista sekä käytännön, että järjestelmän tasolla. Kerätyn tiedon avulla saimme luotua nykytilanteesta luotettavan VSM:n, jota tullaan täydentämään tulevassa diplomityössä. Osa kerätystä tiedosta on liikesalaisuuden säilyttämiseksi jätetty tämän paperin ulkopuolelle, mutta ne on käyty läpi case yrityksen edustajien kanssa.

Työssä löydettiin VSM:n avulla tuotantoprosessin pullonkaulat ja suurimmat kehityskohteet sekä laadullisesta, että järjestelmällisestä näkökulmasta. Pullonkaulojen kehittämiseksi tai suurimpien kehityskohteiden ratkaisemiseksi ei tässä työssä tehty toimenpiteitä, vaan ne jätettiin tulevaan diplomityöhön.

Sisällys

1	Johdanto	4
1.1	Tutkielman tarkoitus ja tavoitteet	5
1.2	Tutkielman rakenne ja rajaukset	5
1.3	Oy Österberg Ab	6
2	Tuotantoprosessin käsite ja lean ajattelutapa	7
3	Tuotannon nykytilan kuvaamisen työkalut	9
3.1	Value Stream Map (VSM)	9
3.1.1	VSM:n käyttäminen	9
3.1.2	VSM:n heikkoudet ja niiden ratkaisut	11
3.2	Physical Process Map (PPM)	12
3.3	SIPOC	14
3.4	Välipäätelmät ja työkalun valinta	15
4	Tuotantoprosessin kuvaaminen ja arvioiminen	16
4.1	Yleiskuvaus tuotantoprosessista	16
4.2	Nykytilanteen VSM	17
4.2.1	Tietojen keruu	17
4.2.2	VSM kartan suunnittelu	18
4.2.3	Nykytilanteen VSM ja sen tulkinta	20
5	Johtopäätökset	26
6	Jatkotutkimussuunnitelma	28
	Lähteet	29
	Liitteet	31
	Liite 1. Tuotteen X tuotantoprosessin nykytilanteen VSM.	31

1 Johdanto

Tuotantoprosessien kehittäminen on tärkeää yrityksille, sillä siten yritys voi lyhentää tuotteiden läpimenoaikaa sekä parantaa yleistä tehokkuutta kaikkien resurssien osalta, kuten taloudellisten resurssien ja henkilöstöresurssien, ja täten kasvattaa sisään tulevaa kassavirtaa. Tämä on tärkeää, sillä osakeyhtiön tärkeimpiä tehtäviä on tuottaa positiivista tulosta omistajilleen. Yleisesti tiedetään, että esimerkiksi halvemmilla raaka-aineilla saa laskettua tuotantokuluja, mutta tämä myös laskee tuotteen laatua, mikä ei tietenkään ole tarkoituksen mukaista. Juurikin tästä syystä tuotantoprosessin kehittäminen on tärkeää suurempien tuottojen saavuttamiseksi.

Kehittämällä tuotantoprosesseja, myös tuotettujen tuotteiden laatu paranee. Tuotannon nykytilannetta arvioitaessa, on mahdollista havaita työvaiheet, joissa syntyy eniten virheitä. Näihin tuotantoprosessin vaiheisiin on mahdollista puuttua oman laisillaan laadunvalvonnan keinoilla, kuten laatuporttien määrittämisillä. Täten tuotantoprosessin tehokkuutta saadaan parannettua myös siten, että virheellisiä osia tuotetaan vähemmän, eikä niiden työstämiseen käytetä turhaa työaikaa. Lisäksi tuotteiden parempi laatu, tai toisin sanoen vähäisempi huonojen tuotteiden määrä, on myös omiaan kasvattamaan yrityksen tuottoja.

Tuotantoprosesseja on monenlaisia, riippuen tuotettavasta tuotteesta. Kaikki tuotantoprosessit kuitenkin koostuvat osittain samoista osista, kuten suunnittelusta, kokoonpanosta, laadunvalvonnasta ja tuotannosta, sekä pakkauksesta ja muusta logistiikasta. Tuotantoprosessin kehittäminen voi kohdistua joko yhteen, useampaan, tai kaikkiin sen osiin. Yleensä kuitenkin kaikkien osien tarkastelu on tarpeellista, vaikka viralliset kehittämistoimenpiteet kohdistettaisiinkin vain osaan tuotantoprosessin osista. Tätä varten tuotantoprosessin nykytilan arvioiminen on yksi tärkeimpiä vaiheita tuotantoprosessin kehittämisessä, jotta parannukset voidaan kohdistaa oikeisiin tuotantoprosessin osiin.

1.1 Tutkielman tarkoitus ja tavoitteet

Tutkielman tavoitteena on selvittää tehokkaita tapoja tuotannon nykytilan arvioimiseen ja kehittämiseen. Erityisesti tutkimuksen kohteena on case yrityksen, OY Österberg AB:n tuotteen X tuotantoprosessi. Tuotteen nimeä ei liikesalaisuuden säilyttämiseksi tässä työssä kerrota, vaan siitä käytetään nimitystä ”tuote X” ja sen osia kutustaan nimityksillä koonta A, koonta B, osa C ja niin edelleen. Tutkielman on tarkoitus pohjustaa tulevaa diplomityötä. Tutkielman tavoitteena on selvittää tuotteen X suurimmat pullonkaulat ja kehityskohteet sekä selvittää mahdollisuus laatuporttien luomiselle, jotta sen tuotantoprosessin kehittäminen olisi diplomivaiheessa mahdollisimman tehokasta. Työ on tärkeä ja merkityksellinen, sillä Österberg ei ole aikaisemmin ollut vastuussa koko tuotteen tuotantoketjusta muoviryöneistä loppukokoonpanoon ja pakkauksesta kuluttajatoimituksiin asti.

1.2 Tutkielman rakenne ja rajaukset

Tämän tutkielman alkuosa on toteutettu kirjallisena tutkimuksena, jossa käsitellään tuotantoprosessia lean ajattelutavan kautta ja erilaisia tuotannon nykytilan arvioimiseen tarkoitettuja ja soveltuvia työkaluja, kuten yrityksessä jo aikaisemmin tunnettua Value Stream Mappia (VSM). Jälkimmäinen osa tutkimuksesta on tehty empiirisempänä käytännön tutkimuksena, jossa ensimmäisessä osassa parhaaksi arvioitua työkalua tullaan käyttämään tuotteen X tuotantoprosessin arvioimisessa.

Tämä tutkielma rajautuu tuotteen X suurimpien kehityskohteiden selvittämiseen, eikä täten keskity niiden ratkaisemiseen ja niiden implementoimiseen, mitkä ovat tarkoitus toteuttaa diplomityössä. Täten tutkimuskysymyksiä onkin kaksi. Mikä on paras työkalu tuotteen X tuotantoprosessin nykytilan arvioimiseen? Sekä jatkokysymyksenä tälle, mitkä ovat suurimmat kehityskohteen tuotteen X tuotantoprosessissa.

1.3 Oy Österberg Ab

Oy Österberg Ab on Vaasassa toimiva muovialan yritys, ja käyttääkin brändi nimityksenään Österberg Plasticia. Yrityksellä on verkkosivujensa (2025) mukaan 60 vuoden kokemus, ja se tarjoaa ruiskuvalamisen ja osakokoonpanon lisäksi myös tampo- ja silkkipainatuksia. Valmistettavien osien painot vaihtelevat yhden gramman ja viiden kilogramman välillä. Österberg Plasticilla on myös oma muotinsuunnittelu, mikä tekee yrityksestä verkkosivujensa (2025) mukaan täyden palvelun yrityksen. Osa työntekijöistä on työskennellyt Österberg Plasticille jo kymmenien vuosien ajan, mikä näkyy ammattitaidossa päivittäisissä ongelmanratkaisua vaativissa tehtävissä.

2 Tuotantoprosessin käsite ja lean ajattelutapa

Kuten todettu, tuotantoprosesseja on monia erilaisia, mutta hyvin monesti ne sisältävät samoja osia. Nicholas (2018, s. 36) vertaa tuotantoprosessia putkistoon, jossa sisälle putkeen menee raakaa tavaraa ja ulos putkesta tulee valmiita tuotteita. Tämä on hyvä kuvaus, sillä perinteisesti Lean tuotantomallissa ajatellaan tuotantoa virtauksena, mikä pyritään saamaan mahdollisimman sujuvaksi. Tämän virtauksen parantaminen onkin yksi tuotantotalouden opintosuunnasta valmistuneiden oleellisimmista työtehtävistä. Putkesta tulevan virtauksen määrää rajoittavat Nicholaksen (2018, s.36) mukaan erilaiset esteet, jotka todellisuudessa vastaavat tuotantoprosessin sisäisiä prosesseja. Näitä tuotantoprosessin sisäisiä prosesseja voi olla esimerkiksi raaka-aine hankinnat, osien valmistaminen, eri kokoonpanovaiheet, kuten moduulikokoonpano ja loppukokoonpano sekä pakkaaminen ja tuotteiden toimittaminen. Nicholas (2018 s.36) kertoo lopuksi virtauksen määräytyvän kaikkein suurimman esteen mukaan. Tätä hidastetta reaali maailmassa kutsutaan tuotantoprosessin pullonkaulaksi.

