

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus

Leevi Haataja

KONEPAJAN TUOTANNON PARANTAMINEN

Opinnäytetyö
Tammikuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2019
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Leevi Haataja

Nimeke
Konepajan tuotannon parantaminen

Toimeksiantaja
Tehokoneistus Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli konepajan tuotannon parantaminen. Työn tavoitteena oli perehtyä toimeksiantajayrityksen yhden työpisteen tuotantoprosessiin ja kerätä tietoja eri tuotteiden valmistusprosesseista. Tietojen pohjalta valittiin kaksi tuotetta, joille tehtiin arvovirtakuvaukset.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla kirjallisuuteen leanista ja tutkimalla eri lähteitä. Työn aikana tuotannosta kerättiin tietoja käyttäen työaikaseurantalomakkeita. Tämän avulla yrityksen yhden työpisteen kahden tuotteen tuotantoprosessista valmistui VSM, arvovirtakuvaus. Lisäksi työpisteestä tehtiin spagettikaaviot, jotka kuvaavat työntekijän liikkeitä. Spagettikaavioita valmistui kaksi: toinen kaavio kuvaa työntekijän liikkeitä nykytilanteessa ja toinen työntekijän liikkeitä myöhemmin toteutettavan layout-muutoksen jälkeen.

Tuotannon tarkastelussa suurimmaksi ongelmakohdaksi osoittautui työpisteen valmistelu työtä varten, eli asetusten tekeminen. Tähän vaikutetaan myöhemmin layout-muutoksen avulla, jolloin asetusten tekeminen nopeutuu. Tätä varten tehtiin työohjepohja yhdessä yrityksen työntekijöiden kanssa.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 4
Liitesivumäärä 4

Asiasanat

lean, prosessi, arvovirtakuvaus, spagettikaavio



THESIS
January 2019
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Leevi Haataja

Title
Improvement of Workshop Production

Commissioned by
Tehokoneistus Oy

Abstract

The subject of this thesis was the improvement of workshop production. The aim of this work was to get acquainted with the production process at one of the commissioning company's workstations and gather information about the manufacturing process of different products. Based on this information, two products were selected for making value stream maps.

The thesis started with studying Lean literature and different sources. Information about production was gathered with working hours monitoring forms. Two value stream maps (VSM) were created for the two chosen products, which are manufactured at one workstation. In addition, two spaghetti diagrams were made from the workstation to describe the employee movement. One diagram describes the employee movement in the present situation, and the other one describes the movement after the layout change.

The survey of production showed that the biggest problem was preparing the workstation for work. This will be affected by the layout change that will speed up the process. A work instruction form was made for this purpose together with the company's employees.

Language

Finnish

Pages 40

Appendices 4

Pages of Appendices 4

Keywords

Lean, process, value stream map, spaghetti diagram

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Toimeksiantajan esittely	5
1.2	Toimeksianto ja rajaus	6
2	Lean	7
2.1	Leanin historiaa	7
2.2	Leanin määritelmä	9
2.3	Leanin 14 periaatetta	10
2.4	JIT ja jidoka - leanin peruspilarit	11
2.5	Arvo	12
2.6	Hukka - Muda, Mura ja Muri.....	13
2.7	Kaizen.....	15
3	Lean työkalut	16
3.1	Arvovirtakuvaus - VSM	16
3.2	5S	17
3.3	Kanban – Imuohjaus.....	18
3.4	Gemba.....	18
3.5	Spagettikaavio	18
4	Prosessi	19
5	Tuotannon seuranta.....	20
5.1	Työajanseuranta	21
5.2	Valmistusprosessi työpisteellä	22
5.3	Ongelmakohdat	23
6	Arvovirtakuvaus	25
7	Spagettikaaviot työpisteestä	27
8	Työohjeiden kerääminen.....	29
9	Työpiste layout-muutoksen jälkeen.....	30
10	Parannusehdotukset.....	32
10.1	5S:n käyttöönotto.....	32
10.2	Mittavälineiden varauslaput	33
11	Pohdinta.....	34
	Lähteet.....	36

Liitteet

Liite 1	Työaikaseuranta lomake
Liite 2	Työaikaseuranta Excel-taulukko
Liite 3	Yrityksen prosessikuvaus
Liite 4	Työohjepohja

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on konepajan toiminnan parantaminen. Opinnäytetyössä perehdyttiin Tehokoneistus Oy:n yhden keskeisen työpisteen tuotantoprosessiin ja luotiin arvovirtakuvaus. Arvovirtakuvauksen tarkoituksena on havaita tuotannossa esiintyvää turhaa työtä, joka ei tuota tuotteelle arvoa. Kun ongelma on havaittu, voidaan tuotantoa kehittää tuottavampaan ja parempaan suuntaan. Tällöin toiminnasta saadaan yritykselle kannattavampaa ja turhaa työtä saadaan vähennettyä.

Opinnäytetyössä käsitellään lean-ajattelun historiaa ja sen periaatteita. Lisäksi käydään läpi leanin menetelmiä ja esitellään leaniin liittyviä työkaluja.

1.1 Toimeksiantajan esittely

Tehokoneistus Oy on Suonenjoella toimiva vuonna 2010 perustettu lastuavaan työstöön erikoistunut alihankintakonepaja (kuva 1). Tehokoneistuksen päätoimialana on laitteiden ja koneiden osien valmistus. Tuotteita valmistetaan sopimuksen mukaan yksittäiskappaleista suuriin sarjoihin asti. (Tehokoneistus Oy 2018.)



Kuva 1. Tehokoneistus Oy (Kuva: Leevi Haataja).

Tehokoneistuksen konekantaan kuuluu viisi CNC-sorvia ja kaksi CNC-jyrsinkonetta. Lisäksi on muuta konepajan kalustoa, muun muassa Tehokoneistuksen toisessa toimipisteessä on manuaalisorvi- ja jyrsinkone. Kesäkuussa 2015 Tehokoneistukselle myönnettiin ISO 9001 -standardin mukainen sertifiikaatti laadunhallintajärjestelmästä. (Tehokoneistus Oy 2018.)

1.2 Toimeksianto ja rajaus

Sain työpaikallani toimeksiannoksi konepajan tuotannon parantamisen. Tavoitteena oli perehtyä tuotantoprosessiin ja parantaa sitä, jolloin tuotantoa saataisiin kehitettyä ja nopeutettua. Opinnäytetyön aihetta mietittäessä yrityksessä oli meillä ELY-keskuksen rahoittama hanke toiminnan ja tuotannon kehittämiseksi. Yhtenä tehtävänä oli luoda arvovirtakuvaus (VSM) tuotantoprosessista ja analysoida tätä prosessia. Idea arvovirtakuvauksesta tuli ulkopuoliselta konsultilta. Prosessista luotiin nykytilakuvaus, josta ilmenee prosessin nykytilanne ja kehittämiskohteet. Tarkoituksena oli tuoda arvovirtakuvaus työkaluksi yritykselle.

Arvovirtakuvaus luotiin yhdelle työstökoneelle, Mori Seiki NL2500 SY CNC - sorville. Mori Seiki NL2500 SY valikoitui tarkasteltavaksi kohteeksi yhdessä toimitusjohtaja Kimmo Koivistoisen kanssa. Kyseisellä työstökoneella tehdään pääosin tuotteita yhdelle yrityksen suurelle asiakkaalle. Tuotantoprosessin arvoa tuottava työ tehdään tällä työstökoneella, jonka tietoja kerättiin työntekijöiltä työaikaseuranta lomakkeilla (liite 1). Keräsin tietoa myös omatoimisesti.

2 Lean

2.1 Leanin historiaa

Leanin perustana on Toyotan tuotantojärjestelmä (Toyota Production System), josta käytetään myös lyhennettä TPS. TPS on Toyotan tehtaiden oma tuotantofilosofia. TPS:n keksijänä pidetään Taiichi Ohnoa, joka aloitti Toyotalla vuonna 1932 ja kehitti uransa aikana Toyotan tuotantofilosofiaa noin 60 vuoden ajan. Vuonna 1978 julkaisemassaan teoksessa ”Toyota Production System: Beyond Large Scale”, Ohno kuvaa TPS:n ajatusta seuraavasti: ”Tarkastelemme asiakkaalta saadun tilauksen ja maksun saamisen välistä aikaa. Karsimme jatkuvasti arvoa tuottamattomia toimintoja, jotta pystymme lyhentämään aikataulua”. (Modig & Åhlström 2013, 78.)

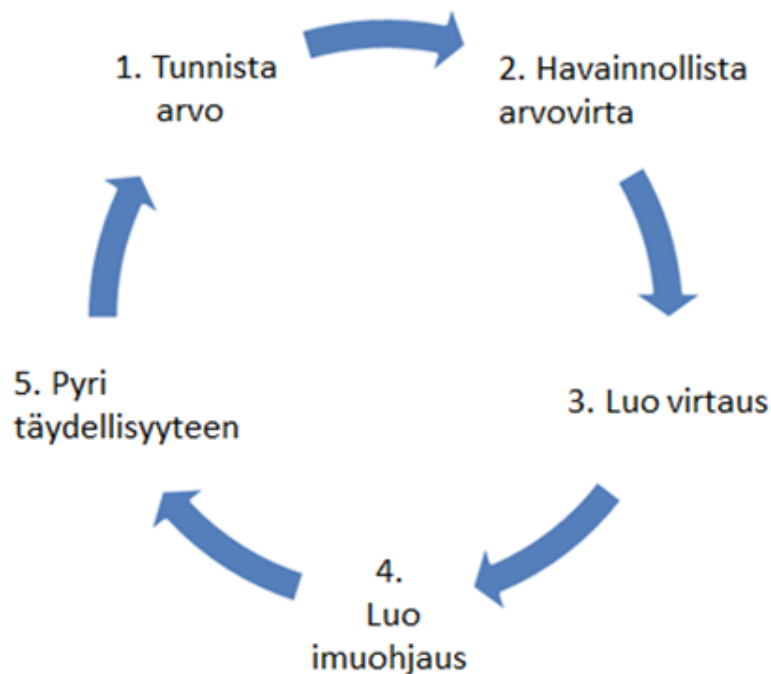
TPS ei ole vain japanilainen keksintö, vaan se on yhdistelmä monista muista ja vanhemmista ideoista. Muun muassa Fordin tehtaissa käytössä ollut katkeamaton virtaus loi pohjaa TPS:n syntymiselle. (Six Sigma, 2018a.)

