

Iiro Ojala

LEVYOSAVALMISTUKSEN UUELLEENSUUNNITTELU

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Huhtikuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2016	Tekijä/tekijät Iiro Ojala
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi LEVYOSAVALMISTUKSEN UUELLEENSUUNNITTELU		
Työn ohjaaja Tapio Malinen	Sivumäärä 40 + 6	
Työelämäohjaaja Tommi Hietala		
<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Topi-Keittiöt Oy Kalajoelta. Työn aihe oli levyosavalmistuksen uudelleensuunnittelu. Työn tavoite oli parantaa tuotantoprosessia lean-toimintatavan mukaiseksi.</p> <p>Lean on Toyotan toimintajärjestelmästä kehitetty valmistamisen filosofia, mikä pyrkii poistamaan tuotannosta kaiken turhan ja lisäarvoa tuottamattoman.</p> <p>Pääpaino työssä oli kuvata yrityksen nykytuotanto arvovirtakuvauksen (VSM) avulla ja tehdä suunnitelma tuotannon tehostamisesta. Arvovirtakuvauksen tukena käytettiin KNL-laskentaa (OEE) ja Spagetti-kuvausta. Arvovirtakuvaus tehtiin yhden tuoteperheen sijaan vastaamaan koko prosessin tuotantoa, jolloin pystyttiin kartoittamaan koko tuotantoprosessi. Työn muita tavoitteita oli laskea tuotantomäärät yrityksen asettamille kasvutavoitteille ja tehdä suunnitelma tuotannolle vastaamaan niihin.</p> <p>Yrityksen levyosavalmistuksen nykytila kartoitettiin lean-filosofian mukaan ja siitä tehtiin kaikki valmistettavat osat sisältävät arvovirtakuvaukset. Tuotannon tulevaisuudesta visioitiin tavoite arvovirtakuvauksiksi, joilla tuotantoa saatiin lean-toimintatavan mukaiseksi ja vastaamaan yrityksen asettamaa tuotannonkasvun kapasiteettia.</p> <p>Yritys alkaa kartoittaa levyosavalmistuksen prosessin kehittämisen ja päivittämisen vastaamaan tulevaisuuden arvovirtakuvauksen mukaista tuotantomallia.</p>		

Asiasanat

arvovirtakuvaus, lean, KNL-laskenta, prosessi, Spagetti-kaavio

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2016	Author Iiro Ojala
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis THE REDESIGN OF THE CHIPBOARD PART MANUFACTURE		
Instructor Tapio Malinen	Pages 40 + 6	
Supervisor Tommi Hietala		
<p>The thesis was assigned by Topi-Keittiöt Oy. The subject was the redesign of the chipboard manufacture. The goal of thesis was to improve the production processes in the line with the lean manufacturing approach.</p> <p>Lean is Toyota's operating system developed for the philosophy of manufacture, which aim is to eliminate the production of all unnecessary and unproductive phases.</p> <p>The main focus of the work was to describe the company's current production value with Value Stream Mapping and make a plan for improving the efficiency of production. Value Stream Mapping support was used for the OEE calculation and spaghetti description. Instead of doing a Value Stream Mapping for a single family of products to meet the production of the entire process we mapped the entire production process. The other objectives of the study was to calculate the production levels set by the company's growth targets and make a plan for production to meet them.</p> <p>The current state of the company's chipboard part manufacture charted whit the lean philosophy. According to it, and were all manufactured parts include the Value Strem Maps. The Envisions the future of the production of the target Value Stream Maps. Which got the lean production mode of operation in accordance with and to meet the set by the companys's production growth capacity.</p> <p>The company will begin to explore the development and updating of the chipboard production process to meet the production model of the future in accordance with the value of the current description.</p>		

<p>Key words chipboard, lean, OEE calculation, spaghetti description, Value Stream Map</p>

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Arvovirtakuvaus	Lean-työkalu, jonka avulla lisätään tuotteen arvoa eliminoidamalla hukkaa ja tehostamalla tuotannon virtausta (englanniksi Value Stream Mapping, VSM).
Hukka	Toiminto, mikä ei kasvata tuotteen arvoa, mutta aiheuttaa lisäkustannuksia, (japaniksi muda, englanniksi non-value added work ja waste).
Lean-ajattelu	Japanissa kehitetty johtamisfilosofia, kehitetty Toyotalla.
Sisäinen asiakas	Tuotantoprosessin sisällä oleva seuraava työvaihe tai työntekijä.
OEE	Kertoo koneen tai prosessin kokonaistehokkuuden prosenttilukuna. Lyhenne sanoista overall, equipment ja effectiveness. Suomeksi: käytettävyys, nopeus ja laatu, eli KNL.
Spagetti-kaavio	Työkalu jolla havainnollistetaan tuotteen tai työntekijän kulkua tuotantoprosessissa.
One piece flow	Tuotantomenetelmä, jossa kappale valmistetaan samalla linjalla heti valmiiksi lopputuotteeksi, ilman varastointia

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 LEAN-AJATTELU	3
2.1 Toyotan tuotantojärjestelmä	3
2.2 Tuotteen arvo	5
2.3 Hukka	5
2.4 Ylituotanto	6
2.5 Virtaus	7
2.6 Imuohjaus	8
2.7 Leanin käyttöönotto	9
3 TUOTANNON NYKYTILA	11
3.1 Ensimmäisen reittipisteiden tuotantolaitteet	11
3.2 Jatkopisteiden tuotantolaitteet	15
3.3 Nykytuotannon analysointi	19
3.3.1 Tuotteen arvo	20
3.3.2 Ylituotanto	20
3.3.3 Odottelu	20
3.3.4 Kappaleiden turha liikkuminen ja työntekijöiden turha liikkuminen	21
3.3.5 Viat, laatuvirheet sekä niiden tarkastaminen	22
3.3.6 Ylikäsittely	22
3.3.7 Työntekijöiden luovuuden käyttäminen	23
4 ARVOVIRTAKUVAUS	24
4.1 Arvovirtakuvauksen vaiheet	24
4.2 Arvovirtakuvauksen toteutus	25
4.3 Nykytuotannon arvovirtakuvauksen tulkinta	28
5 OEE-LASKENTA	30
5.1 Overall	30
5.2 Equipment	30
5.3 Efficiency	31
5.4 OEE:n käyttäminen työssä	31
6 SPAGETTI-KAAVIO	33
7 TULOKSET JA TULEVAISUUDEN ARVOVIRTAKUVAUS	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7.1 Nykyisten tuotantolaitteiden käyttäminen	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7.2 Ligna-2015-puuntyöstö-messut	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7.3 Tulevaisuuden arvovirtakuvaus	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
8 LOPPUPOHDINNAT	35

LÄHTEET	40
LIITTEET	

KUVIOT

KUVIO 1. Neljän periaateluokan malli	4
KUVIO 2. Hukka arvovirrassa.....	7
KUVIO 3. Leanin käyttöönoton viisi prosessia.....	10
KUVIO 4. Selco-kulmasahan tuotantoketjun prosessikuvaus	26
KUVIO 5. Giben-palkkisahan tuotantoketjun	27
KUVIO 6. Selco EB95-palkkisahan tuotantoketjun prosessikuvaus	28
KUVIO 7. Käytettävyyden mittaaminen	30
KUVIO 8. Suorituskyvyn mittaaminen	31
KUVIO 9. Laadun mittaaminen ³¹	31
KUVIO 10. Spagetti-kaavio.....	33

KUVAT

KUVA 1 Levyvarasto	11
KUVA 2 Selco-kulmasaha, levyntäyttö.....	12
KUVA 3 Selco-kulmasaha, työskentelypuoli	13
KUVA 4 Giben-paloittelusaha, takapuolisella levynsyötöllä ja etupuolisella.....	14
KUVA 5 Selco EB95-paloittelusaha, etupuolisella syötöllä	15
KUVA 6 Selco Konelinjan valmistavara-pääty	16
KUVA 7 IMA-listoitussyksikkö.....	16
KUVA 8 Hylly, josta on kaikki sivut listoitettu.....	17
KUVA 9 Vaakalevy porauksella, listoituksella ja tapituksella varustettuna	17
KUVA 10 Kaksipuoleinen Homag-listoituskone	18
KUVA 11 Yksipuoleinen Homag-listoituskone	19
KUVA 12 Biesse Winstore – automaattivarasto.....	36
KUVA 13 Biesse Rover A CNC-työstökeskus.....	37

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli levyosavalmistuksen uudelleensuunnittelu. Aihe saatiin Topi-Keittiöt Oy:ltä. Yritys valmistaa keittiökalusteita ja kaappeja kodin muihin tiloihin, kuten kylpyhuoneisiin ja kodinhoitohuoneisiin. Yritys on saanut alkunsa vuonna 1939 perustetusta puusepänverstaasta, josta se on aikojen saatossa jalostunut yhdeksi maan suurimmista kiintokalusteidenvalmistajista. Yrityksen kilpailijoita ovat mm. Puustelli Group Oy (Puustelli-Keittiöt) ja Novart Oy (Keittiömaailma, Ala Car-te-keittiöt ja Petra-keittiöt). (Topi-Keittiöt, 2015.)

Yrityksen tuotteet valmistetaan pääosin lastulevystä (kaappien rungot ja ovet) ja mdf-levystä (maalattavat ovet). Osien valmistus tapahtuu osavalmistuspöydällä, mistä osat siirtyvät kokoonpanoon. Opinnäytetyö käsittelee levyosavalmistuksen ja perehtyy sen tuotantoprosessin uudelleensuunnitteluun ja parantamiseen.

Levyosavalmistus sisältää levyvaraston, neljä sahaa, listoitus- ja tapitus-linjan (konelinja), kaksi erillistä listoituskonetta ja kaksi CNC-jyrsintä. Kaikki työstölaitteet ja varasto sijaitsevat samassa tilassa, lukuun ottamatta paloittelusahaa, joka sijaitsee eri rakennuksessa. Yrityksen muita osastoja ovat kokoonpanopuoli ja maalaamo, joihin levyosa valmistuksessa tuotetaan osat. Tuotantoa on ohjattu ennen massatuotantoon soveltuvalla työntöohjauksella, johon laitteet soveltuivat hyvin. Yrityksessä on alettu soveltamaan lean-ajattelua, jolla saatiin kasausrakennetta nopeutettua. Kokoonpanopuolen nopeutuessa levyosavalmistuksen kyvykkyyden riittämättömyys on tullut selvemmin esille. Työllä pyritään saamaan levyosavalmistus paremmin virtaavaksi, lean-filosofian mukaisesti. Lisäksi pyritään löytämään ratkaisu, joka mahdollistaa 300 000 yksikön käsittelyn vuositasolla.