Tuotantoprosessia ohjataan tuotannonohjauksella, minkä tarkoitus Nicholaksen (2018, s. 254) mukaan on pitää huoli, että oikeita tuotteita valmistetaan oikeaan aikaan oikea määrä ja mahdollisimman hyvällä laadulla. Hän jatkaa viimeiseksi tavoitteeksi mahdollisimman alhaiset kulut. Näidenkin asioiden hoitaminen on yksi tuotantotalouden opintosuunnasta valmistuneiden tärkeimmistä työtehtävistä. Tuotannon ohjaukseen Nicholas (2018, s. 254) listaa kaksi vastakkaista tapaa, Push ja Pull. Tavat eroavat toisistaan sillä, tapahtuuko ohjaaminen ennalta määrätyn aikataulun mukaan, vai asiakkaan tarpeen mukaan. Näistä vaihtoehdoista Push on Nicholaksen (2018, s. 253-255) mukaan perinteisempi, kun taas Pull on tehokkaampi ja yksinkertaisempi.

Tuotantoprosessin osia ylläpitävät ja suorittavat yleisimmin tuotannontyöntekijät, ovat he sitten työnimikkeiltään kokoonpanijoita, koneoperaattoreita tai muita vastaavia. Nicholaksen (2018, s. 357) mukaan kaiken työntekijöiden tekemän työn pitäisi noudattaa standardisoitua työohjetta. Ilman niitä, ei hänen mukaansa ole mahdollista saavuttaa

tuotannon tavoitteita tai edes tehdä kehittämistä. Hän korostaa, ettei standardisoitu työohje ole jäykkä, vaan sitä pitää pystyä muokkaamaan ja parantamaan kehityksen saavuttamiseksi. Näiden standardisoitujen työohjeiden valvonta ja kehittäminen on myös yksi tuotantotalouden opintosuunnasta valmistuneiden päivittäisistä työtehtävistä.

Tuotantoprosessiin liittyy vahvasti myös laatu ja sen valvonta. Nicholas (2018, s. 138) ei pysty määrittelemään laatua yksinkertaisesti, sillä sen määritelmä riippuu henkilöstä itsestään. Yleisesti laatu voidaan ajatella tuotteiden kannalta kestävyytensä, toimivuutena ja virheettömänä ulkonäkönä. Hyvä laatu voi kuitenkin tarkoittaa mitä tahansa muutakin. Nicholaksen (2018, s. 138) mukaan laadun valvonnan ja laadun määritelmän on kuitenkin lähdettävä asiakkaan näkökulmasta. Tästä näkökulmasta on mahdollista luoda asiakasvaatimukset sekä itse lopputuotteelle, että koko tuotantoprosessillekin. Laadun valvonnalla luonnollisesti valvotaan näiden tavoitteiden saavuttamista. Nicholas (2018, s. 137) sanookin lyhyesti laadun osuuden lean tuotannossa olevan: ”kaikki”. Hänen mukaansa huonon tuotteen päätyminen asiakkaan käsiin aiheuttaa asiakkaan ärsyyntymisen lisäksi palautuksista, korjauksista, takuista ja heikentyvästä liiketoiminnasta aiheutuvia lisäkuluja.

Olennainen osa niin lean ajattelutapaa, kuin tuotantotalouden opintojakin, on jatkuvan parantamisen malli, mikä Nicholaksen (2018, s.65) mukaan on synonyymi jatkuvalla prosessi kehittämiseksi. Tämän hän perustelee sillä, että kasvavien asiakastarpeiden ja odotusten ylittämisen saavuttamiseksi ei riitä itse tuotteen tai palvelun tarkastelu ja parantaminen. Jatkuvan parantamisen mittareiksi Nicholas (2018, s. 64) luettelee asioiden tuottamisen paremmin, nopeammin ja halvemmin, sekä olemalla joustavampi. Jatkovaa parantamista on kaikki teot pienistä, joka päiväisiä kehittämisehdotuksista, suuriin, koko teollisuutta muovaaviin innovaatioihin. Nicholas (2018, s. 65) sanookin, että jatkuvan parantamisen lähtökohtana on, että kaikkea voi parantaa loputtomasti. Hän jatkaa resurssien rajoittavan kehittymistä tiettyyn pisteeseen asti, mutta mainitsee innovaatioiden luovan uuden maksimaalisen tehokkuuden rajan.

3 Tuotannon nykytilan kuvaamisen työkalut

Tuotantoprosessin kehittäminen, kuten kaikki muukin kehitys, alkaa nykytilan kartoituksella. Tämä on tärkeää, sillä kehityksen on kohdistuttava oikeisiin tuotantoprosessin osiin, jotta siitä saataisiin oikeaa hyötyä. Meudt ja muut (2017) sanovatkin epätarkoituksenmukaisten parannusten olevan mahdollisia ilman kunnollista tuotannon nykytilan selvittämistä. Tuotannon nykytilan arvioimiseen on olemassa paljon erilaisia työkaluja, jotka soveltuvat erilaisiin tuotantoympäristöihin ja -tapoihin. Yrityksessä on aikaisemmin käytetty VSM:ää, mitä tulen käsittelemään seuraavaksi.

3.1 Value Stream Map (VSM)

VSM on lean tuotantomallin arvioimiseen käytettävä työkalu (Sameer ja muut 2023), jonka ensimmäinen versio on jo vuodelta 1995 (Wenchi ja muu 2017). Langstrandin (2016) mukaan sen nimitys tulee sen tavasta kuvata tuotantoprosessi tuotteiden virtana, jossa ne saavat lisäarvoa jokaisessa työvaiheessa. Tästä syystä se toimiikin loistavasti etenkin lean tuotantomallia noudattavissa tuotantoprosesseissa, joissa tarkoitus on minimoida välivarastot ja tuotteiden läpimenoajat. Langstrand (2016) korostaa VSM:n olevan nimenomaan kehittämistä varten, mistä voimmekin todeta sen toimivan meidän tarkoitukseemme erittäin hyvin. Työkalun toimivuudesta on myös paljon todistetta, etenkin kehityksen osalta. Esimerkiksi Al-Rafai (2024) onnistui omassa case tutkimuksessaan lyhentämään tuotannon koko läpimenoajan hieman yli kolmeen päivään, kun lähtökohta oli yli 28 päivää. Lisäksi hän sai vähennettyä vaadittavia työtunteja lähes puolella.

3.1.1 VSM:n käyttäminen

Perinteisen VSM:n käyttö perustuu lähteestä riippuen noin neljään vaiheeseen. Esimerkiksi Wenchin ja muiden (2017) tutkimuksessa luetellaan neljä vaihetta: tuoteperheen valinta, nykytilanteen kuvaus, lopputuleman kuvaus ja lopputuleman

saavuttaminen. Langstrand (2016) taas määrittelee viisi vaihetta: Parannettavan prosessin valinta, nykytilanteen kuvaus, lopputuleman kuvaus, implementointi suunnitelman teko ja implementointi. Näistä kahdesta esimerkistä voimme nähdä vaiheiden vastaavan toisiaan lähes täydellisesti, vaikka niistä käytetään hieman eri nimityksiä, ja esimerkiksi itse toteuttamisvaihe tavoitteiden saavuttamiseksi on jaettu eri tavoin. Kuten jo aikaisemminkin todettiin, tuotannon nykytilan selvittäminen on tärkein vaihe tuotantoprosessin parantamiseksi. Tästä syystä tuotannon nykytilan kuvaaminen onkin tärkein vaihe VSM:a tehdessä.

Tuotannon nykytilan kuvaaminen VSM:llä Langstrandin (2016) mukaan kannattaa suorittaa käsin, paperille piirtämällä. Hän sanoo tietokoneella tehdyn pohjan mahdollisesti vaikuttavan liian viralliselta, jolloin parannusratkaisujen ehdottamisen kynnys tyypillisesti kasvaa. Tekee VSM:n sitten tietokoneella tai käsin, sisältää se samat elementit samoin sijoiteltuna. Langstrand (2016) muistuttaakin, ettei VSM:n piirtämiseen ole yhtä oikeaa tapaa. Sen sijaan, hänen mukaansa on olemassa yleensä käytettyjä symboleita elementtien piirtämiseen. Tämä on tärkeä muistaa VSM:a piirrettäessä, jotta siitä tulee vapaamuotoisuudestaankin huolimatta luettava, myös muille kuin vain tekijälleen. Langstrand (2016) ohjeistaa aloittamaan tuotantoprosessin vaiheiden piirtämisestä laatikoina vaakatasoon käännetyn sivun alareunaan, minkä jälkeen sivun oikeaan reunaan piirretään toimittajia esittävä kuva, ja vastaavasti vasempaan reunaan asiakasta vastaava kuva. Jo tässä vaiheessa on huomattavissa VSM:lle ominainen vahva asiakkaan huomioiminen. Toisena vaiheena Langstrand (2016) ohjeistaa piirtämään sekä informaation, että materiaalien liikkumista kuvaavat merkit.

