

Heikki Haapanen

**Kellotus työntutkimuksen välineenä**

Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Tekniikan yksikkö  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaation suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Heikki Haapanen

Työn nimi: Kellotus työntutkimuksen välineenä

Ohjaaja: Jorma Mettälä

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Oy Escarmat Ltd:lle ja siinä selvitetään, mitenkä tuotantoa ja yrityksen kilpailukykyä voi tehostaa kellotuksen avulla. Lisäksi työssä suoritetaan yhden sähkökeskuksen kellotusprojekti alusta loppuun.

Päämäärinä ovat tuotteiden läpimenoajan lyhentäminen, kilpailukyvyn parantaminen ja tuotteiden työarvon, eli T-arvon, saaminen.

Opinnäytetyössä käsitellään kellotuksen keskeiset termit ja periaatteet, kuten jou-tuisuus ja miten se vaikuttaa. Lisäksi käsitellään T-arvoa ja sen laskentaa.

Työssä kerrotaan myös Escamat in toiminnanohjausjärjestelmästä sekä sitä, miten siinä pystytään hyödyntämään kellotuksessa saatuja aikoja.

Avainsanat: Tutkimusmenetelmät, kehittämisprojektit, tunnusluvut

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Heikki Haapanen

Title of thesis: Time study as a tool for work analysis

Supervisor: Jorma Mettälä

Year: 2015

Number of pages: 36

Number of appendices: 2

---

This thesis is made for Oy Escarmat Ltd. and it is studying how to increase the company's competitiveness and production efficiency by time study. Also a complete time study for one electrical main cabinet is performed. The main goals are to decrease the assembly time of products, increase overall competitiveness and find out the real work value for products.

The main terms and principles of time study are explained in this thesis, such as what work value is and how it is calculated. It is also explained what performance rating is and how does it affect the final work value. There is also a short introduction to Escarmat's ERP system and information on how it can utilize the results of the time study.

Keywords: research method, development project, key figure

## Esipuhe

Tämä opinnäytetyö on tehty aikavälillä kevättalvi 2013 – kevät 2015. Sain vuonna 2013 työpaikallani Oy Escarmat Ltd:ssä tehtäväksi tehdä työntutkimusta ja tuotannon kehittämistä. Työ osoittautui mielenkiintoiseksi ja monipuoliseksi ja se tuotti paljon arvokasta työkokemusta. Hyvin pian työnkuva kuitenkin laajeni, kun mukaan tuli uuden toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoa ja työntutkimuksesta saadun informaation hyödyntämistä siinä.

Haluan kiittää työni ohjaajaa Jorma Mettälää ohjeistuksesta ja neuvoista. Kiitän myös Oy Escarmat Ltd:ssä yhdyshenkilönäni ollutta IT-päällikkö Rami Enbergiä opastuksesta ja hyödyllisistä keskustelutuokioista. Lisäksi kiitän kaikkia, jotka ovat tähän mennessä olleet kelloitettavina tai muuten olleet osallisena tässä projektissa.

Kaikki tässä työssä esiintyvät ajat ja T-arvot ovat kuvitteellisia eivätkä vastaa todellisia mitattuja tai laskettuja arvoja. Varsinaisen tutkimuksen tulokset ovat salaisena liitteenä työnantajan toivomuksen mukaan.

Vaasassa 21.4.2015

Heikki Haapanen

## SISÄLTÖÄ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract .....	3
Esipuhe .....	4
SISÄLTÖÄ .....	5
Kuvio- ja kuvaluettelo .....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	8
1 Johdanto.....	9
1.1 Työn tausta .....	9
1.2 Työn tavoite.....	9
1.3 Työn rakenne .....	9
1.4 Yritysesittely .....	10
2 Kellotus.....	11
2.1 Historia.....	11
2.2 Peruseriaatteet.....	11
2.3 Saadun tiedon hyödyntäminen.....	13
2.4 Ongelmat.....	17
2.5 Edut.....	17
3 Kellotus tuotannonohjauksen tukena.....	19
3.1 Tuotannonohjauksen perusteet.....	19
3.2 Käytettävä toiminnanohjausjärjestelmä .....	20
3.3 Tilauksen käsittely toiminnanohjausjärjestelmässä lyhyesti .....	22
3.4 Ongelmat nykyisessä toiminnanohjausjärjestelmässä .....	23
4 Tutkimuksen kulku .....	25
4.1 Lähtökohdat .....	25
4.2 Käytetty tutkimusohjelma .....	25
4.3 Työvaiheet ja työn kulku.....	28
4.4 Yhteenvedon laadinta .....	28
4.5 Kehitysideoiden toteutus .....	29
5 Yhteenvedo .....	33

LÄHTEET.....	34
LIITTEET .....	36

## Kuvio- ja kuvaluettelo

Kuvio 1. Prosessit, joihin kellotus vaikuttaa.....	15
Kuvio 2. Esimerkki bonuspalkkiojärjestelmästä.....	16
Kuvio 3. Kappalehinnan muutos tuottavuuden suhteen. ....	16
Kuvio 4. Esimerkki mahdollisesta työn kulusta ja merkitsemistavasta. ....	26
Kuvio 5. Eri aikalajien osuus tuotteen valmistuksessa. ....	27
Kuvio 6. Mekaanisen kokoonpanon apuaikajakautuma. ....	27
Kuvio 7. Yhteenveto T-arvoista. ....	28
Kuva 1. Oven luukun tukirauta. ....	30
Kuva 2. Tukirauta käytössä.....	30
Kuva 3. Pöydän reunaan kiinnitettävä teline, jonka neljä eri portaattomasti lukittavaa akselia mahdollistavat moduulin työstämisen kaikista suunnista. ....	31

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Joutuisuus (<math>k_j</math>)</b>	Havaitun työskentelyn nopeuden suhde normaaliin työskentelyn nopeuteen. Sen avulla saadaan tasoitettua työntekijöiden välistä eroa ja saadaan määriteltyä normaalijoutuisuus, joka on sama kuin MTM-järjestelmän standardiajat. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 16.)
<b>MTM</b>	Methods-Time Measurement, liikeaikatutkimusjärjestelmä, joka perustuu siihen, että työ jaetaan riittävän pieniin ja tarkasti määriteltyihin osioihin, joille jokaiselle on oma vakioaika.
<b>Työaika (<math>T_v</math>)</b>	Kellolla mitattu aika, joka työntekijällä menee työtehtävän suorittamiseen.
<b>T-arvo</b>	Työarvo, sen avulla voidaan suoraan verrata eri töitä toisiinsa, saadaan laskutoimituksella työaika * joutuisuus * apuaikakerroin.
<b>Jalostava työ</b>	Työaikaa, jolloin työstettävän tuotteen arvo kasvaa.
<b>Apuaika</b>	Aika, jolloin tuotteen arvo ei kasva, esimerkiksi työpisteen järjestely, työkalujen etsintä.



# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Tämä tutkimustyö sai alkunsa, kun Escarmatilla haluttiin ruveta tekemään työntutkimusta läpimenoaikojen lyhentämiseksi. Tähän oli syynä kiristynyt kilpailutilanne ja paine asiakkaiden suunnalta saada myytyjä tunteja alemmas. Lisäksi myyjät halusivat saada realistisempaa tietoa läpimenoajoista ja siitä, miten erilaiset osamuutokset vaikuttavat tunteihin.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on selvittää yksityiskohtaisesti, mistä kaikesta tuotteen lopullinen läpimenoaika muodostuu. Tämän analyysin avulla pyritään tehostamaan tuotantoa ja pienentämään läpimenoaikaa. Tähän päästään sujuvoittamalla työntekoa ja karsimalla turhia työvaiheita pois.

Työssä myös selvitetään, millä eri tavoin kellotuksesta saatuja tietoja voidaan hyödyntää yrityksen sisällä.

## 1.3 Työn rakenne

Työn alussa kerrotaan työn taustasta, tavoitteesta ja esitellään yritys lyhyesti. Seuraavaksi perehdytään työn teoriaosaan, joka sisältää kellotuksen teoriaa sekä yrityksen tuotannon- ja toiminnanohjauksen perusteet.

Tämän jälkeen seuraa työn toteutusosa, jossa esitellään kellotusprojektin eteneminen alusta loppuun sekä siitä saadut tulokset johtopäätöksineen.

