



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# REUNALISTOITUKSEN TOIMINNAN LAADUN KEHITTÄMINEN

CASE: Isku Teollisuus Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Mikko Heiskanen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikka

HEISKANEN, MIKKO:

Reunalistoituksen toiminnan laadun  
kehittäminen

Puutekniikan opinnäytetyö, 49 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

---

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Isku Teollisuus Oy:n levykalustetehtaan reunalistoituslinjaston toiminnan laadun kehittämistä. Työn tavoitteena oli tutkia ajankäyttötutkimuksien avulla mahdollisuuksia parantaa reunalistoituslinjaston tehokkuutta. Tavoitteena oli myös tutkia mahdollisuuksia lyhentää asetteen tekoon kuluvaa aikaa. Nykyisin ajettavat sarjakoot ovat suhteellisen pieniä ja asetteita joudutaan vaihtamaan usein. Työhön kuului myös tutkia reunanauhojen vähentämisellä saatavia hyötyjä ja tarkastella mahdollisuuksia poistaa joitakin nykyisin käytettäviä reunanauhoja.

Teoriaosuudessa on käsitelty erilaisia ajankäyttötutkimusmenetelmiä ja asetusaikeihin liittyvää teoriaa. Työnmittaukset toteutin havainnointitutkimuksena, joka oli sopivin tapa saada halutut tutkimustulokset. Työnmittaus tehtiin reunalistoituslinjastolla kellottaen sekuntikellon kanssa eri työvaiheisiin kuluvaa aikaa. Koska linjastolla työskentelee vuorossa yleensä kolme henkilöä, niin sen takia tutkimuksessa keskityttiin linjan toimintaan ja toimimattomuuteen, eikä yksittäisten työntekijöiden tekemisiin.

Työnmittauksilla selvisi eri työvaiheisiin kuluva aika, ja tuloksista voidaan huomata myös turhaan työhön käytettävä aika. Tutkimuksesta selviää, että reunanauhojen vähentämisestä saatavia suurimpia hyötyjä olisi aseteaikojen lyhentyminen. Erityisesti hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen kuluva aika tulisi lyhentymään. Tutkimuksen perusteella saa hyvän kuvan siitä, mihin reunalistoituslinjastolla työaika kuluu, ja tuloksista voidaan myös tehdä päätöksiä jatkotoimenpiteistä.

Asiasanat: reunalistoitus, asetus aika, työnmittaus, SMED

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Wood Technology

HEISKANEN, MIKKO:

Improving the quality of the edge  
banding operation

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 49 pages, 2 pages of appendices

Spring 2013

ABSTRACT

---

The aim of the thesis was to find ways to improve efficiency in the edge banding production line. The thesis was commissioned by Isku Teollisuus Oy. The measurements for the work were based on time study methods and theories, especially work survey. The methods are presented in the theory part. Work survey was performed in the edge banding production line, where every work stage was observed by taking time with a stopwatch. The results of the work survey provide a good picture of how the working hours in the edge banding production line are spent, and it gives a good basis to make decisions on further actions to improve efficiency in the edge banding production line.

One of the goals for this thesis was to examine possibilities to shorten the time that is used in setup operations between product series. Nowadays the product series made on the edge banding production line are quite small, and employees have to change setups approximately 15 times per shift, which takes a big part of working hours. That is why finding the ways to reduce time used in setup operations was an important part of the study. Different ways to reduce time used in setup operations were examined by using the SMED method, which is a LEAN production method used for reducing waste in a manufacturing process.

Part of this work was to study possibilities to reduce some of the most used edge bands. Results of study for reducing some of the edge bands can be used for making decisions on how many and which edge bands the company should reduce without big changes on the product line. The major benefits of reducing some of the edge bands are that the time used in setup operations will decrease, because then different products can be manufactured using the same edge bands. That significantly decreases times spent on setup operations, especially in fine adjustment and product checkups.

Key words: edge banding, setup operation, work survey, SMED

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Isku-Yhtymä OY	2
2	TYÖNTUTKIMUS	3
2.1	Menetelmätutkimus	4
2.2	Työn vakiinnuttaminen	5
2.3	Työnopastus	5
2.4	Työnmittaus	6
2.5	LEAN työnmittauksessa	7
2.6	Työnmittauksen menetelmät	7
2.6.1	Havainnointitutkimus	8
2.6.2	Muut työnmittausmenetelmät	10
2.7	Aikalajit	12
2.7.1	Ajankäytön jako jalostavaan ja ei jalostavaan työhön	14
2.7.2	Jalostava työaika	15
2.8	Tuotantolinjan tai koneen työjakson jako aikalajeihin	16
2.9	Konetyön mittaus ja monikonekäyttö	17
3	SMED	18
3.1	Asetusaika	19
3.2	Asetusaikojen lyhentämiseen liittyvät ongelmat	19
3.3	Ulkoinen ja sisäinen asetus aika	20
3.4	Toimenpiteet asetus aikojen lyhentämiseksi	21
4	KÄYTETTÄVIEN REUNANAUHOJEN VÄHENTÄMINEN	22
4.1	Reunanauhojen erot	23
4.2	Reunanauhojen hintavertailu	24
4.3	Poistettavia reunanauhoja	24
5	TYÖNMITTAUKSEN SUORITUS JA TULOKSET	26
5.1	Reunalistoituslinjastot	26
5.2	TL-6 levyntyöstölinjan toiminta	27
5.3	Työnmittauksen suoritus	27
5.4	Työnmittauksen tulokset	28
5.5	Työnmittaustulosten jako aikalajeihin	30

5.6	Hienosäätöaikaan vaikuttavat tekijät	31
5.7	Kappaleen tarkastukseen vaikuttavat tekijät	31
5.8	Häiriöajat	32
5.9	Nauhojen yhdistämisellä saatavat hyödyt	32
5.10	Keinoja asetusajkojen lyhentämiseen	35
6	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tavoitteet

Tämä opinnäytetyö tehtiin Isku Teollisuus Oy:n toimeksiantona, ja työhön liittyvät tutkimukset tein Lahden Mukkulassa Iskun levykalustetehtaalla. Työni tarkoituksena oli tutkia eri ajankäyttötutkimusmenetelmiä apuna käyttäen reunalistoitulinjasto TL-6:n eri työvaiheisiin kuluvaan aikaan. Tavoitteena oli myös tutkia keinoja lyhentää asetusajoja sekä ottaa selvää mahdollisuuksista vähentää käytettäviä reunanauhoja ja tutkia siitä koituvia hyötyjä. Nykyisin ajettavien tuotteiden sarjakoot ovat suhteellisen pieniä, eli linjastolla joudutaan päivän aikana vaihtamaan asetteita useasti, keskimäärin noin 15 kertaa vuoron aikana, joten asetusajojen lyhentämisellä olisi merkittävä vaikutus tuotannon tehokkuuteen. Asetusajojen lyhentämistä tutkin SMED-menetelmän avulla, jonka mukaan asetteen vaihdosta tulisi poistaa kaikki turha tekeminen pois. SMED-menetelmä on LEAN-tuotannon metodi, jota käytetään hukan vähentämiseen tuotantoprosessissa.

Työnmittaukseen valitsin eri ajankäyttötutkimusmenetelmistä havainnointitutkimuksen. Tutkimuksen tein TL6-linjastolla ottamalla sekuntikellon kanssa työvaiheista aikaa ja kirjasin ajat ennakkoon tehdylle lomakkeelle. Havainnointitutkimus soveltui parhaiten työni tarkoitukseen, koska TL6-linjastolla työskentelee vuorossa yleensä kolme henkilöä. Tällöin yksittäisten työntekijöiden tekemisten seuraaminen ja kellottaminen olisi ollut käytännössä mahdotonta. Aikojen kellottamisessa keskityin yleisesti koneiden toimimiseen ja toimimattomuuteen sekä toimimattomuuden syihin. Tutkimukseni tuloksista selviävät hyvin eri työvaiheisiin kuluvat ajat, ja tuloksista pystyy myös päättelemään, mihin työvaiheisiin käytetään liikaa aikaa.

Työhöni kuului myös ottaa selvää mahdollisuuksista vähentää käytettäviä reunanauhoja sekä tutkia nauhojen vähentämisestä koituvia hyötyjä. Tällä hetkellä käytössä on noin 50 eri reunanauhaa, mutta näistä osa on erittäin samantyyllisiä tai eroavat mitoiltaan vain vähän toisistaan. Viidestäkymmenestä nauhasta olisi tietyn varauksin mahdollista poistaa 10–20 eri nauhaa. Tutkimuksissani selviää,

millainen vaikutus nauhojen vähentämisellä olisi koneiden toimintaan sekä hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen kuluvaan aikaan.

## 1.2 Isku-Yhtymä OY

Isku on suomalainen kansainvälisesti toimiva huonekalualan perheyritys, jonka on perustanut Eino Vikström vuonna 1928. Isku suunnittelee, valmistaa, markkinoi ja toteuttaa toimivia ja viihtyisiä sisustusratkaisuja asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Henkilöstöä yrityksellä oli vuonna 2011 keskimäärin 1031 (Tiitinen 2012, 2). Iskulla on noin 40 myymälää Pohjoismaissa ja Baltiassa. Pääkonttori ja huonekalutehtaat sijaitsevat Lahdessa. (Isku-Yhtymä OY 2011.)

Isku Yhtymä Oy:n kuuluu viisi eri liiketoimintayhtiötä: Isku Interior Oy, Isku Koti Oy, Isku Keittiöt Oy, Isku Teollisuus Oy ja Isku Invest Oy (Isku-Yhtymä OY 2011). Vuonna 2011 Isku Konsernin liikevaihto oli 154 miljoonaa euroa, josta kansainvälisten toimintojen osuus oli 17,6 %. Samana vuonna Isku teki liikevoittoa noin 1,2 miljoonaa euroa. (Tiitinen 2012, 2.)

Isku on kansainvälisesti toimiva kalustealan konserni, joka valmistaa ja myy muotoilultaan korkeatasoisia kodin, keittiöiden ja julkisten tilojen kalusteita ja sisustusratkaisuja sekä puun ekologiseen hyötykäyttöön perustuvia sisustus- ja rakennusalan materiaaleja. Tuotannossa perusraaka-aineina käytetään koivua, huonekalulevyjä ja metallia. Yrityksen toiminta perustuu kalusteiden vähittäiskauppaan, julkisten tilojen kalustamiseen, keittiökalustamiseen, huonekalujen valmistukseen ja kiinteistötoimintaan. (Isku-Yhtymä OY 2011.)

Iskun vahva ja tunnettu liikemerkki, brändi sekä tuotemerkit takaavat asiakkaalle kilpailukykyiset ja laadukkaat tuotteet ja palvelut. Integraatioon perustuva oma valmistusprosessi ja alihankinta- ja jakeluverkot sekä oma vähittäisketju turvaavat kilpailukyvyn. Isku pyrkii toimialoillaan johtavaksi kotimaassa ja merkittävään asemaan lähialueen maissa säilyttäen itsenäisyytensä ja vakavaraisuutensa. (Isku-Yhtymä OY 2011.)

## 2 TYÖNTUTKIMUS

Yleisnimitys työntutkimus tarkoittaa tuottavuuden kehittämisen systemaattisia menetelmiä ja tekniikoita.

*Työntutkimuksen tavoitteena on kehittää taloudellisin, tehokkain ja turvallisin työmenetelmä ja -olosuhteet työn tekemiseksi, vakiinnuttaa eli standardisoida tämä työmenetelmä, opastaa työmenetelmä työntekijöille sekä selvittää tällä työmenetelmällä työhön tarvittava aika. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5.)*

Työntutkimusta sovelletaan nykyään huomattavasti laajemmin kuin pelkästään työarvon mittaamiseen urakkapalkkauksen pohjaksi. Työntutkimusta käytetään yrityksissä esimerkiksi tavoitteiden asettamiseen, tuotannon suunnitteluun ja tasapainottamiseen sekä resurssien suunnitteluun ja kuormituksen selvittämiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 4-5.)

Tuottavuustyöstä ja työntutkimuksesta on hyötyä koko organisaatiolle. Työntekijät hyötyisivät kehittämistyöstä ja työntutkimuksesta välittömästi työtehtävien rikastumisen ja keventymisen sekä ergonomian ja työturvallisuuden parantumisen myötä. Yrityksen menestyminen tuo mahdolliseksi kannustavan palkitsemisen ja työsuhteturvan paranemisen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5.)

Työntutkimus on laadukas väline toiminnan kehittämiseen. Sen avulla voi löytää ratkaisun esimerkiksi ergonomian ja tuotteiden jalostusketjun tai valmistettavuuden parantamiseen, työvaihekohtaisten ja läpimenoaikojen lyhentämiseen, koneiden käyttöasteen ja jalostavan työajan osuuden nostoon sekä turvallisten työmenetelmien kehittämiseksi. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 7.)