Tähän vaiheeseen asti pääseminen VSM:a piirrettäessä on helppoa. Seuraava vaihe on mielestäni kaikkein oleellisin, sillä se sisältää kaiken laskennan ja datan keräämisen, mitä VSM:n tekeminen vaatii. Langstrand (2016) ohjeista kaiken lasketun ja kerätyn datan kirjoittamista prosessin vaiheita esittävien laatikoiden sisälle vaihekohtaisesti. Viimeiseksi vaiheeksi hän kertoo aikajanan piirtämisen aivan sivun alareunaan. Aikajana tulee olemaan kaksitasoinen, jossa ylemmällä tasolla on odotusajat, ja alemmalla tasolla

tuotteen arvon kasvattamiseen käytetty aika. Langstrand (2016) ohjeistaa laskemaan läpimenoajan ja prosessiajan aikajanan päähän.

Kun tuotannon nykytila on piirretty, on siitä helppo nähdä ja tulkita suurimmat parannuskohteet, kuten pullonkaulat tai suuret hukat. Näitä kutsutaan Kaizeneiksi (Meudt ja muut, 2017), joiden ratkaisut ovat lopputulemaa kuvaavan kartan piirtämisen lähtökohtia. Näiden ratkaisujen pohjalta on siis tehtävä tuotannon nykytilaa kuvaavan kartan kaltainen tuotannon lopputilaa kuvaava kartta.

3.1.2 VSM:n heikkoudet ja niiden ratkaisut

VSM:ssa on myös heikkouksia. Kuten Stadnicka ja Litwin (2018) tuovatkin ilmi, VSM esittää vain staattista dataa. Tämä on nähtävillä myös esimerkiksi Langstrandin (2016) työstä, jossa hän laskee tuotantoprosessiin liittyvät ajat lähes poikkeuksetta keskiarvoina. Stadnicka ja Litwin (2018) lisäksi muistuttavat esimerkiksi mahdollisista toimitusten viivästymisistä ja konerikoista. Wenchi ja muut (2017) kertovatkin VSM:n kehityksestä, jossa sen moderni versio on saanut muotonsa jo vuonna 1999, kun alkuperäinen VSM työkalu on luotu vuonna 1995. Tästä olisi pääteltävissä VSM:n olevan vanhentunut, mutta moderneja versioita ja ratkaisuja, etenkin staattisuus ongelmaan on onneksi kehitetty.

Kuten tiedetään, elämme nyt teollisuus 4.0 aikaa ja teollisuuden viides revoluutio on tulossa. Neljäs revoluutio toi mukanaan esimerkiksi esineiden internetin. Meudtin ja muiden mukaan (2017) tämä on mahdollistanut reaaliaikaisen optimoinnin. He ehdottavatkin perinteistä VSM:a jatkettavaksi datan keräystavoilla ja niiden kohdistamisella datan käyttötarkoitukseen. Täten VSM saadaan vastaamaan paremmin nykyajan tarpeita ja olemaan reaktiivisempi. Stadnicka ja Litwin tuovat myös oman ratkaisunsa perinteisen VSM:n staattisuus ongelmaan. He ehdottavat nykytilan kuvauksen ja lopputuleman kuvauksen olevan syöttöarvoja simulaatio ohjelmalle. Tätä simulaation ja VSM:n integraatiota varten, hekin ehdottavat täydennyksiä perinteiseen VSM piirrokseen. Näistä ensimmäinen on tuotanto- ja läpimenoaikojen ilmoittaminen

sekä perinteisenä keskiarvona, että minimi ja maksimi aikoina. Lisäksi valmisteluajan (Changeover time) lisäksi on ilmoitettava, millaisia vaihtoja tuotantoaikataulussa on, ja kuinka usein ne toistuvat valitulla syklillä. Näiden jälkeen he lisäisivät laatua koskevaa statistiikkaa, eli kuinka paljon tuotetuista osista on viallisia, ja kuinka suuri osa niistä korjataan. Viimeiseksi lisättäväksi asiaksi he luettelevat toimitusten määrän ja tiheyden. Näillä lisätiedoilla simulaatio osaisi heidän mukaansa ennustaa ongelmakohtien vaikutuksia eri skenaarioissa ja täten helpottaa tuotantoprosessin parannustoimien kohdistamista oikeisiin ja merkityksellisempiin tuotantoprosessin vaiheisiin.

Toinen hieman vastaava ratkaisu on kehitetty ja esitetty Sameerin ja muiden (2023) työssä. He ehdottavat VSM:n lisäksi käytettävän koneoppimisesta tuttua keinotekoisien neuroverkkojen mallia. Malli tulisi perustamaan toimensa verkostoanalyysille, jonka tehtävänä olisi tulkita VSM:n tuottamien ratkaisuiden vaikutuksia. Tämä malli on todella edistynyt ja osin mahdollisesti liiankin monimutkainen ja kattava meidän tarpeeseemme. Malli toimisi todella hyvin, jos tarkoituksena olisi uudistaa koko yrityksen kaikki prosessit. Näin neuroverkkojen tuoma hyöty monimutkaisissa ja kompleksisissa päätöksentekoprosesseissa näyttäytyisi voimakkaammin edukseen. Sameerin ja muiden (2023) malli, kuten myös kaksi muuta esiteltyä mallia, kuitenkin todistavat VSM:n olevan erittäin toimiva työkalu vielä tänäkin päivänä, kunhan sitä täydennetään nykyajan digitaaliseen maailmaan sopivammaksi. Näin ollen VSM:n vanhasta alkuperästä ei tarvitse huolehtia tuotteen X tuotantoprosessin nykytilan arvioimiseen käytettävän työkalun valinnassa.

3.2 Physical Process Map (PPM)

PPM tunnetaan paremmin nimellä Spagetti kaavio. Colinin ja Fantonin (2022) mukaan sen tarkoituksena on kuvata työntekijöiden liikkumista tehdasalueella, näiden suorittaessa työtehtäviään. He jatkavat spagetti kaavion paljastavan tuotantotilan layoutin mahdolliset epätehokkuudet.

Kuten VSM, myös PPM alkaa nykytilan kartoituksella. Hys ja Domagała (2018) näyttävät esimerkillään nykylayoutin piirtämisen kuvan pohjalle, minkä päälle he ovat täydentäneet työntekijän kaikki liikkeet yhden kierron aikana. Heidän mukaansa jokaisen matkan pituus, tarkoitus ja kesto on myös mitattava ja kerrottava kuvaan viitaten. Kyseisten mittausten suorittaminen on perinteisesti suoritettu käsin, mutta Colinin ja Fantonin (2022) mukaan, se on teollisuuden neljännen revoluution myötä mahdollista tehdä myös automaattisesti. He mainitsevatkin älypuhelin teknologian sekä heidän oman Spagetti kaavio 4.0:n. Älypuhelin teknologiaa on heidän mukaansa testattu aikaisemminkin, mutta huonoin tuloksin. Suurimpia ongelmia sen kanssa oli heidän mukaansa ollut esimerkiksi turvallisuus. Heidän työkalunsa sen sijaan käyttää turvallisia ja tarkkoja tekniikoita datan keräämiseen, kuten radiotaajuus tunnistamista (RFID) ja esineiden internettiä (IoT).

Suoritti datan keräämisen sitten perinteisesti, turvattomalla älypuhelin teknologialla, tai automaattisesti Spagetti kaavio 4.0 työkalulla, on seuraavana vaiheena tulosten analysointi ja turhien liikkeiden poistaminen ja tällä tavalla tuotannon tehostaminen. Coli ja Fantoni (2022) onnistuivat tehostamaan tuotantoa lyhentämällä prosessiaikaa yli 40 prosenttia alkuperäiseen verrattuna. Vastaavasti Hys ja Domagała (2018) saivat lyhennettyä tarvittua aikaa 1,9 sekuntia yhtä tuotettua osaa kohti. Tämä tarkoittaa heidän tilanteessaan noin 28 prosentin leikkausta. Tulokset eivät ole yhtä vakuuttava VSM:n tuottamiin parannuksiin verrattuna, mutta, etenkin automatisoituna Spagetti kaavio 4.0 työkaluna, sen vaativuus on huomattavasti vähäisempi kuin VSM:lla. Toisaalta VSM keskittyy tuotteen arvon keräämiseen, ja eri työvaiheiden tuottamaan arvoon, kun PPM taas keskittyy yhden työvaiheen aikana tapahtuvaan yhden työntekijän liikkumiseen. Tämän takia onkin tärkeää muistaa, mistä myös Hys ja Domagałakin (2018) muistuttavat, valita oikea työkalu työn tavoitteiden saavuttamiseksi.