## 1.4 Yritysesittely

Oy Escarmat Ltd. on Vaasassa Vikbyn teollisuusalueella sijaitseva logiikka- ja automaatioalan sopimusvalmistaja. Yritys on perustettu vuonna 1994 ja sen henkilökuntaan kuuluu tällä hetkellä 80 vakituista työntekijää. Tuotantotiloja Escarmatilla on Vikbyn teollisuusalueella 3000 m<sup>2</sup>. Escarmat valmistaa ja toimittaa muun muassa sähkö- ja ohjauskeskuksia usealle kansainväliselle yritykselle alihankintana sekä myös projektikohtaista suunnittelutyötä ja järjestelmäohjelmointia. Asiakkaita ovat muun muassa Wärtsilä Oyj ja ABB Oy. (Escarmat [Viitattu 8.4.2014].)

## 2 Kellotus

### 2.1 Historia

Työnmittaus ja -kellottaminen syntyivät 1900-luvun alkupuolella yhdysvaltalaisen insinöörin Frederick Taylorin kehittämästä liikkeenjohto-opista, taylorismista. Siihen aikaan teollistuminen ja sarjatuotanto alkoivat yleistyä ja tehtaissa pyrittiin tuotannon ja tuottavuuden parantamiseen ja kustannusten alentamiseen pilkkomalla aiemmin pitkät ja monimutkaiset työvaiheet lukuisiksi yksinkertaisiksi työvaiheiksi, joita pystyttiin tarkasti mittaamaan ja tutkimaan ja näin ollen tehostamaan pitkälle. (Karinen 2013.)

Kellottaminen meni väliaikaisesti 90-luvulla pois muodista solu- ja tiimityöskentelyn tullessa muotiin, mutta viime aikoina on taas muistettu ja havaittu sen hyödyllisyys ja kustannustehokkuus muihin menetelmiin nähden. Alkuaikojen ruutuvihot, sekuntikellot ja kynät ovat vaihtuneet kannettaviin tietokoneisiin ja taulukkolaskentaohjelmiin, mutta huolimatta työvälineiden kehityksestä peruseriaatteet ovat pysyneet muuttumattomina. (Karinen 2013.)

### 2.2 Peruseriaatteet

Kellottaminen ei ole vain työntekijän seuraamista sekuntikello kourassa ja yritystä saada hänet työskentelemään nopeammalla tahdilla. Paremminkin pyritään vähentämään tuotteen kasaamiseen menevää aikaa turhien työvaiheiden karsimisella ja työnteon sujuvoittamisen kautta sekä saamaan tuotteiden T-arvot selville. Kellottaminen koostuukin useasta eri tekijästä. Sen voisi jakaa karkeasti neljään eri osa-alueeseen: ajanottoon, joutuisuuskertoimen määrittämiseen, työvaiheiden ylöskirjaamiseen ja tulosten analysointiin. (Enberg 2013)

Ajanotolla mitataan tuotteen valmistamiseen kulunut aika. Kokonaisajan saamiseen ei riitä pelkkä kellon käyntiin laittaminen, vaan se vaatii jokaiseen työvaiheeseen kuluneen ajan mittausta erikseen ja vaiheiden kategorisointia oikeisiin aikala-

jeihin, joita ovat jalostava työ, apuaika ja muut aikalajit. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 11-12.)

Muut aikalajit eli erinäköiset häiriöt eivät vaikuta T-aikaan, mutta muodostavat dataa, jonka avulla pystytään tarkastelemaan työssä syntyneitä ongelmia ja löytämään niihin parannuksia. Tämän lisäksi jokaiselle kellonajalle tulee arvioida joutuisuuskerroin, jonka avulla saadaan eliminoitua työntekijöiden välistä eroa ja saadaan määriteltyä työhön kuluva normaali työaika, työskenteli työntekijä sitten hitaasti tai urakkatahdilla. Joutuisuuden määrittämiseen käytetään Suomessa 1920-luvulla USA:ssa kehitettyä LMS-järjestelmän asteikkoa, jossa arvo 100 vastaa normaalijoutuisuutta eli MTM-järjestelmän standardiaikoja. Esimerkiksi 80 tarkoittaa normaalia hitaampaa työskentelyä ja 120 ahkeraa urakkatahtia. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 11-12; Aulanko 1972, 12.)

Joutuisuuskerrointa tarvitaan normalisoidun työajan laskentaan ja se lasketaan kaavalla

$$T_v * K_j = T_n \quad (1)$$

jossa  $T_v$  on kellolla mitattu työaika

$K_j$  on arvioitu joutuisuuskerroin

$T_n$  on normalisoitu työaika. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 27.)

Ajan lisäksi ylös kirjataan työvaiheet, eli mitä milläkin hetkellä tehdään. Ilman tätä tietojen analysointi ja käyttö jälkikäteen olisi mahdotonta. Analysoinnissa lasketaan päivittäinen apuaika kaavalla

$$T_{apu} / T_n * T_p + T_{elp} = T_{ap} \quad (2)$$

jossa  $T_{apu}$  on työn aikana syntynyt apuaika minuutteina

$T_p$  on päivittäinen työmäärä 480 minuuttia

$T_{elp}$  on päivittäinen elpymisaika 45 minuuttia

$T_{ap}$  on apuaika per päivä minuutteina. (Enberg 2013; Karinen 2013.)

Näiden laskujen jälkeen voidaan laskea apuaikakerroin  $k_a$  kaavalla

$$T_{ap} / (T_p - T_{ap}) * 100 = k_a \quad (3)$$

Edellä mainittujen laskutoimitusten jälkeen saadaan laskettua työarvo T, joka siis vastaa työn tekemistä joutuisuudella 100 ja siinä on huomioitu niin apu- kuin elpymisajatkin, eli

$$T_n * k_a = T \quad (4)$$

Tämän laskelman avulla saadaan työajat yhteismitallisiksi eli samanarvoisiksi, jolloin ne ovat keskenään vertailukelpoisia ja niitä pystytään hyödyntämään tehokkaammin. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 18.)

### 2.3 Saadun tiedon hyödyntäminen

Tutkimuksesta saadulla tiedolla on tarkoituksena parantaa yrityksen kilpailukykyä ja kannattavuutta. Tähän pyritään löytämällä tuotannon ongelmakohdat, poistamalla ne, tiivistämällä tuotantoa ja näin ollen tehostamalla tuotantoa lyhentämällä tuotteiden läpimenoaikaa ja nostamalla jalostavan työn osuutta. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 5.)