Työntutkimuksessa työtä tarkastellaan kolmesta eri näkökulmasta: teknologisesta, taloudellisesta ja työntekijänäkökulmasta. Teknologisesta näkökulmasta selvitetään esimerkiksi uuden tekniikan hyödyntämismahdollisuudet sekä uusien välineiden ja prosessien mahdollisuudet. Taloudellisesta näkökulmasta tutkitaan työn ja menetelmien kustannusvaikutuksia. Työntekijänäkökulmasta otetaan selvää ergonomiasta ja työturvallisuudesta: sisältääkö työ väsyttäviä, vaarallisia,



monotonisia tai epäkäytännöllisiä vaiheita. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

Työntutkimukseen voi kuulua sen tavoitteiden mukaisesti seuraavat osa-alueet:

1. menetelmätutkimus, johon kuuluu taloudellisen, tehokkaan ja turvallisen työmenetelmän kehittäminen
2. työn vakiinnuttaminen, jossa tehokkain menetelmä standardoidaan
3. työnopastus, jossa opastetaan vanhoille ja uusille työntekijöille tehokkain menetelmä
4. työnmittaus, jossa selvitetään työhön tarvittava aika (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

Yleisesti työntutkimuksessa korostetaan menetelmätutkimuksen ja työnmittauksen merkitystä. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

## 2.1 Menetelmätutkimus

Menetelmätutkimus on systemaattista taloudellisen, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän kehittämistä tietyn työn tekemiseksi. Menetelmätutkimuksessa tutkimisen kohteena ovat kaikki tuotantoon vaikuttavat osatekijät, kuten työn tekeminen, raaka-aineet, koneet ja laitteet sekä niiden toimiminen yhdessä. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

Tavoitteena menetelmätutkimuksessa on saada mahdollisimman pienet tuotantokustannukset sekä parantaa tuottavuutta, ergonomiaa ja työturvallisuutta. Menetelmätutkimuksen tavoitteena on taloudellisuus- ja tehokkuusnäkökulman lisäksi myös työolojen ja – viihtyvyyden kehittäminen. Menetelmätutkimusta voidaan kutsua myös menetelmäkehitykseksi, koska siihen kuuluu olemassa olevien työmenetelmien kehittäminen, esimerkiksi jatkuvan parantamisen menetelmiä käyttäen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

## 2.2 Työn vakiinnuttaminen

Työn vakiinnuttamisella huolehditaan, että tehokas menetelmä saadaan kaikkien työntekijöiden käyttöön. Mikäli työn vakiinnuttamista, eli standardointia ei tehdä, niin tehokkaan menetelmän hyödyt jäävät saamatta. Eri suorituskerroilla tai eri työntekijöillä voi työn suoritustapa olla erilainen, jos työn vakiinnuttamista ei ole hoidettu hyvin. Menetelmävaihtelu aiheutuu yleensä eroista eri työntekijöiden työtavoissa, työpaikan järjestelyissä, työvälineissä tai raaka-aineissa.

Käytettävä menetelmä määrittelee aina työhön tarvittavan ajan. Työn standardisointi antaa edellytykset toiminnan järjestelmälliseen kehittämiseen. Työn vakiinnuttamisella autetaan myös laaduntuottokykyä ja tuotteiden laadun hallintaan saamista. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 6.)

## 2.3 Työnopastus

Laadukkaan ja systemaattisen työnopastuksen tuloksena opetettava oppii työtehtävät nopeasti ja osaa tehdä ne alusta alkaen oikein. Työnopastukseen sisältyy varsinaisen työn, esimerkiksi koneiden, laitteiden ja työvälineiden oikeanlainen käyttäminen. Työn opastuksessa tulisi myös selvittää aineiden oikeat käyttötavat sekä turvallisuusmääräykset. (Penttinen, Mäntynen 2009, 4.)

Työnopastusta tarvitaan aina seuraavissa tilanteissa:

- Työ ei ole tekijälleen tuttua.
- Työtehtävät tai – menetelmät vaihtuvat.
- Uusia koneita, laitteita tai aineita otetaan käyttöön.
- Työ on harvoin toistuvaa.
- Turvallisuusohjeita on laiminlyöty.
- Työpaikalla sattuneen tapaturman jälkeen tai havaittaessa työhön liittyvä ammattitauti.
- Aiemmin annetussa työnopastuksessa on ollut puutteita.
- Tilanne poikkeaa tavanomaisesta.
- Havaitaan virheitä toiminnassa ja puutteita tuotteiden ja palvelujen laadussa. (Penttinen, Mäntynen 2009, 4.)

## 2.4 Työnmittaus

Työnmittauksella määritetään tiettyyn tehtävään tietyllä menetelmällä tarvittava aika, joka riippuu aina käytettävästä menetelmästä. Työnmittauksessa on kuvattava työtehtävä ja käytettävä menetelmä riittävän tarkasti. Suositeltavaa olisi, että työnmittausta edeltäisi menetelmätutkimus, joka varmistaisi mitattavan menetelmän taloudellisuuden, turvallisuuden ja tehokkuuden. Työnmittaukseen tarvittavat aikatiedot voidaan ottaa myös toiminnanohjausjärjestelmästä, mikäli saatavilla olevat tiedot ovat tarpeeksi tarkkoja. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 7.)

Työnmittaustapahtuma etenee seuraavasti:

1. työnmittauksesta tiedottaminen
2. työmenetelmien määrittäminen
3. työn osittelu (erät) ja kuvaus
4. erien aikojen mittaus, tarvittaessa joutuisuuden määrittäminen
5. ajan laskeminen, tulosten esittäminen ja taltiointi (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)

Työnmittauksen mittaukset tulee tehdä avoimesti ja käyttäen luotettavia menetelmiä. Työntekijöiden edustajille tulee antaa kattava selvitys käytettävistä menetelmistä ja siitä, mihin tutkimusta käytetään sekä siitä, miten tutkimusten tuloksia mahdollisesti sovelletaan palkkaukseen. Työntekijöille kerrotaan ennen työnmittauksen aloittamista, että heidän työtään tullaan tutkimaan ja kerrotaan, mihin käyttötarkoituksiin tuloksia voidaan käyttää. Mittauksen ajankohdaksi tulisi yleensä valita normaali työskentelytilanne. Jos mittaus suoritetaan normaalista poikkeavasta tilanteesta, niin silloin mittaustulos antaa vääristyneen kuvan, ellei tavoitteena ole juuri selvittää erityisesti poikkeaviin tilanteisiin liittyviä mittauksia. Itse mittaus tulee suorittaa häiritsemättä työntekijää. Työn eri osien havaitsemiseksi täytyy olla riittävä näkyvyys työn seuraamiseen. Mittauspöytäkirjaan tai apulomakkeelle laitetaan ylös tarvittavat merkinnät. Videokameralla kuvaamisesta on myös hyötyä työmenetelmien tallentamiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25–26.)

## 2.5 LEAN työnmittauksessa

LEAN-tuotannolla on mahdollista saavuttaa selkeitä tuottavuusparannuksia jo pelkästään turhan karsimisella ja tuotannon virtautuksella, jolloin työn kiinteys paranee. LEAN-tuotannossa pääteemana on jatkuva parantaminen. Tavoitteena on parantaa tuotannon tehokkuutta kaiken turhan työn poistamisella sekä jatkuvilla pienillä parannuksilla. Työpistekohtaiset työohjeet ja kirjalliset menetelmäkuvaukset ovat keskeisiä työkaluja työn vakiinnuttamisessa. Perinteisiä työntutkimuksen ja työnmittauksen menetelmiä voidaan käyttää hyväksi useassa LEAN-projektin vaiheessa. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 21.)

Tuotannon virtautuksen ja tasoittamisen onnistuminen vaatii luotettavat aikatiedot valmistusprosessista. Läpimenoajalla mitataan virtauksen tehokkuutta. Virtauksen tehostaminen tuo näkyville tuotantoprosessiin sisältyvät ongelmat, kuten konehäiriöt ja laatuongelmat, joiden syyt voidaan saada selville esimerkiksi havainnointitutkimuksella ja häiriökirjauksella. Tuotantoa tasoittaessa ja eräkokoja pienennettäessä tulee asetusaikoja saada lyhennettyä sekä eri työpisteiden työmääristä tulisi saada luotettavat tiedot. Tuotannon tehostamisen periaatteena voidaan pitää seuraavaa: *”tuotannon läpäisyajan lyhentämisessä tärkeintä on odotusaikojen poisto, eikä työtahdin kasvattaminen.”* (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 21.)

Jotta tuotannon tasoitus ja turhan poistaminen onnistuisi, siihen tarvitaan luotettavia, normalisoituja aikatietoja eri työvaiheisiin tarvittavasta työajasta. LEAN-tuotantoa kehitettäessä pidemmälle esille nousevat keskeisimmät henkilötyön tuottavuuteen liittyvät käsitteet, kuten työn kiinteys, eli kaiken turhan poistaminen, työmenetelmän tehokkuus, johon sisältyy siisteys, turhan poistaminen ja työn vakioiminen sekä joutuisuus, joka tarkoittaa suoritustason vakioimista. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 21.)

## 2.6 Työnmittauksen menetelmät

Jokaista käyttötarkoitusta varten on erikseen arvioitava ajanmäärityksessä käytettävä menetelmä ja riittävä tarkkuustaso. Ajanmäärityksessä selvitetään

tiettyyn työhön tarvittava aika ja määrittelyn tarkkuuteen vaikuttaa menetelmän kuvaustarkkuus ja ajanmäärittelytarkkuus. Usein on mahdollista saada riittävä tarkkuus ajanmäärittelyyn toiminnanohjausjärjestelmän kirjauksista. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.)

Varsinaiset työnmittausmenetelmät:

1. havainnointitutkimus
2. kelloaikatutkimus
  - normaaliaikatutkimus
  - ajankäyttötutkimus
3. aikalaskelmat
4. standardiaikajärjestelmät (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.)

Havainnointitutkimus ja ajankäyttötutkimus soveltuvat ajankäytön jakautumisen selvittämiseen. Mikäli halutaan mitata normalisoituja aika-arvoja erilaisille työtapatumille, niin siihen soveltuu parhaiten liikeaikatutkimus ja normaaliaikatutkimus. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.)

#### 2.6.1 Havainnointitutkimus

Havainnointitutkimukseen kuuluu tapahtumien ja aikalajien suhteellisen esiintymisen havainnointia, joissa eri tapahtumat erotellaan aikalajien perusteella tekemisaikaan, apuaikaan, tauko aikaan ja häiriöaikaan ja tutkimuksen käyttötarkoituksen mukaan myös pienempiin osakokonaisuuksiin.

Havainnointitutkimuksessa havainnoidaan työtapatumaa ja kirjataan ylös sillä hetkellä käynnissä oleva tapatum. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.)

Havainnointitutkimus keskittyy yleensä koko tiimiin tai muuhun yhtenäiseen henkilöstöryhmään. Tällä tavalla saadaan hyvä kuva työnkulusta sekä uusia ideoita menetelmäsuunnitteluun. Laatuongelmat voivat ilmetä muun muassa ylimääräisinä työvaiheina, virheellisinä tuotteina, odotuksina ja suunnitelmien epätarkkuuksina. (Merplan ky 2013.)

Havainnointitutkimuksessa pystytään samanaikaisesti seuraamaan useita eri työvaiheita ja työtä useassa eri pisteessä. Tällä tavalla saadaan hyvä yleiskuva koko osaston ajankäytöstä sekä eri koneiden käytön tehokkuudesta. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.) Tutkimustuloksia analysoidaan eri työvaiheiden ja aikalajien prosenttijakaumana sekä tarkastellaan mm. päivittäisen työajan jakaumaa prosenttiosuuksien pohjalta. (Merplan ky 2013.)

Havainnointitutkimuksen etuna on, että se on nopea ja monikäyttöinen, ja se on myös helppo tehdä. Hyviä puolia havainnointitutkimuksessa on myös tutkimuksen laaja-alaisuus, koska sillä voidaan selvittää mm. työaikaa, kokonaisajankäyttöä, työturvallisuutta, ergonomiaa, ihmisen ja koneen vuorovaikutusta sekä työryhmien työskentelyä. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24.)

Havainnointitutkimus voidaan tehdä vapaana tai systemaattisena havainnointina. Vapaa havainnointi on toimiva tapa silloin, kun tutkittavasta toiminnasta ei tiedetä paljoa ennestään. Vapaata havainnointia voitaisiin esimerkiksi käyttää silloin, kun tutkija alkaa hänelle vieraassa kaupungissa kartoittaa ihmisten elintapoja. Aluksi tutkija tarkkailisi, mitä siellä tapahtuu, ja ajan kuluessa hän pystyy ymmärtämään tapahtumien järjestystä. (Routio 2007.)

Vapaa havainnointi välttää tehokkaasti aikaisempien tutkijoiden mahdolliset virheelliset tulkinnat kohteesta ja huomioi tarkasti itse kohteen toimintaan liittyviä asioita. Vapaan havainnoinnin suurimpana haittana on sen hitaus, koska tutkijan täytyy havainnoida useita tapauksia ennen kuin niiden yleiset ominaisuudet alkavat hahmottua. Tätä työtapaa kannattaa siis käyttää vain, kun ei ole muuta tutkimustapaa, eli silloin kun kohde todella on ennen tutkimaton. (Routio 2007.)

Systemaattinen havainnointi tarkoittaa sitä, että mikäli tutkimuksen alkaessa on jo käytettävissä suhteellisen selkeä käsitys tutkittavasta toiminnasta sekä siinä selvitetävästä ongelmasta, niin silloin voidaan määritellä etukäteen melko tarkkaan paperille ne asiat, joita sitten suunnitelmallisesti havainnoidaan. Systemaattisen havainnoinnin etu on se, että tutkimuksen suorittaja voi huolellisesti valmistautua siihen. Koska tutkimuksen suorittaja on ennakkoon päättänyt ne asiat, joita tutkitaan, on tällöin mahdollista etukäteen valmistella näiden muistiin kirjoittamiseen sopiva lomake tai muu järjestely. (Routio 2007.)

Omaan havainnointitutkimukseeni parhaiten soveltui systemaattinen havainnointi. Ennen varsinaisen työnmittauksen aloittamista käytin muutaman päivän tarkkaillakseni pelkästään reunalistoituslinjaston eri työvaiheita. Tällä tavalla sain tehtyä itselleni tutkimusta helpottavan ja selkeyttävän lomakkeen, johon merkitsin kaikki relevantit työvaiheet, joihin kuluva ajan halusin saada tietoon. Lomake on liitteessä 2.