3.3 SIPOC

SIPOC on kolmas tuotantoprosessin nykytilan arvioimiseen soveltuva työkalu. Nshirim ja Nwagwu (2018) mukaan työkalun nimi on akronymi joka muodostuu englannin kielisistä sanoista Supplier, Input, Process, Output ja Customer. Suomennettuina sanat tarkoittavat toimittajaa, syötettä, prosessia, tulosta ja asiakasta. Nshirim ja Nwagwu (2018) kertovat SIPOC:n kuvaavan tietyn prosessin alusta loppuun. Kuten Brown (2018). kerookin, SIPOC:a käytetään yleensä osana Lean tuotantomallin tuotannon kehittämisen mittausvaiheetta. Toisaalta Edgeman (2025) kertoo, että SIPOC:iä pystyy käyttämään myös itsenäisesti. Käytti SIPOC:a sitten itsenäisesti tai osana lean tuotantomallin mukaista tuotantoprosessin kehittämistä, on se nimenomaan tarkoitettu tuotantoprosessien parantamiseen, erityisesti laadun näkökulmasta. Nshirim ja Nwagwu (2018) sanovat sen olevan osa Six sigma laatustrategiaa. Muissa tarkastelluissa työkaluissa virallisesti laatuun keskittyminen on huomattavasti vähäisempää, jos edes ollenkaan osana. Brown (2018) kuitenkin kertoo, että SIPOC:illa pystyy kuvaamaan sen alkuperäisestä käyttötarkoituksesta huolimatta myös koko organisaation prosesseja, sijoittamalla SIPOC taulukoita sisäkkäin.

SIPOC:n tekeminen on varsin yksinkertaista, etenkin VSM:n verrattuna. Brown (2018) kertookin SIPOC:n olevan kiistatta kaikkein helppokäyttöisin tuotannon nykytilanteen arvioimiseen soveltuva työkalu, ja siksi sen olevan varsin suosittu. Hän jatkaa referoiden Lindstedtin tutkimusta antamalla vertailulukuja lukuja, joiden mukaan SIPOC:n käyttäminen vei alle kymmenen prosenttia BIA:han käytetystä ajasta. SIPOC:n käyttäminen aloitetaan tekemällä viisi sarakkeinen taulukko, missä jokainen sarake kuvaa yhtä SIPOC:n osaa. Taulukon riveille taas syötetään kunkin tarkasteltavan prosessin SIPOC:n mukaiset osat. Brownin (2018) mukaan SIPOC taulukon täyttäminen perinteisesti aloitetaan prosessisarakkeesta. Hän jatkaa maksimissaan kahdeksan prosessin olevan sopiva määrä yhtä SIPOC taulukkoa kohden. Määrän ylittyessä hän suosittelee alaprosessien luomista.

Taulukon tekemisen jälkeen on tietysti tarvittavaa tarkastella ja ymmärtää listattuja prosesseja. Brownin (2018) mukaan tärkeimpiä kysymyksiä ovat miten, kuka ja mitä. Nshirim ja Nwagwu (2018) korostavat nimenomaan SIPOC:n osien ymmärtämisen mahdollistavan tuotannon kehittämisen useilla eri osa-alueilla. He myös suosittelevat tuotantotalouden insinöörejä ja prosessi kehittäjiä ottamaan SIPOC:n jatkuvan kehittämisen työkaluksi. Brown (2018) kehottaa ottamaan mukaan myös itse työntekijöitä prosessien tarkasteluun. Näin hän sanoo välttävän epätarkkuuksilta, ja saatavan tietoa mahdollisista työohjeiden epätehokkaiden vaiheiden kiertelyistä.

3.4 Välipäätelmät ja työkalun valinta

Käsitellyissä tuotannon nykytilan arvioimiseen tarkoitetuissa työkaluissa on sekä samankaltaisuuksia, että erilaisuuksia. Kaikki työkalut ovat lean ajattelutavan mukaisia ja niiden tarkoituksena on tehokkuuden kasvattaminen. PPM keskittyy ihmisten ja tavaran liikkumiseen, kun taas kaksi muuta, VSM ja SIPOC, huomioivat tuotantoprosessin osia laajemmin. Näistä laajemmista työkaluista SIPOC:n mainittiin olevan erityisesti laatuun keskittyvä, kun taas VSM:n keskittyvän arvoa lisäävään työhön ja roskan vähentämiseen. Tämän lisäksi Nicholas (2018, s. 65) mainitsee VSM:n olevan jatkuvan parantamisen työkalu, mikä entisestään laajentaa sen kattavuutta. Helppokäyttöisyydessään PPM ja SIPOC ovat selvästi VSM:a edellä, mutta kattavuuden ja parannusten määrän sekä laadun kannalta VSM on selkeästi paras työkalu, sen mainitusta kankeudesta staattisuuden suhteen huolimatta. Toisaalta tähänkin ongelmaan oli kehitetty monenlaisia ratkaisuja, joita voimme sen soveltamisen aikana tarvittaessa harkita.

Valintamme siis kohdistuu VSM työkaluun, sillä se antaa parhaimman ja laajimman käsityksen tuotannon nykytilasta ja mahdollistaa parhaimmat parannukset tuotteen X tuotantoprosessiin. Lisäksi se kuvaa tuotantoprosessin selkeänä kuvana, mikä mahdollistaa esimerkiksi tärkeiden laatuporttien helpomman määrittämisen tuotantoprosessiin.

4 Tuotantoprosessin kuvaaminen ja arvioiminen

4.1 Yleiskuvaus tuotantoprosessista

Tuotantoprosessin kaikki työvaiheet toimivat vain yhdessä vuorossa lukuun ottamatta tuotantovaihetta, jossa muoviosia ruiskuvaletaan kolmessa vuorossa vuorokauden ympäri. Ruiskuvalutuotanto on automatisoitu muottien ja puristettujen osien laatikoiden vaihtoa lukuun ottamatta. Asentajat vaihtavat muotteja tarpeen mukaan ja lastaavat täyttyvät muovilaatikat eurolavoille, joissa ne kuljetetaan välivarastoon seuraavia työvaiheita varten. Ruiskuvalukoneita ei ole varattu vain kyseisen tuotantoprosessin osien tuottamiseen, vaan niillä ajetaan erä kerrallaan tarpeen mukaan. Tampopainokoneita on vain yksi, ja sitä operoi aamuvuorossa yksi työntekijä tarpeen mukaan. Tampopainettavia osia on kaksi, mitkä ovat koontien A ja B kannet. Kokoonpanopisteitä koonneille A, B ja C on niin ikään yksi, missä tehdään tuotteen X kaksi vaihtopäätä, eli koonnat A ja B, sekä niiden kiinnike C. Tälläkin työpisteellä työskentelee vain yksi työntekijä kerrallaan. Muita osakokoonpanoja on neljä. Näissä kootaan tuotteen X osa D ja siihen vaadittavat osakoonnat. Nämä neljä kokoonpanovaihetta ja pakkaaminen suoritetaan yhdessä työsolussa, jossa työskentelee jatkuvasti vähintään yksi työntekijä. Koonnat A ja B pakataan mukaan irtonaisina, sillä koonta B on lisäosa, joka on mahdollista ostaa erikseen tai niin kutsutun ”Premium” version mukana. Lisäksi pakkaukseen tulee muita tarpeellisia irto-osia. Viimeisenä eurolavalliset valmiita myyntipakkauksia viedään varastoon lähetettäväksi.

Laadunvalvontaa suoritetaan toistaiseksi jatkuvasti jokaisessa työvaiheessa siten, että mikäli nopealla vilauksella näkee viallisen osan, työntekijä poistaa sen hyvien joukosta. Tämä johtaa siihen, että vialliset osat tai koonnat, huomataan yleensä vasta myöhemmin tuotantoprosessissa. Viallisten kappaleiden tai koontien korjaaminen ei ole kannattavaa puuttuvien rework-prosessien vuoksi, lukuun ottamatta vajaita tampopainatuksia, mikäli ne huomataan heti painatuksen yhteydessä, ennen kappaleen etenemistä kokoonpanoon.