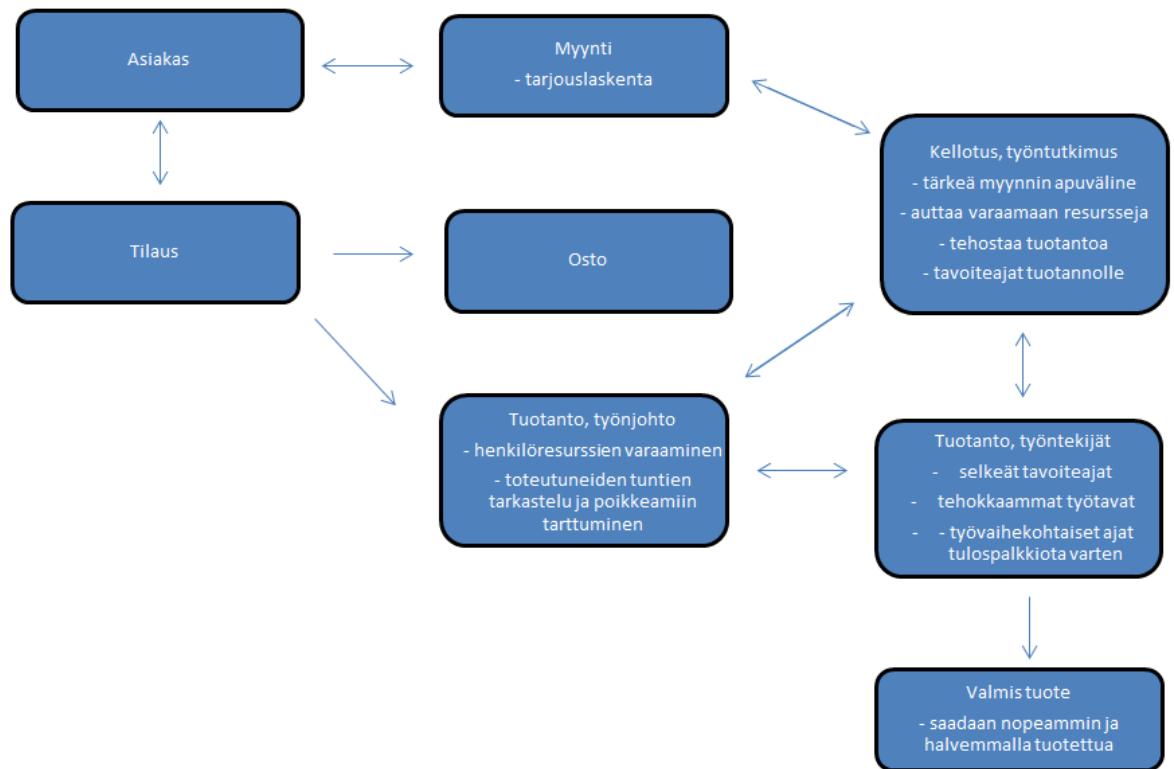
Kellotuksen aikana kyseenalaistetaan vanhoja työmenetelmiä, eikä tyydytä pelkäämään ”Koska näin on aina ennenkin tehty” -vastauksiin. Jos todetaan, että jonkin työvaiheen tuoma hyöty on käytännössä nolla, pyritään sitä muuttamaan tai karsimaan kokonaan pois ja näin säästämään aikaa ja tehostamaan tuotantoa. Toimivan ja tehokkaan työmenetelmän kohdalla, mikä ei ole yleisessä käytössä, pyritään tekemään standardimenettelytapa ja opettamaan se muillekin työntekijöille. Kellotuksen aikana tulee myös työntekijöiltä kehitysideoita, jotka käydään läpi tutkimuksen jälkeen ja päätetään, laitetaanko ne toteutukseen ja jälkiseurantaan. Osa ehdotuksista saattaa koskea muun muassa uusien työkalujen hankintaa. Sitä kannattaa harkita tiukasta budjetista huolimatta, koska uusien työkalujen kautta työkalujen hakemiseen ja etsimiseen käytetty apuaika pienenee ja jalostavan työn osuutta saadaan nostettua, jolloin ne maksavat itsensä ajanmittaa takaisin.

Kellotuksen aikana tulee myös usein ilmi tarve erilaisten jigien valmistukseen ja työpisteiden uudelleensuunnittelulle, millä saadaan nopeutettua työskentelyä ja

parannettua työntekijöiden ergonomiaa. Tällaisia voivat olla muun muassa käänneltävä teline työkappaletta varten, jolloin työkappaletta pystytään jalostamaan tehokkaammin. Tai työpisteen uudelleenjärjestäminen siten, että saadaan minimoitua turhat kurottelut ja työkappaleen siirrot. (Enberg 2013.)

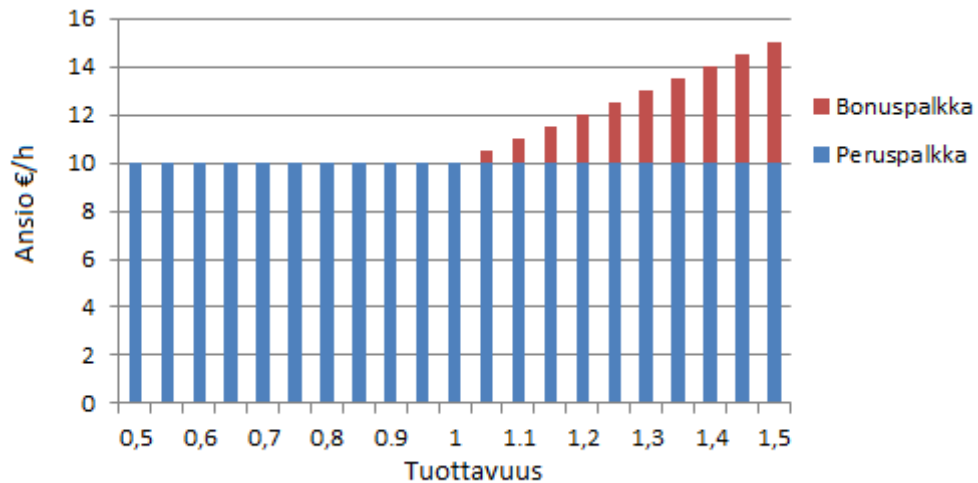
Saatuja kellonaikoja pystytään hyödyntämään myynnin puolella tarjouksia laskettaessa ja jätettäessä. Kun kellotus on mittausvaiheessa jaettu tarpeeksi pieniin osakokonaisuuksiin, pystytään laskemaan tarkasti valmistamiseen kuluva aika, vaikka uudessa tuotteessa olisikin esimerkiksi kolme tietyn tyyppistä anturia enemmän tai vähemmän. Työnjohtajia T-arvot helpottavat tehtaalle tulevan työkuorman suunnittelussa ja hallinnassa, kun tiedetään montako henkilötyötuntia menee tilauksessa olevien tuotteiden valmistamiseen ja tarvitseeko näin ollen palkata lisää työvoimaa. (Ahokas, Neuvonen, Suikki & Tiihonen 2011, 8; Pihlaja 2013.)

Myös työntekijät hyötyvät saaduista ajoista. Ne toimivat selkeinä tavoitteina. Työseurantajärjestelmän ja näkyville laitettujen tulosten kanssa työntekijät pystyvät vertailemaan omia työaikojaan ja tarvittaessa kyseenalaistamaan omaa työskentelyänsä, mikäli eivät pysty saavuttamaan kyseisiä aikoja. Prosessikaaviossa on kuvattu, mihin kaikkeen kellotus vaikuttaa ja millä tavoin (kuvio 1). (Enberg 2013, Pihlaja 2013.)

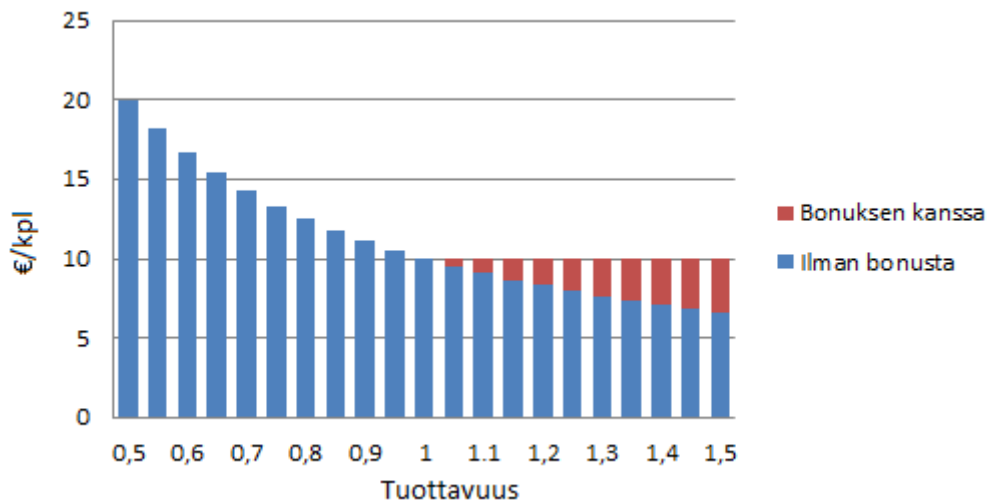


Kuvio 1. Prosessit, joihin kellotus vaikuttaa.

Kellotettuja aikoja on myös mahdollista hyödyntää urakkapohjaisen bonuspalkkiojärjestelmän pohjana. Siinä perusajatuksena on, että mitä nopeampaa tekee töitä, sitä enemmän saa bonusta peruspalkan päälle (kuvio 2). Tuottavuuden kasvassa yksikköhinta per kappale pysyy kuitenkin samana kuin normaalijoutuisuudella tehtäessä bonuspalkasta huolimatta (kuvio 3). (Karinen 2013.)



Kuvio 2. Esimerkki bonuspalkkiojärjestelmästä. (Karinen 2013.)



Kuvio 3. Kappalehinnan muutos tuottavuuden suhteen. (Karinen 2013.)