Ensimmäisen kerran käsitettä *lean production* käytti John Krafcik artikkelissaan ”Lean-tuotantojärjestelmän riemuvoitto” vuonna 1988. Siinä hän vertasi Toyotan ja muiden autonvalmistajien tehtaiden tuottavuutta, sekä tuotantojärjestelmiä. Aiemmin uskottiin, että on tuotettava paljon ja käytettävä uusinta tekniikkaa, mutta Krafcik osoitti, että tuottavuutta ei saa pelkästään tällaisella ”järeällä” tuotantojärjestelmällä. TPS edusti ”haurasta” tuotantojärjestelmää, sillä sen tehtaissa pidettiin varastot pieninä, eikä tuotteita tuotettu, kuten muiden valmistajien tehtaissa. Toyota ei myöskään käyttänyt uusinta tekniikkaa tuotannossaan. Krafcik kuitenkin osoitti, että Toyotan ”hauras” tuotantojärjestelmä kykeni tuottamaan hyvin ja hyvää laatua. Krafcikin mielestä sana ”hauras” oli liian negatiivinen, joten hän antoi tuotantojärjestelmälle nimeksi lean. (Modig & Åhlström 2013, 78-79.)

Länsimaissa tutkijat kiinnostuivat Toyotasta Krafcikin artikkelin jälkeen. Yhdysvalloissa MIT:ssä Krafcikin huomioita Toyotasta kehitettiin International Motor

Vehicle Program (IMVP) -tutkimusohjelmassa. Tutkimusohjelman pohjalta MIT:n professorit julkaisivat vuonna 1990 kirjan ”The Machine that Changed The World”. Kirjassa James P. Womack, Daniel T. Jones ja Daniel Roos kuvaavat laajasti omia näkemyksiään lean-tuotannosta. Heidän mukaansa leanin neljä periaatetta ovat: tiimityö, viestintä, resurssien tehokas hyödyntäminen ja hukan poistaminen, sekä jatkuvat parannukset. (Modig & Åhlström 2013, 79.)

”The Machine that Changed The World” -julkaisun jälkeen Womack ja Jones ovat jatkaneet lean-käsitteen kehittämistä. Kuusi vuotta myöhemmin julkaistiin ”Lean Thinking”, jossa Womack ja Jones antavat ohjeita yrityksille, jotka haluavat alkaa toteuttamaan leania. Kirjan viiden uuden periaatteen avulla yritykset voivat alkaa toteuttamaan leania. Periaatteiden (kuva 2) avulla organisaatiot voivat tuoda leanin mukaan toimintaansa ja parantaa prosessiensa virtausta. (Modig & Åhlström 2013, 79-80.)



Kuva 2. Periaatteet leanin toteuttamiseksi yrityksessä (Kuva: Lean Enterprise Institute 2018).

Modig ja Åhlström (2013, 80) avaavat kirjassaan viittä periaatetta leanin toteuttamisesta seuraavasti:

1. "Määritä arvo lopullisen asiakkaan näkökulmasta." (Modig & Åhlström 2013, 80).
2. "Tunnista kaikki virtauksen vaiheet ja poista ne, jotka eivät tuota arvoa (hukka)." (Modig & Åhlström 2013, 80).
3. "Järjestä arvoa tuottavat vaiheet niin, että tuote virtaa sujuvasti asiakasta kohti." (Modig & Åhlström 2013, 80).
4. "Kun virtaus on valmiina, anna asiakkaiden "vetää" arvoa ylävirtaan." (Modig & Åhlström 2013, 80).
5. "Kun nämä neljä vaihetta on tehty, prosessi alkaa alusta ja jatkuu, kunnes on päästy tilanteeseen, jossa tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa." (Modig & Åhlström 2013, 80).

2.2 Leanin määritelmä

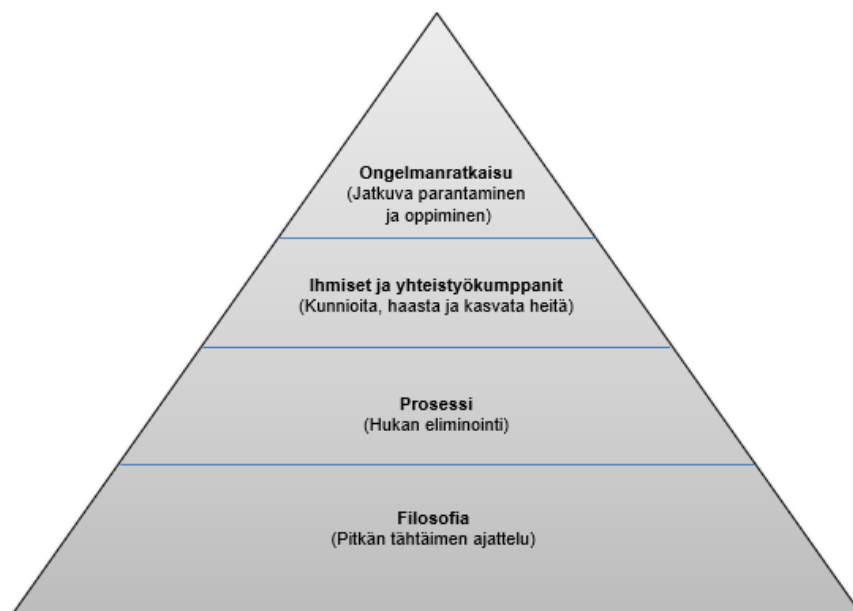
Lean on sitä, että tuottamisessa hyödynnetään laatujohtamisesta peräisin olevia periaatteita. Tärkeintä on keskittyä kokonaisuuteen ja tehostaa toimintaa sen sisällä. Tavoitteena ja lähtökohtana on, että tuottaja pystyy käytössä olevalla kapasiteetilla tuottamaan parasta mahdollista arvoa asiakkaalle. Tällöin sekä asiakkaan, että tuottajan tarpeet saadaan tyydytettyä. Yrityksien ja organisaatioiden päämääränä on tuottaa arvoa asiakkailleen ja itselleen. (Six Sigma, 2018b.)

Läpimenoaika, eli Lead Time, on työn tekemiseen kulunut aika. Läpimenoaika koostuu kahdesta erilaisesta ajasta: toinen aika on arvoa tuottava, kun taas toinen aika on arvoa tuottamaton. Asiakkaat ovat valmiita maksamaan arvoa tuottavasta ajasta, kun taas arvoa tuottamaton aika ei tuota tuotteelle lisäarvoa. Arvoa tuottamaton aika pitää sisällään muun muassa liikuttelua, varastointia ja odottelua. Virtaustehokkuus tai prosessin jaksoajan tehokkuus saadaan läpimenoajan ja arvoa tuottavan ajan suhteesta. (Six Sigma, 2018b.)

Leanin keskeinen tavoite on saada lyhennettyä läpimenoaikaa poistamalla hukkaa, jolloin virtaustehokkuutta saadaan kasvatettua. Kun läpimenoaika pidentyy, kuluu enemmän aikaa arvoa tuottamattoman työn tekemiseen. Tällöin arvon tuottaminen asiakkaalle vähenee. Kun resursseja on keskitetty arvoa tuottamattomaan työhön, laskee myös työn tuottavuus. (Six Sigma, 2018b.)

2.3 Leanin 14 periaatetta

Jeffrey K. Liker on tutkinut Toyotan toimintaa kahdenkymmenen vuoden ajan. Tutkimustensa perusteella hän on jakanut Toyotan tavan 14 periaatteeseen, jotka ovat Toyotan tuotantojärjestelmän ja leanin perusta. Nämä periaatteet Liker on jakanut neljään luokkaan, jotka on kuvattu kuvassa 3 pyramidimallina. (Liker 2010, 6.)



Kuva 3. Toyotan periaateluokat (Kuva: Liker 2010, 6).

Filosofia

1. ”Tee päätökset pitkän tähtäimen filosofian pohjalta, mutta myös lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella.”. (Liker 2010, 37.)

Prosessi

2. "Luo jatkuva prosessin virtaus tuodaksesi ongelmat esille."
3. "Käytä imujärjestelmiä välttääksesi ylituotantoa."
4. "Tasapainota työmäärää."
5. "Luo kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmia, jotta laatu saataisiin kuntoon heti ensimmäisellä kerralla."
6. "Standardoidut tehtävät ovat jatkuvan parantamisen ja työntekijöiden sitouttamisen perusta."
7. "Käytä visuaalista ohjausta, jotta ongelmat eivät jää piiloon."
8. "Käytä ainoastaan luotettavaa, perusteellisesti testattua teknologiaa, joka palvelee ihmisiä ja prosesseja." (Liker 2010, 37-39.)

Ihmiset ja yhteistyökumppanit

9. "Kasvata johtajia, jotka ymmärtävät työn perusteellisesti, noudattavat filosofiaa ja opettavat sitä muille."
10. "Kehitä poikkeuksellisen etevä ihmisiä ja ryhmiä, jotka noudattavat yrityksen filosofiaa."
11. "Kunnioita yhteistyökumppaneilla ja alihankkijoilla laajennettua verkostoa tarjoamalla heille haasteita ja auttamalla heitä kehittymään." (Liker 2010, 39-40.)

Ongelmanratkaisu

12. "Mene itse paikan päälle, jotta ymmärrät tilanteen perusteellisesti."
13. "Tee päätöksiä hitaasti yksimielisyyden pohjalta kaikkia vaihtoehtoja perusteellisesti harkiten ja toteuta päätökset nopeasti."
14. "Tee yrityksestäsi oppiva organisaatio väsymättömän arvioinnin ja jatkuvan parantamisen kautta." (Liker 2010, 40.)

2.4 JIT ja jidoka - leanin peruspilarit

Leanin peruspilarit ovat peräisin Toyotan tuotantojärjestelmästä. Nämä kaksi peruspilaria ovat jidoka ja JIT, joiden varaan TPS on rakennettu. (Liker 2010, 23.)

Jidoka on järjestelmä ongelmien havaitsemiseen. Jos laite vikaantuu, tai tuotantolinjalla havaitaan laatuvirhe, tuotanto pysäytetään. Työntekijät pystyvät tällöin havaitsemaan ongelman ja korjaamaan sen. Samalla estetään huonojen tuotteiden pääsy prosessin läpi ja ylläpidetään asiakkaalle tuotettujen tuotteiden laatu. (Toyota Motor Corporation 2018.) Jidokassa tuotanto on osittain automatisoitua ongelmien havaitsemiseen ja tuotannon pysäyttämistä varten. On tehokkaampaa ja edullisempaa havaita laatuongelmat välittömästi, kuin joutua korjaamaan virheet myöhemmin. (Liker 2010, 130.)