Oleellista sekä laadun, että toimitusten kannalta on tuotteiden seurattavuus. Tällä hetkellä seurattavuutta ei ole missään tuotantoprosessin vaiheessa, eikä täten toimituksissakaan. Reklamaation tullessa, emme voi järkevällä työmäärällä selvittää kuinka moneen muuhun toimitettuun kappaleeseen saattaa ilmetä sama vika. Myöskään osakokoonpanoissa valmistuvista eristä ei välttämättä, suullisesta ohjeistuksesta huolimatta, käytetä vain yhtä, aikaisemman vaiheen tuotantoerää, vaan eriä saatetaan sekoittaa sen mukaan mistä varastosta löytyy ensimmäisenä tarvittavat osat, sen sijaan että osat valittaisiin ohjeistetun FIFO periaatteen mukaisesti.

4.2 Nykytilanteen VSM

4.2.1 Tietojen keruu

Nykytilanteen VSM:n tekemistä varten on, työvaiheiden kartoittamisen jälkeen, määritettävä tarvittavat tiedot ja mitattava ne. Oleellisimpia tietoja meille ovat kokoonpanoajat sekä laadunvalvonnalliset seikat, kuten virheellisten kappaleiden määrät kussakin työvaiheessa, sekä syyt virheiden syntyymiseen. Kokoonpanoajien kerääminen toteutettiin alun perin siten, että kelloitin itse itseäni harjoitellessani ja perehtyessäni kuhunkin työvaiheeseen. Täten sain kattavan käsityksen työvaiheen mahdollisista haasteista, riskeistä ja vaatimuksista. Aikataulullisten haasteiden vuoksi kelloitin vakityöntekijöitä tampopainatuksessa sekä A, B ja C kokoonpanovaiheissa. Kaikissa kelloitetuissa ajoissa on huomioitu joutuisuuskerroin, joka Nicholas (2018, s.360) ottaa huomioon työntekijän kokemuksen, motivaation ja hetkittäisen tilanteen. Näillä asioilla hänen mukaansa saadaan työntekijän nopeudesta muodostettua kerroin kelloitetulle ajalle, mitä käytetään aikojen standardoimiseksi.

Tuotannon osalta aikatietojen kerääminen ei ole tätä työtä varten oleellista, sillä tiedämme ruiskuvalukoneiden käyttöasteen olevan riittävän matalalla, että voimme suoraan todeta tuotantokapasiteetin riittävän muiden työvaiheiden ylläpitämiseen. Lisäksi tiedämme koneiden jaksonajat, eli kuinka nopeasti ruiskuvalukone valaa yhden kappaleen, ja voimme todeta, ettei tuotantovaiheen ole mahdollista olla pullonkaulana

tuotteen X tuotantoprosessissa. Liikesalaisuuden säilyttämiseksi arvoja ei jaeta tähän työhön, mutta tuotantovaihetta kuvaava työvaihe on jätetty nykytilanteen VSM:iin muistuttamaan sen olemassaolosta, ja tärkeydestä tuotantoprosessissa.

Oleellista VSM:ssa on tietysti myös virheellisten tuotteiden määrät, jotta arvoa lisäävän työn määrä voidaan laskea luotettavasti ja tuotantoprosessiin toivotut laatuportit voidaan määrittää aidosti merkityksellisiksi. Kuten aikaisemminkin todettu, ei suurinta osaa virheistä ole kannattavaa korjata, mikä näkyy VSM:ssa työvaiheiden "rework"-arvojen nollina. Romuksi menevien osien määrään on huomioitu vain kyseisessä työvaiheessa havaitut virheet, vaikka virhe olisi tapahtunutkin aikaisemmassa tuotantoprosessin vaiheessa. Kaikki havaitut virheet ovat kuitenkin kirjattu tarkemmin ylös työn ulkopuolelle jätettyihin kirjauksiin liikesalaisuuden säilyttämiseksi. Syy virheiden keskittämiseksi on tuottamattoman työn määrän selvittäminen. Esimerkiksi, jos tuotantoprosessin loppupäässä on huomattu tuotantovaiheessa tapahtunut virhe, on viallinen kappale matkannut koko tuotantoprosessin läpi, jolloin tuottamattoman työn määrä on huomattavasti suurempi verrattuna siihen, että virhe olisi suoraan merkitty tuotantovaiheeseen. Täten saamme siis paremmin selvitettyä optimaaliset sijainnit laatuporteille, kun tiedämme, kuinka paljon viallisia osia pääsee mistäkin työvaiheesta läpi, ja kuinka pitkälle tuotantoprosessissa ne pääsevät.

4.2.2 VSM kartan suunnittelu

Kuten aikaisemmin todettu, VSM on vakiomuodossaan varsin staattinen työväline. Tämä tarkoittaa, että se soveltuu hyvin lineaarisille ja muuttumattomille prosesseille. Tuotteen X kanssa kumpikaan ei täyty, minkä takia työkalua pitää hieman soveltaa.

Ensimmäisenä vaihtoehtona meillä oli tuotteen X tuotantoprosessin kuvaamisen yksinkertaistaminen, lineaariseksi ja staattiseksi prosessiksi, jolloin voisimme käyttää VSM:a perinteisesti. Ratkaisuna tämä näyttäisi vaihtoehtoista siisteimmältä, mutta sen todennäköisyys olisi kaukaisimpana. Siitä huolimatta löytäisimme varmasti toimivia ratkaisuja löydettyihin ongelmiin. Toisena ongelmana tietysti on, ettei suurimmat

kehityskohdat välttämättä ole luotettavia, sillä tuotantoprosessin kuvaus ei vastaa todellisuutta täydellisesti.

Toisena vaihtoehtona, meillä oli tuotteen X tuotantoprosessin jakaminen kahteen osaan, ruiskuvalutuotannon prosessiin, sekä kokoonpanovaiheiden prosessiin. Tämä vaihtoehto näyttää jo huomattavasti ensimmäistä vaihtoehtoa sekavammalta, mutta vastaisi todellisuutta huomattavasti paremmin. Tässä vaihtoehdossa vahvuutena on myös mahdollisuus käyttää ja tulkita VSM työkalua lähes perinteisellä tavalla.

Kolmas vaihtoehto keskittyy vain ja ainoastaan tuotteen X tuotantoprosessin mahdollisimman realistiseen kuvaamiseen, unohtaen lähes täysin VSM:n perinteisen muodon. Tässä vaihtoehdossa kuvaisimme tuotteen X tuotantoprosessin eri osat allekkain, jolloin pystymme huomioimaan niiden osittaiset samanaikaisuudet, mikä helpottaa tuotantoprosessin suurimpien kehityskohteiden luotettavaa löytämistä. Lisäksi tällä mallilla on mahdollista huomioida myös tuotantoprosessin epästaattisuus. Heikkoutena tässä versiossa on sen koko, mikä omalta osaltaan vaikeuttaa kuvan lukemista ja tulkintaa. Lisäksi kuvan tulkitseminen VSM:n perinteisillä tavoilla on hieman vaikeampaa, muun muassa sen takia, ettei tuotantoprosessi ole enää kuvattuna yhtenä suorana linjana ja virtauksena.

Vaikka kaikissa kolmessa vaihtoehdossa on hyvät ja huonot puolensa, on tätä työtä varten selkeästi parasta käyttää ensimmäistä vaihtoehtoa. Suurin syy tälle valinnalle on jo aikaisemminkin todettu tuotantovaiheen varma riittävyys koko tuotantoprosessin ylläpitämiseen, minkä vuoksi VSM:n on tärkeintä keskittyä nimenomaan etenkin kokoonpano vaiheisiin. Sillä kokoonpanijoita on noin yksi, joka vuorollaan hoitaa eri kokoonpanovaiheita, voidaan tuotteen X tuotantoprosessi helposti tehdä lineaariseksi ja staattiseksi prosessiksi, ilman liian suurta luotettavuuden menettämistä.

4.2.3 Nykytilanteen VSM ja sen tulkinta

Liitteessä 1 on kuvattuna nykytilanteen VSM, johon on kirjattu, julkaistavat, kerätyt tiedot. Kuten voimme huomata, todellinen lead time on vielä jätetty tyhjäksi, sillä osien varastossa olo aikaa, tai sen mittaamista, ei ole sisällytetty tähän kandidaatin työhön, vaan sen tarkastelu toteutetaan tarvittaessa diplomityössä. Prosessointi aika sen sijaan on laskettu, vaikka se ei tässä vaiheessa olekaan kaikkein oleellisin mittaus pullonkaulojen ja mahdollisten laatuporttien määrittämisen kannalta.

4.2.3.1 Nykytilanteen VSM:n yleiskatsaus

Koko tuotantoprosessin, pois lukien itse muoviosien tuotantovaihe, prosessiajan ollessa noin 10 minuuttia, voidaan tuotteen X tuotantoprosessin pullonkauloiksi todeta selvästi tuotantoprosessin viimeinen vaihe, eli pakkaus, sekä osan B kokoonpano. Yhdessä nämä kaksi muodostavatkin hieman yli puolet koko prosessointi ajasta.

