

Kapeikkojen avartaminen teollisessa tuotannossa

Mikko Poikonen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Poikonen, Mikko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2016
	Sivumäärä 63	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kapeikkojen avartaminen teollisessa tuotannossa		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Henri Kervola		
Toimeksiantaja(t) Treston Oy		
Tiivistelmä <p>Nykypäivän kiristyvässä kilpailussa on yritysten pyrittävä valmistamaan mahdollisimman laadukkaita tuotteita mahdollisimman nopeasti. Tämän tyyppinen tuotannollinen toiminta vaatii tehtaan, jonka tuotantolinja toimii ilman hidastavia tekijöitä. Usea yritys käyttää kokonaiskapasiteetistään vain pientä osaa, koska valmistuksessa käytettäviä prosesseja ei ole osattu ohjata ja suunnitella oikein.</p> <p>Tavoitteena oli tutkia Treston Oy:n tuotannon alkupäätä, tunnistaa sitä hidastavat pullonkaulat sekä keksiä niihin innovatiivisia ratkaisuja. Tiedonkeruu toteutettiin tekemällä visuaalista tarkkailua tuotantotiloissa, keräämällä tietoa toiminnanohjausjärjestelmästä sekä suorittamalla haastatteluita tehtaan työntekijöille. Yrityksessä kehitteillä oleva rakenne-muutos tuki omalta osaltaan tutkimusta, koska niiden agendat olivat yhtenevät.</p> <p>Tutkimuksessa esiin nousseet kapeikot olivat taivutusautomaatti, särmäys ja robottihittaus. Näitä pullonkauloja voitaisiin avartaa tekemällä koneinvestointeja, siirtämällä työkooneita tuotantolaitosten välillä sekä lisäämällä työvuoroja. Ehdotelmat läpivirtauksen parantamiseksi sisälsivät osittain ratkaisuja, joita yritys tulevaisuudessa käyttää. Tehtyjen havaintojen on tarkoitus tukea käynnissä olevaa kehittämisprojektia ja tarjota erilaisia näkökantia asioihin.</p> <p>Jatkuva kehittäminen, tehtyjen muutosten seuranta sekä muutosten vaikutus muihin toimintoihin todettiin tärkeäksi. Muutoksien tekeminen avaa uusia mahdollisuuksia ja markkinoita, jotka mahdollistavat liiketoiminnan kasvamisen ja jatkuvuuden. Tutkimus toi myös esille uusia ongelmakohtia, joita olisi syytä tutkia tulevaisuudessa. Esimerkiksi maalaamotoiminnan tehostaminen ja parempi informaationkulku eri osastojen välillä nousivat kehittämistavoitteiksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kapeikkoteoria, Pullonkaula, Läpimenoaika, Prosessiketju		
Muut tiedot		

Author(s) Poikonen, Mikko	Type of publication Bachelor's thesis Number of pages 63	Date December 2016 Language of publication: Finnish Permission for web publica- tion: x
Title of publication Widening bottlenecks in industrial production		
Degree programme Degree programme in Logistics		
Supervisor(s) Kervola Henri		
Assigned by Treston Oy		
Abstract <p>Because of the tightening competition nowadays companies must go for as quality products as possible in the shortest time possible. This kind of productional operation requires a factory, that has a production line without delaying factors. Most of the companies only use a fraction of their total capacity, because the processes used in manufacturing have not been guided or planned correctly.</p> <p>The purpose was to examine the first part of Treston Ltd. production line, identify the bottlenecks that are slowing it down and come up with innovative solutions to solve them. Data acquisition was executed by doing visual inspection in the production facilities, gathering data from ERP and performing interviews with factory workers. The restructuring that is going on in the company also supports the research because of similar agendas.</p> <p>The bottlenecks that come to the fore were bending machine, edging and robotwelding. These bottlenecks could be expand by making an machine investment, moving machines inside the company and by adding the number of shifts. The suggestions to improve the flow included solutions that the company will use in the future. The purpose of the observations was to support the ongoing development project and offer different aspects to things.</p> <p>Continuous improvement and monitoring the modifications and their impact on other processes were important. Modifications open up new possibilities and markets, which provide growth and continuity of the business. The research also brought up new issues that should be inspected in the future. For instance increasing the performance of the paint line and better communication between sections were listed as development objectives.</p>		
Keywords/tags (subjects) Theory of constraints, Bottleneck, Lead time, Chain of processes		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus	5
1.2	Treston Oy	7
2	Tuotannonohjaustavat	8
2.1	Varasto-ohjautuva tuotanto.....	8
2.2	Tilauksesta valmistus.....	9
2.3	Tilauksesta kokoonpano.....	11
2.4	Tilauksesta suunnittelu.....	12
3	Arvon muodostuminen tuotannossa	13
3.1	Lean-ajattelumalli.....	14
3.2	Lean-työkalut.....	14
3.3	Hukan poistaminen	15
3.4	Jatkuva kehittäminen	15
3.5	Viiden ässän kehitystyökalu	16
4	Kapeikkoajattelu.....	18
4.1	Tunnusluvut ja mittarit.....	19
4.2	Kapeikkoajattelun vaikutukset muihin osa-alueisiin.....	20
4.3	Kapeikkoajattelun käyttöönottoprosessi	22
4.4	Toimintamalli.....	23
5	Treston Oy:n tuotannon nykytilanteen kuvaus.....	23
5.1	Tuotannonohjaustavat	24
5.2	Prosessit	25
5.3	Layout ja materiaalivirta.....	32
5.4	Tuoteryhmät.....	35
5.5	Esimerkki varasto-ohjautuvasta tuotteesta	38
5.6	Esimerkki erikoistuotteesta.....	40

	2
6 Tuotannon pullonkaulat ja ratkaisuehdotukset.....	42
6.1 Taivutuskone	43
6.1.1 Ongelma.....	43
6.1.2 Ratkaisuvaihtoehdot.....	45
6.2 Särmäys	49
6.2.1 Ongelma.....	50
6.2.2 Ratkaisuvaihtoehdot.....	51
6.3 Robottihitsaus	55
6.3.1 Ongelma.....	55
6.3.2 Ratkaisuvaihtoehdot.....	56
6.4 Suositusten yhteenveto.....	58
7 Pohdinta	59
Lähteet.....	61
Liitteet	63

Kuviot

Kuvio 1. Varasto-ohjautuvan tuotannon toimintaperiaate	9
Kuvio 2. Tilauksesta valmistettavan tuotannon toimintaperiaate.....	10
Kuvio 3. Tilauksesta kokoonpantavan tuotannon toimintaperiaate	12
Kuvio 4. Tilauksesta suunniteltavan tuotannon toimintaperiaate	13
Kuvio 5. Lean-ajattelumalli	15
Kuvio 6. Tuotannon ohjaustapojen suhde	24
Kuvio 7. Aihionvalmistuskone Finn-Power.....	26
Kuvio 8. P4-taivutusautomaatti.....	27
Kuvio 9. Putken rei`ityskone.....	27
Kuvio 10. Taivutusrobotti	28
Kuvio 11. Pihtihitsauskone	29
Kuvio 12. Amada-särmäyspuristin.....	30

Kuvio 13. Tuotantolaitoksen layout	33
Kuvio 14. Tuotantolaitoksen prosessit ja materiaalinvirtaus.....	34
Kuvio 15. Treston-työtuoli (Treston-työtuoli n.d.).....	35
Kuvio 16. Treston-työpöytä (Workshop-korjaamotyöpiste n.d.).....	35
Kuvio 17. Laatikosto (THTT nettikauppa 2016.)	36
Kuvio 18. Teollisuuskaappi (Teollisuuskaapit, kokoon hitsatut n.d.)	37
Kuvio 19. Teollisyshylly (Hyllylaatikosto 0440 n.d.)	37
Kuvio 20. Reikälevy (Reikälevykoukku n.d.)	37
Kuvio 21. Reikätausta (Reikätausta M750, korkeus 612 mm n.d.)	38
Kuvio 22. Reikätaustan M750 valmistusprosessi	39
Kuvio 23. Ws-vetokahva	40
Kuvio 24. Ws-vetokahvan valmistusprosessi	41
Kuvio 25. P4-testiajojen tulokset	44
Kuvio 26. Tuotantolaitoksessa käytettävien prosessien määrän suhde toisiinsa.....	50
Kuvio 27. Vertailukuvaaja ajo- ja työhinnosta (Rosti 2016)	52
Kuvio 28. Jalkaparin 750 valmistusprosessin kesto	56

Taulukot

Taulukko 1. Reikätausta M750 materiaalit	39
Taulukko 2. WS-vetokahvan materiaalit	41
Taulukko 3. P4 taivutuskoneen huolto ja korjauskustannukset	45
Taulukko 4. Vanhan taivutuskoneen arvioidut huoltokustannukset	46
Taulukko 5. Uuden taivutuskoneen investointilaskelma	48
Taulukko 6. Särämäyskoneen siirron euromääräiset hyödyt vuodessa	54
Taulukko 7. Robottihitsaukoneen siirron euromääräiset hyödyt vuodessa	57
Taulukko 8. Suositusten yhteenveto	58

Sanasto

Asiakastilaus = Toiminnanohjausjärjestelmään syötetty lista asiakkaan haluamista nimikkeistä.

Kiinteät kustannukset = Vakiona pysyvät kustannukset, esim. vuokrat ja lämmitys

Likviditeetti = Maksuvalmius tai maksukyky

Mig-hitsaus = Kaasukaarihitsausmenetelmä

Nestaus = Teräspellille tehtävä sijoittelusuunnittelu

Nettotulos = Omistajille jäävä osuus tilikauden tuloksesta

OPP (order penetration point) = Se kohta materiaalivirrassa, jossa tuote liitetään asiakkaan tilaukselle

Palkkiopalkka = Palkkausperiaate, joka pohjautuu sovitun rajan tavoitteluun

Pääoman tuottoaste = Kertoo suhteellisen kannattavuuden

Raakaversio = Lopputuotteen tai osakomponentin maalaamaton versio

Takaisinmaksuaika = Aika, jossa investointi maksaa itsensä takaisin

Työtilaus = Toiminnanohjausjärjestelmään syötetty valmistuspyyntö

Vaihto-omaisuus = Elinkeinoon hyödyke, joka on tarkoitus luovuttaa eteenpäin

1 Johdanto

Nykypäivän kiristyvässä kilpailussa on yritysten pyrittävä vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin mahdollisimman kattavasti. Asiakkailta on tapana vaatia lyhyempiä toimitusajoja, räätälöityjä tuotteita ja edullisia kauppasopimuksia, jotka asettavat omat haasteensa tuotantolaitoksen toiminnalle. Moni yritys käyttää tietämättään tuotannon kokonaiskapasiteetistaan vain pientä osaa, koska prosesseja ei ole osattu suunnitella ja ohjata oikein. Syynä tähän tehottomuuteen saattavat olla yrityksen yleinen ilmapiiiri ja vanhentuneet toimintamallit.

Tuotantolaitosten perimmäinen tarkoitus on tuottaa rahaa, ja kaikki muut toiminnot ovat vain pyrkimyksiä tätä päämäärää kohden. Tavoitteen on oltava selvä, sillä vain asioiden ja toimintojen perimmäisten syiden ymmärtäminen mahdollistaa kehittymisen ja eteenpäin menemisen. (Goldratt 1987, 47.)

Useiden toimintojen peräkkäinen ketju on monimutkainen kokonaisuus, jossa ongelmien on tapana kumuloitua eteenpäin mentäessä. Jos toimijoita ja toimintoja on paljon, on asiaan perehtyneenkin ihmisen vaikea huomata prosessia hidastavia tekijöitä. Teollisessa tuotannossa tämä ilmiö tulee hyvin esiin, sillä lopputuote on usein edellisten toimintojen summa. Ongelmakohtien ja pullonkaulojen tunnistus on ensiarvoisen tärkeää, sillä pullonkaulan kapasiteetti määrittää koko tehtaan kapasiteetin. Kun tämä kapasiteetin yläraja löydetään, on mahdollista pysyä kilpailussa mukana ja luoda yritystoiminnalle jatkuvuutta. (Goldratt 1987, 119–120.)

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ratkaisumalleja, joilla voitaisiin parantaa Treston Oy:n Jyväskylän toimipisteen metallinjalostustuotantolinjan kapasiteettia. Tarkoituksena oli tunnistaa prosesseja hidastavia pullonkauloja ja avartaa niitä. Pullonkauloja avartamalla ja säätelämällä on mahdollista viedä tuotantolaitoksen kapasiteettia lähemmäksi sen teoreettista maksimia. Läpivirtauksen kasvaessa yritys pystyy paremmin vastaamaan asiakastilauksiin ja muuttuviin markkinoihin. Joustavuuden kasvaessa tuottavuus paranee ja kustannuksia saadaan laskettua.

Perimmäisenä ajatuksena oli tehdä pieniä parannuksia, joilla on suuri yhteisvaikutus tehokkuuteen. Moni prosessi on suunniteltu toimimaan tehokkaasti, mutta yleensä jokaisesta toiminnosta on mahdollista löytää parantamisen varaa. Työpisteiden tai robottien paikkaa ei ollut tarkoitus siirtää, vaan tarkoitus oli toimia nykyisen layoutin pohjalta. Pienillä teknisillä oivalluksilla sekä taidokkaalla tuotannon suunnittelulla on mahdollista päästä hyvään lopputulokseen. Projekti käynnistyy kesällä 2016 ja kestää noin puoli vuotta. Työ on luonteeltaan ehdotelma, jota kohdeyritys voi halutessaan soveltaa käytäntöön.

Kokonaisuutta voidaan jakaa pienempiin osiin tutkimuskysymysten avulla. Tämän tutkimuksen avulla pyrin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka tunnistetaan tuotannollista toimintaa hidastavat pullonkaulat?
- Kuinka näitä pullonkauloja saadaan avarrettua?
- Millaisia vuosisäästöjä tehdyillä avaruksilla saavutetaan?

Työssä keskityttiin niihin toimintoihin, jotka tapahtuvat raakamateriaalin hyllystä ottamisen ja maalaamon välillä. Tämä väli sisältää tuotteesta riippuen erilaisia toimintoja, esimerkiksi särmäystä, taivutusta ja hitsausta. Metallinjalostusprosessi on karkeasti ottaen noin kaksi kolmasosaa komponentin tai valmiin tuotteen matkasta. Välin tutkiminen takaa resurssien puitteissa parhaan mahdollisen lopputuloksen, sillä sen aikana tapahtuvilla toiminnoilla on suurin merkitys läpimenoaikaan.

Tämän opinnäytetyön ulkopuolelle on rajattu maalaamo- ja kokoonpano toiminta sekä epäsuorasti prosesseihin vaikuttavat tekijät, kuten raaka-aineiden toimittajat ja myynti. Kyseisten toimintojen tutkiminen toisi työlle lisäarvoa, mutta tämän hetkiset resurssit ja aika eivät tulisi siihen riittämään.

Opinnäytetyö on luonteeltaan kvalitatiivinen tapaustutkimus, jossa pyrittiin ymmärtämään kokonaisvaltaisesti tutkittavaa kohdetta. Voidaan siis sanoa, että tässä tutkimuksessa pyritään löytämään totuuksia, jotka saattavat olla liian itsestään selviä tulokset huomatuksi. Tutkintastrategiana oli empiirinen tutkimus, joten tuotantolaitoksen tiloissa tullaan suorittamaan visuaalista tarkkailua. Toiminnanohjausjärjestel-

mästä saatiin tärkeää tietoa tuotteiden rakenteista, volyymeista sekä valmistusajoista. Tutkimusmenetelmänä käytetään myös työntekijöiden sekä esimiesten haastatteluita.

1.2 Treston Oy

Opinnäytetyön kohdeyrityksenä toimii Jyväskylän Keljonkaankalla sijaitseva Treston Oy. Yrityksen toinen tuotantolaitos sijaitsee Turussa. Nämä tehtaot ovat luonteeltaan hieman erilaiset, mutta samankaltaisuuksiakin on. Jyväskylässä tehdään enemmän metallitöitä, kun taas Turussa on erikoistuttu muovivalmisteisiin. Viikoittaisilla siirtotilauksilla saadaan tarvittavat komponentit ja valmiit tuotteet siirrettyä oikeisiin paikkoihin. Yhdessä nämä tehtaot pyrkivät tarjoamaan asiakkaille kattavan tuotevalikoiman ja vastaamaan alati muuttuviin markkinoihin. (Ahonen 2016.)

Treston Oy on suomalainen yritys, joka toimii teollisuuskalusteiden ja työpisteiden valmistajana ja toimittajana. Sillä on asiakkaina pieniä suomalaisia yrityksiä sekä isoja kansainvälisiä toimijoita. Yritys on perustettu Suomessa vuonna 1969, ja se on omistuspohjaltaan pääomasijoitteinen. Liikevaihto vuonna 2015 oli noin 28 miljoonaa, joten voidaan puhua isosta toimijasta teollisuuskalustealalla. Työntekijöitä on kokonaisuudessa noin 180, joista 85 toimii Jyväskylän toimipisteessä. (Treston kotisivu 2015; Sovella home-kotisivu 2012.)

Treston Oy:n suurin markkina-alue sijaitsee Keski-Euroopassa. Suurimmat tilaukset menevät Saksaan, Ranskaan, Hollantiin sekä Isoon-Britanniaan. Vuonna 2016 Belgiaan rakennettu keskusvarasto on auttanut vastaamaan nopeammin ja tehokkaammin Euroopan tilauksiin. Jyväskylän ja Turun toimipisteet toimittavat tuotteensa keskusvarastolle, josta voidaan nopealla aikasyklillä siirtää valmiita tuotteita asiakkaille. Kuitenkin suurin osa valmiista tuotteista lähetetään tällä hetkellä suoraan asiakkaille Suomen toimipisteiltä. Kotimaan toimistusten ja viennin toimitusten suhde on suurin piirtein 1:3. (Ahonen 2016.)

Tehtaalle saapuu raaka-aineita usealta eri toimittajalta. Esimerkiksi raakametallilevyt sekä valaisimet saapuvat suomalaisilta yrityksiltä, kun taas pienet ja halvat komponentit tilataan Aasiasta. Tämän tyyppinen ratkaisu on melko yleinen kotimaisessa teollisuudessa. Kotimaan laadukkailla raaka-aineilla saadaan taattua

tuotteiden hyvä ja laadukas perusrakenne, mutta vähäpätöisempiä osia on taloudellisempaa ostaa halvan työvoiman maista. (Rosti 2016.)