JIT (just-in-time, juuri oikeaan aikaan) tarkoittaa, että tuotetaan sitä mitä tarvitaan, silloin kun tarvitaan ja juuri oikea määrä. Tuotanto aloitetaan, kun asiakas on tilannut tuotteen, eikä tuoteta mitään ylimääräistä (Liker 2010, 23). Näin saadaan vähennettyä varastojen määrää ja samalla pienennettyä niitä niin paljon kuin on mahdollista (Liker 2010, 32). JIT vaatii virheetöntä tuotantoprosessia. Tämä tarkoittaa, että tuotannossa ei saa olla virheellisiä tuotteita eikä väärään aikaan toimitettuja tuotteita. Lisäksi tuotantosunnitelman on oltava sujuva ja joustava, jotta kyetään reagoimaan vaihteluun tuotannossa. (Liker 2010, 23.)

JIT:n tehtävä on pitää virtaus liikkeessä, kun taas jidokan tehtävä on pysäyttää virtaus tarvittaessa. Voidaan sanoa, että nämä ovat toistensa vastakohtat. Ne kuitenkin täydentävät toisiaan, sillä molemmat auttavat tuottamaan parempia tuotteita vähemmillä kustannuksilla. JIT nähdään usein hyvänä ja jidoka pahana, mutta molemmat ovat yhtä tärkeitä hyvälle tuotantojärjestelmälle. (Roser, 2018)

2.5 Arvo

Arvo on jotain, mistä asiakas on valmis maksamaan. Arvon määrittelee siis asiakkaan tarve (Modig & Åhlström 2013, 24). Tuotannossa tuotteen arvo muodostuu, samalla kun itse tuote muodostuu. Tämä tapahtuu esimerkiksi työpisteellä, koneella tai laitteella. (Piirainen 2014.)

Asiakkaan on maksettava yritykselle tuotteesta enemmän, kuin tuotteen valmistaminen on maksanut, tästä erotuksesta muodostuu kate. Katteen on oltava

positiivinen, vain silloin on yrityksen liiketoiminta kannattavaa. (Piirainen, 2014.) Tästä voidaan osoittaa viisi keinoa parantaa yrityksen kannattavuutta:

1. ”enemmän arvoa (hintaa) samoilla panoksilla (samalla kustannuksella)”
2. ”sama arvo pienemmillä panoksilla”
3. ”enemmän arvoa pienemmillä panoksilla”
4. ”paljon enemmän arvoa hieman kasvavilla panoksilla”
5. ”vähemmän arvoa paljon vähemmällä panoksilla” (Piirainen, 2014.)

2.6 Hukka - Muda, Mura ja Muri

Hukalla tarkoitetaan valmistusprosessissa tehtävää turhaa ja tuottamatonta työtä, joka ei tuota arvoa tuotteelle ja asiakkaalle. Lean-ajattelu pyrkii minimoimaan hukan, jolloin läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä, kun ylimääräinen lisäarvoa tuottamaton toiminta poistetaan. (Liker 2010, 28.)

Hukka voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan, jotka ovat japaniksi muda (hukka), mura (epätasapaino), sekä muri (ylikuormitus). Yleisimmin näistä tunnetuin on muda, jonka vähentämiseen leanissa yleensä keskitytään. Tämä johtuu siitä, että muda on näistä kolmesta hukan luokista kaikkein helpoin käsittää. (Piirainen 2014.)

Toyota on jakanut tunnistamansa hukan, eli mudan, seitsemään eri päätyyppiin. Liker on lisännyt mukaan myös kahdeksannen hukkatyyppin:

1. Ylituotanto. Valmistetaan ylimääräisiä tuotteita varastoon, jolloin syntyy ylimääräisiä henkilöstökuluja sekä varasto- ja kuljetuskustannuksia. (Liker 2010, 28.)

2. Odottelu. Seurataan automatisoitua konetta, odotetaan työtä saapuvaksi edellisestä työvaiheesta tai odotetaan toimituksia. Erilaisista ongelmista johtuva aika, jolloin ei ole työtä tehtäväksi. (Liker 2010, 28.)

3. Tarpeeton kuljettelu. Turha keskeneräisten tai valmiiden tuotteiden siirtely paikasta toiseen varastojen ja prosessien välillä. (Liker 2010, 29.)

4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely. Tuotetaan laadultaan parempia tuotteita, kuin mitä asiakas haluaa. Käytetään aikaa ja resursseja ylimääräiseen työhön. Huonosta työkalusta tai heikosta tuotesuunnittelusta johtuva keho tuotanto. (Liker 2010, 29.)

5. Tarpeettomat varastot. Raaka-aineiden, keskeneräisten- tai valmiiden tuotteiden liiallinen varastointi. Tarpeeton varastointi sitoo turhaa pääomaa. (Liker 2010, 29.)

6. Tarpeeton liikkuminen. Kaikki turha työntekijöiden liike, joka ei lisää tuotteelle arvoa, esimerkiksi työkalujen etsiminen, osien hakeminen ja kävely. (Liker 2010, 29.)

7. Viat. Virheellisten tuotteiden tuottaminen, tai niiden korjaaminen. Pois heittäminen ja korvaavan tuotteen tuottaminen ovat hukkaan heitettyä aikaa. (Liker 2010, 29.)

8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Ei oteta huomioon työntekijöiden ideoita, ajatuksia, taitoja tai parannusehdotuksia. (Liker 2010, 29.)

Mura, eli epätasapaino, havaitaan kaikissa toiminnoissa, kuten linjassa tai työsuorituksessa. Epätasapaino johtuu kysynnän ja tuotteen muodostumisajan vaihtelusta, joka ilmenee hukkana systeemissä. Systeemissä on aina vaihtelua, jonka takia täydellistä tasapainoa ei voida saada aikaan (Piirainen 2014). Mura aiheuttaa mudaa, sillä tuotannon epätasapaino vaikuttaa prosesseihin ja työntekijöihin synnyttäen varastoja ja muuta hukkaa (Earley 2018).

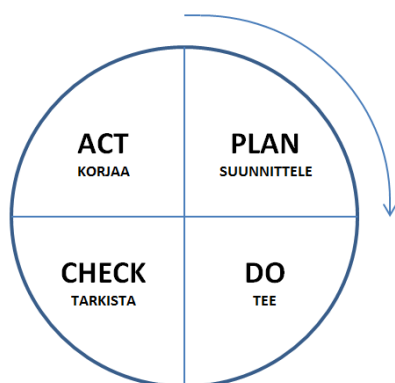
Muri on tarpeetonta ylikuormitusta, joka kohdistuu työntekijöihin ja prosesseihin. Ylikuormituksen aiheuttaa tuotannon epätasapaino, eli mura. Lisäksi muria aiheuttaa epäkohdat systeemissä, kuten huonosti suunniteltu työpiste, väärät

työkalut, huono perehdytys ja epätarkat työohjeet (Earley 2018). Työntekijöiden ylikuormittaminen aiheuttaa turvallisuus- ja laatuongelmia (Liker 2010, 114).

2.7 Kaizen

Kaizen on japania ja tarkoittaa jatkuvaa parantamista. Jatkuva parantaminen on strategia, jossa sitoutetaan työntekijät jokaisella yrityksen tasolla jatkuvasti parantamaan tuotantoprosessia ja tällä tavalla poistamaan hukkaa. (Liker 2010, 23.) Kehittämällä yrityksen prosessien laatua ja toimivuutta, myös sen toiminta ja kannattavuus paranevat (Kouri 2010, 14). Kaizen on toimintasuunnitelma ja myös filosofia. Toimintasuunnitelmana kaizen on tapahtumien järjestämistä, joissa keskitytään tiettyjen alueiden kehittämiseen yrityksessä. Filosofiana kaizen on yrityksen kulttuurin kehittämistä niin, että kaikki työntekijät ovat mukana tekemässä parannusehdotuksia ja toteuttamassa niitä. (Vorne 2018.)

PDCA-ympyrä (plan, do, check, act) on tunnetuin jatkuvan parantamisen väline. Se on työkalu kehitystyön tekemiseen ja prosessien parantamiseen. PDCA-ympyrässä on neljä vaihetta: suunnittelu, tekeminen, tarkistaminen ja korjaaminen (kuva 4). Suunnittelussa määritetään ongelma, tai kehitettävä asia ja arvioidaan lopputulos. Näiden perusteella tehdään toteutussuunnitelma. Tämän jälkeen suunnitelma toteutetaan suunnitelman mukaan. Tarkistusvaiheessa verrataan saatuja tuloksia aiemmin tehtyihin arvioihin. Korjaamisvaiheessa toimivat asiat standardoidaan ja tarvittaessa palataan PDCA-ympyrän alkuun. (Rother 2011, 121.)

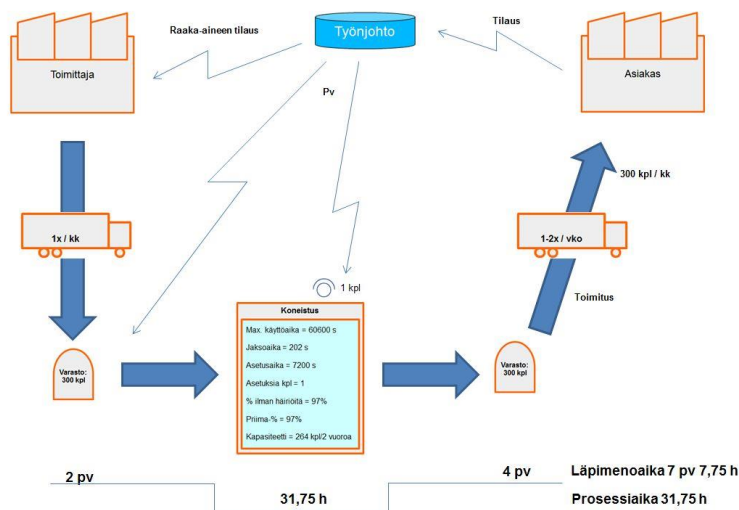


Kuva 4. PDCA-ympyrä (Kuva: Rother 2011, 122).