Valitsin tutkimusprojektissani käytettäväksi työnmittausmenetelmäksi havainnointitutkimuksen. Havainnointitutkimus oli projektiini soveltuvin menetelmä, koska tutkimuksen aikana en seurannut yksittäisten työntekijöiden tekemisiä, vaan koko reunalistoituslinjaston toimintaa, jossa työskentelee yleensä kolme henkilöä vuorossa. Havainnointitutkimuksen avulla reunalistoituslinjastolla käytettävän ajan sai jaettua tutkimuksen kannalta hyödyllisiin osiin. Havainnointitutkimus on eri tutkimusmenetelmistä ehkä vapaamuotoisin suorittaa, mutta se antaa parhaimmat ja selkeimmät tulokset siitä, mihin työaika tutkittavalla linjastolla oikeasti kuluu.

## 2.6.2 Muut työnmittausmenetelmät

Normaaliaikatutkimuksessa määritetään kellon avulla usein toistuvaan työhön vakio menetelmällä ja vakio-olosuhteissa tarvittava aika, normi- eli normaaliaika. Tämä tutkimusmenetelmä soveltuu toistuvien, käsin tehtävien ja suhteellisen lyhytkestoisten töitten normiajan määrittämiseen. Normaaliaikatutkimuksessa työ jaetaan työneriin, joihin kuluvat ajan mitataan ja samalla tehdään joutisuusmääritykset. Tarvittavien aikahavaintojen määrään vaikuttaa työn luonne, työtyyppi, haluttu mittaustarkkuus ja mitattujen aikojen hajonta. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 24–25.)

Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa seurataan ja rekisteröidään jatkuvasti tietyn työn ja työntekijän toimintoja pidempänä ajanjaksona. Tämä tutkimusmenetelmä sopii hyvin pitkäkestoisten harvemmin tehtävien töitten tutkimiseen sekä sellaisten töiden tutkimiseen, joissa työn osien järjestys ei ole ennakkoon tiedossa. Esimerkiksi erilaiset korjaustyöt ovat tällaisia töitä, joissa työn eteneminen suunnitellaan työn edistyessä. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)

Ajankäyttötutkimusta voidaan käyttää myös koneen, ryhmän ja koneenhoitajan toiminnan selvittämiseen tai tuotantosolun keskinäisen työnjaon selvittämiseen. Ajankäyttötutkimuksen avulla voidaan saada hyvä yleiskuva tapahtumien esiintymisjärjestyksestä ja niiden yhdistymisestä toisiinsa. Tällä työmittausmenetelmällä eri tapahtumat jaetaan aikalajien perusteella tekemisaikaan, apuaikaan, tauko aikaan ja häiriöaikaan ja edelleen tutkimuksen käyttötarkoituksen mukaan pienempiin osakokonaisuuksiin. Jos ajankäyttötutkimusta sovelletaan työarvon laskemiseen tai standardiaikoihin, on tutkimukseen yhdistettävä joutuisuuden määrittäminen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)

Liikeaikatutkimuksissa, (MTM (Methods-Time Measurements), tai MOST), työtä analysoidaan hyvin yksityiskohtaisesti. Työn sisältö on jaettu niin pieniin osiin, että työhön menevä aika on vakio. Vakioajat on taulukoitu.

Liikeaikatutkimuksessa ei käytetä kelloa ollenkaan, vaan aika määritetään aikastandardeilla. Tämänkaltaisen työmittausmenetelmän käyttö edellyttää, että henkilöstö on hyvin koulutettua. Nykyisin liikeaikatutkimuksia käytetään etupäässä työmenetelmien kehittämiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)

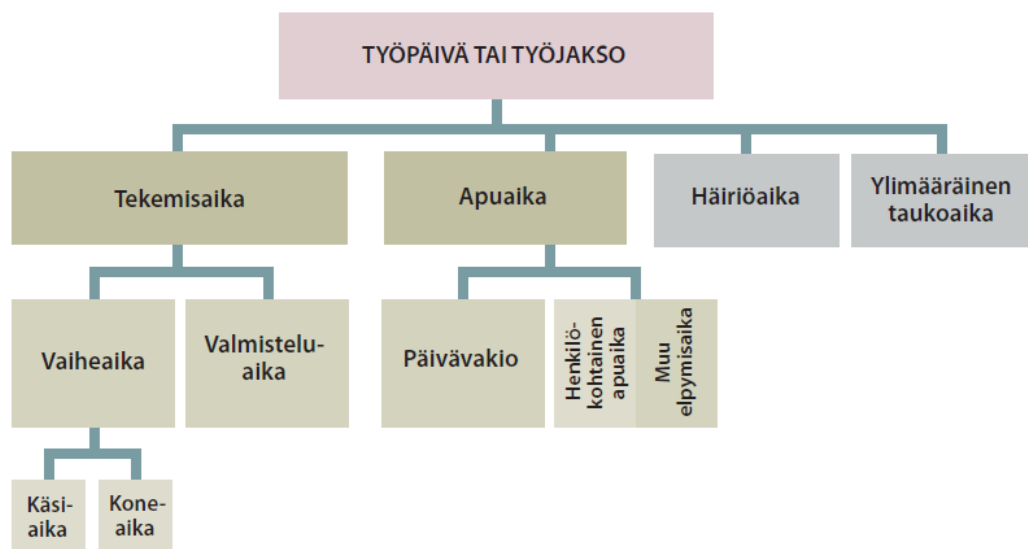
Aikalaskelmissa aika lasketaan koneen tai prosessin suoritusarvojen perusteella, eli nämä laskelmat perustuvat lähinnä koneaikoihin. Työvaiheen kesto lasketaan vakioitujen aikatekijöiden mukaan. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)

Standardiaikajärjestelmillä työhön kuluva aika pystytään määrittämään laskennallisesti. Standardiaikajärjestelmä tarkoittaa tietyille käyttöalueelle tarkoitettua työosien kokoelmaa, johon kuuluvien työosien sisältö, menetelmä ja aika on valmiiksi määritetty. Tämän systeemin avulla laaditaan kuvaus tehtävästä työstä, ja siitä voidaan laskea työhön kuluva aika työosiin tarvittavien aikojen perusteella. Standardiaikajärjestelmistä on hyötyä esimerkiksi tarjouslaskennassa, koska sillä pystyy määrittämään suhteellisen tarkasti työhön tarvittavan ajan. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 25.)



## 2.7 Aikalajit

Työnmittauksen selkeyttämiseksi työpäivä jaetaan eri aikalajeihin. Aikalajeihin jako helpottaa mittaustulosten käsittelyä. Ajankäytön ja jalostavan työn osuuksien selvittämisessä on erityisen tärkeää jakaa tapahtumat tarpeeksi tarkkoihin aikalajeihin. Yleisin tapa on jakaa työjakso tekemisaikaan, apu aikaan ja häiriöaikaan. Kuviossa 1 nähdään esimerkki aikalajeihin jaosta. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 11.)



KUVIO 1. Työjakson aikalajit (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 13.).

Tekemisaika kuvaa sitä osuutta työpäivästä, joka kuuluu jalostusarvoa lisäävien ja tuotteen valmistusta edistävien tehtävien tekemiseen. Apu aikaan kuuluvat sellaiset tehtävät, jotka eivät välittömästi vaikuta työn valmistumiseen, mutta ne on kuitenkin tehtävä, jotta työn suorittaminen pystyisi jatkumaan. Häiriöaikaan kuuluvat esimerkiksi odottamattomat keskeytykset, aputyöt, konerikot ja ylimääräiset tauot. Häiriöajat tulisi erottaa selvästi tekemis- ja apu ajoista. Tarvittaessa työjakso voidaan erotella yksityiskohtaisempiin aikalajeihin. Mitä tarkemmin työjakso on eritelty eri aikalajeihin, niin sitä tarkempia johtopäätöksiä saatujen aikojen tuloksista voidaan saada. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 11.)

Tekemisaikaan kuuluu ne osat työpäivästä, joka kuluu tuotteen jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamiseen. Tekemisaikaan liittyvät työtehtävät voivat poiketa pituudeltaan tai toistuvuudeltaan toisistaan, ja kuitenkin ne välittömästi edistävät tuotteen tai työtehtävän saamista valmiiksi. Tekemisaika voidaan jakaa valmistelu-aikaan ja vaihe-aikaan. Valmistelu-aikaan sisältyy ne työ-osat, jotka esiintyvät vain yhden kerran sarjaa tai valmistuserää kohti. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi asetuksen teko ennen työtehtävän aloittamista ja sen purkaminen työn loppuessa. Sarjakokojen pientyessä valmisteluajan pituudella on suuri merkitys läpimeno-aikaan. Vaihe-aika sisältää sellaisia työ-osia, joiden esiintymisen määrä on riippuvainen valmistettavasta kappalemäärästä. Vaihe-aikaan kuuluvat esimerkiksi kappaleen käsittelyt, tarkastukset ja kappaleen valmistumisen vaativat työvaiheet. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 11.)

Apu-aika tarkoittaa aikaa, joka kuluu työhön liittyvien välttämättömien aputehtävien suorittamiseen sekä henkilökohtaisiin tarpeisiin ja muuhun elpymiseen. Apu-aikaan kuuluvat tehtävät eivät välittömästi edistä työn valmistumista, mutta ne ovat kuitenkin välttämättömiä varsinaisen työn suorittamisen jatkamiseksi. Apu-aikaan kuuluu kolme eri osaa: päiväväkio, henkilökohtainen apu-aika, joka sisältää sovitut tauot ja muu elpymisaika, jos työ on niin kuormittavaa, ettei henkilökohtainen apu-aika riitä elpymiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 11.)

Päiväväkioon kuuluu ne tärkeät työt, jotka ovat tarpeen työntekemisedellytysten ylläpitämiseksi. Tällaisia työtapauksia ovat esimerkiksi koneiden säännölliset huollot, työpaikan siistiminen ennen vuoron aloittamista ja työvuoron päättyessä sekä tuntikortin täyttäminen. Päiväväkioon sisältyvät työt eivät suorasti liity minkään yksittäisen tuotteen tai sarjan valmistamiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 12.)

Henkilökohtaisella apuajalla varataan työntekijöille aikaa henkilökohtaisiin tarpeisiin ja työstä johtuvasta kuormituksesta elpymistä varten. Ajan suuruuteen vaikuttaa työn luonne ja se perustuu sovittuun käytäntöön. Esimerkiksi sovitut kahvi- yms. tauot ovat myös osa henkilökohtaista apu-aikaa. Henkilökohtainen

apuaika on myös elpymisaikaa, niin sen takia sitä on tarkasteltava yhdessä muun elpymisajan kanssa. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 12.)

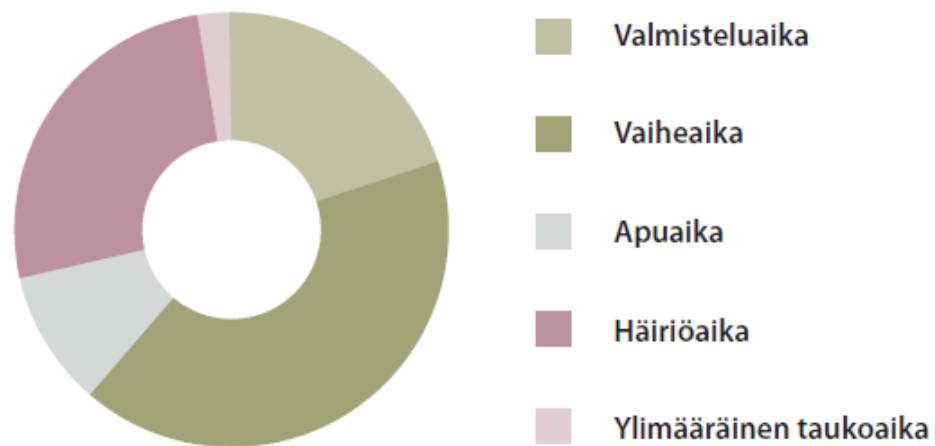
Muuta elpymisaikaa tarvitaan silloin, kun työ on erityisen kuormittavaa, eikä henkilökohtainen apuaika riitä elpymiseen. Elpymiseen varattu aika voidaan käyttää työpäivän kuluessa lyhyisiin taukoihin tai sovittuna aikana pidettyihin yhteisiin taukoihin. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 12.)

Häiriöaikaa ovat erilaiset odottamattomat keskeytykset, aputyöt ja odotukset, joiden kestoja ja esiintymistiheyttä ei tiedetä etukäteen. Laatuvirheiden korjaukset ja erilaiset turhat työt kuuluvat myös häiriöaikaan. Häiriöajat johtuvat työntekijästä riippumattomista syistä, kuten koneiden toimintahäiriöistä, konerikoista sekä työkalu- ja osapuutteista. Työntutkimusta tehdessä kannattaa häiriöajan syy laittaa ylös, jotta häiriöitä pystyttäisiin vähentämään tai poistamaan kokonaan. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 12.)

Ylimääräiseen tauko aikaan kuuluu sellaiset taukoihin käytetyt ajat, jotka ylittävät apuajassa mukana olevan henkilökohtaisen apuajan ja myös muut elpymiseen käytettävät ajat. Esimerkiksi työn tekemisen liian aikainen lopettaminen ennen vuoron vaihtoa kuuluu ylimääräiseen tauko aikaan. Häiriöaikoihin sisältyvät työn tekemisen keskeytykset tulee eritellä taukoajoista. Henkilökohtaisen apuajan, muun elpymisajan ja ylimääräisen taukoajan ajaksi keskeytyvä työ tapahtuu työntekijän päätöksestä. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 12.)

### 2.7.1 Ajankäytön jako jalostavaan ja ei jalostavaan työhön

Aikalajien osuudet on mahdollista saada esimerkiksi jatkuvalla ajankäyttötutkimuksella, havainnointitutkimuksella tai toiminnanohjausjärjestelmästä löytyvien tietojen perusteella. Kuviosta 2 näkee tyypillisen ajankäytön jakauman kone- ja metallituoteteollisuudessa. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 13.)