2 Tuotannonohjaustavat

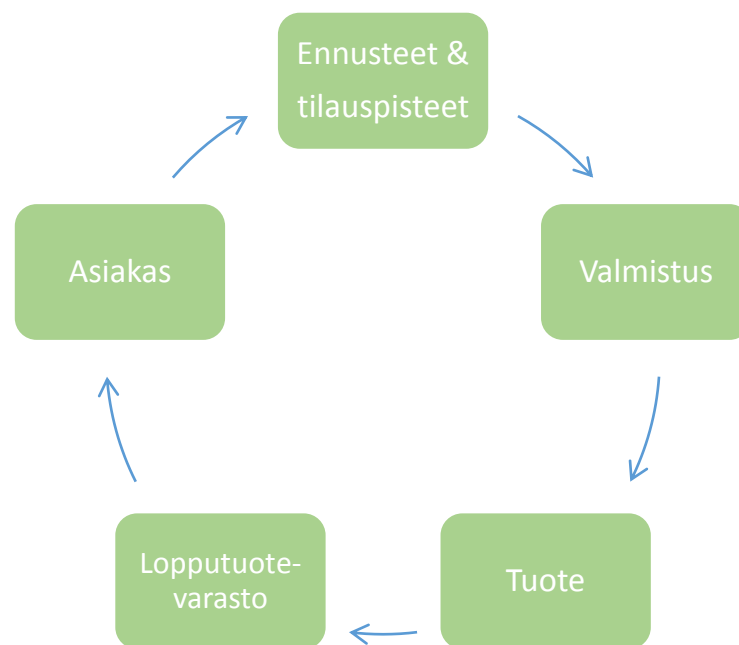
Nykyajan kiristyneen kilpailun takia yritykset joutuvat palvelemaan asiakkaitaan yhä monipuolisemmin. Räätelöidyt tuotteet, nopeat toimitukset ja muut lisäarvopalvelut ovat kilpailuvaltti, joilla erotutaan kilpailijoista. Yksi tärkeä väline parempaan asiakaspalveluun ovat erilaiset tuotannonohjaustavat. Erilaisten tuotannonohjaustapojen tavoite on ohjata tuotantoa toimimaan sellaisella tavalla, että asiakkaan tilaamat tuotteet ovat oikeaan aikaan valmiita. Myös laatu ja kapasiteetin tehokas hyödyntäminen kytkeytyvät vahvasti näihin järjestelmiin. Materiaalin ja informaation järkevällä ohjaamisella ja tutkimisella voidaan saavuttaa kapasiteetin kokonaisvaltainen hyödyntäminen.

2.1 Varasto-ohjautuva tuotanto

Varasto-ohjautuvan tuotannon perusidea on se, että asiakastilaukset toimitetaan asiakkaille lopputuotevarastosta. Lopputuotevarastoa täydennetään ennusteiden, suunnitelmien tai tilauspisteen pohjalta. Tilauspisteellä tarkoitetaan määritettyä raja-arvoa, jonka jälkeen järjestelmä antaa tuotantotilausehdotuksen. Tämä piste on määritetty erilaisten ennusteiden sekä historiatietojen perusteella. Yrityksellä on siis melko tarkka käsitys siitä, minkä suuruista varmuusvarastoa millekin tuotteelle on tarpeellista pitää, jotta voidaan taata tasainen tuotteiden riittävyys. (Varasto-ohjautuva tuotanto 2014; Saharinen 2016)

Usein suuren volyymin standardituotteet, joilla on lyhyt toimitusaika, on ohjattu tällä tavalla. Niiden tilausmäärät ovat vuositasolla helposti ennustettavia, joten tilauspisteen käyttö on mahdollista. Tuotteet, joilla on pitkä läpimenoaika, ovat usein varasto-ohjautuvia, jotta asiakastilauksiin voidaan vastata nopeasti. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tilauksen kohdennuspiste sijaitsee kaikkein lähinnä asiakasta. Tämä piste tarkoittaa sitä materiaalivirran kohtaa, jossa tuote kiinnittyy tilaukseen. (Varasto-ohjautuva tuotanto 2014.)

Varasto-ohjautuvan järjestelmän heikkouksiin kuuluu ennustuksien ja suunnitelmien epävarmuus. Suuren kysyntäpiikin aikana tuotteet saattavat päästä loppumaan tai kysynnän heiketessä varastot kasvavat ylisuuriksi. Ylisuuret varastot sitovat pääomaa, mikä aiheuttaa yritystoiminnalle ylimääräisiä kustannuksia. Tuotteiden loppuminen taas aiheuttaa kitkaa asiakassuhteisiin ja laskee voittomarginaalia. Kuvio 1 näyttää varasto-ohjautuvan tuotannon toimintaperiaate. (Varasto-ohjautuva tuotanto 2014.)



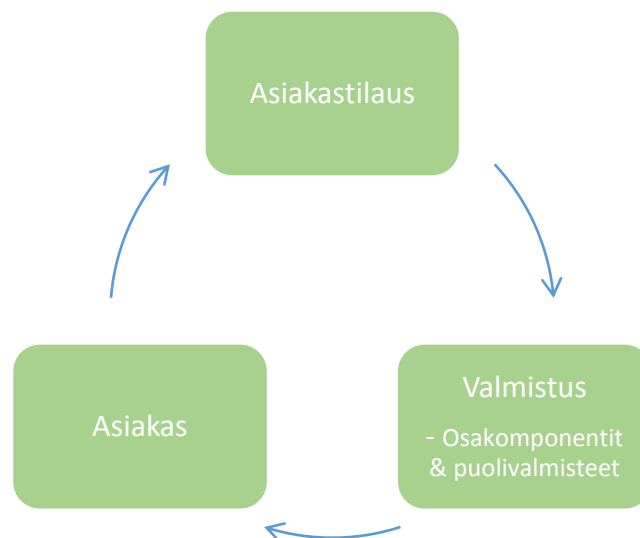
Kuvio 1. Varasto-ohjautuvan tuotannon toimintaperiaate

2.2 Tilauksesta valmistus

Tilauksesta valmistus tarkoittaa tuotannonohjaustapaa, jossa tuotteen valmistus alkaa asiakastilauksen laukaisemana. Tässä tilanteessa ei tuotetta toimiteta lopputuotevarastosta, vaan tilattu tuote valmistuu keskeneräisistä komponenteista, osista ja materiaaleista. Puolivalmisteverastojen suuruutta säädellään asiakastilausten historiatietojen perusteella. Tuotannon varastot sisältävät tarvittavia materiaaleja, keskeneräistä tuotantoa, komponentteja sekä osia. (Tilauksesta valmistus 2014; Ahonen 2016.)

Kyseinen ohjaustapa sopii tilanteeseen, jossa lopputuotevaihtoehtojen määrä on suuri, mutta menekki on melko pientä. Tällaisia tuotteita ovat pienivolyymiset standardituotteet. Lopputuotevarastointi ei ole tässä tilanteessa järkevää, koska kaikkien mahdollisten tuotevariaatioiden pitäminen varastossa tulisi erittäin kalliiksi. Nämä tuotteet ovat myös yksikkökustannuksiltaan kalliita, joten niiden varastointi nostaisi radikaalisti pääomakustannuksia. Tilauksen kohdentamispiste sijaitsee MTO:ssa erittäin syvällä tuotannossa. (Tilauksesta valmistus 2014.)

Tilauksesta valmistus vaatii kohtuullisen pitkän toimitusajan, koska lopputuotevarastoa ei ole. Jos tuote ei sovellu moduloitavaksi ja tuotantomäärät ovat suhteellisen pienet, valitaan tuotannonohjaustavaksi usein tilauksesta valmistus. Tuotannon työmäärä saattaa vaihdella suuresti, sillä työmäärä riippuu täysin asiakastilauksista. Tällä ohjaustavalla on yhteisiä rajapintoja tilauksesta suunniteltavan sekä tilauksesta koonpantavan ohjaustavan kanssa, sillä tilaukset saattavat vaatia suunnittelutyötä. Tavoitteena on kuitenkin se, että tuote olisi valmiiksi suunniteltu ja kaikki tarvittava tieto olisi valmiiksi saatavissa tilauksen saapuessa. Kuvio 2 nähdään tilauksesta valmistettavan tuotannon toimintaperiaate. (Tilauksesta valmistus 2014.)



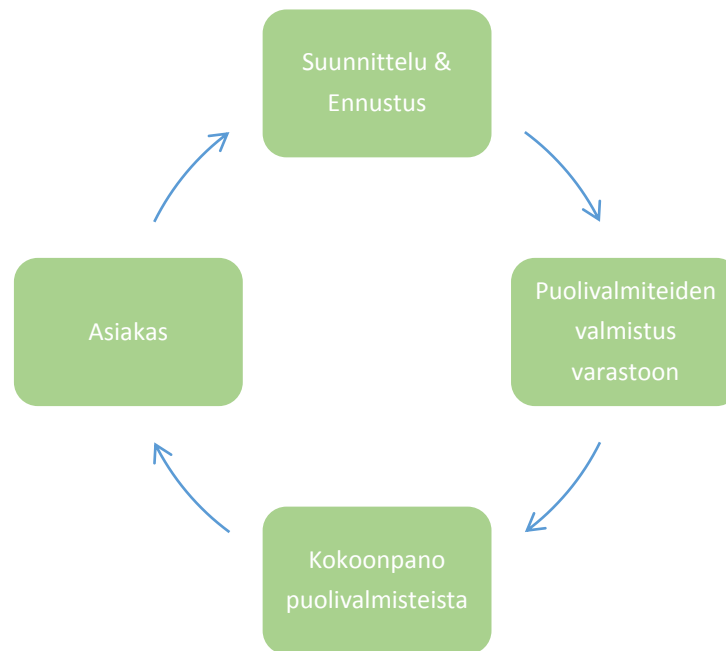
Kuvio 2. Tilauksesta valmistettavan tuotannon toimintaperiaate

2.3 Tilauksesta kokoonpano

Tilauksesta kokoonpano tarkoittaa tuotannonohjausmuotoa, jossa lopputuote kasataan välivarastoista saatavista komponenteista ja puolivalmisteista. Tämän tyyppisellä modulaarisuudella pystytään tekemään useita erilaisia lopputuotteita ja vastaamaan nopeasti kysyntään. Kokoonpanon ja tarvittavien laatutoimenpiteiden jälkeen, tuote voidaan lähettää suoraan asiakkaalle. Tällä ohjaustavalla päästään melko lyhyeen toimitusaikaan, koska puolivalmistekomponentteja pidetään varastossa tarvittava määrä. Kyseinen ohjaustapa on yleinen silloin, kun suunnitellaan massaräätälöintiä. Massaräätälöinti tarkoittaa sitä, että valmistaja pyrkii valmistamaan tuotteita massatuotannolla, mutta tarjoaa samalla erilaisia lopputuotevaihtoehtoja. (Tilauksesta kokoonpano 2014; Saharinen 2016.)

Varastointiriski on tilauksesta kokoonpantavassa ohjausmuodossa melko pieni, eikä pääomaa sitoudu varastoon erityisen paljon. Tämä on seurauksena siitä, että lopputuotevaihtoehtoja on enemmän kuin erilaisia moduuleja. Tämä tilanne on mahdollinen, jos tuotannonsuunnittelu ja tilausmäärien ennustaminen on onnistunut. Tilauksen kohdennuspiste sijaitsee tuotannon keskivaiheilla, komponenttien puskurivarastojen kohdalla. (Tilauksesta kokoonpano 2014.)

Tilauksesta kokoonpantava ohjausmuoto asettaa omat haasteensa tuotannonsuunnittelulle ja tuotekehitykselle. Erilaisten kombinaatioiden kehittäminen on aikaa vievää ja tulevaisuuden kysyntää on hankala ennustaa. Oman tuotanto ja alihankkijoiden aikataulujen yhteen sovittaminen on haastavaa, ja se aiheuttaa usein ongelmia. Parhaimmassa tapauksessa asiakkaalla olisi runsas valikoima erilaisia tuotteita, jotka pystytään toimittamaan kohtuullisella toimitusajalla. Kuviossa 3 nähdään tilauksesta kokoonpantavan tuotannon toimintaperiaate. (Tilauksesta kokoonpano 2014.)



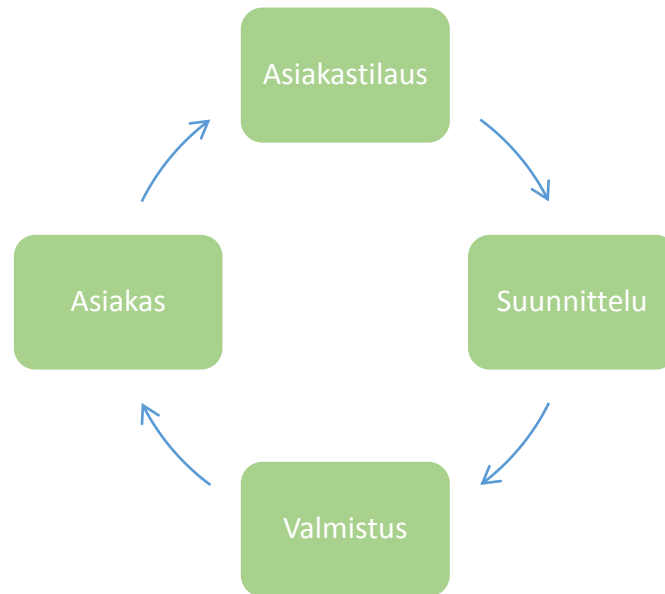
Kuvio 3. Tilauksesta kokoonpantavan tuotannon toimintaperiaate

2.4 Tilauksesta suunnittelu

Tilauksesta suunnittelu tarkoittaa tuotannonohjaustapaa, jossa koko prosessi aloitetaan asiakastilauksen pohjalta. Tässä projektipohjaisessa ohjaustavassa tuote suunnitellaan asiakkaalle sopivaksi, minkä jälkeen alkaa itse valmistusprosessi. Tuotanto käyttää olemassa olevia komponenttien ja materiaalien välivarastoja valmistukseen. Tässä ohjaustavassa ei ole minkäänlaista lopputuotevarastoa, vaan kaikki asiakastilaukset lähetetään suoraan asiakkaalle. Tuotannon lisäksi tähän prosessiin saattaa sisältyä asennus- ja konsultointipalveluita. (Tilauksesta kokoonpano 2014; Ikonen 2016.)

Tilauksesta suunnittelua käytetään ohjaustapana tilanteissa, joissa standardituotteet eivät tarjoa asiakkaalle haluttua lopputulosta. Kyse saattaa olla pienestä modifikaatiosta tai yksilöllisestä tuotteesta. Läpimenoajat ovat kummassakin tapauksessa pitkät ja tuotteen yksikköhinnat korkeat. Läpimenoajan pituuteen vaikuttavat suunnittelun haastavuus, materiaalin saatavuus ja valmistuksen vaikeusaste. Tilauksen kohden- nuspiste sijaitsee kaikista syvimmällä tuotannossa verrattuna muihin ohjaustapoihin. (Tilauksesta kokoonpano 2014; Ikonen 2016.)

Tilauksesta suunniteltu tuote ei sido pääomaa varastoon. Toimitusaikataulussa pysyminen on tärkeää, sillä peruttujen tilausten tuotteita on hankala myydä muille asiakkaille. Erikoisilla tuotteilla voidaan tehdä suurin kate, koska ne vaativat eniten työtä ja suunnittelua. Kuviosta 4 nähdään tilauksesta suunnitellun tuotannon toimintaperiaate. (Tilauksesta kokoonpano, 2014.)



Kuvio 4. Tilauksesta suunniteltavan tuotannon toimintaperiaate

3 Arvon muodostuminen tuotannossa

Nykypäivän kiristyvässä kilpailussa on yritysten tehtävä kaikkensa, jotta ne saisivat karsittua ylimääräisiä toimintoja ja laskettua valmistuskustannuksia. Korkeiden työntekijä- ja materiaalikustannusten takia on pyrittävä maksimoimaan hyöty jokaisesta toiminnosta. Jokainen työvaihe, joka ei nosta lopputuotteen arvoa, on ylimääräinen, ja sen osuus on pyrittävä minimoimaan tai poistamaan. Kun tämä prosessin hukka-aika pienenee, tuotannon läpivirtaus paranee ja yritys tekee enemmän voittoa. (Chauhan, G. & Singh, T.P 2012, 57—58.)

Kun tuote kulkee tuotantolinjaa pitkin, kohdistuu siihen erilaisia toimintoja, joilla sitä muokataan haluttua päämäärää kohti. Liiketoiminnallisesti on kannattavaa, että jokainen kustannuksia aiheuttava toiminto lisää lopullisen tuotteen arvoa tai vähintään tukee sitä.

3.1 Lean-ajattelumalli

Yksi tärkeimmistä tuotannon kehittämisfilosofioista on Toyotan toimintatapaan perustuva Lean-ajattelumalli, jonka perimmäisenä tarkoituksena on parantaa yrityksen tuottavuutta. Tuotteet pyritään saamaan asiakkaille oikeaan aikaan, oikeassa kunnossa ja oikeaan paikkaan. Yritystoiminta sisältää yleensä seitsemän tuottamatonta toiminnallista vaihetta, joita pyritään minimoimaan tätä ajattelutapaa hyväksi käyttäen. Nämä tuottamattomat toiminnot ovat

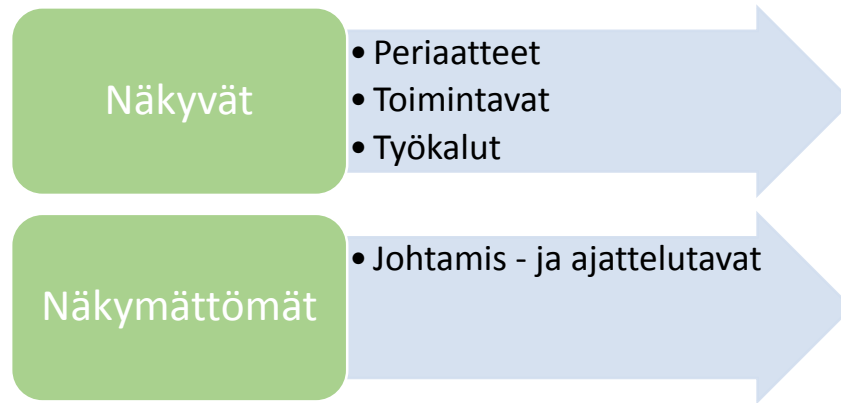
1. kuljetukset
2. varastot
3. liike
4. odotusaika
5. ylituotanto
6. yliprosessointi
7. viallinen tuote.

Näiden kohtien lisäksi kahdeksanneksi hukaksi on yhteisesti hyväksytty työntekijöiden fyysisten ja henkisten ominaisuuksien käyttämättä jättäminen. Tuottamattomia toimintoja muuttamalla ja kehittämällä pyritään saamaan laadukkaampia tuotteita, mikä taas osaltaan lisää asiakastytyväisyyttä. Lyhyemmät läpimenoajat tarkoittavat pienempiä kustannuksia. Lean-ajattelussa on käytetty mittareina tuottavuutta, läpimenoaikaa, hukkaa sekä keskeneräisen tuotannon määrää. (The 7 wastes in manufacturing 2013—2016; Karjalainen 2016.)

3.2 Lean-työkalut

Lean-ajattelua toteuttamaan on kehitetty erilaisia työkaluja, jotka tarjoavat apua esimerkiksi hukan poistamiseen, ergonomiaan, kehittämiseen, työturvallisuuteen ja johtamistapoihin. Näitä työkaluja käyttämällä yrityksen on mahdollista päästä muuttamaan vanhoja ajattelutapoja ja vakiintuneita toimintamalleja kohti tehokkaampaa

suuntaa. Näkyvät Lean-työkalut pohjautuvat pinnan olla piilossa oleviin ajattelu- ja johtamistapoihin. Kuvio 5 selventää edellä mainittua tilannetta. (Steinlicht 2010, 70.)



Kuvio 5. Lean-ajattelumalli

3.3 Hukan poistaminen

Hukan poistamisella tarkoitetaan ylimääräisten toimintojen karsimista prosesseista. Hukkana voidaan pitää kaikkea sitä toimintaa, joka ei lisää asiakasarvoa. Jos prosessit ovat jo loppuun asti tehostettuja, on työntekijän hankala huomata, mitkä toiminnot ovat turhia. Monesti onkin syytä astua asiakkaan saappaisiin ja katsoa prosesseja uudesta näkökulmasta. (Tuominen 2010, 92-93.)