3 Lean työkalut

3.1 Arvovirtakuvaus - VSM

Arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping, VSM) on työkalu, joka tutkii materiaalien ja informaation virtaa tuotantoprosessin eri vaiheissa. Arvovirtakuvauksessa (kuva 5) kuvataan prosessiaikoja, sekä materiaalien ja varastojen määriä. Arvovirtakuvaus antaa kokonaiskuvan tuotantoprosessista ja sen avulla on mahdollista paikantaa parannuskohteet yksittäisissä prosesseissa. Arvovirtakuvaus on menetelmä, jolla varmistetaan prosessitason parannusyritysten yhteensopivuus prosessista toiseen siten, että ne vastaavat organisaation tavoitteita ja palvelevat asiakkaiden vaatimuksia. (Rother 2011, 24-25.)



Kuva 5. Esimerkki arvovirtakuvauksesta (Kuva: Mukailleen Torkkola 2015, 132).

Arvovirtakaaviossa laatikot kuvastavat prosesseja. Kolmiot merkitsevät varastoja prosessien välillä. Nuolet yhdistävät laatikoita ja kuvastavat informaatio- ja materiaalivirtoja. Lisäksi aikajanelle on merkitty läpimenoaika, sekä prosesseissa kulunut aika. (Liker 2010, 275.) Arvovirtakuvauksella saadaan kuvaus nykytilasta ja sen ongelmakohtista. Tämän jälkeen voidaan tehdä arvovirtakuvaus tavoitetilasta, johon pyritään. (Torkkola 2015, 133.)

3.2 5S

5S on työympäristön organisointimenetelmä ja yksi leanin perustyökaluista. 5S:n avulla työpiste tai tuotantolinja organisoidaan toimivaksi ja poistetaan hukkaa, jolloin virtaus nopeutuu ja läpimenoaika lyhenee. Tarkoituksena on poistaa virtauksen esteitä ja järjestellä työpiste siinä tehtävää työtä varten. (Väisänen 2013.) Jotta 5S saadaan toteutettua, on jokaisen työntekijän osallistuttava työympäristönsä järjestelyyn, siivoukseen ja siisteyden ylläpitämiseen (Kouri 2010, 27). 5S pitää sisällään viisi vaihetta, jotka on esitetty alla olevassa kuviossa 1.

5S vaiheet	
Lajittelu (Seiri)	"Lajittele työkalut, materiaalit ja muut tavarat niiden tarpeellisuuden mukaan. Poista työpisteestä ylimääräiset työkalut ja tarpeettomat materiaalit ja tavarat."
Järjestäminen (Seiton)	"Järjestä tarvittaville työvälineille tarkoituksenmukainen paikka. Välineiden omat paikat merkitään selkeästi."
Puhdistus ja huolto (Seiso)	"Puhdista ja huolla koneet ja laitteet."
Vakiinnuttaminen (Seiketsu)	"Vakiinnuta toimenpiteet. Järjestelyt ja siivous tehdään rutiininomaisesti osana työntekoa."
Ylläpito (Shitsuke)	"Ylläpidä vakiintuneita käytäntöjä. Toteutetaan vaiheita 1 - 3 jatkuvasti. Alueiden 5S-taso auditoidaan systemaattisesti."

Kuvio 1. 5S vaiheiden selitykset (Kouri 2010, 27.)

Turvallisuus (Anzen) mielletään kuudentena S:nä, mutta se ei varsinaisesti kuulu 5S-menetelmään. Toteutuneen 5S:n mukanaan tuoma siisteys ja järjestys takaavat paremmat työolot, jolloin työturvallisuus paranee ja mahdollisten vikojen ja ongelmien havaitseminen helpottuu. (Väisänen 2013.)

3.3 Kanban – Imuohjaus

Kanban-järjestelmän avulla hallitaan ja varmistetaan virtausta ja materiaalien tuotantoa. Kanban tarkoittaa korttia tai tyhjää laatikkoa, joka toimii signaalina osien tai tuotteiden tarpeesta (Liker 2010, 106-107).

Kun työntekijä saa tuotantotilauksen, hakee hän tarvitsemansa materiaalin varastosta. Varastosta lähtee tuotantotilaus varastoa täyttävälle tuottajalle, joka täydentää varastoa oikealla määrällä materiaalia. Kanban-järjestelmän ideana on siis tuottaa vain tarpeeseen. (Rother 2011, 85.)

3.4 Gemba

Gemba-kävelyssä jalkaudutaan sinne, missä työ tehdään. Gemban ideana on, että se, jonka tehtävä on tehdä muutoksia, hahmottaisi kokonaisuuden ja tutustuisi siihen itse henkilökohtaisesti. Näin hän itse näkee toiminnan paikan päällä, eikä perusta tietoaan toisten kertomaan tai raportteihin. (Torkkola 2015, 125.)

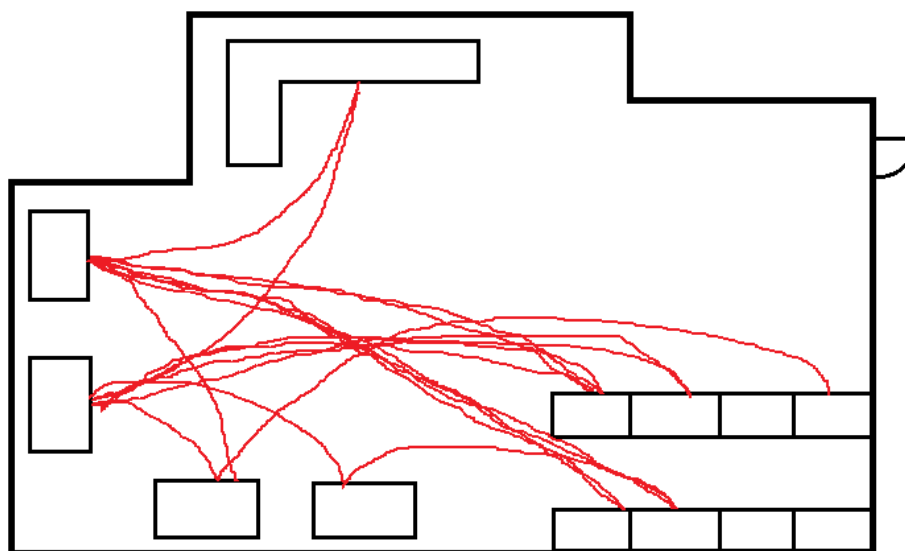
Paikan päällä toimintaa havainnoidaan kyselemällä, kuuntelemalla ja katsomalla. Tarkoituksena on luoda toiminnasta rehellinen kuva, sekä auttaa työntekijöitä ongelmanratkaisussa. Jotta gemba-kävelijä onnistuisi tehtävässään, on hänen osattava kommunikoida hyvin työntekijöiden kanssa. Kävelyn reitti kuljetaan asiakkaan näkökulmasta alusta loppuun, kunnes asiakkaan vaatimukset on täytetty. Gemba-kävelyssä nähdään, kuinka tieto kulkee eri tiimien välillä prosessin sisällä ja mitkä ovat suurimmat haasteet asiakkaan näkökulmasta. (Torkkola 2015, 125.)

3.5 Spagettikaavio

Spagettikaavio on helppo ja nopea tapa selvittää osien ja työntekijöiden etäisyyksiä työpaikalla. Tällä työkalulla määritetään se matka, joka joudutaan kulkemaan, jotta työ saadaan tehtyä. Spagettikaavion avulla voidaan analysoida etäisyyksiä

ja samalla optimoida niitä. Tuloksena voi olla nopeampi kuljetus, tai sama kuljetus vähemmällä vaivalla. (Roser, 2015.)

Yksinkertaisin tapa tehdä spagettikaavio on seurata tuotantoa ja piirtää kynällä pohjapiirustukseen kuljetut matkat. Lopputuloksena on spagettikasaa muistuttava kuva, josta on esimerkki kuvassa 6.



Kuva 6. Esimerkki spagettikaaviosta (Kuva: Leevi Haataja).

4 Prosessi

Prosessi on sarja tapahtuvia tai suoritettavia toimenpiteitä, joista saadaan tulokseksi jotakin (Sakki 2009, 15). Prosessi tarkoittaa toimintaa, jossa jotakin vietään eteenpäin. Tätä jotakin kutsutaan virtausyksiköksi, ja kulkeutuessaan eteenpäin prosessissa se jalostuu. Virtausyksikkö voi olla materiaalia (raaka-aine), informaatiota (lupahakemus) tai ihmisiä (asiakkaita). Jotta virtaustehokkuus olisi paras mahdollinen, pitäisi prosessi määrittää virtausyksikön kannalta. (Modig & Åhlström 2013, 19.)

Yleensä ajatellaan, että prosessi tarkoittaa virallisia työrutiineja ja toimintatapoja. Nämä mielletään yleensä dokumentoituina toimintoina ja tehtävinä, jotka tehdään tietyllä tavalla ja tietyssä järjestyksessä. Jokaisessa organisaatiossa on lukuisia prosesseja - virallisia ja epävirallisia - joista koostuu organisaatiossa tehty työ. Näissä prosesseissa syntyy virtaustehokkuus. (Modig & Åhlström 2013, 28-29.)

Organisaatio voi sisältää lukuisia prosesseja. Niiden määrä riippuu siitä, kuinka prosessien rajat, eli alku ja loppu, ovat organisaatiossa määritetty. Tämän lisäksi prosessien määrä riippuu käytettävästä abstraktitasosta. Korkean abstraktitason prosessi voi sisältää lukuisia toimitusketjuun kuuluvia yrityksiä ja toimijoita, jotka tuottavat ja toimittavat tuotteita asiakkaalle. Matalan abstraktitason prosessi voi koostua esimerkiksi tehtaan koneista, jotka työstävät raaka-aineen tuotteeksi. Pienet prosessit muodostavat isompia prosesseja. Organisaatioiden muutamat pääprosessit pitävät sisällään lukuisia pienempiä prosesseja. (Modig & Åhlström 2013, 29-30.)

5 Tuotannon seuranta

Heinäkuussa 2018 sovittiin toimitusjohtaja Koivistoisen kanssa, että seurannan kohteeksi valikoituu konepajassa olevan Mori Seiki NL2500 SY CNC-sorvi ja sen työpiste (kuva 7). Tarkoituksena oli seurata työstökoneen tuotantoprosessia ja kerätä prosessista tietoja. Tietojen keräys toimisi samalla tuotannon- ja työajan-seurantana, sillä sen avulla saadaan kerättyä aikaisemmin keräämätöntä tietoa. Tuotannonohjausjärjestelmään tallentuu työpisteellä tehdyn työn kokonaisaika, mutta työajanseurannan avulla selvitettiin mitä muita aikoja tähän prosessiin sisältyy.