Oy Escarmat Ltd:n tapauksessa tällainen bonuspalkkiojärjestelmä ei ole vielä ajankohtaista eikä mahdollista, sillä monet tuotteista ovat vielä kellottamatta. Järjestelmä vaatii, että kaikkien tuotteiden työarvot ovat selvillä, jotta järjestelmästä saataisiin tasapuolinen kaikille työntekijöille (Enberg 2014; Jääskeläinen, Kujansivu, Lönnqvist & Sillanpää, 2007, 35-36).



## 2.4 Ongelmat

Vaikka kaikkien kellotettavana olevien työntekijöiden kanssa keskustellaan ja käydään läpi, miksi kellotuksia tehdään ja mihin niillä pyritään, voivat jotkut kuitenkin kokea sen ”turhana kyttäämisenä ja ajanhukkana”. Myös ihmisille luonteenomaista muutosvastarintaisuutta on havaittavissa suoraan verrannollisena muutoksen suuruuteen. Varsinkin jos työntekijä on tehnyt kyseistä työtä jo useamman vuosikymmenen, hän saattaa kokea loukkaavana työtapojen ja -menetelmien kyseenalaistamisen. (Engeström 1995, 10.)

Myös tutkimuksen sisältämää ”mutu”-elementtiä saatetaan kritisoida eli joutuisuuden arviointia. Se on kuitenkin välttämätöntä, sillä sen avulla välttyään mittaamasta samaa tuotetta kymmentä kertaa luotettavan keskiarvon saamiseksi eli ajan säästö on erittäin suuri. Lisäksi huolellisesti tehtynä sen virhemarginaalin tuoma heitto on hyvin vähäinen tutkimuksen lopputulokseen kannalta. (Enberg 2013; Karinen 2013.)

## 2.5 Edut

Kellotus on erittäin kustannustehokas työntutkimustapa, jonka takia se on erittäin laajalti käytetty. Jokaisesta tutkitusta tuotteesta saadaan tarpeeksi luotettava työarvo yhden mittauskerran perusteella, eikä tarvitse mitata jokaista tuotetta kymmentä kertaa ja laskea näistä keskiarvoa (Aulanko 1972, 20).

Kun tutkimus on kellotusvaiheessa pilkottu tarpeeksi pieniin osiin, saadaan lasketua T-arvot tuotteiden erilaisille variaatioillekin, jolloin tarvitsee kellottaa vain yhteen versioon menevä aika. Tämä säästää huomattavasti aikaa jos yrityksen tuotevalikoimaan kuuluu useita variaatioita samoista tuotteista, kuten asia Escarmatilla on.

Työskentelymenetelmä Escarmatilla ei ole liukuhihnatyöskentelyä, valmistettavat sarjat ovat pieniä ja tuotteiden kirjo on laaja. Lisäksi valmistettavat tuotteet ovat suuritöisiä ja monimutkaisia, joten kellotus on sopiva valinta työntutkimuksen työkaluksi. Esimerkiksi MTM-järjestelmässä työ pitäisi jakaa vielä pienempiin osiin

kuin kellotuksessa, jolloin tutkimuksessa menisi monin verroin kauemmin aikaa. Tällöin työntutkimus olisi mahdotonta, kun tuotteiden valmistusaika voi olla yli sata tuntia ja erilaisia tuotteita satoja. (Karinen 2013).

### 3 Kellotus tuotannonohjauksen tukena

#### 3.1 Tuotannonohjauksen perusteet

Escarmatin tuotannonohjauksen perustana käytetään Lean-tuotannonohjausfilosofiaa. Lean on menetelmä, jossa toimitusketjua ja yritystä tarkastellaan kokonaisuutena, sisältäen toiminnanohjausjärjestelmän, henkilöstön kuin työmenetelmätkin. Menetelmä sai alkunsa Japanissa ja pohjautuu Toyotan tuotantojärjestelmään (Toyota Production System, TPS), jonka avulla Toyota sai tehtyä merkittäviä parannuksia tehtaidensa tuottavuuteen. Alun perin termi Lean-tuotanto tuli laajasti tunnetuksi MIT:n professoreiden kirjoittamasta kirjasta *The Machine That Changed the World*, joka kuvasi japanilaisten autotehtaiden tuottavuuden parannusta Yhdysvalloissa. (Lean Six Sigma [Viitattu 3.5.2015].)

Osana lean filosofiaa on Just In Time (JIT) menetelmä, eli tuotteita tehdään:

- pienissä sarjoissa
- ilman välivarastoja
- asiakkaan tilausten mukaisesti
- nolla virheillä. (Tuominen 2010, 181.)

Tällä tavalla pidetään sidottu pääoma ja ylimääräisen työn tarve mahdollisimman vähäisenä. Tuotanto on myös joustavaa ja pystytään reagoimaan nopeasti vaihtuviin tilanteisiin. Jokainen työvaihe tehdään, kuin seuraava vaihe olisi asiakas, eli pyritään mahdollisimman virheettömään toimintaan. (Tuominen 2010, 180 – 181.) Tämä soveltuu erinomaisesti Escarmatin toimintatapaan, koska asiakkailla on tarkat päivänmäärät, jolloin tuote pitää saada. Useasti tuote matkaa saman tien toiselle puolelle maapalloa, eli tuotteiden tulee olla virheettömiä. Hyvin usein tulee myös muutoksia kesken kaiken, joskus jopa kun tuotetta ollaan jo lähettämässä. Kyky joustavuuteen on siis avainasemassa yrityksen toiminnassa.

### 3.2 Käytettävä toiminnanohjausjärjestelmä

Keväällä 2013 Escarmat Oy:llä aloitettiin siirtyminen Visma Novasta Lemonsoftin toiminnanohjausjärjestelmään. Syynä olivat vanhan järjestelmän riittämättömyys nykyisen tuotannon vaatimuksiin sekä halu vähentää käytössä olevia eri ohjelmistoja, eli koota useampia toimintoja yhden ohjelman alle. Lisäksi pyrkimyksenä oli päästä eroon CMS-ohjelmasta, joka oli yrityksen sisäisesti kehittämä oma työaika-seurantaohjelma, joka toimi myös jonkin verran päällekkäin Novan kanssa materiaalien hallintaan liittyen. Koska CMS oli käytännössä yhden miehen tekemä ja ylläpitämä ohjelma, sen käyttäminen oli riskialtista. Mikäli kyseinen henkilö jäisi pitemmälle sairauslomalle ja irtisanoutuisi, koko yrityksen toiminta voisi pysähtyä pienestäkin ohjelmistoviasta ja sen selvittämiseen menisi ulkopuoliselta helposti viikkoja. Tämä tarkoittaisi nykyajan nopeatempoisessa bisnesmaailmassa käytännössä syöksyä kohti konkurssia. Tällä hetkellä uusi järjestelmä onkin jo täysin toiminnassa ja sekä Nova että CMS ovat jääneet kokonaan käytöstä pois.

Lemonsoft Oy on kotimainen, vuonna 2006 perustettu ohjelmistotalo, jonka päätuote on Lemonsoft-yritysohjelmistot. Tällä hetkellä yli 1300 suomalaista yritystä on ottanut käyttöönsä Lemonsoftin toiminnanohjausjärjestelmän. Yksi syy järjestelmän valitsemiseen oli monipuolisuuden lisäksi se, että Lemonsoft Oy on pienhkö yhtiö, jolla on toimipiste Vaasassa. Erilaiset räätälöinnit ovat helpommin ja nopeammin toteutettavissa. (Lemonsoft 2015.) Esimerkki tällaisesta räätälöinnistä on integraatio Lemonsoftin ja Kardex varastoautomaatin välillä.

Lemonsoftin toiminnanohjausjärjestelmän peruskohtana on nimikerekisteri. Sinne tehdään tuotekortit jokaiselle komponentille, jota tuotannossa käytetään. Tuotekortteihin syötetään kaikki mahdolliset tiedot komponentista, kuten valmistaja, hinta, varasto- ja hyllyosoite, piirustusnumero ja tullikoodi. Lisäksi merkitään onko tuote ostettava vai myytävä. Jokaisella tuotekortilla on oma yksilöllinen tuotekoodinsa, jolla ne erotellaan ja jonka avulla komponentteja voidaan sitoa osto- ja myyntitilauksiin, tuoterakenteisiin, varastoraportteihin, yms.