Hyvänä esimerkkinä ylimääräisistä toiminnoista voitaisiin pitää tilannetta, jossa asiakas haluaa katsastaa autonsa. Hänelle ei ole tärkeintä se, että odotustilassa on tuoretta kahvia ja pullaa, vaan se, että tarkastus tapahtuu mahdollisimman nopeasti. Keskittymällä epäolennaisiin asioihin, viedään ajatusta pois perimmäisestä tarkoituksesta. Yritys voi tämän ajattelun pohjalta kehittää toimintaansa sellaiseen suuntaan, jossa palvelun taso nousee ja ylimääräisten toimintojen määrä vähenee.

3.4 Jatkuva kehittäminen

Jatkuva kehittäminen on, ajattelutapa tai filosofia, jonka tarkoituksena on toiminnan jatkuva eteenpäin vieminen. Lähtökohtana toimii se, ettei mikään prosessi ole niin hyvä, ettei siitä löytyisi jotakin parannettavaa. Ajattelutapaan kuuluu olennaisena

osana se, että idea kehittämisestä voi tulla yrityksen kaikilta tasoilta. Kyseessä ei siis ole pelkkä johtoportaan kehittämistyökalu. Johtajat pitävät kokonaisuuden kasassa, mutta eivät ole mukana päivittäisissä kehittämistoimissa. (Tuominen 2010, 106-107.)

Kehittämistekniikka on normaalisti jaettu kahteen eri lajiin: Ylläpitävään ja kehittävään toimintaan. Ylläpitävän toiminnan tarkoitus on ylläpitää toiminnan nykyistä tasoa. Sen avulla pyritään reagoimaan arkielämässä ilmeneviin yllättäviin tilanteisiin sekä virheisiin. Kehittävä toiminta taas pyrkii kohti asetettuja tavoitteita. Se pyrkii nostamaan toiminnan tasoa ja pitämään sen siellä. (What is kaizen? 2013-2016.)

3.5 Viiden ässän kehitystyökalu

Kyseinen 5S- toimintamalli on ehkä tunnetuin lean-ajattelun työkalua, jota moni menestyvä yritys on vuosien varrella käyttänyt. Mallin rakenteena toimii viisi eri vaihetta, joiden tarkoitus on kasvattaa työn tuottavuutta. Malli on kehitetty Japanissa, joka selittää 5S nimen.

Luokittelu

Luokittelulla tarkoitetaan turhien ja tarpeettomien tavaroiden poistamista työtiloista. Esimerkiksi kehittämisestä vastuussa oleva henkilö kiertää työpisteet ja tarkastaa käytettävät työkalut. Työpisteellä tulee olla vain ne välineet, joita järkevän aikavälin puitteissa tarvitaan. Työpaikalla on yleistä, että esimerkiksi rikkoutuneet työkalut, roskat yms. vievät turhaa tilaa ja hidastavat työntekoa. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

Järjestäminen

Systemisointivaiheessa työkalut ja työvälineet laitetaan omille merkityille paikoilleen, jotta turhalta välineiden etsimiseltä vältyttäisiin. Tavaroiden etsimisestä aiheutuva joutoaika on kallista ja se laskee tehokkuutta. Tavaroiden järjestäminen tekee myös työpisteestä turvallisemman ja viihtyisämmän. Komponenttien ja tavaroiden noutoväylät on pyrittävä pitämään siisteinä ja ne voidaan merkitä esimerkiksi maalauksilla tai teippauksilla. Roskakorien paikat on merkittävä selvästi ja ne on hyvä merkitä havainnollistavilla kylteillä. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

Siivous

Siivouksen osuutta ei voi työympäristössä liikaa korostaa. Ehjien ja puhtaiden työkalujen ja työvaatteiden käyttö takaa parhaan mahdollisen lopputuloksen ja vähentää työtapaturmien riskiä. Tässäkin tapauksessa selvät siivousohjeet ja säännölliset tarkastukset takaavat siisteyden pysyvyyden. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

Standardisointi

Standardisointivaihe nitoo yhteen kolme aikaisempaa vaihetta. Se käytännössä pyrkii varmistamaan, että sovituisia päämääriä pysytään ja niitä seurataan oikeaoppisesti. Esimerkiksi selvät siivousohjeet, aikataulut, havainnollistavat ohjekyltit ja kulkuväylämaalaukset kuuluvat standardisoinnin piiriin. Nämä ohjeet on hyvä tehdä yhteistyössä työntekijöiden kanssa, jotta kaikki näkökulmat tulee otettua huomioon. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

Seuranta ja ylläpito

Seuranta ja ylläpito vaiheessa saavutettuja tavoitteita pyritään pitämään yllä ja kehittämään toimintoja entisestään. Aiemmista vaiheista pyritään luomaan rutiini, jonka kaikki työntekijät omaksuvat. Tämä vaihe saattaa aiheuttaa vastustusta, koska monet työntekijät ovat tottuneet tekemään asiat omalla tavallaan. Onnistumisen kannalta on ehdottoman tärkeää, että kaikki sitoutuvat noudattamaan sääntöjä. Kannustimena edellisiin toimintoihin voisi olla pieni kilpailu eri osastojen välillä. Parhaiten toimintamallia noudattanut osasto palkittaisiin esimerkiksi lomapäivällä. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

Näiden viiden vaiheen rinnalle on noussut niin sanottu kuudes ”S” turvallisuus, joka oikeastaan tulee edellisten vaiheiden sivutuotteena. Kun olosuhteet ja työntekijöiden asenne ovat kohdallaan, muuttuu myös työympäristö turvallisemmaksi paikaksi. (What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke 2016.)

4 Kapeikkoajattelu

Kapeikkoajattelun perusidea on se, että jokaista prosessi rajoittaa jokin pullonkaula, joka määrittää prosessin läpäisemiseen kuluvan ajan. Kapeikkoajattelua hyödyntämällä pyritään löytämään tuotantoa hidastavat pullonkaulat ja avartamaan niitä mahdollisimman paljon. Kapeikkoajattelun idea ei ole osaoptimoida prosesseja, vaan ajatella toimintoja kokonaisuuden näkökulmasta. Malli on nykyaikana monen yrityksen käyttämä kehittämistekniikka, jolla pyritään saamaan käytettävissä olevista resursseista kaikki teho irti. Filosofian kehitti Israelilainen fyysikko Eliyahu M. Goldratt 1970-luvulla tuotannon aikataulutuksen avuksi. Ajattelutavan lähtökohtana toimii yrityksen tuottavuuden parantaminen lyhyellä ja pitkällä aikatahtimella. Lyhyen tähtäimen tavoitteita ovat läpivirtauksen kasvattaminen, läpäisyajojen lyhentäminen, oikea-aikaiset toimitukset sekä pääoman- ja varastojen pienentäminen. Pitkän tähtäimen hyötyjä ovat erilaiset kehittämistoimet, liikevaihdon kasvu, voitto-osuuden kasvu, taloudellisten riskien helpompi tunnistaminen sekä markkinastrategioiden luominen. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 3–4.)

Pullonkaula-ajattelun hyödyntäminen on otettu käyttöön monessa nykyajan teollisessa yrityksessä. Kiristyvässä kilpailutilanteessa voittajaksi selviytyy yleensä se, joka pystyy parhaiten hyödyntämään sillä hetkellä käytettävissä olevat resurssit. Yritykset alkavat usein miettiä erilaisia tuotannonkehittämiskeinoja jos

- tuotantomäärät ovat pienempiä kuin myyntimäärät
- yritys on innovatiivinen ja haluaa tehdä enemmän voittoa
- tuotanto on luonteeltaan ketjuutunut ja se sisältää useita eri vaiheita
- tuotantoprosesseja suunnitellaan uudelleen.

Malli on ajan saatossa siirtynyt tuotannosta myös muille osa-alueille. Yrityksen pyörittäminen on kokonaisuus, joka vaatii jatkuvaa kehittämistä ja uusien toimintatapojen löytämistä. Sen pohjalta on kehitetty johtamisfilosofia, joka pyrkii haastamaan vakiintuneet käytänteet ja vanhat johtamismallit. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 3–5; What is theory of constraints? 2016.)

4.1 Tunnusluvut ja mittarit

Liiketoiminnan tunnuslukujen on tarkoitus selittää vallitsevaa tilannetta. Lukujen oikea käyttö kuuluu ammattimaiseen johtamiseen, mutta se edellyttää myös niiden oikeaoppista tulkittamista. Tunnuslukujen tarkoitus on viedä kohti suurempia liikevoittoja sekä järkeviä päätöksiä. Yrityksen kannattavuuden mittaamiseen käytetään kolmea yleisesti hyväksyttyä mittaria:

- 1) nettotulos
- 2) sijoitetun pääoman tuotto-%
- 3) likviditeetti.

Kun nämä kolme tekijää kasvavat tasaisesti, on yritystoiminta kannattavaa. Yksittäisen mittarin kasvattaminen ei ole kannattavaa, sillä hyvä tuottavuus on näiden kolmen muuttujan summa. Tuotanto-olosuhteet ovat usein haastavia ja kehitettävien asioiden syy-seuraussuhteiden havaitseminen vaikeaa. Tämän johdosta kapeikkoajattelussa käytetään lisämittareita, jotka helpottavat asioiden ymmärtämistä. Kyseiset mittarit on suunniteltu siten, että niiden avulla tuotannosta vastaavan henkilön on helpompi huomata, kuinka yritys ansaitsee rahansa ja mihin osa-alueeseen käytännön toimenpiteet olisi syytä kohdistaa. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 6; Goldratt 1987, 55–56.)

Järjestelmään syötetään raaka-aineita ja materiaaleja, jotka muutetaan erilaisten toimenpiteiden avulla myytäväksi lopputuotteiksi. Valmistusyksikön ylläpitävänä voimana toimii raha, joka mahdollistaa jalostuksen. Jalostuksen mahdollistavat erilaiset työkonet, ihmiset sekä rakennukset. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 6.)

Näiden ajatusten pohjalta on kapeikkoajatteluun määritelty mittarit, jotka ilmaisevat hyvin tavoitteen ”Kuinka tienata rahaa?”. Ne sopivat myös tehtaan johtamista koskevien sääntöjen luomiseen. Seuraavassa on lueteltu kapeikkoajattelun mittarit, niiden määritelmät ja kysymys, johon ne pyrkivät vastaamaan:

1) Läpivirtaus

- Tahti, jolla järjestelmä tuottaa rahaa myydyistä tuotteista.
 - Voidaanko samoilla resursseilla saada aikaan enemmän myytävää?

2) Varasto

- Kaikki se raha, jonka järjestelmä on investoinut kaiken sellaisen ostamiseen, mikä on tarkoitus myydä.

- Onko mahdollista toimia pienemmillä varastoilla?

3) Käyttökustannukset

- Rahat, joilla varastot muutetaan läpivirtaukseksi.
 - Voidaanko käyttökustannuksia pienentää?

Edellä mainittujen mittareiden määritelmät ovat todella tarkat ja ne on muotoiltu täsmällisesti. Kyseiset määritelmät myös poikkeavat hieman totutuista määritelmistä. Epätarkasti määritelty mittari on käyttökelvoton, sillä sitä voidaan tulkita virheellisesti. Läpivirtauksen yksikkönä toimii tienattu rahamäärä, eikä tuotannon läpäisseet kappaleet. Läpivirtausta on se, kun tuote on kulkenut koko valmistusketjun lävitse ja myyty. Tässä mallissa työkustannukset kuuluvat kiinteisiin kustannuksiin, eikä niitä erotella välittömien ja välillisten työkustannusten välillä. Lisäarvon mukaan ottaminen saattaisi aiheuttaa tulkinnallisia eroja ja viedä pois päin tavoitteesta. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 7; Goldratt 1987, 65–66.)

4.2 Kapeikkoajattelun vaikutukset muihin osa-alueisiin

Kapeikkoajattelu ei ole vain tapa ohjata tuotantoa, vaan se kytkeytyy vahvasti yrityksen eri osa-alueisiin. Sen tarkoituksena on muuttaa vanhoja ajattelutapoja ja saada johtajat arvioimaan uudelleen toimintatapojensa pätevyyttä.

Myynti ja markkinointi

Myynnin ja markkinoinnin näkökulmasta ajateltuna on otettava huomioon se, pidetäänkö valmistusta vai myyntiä kapeikkona. Kapeikon sijaitessa myynnissä, toimii tuotanto vajailla kierroksilla ja kiinteät kustannukset nousevat korkeiksi. Pitkällä tähtäimellä ajateltuna on tuotannon sopeuduttava markkinoiden rytmiin. Lyhyellä tai keskipitkällä tähtäimellä on myynti pyrittävä sopeuttamaan sen hetkisiin tuotantoinvestointeihin. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 19.)

Kun pullonkaula sijaitsee tuotannossa, onärkevintä panostaa niihin tuotteisiin, joista saadaan suurin kate. Niitä tuotteita on syytä välttää, jotka tarjoavat vähiten katetta per pullonkaulan aikayksikkö. Jos yrityksessä tehdään kapeikkoa avartavia toimenpi-

teitä ja pullonkaulan paikka muuttuu, on myynnin oltava siitä tietoinen. Tämä mahdollistaa tarkkojen toimitusaikojen varmistamisen asiakkaalle. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 19.)

Vaihto-omaisuus

Vaihto-omaisuus liittyy olennaisesti yhteen yrityksen menestyksen mittariin, eli pääoman tuottoon. Yhtenä tärkeänä osana kapeikkoajattelua kuuluu vaihto-omaisuuden pienentäminen. Tämä onnistuu säätelämällä eräkokoja optimaalisemmiksi, taaten kuitenkin jatkuvan lopputuotteiden riittävyyden. Muutoksen suuruus riippuu siitä, otetaanko laskennassa huomioon sidotun pääoman tuotto vai ei. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 19.)

Investoinnit

Investoinneilla on pyrittävä samanaikaisesti nostamaan yrityksen kannattavuutta, tuloista ja kassavirtaa. Kyseistä toimintoa harkittaessa on syytä miettiä muutosten vaikutusta kokonaisvaltaisesti yrityksen kannattavuuteen, eikä miettiä muutosta vai yhden osa-alueen kannalta. Investointilaskelma on ehdottoman tärkeä työkalu mietittäessä isoja hankintoja. Oikeaan paikkaan suunnatut investoinnit lisäävät läpivirtausta ja parantavat näin ollen tuottavuutta. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 20.)

Kapeikkoajattelua hyväksi käyttäen on mahdollista tehdä hyviä investointeja tai välttää niitä. Pullonkaula-ajattelu on lisännyt suorien investointien rinnalle myös pehmeitä investointeja. Pehmeillä investoinneilla tarkoitetaan toimia, joilla pyritään avartamaan kapeikkoja. Esimerkiksi laadun parantamisella, tuotesuunnittelulla ja toimilla asetusaikojen lyhentämiseksi on suuria vaikutuksia läpivirtaukseen. Investointien säästämällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi jokin käytöstä poistettu kone otetaan uudelleen käyttöön ja sen avulla poistetaan painetta pullonkaulasta. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 20.)

Laatu

Jos pullonkaula joutuu käsittelemään huonolaatuisia kappaleita, tuhlaa se järjestelmän kalleinta aikaa. On siis pyrittävä varmistamaan, että kaikki pullonkaulaan menevät kappaleet ovat mahdollisimman hyvälaatuisia. Esimerkiksi siirtämällä laaduntarkkailun pullonkaulan etupuolelle, varmistetaan puolivalmisteiden paras mahdollinen

laatu. Oleellisena osana laatuprosessiin kuuluu pullonkaulakomponenttien hellävarainen kohtelu työvaiheen jälkeen. Jos kappale joudutaan tekemään uudelleen, kuormittaa se uudelleen pullonkaulaprosessia. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 20; Goldratt 1987, 163.)

Palkkaustapa

Teollisessa tuotannossa on entisaikaan käytetty usein urakkapalkkausta. Kyseisen palkkausmallin perusideana toimii työsuorituksen vauhdittaminen. Yksittäinen työntekijä tai ryhmä on kehittänyt toimintatapansa mahdollisimman nopeaksi, jotta työsuoritus kestäisi mahdollisimman lyhyen ajan. Tämän tyyppinen ajattelu vie pois päin tiimipelaamisesta, joka ketjuuntuneessa tuotannossa on todella tärkeää. Yksittäisen työntekijän itsekäs valinta saattaa vaikeuttaa ja hidastaa muiden työntekijöiden työsuoritteita. Useassa yrityksessä onkin siirrytty palkkiopalkkaukseen, mikä sopii paremmin kapeikkoajattelun piiriin. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 20–21.)

Kustannuslaskelma

Perinteisessä kustannuslaskelma mallissa pitkävaikutteiset menot pyritään jaksottamaan aktivoinnin ja poistojen muodossa. Kyseinen malli on toimiva, mutta kapeikkoajattelu tarjoaa lyhyen tähtäimen päätöksen tueksi hieman erilaisia mittareita. Tässä mallissa ajatellaan, että kustannus voi olla laskennallinen suure eikä kulu. Tuotteen valmistuskustannus riippuu siitä, onko tuote riippuvainen pullokaularesurssista vai ei. Kun tuote käyttää kyseistä resurssia, luokitellaan valmistuskustannus materiaalikustannukseksi sekä myymättä jääneen lopputuotteen katteeksi. Jos taas tuote ei käytä pullokaularesursseja, luokitellaan valmistuskustannukset vain materiaalikustannuksiksi. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 21.)

4.3 Kapeikkoajattelun käyttöönottoprosessi

Uuden ajattelu -ja toimintamallin sisään ajaminen ei yleensä onnistu ilman ongelmia. Useat työntekijät ovat saattaneet työskennellä samoilla periaatteilla vuosikymmeniä ja he yleensä jarruttavat eniten uusien ideoiden sisäänajoa. Kaiken kehittämisen lähtökohtana toimii se, että yhteinen tavoite on kaikille selvä ja kaikki toiminta ohjataan tätä päämäärää kohden. Jokaisella organisaation jäsenellä täytyy olla selvänä mielessä, kuinka juuri hän tai hänen ryhmänsä vaikuttaa yhteiseen tavoitteeseen. Tämän

edellytyksenä toimii se, että osataan valita juuri ne kehittämisen arvoiset ideat, joista saadaan nopeasti suurin hyöty. Apuna tähän prosessiin toimii hyväksi havaitut mittarit, kapeikoissa käytetty ohjaustekniikka sekä oikeanlaiset johtamistavat. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 22–23; Schragenheim 2015.)

4.4 Toimintamalli

Kapeikkoajattelun käyttöä varten on luotu toimintamalli, jonka tarkoitus on selventää ja ohjata käyttäjää kohti oikeaa ratkaisua. Malliin kuuluu seuraavat viisi vaihetta:

- 1) **Kapeikkojen etsiminen**
 - Tunnista järjestelmän läpivirtausta rajoittavat pullonkaulat
- 2) **Toimintojen suunnittelu niin, että saat maksimaalisen hyödyn irti kapeikoista**
 - Vaatii innovatiivista ajattelua
- 3) **Muun toiminnan alistaminen yhdessä sovituille päätöksille**
 - Muiden toimintojen on kuljettava pullonkaulojen tahdissa
- 4) **Pullonkaulojen avartaminen**
 - Uuden ideoiden käyttöönotto
- 5) **Uusien pullonkaulojen etsiminen**
 - Tavallisesti pullonkaula siirtyy johonkin muuhun vaiheeseen

Malli on luonteeltaan erittäin yksinkertainen ja helppo ymmärtää. Se kuvaa hyvin kapeikkoajattelun ideaa, jossa terveellä järjellä pyritään selvittämään ja ratkaisemaan asioita. Kehittämistoimien laatu ja painopiste riippuvat siitä, missä kohtaa tuotantoa kapeikko sijaitsee. Nopeita vaikutuksia saadaan aikaan tuotannonohjauksen muutoksilla, jos ongelmana on tuotannon alhainen kapasiteetti. Tällä tavalla saadaan lisättyä läpivirtausta ilman lisäinvestointeja. Jos taas ongelma sijaitsee kysynnän vähyydestä, ovat kehittämistoimet syytä keskittää kilpailukykyä parantaviin tekijöihin. (Gustafsson & Nykänen & Nyberg 1988, 22; Goldratt 1987, 312–313.)