Kuva 7. Mori Seiki NL2500 SY:n työpiste (Kuva: Leevi Haataja).

Yrityksellä oli suunnitelmassa työpisteen layout-muutos, eli muuttaa sen järjestystä vuoden 2018 lopussa. Tarkoituksena oli, että tämän opinnäytetyön aikana kerätyistä tiedoista saadaan vertailukelpoista materiaalia, jota voidaan verrata tulevaisuudessa työpisteen uudelleenjärjestelyn jälkeiseen aikaan. Näin nähtäisiin, kuinka paljon uusi järjestys on vaikuttanut prosessiin. Prosessin tietojen avulla tehtiin kahdelle tuotteelle arvovirtakuvaukset.

5.1 Työajan seuranta

Yrityksessä tuotantoa seurataan työmääräimien avulla. Jokaisen työn mukana työstökoneelle saapuu raaka-aineen mukana työmääräin, jolle työntekijä kuittaa työn aloitetuksi tuotannonohjausjärjestelmään. Kun työntekijä on saanut työn valmiiksi, hän kuittaa työmääräimelle työn lopetetuksi, sekä valmiiden kappaleiden lukumäärän. Järjestelmään tallentuu kokonaisaika, joka alkaa raaka-aineen saapumisesta ja loppuu, kun valmiit tuotteet siirretään odottamaan lähetystä asiakkaalle.

Työmääräimelle kuitattuun kokonaistyöaikaan kuuluu kuitenkin myös muita työvaiheita, joita työajan seurannalla seurattiin. Työajan seuranta varten tein lomakkeen (liite 1), joita toimitin työpisteelle. Kun työntekijä suoritti työtä, hän merkitsi lomakkeelle muita prosessin sisäisiä aikoja ja tietoja. Tehtäväni oli siirtää tiedot lomakkeista tekemääni Excel-taulukkoon (liite 2).

Seurannan aikana tietoa kertyi noin kolmestakymmenestä eri tuotteesta. Tuotekohtaisesti tiedot ovat vaihtelevia kokonaisaikojen suhteen. Kokonaisaikaan vaikuttaa hyvin pitkälti asetusten tekeminen työstökoneeseen. Asetusten tekemiseen vaikuttaa työntekijä, joka tekee asetukset, sekä jo valmiina olevat asetukset.

5.2 Valmistusprosessi työpisteellä

Yrityksen prosessikuvaus on kuvattu liitteessä 3. Tarkastellut tuotteet ovat vakio tuotteita ja tässä työssä keskitytään valmistukseen. Valmistus on keskeisin vaihe, sillä tämän työn tarkoituksena on tarkastella sen sisältämiä toimintoja.

Valmistusprosessi työpisteellä alkaa, kun raaka-aine saapuu työpisteelle ja loppuu, kun valmiit tuotteet siirretään työpisteeltä pois lähetystä varten. Materiaalin siirtelyn suorittaa yleensä tuotantokoordinaattori, joten yleensä työntekijän ei itse tarvitse tätä tehdä. Seuraavaksi on listattu toimenpiteet mitä valmistusprosessi pitää sisällään:

- raaka-aine saapuu työpisteelle
- työntekijä aloittaa työn kuittaamalla itsensä työmääräimelle tuotannonohjausjärjestelmään
- työntekijä etsii tietokoneelta koneistusohjelman ja siirtää sen työstökoneen muistiin
- työntekijä noutaa työhön sopivat leuat hyllystä ja asentaa ne työstökoneeseen
- työntekijä noutaa työhön sopivat terät ja pitimet hyllystä ja asentaa ne työstökoneeseen
- ensimmäisen kappaleen koneistaminen vaihe vaiheelta. Vaiheiden jälkeen mitataan ja tehdään korjaukset työkaluille.
- tuotantoerän valmistus
- työn kuittaaminen lopetetuksi tuotannonohjausjärjestelmään

Kun valmis kappale otetaan pois työstökoneesta, sen mitat tarkistetaan mittavälineillä. Lisäksi työntekijä joutuu usein viimeistelemään kappaleet käsin, kuten hiomaan teräviä kohtia, poistamaan ”purseita” ja puhdistamaan kierteet. Nämä toimenpiteet suoritetaan kuitenkin vasta sen jälkeen, kun uusi aihio on vaihdettu koneeseen ja kone työstää jo uutta kappaletta.

5.3 Ongelmakohdat

Valmistusprosessin ongelmat liittyvät työntekijöiden asetusten tekemiseen, johon kuuluu iso osa kokonaisajasta. Tätä yleensä on helpottamassa työmääräimiin lisätyt työohjeet, joiden mukaan asetukset tehdään. Joskus työohjeet saattavat puuttua, jolloin työntekijän täytyy muun muassa tarkistaa oikeanlaiset terät ohjelmasta, tai valita oikeanlaiset terät tuotteen piirustusten mukaan.

Työohjeet pitävät sisällään tuotteen ohjelmanumeron, leuat, työkalut ja tarvittaessa muuta tietoa valmistukseen liittyen. Jos työohjeet puuttuvat, kirjoittavat työntekijät ne käsin työmääräimeen. Tämän jälkeen ne siirretään tuotannonohjausjärjestelmään ja seuraavalla kerralla ne tulostuvat työmääräimeen valmiina. Tehtäväni on ollut siirtää näitä työohjeita tuotannonohjausjärjestelmään tarvittaessa.

Joskus ongelmana voi olla oikean ohjelmanumeron löytyminen järjestelmästä. Tapana yrityksessä on laittaa ohjelmanumeroksi tuotteen piirustusnumeron neljä viimeistä numeroa, jolloin ohjelmanumero on melko helppo löytää. Joskus ohjelmanumeroksi ei ole voinut laittaa näitä tiettyä neljää numeroa, koska ne ovat jo käytössä eri ohjelmaversioiden vuoksi. Tällöin kuluu aikaa, kun joutuu etsimään oikean ohjelmannumeron miltei kokeilemalla piirustusnumeron muita numeroita.

Yleensä oikeankokoiset leuat löytyvät helposti, mutta joskus aihioita joudutaan kokeilemaan eri leukoihin, jotta oikeat leuat löytyisivät. Leukahyllyssä (kuva 8) leuoille on omat merkityt paikat, sekä merkkaukset löytyvät myös leuoista. Kuvassa näkyy leukojen alla myös terien pitimiä.



Kuva 8. Leukahylly (Kuva: Leevi Haataja).

Eniten aikaa vie oikeiden työkalujen etsiminen. Vaikka työohjeissa on merkittynä oikeat työkalut, eivät nämä aina pidä paikkaansa. Tämä voi johtua CNC-sorvin revolverissa olevien teräpaikkojen niukkuudesta. Kun revolverissa on paljon työkaluja kiinni, on vaarana myös törmäminen koneen sisällä. Joskus terien paikkoja joudutaan vaihtamaan, jotta törmäämiseltä välttyttäisiin. Myös terähyllyssä (kuva 9) on terille merkattu omat paikkansa ja merkkaukset löytyvät teristä.



Kuva 9. Terähylly (Kuva: Leevi Haataja).

Leukojen ja työkalujen merkkäminen ja niiden hyllypaikkojen merkkäminen on ollut yksi tehtävistäni. Merkkäus on helpottanut oikeiden leukojen ja terien löytämistä ja niiden paikoilleen palauttamista.

6 Arvovirtakuvaus

Työajanseuranta lomakkeiden avulla saatiin kerättyä materiaalia arvovirtakuvausta varten. Koska tuotteita oli paljon, valittiin niistä lähemmin tarkasteltavaksi vain yksi tuoteryhmä, jossa on neljä eri tuotetta. Nämä tuotteet ovat päällisin puolin hyvin samankaltaisia, ja niitä toimitetaan asiakkaalle miltei kuukausittain. Tuotteiden tilausmäärät vaihtelevat tuotteilla seuraavasti: TUOTE01 300 kpl/kk, TUOTE02 200 kpl/kk, TUOTE03 60 kpl/kk ja TUOTE04 40 kpl/kk. Arvovirtakuvausta varten valittiin tuotteet, joissa on suurin ja pienin eräkoko, eli tuotteet TUOTE01 ja TUOTE04.

Arvovirtakuvauksissa (kuvat 10. ja 11.) **Max. käyttöaika** tarkoittaa aikaa, jonka kone on käytettävissä työajasta. 60 600 sekunnissa on aamu- ja iltavuorojen yhteisaika 16h 50min, josta on vähennetty tauot. Tämän ajan kone on periaatteessa käytettävissä kappaleiden työstöön.