Suurin määrä romua syntyy, hieman yllättäen, D osan kaksi toisesta osakoonnasta, jossa noin joka kolmas osto-osista oli viallisia tarkastellussa erässä. Tähän on syytä perehtyä tarkemmin diplomityössä, ja selvittää onko jokainen toimitettu erä yhtä huono. Österberg Plasticin omista osista, eniten virheitä aiheuttivat selkeästi osakoonnat A ja B, joissa suurimmat ongelmat olivat tampopainatuksen laatu, sekä ongelmat ruuvitornien ja niihin tulevien ruuvien yhteensopivuuden kanssa. Kuulopuheiden ja perintätiedon mukaan tampopainatus oli aikaisemmin suurin ongelma, sillä tampopainatuskonetta ei ollut juurikaan operoitu ennen tuotteen X tuotannon aloittamista. Nyt siis hieman yli vuoden tuotannon jälkeen, tampopainatus vaihe toimii tuotantoprosessin muihin vaiheisiin nähden jo erittäin hyvin, lähes samalla tasolla.

Liitteen 1 VSM:ssa työvaiheiden välillä olevat push ja pull nuolet on jouduttu määrittelemään hieman perinteisiä sääntöjä soveltaen, sillä kuten jo aikaisemminkin todettu, ei tuotantoprosessi todellisuudessa ole kuvatus lineaarinen. Lisäksi yksittäinen kappale ei käy läpi kaikkia vaiheita, vaan ennemminkin jokainen vaihe tuottaa oman

osansa, jotka lopulta yhdistyvät pakkausvaiheessa. Tästä syystä jokainen työvaihe, joka tuottaa valmiin ja pakattavan osan, ilman, että saa suoraan edellisestä kartan vaiheesta osittaista osaa, on merkitty pull nuolella. Toisaalta taas, jos työvaihe tuottaa osan, joka muodostaa osan seuraavasta työvaiheesta, on siitä piirretty push nuoli, johon on yhdistetty keskeneräisten tuotteiden varastoa kuvaava merkintä. Pull nuolilla on myös perinteinen peruste, sillä ne luovat tarpeen reaalisesti edelliselle työvaiheelle. Esimerkiksi osan B kokoonpano luo tarpeen tampopainolle, eikä osan A kokoonpanolle. Tämä kuvainnollisesti hieman sekavalta tuntuva ratkaisu on seurausta tuotantoprosessin lineaarisesta esittämisestä, jonka jouduimme tekemään aikaisemmin perustelluista syistä. Liikesalaisuuden säilyttämiseksi, kaikkien push ja pull nuolien virallista, järjestelmällistä syytä ei perustella, vaan ne on raportoitu ja läpikäyty Österberg Plasticille tämän paperin ulkopuolella työn yhteydessä.

Nykytilanteen VSM:iin piirretyt salamanuolet kuvaavat informaatiovirtoja. Asiakkaalta tulee ennuste tulevan vuoden tarpeesta, minkä mukaan suunnitellaan ajomääriä tuotantovaiheeseen, sekä lasketaan ennusteita raaka-aine tilauksista toimittajille. Kaikkia raaka-aineita pyritään pitämään varastossa välittömästi saatavilla, jotta yksikään ajo tuotannossa ei myöhästyisi. Asiakkaan tilaukset antavat impulssin pakkausosastolle pakata valmiit tuotteet myyntipakkauksiinsa, mikä luo tarpeet muihin tuotteen X tuotanto prosessin vaiheisiin. Tällä tavoin on toistaiseksi saavutettu tuotantoprosessiin suurimmilta osin, Nicholaksenkin (2018, s. 253–255) mukaan, tehokkaampaa tuotannon suunnittelun mallia muistuttava pull malli. Osakokoonpanojen välisen push mallin syynä on lähinnä itse kokoonpanon luonne, jossa järjestelmässä oleva yksittäinen kokoonpano on ajankäytöllisesti tehokkaampaa toteuttaa esimerkiksi kahdessa osassa. Ositetulla kokoonpanolla on myös saavutettu pienehkön pöytätilan tehokkaampi käyttäminen, kun tasolla on mahdollista koota useampaa kappaletta kerrallaan, sillä eri osia vaaditaan vähemmän, mikä sekkin osaltaan auttaa kokoonpanon tehostamisessa.

4.2.3.2 Nykytilanteen VSM:n tehtäväkohtainen katsaus

Kuten todettu, tuotanto vaiheesta ei ole kerätty tarkkaa dataa sen merkityksettömyyden vuoksi tähän työhön, mikä näkyy myös Liitteen 1 VSM:ssä pelkkinä "X"-merkkeinä. Merkityksettömyyteen johti helppo toteaminen varmasta kapasiteetin riittävydestä, sekä tämän työn keskittymisestä eri kokoonpanovaiheisiin ja muuhun manuaaliseen työhön tuotteen X tuotantoprosessissa. Liitteestä 1 on kuitenkin nähtävillä tuotanto työvaiheen aloittavan tuotantoprosessin vetämällä raaka-aineet niin kutsutusta "supermarket" tyyppisestä raaka-aine varastosta. Tämä tarkoittaa käytännössä siis sitä, että raaka-ainetta pitäisi aina olla riittävästi saatavilla varastosta, tehtävän tilauksen suuruudesta ja kiireellisyydestä huolimatta. Lisäksi tuotantovaiheesta lähtevä pull nuoli on osoitettu koko lopulle tuotantoprosessille, etenkin eri kokoonpanovaiheille, ja välillisesti jopa pakkaukseen.

Tampopainovaiheen tiedot kerättiin aiemminkin todetulla tavalla, jolloin saatiin liitteen 1 mukaiset tulokset, jossa tärkeimpänä kappalekohtaiseksi työajaksi saimme 11 sekuntia. Työvaiheen vaihtoaika käsittää A ja B koontien kansia varten suunniteltujen telineiden vaihtamisen. Telineen vaihtaminen on tarpeellista vain kerran koko prosessin aikana, ja se ajoittuu yleensä aamuun, jolloin tampopainovaihe on saatu ensimmäisen osan kohdalta valmiiksi edellisenä päivänä, ja toisen osan tampopainovaihe alkaa. Jokaisena aamuna tampopainokoneeseen on sekoitettava sopiva määrä maalia ja tehtävä muita välttämättömiä toimenpiteitä työn aloittamiseksi, minkä vuoksi myöskään telineen vaihtoaikaa ei ole sisällytetty koko työvaiheen yhteenlaskettuun ja kappalekohtaiseen prosessiaikaan. Eräköko ja tekijöitä tiedot tarkoittavat, että yksi työntekijä tekee yhden osan kerrallaan. Romuksi menevä noin yksi prosentti on seurausta tampopainokoneen sotkeutumisesta, mikä tapahtuu keskimäärin neljä kertaa työpäivän aikana. Tampopainokoneen putsamiseen kyseisessä tilanteessa menee aikaa noin kolme minuuttia. Työvaiheesta lähtevä pull nuoli on tässä tapauksessa suoraan A ja B osien kokoonpanovaiheisiin osoitettu.

A ja B osien kokoonpanovaiheet ovat muuten identtiset keskenään, mutta osien kokoeron takia, osan A kokoonpanoaika on 80 sekuntia, kun osalla B se on kaksi ja puoli minuuttia. Molemmat osat luovat tarpeen tampopainolle, mistä ne vedetään pakkaukseen. Tästä syystä pull nuolet ennen ja jälkeen kummankin työvaiheen. Kuten aikaisemminkin todettu, koostuu näiden työvaiheiden romu, yli viisi prosenttia, suurimmilta osin ruuvitornien ja niihin tulevien ruuvien jonkinlaisista yhteensopivuusongelmista sekä hieman harvemmin heikkolaatuisesta tampopainatuksesta.