Tässä tutkimuksessa selvitetään seuraavia asioita: Miten tuotantoa voidaan tehostaa? Miten tuotannosta voidaan poistaa hukkia (waste, mudan non-value added work)? Tehdään nykytuotannon arvovirtakuvaus (englanniksi Value Stream Mapping).

Opinnäytetyön toisessa pääluvussa käsitellään lean-ajattelua. Luvussa käydään läpi leanin teoriaa, sen tärkeimpiä työkaluja sekä leanin käyttöönottoa.

Kolmannessa pääluvussa käsitellään yrityksen tämän hetkistä tilaa ja käydään läpi, mitä hukkia tuotannosta löydetään. Neljännessä pääluvussa käsitellään arvovirtakuvauksen teoria ja nykytilan arvovirtakuvaus.

Viidennessä ja kuudennessa pääluvussa käsitellään muita työhön sovellettuja lean-työkaluja (OEE-laskentaa ja Spagetti-kaaviota). Työkaluista käydään läpi niiden teoria, sekä hyödyntäminen opinnäytetyössä.

Seitsemännessä luvussa käydään läpi tulevaisuuden arvovirtakuvaus. Luvussa kartoitetaan nykytuotannon laitteisto ja niiden hyödyntäminen tulevaisuudessa. Luvun sisältää matkaraportin Ligna puutyöstö-messuilta, missä kartoitettiin yhdessä yrityksen kanssa mahdollisia tuotantolaitteita nykyisten tilalle. Tulevaisuuden arvovirtakuvaus on tulos levyosavalmistus uudelleensuunnittelusta. Kahdeksannessa luvussa on opinnäytetyön loppupohdintaa, tavoitteet ja niiden täytyminen, sekä oma osaaminen ja oppiminen.

Luku seitsemän ja liitteet on poistettu julkaistusta versioista yrityssalaisuuden takia.

2 LEAN-AJATTELU

Lean – johtamisfilosofia ja sen opit ovat ajan saatossa tulleet käyttöön ympäri maailmaa. Yhä kovenevassa kilpailussa yritysten on haettava uusia tapoja pysyä mukana kilpailussa. Toyotan käyttämät tavat ovat rohkaisseet muita yrityksiä siirtymään pois massatuotannosta lähemmäs lean-filosofian mukaisia toimintatapoja.

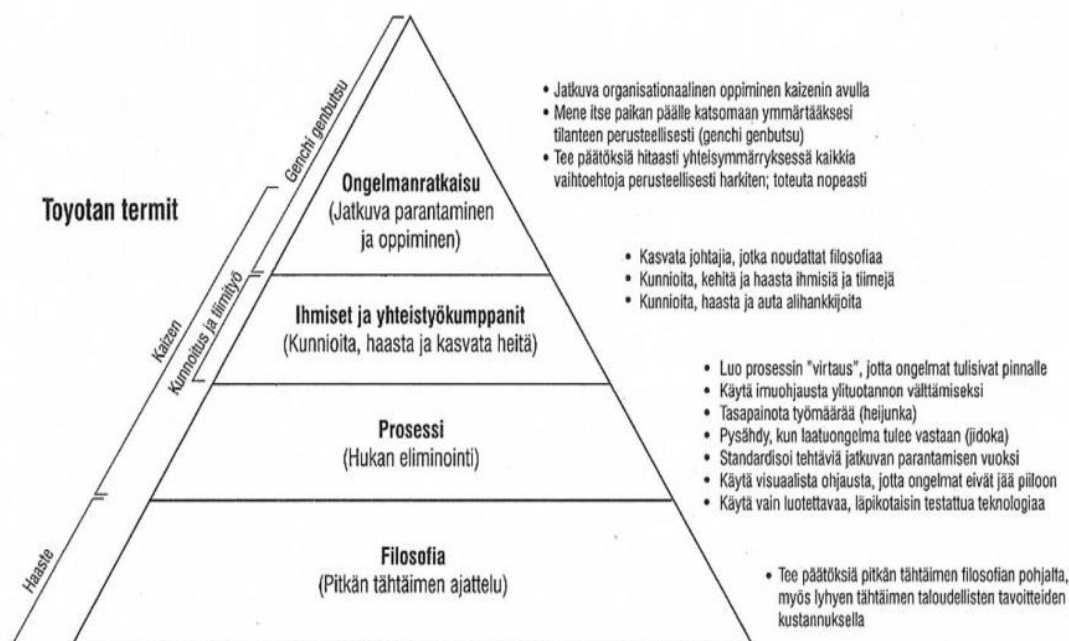
Lean-ajattelun yrittää opettaa organisaatiota toimimaan koko ajan entistä pienemmillä resursseilla eli vähemmällä ihmistyövoimalla, vähemmällä tuotantolaitteita ja määrillä ja sekä pienemmällä ajalla. Leanilla pyritään tuottamaan asiakkaalle vain se mitä he tarvitsevat ja jättää kaikki turha tekemättä. (Womack – Jones 2003, 15.)

Tuotannon muuttaminen leanin oppien mukaiseksi ei käy hetkessä. Siirtyminen entisestä tuotantomenetelmästä lean-tuotantoon tarvitsee yleensä paljon aikaa ja sen vaikutukset alkavat näkyä vasta siirtymävaiheen jälkeen. Kärsivällisyyden puutteesta johtuen monet yritykset ovat epäonnistuneet yrittäessään muuttaa tuotantoaan leanin mukaiseksi.

Pahimmat virheet tapahtuvat kun käytetään vain yksittäisiä lean-työkaluja, kuten 5S tai JIT. Lean-filosofiaa soveltaessa yrityksen on ymmärrettävä, että leanin täytyy ulottua organisaation joka osaan. (Liker 2011, 7.)

2.1 Toyotan tuotantojärjestelmä

Nykyiset lean-opit pohjautuvat Toyotan tuotantojärjestelmään (Toyota Production System, TPS). Liker perustelee Toyotan Tapaan – kirjassaan Toyotan erinomaisuuden johtuvan neljästä periaateluokasta: filosofiasta, prosessista, ihmisistä ja yhteistyökumppaneista sekä ongelmanratkaisusta (KUVIO 1). Liker on tehnyt jaon neljään luokkaan Toyotan oman 14 periaatteen mukaan.



KUVIO 1. Neljän periaateluokan malli (Liker 2006, 6)

Toyotalla jokainen liike ja päätös perustuvat pitkän tähtäimen filosofiaan. Kaikki tavoitteet ovat asetettava riittävän kauaksi. Yrityksen on myös panostettava työntekijöihin, tuotteeseen, tehtaaseen ja laatuun. Toyotalla nostetaan tärkeäksi myös yhteiskunnan merkitys. (Liker 2010, 71–72.)

Toyotalla arvostetaan ihmisen tärkeyttä järjestelmän kannalta. Työntekijöidensä avulla Toyotan tuotantojärjestelmä saadaan toimimaan, sillä työntekijöiden keskustellessa, työskennellessä ja pulmia ratkoessa järjestelmä kehittyy jatkuvasti. Järjestelmä siis tarjoaa työntekijöilleen vapauden ja mahdollisuuden kehittää työtä. Järjestelmän parannukset ovat peräisin työntekijöiden tunnistamista ja ratkaisemista ongelmista. Työntekijöiden harjaannuttua heistä tulee sitoutuneempia ja he kehittyvät ongelman ratkaisussa. Lean-kulttuurin luominen yritykseen vaatiikin yhteistyötä kohti yhteistä pitkän tähtäimen päämäärää. (Liker 2010, 36.)

Liker tiivistää Toyotan tavan kahteen tukipilariin: jatkuvaan parantamiseen ja ihmisten kunnioittamiseen. Jatkuva parantaminen, eli Toyotan termein (Kaizen), tarkoittaa ilmapiirin luomista, jossa yksittäisiä parannuksia tärkeämpänä pidetään automaatiota, jossa ei pelkästään hyväksytä muutoksia, vaan ne omaksutaan, eli opitaan. Toinen tukipilari syntyy, kun ensimmäisen tukipilarin toteutuminen mahdollistetaan, kunnioittamalla ihmisiä. Kunnioittaminen konkretisoituu tarjoamalla työntekijöille turvaa ja pyrkimystä sitouttaa tiimijäsenet työn parantamiseen aktiivisen osallistumisen kautta. Johdon vastuulla ovat luottamuksen ja ymmärryksen kehittäminen ja painottaminen työntekijöiden keskuuteen. (Liker 2010, ix.)

2.2 Tuotteen arvo

Lean-opeissa tärkeimpänä pidetään tuotteen arvoa (value). Tuotteen arvon voi määritellä vain loppuasiakas. (Womack – Jones 2003, 15.) Arvo määräytyy sisäisen asiakkaan ja ulkoisen asiakkaan vaatimusten mukaan. Amerikkalainen laatupioneerin W. Edwards Demingin mukaan jokaista tuotantolinjassa tai yritysprosessissa työskentelevää pitäisi kohdella asiakkaana, eli esim. kokoonpanolinjassa seuraavalle työntekijälle toimitetaan juuri oikeanlainen osa oikeaan aikaan. Tästä ajatuksesta tulee Demingin periaate ”seuraava prosessin asiakas”. Prosessia tarkasteltaessa asiakkaan näkökulmasta huomataan lisäarvoa tuottamattomat vaiheet. (Liker 2010, 23, 27.)

2.3 Hukka

Lean-ajattelua soveltamisessa tuotantoon on ymmärrettävä mitä hukka tarkoittaa. Toyotan tuotannossa päätehtävänä pidettiin hukkien poistamista. Liker jakoi hukat kahdeksaan pääluokkaan Toyotan seitsemän hukan perusteella (Liker 2010, 28–29):

1. Ylituotanto

Tuotanto tuottaa ylimääräisiä tuotteita varastoon. Ylituotanto aiheuttaa turhia henkilöstökuluja, varastokustannuksia ja kuljetuskustannuksia.