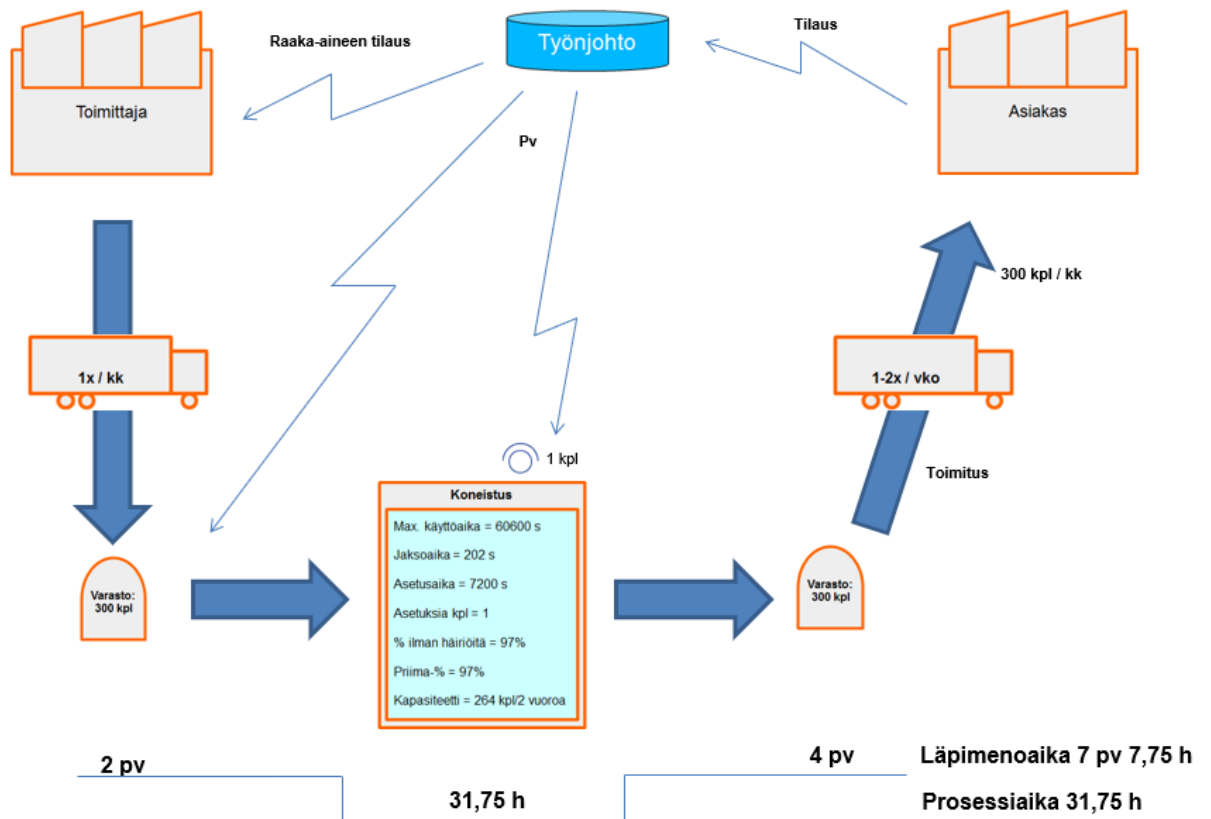
Jaksoaika on aika, jolloin yksi kappale valmistuu. Molemmat tuotteet koneistetaan yhden kerran molemmista päistä. Jaksoaika sisältää myös työntekijän kappaleen kääntöön kuluneen ajan.

Asetusaika tarkoittaa tässä samaa, kuin aiemmin mainittu asetusten tekoon kulunut aika. Asetuksia tuotetta kohden tarvitaan vain yksi.

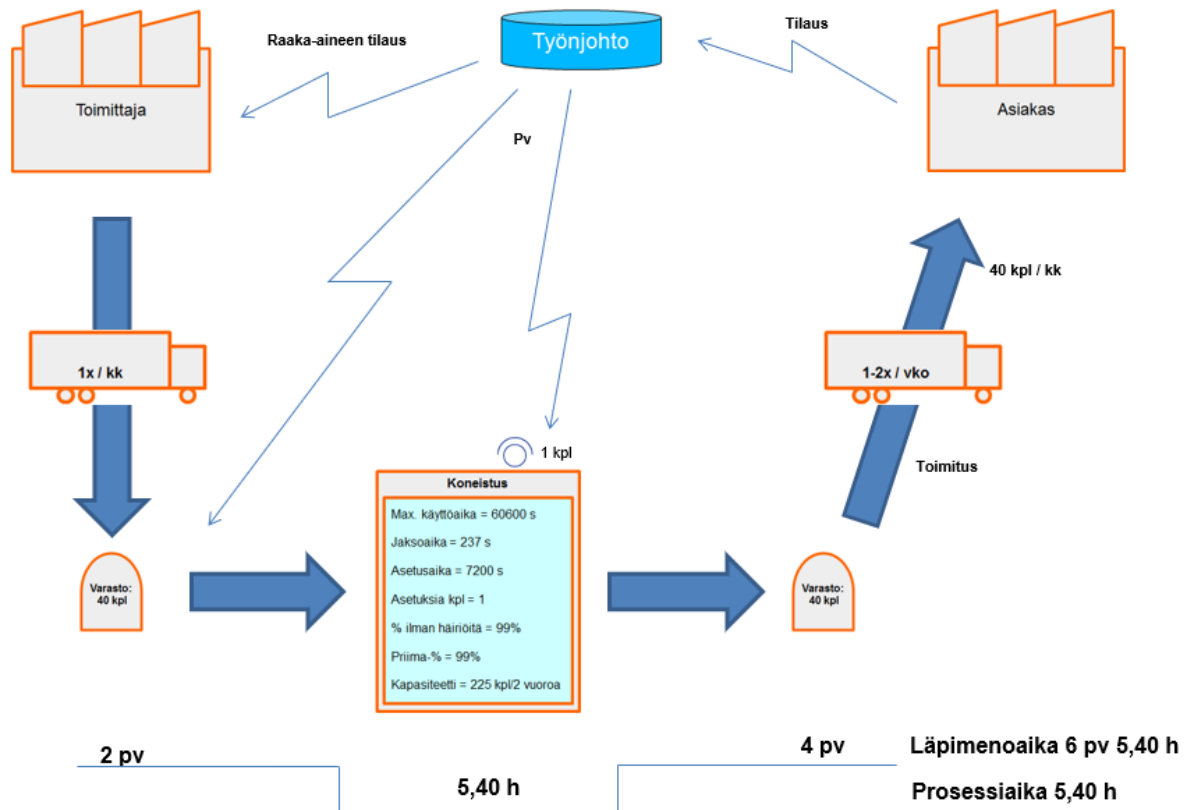
% ilman häiriöitä on arvio häiriöistä ja pysähdyksistä, joita valmistusprosessin aikana voi ilmetä. Näihin kuuluvat esimerkiksi teräpalojen vaihdot, työkalukorjaimien muuttaminen ja lastuamismesteen lisääminen. TUOTE01 kohdalla prosenttiosuus on hieman pienempi, koska tuotantomäärä on suurempi kuin TUOTE4:ssä. Tällöin myös on suurempi todennäköisyys, että tuotannon aikana

esiintyy häiriöitä. **Priima %** tarkoittaa arviota siitä, kuinka suuri osuus tuotantoerästä valmistuu oikean laatuksena.

Molemmista tuotteista on laskettu **kapasiteetit**. Kapasiteetti kertoo, kuinka monta kappaletta tuotetta voitaisiin valmistaa ihanneolosuhteissa. Kapasiteetti saadaan vähentämällä maksimi käyttöajasta asetus aika ja jakamalla tämän jaksoajalla.



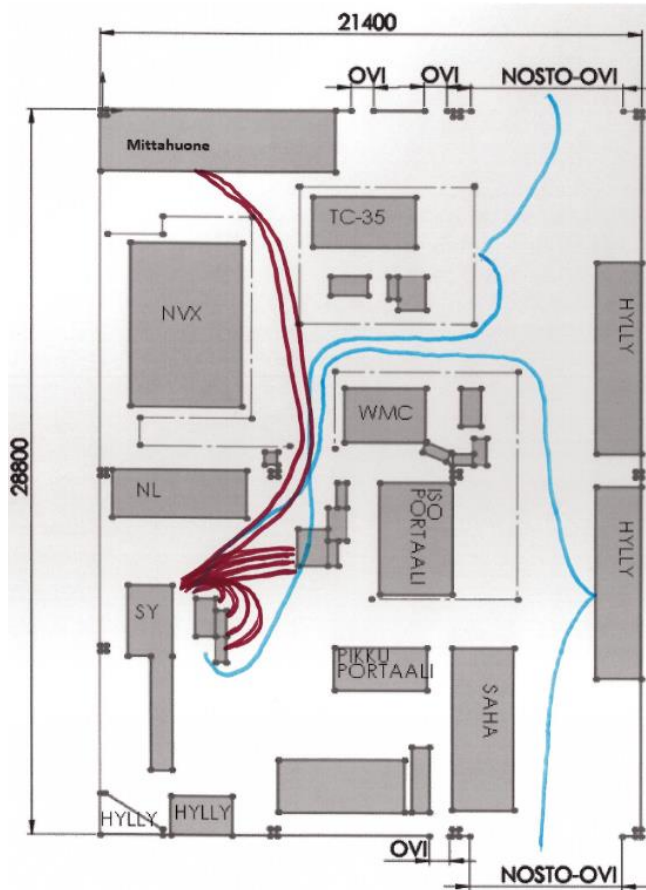
Kuva 10. TUOTE01 Arvovirtakuvaus (Kuva: Leevi Haataja).



Kuva 11. TUOTE02 Arvovirtakuvaus (Kuva: Leevi Haataja).

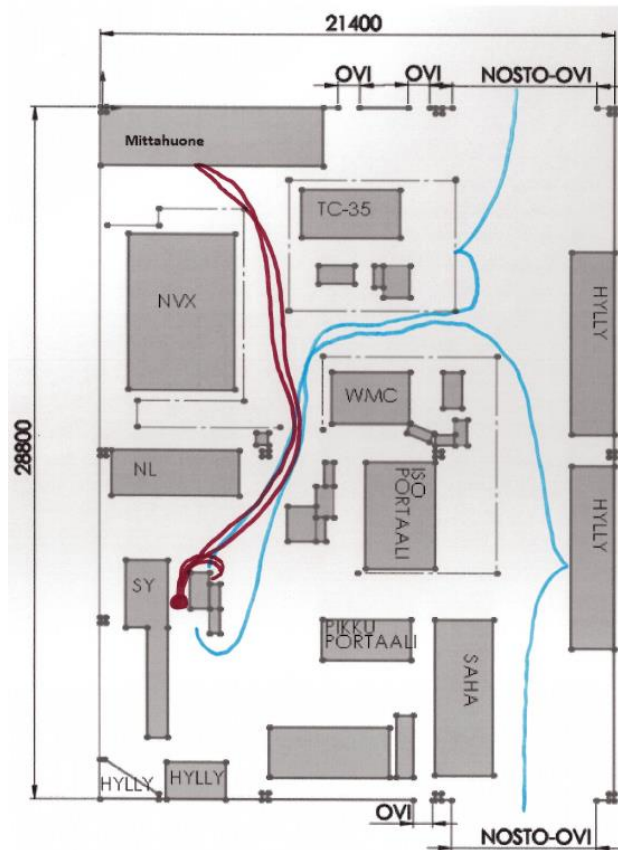
7 Spagettikaaviot työpisteestä

Arvovirtakuvauksen tekemisen yhteydessä tehtiin työpisteestä myös spagettikaaviot. Spagettikaaviot tehtiin piirtämällä konepajan pohjapiirustuksen päälle kynällä työntekijän liikkeet. Isoin ongelma tuotantoprosessissa oli asetusten tekeminen, johon työntekijällä kuluu paljon aikaa. Ideana on havainnollistaa, kuinka paljon turhaa liikettä työntekijä tekee. Spagettikaavioon on piirretty työntekijän kulkemat reitit punaisella (kuva 12), kun hän tekee asetuksia arvovirtakuvauksessa esitetyille tuotteille. Sinisellä on kuvattu materiaalin reitti.