KUVIO 2. Tyypillinen ajankäytön jakautuma kone- ja metallituoteteollisuudessa (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 13.).

### 2.7.2 Jalostava työaika

Jalostavaa työaika tarkoittaa työaika, joka kuuluu sellaisiin työvaiheisiin, jolloin asiakkaan tilaaman tuotteen tai palvelun jalostusarvo nousee eli antaa tuotteelle lisäarvoa. Tällaisia vaiheikaaan kuuluvia työvaiheita ovat esimerkiksi maalaus, hitsaus tai osien liittäminen yhteen. Työpäivään kuuluu myös tuotteen valmistumisen kannalta välttämättömiä vaiheita, jotka eivät kuitenkaan anna tuotteelle lisäarvoa. Tällaisia vaiheita ovat esimerkiksi tuotteen tai materiaalin käsittelyt, siirrot ja kuljetukset, jotka kaikki myös kuuluvat vaiheikaaan. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 9.)

Tuottavuuden kehittämisessä on tärkeää lisätä jalostavan työajan osuutta mm. seuraavilla tavoilla:

- Tehdään kerralla oikein.
- Karsitaan turhat käsittelyt ja kuljetukset pois.
- Materiaalin puutteista aiheutuvat häiriöt minimoidaan.
- Asetus- ja valmistelu-aikoja lyhennetään.
- Turhat tauot poistetaan.
- Työpaikan järjestystä parannetaan.

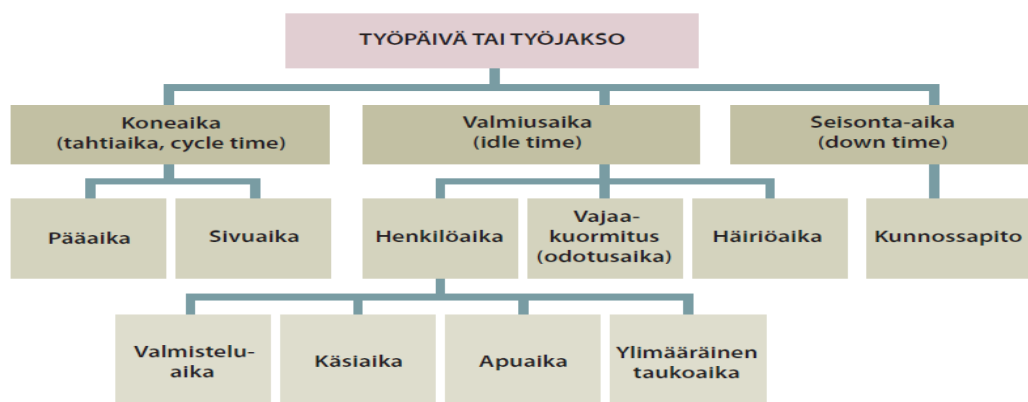
- Luodaan hyvät valmiudet työn tekemiseen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 9.)

## 2.8 Tuotantolinjan tai koneen työjakson jako aikalajeihin

Tuotantolinja, kone tai valmistuksessa oleva tuote voi henkilön lisäksi olla työntutkimisen kohteena. Työjakso voidaan tällöin jakaa eri aikalajeihin koneen tai tuotantolinjan näkökulmasta. Kuviossa 3 nähdään esimerkki konetyön aikalajeista. Aikaisemmin mainittuja työjakson aikalajien sovelluksia voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

- varsinainen koneaika (tahtiaika, cycle time), kun kone käy
- valmiusaika (idle time), jolloin kone ei käy, mutta olisi kuitenkin käytettävissä. Silloin jalostusarvoa lisäävää työtä tehdä, koska työntekijä tekee asetuksia tai käsityövaiheita (henkilöaika), koneella on vajaakuormitus tai jokin työn edistymiseen liittyvä häiriö estää koneen toiminnan
- seisona-aika (down time), jolloin kone ei käy huollon tai koneen toimintaan liittyvien häiriöiden takia. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 14.)

Häiriöt ja keskeytykset kannattaa kirjata ylös, jotta saadaan aikaan toimenpiteitä niiden vähentämiseksi ja poistamiseksi. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 14.)



KUVIO 3. Esimerkki konetyön aikalajeista (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 15.).

## 2.9 Konetyön mittaus ja monikonekäyttö

Konetyö tarkoittaa työtä, jossa kone määrää tuotantotahdin ja – määrän.

Monikonekäyttö tarkoittaa tilannetta, jossa työntekijä käyttää samanaikaisesti useampaa automaattista konetta. Esimerkiksi koneiden ja työntekijöiden yhteistoiminta voidaan selvittää konetyön mittauksella. Peruseriaatteena konetyötä tutkittaessa on, että työntekijän ja koneen ajankäyttö tutkitaan erikseen selkeämpien tulosten saamiseksi. Esimerkiksi havainnointitutkimusta ja niin sanottua henkilö-kone-kaaviota voidaan hyödyntää koneiden ja työntekijän yhteistoiminnan selvittämisessä. Henkilö-konekaaviossa henkilön työvaiheet ja koneiden työvaiheet kuvataan rinnakkain, jolloin henkilötyön ja koneiden vaiheajojen rytmitys havainnollistuu. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 22.)

Omassa tutkimuksessani olisin voinut käyttää myös konetyön mittausta. Normaali havainnointitutkimus kuitenkin sopi paremmin tutkimukseni tavoitteisiin.

Monikonekäytössä esiintyy usein odotusaikoja koneille tai työntekijöille, mikä johtuu tahtiaikojen, käsityövaiheiden keston ja kuormituksen vaihtelusta. Osa näistä odotusajoista lasketaan häiriöaikoihin, mutta osa voi myös kuulua tietoiseen vajaakuormitukseen. Työntekijän vuoron aikana hoitamien koneiden määrä määritetään odotusaikojen hyväksyttävällä määrällä, tahtiaikojen ja käsityövaiheiden kestolla ja rytmitys sekä elpymistaukojen tarpeella. Odotusajat huomioidaan määriteltäessä kappaleen valmistumiseen tarvittavaa standardiaikaa ja myös mitoitettaessa työntekijän työmäärää ja tarvittavia taukoja. Tavoitteena olisi selvittää kappaleen vaiheajkaan kuuluvien käsityövaiheiden pituus ja rytmitys, valmisteluaika, joka sisältää asetukset ja häiriöiden poistot, apuaikaan sisältyvät tehtävät sekä tarve elpymisen. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 22.)

### 3 SMED

Smed, eli ”Single-digit Minute Exchange of Die” kehitettiin Japanissa 1950-luvulla alun perin Japanin autoteollisuuden pienentämään asetusajoja. Smedin kehittäjä Shigeo Shingo oli saanut tehtäväksi lyhentää Toyotan koritehtaalla olevan puristimen asetusajaa. Sillä hetkellä asetteen tekoon kului jopa neljä tuntia, kun Volkswagenin tehtaalla Saksassa pystyttiin samanlaisella puristimella kahden tunnin asetusajaan. Puolen vuoden kuluttua asetusajaa saatiin lyhennettyä 90 minuuttiin. (Shingo 1985, 21–26.)

Kuukauden päästä Shingo vieraili uudelleen Toyotan tehtailla ja sai kuulla, että Toyotan johto haluaa saada asetusajan alle kolmeen minuuttiin. Asiaa mietittyään hän sai idean jakaa asetuksen teko selkeästi sisäiseen ja ulkoiseen asetukseen. Shingo listasi kahdeksan tapaa lyhentää asetusajoja, ja kolmen kuukauden kuluttua alle kolmen minuutin asetusajan tavoitteeseen päästiin. SMED, eli ”Single-digit Minute Exchange of Die” tarkoittaa siis, että asetuksen tekoon kuluisi yksinumeroinen määrä minutteja, eli alle kymmenen minuuttia. Vaikka SMED-menetelmä on alun perin tarkoitettu autoteollisuuden asetusajojen lyhentämiseen, niin sitä voidaan kuitenkin soveltaa kaikille teollisuuden aloille. (Shingo 1985, 25–26.)

Valmistuseräkokojen ollessa suuria siitä seuraa tilantarvetta, varastoja, pitkiä läpimenoaikoja, etsimistä ja häviämistä, ja näistä seuraa runsaasti välillisiä kustannuksia. SMED-menetelmän avulla pystytään lyhentämään asetusajoja ja siitä johtuen myös eräkokoja voidaan pienentää. (Pellja 2006.)

Tuotannossa ajettavat sarjakoot ovat nykyisin suhteellisen pieniä, joten suuri osa työajasta kuluu asetteiden vaihtoon. SMED-menetelmän avulla tuotantoprosessista voidaan saada selvästi tehokkaampi. SMED-menetelmä tarkoittaa siis valmistelutyön kehittämistä, minkä tavoitteena on saada työstökoneen seisokkiaika mahdollisimman lyhyeksi ja jalostava aika mahdollisimman suureksi tekemällä asetustyöt mahdollisimman pitkälle valmiiksi jo edellisen työn ollessa käynnissä, eli ulkoisena asetuksena. (Peltonen 1998.)

SMED-menetelmän tavoitteena on saada asetuksiin kuluva aika mahdollisimman lyhyeksi ja työni tavoitteena oli tutkia mahdollisuuksia lyhentää asetusajoja reunalistoinlinjastolla SMED-menetelmää apuna käyttäen.

### 3.1 Asetusaika

Asetusajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka on kulunut koneen pysäyttämisen jälkeen, kun seuraava laadullisesti hyväksyttävä kappale on asetusten ja säätötoimenpiteiden jälkeen saatu koneella valmistetuksi. Useimmiten asetuksen aikana tehdään sellaisia asioita, joilla ei ole mitään tekemistä itse asetuksen kanssa. Eniten ongelmia aiheuttavat epäsiisteys sekä puutteellinen huolto ja kunnossapito. Pahimmillaan näiden asioiden korjaukseen kuluu enemmän aikaa kuin itse asetuksen tekoon. (Asetusaikojen lyhentäminen 1984, 2-3.)

### 3.2 Asetusaikojen lyhentämiseen liittyvät ongelmat

1. Asetuksen välttämättömiä valmistelevia toimenpiteitä ei ole suoritettu kunnolla. Esimerkkinä tästä on hukassa olevien työkalujen etsintä. Yleisesti asettajat eivät pidä työkalujen etsintää ajan tuhlausta, vaikka sitä se juuri onkin.
2. Itse asetustapahtuma on sekava, koska
  - ei ole standardisoituja menetelmiä ja järjestystä asetustyönvaiheille
  - ei ole standardisoituja valvontamenetelmiä asetustyönvaiheille
  - helpon asetuksen esteenä olevia teknisiä ongelmia ei ole ratkaistu
  - työkalut ja kiinnittimet eivät ole paikoillaan
  - välineitten vaadittavaa tarkkuutta ei ole järjestelmällisesti analysoitu
3. Todelliset asetustyönvaiheet ja niiden tekemiseen tarvittava aika eivät ole selvillä.

Asetusaika vaihtelee työntekijäkohtaisesti, sillä jokainen asentaja on tottunut käyttämään erilaisia menetelmiä, työvaiheita ja apu- ja sovitusten menetelmiä. Siitä johtuen asetusajo voi asentajasta riippuen vaihdella suuresti.



#### 4. Hienosäädön puutteellinen tuntemus.

Säätöjen kohdilleen saaminen vie yleensä suurimman osan asetteen tekoon kuluvasta ajasta. Hienosäätö voidaan jakaa vältettävissä olevaan ja välttämättömään hienosäätöön. Suurin osa on vältettävissä olevaa hienosäätöä. Varsinaista ammattitaitoa tarvitaan vain välttämättömään hienosäätöön.

#### 5. Tottumattomuus asetustyöhön

Asetuksen tekoa pidetään epämiellyttävänä, ja sitä yritetään välttää niin usein kuin mahdollista. Työntekijät ovat tottumattomia asetustyöhön, mistä johtuen asetusaika pitenee turhaan. Asetustyötä tekeviä henkilöitä tulisi kouluttaa toimimaan mahdollisimman lyhyessä ajassa, sillä se on tärkeä tekijä asetusajan lyhentämisessä.

Kun nämä viisi mainittua ongelmaa saadaan ratkaistuksi, niin asetusaikoja on mahdollista lyhentää 50–75% alkuperäisistä ajoista. (Asetusaikojen lyhentäminen 1984, 4-5.)

### 3.3 Ulkoinen ja sisäinen asetusaika

Asetteen vaihdossa asetusaika voidaan jakaa kahteen osaan: ulkoiseen ja sisäiseen asetus aikaan. Ulkoinen asetusaika on etukäteen tehtäviä tarkastuksia ja toimenpiteitä, joilla varmistetaan työkalujen, kiinnittimien, raaka-aineiden jne. toiminta. Ulkoiseen asetus aikaan kuuluu kaikki tehtävät, jotka voidaan tehdä koneen ollessa käynnissä. Ulkoisia toimia ovat esimerkiksi työkalujen haku, kunnossapito ja puhdistus. Myös työkalujen toimivuus on tarkastettava etukäteen. (Peltonen 1998.)

Sisäiseen asetus aikaan kuuluvat kaikki tehtävät, jotka tehdään koneen ollessa pysähdyksissä. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi terien vaihto, koeajot ja ohjelman vaihto. Mikäli mahdollista, niin aina tulisi pyrkiä siirtämään sisäisiä toimia ulkoisiksi. (Peltonen 1998.)