2. Odottelu

Työntekijä joutuu odottamaan osan saapumista edelliseltä työvaiheelta, seuraamaan koneen automatisoitua työskentelyä tai odottamaan tilauksen saapumista alihankkijalta.

3. Tarpeeton kuljettelu

Keskeneräistä työtä/tuotetta kuljetetaan ympäriinsä. Materiaalia siirretään varastojen tai prosessien välillä.

4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely

Tuotteen hidaskäsittely huonon tuotesuunnittelun tai työkalujen takia, tuotetta liikutetaan turhaan ja virheitä syntyy. Liian laadukas tuotanto on myös hukkaa.

5. Tarpeettomat varastot

Liika materiaali, suuret eräkoot, keskeneräiset tuotteet ja tuotteiden pitkä varastointiaika aiheuttavat pidempää läpimenoaikaa, vaikeuttaa ongelmien havaitsemista ja aiheuttaa suoria lisäkustannuksia varastoinnin kautta. Suuret varastot vaikeuttavat tuotannon aikataulussa pysymistä, myöhästyttää toimituksia, vikatiloja ja pidempiä asetusajoja.

6. Tarpeeton liikkuminen

Työntekijöiden turha liikkuminen esim. työkalujen etsiminen ja muu turha kävely.

7. Viat

Osien laatuvirheiden korjaamisesta, tuottamisesta ja tarkastamisesta aiheutuva ylimääräinen työ ja hukattu aika.

8. Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen

Työntekijöiden taitojen, uusien ideoiden ja parannusehdotusten huomioimatta jättäminen.

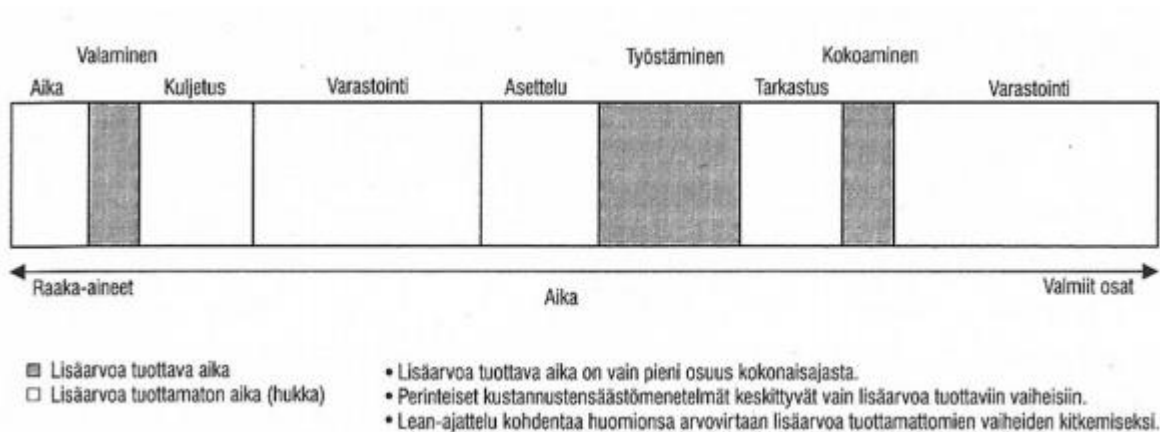
2.4 Ylituotanto

Hukista merkittävimpänä pidetään ylituotantoa, sillä se aiheuttaa suurimman osan turhasta kulutuksesta. Kun tuotantoa tapahtuu enemmän kuin asiakas on tilannut, ylimääräinen tavara kertyy aina johonkin. Ylituotannon huomaaminen ongelmana onkin tärkeää, sillä se vähentää mm. työntekijöiden motivaatiota parantaa toimintoja. (Liker 2010, 29.)

Ylituotannon aiheutuu arvoketjussa prosesseista, jotka toimivat itsenäisesti. Ne tuottavat tuotannonohjauksen aikataulun mukaan eivätkä muiden prosessien tarpeen mukaan. Jos tuotetta tulee väärään aikaan ja väriä määriä se aiheuttaa turhaa työtä, kuten laskemista ja varastoimista. (Womack – Jones 2003, 26.)

Liker mallintaa hukkaa arvoketjun aikajanalla, jossa työvaiheita ovat valaminen, työstäminen ja kokoaminen (KUVIO 2). Suurin osa työhön kuluva ajasta on hukkaa, jota kuvataan valkoisella ja itse lisäarvoa tuottavana harmaalla pohjalla. Lisäarvoa tuottavaa työtä ovat vain valaminen, työstäminen ja

kokoaminen, mitkä kestävät murto-osan koko tuotteen valmistukseen käytetystä ajasta. (Liker 2010, 29–30.) Liker toteaaakin, että useissa prosesseissa on 90 % hukkaa ja 10 % lisäarvoa tuottavaa työtä. (Liker 2010, 87.)



KUVIO 2. Hukka arvovirrassa (Liker 2010, 30)

2.5 Virtaus

Henry Ford ja hänen yrityskumppanit olivat ensimmäisiä jotka huomasivat virtauksen potentiaalin aloittaessaan Model-T automallin valmistuksen vuonna 1913. Hän laitto kaikki auton valmistukseen tarvittavat koneet yhteen linjaan. Auton valmistus siis aloitettiin linjan alussa ja linjan lopusta saatiin valmiita autoja. Tällä saavutettiin huomattava kilpailuetu verrattuna kilpailijoihin. Fordin ratkaisu kuitenkin toimi vain kun tuotantovolyymi oli korkea ja kaikki valmistetut tuotteet olivat samanlaisia, tuotanto ei siis ollut muuntautumiskykyinen. T-mallin Fordia valmistettiin 19 vuotta. (Womack – Jones, 22–23.)

Likerin mielestä lean-ajattelussa virtaus (flow) on raaka-aineista valmiiseen tuotteeseen kuluvan ajan lyhentämistä, jolla saavutetaan paras mahdollinen laatu, pienemmät kustannukset ja lyhempi läpimenoaika (Liker 2010, 87–88).

Liker määrittää virtauksen alkavan, kun asiakas tekee tilauksen, jolloin käynnistyy prosessi jossa haetaan materiaalia asiakkaan tilaukseen tarvittava määrä. Materiaali kuljetetaan työntekijöille, jotka valmistavat asiakkaalle tuotteen. Koko prosessi on mahdollista suorittaa viikkojen tai kuukausien sijaan päivässä tai jopa tunnissa. (Liker 2010, 90.)

Yleinen ajatus yrityksissä on, että tuotteiden valmistaminen on tehokkaampaa, kun prosessit toimivat omissa erillisissä osastoissa. Kyseisessä tuotantotavassa tuotteita tai osia joudutaan valmistamaan enemmän. Toiminta saattaa antaa tehokkaan vaikutelman, kun koneita joudutaan pyörittämään kokoajan ja työntekijät ovat kiireisiä. Osastojen väliset odotusajat kasvavat myös korkeiksi. Tuotanto saatetaan joutua keskeyttämään varastosta loppuvien tuotteiden vuoksi. Tuotantotapa kasvattaa asetajatkin suuriksi, johtuen prosessien venymisestä. (Womack – Jones, 21–22.)

Yksiosaisen virtauksessa tuote virtaa kaikkien prosessien läpi ilman keskeytyksiä. Yksiosaista virtausta ei kuitenkaan voi luoda joka paikkaan. Tuotannon voi kuitenkin järjestää virtaavaksi käyttämällä sopivia puskurivarastoja. Tuotantoon pyritään etsimään uusia ratkaisuja paremman kokonaisvirtauksen saavuttamiseksi. (Liker 2010, 90.)

Likerin mielestä usein ajatellaan, että tuotannon nopeuttaminen karsii tuotannon laatua. Virtaus kuitenkin parantaa sitä, koska viat ja ongelmat huomataan heti seuraavassa prosessissa, eikä vasta tuotteen varastossa käymisen jälkeen. (Liker 2010, 93–94.) Prosessien yhteen liittämisen lisää tiimityötä, jolloin palautteen virheistä saa välittömästi. Työntekijät joutuvat siis ratkomaan ongelmia, ajattelemaan ja kehittymään työssään. (Liker 2010, 90.)

2.6 Imuohjaus

Toyotalla imu määritellään ihanne tilaksi, jossa tuote tai osa toimitetaan sisäiselle tai ulkoiselle asiakkaalle haluttu määrä oikeaan aikaan. Yksiosaisessa virtauksessa imutuotanto on täydellistä. Käytännössä yksiosaisen virtauksen toteuttaminen on mahdotonta, joten puskurivarastot ovat välttämättömiä. Massatuotannossa tuotetta tai osaa valmistetaan kysynnän tai tilauskannan mukaan esim. viikoksi kerrallaan, tätä kutsutaan työntöohjaukseksi. Kysynnässä voi tapahtua kuitenkin yllättäviä muutoksia, jolloin tuotetta jää varastoihin, eli syntyy hukkaa. (Liker 2010, 104–107.)

Imuohjauksessa asiakasta tai seuraavaa prosessia pyritään palvelemaan kysynnän mukaan. Toyotalla imujärjestelmään hallitaan luomalla prosessien välille väliavarastoja (supermarket). Varastoissa on pieni määrä tavaraa, kun sitä ei käytetä, ei varastokaan täyty. Supermarkettien avulla tarvetta voidaan tarkkailla, jolloin ylituotantoa vältetään.

Osan tai tuotteen loppumisesta on kuitenkin annettava jonkinlainen merkki ylävirtaan, jotta kysyntään voidaan vastata. Tähän Toyotalla on kehitetty kanban-järjestelmä, joka lähettää signaalin tuotteen lop-

pumisesta. Kanbani voi olla tyhjä lava, kärry tai lähetekortti, joka toimitetaan signaalina ylävirtaan merkiksi tarpeesta. Järjestelmän toimivuuteen ei tarvitse erillistä aikataulusysteemiä. Se on yksinkertainen tapa saada tuotanto toimimaan ”juuri oikeaan aikaan”. (Liker 2010, 106–108.)