Nimikerekisteriin luodaan myös valmistettaville ja myytävälle tuotteille omat tuotekortit. Nämä eroavat komponenteista siinä, että näille nimikkeille luodaan rekisteriin muiden tietojen lisäksi tuoterakenne. Tuoterakenne on käytännössä valmistet-

tavan tuotteen valmistusresepti, joka kertoo mitä komponentteja valmistamiseen tarvitaan, kuinka monta kappaletta näitä komponentteja tarvitaan ja mistä varastosta/hyllyosoitteesta ne kulutetaan. Lisäksi siitä ilmenee missä työvaiheessa ne käytetään, millä osastoilla mikäkin työvaihe suoritetaan ja mitkä ovat työvaiheiden kestot. Työvaiheiden yhteenlaskettu aika on tuotteen kokonaisvalmistusaika. Kokonais- ja vaihe-ajat saadaan työntutkimuksella. Varsinkin siinä vaiheessa kun päätetään ottaa käyttöön tulospalkkiojärjestelmä ja halutaan, että se on mahdollisimman tasapuolinen kaikkien työntekijöiden kesken, on tärkeää että valmistusaika on jaettu oikein eri työvaiheiden kesken. Jokaisella työvaiheella voi olla eri työn suorittaja ja työvaiheet saattavat olla hyvinkin erimittaisia keskenään, jolloin niille pitää saada oikeat painoarvot. Työvaiheiden kestot voidaan myös halutessa tulos-taa työmääräimelle, jotta työntekijällä on selkeä tavoite mihin pyrkiä ja tieto siitä, mitä häneltä odotetaan. Lisäksi tuoterakenteen avulla saadaan helposti ja nopeasti muodostettua hinta myytävälle tuotteelle. Hinta muodostuu rakenteessa olevien komponenttien hinnoista, työtuntien määrästä sekä annetusta kateprosentista.

Yksi toiminnanohjauksen perustuksista on henkilöstöhallinta. Ohjelmassa jaotellaan jokainen työntekijä oman osastonsa alle. Työaikakalenteriin merkitään henkilöiden päivittäiset tuntimäärät, jolloin saadaan jokaiselle osastolle saatavilla olevat henkilötyötunnit. Näitä työtunteja kuormitetaan myytyjen tuotteiden tuoterakenteiden avulla ja nähdään tarvitaanko tulevaisuudessa lisää työvoimaa vai pitääkö työntekijöitä vähentää.

Tätä ominaisuutta tukee järjestelmästä löytyvä työajanseuranta. Tämän avulla työntekijät leimaavat itsensä töihin. Seuranta on palkanmaksun perusteena. Aina leimatessaan työntekijät näkevät oman +/- -tuntisaldonsa. Escarmatilla on käytössä liukuvat työajat, joiden puitteissa työntekijät voivat tulla ja lähteä, kunhan saldo pysyy -20 - +40 tunnin välillä.

Esimiesten, ja vielä enemmän myyjien, pitää pystyä seuraamaan kuinka hyvin aikaisemmin lasketut ja myydyt tunnit pitävät paikkansa. Jotta tämä olisi mahdollista, työntekijät myös leimaavat itsensä aina työn mukana kulkevan työmääräimen avulla työlle mitä tekevät. Tarkemmin sanottuna työvaiheelle, jolla on aina yksilöllinen numero ja joka on yhdistettynä toiminnanohjausjärjestelmässä työjono-

näkymään, josta tuotantovastaava voi helposti seurata kuka tekee mitäkin työtä/työvaihetta ja mitkä työvaiheet ovat mistäkin työstä valmiina.

Ostajien tärkein työkalu ohjelmassa on ostotyökalu, jonka avulla he osaavat tehdä oikeat materiaalihankinnat ajallaan. Lemonsoft laskee koko ajan nimikkeiden kumulatiivista saldoa. Kun saldo menee miinuksen puolelle tai alittaa asetetun hälyrajan, tulee siitä ostokehotus ostotyökaluun. Tällöin ostaja näkee ostotyökalun sivupalkista, mikä päivänmäärä saldo menee miinuksen puolelle ja osaa ajoittaa ostonsa oikein. Komponenttien kumulatiivisiin saldoihin vaikuttavat tehdyt ostotilaukset, jotka eivät ole vielä saapuneet (tulossa saldo), sekä tuotannon varaukset tuotantolistalla ja suoraa myyntitilaukselle kirjatut komponentit (menossa saldo).

Äsken jo lyhyesti mainittu myyntitilaus on nimensä mukainen osio, johon kirjataan saapuneet tilaukset. Tilaukset kirjataan käyttäen jo valmiina olevia tuotekoodeja, jolloin ohjelma hakee heti nimikerekisterin puolelta kaikki oleelliset tiedot myytävästä tuotteesta ja täydentää ne myyntitilaukselle. Vielä tässä vaiheessa ei kuitenkaan aiheudu materiaalivarauksia, vaikka myytävällä tuotteella olisi tuoterakenne jo tehtynä. Materiaalivaraus syntyy vasta siinä vaiheessa, kun kyseiselle tuotteelle annetaan työnnumero ja se siirretään ohjelmassa tuotannon puolelle. Tämän jälkeen on myös tarvittaessa mahdollista muokata kyseistä rakennetta ilman että alkuperäinen, nimikerekisterissä oleva rakenne muuttuu miksikään. (Enberg 2014; Enberg, Haapanen & Kniivilä 2014.)

### **3.3 Tilauksen käsittely toiminnanohjausjärjestelmässä lyhyesti**

Kun asiakkaalta tulee myyntitilaus, se kirjataan Lemonsoftin myyntitilausosioon, jolloin järjestelmä hakee nimikerekisterin puolelta kyseisen tuotekoodin rakenteen, mikäli se on jo koodattuna. Jos ei, se pitää tehdä heti seuraavana. Tämän jälkeen kyseinen tuotekoodi siirretään tuotantosovelluksen puolelle. Siellä tuotekoodi saa yksilöllisen työnumeron ja sen tuoterakenteen sisältämät komponentit varautuvat varastosaldoista ja aiheuttavat ostotilauskehotuksen ostotyökaluun, jos saldot laskevat alle asetettujen hälytysrajojen. Tuotantoon siirtämisen aikana ohjelmalle kerrotaan milloin tuotteen pitää olla valmis tai valitaan seuraava vapaa ajankohta, jossa on tarpeeksi resursseja vapaana. Tämän jälkeen rakenne sitoo henkilö-

resursseja annettujen tuntien verran määrätyiltä osastoilta. Tämän jälkeen annetaan työlle aloituslupa ja tulostetaan työmääräin, jossa näkyy aikaisemmin mainittujen työtuntien lisäksi eri vaiheissa tarvittavat materiaalit ja materiaalien hyllyosoitteet, jotta ne löytyisivät helpommin.

Työmääräin kiertää tuotteen mukana alusta loppuun ja sen avulla työntekijät leimaavat itsensä työvaiheille. Tämän avulla tuotantovastaava näkee toiminnanohjausjärjestelmästä, missä vaiheessa tuotantoa kyseinen työ menee ja voi lisäksi tarkastella toteutuneita tunteja. Jos suuria heittoja ilmenee jossakin osiossa, pitää kyseistä työvaihetta tutkia uudestaan, löytää ongelmakohta ja korjata se. Lisäksi aina, kun työntekijä kuittaa työvaiheen valmistuneeksi, poistuu varastosaldoista kaikki siihen työvaiheeseen sidotut materiaalit. Materiaalit olivat jo aikaisemmin varautuneet varastosaldoista eikä niitä laskettu vapaana-saldoon, mutta varastokirjanpidon kannalta on selkeämpää, jos isoissa, esimerkiksi kuukauden kestävässä töissä, jaotellaan työvaiheet niin että päästään kuittaamaan suurin osa materiaaleista pois mahdollisimman aikaisin.

Kun kaikki työvaiheet ovat tehdyt, kaikki materiaalit ovat kuittautuneet pois saldoista ja työ tulee valmis-tilaan. Tämän jälkeen tuote toimitetaan sovittuna päivänä, tulostetaan siihen lähete järjestelmästä ja laitetaan laskutukseen. (Enberg 2013; Enberg, Haapanen & Kniivilä 2014.)

Liitteenä (liite 2) yrityksen yleinen prosessikaavio vuosisopimuksen teosta valmiin tuotteen toimittamiseen asiakkaalle.