5 Treston Oy:n tuotannon nykytilanteen kuvaus

Jotta mahdolliset kehittämistoimet voidaan aloittaa, on toiminnan nykyinen tilanne pyrittävä kuvaamaan mahdollisimman tarkasti. Nykytilanteella tarkoitetaan sitä, minkälaisia tuotteita tehdas tuottaa ja minkälaisia prosessia sekä toiminnanohjaustapoja

näiden tuotteiden valmistaminen vaatii. Jyväskylässä valmistettavien nimikkeiden määrä on noin 30 000 kappaletta, joista myytäviä nimikkeitä on noin 25 tuhatta kappaletta. Tämä määrä sisältää eri väri vaihtoehtoja samoista tuotteista.

5.1 Tuotannonohjaustavat

Jyväskylän tuotantolaitoksessa käytetään kaikkia neljää tunnettua tuotannonohjausjärjestelmää. Suurin osa valmistettavista tuotteista menee lopputuotevarastoon tai ovat osa moduulikasausta. Varasto-ohjautuvien tuotteiden osuus on noin 45 % ja tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden 35 %. Tilauksesta valmistettavien tuotteiden osuus taas on 10 %. Viimeiset kymmenen prosenttia ovat tilauksesta suunniteltavia tuotteita, jotka valmistetaan alusta loppuun asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Erikoisten töiden määrä on lisääntynyt viime vuosien aikana, koska yhä useammin asiakas tarvitsee juuri tietynlaisen tuotteen. Erikoisvalmisteisissa tuotteissa on suurin kateprosentti, joten niiden valmistuksen tehostamiseen on syytä panostaa. Kuviosta 6 nähdään Treston Oy:ssä käytettävien tuotannonohjaustapojen suhde toisiinsa.



Kuvio 6. Tuotannon ohjaustapojen suhde

5.2 Prosessit

Aihiovalmistus

Jos tuotteen valmistus aloitetaan aivan nollasta, on ensimmäinen vaihe leikata teräslevystä tarvittavan kokoinen ahiopala. On todella harvinaista, että yhdestä pelistä tehtäisiin vain yhtä tuotetta. ”Nestauksella” tarkoitetaan teräslevylle tehtävää sijoittelusuunnittelua. Sitä voisi verrata piparkakkujen tekoon, jossa taikinasta pyritään saamaan mahdollisimman monta piparkakkua. Teräslevylle pyritään sijoittamaan maksimimäärä sellaisten tuotteiden aihioita, joita tullaan tarvitsemaan lähitulevaisuudessa. Jos tällainen järjestely ei onnistu, ylimääräiselle pellinosiolle sijoitetaan yleistä vakiotavaraa. On erittäin tärkeää, että mahdollisimman suuri osa pelistä tulisi hyötykäyttöön, sillä raakateräslevyn hinta on korkea. Jyväskylän toimipisteessä tätä suunnittelua tekee täysipäiväisesti yksi henkilö. Nestautyö suoritetaan tietokoneella, josta tieto siirtyy työpisteelle toiminnanohjausjärjestelmän avulla. (Kuivalainen 2016.)

Aihiovalmistukseen käytetään kahta konetta, Finn-Poweria ja S4:sta. Finn-Power on uudempi ja näin ollen sillä pystytään tekemään paljon vaativampia ja tarkempia leikkauksia, koska säätömahdollisuudet ovat paremmat. Finn-Powerissa on myös sivupöytä, joka mahdollistaa erilaisten peltien syöttämisen ilman hukka-aikaa. Peltejä syötetään koneisiin erillisistä hyllyköistä. S4:sta käytetään enimmäkseen yksinkertaisiin ajoihin. Sen säätömahdollisuudet ovat rajalliset, eikä sillä pystytä ajamaan pieniä osia tai liian paksua peltiä. S4:n päässä sijaitsee robotti, joka voidaan ohjelmoida siirtämään valmiit kappaleet lavoille. Tästä työpisteeltä tavarat voivat lähteä useaan eri osoitteeseen. Ihannetilanteessa kummankin koneen pitäisi olla koko ajan käynnissä, mutta suurimmaksi osaksi työt hoidetaan uudemmalla koneella. S4:n käyttöä rajoittaa aikaa vievien asetusten tekeminen sekä huoltotoimenpiteet. Työpisteellä työskentelee yksi henkilö kerrallaan. Kuviosta 7 nähdään uudempi aihiovalmistuskone. (Pihlaja 2016.)



Kuvio 7. Aihionvalmistuskone Finn-Power

Taivutusautomaatti

Aihiovalmistuksen jälkeen kappale siirtyy useimmiten taivutukseen. Taivutuksella tarkoitetaan sitä, että kappale taivutetaan haluttuun muotoonsa. Esimerkiksi ovien reunat käännetään U-malliseksi, jolloin aihiovalmistuksessa tehdyt ruuvinreiät tulevat oikeaan paikkaan. Tasaiseen kappaleeseen luodaan syvyysuunta, mikä on myös ulkonäkökysymys. Laite nostaa taivutettavat aihiot imukuppien avulla alustalle, jossa erilaiset terät hoitavat taivutustyön. Tässä työpisteessä työskentelee yksi henkilö kahdessa vuorossa. Kuvioista 8 nähdään taivutusautomaatti. (Kuivalainen 2016; Lampinen 2016.)

Taivutus-työvaiheeseen kuuluu joissain tapauksissa myös koneellinen hitsaus. Taivutuskoneen vieressä sijaitsee Kempin automaattinen hitsauskone, jolla voidaan tehdä yksinkertaisia hitsaustöitä, mikä säästää työntekijöiden aikaa. Taivutuskoneelta kappaleet siirtyvät liukuhihnaa pitkin hitsauskoneeseen, jonka sisällä tapahtuu itse hitsaustyö. Valmiit kappaleet siirretään joko käsin tai automaattikippauksen avulla lavalle. (Pihlaja 2016.)



Kuvio 8. P4-taivutusautomaatti

Putkisolu

Putkityöpaikalla tehdään kaikki asiakkaiden ja muiden tuotteiden tarvitsemat putkiosat. Työpaikat sekä pöydät sisältävät erilaisia putkijakajia, joten niiden tarve on suurta. Kyseisellä työpaikalla työskentelee kaksi työntekijää yhdessä vuorossa. Työvälineinä toimii 2 rei'ityskonetta, putkisaha, kylmäpyörösaha, harjaukone sekä kaksi riviporakonetta. Putkisolussa tehdään myös hitsaustaita, koska putkiin liitetään usein erilaisia kannattimia. Kuviossa 9 on putken rei'ityskone sekä raakamateriaalina käytettävää teräsputkea. (Kantola 2016; Lampinen 2016.)



Kuvio 9. Putken rei'ityskone

Erikoisvalmistus

Erikoisvalmistus tarkoittaa erikoistuotteiden tekemistä ja se sisältää useita erilaisia työvaiheita, esimerkiksi hitsausta, taivutusta, särmäystä sekä runkojen ja laatikoiden kasausta. Uusia tuotteita valmistettaessa ilmenee melko usein ongelmia, minkä takia tuotteita saatetaan joutua tekemään uudelleen. Erikoisvalmistusvaiheen jälkeen tuotteet menevät joko maalaukseen tai osavalmistukseen jatkojalostettavaksi. Tässä työpisteessä työskentelee kaksi henkilö yhdessä vuorossa. (Ikonen 2016.)

Taivutusrobotti

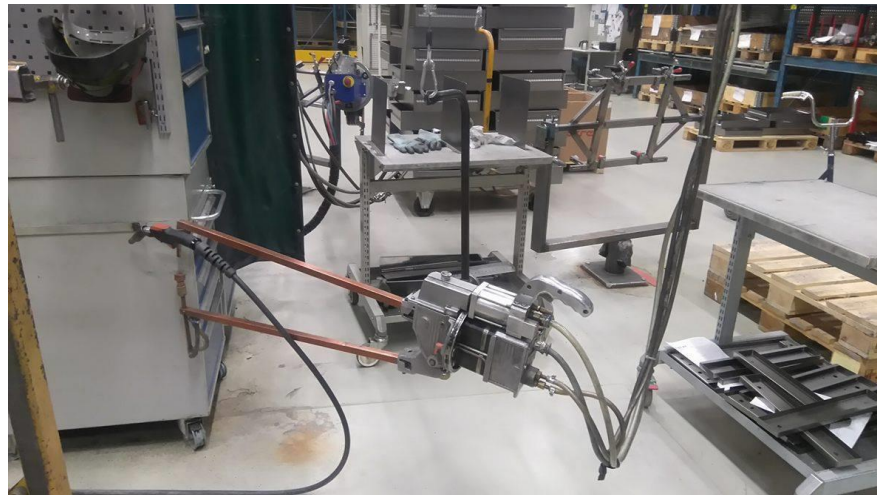
Taivutusrobotti on siirretty Turun toimipisteestä Jyväskylään muutama vuosi sitten vähäisen käytön takia. Kyseisellä robotilla pystytään taivuttamaan tiettyjä kappaleita, esimerkiksi teräshyllyjä, mikä siirtää taakkaa pois samaa työvaihetta tekeviltä työntekijöiltä. Asetusten tekeminen on melko hidasta, minkä takia laitetta ei kannata laittaa tekemään pieniä sarjoja. Pellin pinnanmuodon vaihtelut ovat aiheuttaneet häiriöitä, minkä takia laitteen toimintaa täytyy hieman tarkkailla. Ongelman ilmetessä robotin anturit pysäyttävät liikkeen ja robotti jää odottamaan korjaustoimenpiteitä. Kuvio 10 nähdään taivutusrobotti sekä valmiita taivutettuja laatikon runkoja. (Kantola 2016.)



Kuvio 10. Taivutusrobotti

Laatikko/runkosolu

Yksi suosituimmista tuoteryhmistä on erilaiset laatikostot, joiden laatikoiden ja runkojen valmistusta varten on oma työvaiheensa. Tässä työvaiheessa taivutuksesta tuleviin runkoihin ja niiden laatikoihin liitetään hitsaamalla tarvittavat osat. Kuviosta 11 nähdään osien liittämiseen käytettävää työkalua. Runko koostuu muun muassa vai-pasta, etu- ja takaseinistä sekä erilaisista listoista. Laatikoihin kiinnitetään esimerkiksi etulevy, jonka jälkeen ne ovat valmiita maalattaviksi. Tällä työpisteellä työskentelee kaksi henkilöä yhdessä vuorossa. Vasta kokoonpanovaihevaiheessa rungot ja laatikot liitetään toisiinsa. (Saharinen 2016.)



Kuvio 11. Pihtihitsauskone

Särmäys

Yksi työläimmistä prosesseista on osien särmäys. Särmäyksellä tarkoitetaan metallillevyn taivuttamista haluttuun muotoon. Kyseinen työvaihe suoritetaan käyttämällä apuna särmäyspuristinta, joka toimii hydrauliiikan avulla. Kyse ei ole automaattisesta prosessista, vaan se vaatii työntekijän. Työntekijä syöttää kappaleita ja tekee tarvittavat asetukset. Särmäyksen jälkeen tuote on joko valmis maalattavaksi tai se menee johonkin toiseen työpisteeseen jatkokäsiteltäväksi. Tehtaalla on kaksi särmäyspuristinta, joissa työskentelee kaksi henkilöä. Kuviossa 12 on toinen tuotantolaitoksen särmäyspuristimista. (Kantola 2016.)



Kuvio 12. Amada-särmäyspuristin

Robottihitsaus

Robottihitsauksessa tarvittavat osat liitetään toisiinsa käyttämällä robottihitsauslaitetta. Osakomponentit kiinnitetään oikeille paikoilleen pyöritettävään hitauskehikkoon, jonka jälkeen robotti hitsaa osat yhteen. Esimerkiksi työpöytien jalkaparit ovat suuren kulutuksen tuote, jonka valmistuksessa hyödynnetään robottia. Tarvittava hitsausseura ei voi olla kovin monimutkainen, koska robotin säätöominaisuudet ovat rajalliset. Tällä työpisteellä työskentelee yksi henkilö yhdessä vuorossa. (Kantola 2016.)

Lyhytkaarihitsaus

Lyhytkaarihitsauksella tarkoitetaan työvaihetta, jossa metallisia osia liitetään toisiinsa MIG- hitsaamalla. Tällä menetelmällä saadaan aikaan vahvempaa hitsausseuraa kuin pistehitsaamalla. Esimerkiksi kaappien sokkelien pohja ja päädyt liitetään toisiinsa lyhyellä ja vahvalla saumalla. Tässä työpisteellä työskentelee 1-2 ihmistä, joista toinen voi väliaikaisesti käyttää särmäyskonetta tai robottihitsauslaitetta. (Kantola 2016.)

Pöytäsolu

Pöytäsolutyöpisteestä löytyy samankaltaisuuksia muiden osavalmistuksen työvaiheiden kanssa. Siinä on yhdistettynä osien taivutus sekä hitsaaminen. Pitkän ajan kuluessa työvaiheiden rajapinnat ovat päässeet hämärtymään, joten selvää rajaa ei ole helposti nähtävissä. Tässä työpisteessä käsitellään paljon työpöydissä tarvittavia osia, kuten jalkapareja ja kotelotukia. Työpisteellä työskentelee yksi henkilö yhdessä vuorossa. (Kantola 2016.)

Pistehitsaus

Pistehitsausvaiheessa tuotteisiin liitetään yleisimmin jokin pieni tarkkuutta vaativa yksityiskohta. Kyseessä on niin sanottu viimeistelyvaihe, jonka jälkeen tuote on yleensä valmis maalattavaksi. Esimerkiksi teräshyllyihin voidaan hitsata kiinni tasontukia ja tukilistoja. Työvälineenä käytetään käsin käytettävää Kempin hitsauskonetta. Kyseisellä työpisteellä työskentelee vakituisesti yksi henkilö yhdessä vuorossa. (Lampinen 2016.)

Osavalmistus 2

Osavalmistus 2:n eri työvaiheissa työskentelee yksi koneiden ajaja sekä yksi asetusten tekijä. Asetusten tekijä kiertää laitteita ja tekee niille tarvittavat säädöt, jotta ajaja pystyy valmistamaan tarvittavat osat. Kyseisten kappaleiden tarve ei ole niin suuri, jotta jokainen työvaihe tarvitsisi oman käyttäjänsä. Seuraavaksi mainitut työprosessit kuuluvat osavalmistus 2:n piiriin.

Epäkesko särmäyspuristin

Kyseisellä laitteella voidaan tehdä pieniä kappaleita, jotka vaativat lävistystä ja taivutusta. Tähän työvaiheeseen kuuluu myös valmistettujen osien hionta ja tarvittaessa kierteiden tekeminen. Esimerkiksi laatikoston laatikoiden tarvitsemat liukulistat kulkevat tämän työvaiheen kautta. (Kantola 2016.)

R-kannattimien taivutus/hitsaus

Tässä työpisteellä R-kannattimien piikit hitsataan kiinni jalustaansa, jonka jälkeen kone katkaisee ja taivuttaa piikit oikean mittaisiksi ja muotoisiksi. Kannattimia käytetään esimerkiksi reikälevyissä kiinnityskohtina työkaluille. Kiinasta tilattavat kannattimet ovat vähentäneet tämän työpisteen kuormaa. (Kantola 2016.)

Nauhalinja & maton leikkaus

Nauhalinjakoneella voidaan valmistaa rullalla olevasta metallinauhasta erilaisia kannattimia, saranapareja sekä lukkolevyjä. Työkoneessa on useampia painotyökaluja, jotka järjestyksessä muokkaavat metallinauhasta valmiita kappaleita. Kyseisiä työkooneita on kolme kappaletta, eivätkä ne vaadi työntekijän jatkuvaa läsnäoloa. (Kantola 2016.)

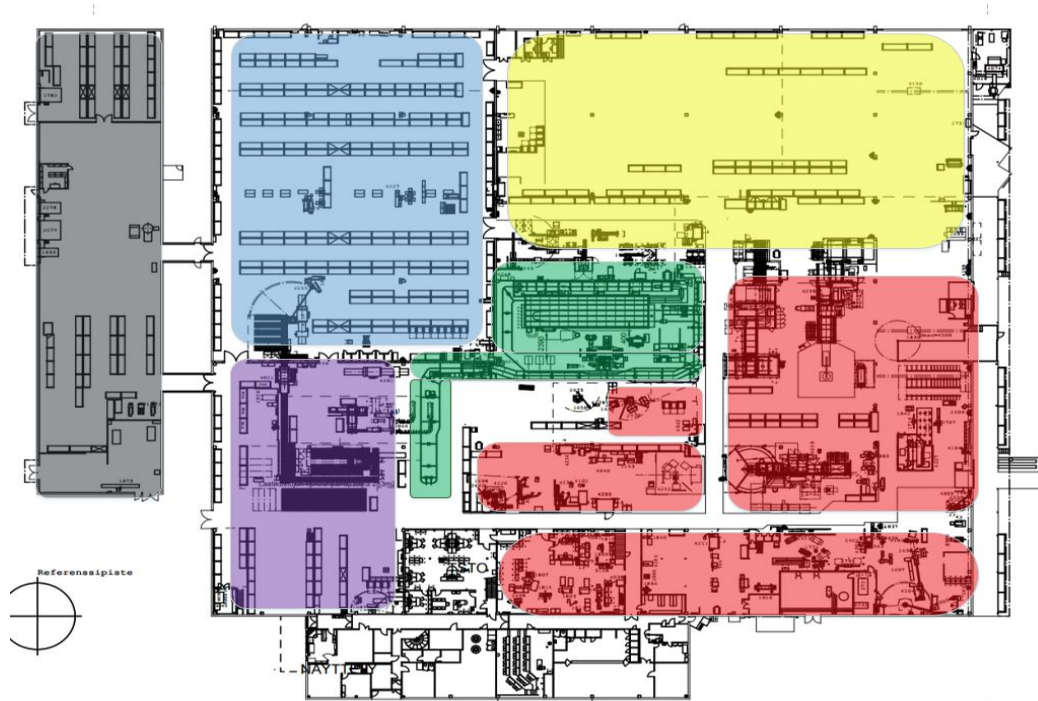
Tähän työvaiheeseen kuuluu myös erilaisten kumimattojen leikkaaminen. Raskasvaunut, laatikostot, yleisvaunut sekä asennusvaunut saattavat sisältää kumimaton, joka estää esimerkiksi työkalujen liukumisen pois kannen päältä. Mattojen leikkaamisesta vastaa yksi henkilö, mutta tämä työpiste ei vaadi jatkuvaa työskentelyä. (Kantola 2016.)

Särmäys LVD-koneella

Tätä työvaihetta käytetään isompien kappaleiden lävistykseen, puristukseen ja taivutukseen. Kahdella LVD-särmäyskoneella voidaan valmistaa esimerkiksi erilaisia teräshyllyjä ja niiden kannattimia. Tässäkin työpisteessä työskentelee yksi henkilö tarpeen ilmaantuessa. (Kantola 2016.)