2.7 Leanin käyttöönotto

Leanin käyttöönottoa kuvataan Lean Enterprise Instituten sivuilla viisivaiheisena prosessina (KUVIO 3). Vaiheiden muistaminen on helppoa, mutta käyttöönotto tuottaa suuriakin vaikeuksia. (Lean Enterprise Institute, 2015.) Vaiheet ovat:

1. Identify Value

Määritetään tuotteen arvo asiakkaan näkökulmasta.

2. Map the Value Stream

Tunnistetaan arvovirran jokainen vaihe jokaiselle tuoteperheelle. Pyritään poistamaan kaikki lisäarvoa tuottamattomat vaiheet.

3. Create Flow

Luodaan tasainen virtaus raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen.

4. Establish Pull

Järjestetään tuotannonohjaus imuohjaksen tavoin.

5. Seek Perfection

Aloitetaan prosessi ja pyritään tilaan, missä lisäarvoa tuottamaton työ (hukka) on poistettu kokonaan.



KUVIO 3. Leanin käyttöönoton viisi prosessia (Lean Enterprise Institute, 2015)

3 TUOTANNON NYKYTILA

Tuotantoa lähdettiin käymään läpi kaikkien valmistettävien kappaleiden kautta, jotka saatiin yrityksen tarvelistoilta. Tarkastelun kohteeksi valittiin kuusi viikkoa keväältä 2015, jolloin tuotanto pyöri täydellä teholla. Kaikki koneistamossa tehdyt osat siirrettiin tarvelistoilta Excel-taulukkoon, josta saatiin dataa opinnäytetyötä varten. Ensimmäiseksi tarkasteltiin sitä, miten materiaalit kulkeutuvat tuotannossa ja minkä reittipisteen läpi suurimmat materiaalivirrat kulkevat. Suurin materiaalivirta kulkee ison kulmasahan (Selco) läpi. Se kattaa noin 83 % kaikista koneistamossa valmistettavista osista. Noin 10 % materiaalivirrasta käyttää ensimmäisenä reittipisteenään pienempää palkkisahaa (Giben) ja 3 % kulkee kahden pienemmän sahan (Magic ja EB95:n) kautta. Noin 5 % materiaalivirrasta koostuu erilaisesta listatavarasta, joiden tarkempi tarkastelu voidaan jättää työn ulkopuolelle, mikä sovittiin jo työnrajausvaiheessa.

3.1 Ensimmäisen reittipisteiden tuotantolaitteet

Tuotantolaitteiden tarkastelu käydään läpi reittipisteiden osoittamassa järjestyksessä. Osan valmistus aloitetaan kuitenkin aina levyvarastosta (KUVA 1), oli kyse sitten oviaihiosta tai keittiökaapin tavallisesta runko-osasta.



KUVA 1. Levyvarasto

Varasto sijaitsee tehtaan päädyssä ja siellä säilytetään 34 erilaista levytyyppiä. Levyt säilytetään noin 30 kpl nipuissa ja yhden levyn koko on noin 2800mm x 2000mm. Levyjen määrät on mitoitettu menekin mukaan, suurin menekki on valkoisella 16mm:n runkolevyllä, josta valmistetaan mm. kaappien päädyt, vaakalevyt ja hyllyt. Levyvarastoa ohjataan kanban-ohjainkortein. Varasto täytetään yleensä suoraa rekoista pyöräkuormaajilla.

Ensimmäisen reittipisteen työntekijät, eli sahojenkäyttäjät hakevat levyä varastosta sisätrukeilla. Suurimman määrän materiaalia käyttävä kulmasaha Selco on automaattisella levynsyötöllä varustettu saha, jossa on kaksi sahauslinjaa (KUVA 2).



KUVA 2. Selco-kulmasaha, levyntäyttö puoli

Levy viedään sahaan kokonaisina noin 30 levyn nipuina, josta se automaattisesti sahauskaavan mukaan ottaa oikean määrän levyjä ja tarvittaessa ensiksi pituussahaa levyn ja sitten paloittelee sen. Koneen käyttäjä ottaa valmiintavaran toisesta päästä ja pinoaa sen lavalle, josta se lähtee seuraavalle työpisteelle (KUVA 3). Kulmasahalla työskentelee yksi henkilö vuorossa.



KUVA 3. Selco-kulmasaha, työskentelypuoli

Toiseksi suurin saha (Giben) on takasyöttöinen paloittelusaha (KUVA 4), jonne levy viedään nippu kerrallaan koneen takapuolelta.



KUVA 4. Giben-paloittelusaha, takapuolisella levynsyötöllä ja etupuolisella pöydällä

Saha toimii myös automaattisella levynsyötöllä, eli sahauskaavan mukaan se ottaa oikean määrän levyä ja tuo terälle. Koneenkäyttäjä työskentelee sahan etupuolella, josta hän pinoaa valmiin tavaran lavoille tai kärryille. Giben on huomattavasti pienemmän kapasiteetin saha kuin Selco, siinä ei ole erillistä pitkittäis- ja poikittaissahausta, jolloin työntekijä saattaa välillä joutua käsin kääntämään levyjä. Paloittelusahalla työskentelee yksi henkilö per vuoro.

Kolmas saha on pienin kooltaan ja kapasiteettimäärältään, se on manuaalisella etusyötöllä varustettu Selco EB95-paloittelusaha (KUVA 5) Suurimpana erona kahteen edelliseen sahaan on, että sahattava levy syötetään koneen etupuolelta manuaalisesti. Käytännössä koneenkäyttäjä hakee levynipun varastosta, syöttää ne levy kerrallaan koneeseen. Hän suorittaa pitkittäissahauksen ja kääntää levyt paloittelusahausta varten. Sahalla sahataan piensarja osia kuten listoitettavat ovet. EB95 työskentelee yksi henkilö vuorossa.



KUVA 5. Selco EB95-paloittelusaha, etupuolisella syötöllä

3.2 Jatkopisteiden tuotantolaitteet

Osat lähtevät ensimmäisestä reittipisteestä (sahaus) jatkojalostukseen. Yleisin jatkojalostus tuotteille on listoitus. Listoitukseen menevät hyllyt, vaakalevyt, ovet ja päädyt. Listoituskoneita tehtaasta löytyy kolme kappaletta. Suurikapasiteettisin kone on ns. konelinja (KUVA 6), joka koostuu kahdesta linjatyypisestä listoituskoneesta.



KUVA 6. Konelinjan valmistavara-pääty

Ensimmäisenä linjassa on vanha IMA-listoituskone, jolla listoitetaan vastakkaiset sivut kappaleista (KUVA 7).

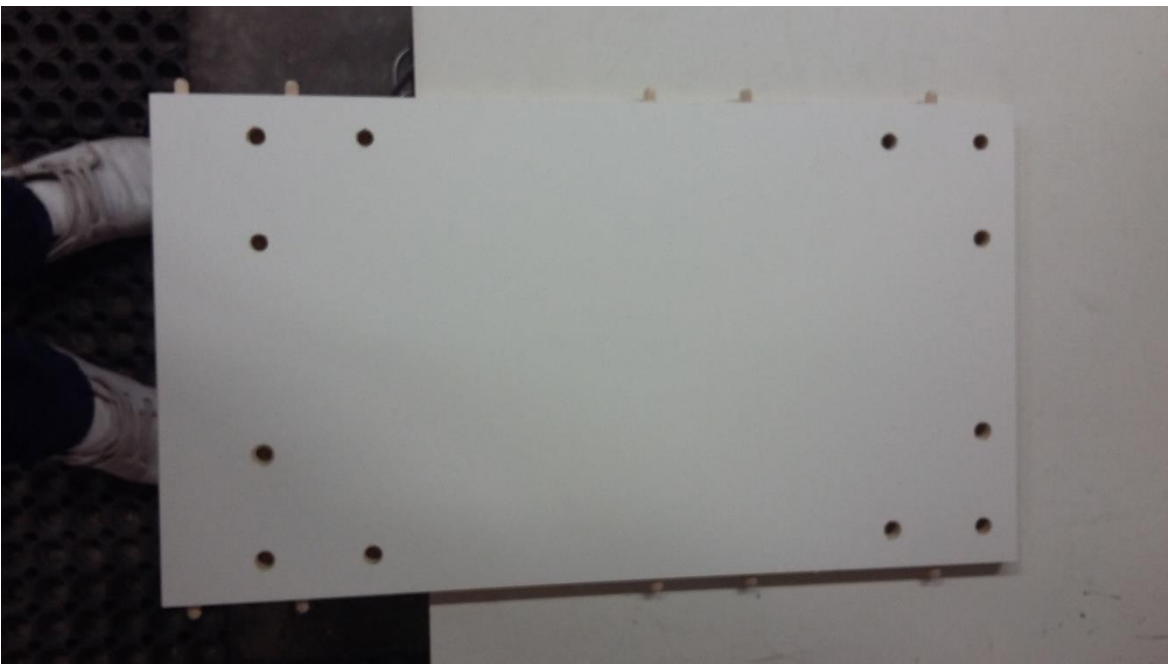


KUVA 7. IMA-listoitusyksikkö

Kappaleet jatkavat linjassa ja kääntyvät toiselle listoitussyksikölle, jossa on samalla tapitusmahdollisuus, mitä tarvitaan vaakalevyjen tekemiseen. Konelinjassa voi siis yhdellä ajolla listoitaa kaikki sivut esim. hyllyt (KUVA 8) tai sillä voidaan valmistaa kappaleita, joissa on kaksi sivua listoitettu, kaksi tapitettu ja porattu reiät sokkelinjaloille, kuten vaakalevyt (KUVA 9). Konelinjalla työskentelee kaksi henkilöä vuoroa kohden.



KUVA 8. Hylly, josta on kaikki sivut listoitettu



KUVA 9. Vaakalevy porauksella, listoituksella ja tapituksella varustettuna

Konelinjalla on kaksi käyttäjää molemmilla yksiköillä. Koneelle nostetaan listoitettavat osat trukilla lavoittain ja se pinoaa valmiit kappaleet toisessa päässä uudelle lavalle. Osat koneelle tulevat kulmasaha-Selcolta. Konelinjalla listoitetaan suursarjoja samaa kokoa, jolloin sen kapasiteetin saadaan parhaiten hyödynnettyä.