### 3.4 Toimenpiteet asetusaikojen lyhentämiseksi

Toimenpiteet, joilla asetustapahtumaa pystytään kehittämään, voidaan jakaa kolmeen kohtaan:

- sisäiset ja ulkoiset asetukset tulisi erottaa toisistaan sekä valmistavat toimenpiteet pitää tehdä ennen koneen pysäyttämistä
- parannukset, joilla sisäistä asetusta voidaan muuttaa ulkoiseksi asetukseksi
- parannukset, joilla sisäisiä asetuksia pystytään lyhentämään mahdollisimman paljon (Asetusaikojen lyhentäminen 1984, 5.)

Ensimmäiset tehtävät asetusaikojen lyhentämiseen on asetuksen työnerien selvä määrittely, turhien työnerien poistaminen sekä kaikkien asetuksen vaatimien tarpeellisten valmistelutoimenpiteiden tekeminen etukäteen. (Asetusaikojen lyhentäminen 1984, 5.) Kuviosta 4 nähdään nopeiden asetusaikojen keskeisiä vaikutuksia.

Pääsääntönä asetuksille on, että jos ulkoinen asetus on mahdollinen, se toteutetaan ja sisäistä asetusta käytetään vain, jos se on välttämätöntä. (Shingo 1985, 31.)



KUVIO 4. Nopeiden asetusaikojen vaikutuksia (Moisio 2009, 76.).

#### 4 KÄYTETTÄVIEN REUNANAUHOJEN VÄHENTÄMINEN

Tällä hetkellä Isku Teollisuus Oy:ssä käytetään noin viittäkymmentä eri reunanauhaa. Näistä osa on hyvinkin samankaltaisia nauhoja. Reunanauhojen yhdistäminen lyhentäisi huomattavasti asetusaikoja, koska samoilla nauhoilla ajettaessa nauharullien vaihtoa ohjelman vaihdon yhteydessä ei aina tarvittaisi ja myös hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen kuluisi vähemmän aikaa. Korvaavien nauhojen kustannukset saattaisi olla hieman korkeammat, mutta asetusaikojen lyhentyessä valmistuvien kappaleiden määrä saataisiin nousemaan.

Aloitin reunanauhojen tutkimisen ottamalla noin 10cm:n pituisen näytekappaleen jokaisesta käytössä olevasta reunanauhasta. Keräsin kaikki näytekappaleet työpöydälleni ja aloin tutkia mahdollisesti yhdistettäviä samankaltaisia nauhoja. Kuviossa 5 on osa reunanauhojen näytekappaleista. Osa reunanauhoista on väriltään tai ominaisuuksiltaan sellaisia, ettei niitä voi korvata toisella nauhalla. Joitain yksittäisiä nauhoja saatetaan käyttää vain harvoin ajettuihin tuotteisiin, mutta niistä ei silti raaskita luopua. Noin viidestäkymmenestä käytössä olevasta reunanauhasta tällaisia on noin kolmasosa. Lopuista nauhoista puolet olisi tietyin varauksin mahdollista poistaa. Määrällisesti se tarkoittaisi noin 10–15 reunanauhan poistamista.



KUVIO 5. Näytekappaleet mahdollisesti yhdisteltävistä reunanauhoista.

Työntekijät valitsevat tuotteelle tarvittavan reunanauhan tuotteen teknisestä piirustuksesta, josta näkee tuotteeseen käytettävän nauhan. Reunanauhoja vähennettäessä tuotteiden piirustuksia jouduttaisiin muuttamaan siten, että niihin laitettaisiin vanhojen nauhojen tilalle uudet korvaavat reunanauhat. Piirustusten uusimisesta aiheutuisi paljon lisätyötä. Myös tuotannonohjausjärjestelmään jouduttaisiin muuttamaan tuoterakennetta, mutta se ei vaatisi niin paljoa töitä kuin piirustusten uusiminen.

#### 4.1 Reunanauhojen erot

Käytössä on kolmea eri reunanauhatyyppiä: ABS-, viilu- ja melamiininauhaa. ABS-nauhoissa väri vaihtoehtoina ovat valkoinen, hopeanharmaa, tummanharmaa, wenge, pyökki ja koivu. Reunaviiluissa vaihtoehtoina on tammi, punapyökki ja koivu. Melamiininauhan väreinä on musta ja valkoinen.

Mustan ja wengen värisiä reunanauhoja on molempia käytössä vain yhtä tyyppiä, joten niitä ei tarvitse vähentää. Muun värisissä reunanauhoissa on useampia samankaltaisia, mutta mitoiltaan poikkeavia nauhavaihtoehtoja, joista osa olisi mahdollista poistaa. Useat nauhat eivät ulkonäöltään ja mitoiltaan eroa toisistaan juuri lainkaan, mutta ominaisuuksista eroja löytyy. Esimerkiksi täysin samannäköisistä nauhoista toinen voi olla maalattava ja toinen ei. Paljon käytössä on ominaisuuksiltaan ja ulkonäöltään samanlaisia nauhoja, joiden leveys tai paksuus on sama, mutta paksuudessa on yhden millin tai leveydessä 5-8 millin ero.

Suurimmat erot eri paksuisilla nauhoilla on ulkonäössä eikä niinkään eri ominaisuuksissa, kuten kestävyudessa. Mikäli ulkonäölliset seikat ovat tuotteessa etusijalla, niin silloin ei välttämättä kannata korvata kahden millin reunanauhaa yhden millin paksuisella. Saman paksuisia ja eri levyisiä nauhoja on haasteellisempi korvata toisillaan, sillä listoitettavien levyjen paksuudet lähtevät 15 millistä ylöspäin. Viidentoista millin paksuisia levyjä listoitettaessa olisi hankala ajaa siihen esimerkiksi 28mm levyistä ABS-nauhaa. Levyjen ajo olisi silloin liian virhealtista, ja ohjelman työstöparametrien hienosäätö veisi silloin huomattavasti enemmän aikaa.

Reunanauhojen yhdistämisessä paremmat mahdollisuudet olisi yhdistää eri paksuiset ja saman levyiset nauhat. Mikäli millin paksuiset nauhat korvattaisiin kahden millin paksuisilla, niin silloin reunanauhojen metrihinta olisi korkeampi, mutta hinta olisi kuitenkin neuvoteltavissa halvemmaksi suuremman tilausmäärän johdosta. Hienosäädössä pääsisi vähemmällä verrattuna huomattavasti leveämpiin nauhoihin. Paksumman reunanauhan ajossa syntyy enemmän roskaa verrattuna ohuempaan nauhaan, mutta sen ongelman pitäisi ratketa putsaamalla imurin suuaukko hieman useammin.

#### 4.2 Reunanauhojen hintavertailu

Tutkimustani varten sain käyttööni reunanauhojen hintatiedot, joista selvisivät nauhojen hintojen erot, mutta eivät todelliset ostohinnat. Nämä kuitenkin riittivät tutkimukseni laskuja varten. Liitteen 1 taulukosta voi nähdä poistettavien ja korvaavien reunanauhojen vaikutukset kustannuksiin.

Yhden millin paksummat ja saman levyiset ABS-nauhat ovat keskimäärin noin 12,7€/100 m kalliimpia kuin ohuempat reunanauhat. Saman levyiset ja millin paksummat reunaviilut ovat keskimäärin 15,6€/100 m kalliimpia kuin ohuempat. Saman paksuiset ja leveydeltään 7-8 mm leveämmät ABS-nauhat ovat keskimäärin 6,3€/100 m kalliimpia kuin kapeammat reunanauhat. 7 mm leveämmät reunaviilut kustantavat 8,5€/100 m enemmän kuin kapeammat reunaviilut.

#### 4.3 Poistettavia reunanauhoja

Yhtenä esimerkkinä mahdollisesti poistettavista reunanauhoista on hopeanharmaa 2x21mm ABS-nauha, jota käytetään Tendo-kaappien oviin ja kansiin. Tällä hetkellä Tendo-kaapin oviin ja kansiin käytetään 2 mm:n paksuista nauhaa, ja kaapin tasoihin tulee millin paksuinen reunanauha. Kahden millin paksuinen reunanauha korvattaisiin millillä ohuemmalla. Tällöin Tendo kaappi olisi listoitettu kokonaan yhden millin paksuisella reunanauhalla.

Viimeisen 12 kuukauden aikana yhden millin paksuisen hopeanharmaan värisen ABS-nauhan kulutus oli noin 244400 metriä, ja samanväristä kahden millin paksuista nauhaa ajettiin vähän alle 57800 metriä. Millin paksuinen nauha on 10,18€/100m edullisempaa, ja mikäli kahden millin paksuinen nauha korvattaisiin millin paksuisella, niin viimeisen 12 kuukauden kulutuksen mukaan nykyisillä hinnoilla rahallista säästöä kertyisi vuodessa noin 5900€  
( $57782\text{m} \times 31,21\text{€}/100\text{m}/100 - 57782\text{m} \times 21,03\text{€}/100\text{m}/100 = 5882\text{€}$ ).

Liitteestä 1 nähdään tarkemmin kaikkien mahdollisesti poistettavien reunanauhojen vaikutuksen kustannuksiin.

## 5 TYÖNMITTAUKSEN SUORITUS JA TULOKSET

Reunalistoitettavien levyjen sarjakoot ovat nykyisin melko pieniä, joten asetteiden vaihtoon kuuluu suuri osa työajasta. Työntekijät kertoivat, että aikaisemmin sarjakokojen ollessa suuria linjalla pystyttiin ajamaan jopa yli 10 000 kappaletta kahdeksan tunnin työvuoron aikana. Nykyisin sarjakokojen ollessa pienempiä on hyvä, mikäli linjalta saadaan vuoron aikana 1500 valmista kappaletta.

Aseteaikojen lyhentämisellä olisi suuri vaikutus linjalta valmistuvien kappaleiden määrään, ja tämän vuoksi aseteaikojen lyhentäminen olikin opinnäytetyöni suurimpia tavoitteita.

Lähtötietona tutkimukselle oli, että asetteiden vaihtoon kuluva aika on parista minuutista jopa kahteen tuntiin asti. Kaksi tuntia kestävät asetteiden vaihdot ovat kuitenkin harvinaisempia, joten tutkimukseni päätettiin rajata yleisimpiin asetteiden vaihtoihin. Työvuoron aikana asetteita vaihdetaan noin 15 kertaa.

Keskimääräistä asetteen vaihtoon kuluva aika on erittäin vaikea arvioida, mutta linjalla työskentelevien henkilöiden mukaan se olisi noin 10–15 minuuttia. TL-6 linjastolla ajettavien levyjen sarjakoot ovat karkeasti arvioiden keskimäärin 70–80 kappaletta.

Tuotannon suunnittelulla ja ajojärjestyksellä on suuri merkitys tuotantomäärään. Mikäli pystytään ajamaan peräkkäin sarjoja, joihin tulee samanlaiset reunanauhat, tällöin ainakin nauharullien vaihtoja tulisi mahdollisimman vähän. Työnjohto ottaakin töiden ja ajojärjestyksen suunnittelussa nämä asiat mahdollisimman hyvin huomioon, mutta aina kuitenkin tulee kiireellisiä töitä, jotka täytyy tehdä suunnitellun ajojärjestyksen välissä.

### 5.1 Reunalistoituslinjastot

Isku Teollisuus Oy:n levykalustetehtaalla on tällä hetkellä käytössä kolme reunalistoituslinjastoa: TL-3, TL-4 ja TL6. TL-3 ja TL-4 linjastot pyöriivät yhdessä vuorossa, ja kummassakin työskentelee kaksi työntekijää kerrallaan. TL-6 on toiminnassa kahdessa vuorossa, ja kerrallaan työntekijöitä vuorossa on yleensä kolme. Työntutkimukset suoritin TL-6:lla, joka on reunalistoituslinjastoista modernein ja tehokkain.

## 5.2 TL-6 levyntyöstölinjan toiminta

TL-6 on reunalistoittava työstölinja, jonka on valmistanut Homag Ag. Työstettävät levyt tulevat linjalle paloittelusahalta ja viilutuksesta. Aloitettaessa ajamaan tuotteita ensiksi koneelle laitetaan työstettävien kappaleiden ohjelma. Levykuormat siirretään rullastoa pitkin syöttölaitteelle, joka nostaa levyt linjastolle.

Syöttölaitteen jälkeen linjalla tulee reunalistakone 1, joka koneistaa useimmiten kappaleen pidemmät sivut. Seuraavana on kääntölaite, joka kääntää levyt niin, että lyhyemmät sivut voidaan koneistaa. Kääntölaitteen jälkeen on reunalistakone 2 ja sen jälkeen on vielä toinen kääntölaite, jossa levyt voidaan vielä kääntää ennen vastaanottolaitetta, joka pinoaa valmiit kappaleet lavalle ja siirtää valmiit lavat eteenpäin rullastolla. Valmiit lavat nostetaan rullastolta trukin avulla ja viedään seuraavaan työvaiheeseen tai varastoidaan hyllyyn.