### **3.4 Ongelmat nykyisessä toiminnanohjausjärjestelmässä**

Koska järjestelmä on vasta ollut verrattain vähän aikaa markkinoilla, siinä on vielä ongelmia ratkaistavana. Viimeisen vuoden aikana on kuitenkin tapahtunut paljon kehitystä ja molemminpuolinen ymmärrys siitä, mihin kaikkeen Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmä pystyy sekä mitä ominaisuuksia Escarmatin työntekijät tarvitsisivat lisää, on syventynyt.

On havaittu paljon käyttäjälähtöisiäkin ongelmia; vanhoista totutuista työtavoista pidetään tiukasti kiinni ja pyritään ennemmin saamaan ohjelmaan muutoksia kuin

omiin työskentelytapoihin. Tämän asian korjaamiseksi on pidetty lukuisia palaveriteita ja koulutustapahtumia käyttäjien kanssa. Mukana on ollut kouluttajia Lemonsoft Oy:n puolelta. Lisäksi on pidetty sisäisiä koulutuksia, jotka ovatkin säännöllisesti pidettyinä osoittautuneet toimiviksi ja kustannustehokkaiksi tapahtumiksi. (Pihlaja 2014.)



## 4 Tutkimuksen kulku

### 4.1 Lähtökohdat

Tutkimustyössä haluttiin tehostaa jo kauan tuotannossa olleen ohjauskeskuksen tuotantoa kiristyvän hintakilpailun takia. Tähän pyritään löytämällä tuotannon ongelmakohdat kellotuksen avulla sekä löytämään niihin ratkaisu. Samalla myös tuotamme tärkeää tietoa yrityksen todellisesta toiminnasta ja valmistusajoista.

Kellotettaviksi henkilöiksi valittiin kokeneita työntekijöitä, jotka ovat jo tehneet kyseistä tuotetta aiemminkin. Näin saadaan eliminoitua tekemisestä opetteluvaihe ja saadaan suurempaan tuotantoon vertailukelpoisempi aika.

Ennen tutkimuksen ja kellottamisen aloitusta asiat käydään työntekijöiden päaluottamusmiehen kanssa läpi. Tämän jälkeen asia käsitellään kellotettavina olevien työntekijöiden kanssa läpi, miksi kyseinen tutkimus tehdään, mihin sillä pyritään ja miten se tehdään. Näin tekemällä saadaan tutkimus läpinäkyvämmäksi ja siihen suhtautuminen myönteisemmäksi.

### 4.2 Käytetty tutkimusohjelma

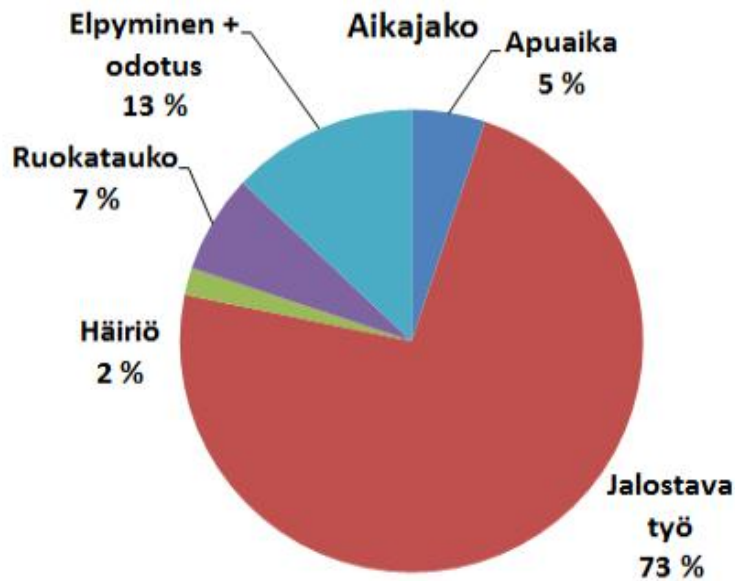
Tutkimusohjelmana toimii Excel-pohjaan rakennettu taulukko, johon tiedot syöttämällä saadaan T-arvo helposti ja nopeasti. Ohjelma käyttää ajan laskemiseen senttiminuutteja, koska ne ovat helpompia laskutoimitusten kannalta. Itse ohjelma koostuu seuraavista viidestä välilehdestä; Tutkimus uusi, Yhteenveto, Lajittelu, Apuaika ja Aikalajit.

Kellotuksen aikana käytetään Tutkimus uusi -välilehteä, johon kirjataan ajat, työvaiheet, aikalajit, joutuisuudet ja havainnot (kuvio 4). Työtä nopeuttavat Aikalajitvälilehteen ennalta ylöskirjatut erilaiset aikalajit, jolloin aikalajia ei tarvitse kellotuksen aikana itse kirjata ylös, vaan ohjelma valitsee sen automaattisesti sen mukaan, mikä työvaihe on valittuna.

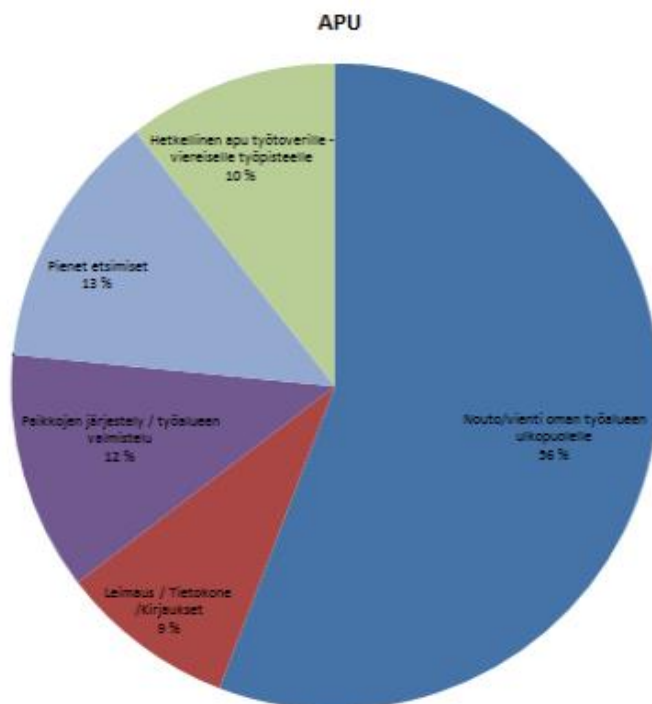
PV	Hld	No:	11,72	Alkoi	tv	Osa	Erä	Osak	Työvaihe	J/m	AL	kj	tn	Huom.
#####	Xx	31	12:52	6901	159	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Haku - tuotteen arat - työkalut, aman työalueen sisällä	HAKU	0	1,00	1,59	Kourujen haku ja leikkaus
#####	Xx	32	12:54	7060	238	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Keskukseen / Pohjalevyn valmistelu	VALMISTELU	1	1,20	2,86	
#####	Xx	33	12:56	7298	2515	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Kahvitauko - muu henkilökohtainen tauko	ELP	13	1	25,15	Kahvitauko
#####	Xx	34	13:21	9813	1123	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Mekaaninen asennus (kourujen/kiskojen yms.)	MEKAANINEN	1	1,00	11,23	Kouruja kiinni
#####	Xx	35	13:32	10936	105	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Haku - tuotteen arat - työkalut, aman työalueen sisällä	HAKU	0	1,00	1,05	Kiskojen haku & leikkaus
#####	Xx	36	13:33	11041	529	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Mekaaninen asennus (kourujen/kiskojen yms.)	MEKAANINEN	1	1,10	5,82	Kiskot kiinni
#####	Xx	37	13:39	11570	43	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Haku - tuotteen arat - työkalut, aman työalueen sisällä	HAKU	0	1,00	0,43	Muoviankkureita hyllystä lis
#####	Xx	38	13:39	11613	332	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Mekaaninen asennus (kourujen/kiskojen yms.)	MEKAANINEN	1	1,10	3,65	
#####	Xx	39	13:42	11945	298	Kouruja, kiskoja	4	Mekad	Häiriö	HÄ	11	1	2,98	
#####	Xx	40	13:45	12243	448	Kalustamista	5	Mekad	Kalustaminen (komponenttien/kaapelin asennus)	KALUSTAMINEN	1	1,10	4,93	Päätypuristimia ym
#####	Xx	41	13:50	12691	35	Kalustamista	5	Mekad	Mekkoillinen aputyöskaverille - vierailulle työpaikalle	APU	108	1	0,35	
#####	Xx	42	13:50	12726	160	Kalustamista	5	Mekad	Kalustaminen (komponenttien/kaapelin asennus)	KALUSTAMINEN	1	1,10	1,76	
#####	Xx	43	13:52	12886	44	Kalustamista	5	Mekad	Haku - tuotteen arat - työkalut, aman työalueen sisällä	HAKU	0	1,00	0,44	Riviliittimiä lisää
#####	Xx	44	13:52	12930	311	Kalustamista	5	Mekad	Kalustaminen (komponenttien/kaapelin asennus)	KALUSTAMINEN	1	1,00	3,11	
#####	Xx	45	13:55	13241	134	Kalustamista	5	Mekad	Noutovienti oman työalueen ulkopuolelle	APU	100	1	1,34	Lisää releitä varastosta
#####	Xx	46	13:57	13375	73	Kalustamista	5	Mekad	Mekkoillinen aputyöskaverille - vierailulle työpaikalle	APU	108	1	0,73	
#####	Xx	47	13:57	13448	922	Kalustamista	5	Mekad	Kalustaminen (komponenttien/kaapelin asennus)	KALUSTAMINEN	1	1,00	9,22	
#####	Xx	48	14:07	14370	443	Kalustamista	5	Mekad	Merkitä (pos, riviliitin, kyllit yms.)	MERKINTÄ	1	1,00	4,43	
#####	Xx	49	14:11	14813	88	Kalustamista	5	Mekad	Haku - tuotteen arat - työkalut, aman työalueen sisällä	HAKU	0	1,00	0,88	Lisää riviliittinnumeroita