Kahdelle muulle listoituskoneelle tuotteet tulevat Giben-sahalta ja Selco-EB95:ltä. Molemmat koneet ovat Homag-merkkisiä. Toinen on ns. kaksipuoleinen kone (KUVA 10) ja toinen yksipuoleinen kone (KUVA 14). Kaksipuoleisella koneella listoitetaan työtasot, piensarja hyllyt ja vaakalevyt, lisäksi vuorauslevyt, jotka ovat yksilöllisen kokoisia jokaiseen keittiöön. Kaksipuoleisella listoituskoneella työskentelee syöttäjä ja vastaanottaja vuoroa kohden.



KUVA 10. Kaksipuoleinen Homag-listoituskone

Yksipuoleisella koneella pyritään listoittamaan pelkästään ovia, koska niiden laatu on tärkeää. Hyvä työlaatu saadaan pidettyä minimoimalla erilaisten osien määrä, jolloin konetta ei tarvitse säätää. Voidaankin sanoa, että Homag-listoituskoneet listoittavat kaikki piensarjaosat, joita konelinjan virtaavuuden ylläpitämiseksi sillä ei kannata tehdä. Yksipuoleisella-listoituskoneella työskentelee vain yksi henkilö yhdessä vuorossa.



KUVA 11. Yksipuoleinen Homag-listoituskone

Ensimmäisillä tuotantoreittipisteillä valmistetaan myös tuotteita, joita ei listoiteta. Näitä ovat mm. MDF-oviaihiot, taustalevyt ja täytelevyt. Oviaihiot jatkavat Selco-kulmasahalta CNC-jyrsimille, jossa ovet jyrsitään haluttuun muotoon. Taustalevyt ja täytelevyt ovat valmiita osia heti sahauksen jälkeen. Ensimmäisillä reittipisteillä valmistetaan muun levytavaran joukossa listatavaraa, joka työstetään pienemmillä työpisteillä valmiiksi osiksi.

Neljäs saha, Magic-paloittelusaha sijaitsee toisessa hallissa. Sillä sahataan pienemmällä menekillä olevia hyllyjä ja vaakalevyjä.

Tuotannossa valmistetaan myös osia, joilla on vielä useampiakin työvaiheita. Näitä työvaiheita ovat mm. piensarjojen tapitus ja poraus. Nämä tuotantovaiheet on kuitenkin rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, mutta ne otetaan kuitenkin huomioon myöhemmässä arvovirtakuvausvaiheessa.

3.3 Nykytuotannon analysointi

Seuraavaksi nykytuotantoa arvioidaan Lean-oppien mukaan (ks. 2 LEAN AJATTELU). Arviointi suoritetaan havainnoimalla yrityksen tuotantoa ja perehtymällä tuotantoprosessiin. Arvioinnissa perehdytään yleisesti levyosavalmistuksen tuotantoprosessiin.

3.3.1 Tuotteen arvo

Ensimmäinen vaihe on tuotteen arvo. Tässä työssä tuotteen asiakkaita eivät ole yrityksen loppuasiakkaat. Koska työssä tutkitaan levyosavalmistus-prosessia, niin asiakaskin löytyy yrityksen sisältä ja on ns. sisäinen asiakas. Asiakkaana voidaankin pitää kokoonpanopuolta ja maalaamo, koska levyosavalmistuksessa palvellaan näitä kahta osastoa. Kasauspöytä ja maalaamo asettavat levyosavalmistuksessa valmistettaville osille tarvittavat vaatimukset. Niiden on oltava tuotannossa oikeaan aikaan katkeamattoman virtavuuden säilyttämiseksi ja osien on oltava oikeanlaisia ja oikean kokoisia, jotta ne voidaan kasaussuorituksessa asentaa. Lisäksi osien yleislaadun on oltava riittävän hyvä, jotta ne kelpaavat loppuasiakkaalle. Karkeasti arvioituna kaikki muu osille tehtävä työ on lisäarvoa tuottamatonta työtä, eli hukkaa.

Teoriaosassa hukka jaettiin kahdeksaan pääluokkaan, joita olivat ylituotanto, odottelu, tarpeeton liikkuminen, ylikäsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen, viat ja luovuuden käyttämättä jättäminen.

3.3.2 Ylituotanto

Ylituotannon haitat yrityksessä on huomattu jo vuosia sitten. Yrityksessä ylituotantoa pyritään välttämään tuotannonohjauksen avulla. Tuotantoa ohjataan nykyään kanban-ohjauskorttien avulla. Levyosavalmistuksen välivarastossa on tietty määrä jokaista osaa. Kun osista on kulunut määrätyn verran kanban-signaali (ohjauskortti) toimitetaan takaisin levyosavalmistukseen, jossa signaalin avulla tiedostetaan tarve vähenevästä osasta. Tämä systeemi on käytössä kaikissa runko-osissa ja maalattavissa ovisissa. Värikköiset ovet tehdään tilauspohjaisella tuotannonohjauksella. Mielestäni ylituotannonhallinta on yrityksessä huomioitu hyvin.

3.3.3 Odottelu

Seuraava hukan päätekijä oli odottelu. Odottelua ilmenee, kun joudutaan tekemään jotain kiireellistä osaa, mikä on lopussa linjalta. Imuohjauksen ohi teetetään jotain osaa, mikä vaatii monta työvaihetta, jota työntekijät joutuvat odottamaan ennen toisen osan valmistusta. Nykyisen laitekannan hitaudesta johtuen tätä tapahtuu valitettavan usein.

Odottelua voidaan havaita myös konelinjalla, jossa koneenkäyttäjä joutuu joskus odottamaan trukki-kuskia, jonka on nostettava seuraava listoitettava kuorma koneen linjalle. Odotteluksi voidaan laskea tuotantolaitteiden hidas vaihto-aika, mikä vie aikaa lisäarvoa tuottavasta työstä.

3.3.4 Kappaleiden turha liikuttelu ja työntekijöiden turha liikkuminen

Kappaleiden turha liikuttelu ja työntekijöiden turha liikkuminen ovat hukan päätekijöitä. Nämä ilmenee sahoilla, joissa koneenkäyttäjät joutuvat itse hakemaan levyniput levyvarastosta. Sahat ovatkin pysähdyksissä tämän takia monta kertaa vuorossa. Ratkaisun löytyminen tähän hukkaan lisäisi sahojen kapasiteettia. Lisäksi sahureilla (3 kpl vuorossa) on käytössä kaksi trukkia, jolloin joskus työntekijä joutuu odottamaan vuoroaan, jotta saisi trukin käyttöön. Sahojen käyttäjät joutuvat itse hakemaan varastosta sahattavan materiaalin, mikä on työntekijöiden turhaa liikkumista, koska aika on pois laitteiden käyttöajasta. Työntekijät vaihtavat laitteisiin itse kuluvat osat (terät), työntekijät noutavat terät yleensä erillisestä korjaamorakennuksesta, tätäkin voidaan pitää karsittavana hukkana.

Kappaleiden ns. turhaa liikuttelua yrityksen tuotannossa voi huomioida paljon, mutta perehtyessä tarkemmin tuotantoon, voi se kuitenkin tehostaa virtausta. Tästä voi käyttää esimerkkinä vaakalevyjen valmistusta. Vaakalevyssä (KUVA 9) on kaksi listoitettua reunaa ja kaksi tapitettua. Lisäksi siinä on sokkelinjaloille poratut reiät. Suurimman menekin omaavat vaakalevyt valmistetaan tuotantoreitillä Selco-kulmasaha (sahaus) ja konelinja (listoitus, tapitus ja poraus) tulevat valmiiksi kuljettuaan kahden tuotantolaitteen läpi. Pienempisarjaiset vaakalevyt tehdäänkin tuotantoreitillä: Selco-kulmasaha (sahaus), konelinja (listoitus), paloittelu, reikien poraus ja tapitus. Paloittelu tapahtuu toisella puolella, joten osille tulee edestakaista kuljetteluä. Poraus ja tapitus tapahtuvat erillisinä prosesseina. Osat tehdään siis pitkistä ”soirosta”, mistä ne paloittellaan halutun kokoiseksi.

Prosessiin perehtymätön miettiikin, miksi kappaleen valmistetaan monimutkaisen kuulaisen tuotantoreitin kautta, vaikka se voitaisiin tehdä kahdella tuotantolaitteella? Syy on virtauksessa. Pitkällä tuotantoreitillä valmistettavien kappaleiden sarjakoko on pieni verrattuna osiin, jotka valmistetaan lyhemällä tuotantoreitillä.

Konelinjan säätäminen ja ”tällin” vaihtaminen on hidasta, jolloin pieniä sarjoja tehtäessä konetta jouduttaisiin säätämään jatkuvasti eikä se olisi käytössä. Pienempien sarjojen valmistaminen pitkällä tuotantoreitillä parantaa konelinjan virtaavuutta, ja mahdollistaa suursarjakappaleiden valmistamisen. Kaikki osat voitaisiin tietysti tehdä kulmasahan ja konelinjan tuotantoreitillä, mutta eräkokoja jouduttaisiin kasvattamaan suuriksi, mikä toisi tehtaaseen turhia välivarastoja, mikä on myös hukan päätekijä. Yrityksessä eräkoot on optimoitu sopiviksi, jottei välivarastoja kerry ja virtaavuutta on pyritty parantamaan vanhojen tuotantolaitteiden mahdollisuuksien mukaan, kuten esimerkiksi käy ilmi.

3.3.5 Viat, laatuvirheet sekä niiden tarkastaminen

Viat, laatuvirheet ja niiden tarkastaminen on yrityksessä koneen käyttäjän vastuulla. Työntekijä tarkastaa kappaleen uusien sarjojen alkaessa, joiden välillä koneen säätöjä tai asetuksia on muutettu. Huolimattomuus virheet ovat mahdollisia, mistä johtuen koko sarja saatetaan joutua valmistamaan uudestaan. Tästä johtuen työntekijöiden on kiinnitettävä laaduntarkkailuun huomiota. Osien mittaamisen helpottamiseksi yritys on tilannut metallisia sovituskappaleita, joihin osia voidaan kokeilla. Sovituskappaleet helpottavat työntekijää ja pienentävät tarkastamiseen kuluvaa aikaa.