## 5.3 Työnmittauksen suoritus

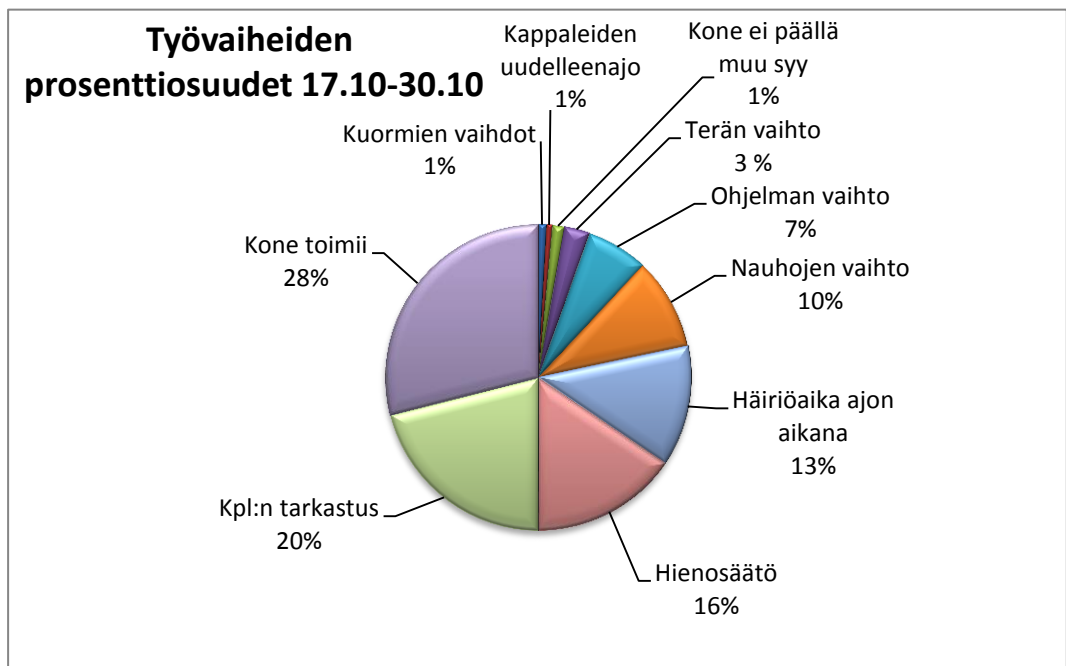
Työnmittaukset suoritin havainnointitutkimuksella ottamalla sekuntikellon kanssa aikaa eri työvaiheista TL-6 linjalla. Tutkimuspäiviä oli yhteensä 10, ja jokaisena päivänä seurasin linjastoa yhden vuoron ajan, eli kahdeksan tuntia. Aluksi ennen työvaiheiden kellottamista tarkkailin muutaman päivän ajan linjan työntekijöiden toimintaa asetteiden vaihdon sekä työstettävien kappaleiden ajon aikana. Tarkkailemalla työskentelyä linjastolla pystyin erottelemaan eri työvaiheet toisistaan seurantalomakkeelle, mikä helpotti ja selkeytti itse kellotusvaihetta. Seurantalomake on liitteessä 2.

Työvaiheiden kellotus tapahtui tarkkailemalla työntekijöiden ja linjan toimintaa ottamalla sekuntikellolla aikaa eri työvaiheista ja kirjaamalla ajat seurantalomakkeelle. Koska TL-6 linjalla työskentelee yleensä kolme henkilöä vuorossa, niin ajan ottaminen yksittäisten työntekijöiden tekemisistä olisi ollut turhan haastavaa, ellei mahdotonta. Tämän takia keskityin työvaiheiden kellottamisessa linjan toimintaan, häiriöaikoihin ja yleisesti linjaston koneiden käymiseen ja käymättömyyteen.



#### 5.4 Työnmittauksen tulokset

Työvaiheiden kellostusten tuloksissa tulee selvästi esille, mitkä työvaiheet vievät eniten aikaa työpäivän aikana. Päivän aikana tulee eteen välttämättömiä tehtäviä, eli sisäisiä asetuksia, joita ei voi tehdä koneiden ollessa toiminnassa. Tällaisia tehtäviä on esimerkiksi nauharullan vaihto edellisen loppuessa sekä ohjelman ja terien vaihdot. Tarkastelujakson työvaiheiden prosenttiosuuksissa ei ole taukoajoja mukana.



KUVIO 6. Työnmittauksen tulokset.

Kuviosta 6 nähdään, että tarkastelujakson aikana linjasto toimi normaalisti keskimäärin 28 % työajasta. Linjaston normaali toimiminen tarkoittaa, että syöttölaite syöttää kappaleita linjalle ja molemmat reunalistakoneet sekä vastaanottolaite toimivat häiriöttä.

Häiriöaikaa ajon aikana oli 13 %. Häiriöajan vähentämiseen voi olla vaikea vaikuttaa, mutta ainakin koneen säännöllinen huolto voi vähentää ajon aikaista häiriöaikaa. Myös koneiden puhdistaminen linjan seisoessa voisi vähentää häiriöaikaa. Tutkimusaikana muutaman kerran häiriöaika johtui reunalistakoneen puhdistamisesta. TL-6 linjastolla on tapana kuitenkin suorittaa sovitut

huoltotoimet joka vuorossa sekä laajempi viikkohuolto jokaisessa perjantain iltavuorossa.

Nauhojen vaihtoon kului keskimäärin 10 % ajasta. Noin 70 % nauhojen vaihdosta tapahtui kesken sarjan ajon, mikä pysäyttää linjan toiminnan. Tämä on kuitenkin välttämätön toimi, jonka kyllä pystyy ennakoimaan, mutta ei poistamaan kokonaan tai muuttamaan ulkoiseksi asetukseksi. 30 % nauhojen vaihdoista tapahtui ennen sarjan ajamisen aloittamista.

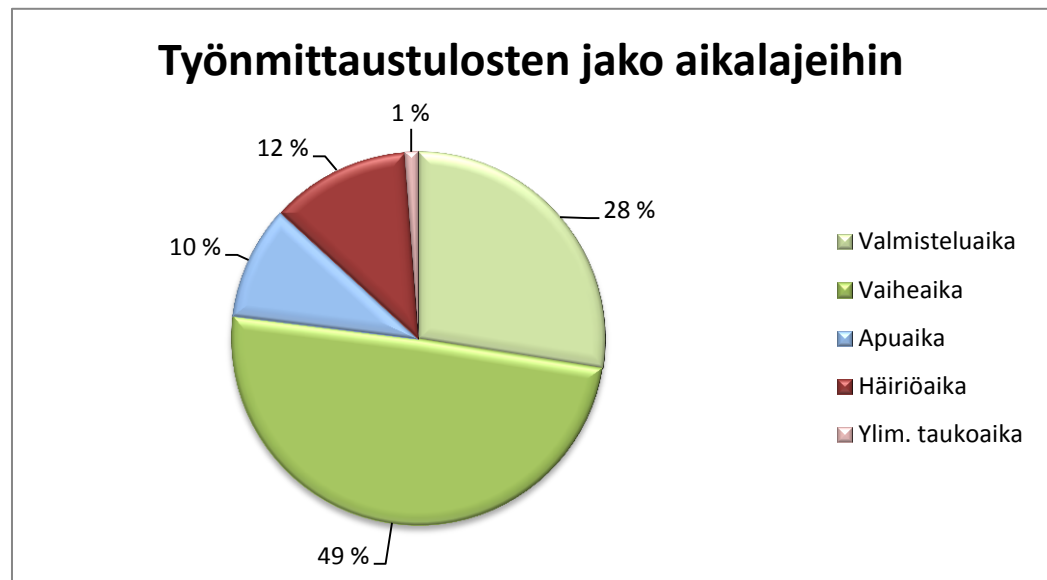
Suurin osa ajasta kului ohjelman hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen. Hienosäätö vei 16 % ja kappaleen tarkastus 20 % ajasta. Molemmat ovat kyllä tärkeitä laadunvalvontaan liittyviä toimia, mutta tarkastelujakson aikana nämä molemmat veivät yhteensä 8 % enemmän aikaa kuin koneiden käyminen.

Uuden sarjan ajoa aloitettaessa täytyy aina ensimmäisenä ajaa koekappale, joka tarkastetaan molempien reunalistoitusyksiköiden jälkeen. Mikäli listoituksen laatu tai mitat eivät vastaa haluttua, täytyy listoitusyksikköjen työstöparametreja säätää tietokoneella haluttuihin lukemiin. Tämän jälkeen koekappale ajetaan uudestaan halutun reunalistoitusyksikön läpi ja tarkastetaan uudelleen. Tätä jatketaan niin kauan kun haluttu laatu saavutetaan. Parhaimmillaan sarjan ajo voidaan aloittaa ensimmäisen tarkastuksen jälkeen. Työntutkimuksen aikana jokaisen sarjan ajossa tarvittiin kuitenkin keskimäärin 3,6 erillistä koekappaleen ajoa. Valmiiden listoitettujen kappaleiden laatu on totta kai tärkeää, mutta mikäli yli kolmasosa työn suoritusajasta käytetään hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen, niin se on jo liikaa.

Saatuihin tuloksiin vaikuttaa osittain se, että toisessa vuorossa oli vain vähän aikaa TL-6:lla työskennellyt henkilö, jota vielä opastettiin. Lisäksi kahtena tutkimuspäivänä linjalla oli töissä kaksi henkilöä, mikä myös vaikuttaa saatuihin aikoihin.

## 5.5 Työnmittaustulosten jako aikalajeihin

Työnmittauksen tuloksista saadaan kuvion 7 mukainen ajankäytön jakautuma, jota voidaan verrata sivulla 15 olevaan kuvio 2:n tyypilliseen ajankäytön jakautumaan kone- ja metallituoteteollisuudessa.



KUVIO 7. Työnmittaustulokset eri aikalajeissa

Kuvio 7 voi hieman hämätä, sillä siinä nähdään, että jalostavan työn (valmistelu- ja vaiheajan) osuus on noin kolme neljäsosaa työpäivästä. Tässä tapauksessa valmistelu-aikaan sisältyy kuormien, terien ja ohjelman vaihdot, hienosäätöaika sekä puolet nauhojen vaihtoon kuluneesta ajasta. Vaihe-aikaan kuuluu kappaleiden tarkastus, puolet nauhojen vaihtoon kuluneesta ajasta ja koneen toimiminen. Apu-aika sisältää kahvi- ja ruokailutauot, ylimääräinen tauko-aika kattaa muut syyt koneen käymättömyyteen ja häiriö-aikaan sisältyy kappaleiden uudelleenajo sekä häiriö-aika ajon aikana.

Työnmittauksen tuloksien mukaan hienosäätö ja kappaleiden tarkastaminen veivät yhteensä 37 % työajasta, ja aikalajeihin jaossa nämä työvaiheet lasketaan jalostavaan työhön. Se on suurin syy miksi jalostavan työn osuus on niin suuri, vaikka kone toimikin vain alle 30 % työajasta.

## 5.6 Hienosäätöaikaan vaikuttavat tekijät

Ajettavien tuotteiden ohjelmien työstöparametrit tallennetaan koneelle aina, kun ne saadaan sillä kertaa sopiviksi. Kun taas seuraavan kerran ajetaan samaa tuotetta, voi hyvinkin olla, että edellisen ajokerran työstöparametreilla ei enää tule samalle tuotteelle hyväksyttävää laatua. Samaa tuotetta samoilla työstöparametreilla ajettaessa laatuun voi vaikuttaa reunanauhan paksuuden vaihtelu. Vaikka reunanauha on eri ajokerroilla samaa, niin silti sen paksuus voi hieman vaihdella. Erittäin vähäinenkin ero reunanauhan paksuudessa vaikuttaa listoituksen laatuun, erityisesti reunan pyörityksiin. Tämän takia edellisen ajokerran yhteydessä tallennetut työstöparametrit eivät eri kerralla ajettaessa välttämättä anna haluttua laatua.

Erityisesti pitkien kappaleiden ajossa ongelmia voi tuottaa työstettävien kappaleiden käyryys. Mikäli kappale on erityisen käyrä, niin silloin on mahdollista, että pinta menee työstettäessä puhki. Pitkien ja käyrien kappaleiden hienosäätö vaatiikin enemmän tarkkuutta, ja työstöparametrit pitävät harvoin paikkaansa eri sarjojen välillä.

## 5.7 Kappaleen tarkastukseen vaikuttavat tekijät

Kappaleiden tarkastaminen tutkimuksen aikana vei 20 % työajasta. Tarkastuksessa katsotaan, että ajettavan tuotteen mitat ja listoituksen laatu vastaavat haluttua. Kappaleen tarkastaminen suoritetaan linjaston molempien reunalistoituskoneiden jälkeen aina uuden sarjan ensimmäiselle kappaleelle sekä silloin, kun ohjelman työstöparametreja on muutettu hienosäädön yhteydessä.

Mitä enemmän kappaleet vaativat hienosäätöä, niin myös sitä enemmän kappaleiden tarkastaminen vie aikaa. Tuotannon tehostamisen kannalta tärkeää olisi siis saada haluttu laatu mahdollisimman vähillä hienosäätökerroilla. Tällöin hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseenkin kuluva aika saataisiin pienemmän merkittävästi.

## 5.8 Häiriöajat

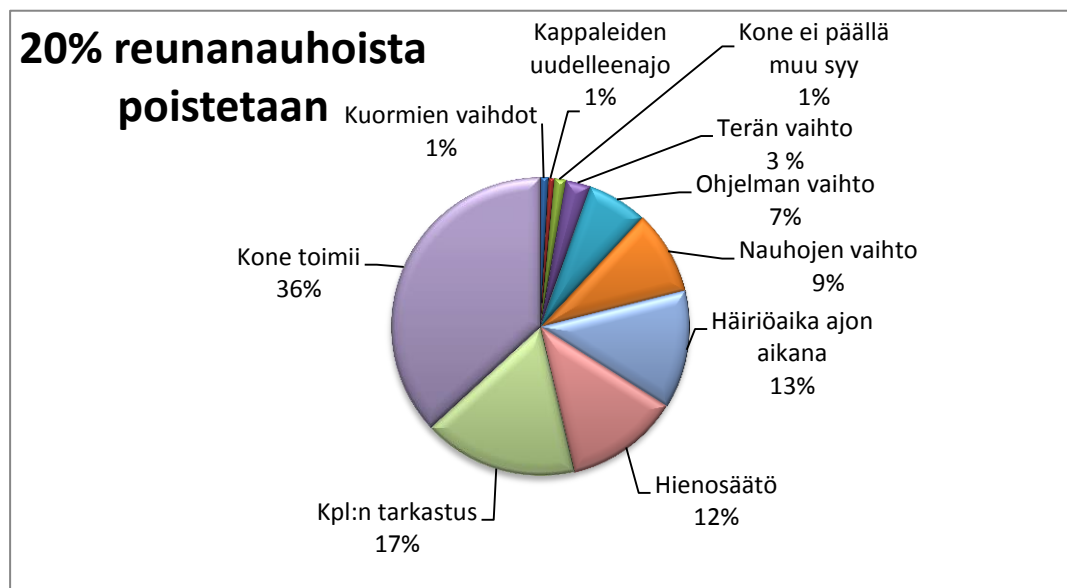
Tutkimuksen aikana koneen häiriöajat veivät 13 % työajasta. Tarkastelujakson aikana linjastolla oli yhteensä kolme kertaa häiriö, jotka vaativat yli tunnin korjausajan. Näistä häiriöistä jokaiseen tarvittiin huoltomiehen apua. Lyhyempiä häiriöitä aiheutui enimmäkseen listoituskoneiden toimintahäiriöistä, jotka johtuivat mm. kappaleiden jumiutumuksesta ja liimarullien toimimattomuudesta.