5.3 Layout ja materiaalivirta

Kuviosta 13 nähdään Jyväskylän tuotantolaitoksen layout. Tehdas voidaan toimintonsa perusteella jakaa erilaisiin osastoihin.

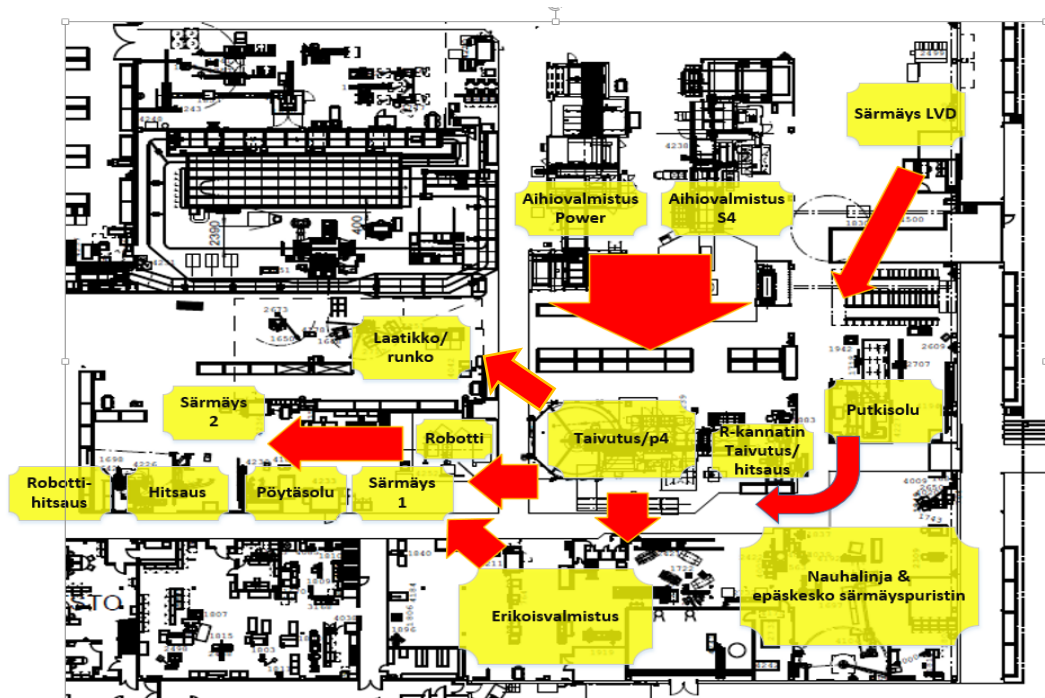


Kuvio 13. Tuotantolaitoksen layout

- Yläaidassa oleva keltainen alue tarkoittaa materiaalien, keskeneräisten komponenttien sekä maalausta vaille olevien tuotteiden varastointitilaa. Koska värvaihtoehtoja on useita, täytyy tuotteiden niin sanottuja raakaversioita löytyä reservistä.
- Keltaisen alueen alapuolella oleva punainen alue kuvaa tuotantolinja alkupäätä, jossa tapahtuu metallinjalostusta. Materiaalit virtaavat erilaisia tuotantopolkuja pitkin, jonka aikana niistä valmistuu valmiita tuotteita tai osakomponentteja. Alue sisältää myös jonkin verran raaka-aineiden puskurivarastoja.
- Keskellä tehdasta oleva vihreä alue tarkoittaa maalaamoa. Tuotannosta tulevat tuotteet päätyvät maalaamoradan reunalle, josta ne siirretään maalattavaksi tai keskeneräisten tuotteiden varastoon. Maalauksen jälkeen tuotteet siirtyvät joko lopputuotevarastoon tai kokoonpano-osastolle.
- Purppuran värinen lohko kuvaa kokoonpano-aluetta. Tässä osaa tehdasta sijaitsee laatikostojen kokoonpanolinja sekä työpöytien kasauspiste. Kokoonpanon tarvitsemille osakomponenteille on varattu hyllytilaa, jotta kaikki tarvittava materiaali olisi nopeasti saatavilla. Kokoonpanosta kulkee liukuhihna lopputuotevarastoon, joten isoja tuotteita ei tarvitse liikutella manuaalisesti. Liukuhihna sisältää pakkauskoneen, joka pakatoi valmiit laatikostot.
- Pohjapiirroksen yläaidassa oleva sininen alue kuvaa lopputuotevarastoa, josta keräilijät kasaavat asiakastilaukset valmiiksi. Lopputuotevaraston kapasiteetti on noin 2000 lavapaikkaa. Lähettämö/keräys toiminta on jaettu kolmeen eri ryhmään.
 - kotimaa
 - vienti
 - @home - tuotteet (Erialaisten tilojen sisustus ja säilytysjärjestelmät).

- Kuvan vasemmassa laidassa oleva harmaa alue kuvaa lähtevän tavaran aluetta. Lähtetöiden työntekijät siirtävät kerätyt asiakastilaukset tähän tilaan odottamaan kuljetusta. Samassa tilassa sijaitsee myös puutyöpaja sekä pahvimateriaalin varasto.

Treston Oy:n tuotannon alkupää sisältyy useita erilaisia prosesseja, jotka muokkaavat raakamateriaalia kohti lopputuotetta. Eri tuotteet vaativat valmistukseen erilaisia toimintoja ja henkilöitä, joten jalostuspolku saattaa vaihdella suuresti tuotteiden välillä. Prosessit ovat vaatimustasoltaan ja kestoltaan erilaiset, minkä johdosta polun pituus ei kerro paljoakaan läpimenoajan suuruudesta. Kuvio 14 nähdään tehtaän tuotannollisen puolen (punainen alue) prosessien nimet sekä materiaalin virtauksen suunta.



Kuvio 14. Tuotantolaitoksen prosessit ja materiaalinvirtaus

Pohjapiirroksen merkittyjen materiaalinvirtausnuolten on tarkoitus ilmentää prosessien kulun perusideaa. Normaalisti tuotteiden valmistus alkaa aihiovalmistuspisteestä ja siirtyy siitä eri vaiheiden kautta kohti maalauslinjaa. Layout on perusidealtaan melko toimiva, vaikkakin keskeneräisten tuotteiden varaston sijoittaminen tuotannon alkupisteen takana aiheuttaa ylimääräisiä siirtoja. Kyseisen varaston täytyy olla

iso, joten sen sijoittaminen lähemmäksi maalaamaa olisi mahdotonta. Monet käytössä olevista työkoneista on kiinnitetty pysyvästi paikoilleen, joten layout-muutosten tekeminen ei ole helppoa.

5.4 Tuoteryhmät

Treston Oy:n tarjoaa lukusia erilaisia ratkaisuita työpisteiden sekä teollisuuskalusteiden saralla. Vaikka nimikkeitä on paljon, voidaan ne kategorioida tarkoituksensa mukaan erilaisiin tuoteryhmiin.

Työpöydät ja varusteluosat

Yksi suosituimmista tuoteryhmistä on erilaiset työpöydät (ks. kuvio 16). Treston-työpöydät on suunniteltu kaikkein haastavimpiin olosuhteisiin. Näitä pöytiä käyttävät erilaiset korjaamot ja teollisuusympäristöt, joissa pöydät joutuvat kosketuksiin kemikaalien ja raskaiden kuormien kanssa. Pöytävaihtoehtoja on kymmeniä erilaisia ja niitä on mahdollista muokata tarpeisiinsa sopivaksi erilaisilla lisäosilla, kuten valaisimilla, energiakiskoilla, poimintalaatikoilla ja säätöputkilla. Tämän tyyppinen modulaarisuus edellyttää suurta komponenttien määrää. Myös työtuolit (ks. kuvio 15) kuuluvat oleellisena osana tähän tuoteryhmään. (Workshop-kalusteet tuoteluettelo 2016, 12.)



Kuvio 16. Treston-työpöytä (Workshop-korjaamotyöpiste n.d.)



Kuvio 15. Treston-työtuoli (Treston-työtuoli n.d.)

Laatikostot ja vaunut

Treston-laatikostot (ks. kuvio 17) soveltuvat ominaisuuksiltaan moniin eri käyttötarkoituksiin. Ne on mahdollista liittää työpöytään, sokkeliin tai asentaa renkaiden päälle. Tämä mahdollistaa työvälineiden tehokkaan säilyttämisen ja liikuttamisen. Laatikostoja on kymmeniä eri kokoja ja niihin on mahdollista saada satoja erilaisia hyllyratkaisuita käyttötarkoituksen mukaan. (Ergonomiset työtilat tuoteluettelo 2014.)

Työnnettävät vaunut sopivat esimerkiksi korjaamoille ja työtiloihin, joissa työkalujen täytyy olla nopeasti siirreltävässä. Vaunuvaihtoehtoja löytyy kevyitä vaunuja sekä raskaan teollisuuden käyttämiä raskasvaunuja. (Ergonomiset työtilat tuoteluettelo 2014, 64–79.)



Kuvio 17. Laatikosto
(THTT nettikauppa 2016.)

Teollisuushyllyt - ja kaapit

Moni työympäristö kaipaa säilytystilaa niin työvälineille, työvaatteille ja valmistettaville tuotteille. Oikeaoppisella säilytyksellä saadaan lisättyä edellä mainittujen varusteiden ikää, joka taas osaltaan laskee kustannuksia. Treston- teollisuushyllyt (ks. kuvio 18) ja kaapit (ks. kuvio 19) tarjoavat monipuolisen valikoiman säilytysratkaisuja erilasiin työympäristöihin. Valittavia kaappi ja- hyllymalleja on satoja, joihin voi tarpeen mukaan tilata tarvittavia modulaarisia osia. Modulaarisuus mahdollistaa sen, että asiakas löytää varmasti tarvitsemansa tuotteet. (Workshop-kalusteet tuoteluettelo 2014-2015, 74)

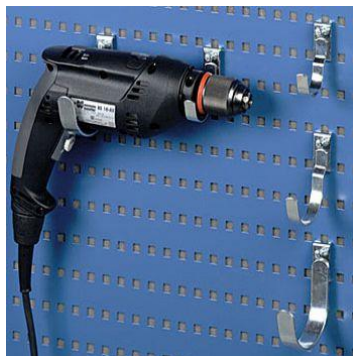


Kuvio 18. Teollisuuskaappi
(Teollisuuskaapit, kokoon hit-
satut n.d.)



Kuvio 19. Teollisyshylly
(Hyllylaatikosto 0440 n.d.)

Reikälevyt (ks. kuvio 20) mahdollistavat esimerkiksi työkalujen ja muiden työvälineiden järkevän säilytyksen. Lisäämällä levyyn erilaisia kannattimia, onnistuu monimutkaistenkin tavaroiden kiinnitys. Niitä voidaan myös käyttää tilanjakajina eri työpisteiden välillä. Siisteys ja järjestys ovat osa Lean-ajattelua, mitä nämä tuotteet työpäällä edistävät. Treston Oy tarjoaa myös varaosapalveluita, koska tuotteet saattavat joutua työympäristössä kovaankin käyttöön. Nopea ja tehokas varaosapalvelu toimii lisäarvopalveluna, joka edistää yrityksen markkina-asemaa. (Workshop kalusteet tuoteluettelo 2014, 88.)

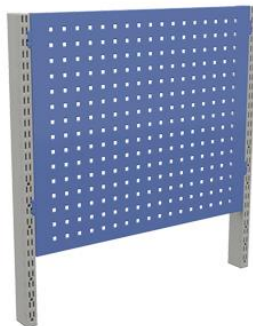


Kuvio 20. Reikälevy (Reikä-
levykoukku n.d.)

5.5 Esimerkki varasto-ohjautuvasta tuotteesta

Lähes puolet Treston Oy:n Jyväskylän toimipisteen tekemistä tuotteista on varasto-ohjautuvan tuotannon alaisia tuotteita. Kun valmiita tuotteita löytyy varastosta, pystytään asiakastilauksiin vastaamaan nopeasti. Varastojen täydennys toimii myyntienustejien sekä historiatietojen pohjalta. Nopeiden toimitusten varjopuolena voidaan pitää varastossa seisovaa pääomaa. Lopputuotevaraston koko on noin 2000 lavapaikkaa, mikä mahdollistaa suurienkin kappalemäärien varastoinnin.

Reikätausta M750x612 (ks. kuvio 21) on suuren volyymin tuote, jota myytiin vuonna 2015 yhteensä 2200 kappaletta. Suurin osa taustoista myydään lopputuotevarastosta, mutta joitakin kappaleita myydään valmiiksi kiinnitettynä erilaisiin työpistekokonaisuuksiin. Asiakas haluaa useasti tilaamaansa työpöytänsä reikätaustan, johon hän voi kiinnittää erilaisia työkaluja. Kyseessä on siis työpöytäkategorian varusteluosa. Taustaan on saatavissa lopputuotevarastosta sinisenä tai harmaana, mutta asiakkaan on mahdollista tilata haluamansa väri pidemmällä toimitusajalla.



Kuvio 21. Reikätausta (Reikätausta M750, korkeus 612 mm n.d.)

Rakenne

Reikätaustan valmistus on luonteeltaan yksinkertainen, koska kyse ei ole monimutkaisesta tuotteesta. Taulukosta 1 nähdään reikälevyn valmistukseen tarvittavat materiaalit.

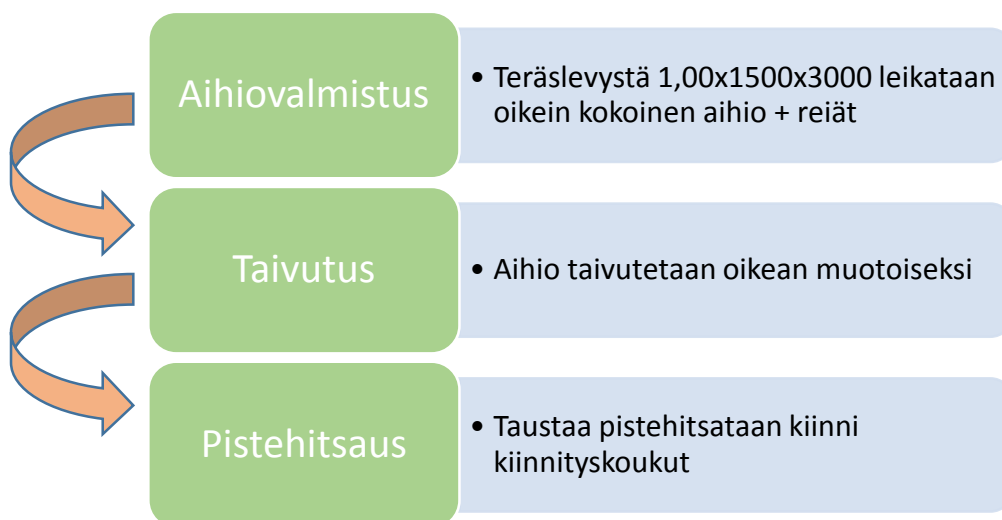
Taulukko 1. Reikätausta M750 materiaalit

Komponenttiniemike	Määrä	Yksikkö
901881-00 Teräslevy 1,00x1500x30...	4,5	KG
750100-00 Koukku oikea/R-levyt	2	KPL
750101-00 Koukku vasen/R-levyt	2	KPL

Vasen ja oikea koukku sekä teräslevy ovat ostotuotteita ja niitä löytyy varastossa aina tarvittava määrä

Valmistusprosessi

Kuviosta 22 nähdään vaiheittain reikätaustan valmistusprosessi.



Kuvio 22. Reikätaustan M750 valmistusprosessi

Eräko ja varasto

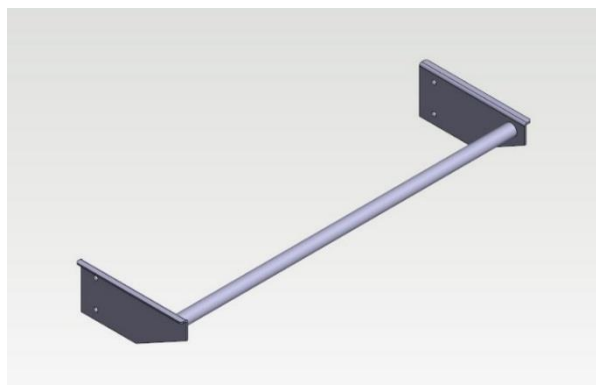
Reikätaustan eräko on viimeisen kahden vuoden aikana ollut joko 240 tai 120 kappaletta. Normaalin kysynnän vallitessa valmistetaan aina täysi 240 kappaleen sarja. Jos kysynnässä ilmenee yllättävä nousu, saatetaan normaalisarjan lisäksi avata 120

kappaleen sarja. Maalausta vailla olevat puolivalmisteet siirretään tehtaan takaosassa olevaan varastoon. Yleensä reservistä löytyy 100 - 200 kappaletta maalausta odottavaa reikätaustaa.

5.6 Esimerkki erikoistuotteesta

Erikoisvalmisteisten tuotteiden kysyntä on kasvanut viime vuosien aikana. Asiakkaat haluavat yhä enemmän modifioituja vakiotavaroita sekä täysin uudenlaisia tuotteita. Yksilöllinen asiakaspalvelu ja tuotesuunnittelu toimivat kilpailuvalttina, joilla voidaan erottautua kilpailijoista. Jyväskylän toimipisteessä on kaksi suunnittelijaa, jotka piirtävät suunnitteluohjelmaa hyväksi käyttäen asiakkaan haluaman tuotteen. Tämän jälkeen tuotteelle lisätään rakenne ja oikeanlaiset materiaalit. Kun uusi nimike on luotu, sille avataan työtilaus, jonka jälkeen valmistusprosessi lähtee käyntiin. Joidenkin tuotteiden valmistus vaatii täysin uudenlaisien komponenttien valmistamisen, mutta joissakin tuotteissa pystytään hyödyntämään välivarastoissa olevia materiaaleja. Suunnittelun ja valmistuksen välinen aika on riippuvainen tuotteen monimutkaisuudesta. Asiakkaille luvattu toimitusaika on 20 päivää, mutta siitä voidaan tarpeen tullen joustaa molempiin suuntiin. (Saharinen 2016; Ikonen 2016.)

Ws-vetokahva (ks. kuvio 23) on Workshop-työpöydän varusteluosa. Kyseessä on vakiotuotepöydän jalkoihin kiinnitettävä kahva, jonka avulla työpöytää on helppo siirrellä. Vetokahva on täysin uusi tuote, jonka suunnittelu vei kokonaisuudessaan noin 1,5 tuntia. Tähän aikaan sisältyy tarvittavien mittauksien tekeminen sekä kuvan piirtäminen Vertex-suunnitteluohjelmalla.



Kuvio 23. Ws-vetokahva

Rakenne

Suunnittelija on pyrkinyt käyttämään tuotteessa sellaisia materiaaleja, joita löytyy valmiiksi tehtaan varastosta. Taulukosta 2 nähdään vetokahvan valmistukseen tarvittavat materiaalit.

Taulukko 2. WS-vetokahvan materiaalit

Komponenttiniemike	Määrä	Yksikkö
902055-00 Teräslevy 3,00x1500x3000	1,2	KG
010082-51 Kannatinputki D25mmx18...	1	KPL
902970-00 Pulvimaal,EP/PE 8092-01...	0,020	KG
939021-51 Kukoruuvi M8x16 Din 79...	4	KPL
908061-51 Kuusiomutteri, M8 Din ...	4	KPL

Rakenteessa olevat materiaalit ovat ostotoimen kautta hankittuja, joten ja niitä löytyy varastosta suuria määriä. (Hintikka 2016.)

Prosessi

Kuviosta 24 nähdään vaiheittain Ws-vetokahvan valmistusprosessi.