Kuvio 4. Esimerkki mahdollisesta työn kulusta ja merkitsemistavasta.

Lajittelusta saadaan tarvittaessa jokaisen eri osakokonaisuuden tai koko projektin aikajakaumat taulukkotietoina tai ympyrädiagrammeina. Esimerkiksi mikä on ollut eri aikalajien osuus tuotteen valmistuksessa (kuvio 5) tai mistä osatekijöistä tuotteen mekaanisen kokoonpanon apuaika muodostuu (kuvio 6).



Kuvio 5. Eri aikalajien osuus tuotteen valmistuksessa.



Kuvio 6. Mekaanisen kokoonpanon apuaikajakautuma.

Apuaika-välilehdellä lasketaan apuaika, jonka avulla Yhteenveto-välilehdellä lasketaan eri osakokonaisuuksien sekä koko tuotteen T-arvo (kuvio 7).

<b>Esivalmistelu</b>	<b>Työarvo T</b>	<b>8,0</b>
<b>Mekaaninen kokoonpano</b>	<b>Työarvo T</b>	<b>8,0</b>
<b>Johdotus</b>	<b>Työarvo T</b>	<b>40,0</b>
<b>Tarkastus</b>	<b>Työarvo T</b>	<b>6,0</b>
	<b>Yhteensä T</b>	<b>62,0</b>
		<b>tuntia</b>

Kuvio 7. Yhteenveto T-arvoista.

### 4.3 Työvaiheet ja työn kulku

Tutkittava työ muodostui neljästä eri työvaiheesta; esivalmistuksesta, mekaanisesta kokoonpanosta, johdotuksesta ja tarkastuksesta. Jokainen työvaihe suoritettiin omassa työpisteessä ja eri työntekijän toimesta (liite 1). Havainoja tekemällä ja työntekijöiden kanssa keskustelemalla näistä jokaisesta työvaiheesta löytyi kehityskohteita, jotka ilmenevät Yhteenvedon laadinta -kohdassa.

### 4.4 Yhteenvedon laadinta

Kun kaikki työvaiheet oli kellotettu, oli aika tehdä yhteenveto ja loppuraportti, josta ilmenee työhön käytetty aika, tuotteen T-arvo ja kehityskohteet, joiden avulla saataisiin tuotantoa tehokkaammaksi. Yhteenvetoon lisätään vielä varaston keräilyyn kulunut aika ja johtojen sukkamerkkien tekemiseen kulunut aika. Kyseiset ajat on kellotettu etukäteen ja niiden vaikutus on suhteellisen pieni koko loppuaikaan, joten niitä ei ole syytä kellottaa jokaiseen tutkimukseen erikseen.

Aluksi suoritetaan T-arvon laskeminen aikaisemmin mainittujen kaavojen avulla. Vertaamalla saatua arvoa huomataan, että tässä tutkimuksessa valmistusprosessiin kulunut aika oli neljä prosenttia suurempi kuin laskennallinen aika, johtuen muun muassa ylimääräisistä häiriöistä ja venähtäneistä tauoista. Vertailemalla saatua T-arvoa työaikaseurannasta ilmeneviin työaikoihin havaitaan, että kahdestakymmenestä ajasta yksi alittaa ajan, muutama on sama ja loput ylittävät arvon. Tästä nähdään, että tulos on realistinen ja saavutettavissa, mutta tehostamista ja työmenetelmien standardisointia tarvitaan valmistusaikojen erojen pienentämiseen. Tämä aika, T-arvo, tulee kaikkien näkyville ilmoitustaululle.

Kellotuksen aikana tehdyistä havainnoista ja työntekijöiden palautteista laaditaan lista kehityskohteista. Tämä lista käydään läpi kyseisen osaston työnjohtajan ja kellotuksessa mukana olleiden työntekijöiden kanssa loppupalaverissa. Palaverissa käydään läpi myös kellotus saatuine aikoineen, joutuisuuskertoimineen sekä Tarvoineen. Jokaiselle kehityskohteelle nimetään oma vastuuhenkilö, joka vastaa kohdan toimeenpanemisesta. Lisäksi kehityskohteille määritellään seuranta-aikataulu, jonka mukaan tarkastellaan sen toteutumista ja onnistumista, sillä kaikki kokeilut eivät ole kehitystä oikeaan suuntaan.

#### **4.5 Kehitysideoiden toteutus**

Tässä tutkimuksessa ilmeni monia tuotantoa tehostavia kehityskohteita. Ensimmäisenä ovat kaksi erilaista jigiä työskentelyä helpottamaan.

Ensimmäinen on helposti ja nopeasti asennettava ja irrotettava apuväline pitämään keskuksen ovi tukevasti tietyssä asennossa johdotusvaiheessa. Se helpottaa ovenssa olevien komponenttien johdotusta sekä varmistaa ovenssa olevan luukun saranoiden pysymisen ehjinä estämällä sitä retkahtamasta. Aikaisemmin saranoita jouduttiin vaihtamaan useasti. Oven luukun tukiraudan suunnittelu kävi nopeasti ja toteutus helposti hyödyntämällä yrityksestä löytyviä ylijäämämateriaaleja, jolloin kahden tällaisen valmistus maksoi vain tunnin verran työtä.



Kuva 1. Oven luukun tukirautaa.