Seuraavat kaksi työvaihetta ovat osan C kahteen osaan jaettu kokoonpano, joiden välissä on tuotantoprosessin ensimmäinen push liike. Näistä ensimmäisen vaiheen työaika on liitteen 1 mukaan 30 sekuntia, minkä aikana yksi työntekijä tekee yhden kappaleen neljällä eri toimenpiteellä. Sen vaihtoaika on tässä tapauksessa työpisteen uudelleen järjestelyyn kuuluva aika, kun vaihdetaan kokoonpano A tai B osien kokoonpanosta C osan kokoonpanoon. Koska tätäkään ei yleensä tehdä kesken vuoron, ei sitä ole sisällytetty työvaiheen yhteen laskettuun prosessi aikaan. Toisen kokoonpanovaiheen vaihtoaika taas kuvaa aikaa, joka kuluu, kun vaihdetaan C koonnan ensimmäisestä kokoonpanovaiheesta, C-koonnan toiseen vaiheeseen. Koska tämä tapahtuu yleensä korkeintaan vain kerran päivässä, ei tätäkään ole sisällytetty yhteenlaskettuun prosessiaikaan. Osan C ja osien A sekä B kokoonpanojen ympärillä ja alapuolella liitteessä 1 oleva muoto indikoi työpistettä, jossa kaikki nämä neljä työvaihetta tehdään, mikä tarkoittaa sitä, että vain yhtä näistä neljästä vaiheesta voi tehdä kerrallaan, ja samalla sitä, että työvaiheisiin merkitty yksi työntekijä on jaettu näiden neljän työvaiheen kesken.

Tämän työpisteen jälkeen olevat työvaiheet tehdään yhdessä solussa, mutta kuitenkin siten, että jokaiselle työvaiheelle on oma työpisteensä, jolloin vaihtoaikaa ei ole edellisten työvaiheiden tapaan, joissa vaihtoaika kuluu erilaisiin järjestelyihin. Ensimmäinen näistä työvaiheista on D osan yksi osakokoonpano, jonka edellä oleva pull nuoli on tarkoitettu kuvaamaan tarpeen luomista tuotantovaiheeseen. Vastaavasti push nuoli on tarkoitettu D osan kokoonpanovaiheeseen, mikä luo keskeneräisten osien

varaston tämän työvaiheen jälkeen. Kyseisen osan tapauksessa pöydällä voi tehdä haluamansa määrän osia kerrallaan, mutta noin 20 osaa tehdessä, aikaa kuluu neljä minuuttia, jolloin osa kohtaiseksi prosessiajaksi voimme laskea 12 sekuntia.

Seuraavaksi tuotantoprosessissa on liitteestä 1 nähtävillä D osan kaksi osakokoonpanot yksi ja kaksi. Näissä työvaiheissa ei ole vaihtoaikaa, sillä molemmille vaiheille on omat työpisteensä työsolussa. Työvaiheita ensimmäisessä vaiheessa on vain yksi, mistä seuraa hyvin lyhyt työaikakin, vain seitsemän sekuntia. Osan kokoonpanon toisessa vaiheessa on kaksi työvaihetta, mikä osaltaan pidentää siihen tarvittavaa työaikaa. Suurin syy toisen vaiheen pitkään työaikaan on samalla suurin tekijä hyvin merkittävään romu prosenttiin. Nämä johtuvat työvaiheeseen tarvittavasta osto-osasta, ja sen heikosta laadusta. Tarkastellussa erässä lähes joka kolmas osto-osa oli virheellinen, joko ulkoisesti, tai vahvuudellisesti. Ulkoisten vikojen vuoksi, aikaa kuluu työvaiheessa paljon hyvän osan löytämiseen, mikä kasvattaa kokoonpanoaikaa merkittävästi. Vahvuudelliset viat ilmenevät puristimessa, jossa osto-osa yhdistetään ensimmäisestä vaiheesta valmistuneeseen koontaan, jolloin heikoimmat osto-osat puristuvat kasaan, eivätkä ensimmäisen vaiheen koontaan. Näiden kahden työvaiheen välissä oleva push nuoli kuvaa selkeää työntöliikettä ensimmäisestä vaiheesta odottamaan toista vaihetta. Toisesta työvaiheesta lähtevä push nuoli kuvaa lopullisen D osan kaksi työntymistä seuraavan työvaiheeseen, eli itse D osan kokoonpanoon.

Toiseksi viimeisenä työvaiheena tuotteen X tuotantoprosessissa liitteestä 1 on nähtävissä osan D kokoonpano. Työaika tässä työvaiheessa on verrattain pitkä yksi minuutti ja 12 sekuntia jokaista osaa kohti. Tämä tulee liitteen 1 tiedoista, jossa eräkokona on viisi kappaletta, joiden kokoonpanoon kuluu yhteensä kymmenen minuuttia, sekä kaksi minuuttia valmistelua jokaista viittä kappaletta varten. Tämä kaksi minuuttia on kirjattu työvaiheen vaihtoajaksi. Työvaiheita tässä työvaiheessa on kahdeksan, mikä osaltaan selittää paljon keskivertoa pidempää prosessointiaikaa. Viallisia kappaleita ei tästä kokoonpanosta juurikaan tule. Herkin ilmenevä vika on aikaisemman vaiheen D osan kaksi prässääminen paikalleen, mutta heikoimmat osat ovat hajonneet jo edellisessä

vaiheessa, minkä vuoksi niitä pääsee hyvin vähän, jos ollenkaan, itse osan D kokoonpanovaiheeseen. Tästä työvaiheesta lähtevä push nuoli on luonnollisesti osoitettu tuotteen X tuotantoprosessin viimeiseen työvaiheeseen, eli pakkausvaiheeseen, jota valmiit osat odottavat työsolussa, työpisteiden välissä.

Tuotteen X tuotantoprosessin viimeinen työvaihe on pakkaus, josta valmiit ja euro lavoille kerätyt pakkaukset toimitetaan varastoon ja asiakkaille. Kuten aikaisemminkin todettu, on pakkausvaihe tuotantoprosessin pullonkaula. Tähän on syynä työvaiheen monta työvaihetta, joita on yhteensä 12, mikä on liitteen 1 mukaan kolminkertainen määrä keskimääriseen työvaiheeseen nähden. Lisäksi pakkaaminen vaatii paljon tarkkuuta esimerkiksi monien tarrojen tähtäämisen vuoksi ja jokaisen pakattavan osan ulkoisen laadun riittävyyden varmistamiseksi. Pakkaus on siis ainut työvaihe, jossa virallisesti on laadunvalvontaa. Muissa työvaiheissa laadunvalvonta tapahtuu työntekijän nopealla vilauksella käsiteltävän osan ulkonäköä, kuten monesti onkin jo todettu. Pakkaus on myös työvaiheena se, johon kohdistuu työmääräys uuden tilauksen tullessa, mikä järjestelmässä luo tarpeet kaikille toimitukseen vaadittaville osille, ja täten käsittää myös monet pull nuolet liitteen 1 kuvaamassa VSM:ssä.

5 Johtopäätökset

Tuotteen X tuotantoprosessin nykytilanteen arvioimiseen valittu työkalu VSM osoittautui erittäin hyväksi, vaikkakin sen käyttäminen vaati hieman tuotteen X tuotantoprosessin esittämisen yksinkertaistamista. Tutkituista vaihtoehdoista VSM antoi laajimman kuvan tuotantoprosessista ja parhaat edellytykset sen kehityskohteiden löytämiseen.

Tuotteen X tuotantoprosessin kuvaaminen VSM:llä vaati tietojen, muun muassa työaikojen sekä viallisten osien, että työvaiheiden määrän, keräämistä kustakin työvaiheesta tuotantoprosessissa. Kaikki tiedot päätettiin jättää keräämättä muoviosien ruiskuvaluvalmistuksesta tähän työhön, joka liitteen 1 kuvaamaan VSM:ään merkittiin tuotanto työvaiheena, sillä pystyimme heti toteamaan kapasiteetin olevaan riittävä koko prosessin ylläpitämiseen, ja tietojen olevan merkityksettömät tämän työn kannalta työn keskittyessä tuotantoprosessin pullonkaulojen löytämiseen, sekä mahdollisten laatuporteilte suotuisten paikkojen löytämiseen. Lisäksi muina tavoitteina tälle työlle olivat prosessin tehostaminen ja mahdollinen järjeistämien.

Liitteen 1 VSM:n tiedot kerättiin osin siten, että itse kelloitin itseäni ja osin siten, että kelloitin ja tarkkailin vakituisten työntekijöiden työskentelyä. Kaikissa kerätyissä ajoissa huomioitiin joutuisuuskertoimet, jotta tulokset olisivat luotettavia ja tuotantoprosessin kokonaiskuva totuudenmukainen. Tämä tietojen keräystapa osoittautui oikein toimivaksi ja saavutimme VSM:lle ja tälle työlle asettamamme tavoitteet.

Tuotannonohjauksellisesti tuotteen X tuotantoprosessi on erittäin hyvällä tasolla, sillä ylimääräiselle välivarastoinnin vähentämiselle on luotu hyvät edellytykset varsin suuren pull mallin käyttöasteen ansiosta, jossa Nicholaksen (2018, s. 254) mukaan tuotannon ohjaus tapahtuu asiakkaan tarpeen mukaan. Tuotteen X tuotantoprosessin pullonkaulana on pakkausvaihe, vaikkakin myös osan B kokoonpano voidaan luokitella toiseksi pullonkaulaksi senkin ollessa merkittävästi muita työvaiheita pitkäkestoisempi ja vain vähän pakkausvaihetta nopeampi. Molempien työvaiheiden työaika on noin kolme minuuttia, mikä on moninkertainen muihin työvaiheisiin nähden.