Koneiden säännöllinen huolto sekä puhdistaminen vähentävät ajon aikana tapahtuvia häiriöitä. Nauhojen vähentämisellä ei todennäköisesti olisi suurta vaikutusta häiriöaikoihin.

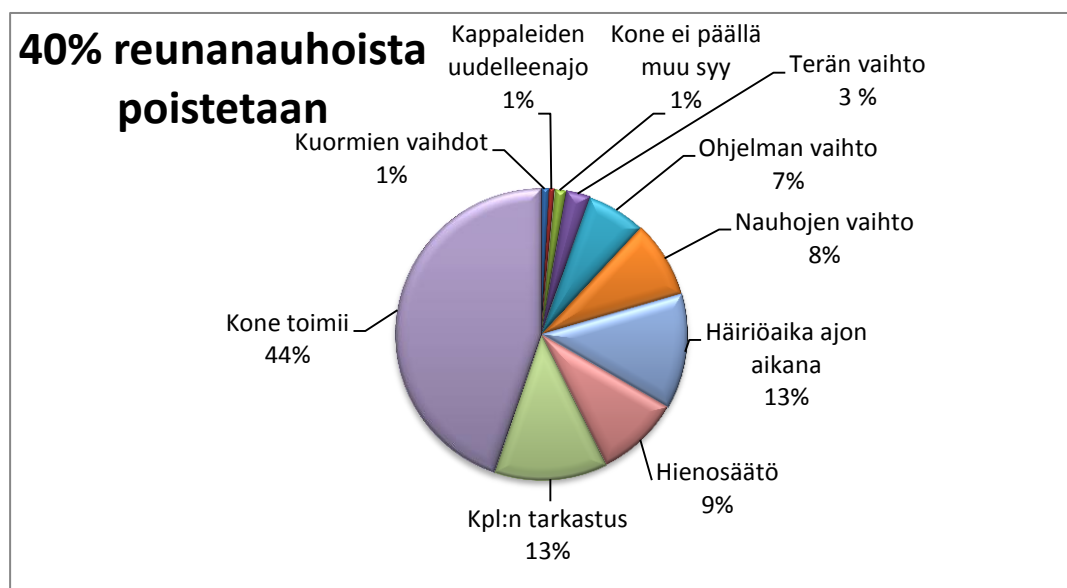
## 5.9 Nauhojen yhdistämisellä saatavat hyödyt

Suurin vaikutus asetteen vaihdon lyhentämiseen on reunanauhojen yhdistämisellä. Mikäli eri tuotteita pystyttäisiin ajamaan samoilla nauhoilla, niin nauhojen vaihtoa ei tarvittaisi niin usein, ja hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen kuluva aika lyhentyisi merkittävästi.

Tutkimuksen laskuissa käytetään työnmittauksessa saatuja prosenttiarvoja. Laskuissa on katsottu, että nauhojen vähentäminen vaikuttaisi nauhojen vaihtoon kuluvaan aikaan sekä hienosäätö- ja kappaleen tarkastusaikaan. Esimerkiksi kun reunanauhoja vähennetään 20 %, niin hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen käytettävä aika vähenee 20 %. Nauhojen vaihdoista n. 30 % tapahtui ennen sarjojen ajon aloittamista, joten laskuihin on huomioitu vain tämä prosenttiosuus nauhojen vaihdosta. Kuvioissa 8 ja 9 nähdään työvaiheiden teoreettiset prosenttiosuudet, mikäli 20% ja 40% reunanauhoista poistettaisiin. Prosenttiosuuksista huomataan, että koneen toimimisaika kasvaa 8%, aina kun 20% nauhoista poistetaan.

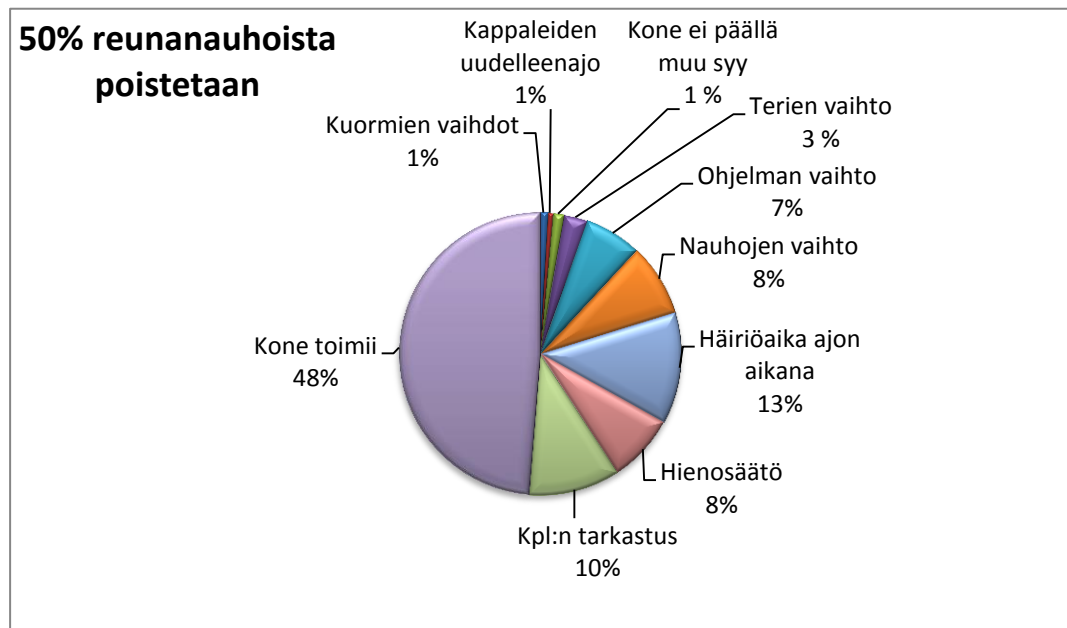


KUVIO 8. Työvaiheiden prosenttiosuudet, kun 20 % reunanauhoista poistetaan.

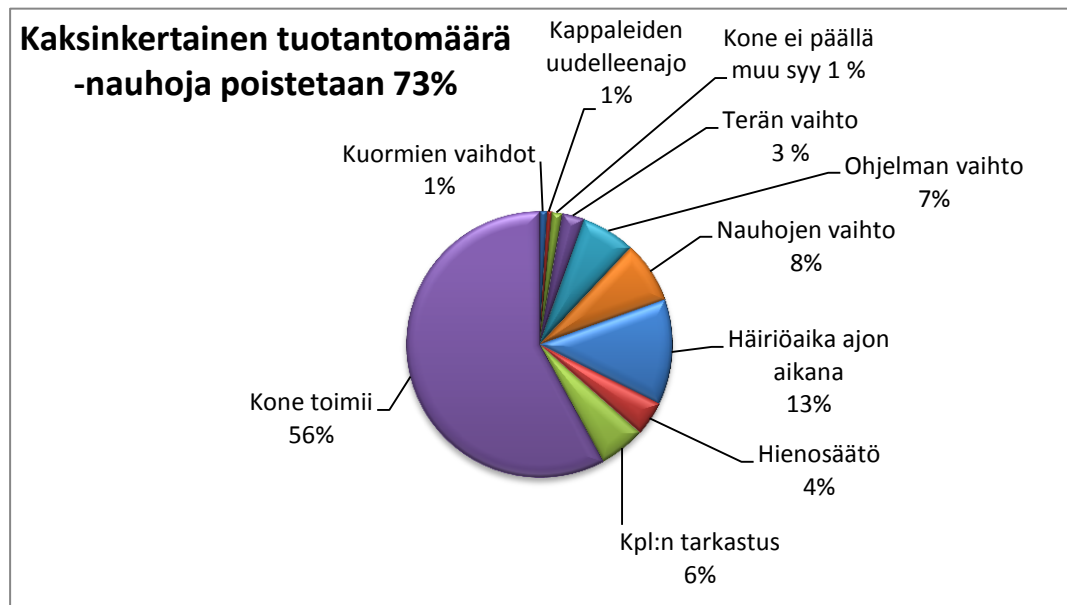


KUVIO 9. Työvaiheiden prosenttiosuudet, kun 40 % reunanauhoista poistetaan.

Mikäli nauhojen vähentäminen olisi suoraan verrannollinen nauhojen vaihtoon, hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen kuluvaan aikaan, niin tuotantomäärän kaksinkertaistamiseksi nauhoja tulisi poistaa n. 73 %. Jos nauhoista poistettaisiin puolet, niin koneen toimimisaika kasvaisi 20 %. Kuvioissa 10 nähdään työvaiheiden teoreettiset prosenttiosuudet, mikäli puolet käytettävistä reunanauhoista poistettaisiin. Kuvioista 11 näkee työvaiheiden prosenttiosuudet, jos tuotantomäärä saataisiin kaksinkertaistettua pelkästään reunanauhoja vähentämällä.



KUVIO 10. Työvaiheiden prosenttiosuudet, kun puolet reunanauhoista poistetaan.



KUVIO 11. Kaksinkertaisen tuotantomäärän työvaiheiden prosenttiosuudet.

Tuotantomäärän kaksinkertaistamalla voitaisiin teoriassa reunalistoituslinjasto TL-6 siirtää nykyisestä kahdesta vuorosta yhteen vuoroon. Yhteen vuoroon siirryttäessä täytyisi olla kuitenkin varma tuotantomäärän kasvusta, ja se vaatisi varmat testaukset, jotta yhdessä vuorossa saataisiin sama määrä valmiita kappaleita linjalta kuin tällä hetkellä kahdessa vuorossa.

Tuotantomäärän kaksinkertaistaminen pelkästään reunanauhoja vähentämällä on epätodennäköistä, sillä siinä tapauksessa kappaleen hienosäätöön kuluisi enää 4 % ja tarkastamiseen 6 % kokonaisajasta, eli yhteensä 26 % vähemmän työmittauksesta saatuihin tuloksiin nähden. Reunanauhoja vähentämällä voidaan tuotantoa kuitenkin saada merkittävästi tehostettua, mutta tuskin pelkästään nauhojen vähentämisellä saataisiin tuotantomäärää kaksinkertaistettua.

#### 5.10 Keinoja asetusajojen lyhentämiseen

SMED-menetelmän mukaan asetusten vaihdosta tulisi poistaa kaikki turha tekeminen pois, jotta tuotantoprosessi saataisiin tehokkaammaksi.

Havainnointitutkimuksessa selvisi, että esimerkiksi turhia työkalujen etsimisiä tai yleensäkin varsinaisia turhia työtehtäviä tapahtuu linjastolla suhteellisen vähän. Totta kai tuotantoprosessi kulkisi sujuvammin, mikäli tarvittavat työkalut olisivat aina niille tarkoitetuilla paikoilla ja yleisesti työpaikan siisteys ja järjestys olisivat kunnossa. Näiden asioiden vaikutus työmittaustuloksiin ja tuotannon kulkuun oli kuitenkin melko pieni. Yleisesti ottaen TL-6 linjastolla työpaikan siisteys ja järjestys ovat kohtalaisen hyvällä mallilla, mutta jokainen työntekijä voisi kuitenkin tarkkailla ja huolehtia yleisestä järjestyksestä esimerkiksi viemällä vajaat nauharullat aina omalle paikalleen.

Turhaksi tekemiseksi laskisin kuitenkin liialliset hienosäädöt ja kappaleen tarkastamiseen käytettävät ajat. Linjalta valmistuvien tuotteiden laadun täytyy täyttää tietyt vaatimukset, mutta silti hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen käytettävä aika on aivan liian suuri. Työmittauksen aikana hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen kului yhteensä 36 % kokonaisajasta. Työntekijät tietävät, millainen laatu kelpaa ja tarkastavat kappaleet annettujen ohjeiden mukaan. Eri työntekijöiden välillä voi kuitenkin olla eroja hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen käytettävässä ajassa. Yleisesti ottaen kokeneemmat työntekijät selviävät nopeammin hienosäädöstä ja tarkastuksesta ja nuoremmat ottavat kappaleen laadun tarkastamisen enemmän varman päälle.

Varmasti kokemus tuo varmuutta kappaleiden hienosäädössä ja tarkastamisessa ja harjaantumisen myötä näihin toimiin kuluu vähemmän aikaa. Yksi mahdollisuus



vähentää näihin tehtäviin kuluvaan aikaan olisi kaikkien linjalla työskentelevien henkilöiden kanssa standardoida yhtenäinen toimintatapa kappaleiden hienosäätöön ja tarkastamiseen. Kokeneemmat työntekijät ovat aikanaan opastaneet nuorempia linjaston toimintaan, mutta ei varmasti olisi haitaksi, mikäli taas siirrettäisiin tietotaitoa nuoremmalle sukupolvelle. Nykyisin vuorojen työntekijät ovat jakautuneet niin, että yhdessä vuorossa on useita vuosia linjalla työskennelleitä kokeneita työntekijöitä ja toisessa vuorossa työskentelee vähemmän vuosia talossa olleita. Vaihtoehtona voisi olla, että kahden vuoron kesken vaihdettaisiin työntekijöitä niin, että molemmissa vuoroissa olisi kokeneita ja nuorempia työntekijöitä. Tämä järjestely voisi kuitenkin herättää työntekijöissä vastustusta, mikä taas saattaisi heikentää työilmapiiriä.