Kuva 12. Spagettikaavio nykytilanteessa (Kuva: Leevi Haataja).

Nykytilanteessa työntekijä joutuu hakemaan leuat, työkalut ja työkalujen pitimet 5 metrin päästä työpisteeltä. Lisäksi pitempi matka joudutaan kävelemään, kun haetaan mittavälineitä mittahuoneesta, jonka etäisyys työpisteeltä on 20 metriä. Spagettikaavioita tehtiin kaksi kappaletta: nykyinen tilanne kuvassa 12 ja tilanne tulevaisuudessa työpisteen uudelleenjärjestelyn jälkeen kuvassa 13. Tulevaisuuden kuvasta nähdään, että pisin matka, jonka työntekijä joutuu enää kulkemaan, on mittavälineiden hakeminen mittahuoneesta.



Kuva 13. Spagettikaavio tulevaisuudessa (Kuva: Leevi Haataja).

Työpisteen muutoksen tarkoituksena on sijoittaa leuat, työkalut ja työkalujen pitimet työpisteen välittömään läheisyyteen. Näin saadaan radikaalisti vähennettyä asetuksen tekemiseen kuuluvaa kävelyä ja tähän kuluva aika.

8 Työohjeiden kerääminen

Layout-muutosta varten työpistettä varten on hankittu hylly, johon asetusten tekoon tarvittavat välineet sijoitetaan omille merkityille paikoilleen. Jotta asetusten teko tulevaisuudessa nopeutuisi, on työohjeita työmääräimiin päivitettävä välittömästi muutosten ilmaannuttua. Parhaiten työohjeisiin voivat vaikuttaa asetuksia tekevät työntekijät.

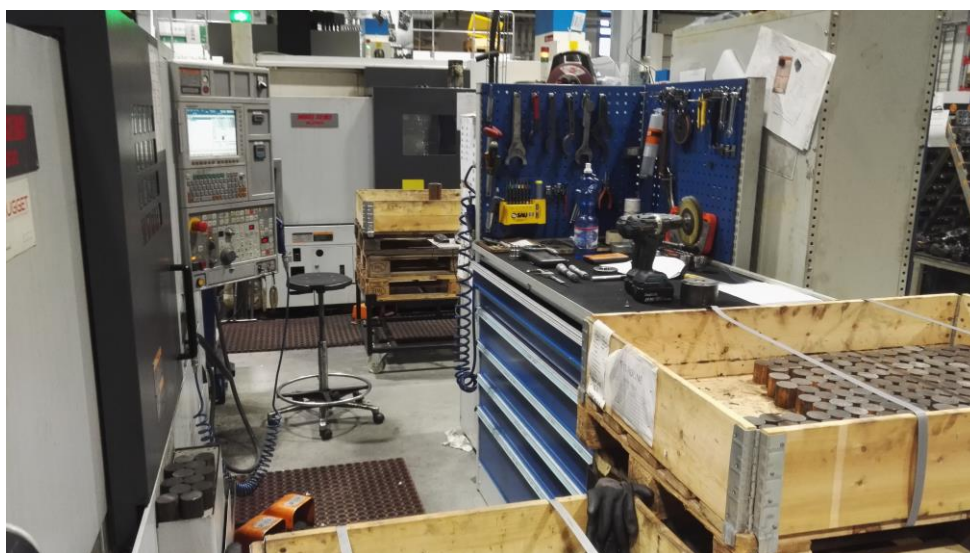
Työohjeita varten tein työohjepohjan, joka on liitteessä 4. Työohjepohjan tehtiin yhteistyössä työntekijöiden kanssa keskustelemalla, jotta se olisi

mahdollisimman selkeä, mutta antaisi tarvittavat tiedot asetuksien tekoon. Työpohjaan kerätään työkaluista numerot ja mahdolliset lisätiedot, jolloin työkalut on helppo löytää hyllystä merkityiltä paikoiltaan. Lisäksi työohjepohjaan laitetaan tieto tuotteen nimestä, ohjelmanumerosta, sekä tarvittavista leuoista.

Kun layout-muutos on otettu käyttöön, toimitetaan työpisteelle työohjepohjia täytettäväksi. Työntekijöiden tehdessä ensikertaa asetuksia uudella systeemillä jollekin tuotteelle, täyttävät he samalla työohjepohjaa. Täytetty työohjepohja kulkeutuu työmääräimen mukana pois työpisteeltä. Tämän jälkeen työohjepohjan tiedot siirretään tuotannonohjausjärjestelmän kautta työmääräimeen. Seuraavalla kerralla tulostetussa työmääräimessä on valmiit työohjeet.

9 Työpiste layout-muutoksen jälkeen

Mori Seiki NL2500 SY:n työpisteen muutos saatiin toteutettua (kuva 14). Työpisteeltä poistettiin vanha pöytä, jonka tilalle laitettiin vetolaatikostoilla varustettu hylly. Vanha pöytä vei työpisteeltä turhan paljon tilaa. Siinä ei ollut paljoa hyllytilaa tavaroille, sekä sen alla oli turhaa tyhjää tilaa. Nykyinen hylly vie työpisteeltä vähemmän pinta-alaa, ja sen laatikostoihin mahtuu paljon enemmän tarvikkeita kuin ennen. Ylimääräisen tavarantoiminnan määrää saatiin vähennettyä huomattavasti.



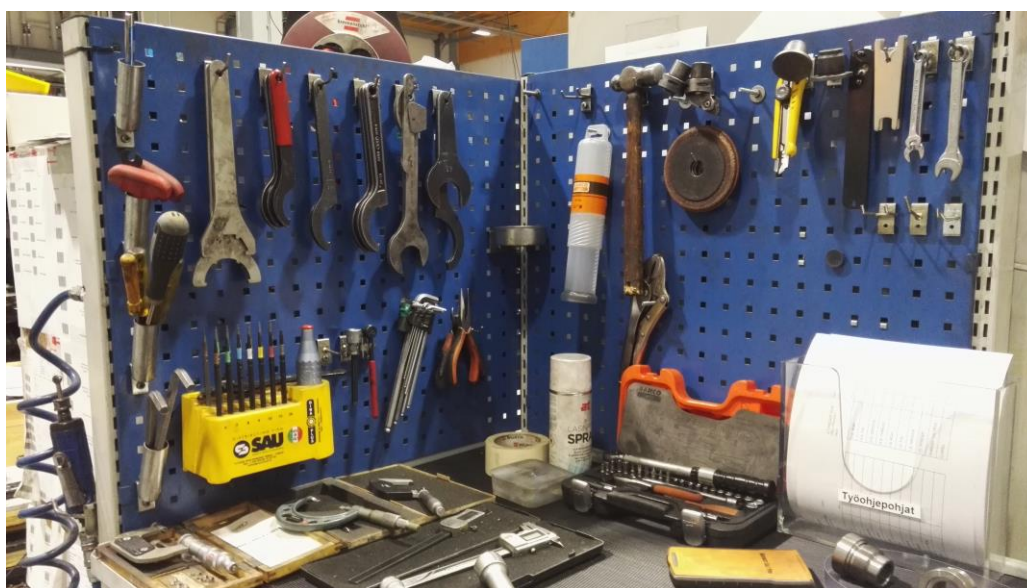
Kuva 14. SY:n työpiste muutoksen jälkeen (Kuva: Leevi Haataja).

10 Parannusehdotukset

10.1 5S:n käyttöönotto

Koska suurin ongelmakohta on se, että välineiden ja työkalujen etsimiseen menee paljon aikaa, olisi tärkeintä järjestellä työpiste sen uudelleenjärjestelyn jälkeen. Tähän ehdotan systemaattista 5S-työkalun käyttöönottoa. Lean on osittain tuttua yritykselle, joten 5S olisi varmasti helpoin ja näkyvin keino ottaa käyttöön.

Nykytilanteessa työpiste on täynnä tavaraa ja materiaalia, jota on kerääntynyt sinne ajan saatossa. Ennen kuin työpiste uusitaan, olisi hyvin tärkeää siivota ja poistaa kaikki turha materiaali pois. Kun uusi systeemi otetaan käyttöön, sinne tulisi vain ja ainoastaan välttämättömät tavarat ja työkalut, joita tarvitaan töiden suorittamiseen. Hyllyissä olevat työkalut ja niiden paikat on merkitty. Näiden lisäksi työkaluja on sijoitettu hyllyn pöytätaason reunoille telineisiin ja näiden merkitseminen olisi myös tärkeää (kuva 16). Tällöin työkalut löytyisivät omilta paikoiltaan, eikä niiden paikat sekoittuisi.



Kuva 16. Uuteen hyllyyn sijoitettuja työkaluja (Kuva: Leevi Haataja).

Suurin haaste on luultavasti 5S:n standardointi, sillä tämä tarkoittaisi sitä, että työntekijät ovat vastuussa sen ylläpitämisestä. Johdon tehtävä onkin motivoida työntekijät, jotta työpiste säilyttäisi siisteyden ja järjestyksen.

10.2 Mittavälineiden varauslaput

Aiemmin työntekijöiden kanssa oli tullut puheeksi mittavälineet ja niiden käyttö. Mittahuoneessa oli käytettävissä tietty määrä erilaisia mittavälineitä, joita tarvitaan monella eri työpisteellä. Yhdeksi ongelmaksi oli osoittautunut mittavälineiden vähäinen määrä, jolloin samoja mittavälineitä jouduttiin käyttämään ja lainailemaan eri työpisteiden välillä. Tästä aiheutui työntekijöille turha kävelyä.

Tilannetta on parannettu hankkimalla yritykseen lisää samanlaisia mittavälineitä. Tällöin turha kävely on vähentynyt, kun samanlaisia mittavälineitä on riittänyt eri työpisteille.

Ehdotin aiemmin, että jos mittavälineitä ei hankita lisää, otettaisiin käyttöön eriväriset varauslaput. Kun työntekijä käy hakemassa mittahuoneesta mittavälineen, laittaa hän sen tilalle työstökonekohtaisen värillisen lapun, joita on esitetty kuvassa 17. Tällöin toinen työntekijä tietäisi millä työpisteellä hänen tarvitsemansa mittaväline on jo käytössä.



Kuva 17. Mittavälineiden varauslaput (Kuva: Leevi Haataja).