3.3.6 Ylikäsittely

Ylikäsittelyn takia aiheutuva hukka on vähäistä yrityksessä, koska laadun on oltava korkealla. Opinäytetyön kohteena oleva levyosavalmistus palvelee sisäistä asiakasta, eli kokoonpanoa. Kappaleiden mittojen ja laadun on oltava hyvä, jotta osista pystytään linjassa valmistamaan kokonaisia kaappeja vaivattomasti. Loppuasiakkaana on kuitenkin ihminen. Keittiö on suuri investointi, jolloin loppuasiakkaat ovat tarkkoja eteenkin pinnanlaadusta.

Tuotantoa tarkastellessa huomaa, että yritys on kiinnittänyt huomiota lean-ajatteluun. Eräkokojen optimoinnit ja muut hukkien poistamiseksi tehtyjä muutoksia on yrityksessä tehty paljon. Havainnoitaessa tuotantoalaitteiden soveltumattomuus lean-filosofian mukaiseen tuotantoon näyttää selvältä. Nykytuotannolle tehdään kuitenkin vielä arvovirtakuvaus, jolla saadaan lisätietoa prosessin sisästä.

3.3.7 Työntekijöiden luovuuden käyttäminen

Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen on hukan päätekijä minkä uskon jäävän aika vähäiselle huomiolle ja minkä arvioiminen on vaikeaa. Yrityksessä on kehityslaatikkoja joihin työntekijät pystyvät viemään omia ajatuksia tuotannonparantamisesta, eli työntekijöillä on matalampi kynnys esittää ideoita ja näin ollen työntekijöiden luovuutta pystytään hyödyntämään paremmin.

4 ARVOVIRTAKUVAUS

Arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping, VSM) on lean-työkalu, jota käytetään informaatio ja materiaalien virtojen tutkimiseen. Työkalulla kuvataan tuotantoprosessin eri vaiheita, varastojen määriä ja prosessin aikoja yhdellä kuvalla. Arvovirtakuvauksen avulla varmistetaan, että prosessin parannukset sopivat yhteen, vastaavat yrityksen tavoitteita ja palvelevat ulkoista asiakasta. Se ei siis ole pelkkä menetelmä prosessin parantamiseksi. (Rother 2011, 24–25.)

Arvovirtakuvauksen avulla yritys löytää prosessista asioita, jotka ilman arvovirtakuvausta jäisi huomaamatta. Sen tarkoituksena on helpottaa prosessin kehittämistä luomalla yksinkertainen kuvaus tuotteen reitistä tuotannossa, jonka avulla yritys saa kuvan tuotteen valmistuksesta tuotannossa. Arvovirtakuvaus paljastaa ja paikallista tuotannosta löytyvän hukan ja sen heikkoudet. Sillä pystytään paikallistamaan tarkasti, missä vaiheessa lisäarvoa tuottamatonta työtä tehdään. Sen avulla voidaan poistaa välivarastoja ja löytää prosessista pullonkaulat. Tuotannon tehokkuutta voidaan parantaa tunnistamalla ja ratkaisemalla juuriongelmat. (Rother – Shook 2009, 1-2.)

4.1 Arvovirtakuvauksen vaiheet

Mike Rother ja John Shook jakoivat Learning to see – kirjassa (Rother – Shook 2009, 9-10, 49, 75, 80) arvovirtakuvauksen tekemisen neljään vaiheeseen:

- **Tuoteperheen valinta**

Yleensä yrityksen kaikkien tuotteiden kuvaaminen on liian työlästä, joten valitaan yksi tuoteryhmä ja keskitytään sen omaksumiseen. Tuoteryhmän tuotteet sisältävät samoja työvaiheita ja laitteita.

- **Nykytilan kartoitus**

Tutkitaan tuotannon nykytilanne lattiatasolla ja piirretään alustava arvovirtakuvaus. Kuvauksesta on löydettävä materiaali- ja informaatiovirta.

- **Tavoitetilan hahmottaminen**

Tavoitetilan kuvaus on tavoitteellinen visio tulevaisuuden tuotannosta. Siihen on löydetty nykytilan arvovirtakuvauksesta hukat ja poistettu ne. Tavoitetilan on tarkoitus olla yritykselle mahdollinen. Tavoitetilan on tarkoitus yhdistää yksittäiset prosessit ja luoda jatkuva virtaus jolla valmistetaan tuotteet asiakkaan tarpeiden mukaan ”juuri oikeaan aikaan”.

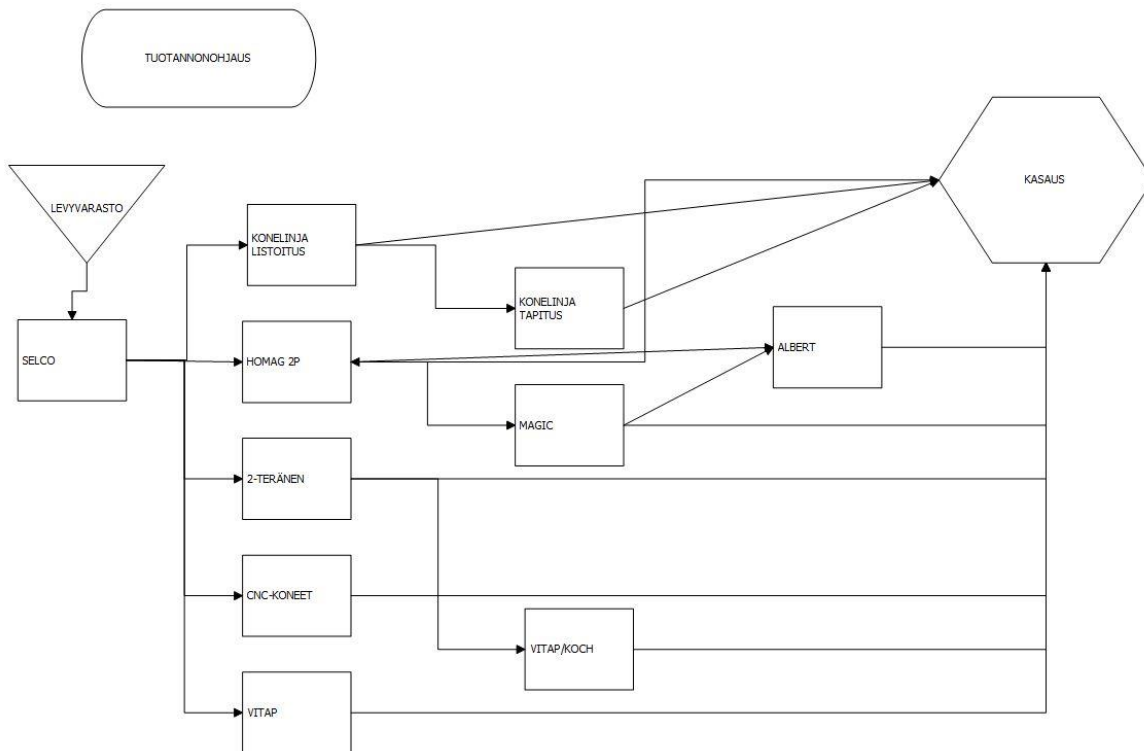
- **Toimintasuunnitelman määrittäminen**

Toimintasuunnitelmaan määritellään miten yritys saavuttaa asetetut tavoitteet. Tavoitetilan saavuttamiseen voidaan käyttää vuosisuunnitelmaa, johon kerrotaan vaiheittain miten tuotannon parannus toteutetaan.

4.2 Arvovirtakuvauksen toteutus

Tuoteryhmää valittaessa ja siitä neuvotellessa yrityksen kanssa, päädyttiin valitsemaan yhden tuotteen tai tuoteryhmän sijaan laitepohjainen suunta arvovirtakuvaukselle. Yrityksen tuotteista on vaikea valita yhtä tuotetta tai tuoteryhmää, jolla levyosavalmistusta voidaan kuvata kattavasti, koska yrityksen tuotteet koostuvat monista osista, joilla on useita työvaiheita. Lisäksi yritys ilmoitti laitekannan uudistamisen olevan mahdollista, joten arvovirtakuvauksen täytyisi kattaa kaikki levyosavalmistuksessa tehtävät osat, jotta tulevaisuuden arvovirtakuvauksesta saataisiin kattava.

Levyosavalmistuksessa tuotanto voidaan jakaa kolmeen eri päävirtaan joiden pohjalta nykytuotannosta tehdään kolme arvovirtakuvausta. Ensimmäinen kuvaus tehtiin Selco-kulmasahalta lähtevän tuotantoketjulle. Tuotantoketjua on mallinnettu prosessikuvauksella (KUVIO 4).