Reunanauhojen vähentäminen olisi varmasti varmin keino lyhentää asetusajoja. Mikäli eri tuotteita pystyttäisiin ajamaan samoilla nauhoilla, niin hienosäätöön ja kappaleiden tarkastamiseen kuluva aika vähenisi huomattavasti nykyisestä. Tähän on syynä se, että samoilla nauhoilla ajettaessa eri tuotteisiin tulee samanlaisia työstöjä, eli eri tuotteiden välillä nauhojen työstöt pysyisi samana. Tämä vähentäisi niin hienosäädön kuin kappaleen tarkastamiseen kuluvaan aikaan. Aloitettaessa uuden sarjan ajoa joka kerta ei tarvittaisi nauharullien vaihtoa, mikä myös lyhentäisi asetusajoja.

Työnmittauksessa selvisi, että ohjelman vaihtoon kuluu 7 % työajasta. TL-6-levyntyöstölinjalla olisi mahdollista vaihtaa seuraavaksi ajettavan sarjan ohjelma koneelle vielä edellisen ohjelman ollessa käydessä. Ohjelman vaihtoa vielä edellisen ohjelman ollessa käynnissä käytettiin vuosia sitten, mutta tämä toiminto oli koneenkäyttäjien mielestä liian herkkä virheille. Mikäli uuden ohjelman laitto koneelle liian aikaisin, niin linjasto meni jumiin ja häiriö vaati suhteellisen pitkän korjausajan. Nykyisin tätä mahdollisuutta käytetään harvemmin. Esimerkiksi tutkimuksen aikana ohjelma vaihdettiin aina vasta edellisen ohjelman tullessa valmiiksi.

Ohjelman vaihtaminen edellisen vielä ollessa käynnissä tehostaisi oleellisesti linjaston toimintaa. Teoriassa ohjelman vaihtoon kuluneesta ajasta saisi pois suurimman osan. Esimerkiksi jos eri sarjoja ajetaan kahdessa vuorossa 30, ja

mikäli ohjelman vaihtoon kuluisi keskimäärin kolme minuuttia ja ohjelma vaihdetaan toisen ohjelman vielä ollessa käynnissä, niin se lyhentäisi ohjelman vaihtoon kuluvan ajan ainakin puoleen. Tällöin aikaa säästyisi päivän kahdessa vuorossa puolitoista minuuttia jokaisessa 30 ohjelman vaihdossa, eli yhteensä 45 minuuttia. Nykyisin uusi ohjelma vaihdetaan, kun edellinen sarja on tullut valmiiksi ja valmis lava on siirtynyt rullastolle. Uuden ohjelman voisi laittaa päälle siinä vaiheessa, kun edellisen sarjan viimeinen kappale on tullut nostolaitteelle asti. Häiriöt, jotka syntyvät, kun ohjelma vaihdetaan vielä edellisen ollessa käynnissä, johtuvat siitä, että uusi ohjelma on laitettu päälle, vaikka linjalla on vielä ollut edellisen sarjan kappaleita. Tästä johtuen linjan loppupäässä oleva laskuri menee sekaisin ja aiheuttaa häiriön. Uusi ohjelma tulisi laittaa päälle vasta sitten, kun sarjan viimeinen kappale on tullut linjan läpi nostolaitteelle asti. Oikea ajoitus ohjelman vaihdossa on siis ensiarvoisen tärkeää.

Linjan työntekijät osaisivat kyllä vaihtaa ohjelman vielä edellisen ollessa käynnissä, mutta aikaisemmat kokemukset tämän tekniikan käytöstä eivät heidän mielestään olleet riittävän positiivisia vaihdon yhteydessä esiintyneiden häiriöiden takia. Tilannetta voisi auttaa siten, että ohjelman vaihtoon saataisiin selkeät toimintaohjeet, joita tarkasti noudattamalla häiriöiltä vältyttäisiin. Ajan mittaan tämän menetelmän käytöstä tulisi rutiini, ja suuremmilta tuotannon keskeytyksiltä vältyttäisiin. Aluksi ohjelman vaihdon ohjeiden noudattaminen voisi kuitenkin herättää työntekijöissä hieman vastarintaa, mutta toimiessaan siitä saatava ajan säästö olisi merkittävä.

Häiriöaikoihin voi olla muutoksilla vaikea vaikuttaa. Toimet, joilla häiriöaikoja voitaisiin lyhentää, ovat koneen huolto ja puhdistus silloin, kun linja on muutenkin pysähdyksissä. Huoltotoimenpiteet koneen seisoessa voisivat vaikuttaa positiivisesti koneen toimintaan, sillä työnmittauksen aikana joitakin kertoja häiriöaika johtui koneiden puhdistamisesta tai pienemmistä huoltotoimista.

Työnmittauksessa huomioidut työvaiheet kone ei päällä muu syy, kuormien vaihto, kappaleiden uudelleenajo ja terän vaihto, veivät työajasta yhteensä 6 %.

”Kone ei päällä muu syy” sisältää esimerkiksi työntekijöiden muita tuotantolinjan toimintaan liittymättömiä toimia silloin, kun koneet eivät käy. Nämä asiat ovat

siis täysin turhia ja voitaisiin karsia kokonaan pois. Kuormien vaihto sisältää ennen sarjan ajon aloittamista tapahtuvan kuorman siirron syöttölaitteelle sekä joinain kertoina valmiiden kuormien pois nostamisen linjaston päästä silloin, kun koneet eivät käy. Yleensä valmiiden kuormien pois nosto tapahtuu kuitenkin silloin, kun uuden sarjan ajo on jo aloitettu. Kuormien vaihto vei yhden prosentin kokonaisajasta. Kappaleiden uudelleenajo suoritetaan silloin, kun huomataan laatuvirhe sarjan jo valmistuttua. Työnmittauksen aikana kappaleiden uudelleenajo suoritettiin muutaman kerran. Tämä vei yhden prosentin kokonaisajasta. Terän vaihto tehdään, kun huomataan tuotteista, että terät ovat tylsyneet tai ennen sarjan ajon aloittamista, kun ajettavaan tuotteeseen tulee sellaiset työstöt, joita ei pysty koneessa kiinni olevilla terillä ajamaan. Terän vaihto vei 3 % kokonaisajasta. Kuormien ja terän vaihto on tehtäviä, joita ei oikeastaan pysty nopeuttamaan, mutta kappaleiden uudelleenajo on ylimääräistä työtä, mikä pienentää tuotantolinjan tehokkuutta. Laatuvirheitä kuitenkin ilmenee joskus vasta sarjan tultua valmiiksi, mutta tämän ongelman poistoon pystyy vaikuttamaan vain kappaleiden tarkemmalla tarkastamisella, joka taas lisää kappaleen tarkastamiseen kuluvaa aikaa.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä aloitettaessa aiheen tarkkaa rajausta oli vaikea tehdä, mutta ajan kuluessa tutkittavat aihealueet tarkentuivat. Työni yksi osa oli suorittaa ajankäyttötutkimus, tarkemmin työnmittaus havainnointitutkimuksena TL-6 levyntyöstölinjastolla. Tavoitteena oli tutkia mahdollisuuksia lyhentää asetusaikoja turhan tekemisen poistolla. Tarkoituksena oli myös ottaa selvää mahdollisuuksista vähentää käytettäviä reunanauhoja sekä tutkia nauhojen vähentämisestä saatavia hyötyjä.

Teoriaosion tarkoituksena oli käsitellä eri työntutkimusmenetelmiä, SMED-menetelmää ja asetusaikeihin liittyviä seikkoja. Työntutkimuksesta perehdyin tarkemmin työnmittaukseen ja työnmittausmenetelmistä havainnointitutkimukseen. Varsinaisessa käytännön tutkimuksessa suoritin työnmittauksen juuri havainnointitutkimuksena. Asetusaikoja käsitelin teoriaosuudessa, koska niitä lyhentämällä tuotannon tehokkuutta saataisiin selvästi nostettua. SMED-menetelmä on juuri asetusaikeiden lyhentämiseen tarkoitettu metodi.

Suoritin työnmittauksen ottamalla sekuntikellon kanssa aikaa TL-6 linjaston toiminnasta. Tutkimuspäiviä oli yhteensä kymmenen. Ennen työnmittauksen aloitusta tarkkailin linjaston toimintaa muutaman päivän ajan, jotta sain tehtyä työtäni helpottavan ja selkeyttävän mittauslomakkeen, jolle sain kirjattua työvaiheiden kelloitetut ajat. Työnmittauksen avulla sain selkeät tulokset siitä, mihin työvaiheisiin työaika TL-6 linjastolla kuluu. Työnmittaustuloksista huomionarvoista on erityisesti se, miten paljon aikaa käytetään hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen. Yhteensä nämä vaiheet veivät 36 %, kun taas kone toimi normaalisti 28 % kokonaisajasta. Työnmittauksen perusteella parhaimmat mahdollisuudet tuotannon tehostamiseksi olisi saada vähennettyä hienosäätöön ja kappaleen tarkastamiseen kuluva aikaa.

Nykyään TL-6 linjastolla ajettavien tuotteiden sarjakoot ovat suhteellisen pieniä, karkean arvion mukaan keskimäärin noin 70–80 kappaletta, ja yhden vuoron aikana ajetaan noin 15 eri sarjaa. Tästä johtuen asetusaikeiden lyhentämisellä olisi merkittävä vaikutus tuotannon tehokkuuteen. Asetusaikaan kuuluvat sisäinen ja

ulkoinen asetusaika. Sisäisellä asetusajalla tarkoitetaan aikaa koneen pysäyttämiseen siihen asti, kun seuraava laadullisesti kelpaava kappale saadaan koneella valmistetuksi. Sisäistä asetusaikaa ovat kaikki toimet sarjan vaihdon yhteydessä koneiden ollessa toimimatta ennen ensimmäisen hyväksyttävän tuotteen valmiiksi saamista. Sisäiseen asetusaikaan kuuluvat siis myös hienosäätö ja kappaleen tarkastaminen. Ulkoiseen asetusaikaan kuuluvat valmistelevat tehtävät, joita tehdään silloin, kun kone toimii normaalisti. Asetuksia tulisi siis muuttaa mahdollisuuksien mukaan sisäisistä ulkoisiksi. Työnmittauksen tuloksista huomataan, että kokonaistyöajasta aivan liian suuri osa on sisäistä asetusaikaa.

Käytettävien reunanauhojen mahdollista vähentämistä tutkin ottamalla kaikista käytössä olevista nauhoista näytekappaleet ja arvion nauhojen yhdistämismahdollisuuksia. Tietyin varauksin valikoimasta pystyisi poistamaan 20–40% reunanauhoista. Nauhojen vähentämisen hyödyt näkyisivät tuotannon nopeutumisena, sillä nauhojen vaihtoon, kappaleen tarkastamiseen ja hienosäätöön kuluva aika pienenesi samoja nauhoja käytettäessä. Työssäni tein teoreettisia laskelmia, miten käytettävien reunanauhojen vähentäminen vaikuttaisi edellä mainittuihin työvaiheisiin sekä tuotannon nopeutumiseen.

Suorittamistani työnmittauksista saa hyvän kuvan linjaston ajankäytöstä, mikä antaa oivalliset pohjatiedot lähdeittäessä tekemään muutoksia tuotannon tehostamiseksi.

## LÄHTEET

Asetusaikojen lyhentäminen. 1984. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

EK-SAK tuottavuustyöryhmä. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Teknologiateollisuus ry [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: [http://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)

Isku-Yhtymä OY. 2011. Isku [viitattu 29.3.2013]. Saatavissa Isku-Yhtymä OY:n Intranetissa: <http://iskuintra.isku.fi/iskuintra.nsf>

Merplan ky. 2013. Havainnointitutkimus [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www.merplan.fi/kehitystk/havainto.htm>

Moisio, J. 2009. Arvovirran kuvaaminen ja kehittäminen. Qualitas Fennica Oy [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: [http://www.ims.fi/sites/default/files/article\\_attachments/Arvovirran\\_kuvaaminen\\_ja\\_kehittaminen..pdf](http://www.ims.fi/sites/default/files/article_attachments/Arvovirran_kuvaaminen_ja_kehittaminen..pdf)

Pellja, M. 2006. Muotin asetusajan lyhentäminen SMED-järjestelmän avulla. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan laitos. Materiaali- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Muovitekniikan opinnäytetyö [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/11414/2007-04-27-08.pdf?sequence=1>

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas. Opetushallitus [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html>

Penttinen, A., & Mäntynen, J. 2009. Työhön perehdyttäminen ja opastus – ennakoivaa työnsuojelua. Työturvallisuuskeskus TTK [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: [http://www.ttk.fi/files/800/Tyohon\\_perehdyttaminen2009.pdf](http://www.ttk.fi/files/800/Tyohon_perehdyttaminen2009.pdf)

Routio, P. 2007. Toteava havainnointi ja koe. Taideteollinen korkeakoulu [viitattu 12.3.2013]. Saatavissa: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/062.htm>

Shingo, S. 1985. A Revolution in Manufacturing: The Smed System. CRC Press.

Tiitinen, A. 2012. Isku-konsernin tilinpäätös 1.1–31.12 2011. Isku-Yhtymä Oy [viitattu 23.3.2013]. Saatavissa:

<https://www.sttinfo.fi/data/attachments/legacy/0bd5e061-0cec-405a-83e1-e6eed99ad33d.pdf>