Kuvio 24. Ws-vetokahvan valmistusprosessi

Eräköko & varasto

Kyseistä tuotetta valmistetaan vain tilattu määrä, joten eräköko on täysin riippuvainen asiakastilauksesta. Tässä tapauksessa eräkoon suuruus oli kaksi kappaletta. Tuotteita ei käytännössä varastoida ollenkaan, vaan ne siirtyvät kokoonpanosta suoraan pakkaustyöpisteeseen.

6 Tuotannon pullonkaulat ja ratkaisuehdotukset

Tuotantoa hidastavien pullonkaulojen tunnistaminen on kapeikkoajatteluprosessin ensimmäinen vaihe. Tunnistaminen voidaan tehdä tekemällä niin sanottua kenttätöitä, jossa tuotannollista toimintaa havainnoidaan omin silmin. Apuna voidaan käyttää työntekijöiden ja työnjohtajien haastatteluita, sekä tarkkailemalla toiminnanohjausjärjestelmää tarjoamaa informaatiota.

Treston Oy:n tuotannon perustana toimii töiden priorisointi. Auki olevia tuotantotilauksia on todella suuri määrä, joten niitä ei ole mahdollista suorittaa aikajärjestyksessä. Tämän tyyppisessä tilanteessa valmistettavana olevat tuotteet saattavat odottaa seuraavaa työvaihetta pitkiäkin aikoja. Esimerkiksi aihiot valmistetaan yleensä viikko ennen tarvepäivämäärää. Tämä johtuu siitä, että tuote saattaa sopia malliltaan ja paksuudeltaan leikattavalle teräslevylle. Tällä tavalla saadaan ajettua suurempia määriä aihioita kerralla ja vähennyttyä asetusajoja sekä hukkamateriaalin määrää. Toiminnanohjausjärjestelmän sisältämät läpimeno – ja vaiheajat ovat vanhentuneita, joten niiden käyttö tutkimuksen pohjana ei ollut mahdollista.

Työnkuvaani Treston Oy:ssä kuuluu priorisointilistan täyttäminen ja päivittäminen. Priorisointilista on Excel-pohjainen työkirja, josta työntekijät näkevät mitkä työtilaukset ovat kyseisellä hetkellä kiireisimpiä. Listasta selviää tuotteen nimi, nimiketunnus sekä työvaiheen numero. Listasta selviää myös tarvepäivämäärä sekä valmistustilauksen numero. Lista lisätään päivittäin uusia rivejä sekä poistetaan valmistuneita tuotteita tai osakomponentteja. Tästä listasta on mahdollista havainnoida, mitkä työ-

vaiheet aiheuttavat maalausta vaille olevien tuotteiden tai osakomponenttien myöhästymisiä. Tätä informaatiota sekä työnjohtajien haastatteluja hyväksikäyttäen, on tuotannosta ilmennyt kolme tuotantoa hidastavaa prosessia.

6.1 Taivutuskone

Taivutus on tärkeä prosessi ajatellen Treston Oy:n tarjoamaa tuotevalikoimaa. Suuren kysynnän omaavat teollisuuskaapit ja niiden varasteluosat sisältävät kappaleita, joiden valmistusprosessiin taivutus kuuluu oleellisena osana. Esimerkiksi reikälevyt, teollisuuskaappien seinät ja ovet tarvitsevat taivutusta. Taivutuksen vaatimia osia ja tuotteita on yhteensä reilut 600 kappaletta. Tällä hetkellä (15.9.2016) auki olevia valmistustilauksia, jotka sisältävät taivutusta on 75 kappaletta. Näistä 75 työstä 15 on kiireisiä ja ne ovat priorisointilistalla.

6.1.1 Ongelma

Tämän prosessin ongelma ei ole kapasiteetin riittämättömyys, vaan taivutuskone P4 Salvaginin epäluotettavuus. Kyseessä on melkein 15 vuotta vanha kone, jonka toiminta-asteessa ilmenee suuria vaihteluita. Vanha taivutuskone ei pysty vastaamaan nykyajan laatuvaatimukseen tarvittavalla tasolla. Taivutuskonetta käytetään kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa. Arkipäiväisessä käytössä ilmenee teknisiä ongelmia, joiden vaikutus seisonta-aikaan vaihtelee muutamasta tunnista useisiin päiviin. Yksinkertaisimmat ongelmat pystytään ratkaisemaan joko työntekijän tai tehtaan huoltomiehen avustuksella, mutta suurempien ongelmien ilmetessä huolto on tilattava ulkopuoliselta huoltoyhtiöltä. Häiriöt voidaan luonteensa perusteella jakaa seuraavan laisiin kategorioihin.

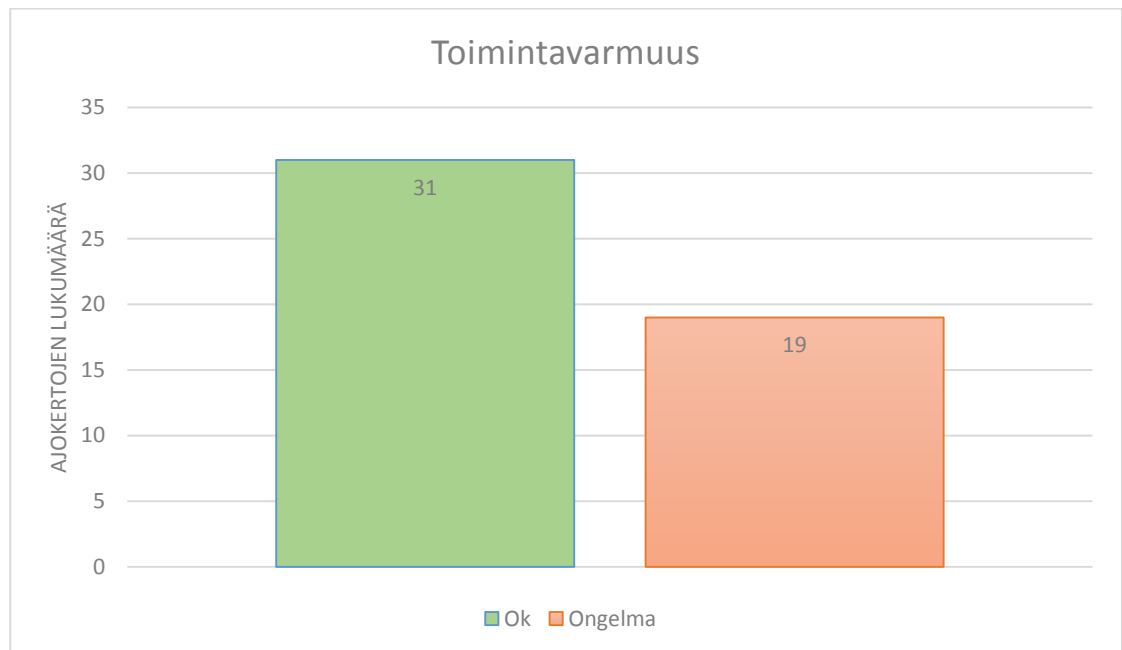
1. it-ongelmat
2. tekniset häiriöt

Taivutuskone P4 on kytketty tietokoneeseen, joka sisältää kaikki tarvittavat taivutuskuvat sekä käyttöä ohjaavat ohjelmat. Tässä Windows-XP pohjaisessa ohjelmassa ilmenee viikoittain erilaisia tietoteknisiä ongelmia. Useimmiten ongelmat menevät ohi

itsestään, mutta toisinaan tietokone vaatii ulkopuolisen IT-tukihenkilön huoltotoimenpiteitä. IT-ongelmat aiheuttavat taivutuskoneelle ylimääräisiä kustannuksia sekä katkoksia käyttöaikaan. (Pihlaja 2016; Hakala 2016.)

Teknisten häiriöiden luonne vaihtelee melko paljon. Yleisimpiä ongelmia ovat erilaiset letkuvuodot, koska taivutuskoneen toimintaperiaate perustuu hydraulikkaan. Ongelmia on myös ilmennyt imutoiminnoissa. Teräslevyjä sekä aihioita liikutellaan imukuppien avulla, jotka eivät välillä toimi oikealla tavalla. Tämän lisäksi viikoittain ilmenee uudenlaisia teknisiä ongelmia. Taivutuskoneen käyttäjät osaavat ratkaista suurimman osan ongelmista, mutta jatkuva korjaaminen kuluttaa kallista työaika ja aiheuttaa viivästyksiä työtilauksiin.

P4-taivutuskoneelle tehtiin pienimuotoinen tutkimus, jossa selvitettiin sen toimintavarmuutta. Reilun kahden viikon ajan seurattiin, kuinka monen ajon aikana ilmeni jonkinlaisia ongelmia. Työpisteellä oli lappu, johon oli listattu 50 eri työtä. Työntekijät merkkasivat jokaisen työsuorituksen jälkeen, ilmenikö ajon aikana jonkinlaisia ongelmia. Liitteestä 1 nähdään suoritettujen testien kyselykaavake. Kuviossa 25 nähdään taivutuskoneen tämän hetkinen toimintavarmuus.



Kuvio 25. P4-testiajojen tulokset

Viidenkymmenen ajon aikana ilmeni yhteensä 19 ongelmaa. Kaikki viat olivat luonteeltaan teknisiä vikoja ja niiden korjaaminen kesti 15 minuutista useaan tuntiin. Laitteen toimintavarmuus on tällä hetkellä 62 %, mikä aiheuttaa ongelmia asiakastilausten täyttämiseen. Jatkuva laitteen korjaaminen aiheuttaa työilmapiirin laskua taivutustyöpuolella.

6.1.2 Ratkaisuvaihtoehdot

Koska kyseessä ei ole taivutuskoneen kapasiteetin riittämättömyys, sulkee se pois erinäisiä ratkaisumalleja. Esimerkiksi lisävuorojen teettäminen ei olisi järkevää, koska taivutuskone toimiessaan pystyisi suoriutumaan työtehtävistä annetussa ajassa.

Huolto ja korjaus

Taivutuskone Salvagnini P4 on melkein 15 vuotta vanha laite, jonka toiminta-asteen palauttaminen vaatisi perusteellisen huollon. Laitteen rungossa sekä terissä on havaittu rakenteellisia muutoksia, esimerkiksi lohkeamia. Näiden rakennevikojen korjaaminen vaatisi koneen purkamisen ja vioittuneiden osien lähettämisen Italiaan. Koneen osto - ja alkuperä maa on Italia, jossa myös suoritetaan tämän tyyppiset laajat huollot. Arvioitu korjausaika kyseisille vaurioille olisi 6-8 viikkoa. Taulukosta 3 ilmenee taivutuskoneen huolto ja korjauskustannukset edellisiltä vuosilta.

Taulukko 3. P4 taivutuskoneen huolto ja korjauskustannukset

Vuosi	Huolto	Korjaus	Peruskorjaus	YHT
2011	13 603 €	77 793 €	- €	91 396 €
2012	8 533 €	50 635 €	67 665 €	126 834 €
2013	6 851 €	35 953 €	- €	42 804 €
2014	8 344 €	37 588 €	- €	45 932 €

Kuten taulukosta nähdään, korjauskustannukset ovat viimeisten vuosien aikana olleet todella suuret. Vuosittaisten huoltojen lisäksi konetta on jouduttu korjaamaan monella kymmenellä tuhannella eurolla. Vuonna 2012 tehty iso peruskorjaus maksoi noin 70 000 euroa. Vuoden 2015 korjaus ja huolto laskelmat eivät ole vielä valmiit,

mutta ne tulevat olemaan suuruusluokaltaan 50 000 euroa. 4 viimeisen vuoden korjaus ja huoltokustannukset ovat olleet noin 350 tuhatta euroa. Taulukosta 4 nähdään arvioidut korjauskustannukset vanhalle taivutuskoneelle.

Taulukko 4. Vanhan taivutuskoneen arvioidut huoltokustannukset

P4 huoltokustannukset

<i>Korjauskustannukset</i>	152 000 €
• Terät	
• Sylinterit	
<i>Ohjainyksikkö</i>	20 000 €
<i>Muut kustannukset</i>	42 000 €
• Henkilökustannukset	
• Lennot + vakuutukset	
• Kuljetuskustannukset	
• Seisonta-ajan kustannukset	
Yhteensä	214 000 €

Kokonaisuudessaan laitteen korjaaminen tulisi maksamaan yli 200 000 euroa. Korjausten jälkeen, huoltojen kustannusten suuruus tulisi olemaan noin 10 000 euroa vuodessa. On syytä harkita tarkkaan, onko vanhan teknologian omaavaa konetta järkevää korjata vai miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuita.

Kolme robottitaivutussolua

Yhtenä vaihtoehtona olisi korvata vanhan taivutuskone kolmella robottisolulla sekä käyttää apuna käsin taivutusta. Kyseinen ratkaisumalli laskisi henkilöstökustannuksia, mutta investointina se tulisi maksamaan noin 750 000 euroa. Robotit eivät pysty taivuttamaan kaikki käytössä olevia tuotteita, joten joidenkin tuotteiden valmistukseen pitäisi kehittää vaihtoehtoisia ratkaisuita. Kyseinen ratkaisuvaihtoehto vaatisi kolmannen särmäyskoneen ja tarvittavien työkalujen hankkimisen. Kyseinen särmäyskone olisi mahdollista saada sisäisen siirron avulla Turun tuotantolaitoksesta, josta metallintyöstötoiminta on loppumassa. Käsin taivutuksen lisääntyessä, on syytä miettiä sen mukanaan tuomia vaikutuksia. Manuaalisen työn määrän lisääntyminen ai-

heuttaa ongelmia työergonomian näkökulmasta. Erilaisten tuki- ja liikuntaelin sairauksien määrä tulee lisääntymään, mikä aiheuttaa kustannuksia sairauspoissaolojen muodossa

Alihankinta

Yksi mahdollinen ratkaisuvaihtoehto olisi käyttää taivutustöissä apuna alihankkijan palveluita. Särämäystöitä tehtäisiin tuotantolaitoksessa käsin sekä robottitaivutuslaitteen avulla. Kyseinen ratkaisumalli lisäisi palkkakustannuksia ja aiheuttaisi tarpeen investoinnille, sillä kahden särämäyskoneen kapasiteetti ei riitä vastaamaan vallitsevaan kysyntään. Taivutus on todella tärkeä osa tuotteiden valmistusprosessia, joten sen läpi kulkee paljon tuotteita. Kyseinen malli aiheuttaisi isoja yksikkökustannuksia ja olisi luonteeltaan melko joustamaton. Alihankkijan tarjoama konetuntihinta on noin puolitoistakertainen verrattuna tehtaan omaan konetuntihintaan.

Investointi

Yhtenä vaihtoehtona olisi investoida täysin uuteen taivutuskoneeseen. Uuden koneen hankinnalle välttyttäisiin suurilta korjauskustannuksilta sekä suuren huollon aiheuttamalta käyttökatkolta. Uudet Salvaginin taivutuskoneet eivät ole toimintaperiaatteeltaan hydraulisia, mikä mahdollistaa tarkemman taivutustarkkuuden. Myöskin monimutkaisemmat taivutustyöt onnistuvat uudenlaisen teknologian ansiosta. Uusi teknologia takaa pidemmän käyntiajan miehittämättömänä, mikä mahdollistaisi esimerkiksi viikonloppuajojen suorittamisen. Näin suuren investoinnin harkinta- ja käyttöönottoprosessi vaativat pitkän ajan. Neuvottelut vaativat molemminpuolisia yritysvierailuja, joissa selvitetään laitteen toimintavaatimuksia sekä kustannuksia. Kyseessä on monimutkainen ja kallis laite, joka on mahdollista räätälöidä asiakkaiden toimintoihin sopivaksi. Taivutuskone on mahdollista integroida toimimaan yhdessä aihionvalmistuskoneen kanssa, mikä vähentäisi manuaalisten siirtojen määrää. Kyseessä on erittäin kallis investointi, joten tarkkojen laskutoimitusten tekeminen on välttämättöntä. Koneelle on hankala laskea suoraa euromääräistä säästöä, mutta investoinnin järkevyyttä voidaan yrittää perusteella toimitusvarmuuden parantumisella ja paremmalla laadulla.

Suositus

Työskennellessäni melkein vuoden tuotannonohjauksen parissa, olen nähnyt läheltä P4 - taivutuskoneen aiheuttamat vaikutukset toimitusvarmuuteen. Jatkuva epävarmuus laitteen toimintakunnosta aiheuttaa ongelmia myös tuotannosuunnitteluun. Uuden taivutuskoneen investointipäätös on ollut pitkään vireillä ja mielestäni se on oikea päätös. Haastattelin aiheesta investointiprojektissa mukana olevaa huolto- ja ylläpitöpäällikkö Antero Hakalaa. Hänen mielipiteensä oli, että uudella koneella saavutetaan parempi toimintavarmuus sekä laatu. Vanha taivutuskone on tullut elinkaarensa päähän, eikä sen korjaaminen olisi enää ollut taloudellisesti kannattavaa. Kun kyseessä on yli miljoona euro maksava sijoitus, on tarkkojen investointilaskemien tekeminen välttämätöntä. Esimerkiksi uuden laitteen takaisinmaksuaika ja pääomantuottoaste on syytä selvittää. Taulukosta 5 nähdään uuden taivutuskoneen investointilaskelma.