KUVIO 4. Selco-kulmasahan tuotantoketjun prosessikuvaus

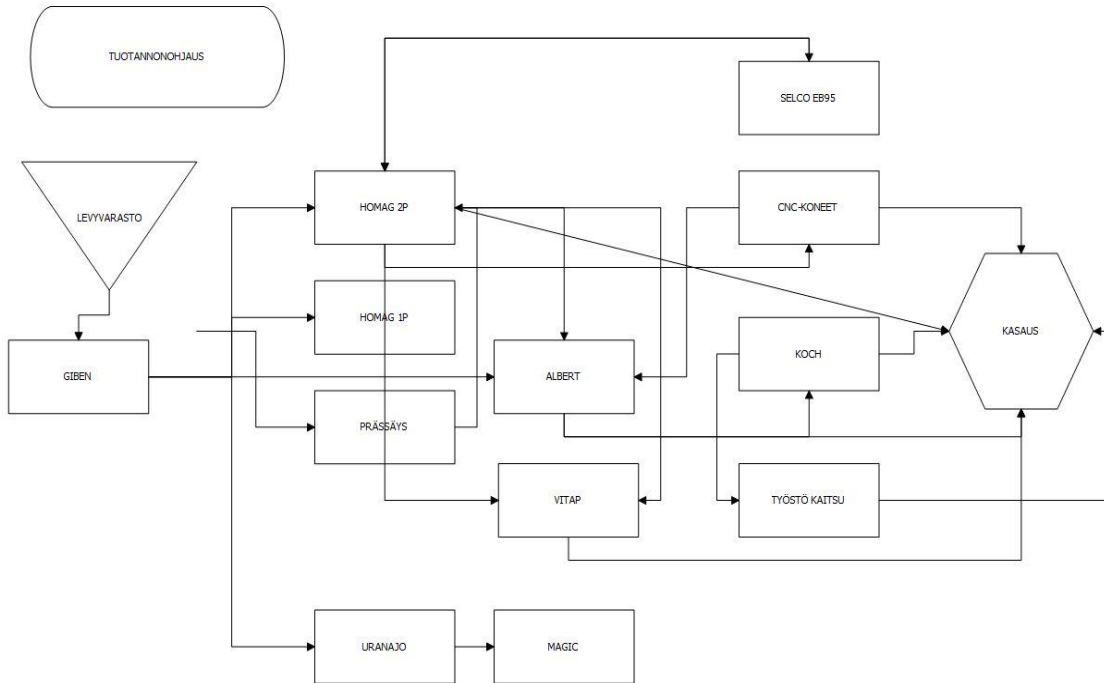
Toinen arvovirtakuvaus tehtiin Giben-paloittelusahalta lähtevästä tuotantoketjusta, tuotantoketju on kuvattu prosessikuvauksessa (KUVIO 5). Kolmas arvovirtakuvaus tehtiin kolmannelta sahalla (Selco EB95) lähtevästä tuotantoketjusta (KUVIO 6).

Jokaiseen arvovirtakuvauksen prosessidatan lähtökohdaksi on valittu prosessiketjun ensimmäisen prosessin päivittäinen tuotantomäärä. Tuotantomäärät ovat saatu yrityksen viikkotarvelistoilta, kuuden viikon tarpeista laskettuna. Jaksonajat prosesseille on laskettu yritykseltä saatujen prosessikohtaisten seurantakorttien jaksonajoista. Data laskettiin viikon otannon keskiarvona, joka antaa riittävän tarkan arvon, koska yrityksessä tuotannonkierto tapahtuu ”viikko-rytmissä”, joten viikon otanta sisältää kaikki prosessissa valmistettavat osat.

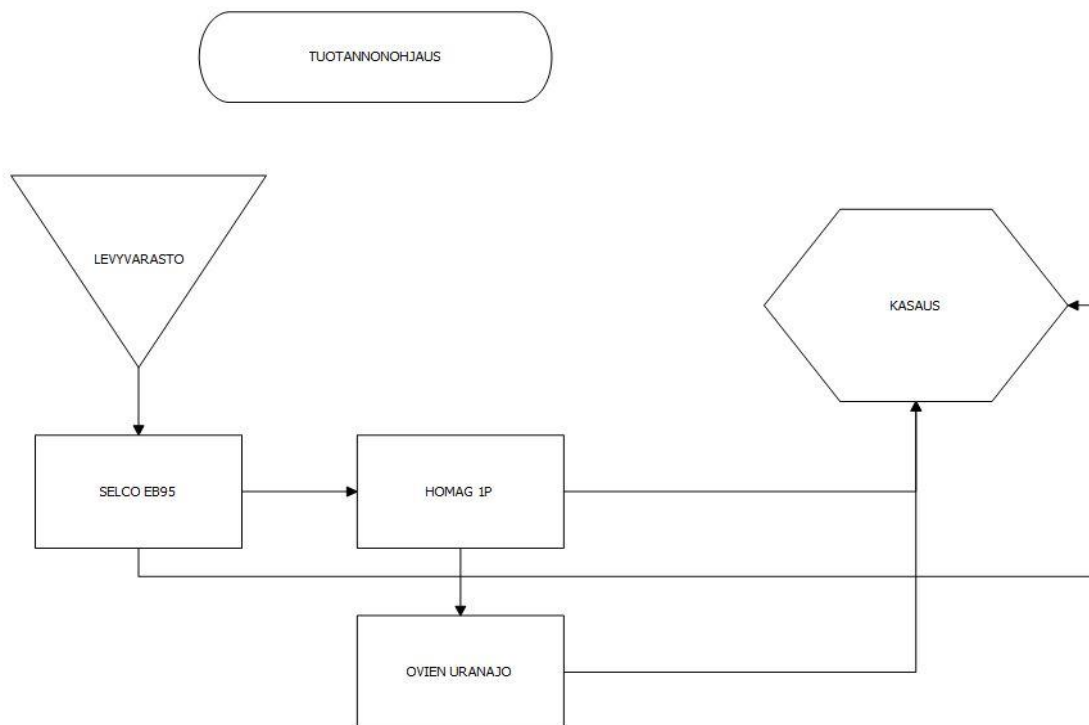
Arvovirtakuvauksiin mitattiin pääprosesseille vaihtoajat ja käytettävyys. Mittaus suoritettiin manuaalisesti tehtaassa yhteistyössä prosessinkäyttäjien kanssa.

Läpimenoaika laskettiin jokaiselle tuoteryhmälle erikseen ja suhteutettiin sisäisen asiakkaan, eli kokonpanon yksikkömäärään. Jokaiselle valmistettavalle osalle laskettiin viikkoyksikkömäärästä yhteen

kalusteyksikköön tarvittava osamäärä, jolle laskettiin läpimenoaika. Läpimenoaikoja hyödynnettiin tulevaisuuden arvovirtakuvauksissa, jolloin pystyttiin arvioimaan tarvittavan laitteen kapasiteettia.



KUVIO 5. Giben-palkkisahan tuotantoketjun prosessikuvaus



KUVIO 6. Selco EB95-palkkisahan tuotantoketjun prosessikuvaus

Tavanomaista arvovirtakuvausta soveltamalla saatiin kattava kuvaus yrityksen levyosavalmistuksesta. Arvovirtakuvausta täydennettiin lisäksi OEE-laskennan ja Spagetti-kaavion avulla, joita käsitellään omista luvuista (5 ja 6).

4.3 Nykytuotannon arvovirtakuvauksen tulkinta

Nykytuotannon arvovirtakuvauksista selviää levyosavalmistuksen pääongelmat. Ongelmia aiheuttaa tuotannon jakautuminen moneen prosessiin, mikä aiheuttaa paljon edestakaista kuljettelua. Prosessien määrää on karsittava uudistettuun levyosavalmistuksen kokonaisprosessiin. Nykyisen kolmen päävirtauksen tyypistäminen yhteen olisi ihanteellista. Päävirtausten, eli sahojen tyypistäminen yhteen ei luultavasti ole mahdollista, sillä tavoitteellisen tuotannon volyyymi on liian suuri. Toimivin ratkaisu tulevaan levyosavalmistuksen prosessiin olisi luultavimmin kahden pääprosessin systeemi, jossa suurim-

man osavolyymien omaavat valkoiset runko-osat tuotettaisiin oman tuotantolinjan kautta ja muut osat toiselta tuotantolinjalta.

Nykytilan arvovirtakuvausten tukena käytettiin OEE-laskentaa (Luku 5). Käytetyn mittarin avulla huomioitiin päätuotantolaitteiden huonot käytettävyyssajat. Sahojen osalta lukua pienentää materiaalin haku, joka vie prosessin käyttäjiltä paljon aikaa, ja pienentää laitteen käytettävyyttä, tämä on otettava huomioon parannuksia miettiessä. Valmiit arvovirtakuvaukset löytyvät liitteinä Selco-arvovirtakuvaus (LIITE 1), Giben-arvovirtakuvaus (LIITE 2) ja EB95-arvovirtakuvaus (LIITE 3).

5 OEE-LASKENTA

OEE-laskenta tulee sanoista overall, equipment ja efficiensy. Suomennettuna puhutaan KNL-laskennasta eli käytettävyyden, tehokkuuden (nopeus) sekä laadun tulosta. OEE:tä mitattaessa huomio kiinnitetään prosessin tai yksittäisen koneen toimivuuteen, eikä tuottavuuteen. OEE-luku ilmaisee prosessin kokonaistehokkuuden prosenttilukuna. Luku saadaan kun OEE:n osatekijät kerrotaan yhteen. OEE antaa kattavan kuvan, kuinka nopeasti osia pystytään tuottamaan ja kuinka paljon prosessin potentiaalista hukataan menetetyn käytettävyyden ja huonon laadun mukana. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.) OEE-luvut antavat hyvän lisän arvovirtakuvaukseen ja ne ovat käytännöllinen esittää sen yhteydessä.

5.1 Overall

Overall (käytettävyys) saadaan kun selvitetään koneen todellinen käyntiaika. Käyntiaika saadaan vähentämällä kokonaiskäyntiajasta konerikoista ja asetusten vaihtamisesta johtuvat alasajoajat, (KUVIO 7) näyttää esimerkki laskun. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.)

$$\text{Esimerkki} = \frac{\text{käyntiaika}}{\text{netto käyntiaika}} = \frac{300\text{min}}{400\text{min}} = 0,75 \times 100\% = 75\%$$

KUVIO 7. Käytettävyyden mittaaminen (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014)

5.2 Equipment

Equipment (suorituskyky) mittaa prosessin ulostuloa. Prosessille on määritelty käyntiajan puitteissa tavoiteulostulo. Alentunut käyntinopeus ja seisokit pienentävät todellista ulostuloa, (KUVIO 8) on esimerkki suorituskyvyn mittaamisesta. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.)

$$\text{Esimerkki} = \frac{\text{todellinen ulostulo}}{\text{suunniteltu ulostulo}} = \frac{12\,000 \text{ osaa}}{20\,000 \text{ osaa}} = 0,60 \times 100\% = 60\%$$

KUVIO 8. Suorituskyvyn mittaaminen (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014)

5.3 Efficiency

Efficiency (laatu) mittaa tuotettavien kappaleiden laatua. Prosessin tuottamasta todellisesta ulostulosta poistetaan kappaleet, jotka eivät täytä laatuvaatimuksia. Laatua mitattaessa mitataan määrää, minkä prosessi tuottaa ensimmäisellä kerralla oikein. (KUVIO 9) esittää laadun laskemisen. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.)

$$\text{Esimerkki} = \frac{\text{hyvä ulostulo}}{\text{todellinen ulostulo}} = \frac{9\,000 \text{ osaa}}{12\,000 \text{ osaa}} = 0,75 \times 100\% = 75\%$$

KUVIO 9. Laadun mittaaminen (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014)

5.4 OEE:n käyttäminen työssä

OEE-luku saadaan kolmen mittarin tulona. OEE-dataa prosessoidessa on huomioitava sen kokonaisuus. Tarkasteltaessa vain yhtä mittaria, esim. käytettävyyttä saattaa saada kuvan, että prosessi on tehokas. Tarkasteltaessa koko OEE-luku prosessin tehokkuus laskeekin huomattavasti. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.)