Tuotteen X tuotantoprosessin suurimpia romun tuottajia olivat D osan kaksi toinen osakokoonpanovaihe sekä osien A ja B kokoonpanovaiheet. D osan kaksi toisessa osakokoonpanovaiheessa noin joka kolmas osto-osa oli viallinen tarkastellussa erässä. Tästä on jo ilmoitettu alihankkijalle, joka on pystynyt parantamaan osan laatua tämän työn kirjoittamisen aikana. Osien A ja B kokoonpanovaiheiden heikkoudet olivat ruuvitornien ja niihin tulevien ruuvien yhteensopivuusongelmat, sekä satunnaiset vajaat tampopainatukset, jotka tuottavat romua yli viiden prosentin verran. Vajaita tampopainatuksia ei tarkastelussa erässä ollut yhtäkään.

Tuotteen X yksi suurimmista ongelmista on kuitenkin seurattavuuden puute. Tässä työssä emme pystyneet selvittämään todellista läpimenoaikaa tuotantoprosessille, sillä erilaisissa välivarastoissa olevien osien varastointiaikaa ei ole mahdollista nykyisellä mallilla, jossa seuraava työvaihe käyttää ensimmäisenä löydettyjä kappaleita, selvittää. Tästä seuraa myös se, että kokoonpantavat osat saatetaan tehdä eri erissä ruiskuvaletuista kappaleista, jolloin välivarastointiajat vaihtelevat. Järjestelmässämme on kuitenkin kaikki edellytykset täydellisen seurattavuuden mahdollistamiseen, mitkä tullaan diplomityössä hyödyntämään ja ottamaan käyttöön.

Laatuporttien paikkojen määrittämiselle eniten haasteita tuo laadunvalvonnan puutteet, sillä koko valvonta perustuu kokoonpanijoiden jatkuvaan, nopeaan ja silmämääriseen tarkasteluun. Tästä seuraa se, ettei virheitä huomata ennaltaehkäisevästi. Toisaalta esimerkiksi A ja B osien kokoonpanojen eniten virheitä aiheuttavia ruuvitornien ja itse ruuvien yhteensopivuusongelmia ei voida huomata ennen ruuvien kiinnittämistä. Lisäksi on myös tutkittava lisää D osan kaksi toiseen kokoonpanovaiheeseen tulevia osto-osia, ja etenkin niiden laatua. Mikäli alihankkija on saanut parannettua osan laatua riittävästi, on syytä keskittyä laadullisissa asioissa A ja B osien ruuvitornien ja ruuvien yhteensopivuusongelmiin. Mikäli osto-osien laatu taasen ei ole parantunut riittävästi, on syytä keskittyä siihen niiden ollessa kuitenkin ylivoimaisesti suurin romua aiheuttava tekijä.

6 Jatkotutkimussuunnitelma

Tämän työn kartoitettua tuotteen X tuotantoprosessin osat ja työvaiheet, sekä niiden keskeisimmät numerot, kuten työajat ja virheellisten tuotteiden määrät, on jatkotutkimuksena selvitettävä juurisyyt yleisimmin ilmenneille virheille ja korjaavat toimenpiteet niiden ehkäisemiseksi. Virheiden korjaamiseksi taas on luotava selkeä rework-prosessi, jotta vialliset kappaleet olisivat mahdollista hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi on selvitettävä eri työvaiheiden välissä olevien välivarastoitavien osien määrät ja varastointiajat, jotta koko tuotantoprosessin todellinen läpimenoaika voidaan selvittää. Tätä varten on tuotteen X seurattavuus saatava toimimaan, niin kokonaisten koontien, kuin yksittäisten kappaleiden ja ruiskuvalettujen erien kannalta. Seurattavuuden varmistamiseksi on siis luotava selkeä prosessi kokoonpantavien osien valitsemiseksi, jotta kokoonpanijat jatkossa löytävät ja valitsevat oikean valmistuserän osat helposti.

Tulevan diplomityön pohjana tullaan käyttämään tätä kandidaatintutkielmaa, ja sen yhteydessä tehtyä VSM:a, johon tulee täydentää selvitettyjen välivarastojen koot, sekä välivarastointiajat, joiden pohjalta tuotantoprosessin läpimenoaika voidaan selvittää. Lisäksi VSM:stä on tehtävä tavoitteellinen lopputuleman kuvaus, kuten sen käytölle on tyypillistä. Lopputuleman kuvausta varten on myös selvitettävä asiakkaalta tulevan ennusteen tarkkuus, jonka pohjalta tavoiteajat eri työvaiheille voidaan selvittää.

Diplomityössä tullaan myös luomaan sekä uuden mallin implementointisuunnitelma, että toteuttamaan itse implementointi. Toisin sanoen, noudatammepa Wenchin ja muiden (2017) nelivaiheista tai Langstrandin (2016) viisi vaiheista VSM:n. käyttömallia, on tämä kandidaatintyö käynyt läpi puolet portaista, ja on tulevassa diplomityössä toteutettava loput puolet. Lisäksi diplomityön tulee päättyä parannusten toimivuuden ja tehokkuuden seurantasuunnitelmaan, jotta voidaan tulevaisuudessa varmistua tehtyjen toimenpiteiden pitkäkestoisista vaikutuksista. Itse vaikutusten valvontaa ja seurauksia ei tulla sisältämään diplomityöhön, sillä jatkuvan valvonnan on oltava jatkuvaa, eikä sitä voi silloin sisällyttää projektiluontoiseen diplomityöhön.

Lähteet

- Charlie Brown. (30.10.2018). *Why and how to employ the SIPOC model*. Journal of Business Continuity & Emergency Planning, volume 12, 198-210 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.69554/ZQRH7192>
- Dorota Stadnicka & Pawel Litwin. (2018). *Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis*. International Journal of Production Economics, volume 208, 400-411 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.011>
- Ekechi Sixtus Nshirim & Urenna Nwagwu. (10.12.2018). *Integrated Approach for Process Improvement: Value Engineering, Lean Methodology, SIPOC, and Value Stream Mapping*. Noudettu 23.7.2025 osoitteesta <https://bluemarkpublishers.com/index.php/IJANS/article/view/20/26>
- Elena Coli & Gualtiero Fantoni. (1.1.2022). *Automating Production Process Data Acquisition Towards Spaghetti Chart 4.0*. International Journal of Industrial Engineering and Management, volume 13, 145-157. <https://dx.doi.org/10.24867/IJIE-2022-3-308>
- John M. Nicholas. (2018). *Lean production for competitive advantage: a comprehensive guide to lean methods and management practices*. CRC Press <https://lccn.loc.gov/2017048080>
- Jostein Langstrand. (2016). *An introduction to value stream mapping and analysis*. Noudettu 1.7.2025 osoitteesta <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:945581/FULLTEXT01.pdf>
- Katarzyna Hys & A. Domagała. (02/2018). *Application of spaghetti chart for production process streamlining. Case study*. Archives of materials science and engineering, volume 89, 64-71. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0011.7173>
- Mohammad Al-Rifai. (22.8.2024). *Mapping the path to efficiency: harnessing value stream mapping (VSM) and lean tools for streamlined electronic device manufacturing*. Measuring business excellence, volume 28, 396-414 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.1108/MBE-06-2024-0087>

- Rick L. Edgeman. (1.1.2025). *SIPOC and COPIS: The Business Flow—Business Optimization in a Six Sigma Context*. International Encyclopedia of Statistical Science, 2350-2353 [rajattu pääsy] https://doi.org/10.1007/978-3-662-69359-9_573
- Sameer Kumar, Yogesh Marawar, Gunjan Soni, Vipul Jain, Anand Gurumurthy & Rambabu Kodali. (27.2.2023). *A hybrid approach to enhancing the performance of manufacturing organizations by optimal sequencing of value stream mapping tools*. Internal journal of lean six sigma, volume 14, 1403-1430 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2022-0069>
- Tobias Meudt, Joachim Metternich & Eberhard Abele. (9.6.2017). *Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production*. Cirp Annals – Manufacturing technology, volume 66, 413-416 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.005>
- Wenchi Shou, Jun Wang, Peng Wu, Xiangyu Wang & Heap-Yih Chong. (2017). *A cross-sector review on the use of value stream mapping*. International journal of product research, volume 55, 3906-3928 [rajattu pääsy] <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- Österberg Plastic. (2025). Yrityksen verkkosivut. Noudettu 1.7.2025 osoitteesta <https://osterberg.fi/fi/etusivu/>

Liitteet

Liite 1. Tuotteen X tuotantoprosessin nykytilanteen VSM.