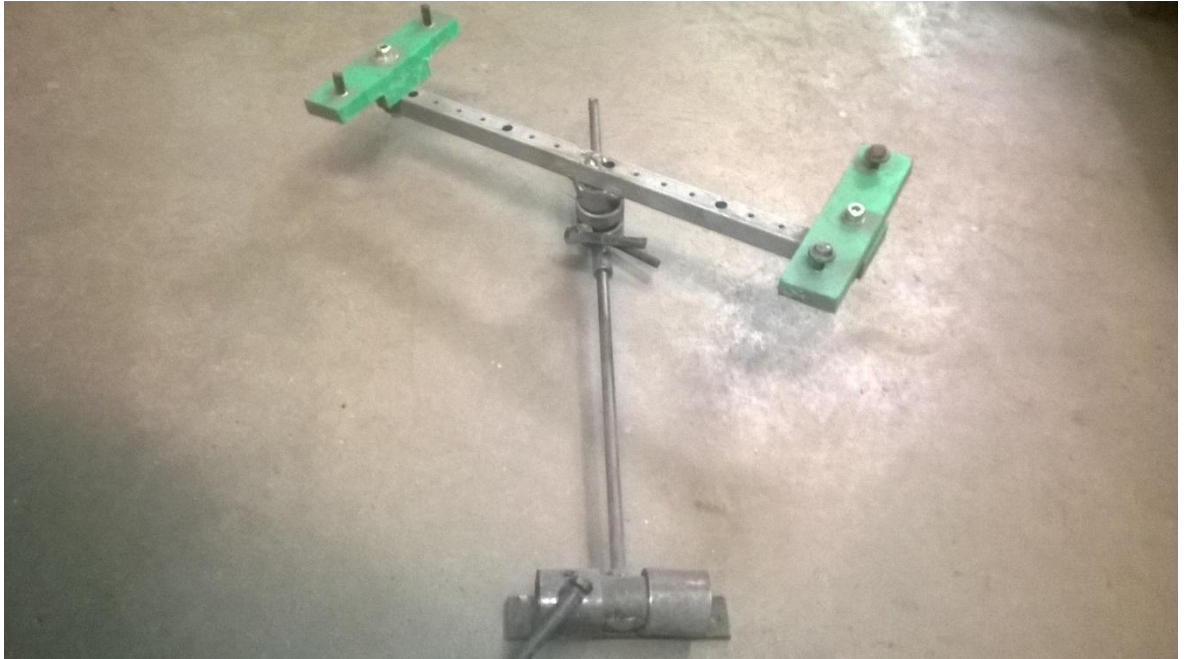


Kuva 2. Tukirautaa käytössä.

Toinen jigi, jolle ilmeni tarvetta, oli vapaasti joka suuntaan pyöritettävä ja liikuteltava, pöydänreunaan kiinnitettävä teline pienten sivumoduulien tehokkaampaa käsittelyä varten. Tämä olikin paljon monimutkaisempi konstruktio, joka vaati paljon aikaa ja kokeiluja, jotta sen pystyi toteuttamaan käyttämällä pelkästään yrityksessä jo olemassa olevia materiaaleja. Tätä kirjoitettaessa telineen prototyyppi on jo



valmis, mutta sen sijoituspaikka on vielä auki, sillä kyseisten sivumoduulien valmistuspaikkaa ollaan siirtämässä, joten telineen käytön tuoma hyöty normaalissa työskentelyssä on vielä varmistamatta. Lisäksi prototyyppi osoittautui hieman liian kevytrakenteiseksi ja seuraava versio onkin suositeltavaa tehdä vahvemmista materiaaleista.



Kuva 3. Pöydän reunaan kiinnitettävä teline, jonka neljä eri portaattomasti lukittava akselia mahdollistavat moduulin työstämisen kaikista suunnista.

Myös aineettomia kehityskohteita ilmeni. Näitä ovat muun muassa yhden työvaiheen toteuttaminen mekaanisessa kokoonpanossa johdotuksen sijaan, sillä mekaanisella puolella on kyseiseen vaiheeseen sopivammat työkalut. Lisäksi työvaihe sujuu nopeammin mekaanisen kasaamisen yhteydessä. Toinen vastaava kehityskohde koski varaston materiaalikeräilyjen säännöllisempää tuomista tuotannon tiloihin. Tämänkin tutkimuksen aikana jouduttiin eräänä aamuna odottamaan 30 minuuttia, että varastoon saapui henkilökuntaa töihin, jotta saataisiin materiaalia. Materiaalikeräys oli ollut valmis jo edellisenä päivänä, ja sen olisi hyvin voinut tuoda sieltä tuotannon tiloihin ajoissa.

Valitettavasti kaikki kehityskohteet eivät ratkea yhtä edullisesti. Tutkimuksen aikana ilmeni myös tarvetta muutaman erikoistyökalun hankintaan. Ne nopeuttaisivat

ja helpottaisivat työskentelyä. Näitä ei ole vielä hankittu, mutta tarjouspyyntöjä on lähetetty.



## 5 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli kertoa, millainen tutkimusmenetelmä kellotus on sekä tehostaa ja tutkia Oy Escarmat Ltd:n tuotantoprosessia kellotuksen avulla. Sen avulla saatiin selville tutkittavan tuotteen T-arvo sekä monta tuotantoa hidastanutta kohtaa, joita työntekijöiden kanssa ratkottiin ja useaan ongelmaan löytyikin toimiva ratkaisu.

Työssä esitelty taulukkolaskentaohjelma mahdollistaa saadun informaation tehokkaan ja nopean käsittelyn. Se auttaa myös kehitysideoiden seurannassa ja valvonnassa, mikä on tärkeä osa tutkimuksen tuomaa hyötyä.

Työntutkiminen ja tuotannon tehostaminen kellotuksen avulla osoittautui toimivaksi ja kustannustehokkaaksi ratkaisuksi, joka tuotti paljon hyviä ideoita tuotannon kehittämiseen. Tutkimus sujui myönteisessä ilmapiirissä, vaikka sitä aluksi hämmästeltiin, ja työntekijät ovat olleen tyytyväisiä tehtyihin parannuksiin tuotannossa.

Tutkimustietoa on myös onnistuttu käyttämään hyödyksi uuden tuotannonohjausjärjestelmän kanssa. Koska Oy Escarmatilla on satoja erilaisia valmistettavia tuotteita, tarvitaan vielä paljon lisää tutkimustyötä että pystytään esimerkiksi ottamaan tuotantopalkkiojärjestelmän käyttöön ja tekemään siitä tasapuolisen kaikille.

## LÄHTEET

- Ahokas, P., Neuvonen, J., Suikki, M. & Tiihonen, J. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. [Verkkojulkaisu]. Teknologiateollisuus ry. [Viitattu 24.4.2013]. Saatavana [www.teknologiainfo.net/content/kirjat/pdf-tiedostot/Laatu/Tyontutkimuksen\\_kasitteita\\_ebook.pdf](http://www.teknologiainfo.net/content/kirjat/pdf-tiedostot/Laatu/Tyontutkimuksen_kasitteita_ebook.pdf)
- Aulanko, V. 1972. Mitä on MTM. Helsinki: Tietomies.
- Enberg, R. 2013. IT-Manager. Oy Escarmat Ltd. Henkilökohtainen keskustelu 28.1.2013.
- Enberg, R. 2014. IT-Manager. Oy Escarmat Ltd. Henkilökohtainen keskustelu 5.2.2014.
- Enberg, R., Haapanen, H. & Kniivilä, M. 2014. Lemonsoft ohje. [Verkkojulkaisu]. Oy Escarmat Ltd. [Viitattu 26.4.2015.] Oy Escarmat Ltd:n sisäinen ohje, ei julkisesti saatavilla.
- Engeström, Y. 1995. Kehittävä työntutkimus – perusteita, tuloksia ja haasteita. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Jääskeläinen, A., Kujansivu, P., Lönnqvist, A. & Sillanpää, V. 2007. Liiketoiminnan aineettomat menestystekijät. Helsinki: Talentum.
- Karinen, I. 2013. Tuotantokonsultti. Koulutuspäivä Oy Escarmat Ltd:n tiloissa 4.2.2013.
- Lean Six Sigma. Ei päiväystä. Lean. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.5.2015]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>
- Lemonsoft Oy. 2015. Yritys [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.4.2015]. Saatavana: <https://www.lemonsoft.fi/yritys>
- Möttönen, N. 2015. Tuotantopäällikkö. Yrityksen prosessikaavio. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Heikki Haapanen, Vesa Luoma, Mikael Mäkinen, Björn Norrgård & Kari Olkinuora. [Viitattu 3.5.2015].
- Oy Escarmat Ltd. Ei päiväystä. Yritys. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.4.2015]. Saatavana: <http://www.escarmat.com/yritys.html>
- Pihlaja J. 2014. Kehittäjä, FT. Toimiva Oy. Puhelinkeskustelu 20.3.2014

Pihlaja J. 2013. Kehittäjä, FT. Toimiva Oy. Konsultointipäivät Oy Escarmatin tiloissa 18.9.2013.

Pihlaja J. 2014. Kehittäjä, FT. Toimiva Oy. Konsultointipäivät Oy Escarmatin tiloissa 9.9.2014

Tuominen, K. 2010. Lean käytännössä: Yritysesimerkkejä tehokkaasta lean -periaatteesta ja – käytännöistä. Helsinki: Readme.fi

## LIITTEET

Liite 1. Muistiinpanot kelloituksen aikana. (Yrityssalaisuudeksi luokiteltu materiaali poistettu.)

Liite 2. Yrityksen prosessikaavio