Varauslappuja ei ole nähty tarpeellisiksi ottaa käyttöön, koska mittavälineitä on hankittu lisää. Kuitenkaan kaikkia mittavälineitä ei ole montaa kappaletta, jolloin varauslaput olisivat hyödyllisiä. Lisäksi varauslappujen avulla selviäisi mitä mittavälineitä on käytössä milläkin työpisteellä.

11 Pohdinta

Opinnäytetyö oli aiheeltaan hyvin mielenkiintoinen ja opettavainen. Aiemmin olen tutustunut leaniin opinnoissani, joten jonkinlaista perustietoa oli valmiiksi. Materiaalin valitseminen oli ajoittain jopa työlästä, sillä sitä oli tarjolla mielestäni paljon. Syventyminen tarkemmin leaniin oli opettavainen kokemus, josta jäi paljon hyödyllistä tietoa mieleen. Uskon, että lähteinä käytettyihin materiaaleihin tulee palttua tulevaisuudessa. Työtä tehdessä oli mukava huomata kuinka koulussa opetettu toimii käytännössä.

Tuotantoon tutustuminen onnistui vaivattomasti, koska työskentelin Tehokoneistus Oy:llä kokopäiväisesti opinnäytetyötä tehdessäni. Työntekijät tulivat tutuiksi ja heidän kanssaan oli helppo kommunikoida. Työskentelin myös itse muutamia kertoja SY:n työpisteellä, ennen kuin se valikoitui opinnäytetyön kohteeksi.

Tuotantoon tutustuminen ja tiedon kerääminen oli mielestäni suurimmaksi osaksi vaivatonta. Työaikaseuranta lomakkeiden kanssa oli kuitenkin omat haasteensa. Tietojen kerääminen vaati itseltäni paljon aktiivisuutta, sillä työntekijät eivät aina täyttäneet lomakkeita, vaikka olin heidät ohjeistanut näin tekemään. Lisää haastetta toi se, että konepaja toimi kahdessa vuorossa - välillä jopa kolmessa. Itse työskentelin aamuvuorossa, joten ilta- ja yövuorossa lomakkeiden täyttö oli työntekijöiden vastuulla.

Arvovirtakuvauksen tekeminen onnistui mielestäni hyvin, vaikka siitä tulikin hyvin yksinkertainen. Olisin kuitenkin toivonut arvovirtakuvauksen kohteeksi tuotantoprosessin, joka olisi sisältänyt enemmän toimintoja. Opin kuitenkin paljon sen laatimisesta, joten tämä oli hyvää harjoitusta tulevaisuutta ajatellen. Mielestäni

spagettikaaviot ovat yksinkertainen, mutta havainnollistava tapa kuvata tuotantoa.

Uskon, että työaikaseurannasta keräämäni tieto on yritykselle hyödyllistä, varsinkin, jos sitä jatketaan myös tämän opinnäytetyön tekemisen jälkeen. Uutta tietoa tarkastelun kohteena olevan CNC-sorvin työpisteeltä ei keritty kerätä ennen tämän opinnäytetyön raportin kirjoittamista. Vielä ei siis selvinnyt kuinka uusi systeemi on vaikuttanut tuotantoon. Myöhemmin seurannan voi kohdistaa myös muihin tuotantolaitteisiin, jolloin saadaan kerättyä koko konepajan tuotantoon kohdistuvaa tietoa.

Lähteet

- Earley, T. 2018. Muda Mura and Muri Lean Manufacturing Wastes. Lean Manufacturing Tools. <http://leanmanufacturingtools.org/71/muda-mura-and-muri-lean-manufacturing-wastes/> 23.10.2018
- Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus ry
- Lean Enterprise Institute, 2018. Principles of Lean. Lean Enterprise Institute. <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm> 22.10.2018
- Liker, J. 2010. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi
- Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on lean. Tukholma: Rheologica Publishing
- Toyota Motor Corporation. 2018. Toyota Production System. Toyota Motor Corporation. https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/ 29.10.2018
- Piirainen, A. 2014. Lean ja hukka - Muda, Mura ja Muri. Quality Knowhow Karjalainen Oy. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/> 28.9.2018
- Roser, C. 2018. The Philosophy and Practicality of Jidoka. All About Lean. <https://www.allaboutlean.com/jidoka-2/> 29.10.2018
- Roser, C. 2015. Spaghetti Diagrams. All About Lean. <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/> 15.10.2018
- Rother, M. Toyota kata. Helsinki: Readme.fi
- Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta - B2B - Vähemmällä enemmän. Vantaa: Jouni Sakki Oy
- Six Sigma. 2018a. Leanin historiaa. Six Sigma. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/> 19.9.2018
- Six Sigma. 2018b. Mitä lean on. Six Sigma. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/> 20.9.2018
- Tehokoneistus Oy. 2018. <http://www.tehokoneistus.fi/> 17.9.2018
- Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Alma Talent
- Tuominen, K. 2010. Lean kohti täydellisyyttä – Mitä Toyota ja lean-yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Helsinki: Readme.fi
- Vorne. 2018. Kaizen. Vorne. <https://www.leanproduction.com/kaizen.html> 29.9.2018
- Väisänen, J. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Six Sigma. <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoeckalu/> 25.10.2018

Työaikaseuranta lomake



Tehokoneistus Oy
Lentokentänkatu 7
77600, Suonenjoki

Työaikaseuranta, Mori Seiki SY

Työnumero:

Nimitys:

Työvuoro:

Asetusaika:

Työstöaika:

Aihion vaihtoaika:

Teräpalojen vaihdot ja kulunut aika:

Tauot:

Valmiit kappaleet:

Sudet:

Työmääräimen leimaukset:

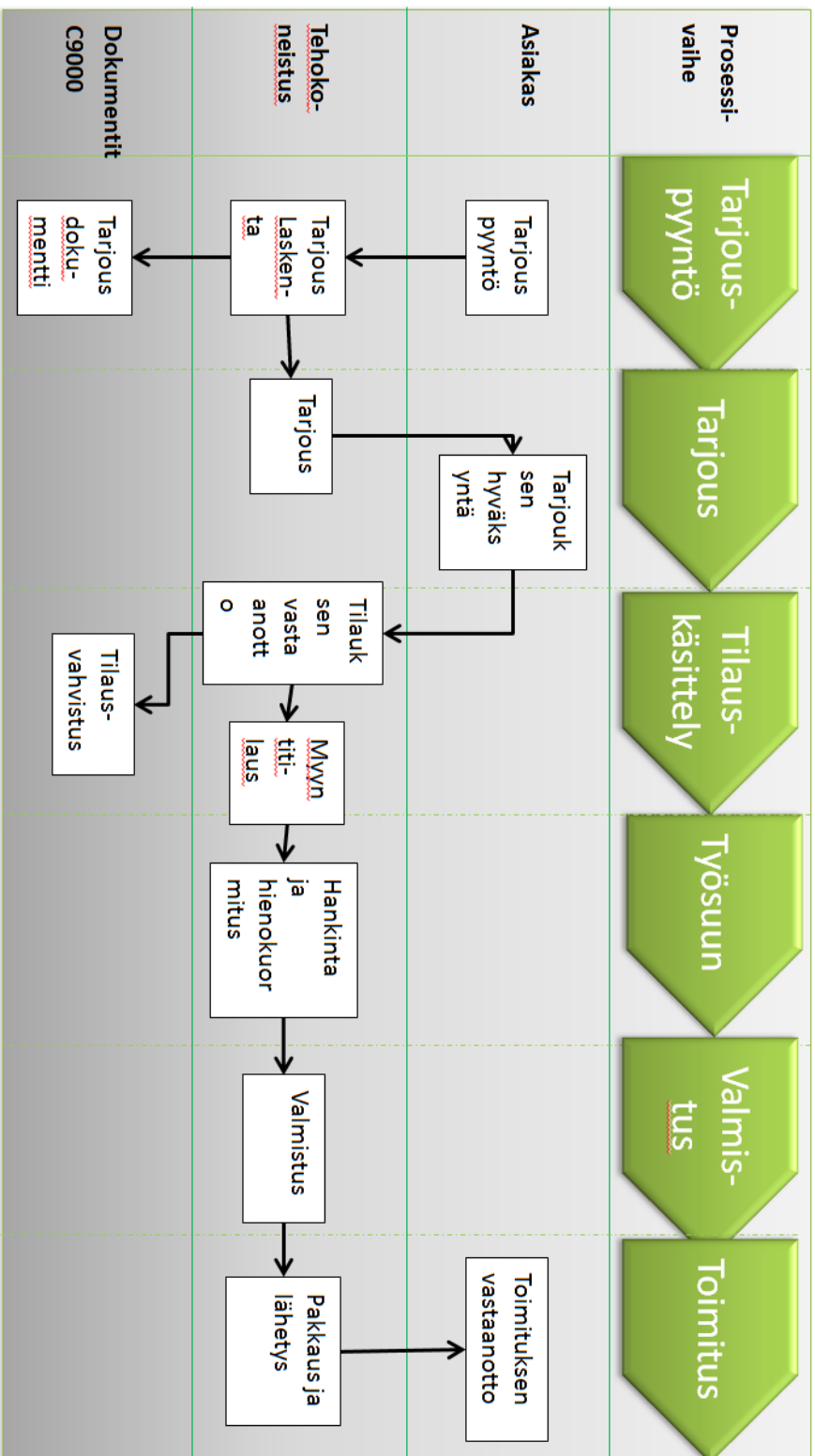
Huomioita työhön liittyen:

Nimi ja päivämäärä:

Yrityksen prosessikuvaus

Prosessikuvaus

Tilaus-toimitusprosessin päävaiheet



Työohjepohja

Nimitys:							
1. Pakka /1st Turret	Vaihe:			2. Pakka /2nd Turret	Vaihe:		
Ohjelmanumero:				Ohjelmanumero:			
Leuat:				Leuat:			
	Nro.	Lisätietoja			Nro.	Lisätietoja	
O.D. RGH				O.D. RGH			
O.D. FIN				O.D. FIN			
O.D. GROOVE				O.D. GROOVE			
O.D. THREAD				O.D. THREAD			
I.D. RGH				I.D. RGH			
I.D. FIN				I.D. FIN			
I.D. GROOVE				I.D. GROOVE			
I.D. THREAD				I.D. THREAD			
THREAD / OILTRAIL				THREAD / OILTRAIL			
U-DRILL				U-DRILL			