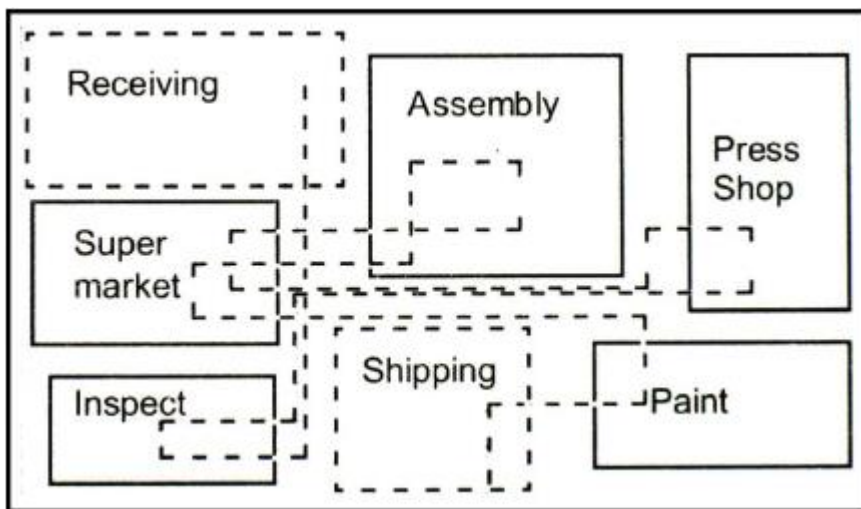
Opinnäytetyön laajuudesta johtuen OEE:sta ei käytetä kaikkia mittareita. Mittareiden käyttäminen toteutetaan arvovirtakuvauksen yhteydessä ja mittareita käytetään prosessien päälaitteille. Käytettäviksi mittareiksi valittiin käytettävyys ja suorituskyky (engl. Uptime). Laadun mittaaminen on laitteille vai-

keaa, koska osa virheistä huomataan vasta jatkoprosesseissa. Mittareiden tulokset esitetään arvovirtakuvauksen yhteydessä.

OEE-luvut (käytettävyys ja suorituskyky) mitataan työn pääprosesseille, joita ovat arvovirtakuvauksen lähtöprosessit (Selco-, Giben- ja Selco EB95-sahat) ja listoituskoneet (konelinja, Homag 1p ja 2p). Täydellistä OEE-lukua ei siis saavuteta, mutta käytettävät mittarit antavat kuitenkin hyvää lisäinformaatiota arvovirtakuvaukseen. Arvovirtakuvauksissa laitteiden tunnusluvut ovat merkitty englanninkielisin termein. Cycle time (jaksonaika) mittaa ajan mikä, kuluu yhden valmiin osan valmistukseen. Changeover (vaihtoaika) mittaa ajan, mikä kuluu viimeisestä valmiista kappaleesta ensimmäiseen uuteen osaan. Uptime (ylhäällä olo) mittaa laitteen todellisen käyntiajan. Inventory (varasto) kertoo laitteen päivittäisen tuotemäärän. Match Run (käyntiaika) mittaa laitteen todellisen käyntiajan, mistä on vähennetty koneseisokit ja lakisääteiset tauot. (Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma, 2014.)

6 SPAGETTI-KAAVIO

Spagetti-kaavio (KUVIO 10) on työkalu, jolla havainnollistetaan tuotteen, työntekijän tai materiaalien liikkumista tehtaalla tai kokonaisprosessin sisällä. Kaavio havainnollistaa turhat liikkeet tuotannossa.



KUVIO 10. Spagetti-kaavio (Bicheno 2004, 77)

Spagetti-kaaviolla kuvataan usein työntekijän liikkumista kokoonpanoprosessissa. Kokoonpanoprosessissa voidaan arvioida varastojen ja työkalujen sijoittelamista tuotantotilan layoutissa. (Bicheno 2004, 77.)

Opinnäytetyössä spagetti-kaaviolla tuettiin arvovirtakuvausta ja mallinnettiin moni vaiheisten tuotteiden liikkumista tuotannossa, spagetti-kaavio nykytuotannosta liitteenä (LIITE 6). Kaavio sovitettiin levyosavalmistuksen layoutiin, joten virrat saatiin vastaamaan todellisuutta. Kaavio antaa tuotekohtaista tietoa liikkumista, Kaaviosta nähdään, että joillakin tuotteilla havaitaan edestakaista liikkumista, mikä ei ole ideaalia.

Tavallisten vaakalevyjen reitti on merkitty punaisella viivalla. Tuotanto lähtee levyvarastosta, mistä levynippu viedään Selco-sahalle. Nippu sahataan, minkä jälkeen vaakalevyaihiot siirretään suoraan konelinjaan tai välivarastoon. Konelinjalla vaakalevyt tapitetaan ja listoitetaan, minkä jälkeen ne ovat valmiita. Normaaliin vaakalevyjen tuotanto sisältää kaksi työvaihetta.

Kosteudenkestävät vaakalevyt voidaan sahata joko Selco-sahalla tai Giben-sahalla. Kuvion reitti on piirretty kulkemaan Giben-sahan läpi. Tuotteiden matka alkaa levyvarastosta, mistä levynippu siirretään sahalle ja suoritetaan sahaus. Aihiot sahataan soiroiksi, minkä jälkeen ne siirretään suoraan listoitukseen tai odottamaan sitä. Listoituksen jälkeen vaakalevysoivot viedään vanhanpuolen tehtaaseen, missä ne paloitetellaan. Paloittelun jälkeen vaakalevyt muovitetaan ja siirretään takaisin osavalmistustehtaaseen, missä ne tapitetaan. Valmiiden kosteudenkestävien vaakalevyjen tuotanto sisältää neljä työvaihetta, sekä lisäksi kuljettamista ja pakkaamista.

Vertaillessa tavallisten (punainen viiva) ja kosteudenkestäviä (vihreä viiva) vaakalevyjen kulkua virtauksessa huomaa suuren eron, vaikka tuotteet ovatkin samanlaisia lukuun ottamatta materiaalia. Erona on myös normaalien vaakalevyjen suurempi menekki. Pienempimenekkisille tuotteille on jouduttu hakemaan vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä, jotta levyvalmistuksen kapasiteetti riittää palvelemaan asiakkaan (kokoonpano) tarpeita. Tämä asia tuli esille jo perehtyessä yritykseen lean-filosofian avulla (kts.3.3).

Kaaviosta saadun informaation avulla nähdään turhat edestakaiset liikkeet, mitkä voidaan karsia. Nykytuotannon kaaviosta pyrittiin poistamaan turha liikkuminen ja reittejä pyrittiin selkeyttämään ja niitä hyödynnettiin tulevaisuuden arvovirtakuvauksen suunnittelussa.

8 LOPPUPOHDINNAT

Opinnäytetyön aikana oma osaaminen lean-filosofiasta kasvoi huomattavasti, lisäksi lean-työkalujen (VSM, KNL ja Spagetti) soveltamisen mahdollisuuden ymmärsi käytännössä. Opinnäytetyötä tehdessä leanin mahdollisuuden tuotantoyksiköiden parantamisessa ymmärsi selkeästi ja sen vaikutukset teoreettisellakin tasolla ovat huomattavat. Työn käytännönpuoli opetti laajaa tietoutta toimialan laitteista ja niiden kehityksestä, lisäksi nykytilaa kartoittaessa tuotantolaitteiden tunnusluvut (kts.kpl 5) ja niiden muodostumisen ymmärsi vasta mittauksia suorittaessa.

Opinnäytetyö täytti tavoitteet nykytuotannon kartoittamisen osalta, lisäksi tulevaisuuden tuotantomalli parantaa tuotantoprosessin lean-toimintatavan mukaiseksi. Tulevaisuuden arvovirtakuvaus antaa yritykselle selkeitä ideoita levyosavalmistuksen uudelleensuunnitteluun.

Opinnäytetyön tuloksena saadut arvovirtakuvaukset on otettu yrityksessä käyttöön ja välitetty eteenpäin laitetoimittajalle, joiden kanssa yhteistyössä suunnitelmien toteutusta sovelletaan yrityksen resursseihin ja tuotannonprosessin parantaminen aloitetaan.

LÄHTEET

Liker, J. 2011. Toyotan Tapaan. 2. painos. Jyväskylä: Bookwell Oy.

Rother, M. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Bookwell Oy.

Womack, J., Jones D. 1996. Lean Thinking. Glasgow: Caledonian International Book Manufacturing.
Lean Enterprise Institute. Principles of lean. Saatavissa:
<http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>. Viitattu 22.9.2015.

Topi-Keittiöt Oy. Saatavissa: <http://www.topi-keittiot.fi/> Viitattu 25.11.2015.

Bicheno, John. *The new lean toolbox: toward fast, flexible flow*. Third Edition. Buckingham: PICSIE Books. 2004 (2000).

Penope Oy. Saatavissa: <http://www.penope.fi> Viitattu: 18.1.2016.

Biesse Group. Saatavissa: <http://www.biesse.com/> Viitattu 18.1.2016.

Quality Knowhow Karjalainen Lean Six Sigma-materiaali. 2014.

Selco-nykytilan arvovirtakuvaus

Giben-nykytilan arvovirtakuvaus

EB-95-nykytilan arvovirtakuvaus

Massatuotannon tulevaisuuden arvovirtakuvaus

Ovi-tuotannon tulevaisuuden arvovirtakuvaus

Vaakalevyjen Spagetti-kaavio