Taulukko 5. Uuden taivutuskoneen investointilaskelma

Investointi: Taivutuskone

Investointikustannus	1 100 000 €
Operatiiviset kustannukset ilman investointia	407 000 €
Käyttökatojen haitat	40 000 €
• Myöhästymissanktiot	
• Perutut tilaukset	
Operatiiviset kustannukset investoinnin kanssa	277 000 €
Jäännösarvo	250 000 €
Pitoaika	15 a
Poistot	56 667 €
Vuosikustannus ilman investointia	447 000 €
Vuosikustannus investoinnin kanssa	390 333 €
Vuosisäästö	56 667 €
Investoinnin hyödyt	40 000 €
• Parempi laatu	
• Uudet markkinat	
• Säästöt henkilöstökustannuksissa	
Takaisinmaksuaika	8,8 a
Keskimääräinen pääoma	675 000 €
Investointipääoman tuottoaste	14,3 %

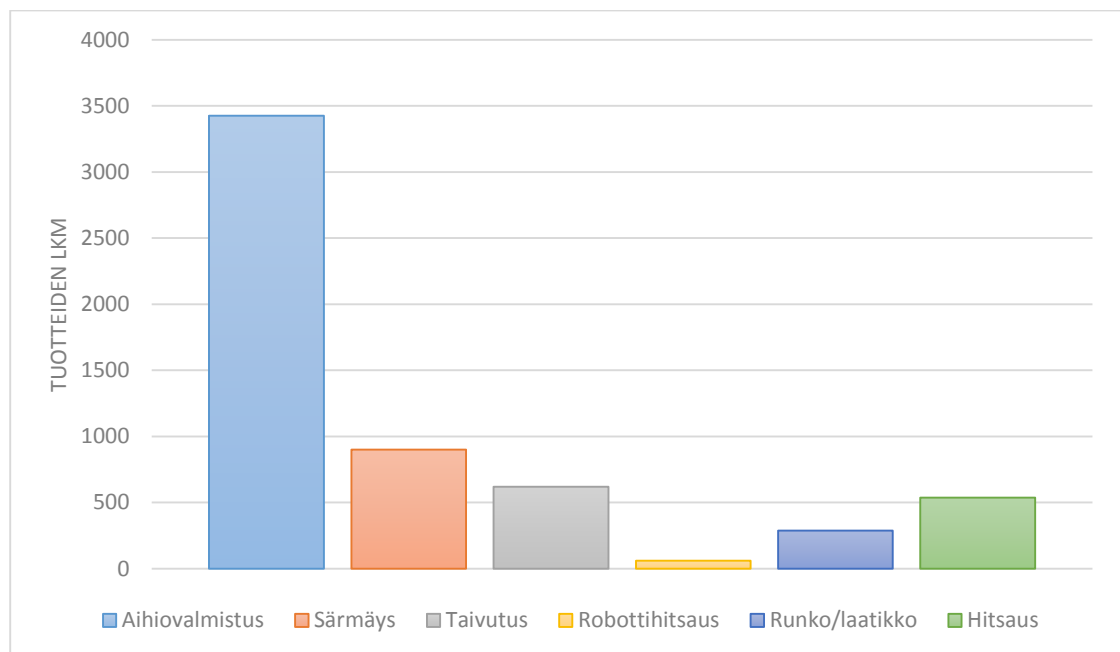
Uuden taivutuskoneinvestoinnin kokonaiskustannus tulee olemaan noin 1,1 miljoona euroa, joka sisältää koneen sekä asennuksen. Operatiiviset kustannukset tulevat laskemaan huomattavasti investoinnin myötä, koska vuosittaiset korkeat korjauskustannukset jäävät pois ja uuden teknologian omaava laite kuluttaa vähemmän sähköä. Uudelle taivutuskoneelle ollaan solmimassa huoltosopimusta, joka takaa edullisen ja laadukkaan korjauspalvelun. Operatiivisten kustannusten lisäksi, täytyy laskelmissa ottaa huomioon käyttökatkon aiheuttamat kustannukset. Laitteen jatkuva korjaaminen kuluttaa yhden tai useamman työntekijän työaika. Tämän lisäksi aiheutuu kustannuksia myöhästyneistä tilauksista. Vuosittainen säästö on vuositasolla vajaat 40 000 euroa. Tähän summaan ei sisälly parantunut toimitusvarmuus, joka mahdollisesti lisäisi asiakkaan ja kohdeyrityksen välistä kaupankäyntiä. Investointi lisää kyseisen työpisteen henkilöstökustannuksia, koska siinä tulee tulevaisuudessa työskentelemään yli kolminkertainen määrä ihmisiä. Koska laite toimii varmemmin ja tehokkaammin, tulee se laskemaan palkkakustannuksia muilta sektoreilta, kuten särmäys ja korjaustyöpisteeltä. Uusi kone mahdollistaa korkealaatuisempien tuotteiden valmistamisen, mikä mahdollistaa uusille markkinoille pääsyn. Uudella taivutuskoneella voidaan saavuttaa 10 - 15 % parempi tehokkuus, mikä mahdollistaa vastaamisen yhä isompiin asiakastilauksiin. Laitteen takaisinmaksuajaksi muodostuu 8,8 vuotta, mikä on koneinvestoinnille kohtuullisen hyvä aika. Pääomantuottoaste on 14,3 % joka yleisellä standardilla tulkittuna todella hyvä. Treston Oy: yleisesti käyttämä sisäinen korkokanta on 8%, joten investointia voidaan pitää perusteltuna.

6.2 Särmäys

Suuri osa Jyväskylän toimipisteellä valmistettavasti tuotteista sekä osakomponenteista kulkee särmäysprosessin lävitse. Esimerkiksi laatikoston runkojen ja laatikoiden osat vaativat särmäystä. Kyseessä ei ole työvaihe, jonka kone voi suorittaa itsenäisesti, vaan se vaatii työntekijän jatkuvaa läsnäoloa. Jyväskylän tehtaalla on kaksi särmäyskonetta, jotka toimivat kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa. Särmäyksen vaatimia tuotteita on yhteensä noin 900 kappaletta. Tällä hetkellä (15.9.2016) auki olevia valmistustilauksia, jotka sisältävät taivutusta on 172 kappaletta. Näistä 172 työstä 20 on kiireisiä ja ne ovat priorisointilistalla.

6.2.1 Ongelma

Särmäysprosessin tehokkuus on hetkittäin riittämätön vastaamaan tarvittavien komponenttien ja osien määrään. Pullonkaulaan kohdistuva paine ei ole suoraan verrannollinen asiakastilausten määrään. Koska särmäyksen vaativia tuotteita on niin paljon, ei suurten puskurivarastojen ylläpito ole mahdollista. Jos asiakastilauksen vaativia tuotteita ei löydy tarvittavaa määrää ja niitä joudutaan valmistamaan, saattaa särmäystyövaiheeseen syntyä pullonkaula. Asetusajat ovat melko pitkiä, mikä entistään hidastaa pullonkaulaprosessin tehokkuutta. Kuviosta 26 nähdään, kuinka moni tuote vaatii valmistukseen mitäkin prosessia.



Kuvio 26. Tuotantolaitoksessa käytettävien prosessien määrän suhde toisiinsa

Särmäyksen vaatimia töitä on noin 900 kappaletta. Toisin kuin aihiovalmistuksessa tai taivutuksessa, työntekijä suorittaa suurimman osan työsuoritteesta.

Pullonkaulan ilmaantumisen voi huomata tarkkailemalla eri työpisteiden työjonoja toiminnanohjausjärjestelmästä. Työnkuvaani kuuluu päivittää priorisointilistaa, joka kertoo työntekijöille sen hetken kiireisimmät työtilaukset. Tämän hetkinen (15.9.2016) tilanne on se, että kahdeksan valmistustilausta yhdestätoista kiireisim-

mästä vaatii seuraavana työvaiheenaan särmäyksen. Särmäystyöpiste on tällä hetkellä yhden päivän aikataulussa jäljessä, mikä aiheuttaa osakomponenttien ja valmiiden tuotteiden myöhästymisen. Raakavalmistuksen tavoite on, että valmistettavat tuotteet olisivat valmiina yhtä päivää aikaisemmin, kun on niiden tarvepäivämäärä. Tällä taataan se, että maalaustyöpisteellä ja kokoonpanolinjalla on mahdollisuus suunnitella toimintaansa.

6.2.2 Ratkaisuvaihtoehdot

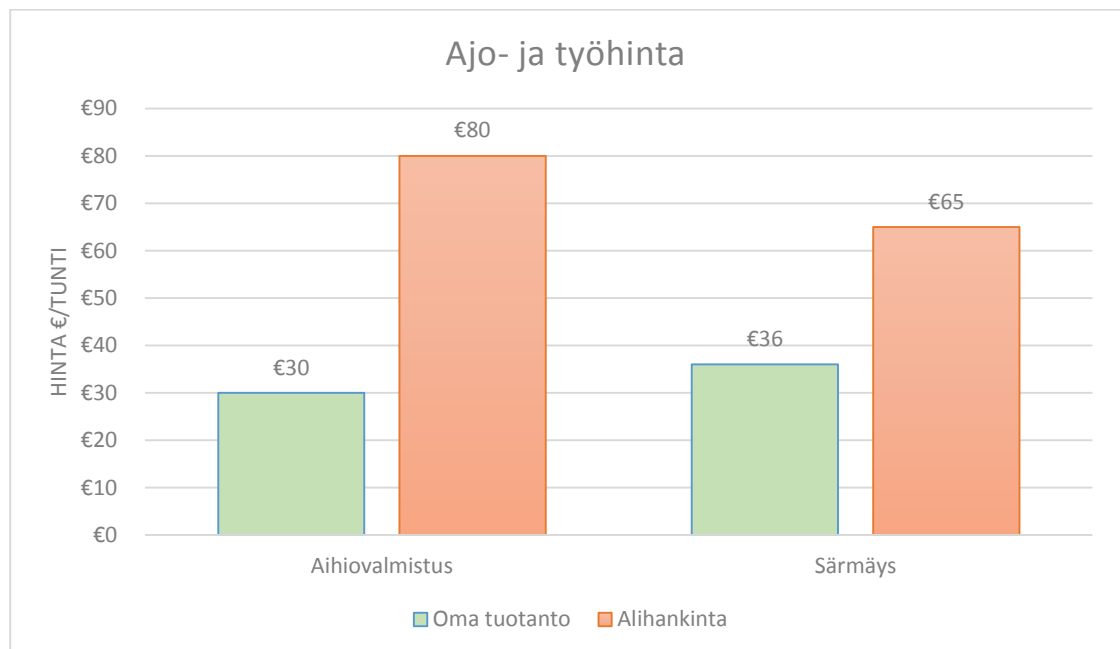
Kun työpisteen kapasiteetti toimii prosessia hidastavana tekijänä, on siihen olemassa useita erilaisia ratkaisumalleja. Pullonkaulaprosessin tehokkuutta voidaan lisätä esimerkiksi lisäämällä työvuoroja, hankkimalla lisää särmäyskoneita tai käyttämällä alihankintaa särmäystöiden tekoon. Tämän tyyppisessä tilanteessa myös tuotannonohjauksen rooli korostuu priorisoinnin kautta.

Lisätyövuoro

Tällä hetkellä särmäys pyörii kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa. Yksi mahdollisuus olisi lisätä aamu- ja iltavuoron lisäksi myös yövuoro. Kyseistä järjestelyä on käytetty muutaman kerran, kun suuret tilaukset ovat aiheuttaneet työmäärien lisääntymisen. Tämän ratkaisun ongelmana on työmäärien ennakkoinnin vaikeus. Normaalityötilanteessa särmäystöitä ei olisi tarpeeksi kolmen vuoron työmäärään nähden. Yövuorossa täytyisi olla kaksi ihmistä, koska yksin työskentely on kielletty. Tuotantotiloissa täytyy olla toinen henkilö, joka vahingon sattuessa osaa antaa ensiapua ja kutsua apua. Satunnaisten yötyövuorojen sopiminen aiheuttaa oman haasteensa, koska tällaisissa tapauksissa varoitusaikat ovat lyhyet. Kyseinen järjestely saattaisi vaatia työvoiman palkkaamista, mikä aiheuttaisi lisäkustannuksia. Jos työntekijät olisivat joustavia ja työmääriä osattaisiin ennakoida oikein, helpottaisi lisätyövuoro särmäyssolun työpainetta. Työntekijöiden joustavuutta voidaan parantaa ottamalla käyttöön esimerkiksi jonkinlainen palkitsemisjärjestelmä.

Alihankinta

Toinen varteenotettava vaihtoehto pullonkaulan poistamiseksi olisi alihankkijan käyttäminen. Jyväskylän alueella muutama yritys tarjoaa kyseistä palvelua, joten logistisesti ajateltuna toteuttaminen olisi mahdollista. Varsinkin yksinkertaiset ja suuren sarjakoona omaavat särmäystyöt voitaisiin teetättää jossain muualla. Tällä tavalla omien särmäyskoneiden kapasiteettiä voitaisiin käyttää kaikkein kiireellisimpiin töihin. Tämän tyypistä järjestelyä on käytetty yrityksen historian aikana muutaman kerran hieman erilaisessa muodossa. Kun uusi lävistyskone Finn-Power asennettiin vuonna 2013, oli sen asennusaika noin kuusi viikkoa. Tänä aikana, joitakin tuotteita tilattiin lävistettynä ja särmätyinä alihankkijalta. Alihankkijan käyttö aiheuttaa aina omat haasteensa. Tarvittavat taivutuspiirustukset on toimitettava aihoiden mukana ja ylimääräiset kuljetukset nostavat valmistuskustannuksia. Aikataulujen yhteensovittaminen saattaa olla haastavaa ja työn laadussa voi olla vaihteluja. Kyseinen ratkaisu on kaiken kaikkiaan kallis ja sopii parhaiten erikoistilanteisiin. Kuviosta 27 nähdään vertailu ajo- ja työhinnosta alihankkijan ja oman tuotannon kesken.



Kuvio 27. Vertailukuvaaja ajo- ja työhinnosta (Rosti 2016)

Kuten kuvaajasta nähdään, alihankkijalle täytyy maksaa aihiovalmistuksesta 80 euroa per tunti. Tähän summaan sisältyy työntekijän palkka sekä koneen käytöstä aiheutuvat kustannukset. Aihiovalmistuksen kustannus Treston Oy:n omassa tuotantolaitoksessa on 30 euroa per tunti, joten työn teettäminen alihankkijalla maksaa 50 euroa tunnissa enemmän. Vastaavasti särmästyön teettäminen maksaa 29 euroa tunnissa enemmän alihankkijalla kuin omassa tuotannossa.

Investointi

Yksinkertainen ratkaisu pullonkaulan poistamiseen olisi hankkia kolmas särmäyskone. Lisäkone mahdollistaisi hetkittäisen kapasiteetin lisäämisen ilman kalliita henkilöstökustannuksia. Suuren kysynnän vallitessa, voisi jostain toisesta ei-pullonkaulatyöpis-teestä siirtyä työntekijä hetkellisesti purkamaan työpainetta. Tämä ratkaisu mahdollistaisi nopean reagoinnin yllättävissä tilanteissa. Tämä ratkaisu vaatisi yritykseltä investointipäätöksen tekemisen. Käytetyn särmäyskoneen ja tarvittavien työkalujen hinta vaihtelee 60- 100 tuhannen euron välissä riippuen laitteen merkistä ja iästä. Ei ole järkevää investoida lisäkoneeksi uutta särmäyspuristinta, koska käytetyt laitteet ovat oikein huollettuina kestäviä. Työntekijöille täytyisi järjestää särmäyskoulutusta, jotta mahdollisimman moni pystyisi tarpeen tullen työskentelemään särmästyöpis-teessä. Laitteen sijoittaminen tuotantolaitoksen layouttiin aiheuttaa omat haasteensa, koska työkoneiden siirtely paikasta toiseen on vaivalloista.

Suositus

Näistä kolmesta vaihtoehdosta kaikkein toimivin ratkaisu olisi kolmannen särmäyskoneen hankinta. Treston Oy on syksyn 2016 aikana kokenut rakenteellisia muutoksia, jossa Jyväskylän ja Turun toimilaitosten päällekkäisiä toimintoja on pyritty poistamaan. Tarkoituksena on, että kaikki tilauksen sisältämät tuotteet lähetettäisiin asiakkaalle samasta paikasta. Tällä tavalla saataisiin karsittua pois ylimääräisiä toimintoja ja parannettua toimitusvarmuutta. Tulevaisuudenmallin mukaan kaikki metallityöt olisi keskitetty Jyväskylän tehtaaseen, kun taas Turku vastaisi tuotteiden pakkauksesta ja kokoonpanosta. Koska Turun tehtaan metallitoiminta tulee loppumaan kokonaan, jää sieltä ylimääräiseksi kaksi särmäyskoneetta. Joko toinen tai molemmat särmäyskoneet voitaisiin siirtää Jyväskylän tehtaaseen purkamaan pullonkaulan painetta. Muutoksen vuoksi särmäystöiden määrä tulee kasvamaan, joten särmäyksen

kapasiteettiä on pakollista nostaa. Koska särmäyskoneet siirtyvät yrityksen sisällä paikasta a paikkaan b, on investointikustannus nolla euroa. Taulukkoon 6 on kerätty särmäyskoneen siirron aiheuttamia hyötyjä.

Taulukko 6. Särmäyskoneen siirron euromääräiset hyödyt vuodessa

Koneen siirto: Rahallinen hyöty	
Avautuneet markkinat	5 000 €
Myöhästymissanktioiden välttäminen	3 000 €
Peruttujen tilausten välttäminen	2 000 €
Viikonlopputöiden välttäminen	1 000 €
Ylimääräisen työn välttäminen	1 000 €
Yhteensä	12 000 €

Uuden särmäyskoneen tuomia tarkkoja euromääräisiä lukuja on vaikea arvioida, mutta vuosittainen hyöty voidaan jyvittää erilaisiin kategorioihin. Uusi kone mahdollistaa uusille markkinoille pääsyn. Esimerkiksi, jos asiakas tarvitsisi suuren määrän tuotteita lyhyellä varoitusaajalla, olisi tuotannollisen kapasiteetin puitteissa mahdollista toteuttaa tällainen toive. Tämän tyyppinen joustavuus parantaa asiakassuhdetta ja lisää kaupankäyntiä. Toinen särmäyskoneen siirron tuoma hyöty olisi myöhästymissanktioiden välttäminen. Asiakas on saattanut tilata ostamilleen työpisteille ulkopuoliset asentajat, jotka tulevat paikalle sovittuna päivämääränä. Jos tilatut tuotteet eivät ole asiakkaalla sovittuna päivänä, on hän oikeutettu hakemaan korvausta aiheutuneista kustannuksista. Kolmantena hyötynä voitaisiin pitää tilausten peruutusten välttämistä. Jos sovitussa aikataulussa ei pysytä, saattaa asiakas perua tilauksen. Jos särmäyksen kapasiteetti ei kiireellisissä tilanteissa pysty vastaamaan kysyntään, täytyy työnantajan teettää viikonloppu- ja ylitöitä. Kyseiset vaihtoehdot aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia, koska yli- ja viikonlopputöistä täytyy maksaa korkeampaa tuntipalkkaa. Koska särmäyksen kapasiteetti on tällä hetkellä rajallinen, aiheuttaa se tuotannonsuunnitteluun ylimääräistä työtä. Tuotannonohjaaja joutuu päivittäin tarkastamaan ja hienosäätämään työjärjestystä, jotta tarvittavat tuotteet ja osakomponentit valmistuisivat ajoissa. Arvioiduilla summilla laskettuna vuosittainen hyöty

olisi yli 10 000 euroa. Laskelma on tehty sillä oletuksella, että särmäyskoneelle ei pal-
kata uutta vakinaista henkilökuntaa, vaan siinä työskentelee ajoittain työntekijöitä ei-
pullonkaula prosesseista.

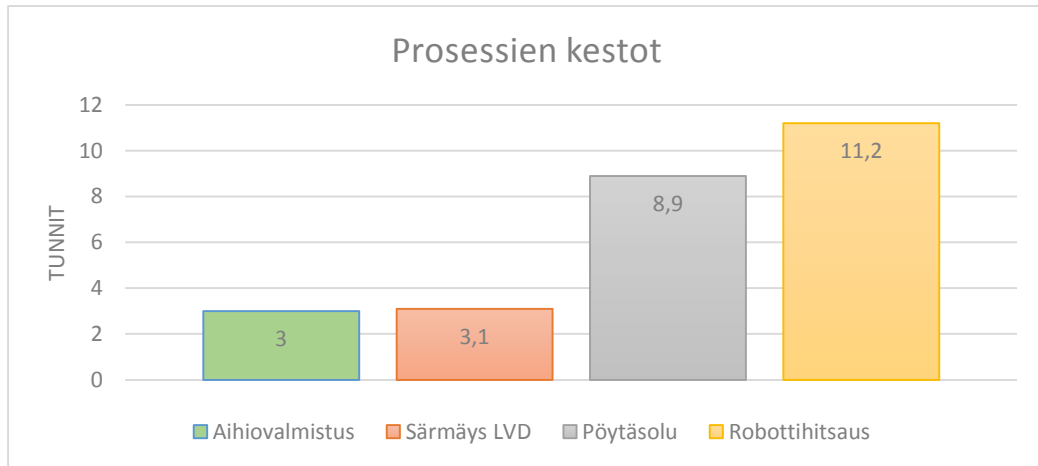
Taivutuskonepullonkaulan poistaminen tulee myös osaltaan vaikuttamaan särmäys-
solun toimintaan. Uuden taivutuskoneen käyttöaste ja monipuolisuus tulevat laske-
maan särmäysprosessin painetta, mikä osaltaan parantaa läpivirtausta kyseisessä
prosessissa.

6.3 Robottihitsaus

Pyöritettävällä hitsauspöydällä varustettua robottihitsauslaitetta käytetään yksinker-
taisiin ja isosarjaisiin hitsaustöihin, koska laite pystyy tekemään samanlaisia liitoksia
tasaisella laadulla. Erilaiset työpöydät ovat yksi suosituimmista tuoteryhmistä. Työ-
pöydät sisältävät jalkapareja ja jalkaparien osia, joiden valmistusprosessiin kuuluu ro-
bottihitsaus. Jyväskylän tuotantolaitoksessa on yksi robottihitsauskone, joka pyörii
yhdessä vuorossa viitenä päivänä viikossa. Tällä hetkellä (15.9.2016) auki olevia val-
mistustilauksia, jotka sisältävät robottihitsausta, on 59 kappaletta. Näistä 59 työstä 2
on kiireisiä ja ne ovat priorisointilistalla.

6.3.1 Ongelma

Robottihitsaus on hidas ja se vaatii paljon esivalmisteluja, jonka takia sarjakoot on
haluttu pitää isoina. Asetusaika vaihtelee työn laadusta riippuen puolesta tunnista
tuntiin. Tämä työvaihe on joustamaton, eikä pysty tarvittavalla tasolla vastaamaan
yllättäviin tilanteisiin. Esimerkiksi, jos tuotteiden maalaus epäonnistuu, kestää uuden
sarjan valmistuminen useita päiviä. Ennakoinnilla ja hyvällä tuotannon suunnittelulla
on mahdollista pitää puskurivarastojen ja loppuvaraston koko tarvittavalla tasolla.
Esimerkiksi eniten käytetyimmän työpöydän jalkaparisarjan tekeminen vaatii yli kym-
menen tuntia robottihitsausta. Jalkapari sisältää myös osakomponentteja, jotka myös
vaativat robottihitsausta. Jalkaparit sisältävät tämän lisäksi kolme aikaisempaa vai-
hetta, jotka ovat kestoltaan 3–9 tuntia. Kuviosta 28 nähdään jalkaparin valmistuk-
seen kuluva aika jyvitettyinä eri prosesseille.



Kuvio 28. Jalkaparin 750 valmistusprosessin kesto

Kokonaisuudessaan jalkaparin ja sen osien valmistus tarvitsee yli 20 tuntia robottihitsausta. Oikealla työjärjestyksellä on todella suuri merkitys pullonkaulojen ehkäisyssä.

6.3.2 Ratkaisuvaihtoehdot

Lisätyövuoro

Koska robottihitsaustyöpiste toimii tällä hetkellä vain yhdessä vuorossa, voitaisiin siihen pullonkaulan ilmaantuessa lisätä toinen työvuoro. Tällä tavalla saataisiin lisättyä prosessin kapasiteettia ilman suurempia kustannuksia. Työnjohdon täytyy osata ennakoida tilanteet, jolloin ylimääräistä vuoroa tarvitaan. Saattaa olla haastavaa löytää lyhyellä varoitusajalla ammattitaitoinen työntekijä. Pullonkaula prosessin työnkuva olisi järkevää opettaa mahdollisimman monelle, jotta sopivia tuuraajia olisi helppo löytää. Tällaisessa tilanteessa voitaisiin soveltaa jonkinlaista palkkiojärjestelmää, jos kiireellisissä tilanteissa työntekijät olisivat valmiita joustamaan.

Investointi

Toinen vaihtoehto pullonkaulan poistamiseen olisi investointi, eli toisen robottihitsauslaitteen hankkiminen. Kahdella koneella pystyttäisiin tekemään eri töitä yhtä aikaa, mikä mahdollista yllättäviinkin tilanteeseen reagoimisen. Uuden henkilökunnan palkkaaminen ei olisi pakollista, jos kapasiteettia saataisiin irrotettua ei-pullonkaulaustyöpisteiltä. Toista hitsauslaitetta voitaisiin käyttää täydentämään puskurivarastoja

muutaman kerran viikossa. Riittävien välivarastojen avulla taattaisiin osakomponenttien tasainen riittävyys. Investointia mietittäessä on syytä ajatella sen aiheuttamia kustannuksia.

Suositus

Koska kyseessä on vain hetkellinen pullonkaula, ei ison investoinnin tekeminen olisi järkevää. Tekemällä muutaman viikon kahta vuoroa, saataisiin tärkeimpien tuotteiden välivarastot sellaisella tasolle, että yllättäviinkin tilauksiin pystyttäisiin vastaamaan. Treston Oy:n rakennemuutoksen takia Turun tehtaan metallityötoiminta lakkaa kokonaan ja heiltä ylimääräiseksi robottihitsauslaite. Järkevä ratkaisu olisi sijoittaa kyseinen kone Jyväskylän tehtaan tiloihin, jolloin se tukisi toiminnallaan tehtaan omaa hitsauslaitetta. Koska robottihitsauslaite on Treston Oy:n omaisuutta, investointikustannus on nolla euroa. Jos esimerkiksi jompikumpi laitteista hajoaisi, ei tuotantoon ilmaantuisi pahoja katkoksia. Toinen robottihitsauslaite loisi myös pohjaa toiminnan kasvulle tulevaisuudessa. Tämän pullonkaulan avartamiseen voitaisiin käyttää toista robottihitsauslaitetta tai lisätyövuoroa. Taulukkoon 7 on kerätty särmäskoneen siirron aiheuttamia hyötyjä.

Taulukko 7. Robottihitsaukoneen siirron euromääräiset hyödyt vuodessa

Koneen siirto: Rahallinen hyöty	
Avautuneet markkinat	7 000 €
Myöhästymissanktioiden välttäminen	500 €
Peruttujen tilausten välttäminen	500 €
Viikonlopputöiden välttäminen	3000 €
Ylimääräisen työn välttäminen	500 €
Yhteensä	11 500 €

Toisen robottihitsauslaitteen hankkimiselle olisi mahdollista saada aikaan samanlaisia rahallisia hyötyjä kuin uuden särmäslaitteen hankkimisella. Robottihitsauspisteen kapasiteetillä on suuri vaikutus uusien markkinoiden ja isompien kauppojen saavutta-

miseksi. Suurimmat tilaukset liittyvät yleensä työpöytiin, jotka sisältävät robottihitsauksen alaisia työpöydän jalvoja. Peruttujen tilausten, myöhästymissanktioiden ja ylimääräisen työn aiheuttamat kustannukset eivät ole yhtä korkeat kuin särmäyksessä, sillä tämä työvaihe harvemmin aiheuttaa myöhästymisiä. Tämäkin työvaihe aiheuttaa ylimääräistä suunnittelua, joka kuluttaa tuotannonohjauksen aikaa.

6.4 Suositusten yhteenveto

Särmäyksen ja robottihitsauksen muutosprosessi tapahtuu vuoden 2016 loppuun mennessä. Turun tehtaasta siirrettävät laitteet sijoitetaan paikoilleen, kunhan layout suunnittelu saadaan valmiiksi. Koska kyseessä on tutut työprosessit ja työkoneet, pullonkaulojen poistuminen tapahtuu nopeasti. Taivutuskoneen asennus alkaa tammi-kuussa ja se kestää noin 1,5 kuukautta. Uuden laitteen kanssa ilmenee varmasti ongelmia, koska teknologia on täysin uutta. Koneen täyden kapasiteetin hyödyntämiseen kuluneesta yhdestä kolmeen viikkoon. Käyttökatkoksen aikana käytetään alihankinnan palveluita sekä etukäteen tehtyjä puskurivarastoja. Kun pullonkaulaprosessien läpivirtaus paranee, saattaa pullonkaula siirtyä tuotannossa johonkin muuhun paikkaan. Osa läpivirtauksen parannusprojektia onkin jatkuva kehittäminen ja tarkkailu. Alapuolella olevaan taulukkoon 8 on kerätty ehdottamani suositukset ja arvio niiden aiheuttamista vuosisäästöistä.

Taulukko 8. Suositusten yhteenveto

Taivutus	Särmäys	Robottihitsaus
Suositus: • Investointi	Suositus: • Koneen siirtäminen	Suositus: • Koneen siirtäminen & lisätyövuoro
Vuosisäästö: • 56 667 €	Vuosisäästö: • 12 000€	Vuosisäästö: • 11500€
Pääomantuottoaste: • 8.8 a		
Takaisinmaksuaika: • 14,3 %		

Pullonkaulojen poistumisesta aiheutuvat vuosisäästöt ovat yli 80 000 euroa. Tämä lukuarvo tulee tarkentumaan huomattavasti ensimmäisen vuoden jälkeen. Esimerkiksi uusien markkinoiden aiheuttamaa rahallista hyötyä on todella vaikea arvioida. Tilaus-ten arvo vaihtelee muutamasta sadasta eurosta melkein puoleen miljoonaan euroon. Ei ole myöskään varmaa, millä tavalla muutokset tulevat vaikuttamaan henkilöstö- puolella.

Seuraavan puolen vuoden aikana Treston Oy:n toiminnassa tulee tapahtumaan suu-ria rakenteellisia muutoksia. Turun ja Jyväskylän tuotantolaitosten toimintojen muu- tosten jälkeen, Jyväskylän tehtaassa metallitöiden määrä tulee lisääntymään. Uusia val- mistettavia nimikkeitä tulee lisää noin 250 - 300 kappaletta. Näiden uusien tuottei- den sisäänajo vaatii suunnittelua, uusien työkalujen hankkimista sekä testiajoja. Tästä syystä havaittuihin pullonkauloihin on kiinnitetty huomiota ja niihin on pyritty kehittämään toimintaa tehostavia ratkaisuita. Tarkoituksena on, että muutoksen käynnistyttyä kaikki toiminnot olisivat kunnossa, eikä tuotannossa ilmenisi hidastavia tekijöitä. Tulevaisuudessa maalatut tavarat lastataan kontteihin ja lähetetään Turun toimipisteeseen. Turussa suoritetaan tuotteiden pakkaaminen ja suurin osa kokoon- panosta. Jos Jyväskylän toimipiste ei pysty sovitussa ajassa valmistamaan ja maalaa- maan asiakastilauksen vaatimia tuotteita, aiheuttaa se ongelmia toimitusten kanssa. Suunnittelua varten on luotu projektiryhmiä, joille jokaiselle on jaettu oma vastuu- alueensa. Tarkoituksena on keksiä luovia ratkaisuja uusien toimintojen toteutta- miseksi ja tuoda esille muutoksen myötä ilmaantuvia ongelmia

7 Pohdinta

Työn tavoitteena oli löytää tuotantolinjan alkupäätä hidastavat pullonkaulat. Nämä pullonkaulat löydettiin ja niihin keksittiin innovatiivisia ratkaisuita. Teoriaosuudessa käsitellyt havaitsemiskeinot ja ratkaisumallit tukivat hyvin työn tuloksia. Särmyksen ja robottihitsauksen osalta ei päästy haluttuun tarkkuuteen euromääräisten hyötyjen suhteen. Taivutusprossin ratkaisu oli onnistunut, koska siitä oli saatavissa paljon eri- laista informaatiota. Tutkimusta voidaan hyödyntää lähes missä tahansa teollisen

tuotantoalan yrityksessä. Tutkimus tarjoaa työkalut kapeikkojen löytämiseen ja avar-
tamiseen. Tutkimus nosti esiin muutaman ongelman, joita olisi syytä tulevaisuudessa
tutkia.

- maalaamon kapasiteetti
- tuotannonohjauksen ja myynnin yhteistyö
- toiminnanohjausjärjestelmän tietojen päivitys.

lhannetilanteessa, tuotannosta tulevat tuotteet maalattaisiin kerralla ja siirrettäisiin
joko lopputuote tai komponenttivarastoon. Tällä hetkellä maalaamon kapasiteetti ei
riitä maalaamaan täysiä sarjoja, vaan joudutaan maalaamaan esimerkiksi viikon tarve
kerralla. Tästä toiminnasta aiheutuu ylimääräisiä manuaalisia siirtoja sekä lisätyötä
tuotannosuunnittelulle. Toinen kehittämisen kohde olisi tuotannon ja myynnin väli-
nen suhde. Kummankin ryhmän olisi syytä perehtyä toistensa työnkuvaan, jotta pa-
rempi yhteinen ymmärrys asioista löytyisi. Kun muutoksen aiheuttamat alkukankeu-
det on selätetty, voitaisiin havaittujen pullonkaulojen toimintaa seurata. Taivutuspro-
sessin osalta voitaisiin suorittaa samanlainen testi, jonka tein opinnäytetyöprojektin
tiimoilta. Kyseisestä testistä selviäisi, onko prosessin toimintavarmuus parantunut.
Särmäysprosessin toimivuutta voitaisiin tarkkailla seuraamalla priorisointilistan kehi-
tystä. Listalta nähdään nopeasti, pystyykö särmäystyö piste vastaamaan vallitsevaan
kysyntään. Robottihitsauksen osalta voitaisiin tarkkailla puskurivarastojen kehitystä.
Varastojen suuruudesta nähdään, pystytäänkö tarvittavaa osakomponenttien tasoa
pitämään yllä. Olisi myös syytä tarkastaa toiminnanohjausjärjestelmän sisältämiä tie-
toja läpimenoajoista sekä sarjakoista. Oikeat lukuarvot helpottavat tuotannonohjauk-
sen työtä ja materiaalin virtaus paranee. Työssäni käyttämät laskelmien lukuarvot
ovat yhdistelmä faktatietoa sekä perusteltuja olettamuksia. Käytetyt lukuarvot on
päätetty tekemieni haastattelujen pohjalta. Esimerkiksi operatiivisten kustannusten
sekä investoinnin piilevien hyötyjen arvioiminen on hankalaa.

Lähteet

Ahonen, M. 2016. Tehtaanjohtaja. Treston Oy. Haastattelu 11.8.2016.

Chauhan, G. & Singh, T.P. 2012. Measuring parameters of lean manufacturing realization. An article about lean. Measuring Business Excellence, 20, 3, 57-71. Viitattu 24.7.2016. <http://www.nelliportaali.fi/V?func=find-db-1-category&mode=category&sequence=000015086&restricted=all&portal=JAMK&institute=JAMK>, Academic search elite.

Ergonomiset työtilat tuoteluettelo 2014-2015. 2014. Jyväskylä: Treston Oy. Viitattu 14.8.2016.

Goldratt, E. & Cox, J. 1987. Tavoite. 3.p. Espoo: Oy Innopartners Ab.

Gustafsson, B., Nykänen K. & Nyberg B. 1988. Kapeikkoajattelu – Tuotannon ja sen ohjauksen kehittämistekniikka. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Hakala, A. 2016. Kunnossapitopäällikkö. Treston Oy. Haastattelu 3.10.2016

Hintikka, J. 2016. Suunnittelija. Treston Oy. Haastattelu 7.10.2016.

Ikonen, M. 2016. Toimihenkilö. Treston Oy. Haastattelu 1.9.2016.

Kantola, J. 2016. Tuotannon työntekijä. Treston Oy. Haastattelu 28.7.2016.

Karjalainen, E. 2016. Lean Six Sigman soveltaminen kasvaa nopeimmin maailmassa. Artikkelin lean-ajattelun suosiosta Karjalainen Oy:n kotisivuilla. Viitattu 28.9.2016. <http://www.gk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-six-sigman-soveltaminen/>

Kuivalainen, J. 2016. Nestaus-suunnittelija. Treston Oy. Haastattelu 28.7.2016.

Lampinen, J. 2016. Toimihenkilö. Treston Oy. Haastattelu 1.9.2016.

Pihlaja, K. 2016. Tuotannon työntekijä. Treston Oy. Haastattelu 31.7.2016.

Rosti, J. 2016. Hankintapäällikkö. Treston Oy. Haastattelu 17.8.2016.

Saharinen, T. 2016. Toimihenkilö. Treston Oy. Haastattelu 24.8.2016.

Schragenheim, E. 2015. The boundaries of TOC or What is "Not TOC"? Schragenheim's website 4.12.2015. Viitattu 8.9.2016. <https://www.toc-goldratt.com/tocweekly/2015/12/the-boundaries-of-toc-or-what-is-not-toc/>

Sovella home-tuotteet. N.d. Sovella@kotisivu. Viitattu 10.8.2016. <http://www.sovellahome.fi/s%C3%A4ilytys%C3%A4rjestelm%C3%A4/sovellahome-tuotteet>

Steinlicht, C.L. 2010. Lean production and the organizational life cycle: A survey of lean tools effectiveness in young and mature organizations. An exploratory study of lean production, organizational life cycle and lean tools. Unites States: Capella University. Viitattu 27.7.2016.

<http://search.proquest.com.ezproxy.jamk.fi:2048/abicomplete/docview/734722373/50D0210432CD4EFEPQ/1?accountid=11773>

The 7 wastes in manufacturing. N.d. EMS consulting group`s databank about lean from 2013-2016. Viitattu 28.9.2016.

<http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>

Tilauksesta kokoonpano. N.d. Verkkoaineisto Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 8.7.2016. [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_kokoonpano_\(ATO\)](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_kokoonpano_(ATO))

Tilauksesta suunnittelu. N.d. Verkkoaineisto Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 8.7.2016. [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_suunnittelu_\(ETO\)](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_suunnittelu_(ETO))

Tilauksesta valmistus. N.d. Verkkoaineisto Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 8.7.2016. [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_valmistus_\(MTO\)](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksesta_valmistus_(MTO))

Työpisteeseen & soluun. N.d. Turun hylly- ja trukkitalon nettikaupan kotisivut. Viitattu 10.8.2016. <https://thtt.fi/tyopisteeseen-ja-soluun.cat>

Treston Oy tuotteet. N.d. Treston Oy:n kotisivut. Viitattu 10.8.2016. <http://www.treston.fi/tuotteet>

Tuominen, K. 2010. LEAN – kohti täydellisyyttä. Kirja Lean-periaatteista ja käytännöistä. Helsinki: Readme.fi.

Varastoohjautuva tuotanto. N.d. Verkkoaineisto Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 8.7.2016. [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varasto-ohjautuva_tuotanto_\(MTS\)](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varasto-ohjautuva_tuotanto_(MTS))

What is 5s; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. N.d. Online publication about 5s. Viitattu 20.7.2016. <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>

What is Kaizen? N.d. EMS consulting group`s databank about lean from 2013-2016. Viitattu 28.9.2016. <http://www.emsstrategies.com/kaizen.html>

What is the theory of constraints?. N.d. Online publication about theory of constrains from 2016. Viitattu 8.9.2016. <http://www.tocinstitute.org/theory-of-constraints.html>

Workshop-kalusteet tuoteluettelo 2014-2015. 2014. Jyväskylä: Treston Oy.

Liitteet

Liite 1. Kyselylomake p4-taivutuskoneen toimintavarmuudesta

KYLLÄ = ONGELMA
Ei = OK

Kun käytätte taivutuskonetta P4, merkkatteko alla olevaan taulukkoon, jos työn aika ilmenee jokin työtä selvästi hidastava ongelma. Tarkoituksena on selvittää, kuinka monta ajoa 50:sta sujuu ilman ongelmia.

	Kyllä	Ei
1	X	
2	X	
3		X
4		X
5	X	
6		X
7		X
8		X
9	X	
10	X	
11		X
12		X
13	X	
14		X
15		X
16		X
17		X
18	X	
19	X	X
20	X	X
21	X	
22	X	
23		X
24		X
25		X

	Kyllä	Ei
26		X
27		X
28	X	
29	X	
30	X	
31		X
32	X	
33	X	
34		X
35	X	
36		X
37		X
38	X	
39		X
40		X
41		X
42		X
43		X
44		X
45		X
46		X
47		X
48		X
49		X
50	X	X