



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**TYÖAIKALASKURIN LUOMINEN
TARJOUSLASKENNAN POHJAKSI**

Elina Toivonen

Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantoautomaatio

2010

Kone- ja tuotantotekniikka	
Elina Toivonen	
Työn nimi: Työaikalaskurin luominen tarjouslaskennan pohjaksi	
Tuotantoautomaatio	Ohjaaja Timo Vaskikari
Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2010	Sivumäärä
<p>Insinööriyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa Technion Oy:lle työkalu johtosarjojen tuotantoaikojen määrittämiseen tarjouslaskentaa tehtäessä. Työ rajattiin koskemaan yhtä johtosarjojen tuoteperhettä. Laskentatyökalu toteutettiin taulukkopohjaisena selkeyden ja tulevien päivitysten helpottamiseksi. Laskentatyökalun perustana olevat työajat on hankittu tuotannossa tehdyllä työaikatutkimuksella.</p> <p>Työ aloitettiin jakamalla johtosarjan kokoonpanotyö työvaiheisiin, joiden työajat mitattiin sekuntikellolla yhden sekunnin tarkkuudella kolmelta eri työntekijältä. Vertailuarvoista laskettiin työvaiheiden ajoista keskiarvot, joita työaikalaskuri käyttää työaikojen määrittämiseen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää johtosarjojen tuotannon todelliset työajat, ja sitä kautta edesauttaa työnjohdon ja tuotannonsuunnittelun työtä erityisesti uuden tuotteen työaikaa arvioitaessa.</p> <p>Työvaiheiden työaikoja mitattaessa havaittiin työntekijäkohtaisten mittausarvojen vaihtelevan odotettua enemmän, ja voitiin tuoda esille suurimpia eroja työntekijöiden työmenetelmissä. Erityisesti työvaiheiden väliin jäävän ajan, eli apuajan, huomattiin vaihtelevan suuresti seurattavien työntekijöiden kesken.</p>	
Hakusanat: Työaikatutkimus, kellotus, työajan laskenta	
Säilytyspaikka:	

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering	
Author: Elina Toivonen	
Title: Creating a tool for calculating working hours to assist product pricing	
Specialization line Production Automation	Instructor(s) Timo Vaskikari
Date 2010	Total number of pages
<p>The thesis project was to design a tool for Technion Ltd with which times of manufacture of wiring harnesses can be calculated and therefore estimated. The study was limited to consider only one family of wiring harnesses. The tool for calculating production lead times was made spreadsheetbased for clarity and to facilitate future updates. The times which the tool uses as base for its operation are collected by a time measurement study made in the manufactory.</p> <p>The study was started by dividing the wiring harness assemblage into smaller working operations whose working hours were measured using a stopwatch by accuracy of one second. The hours were measured from three employees. The reference values were used to calculate the time averages, with which the calculating tool determines the hours of work of the harnesses. The purpose of this study was to investigate the actual hours used for harness manufacturing and thereby assist management and production design personnel on estimating production times especially for a new product.</p> <p>While measuring working hours for working operations it was discovered that the measurements varied more than expected, which made it possible to bring out the main differences between the employees working methods. In particular the time used between the operations varied widely among the workers.</p>	
Keywords: Timing, hours of work, production times	
Deposit at:	

SISÄLTÖ

1	Johdanto	2
2	Tarjouslaskenta lyhyesti	3
3	Tavoitteet ja määrittely	6
3.1	Laskurille asetetut vaatimukset	7
3.2	Käyttö	8
4	Työajan määritteleminen	10
4.1	Mistä työaika koostuu?	10
4.1.1	Tekemisaika eli varsinainen työaika	11
4.1.2	Apuaika	11
4.2	Aikatutkimus eli kellotus	12
4.2.1	Taylorismi eli tieteellinen liikkeenjohto	13
4.2.2	Fordismi	14
4.2.3	Työnmittauksen menetelmiä	15
5	Työn toteutus	16
5.1	Työajan jakaminen osiin	19
5.1.1	Aloitusvaiheet	19
5.1.2	Kytkevävaiheet	20
5.1.3	Sarjan lopetusvaiheet	21
5.2	Ajanotto eli kellotus	22
5.3	Laskentataulukon luonti	24
5.4	Apuajan määrittäminen	26
6	Yhteenveto	27

LÄHTEET

30

LIITTEET

Liite 1: Esimerkki ajanmittaustaulukosta

Liite 2: Työntekijäkohtainen laskuri

Liite 3: Työvaiheiden jaottelu

Liite 4: Työaikalaskurin yhteenveto-sivu

Kuvat

Kuva 1: Tuotteen hinnan muodostuminen 6

Kuva 2: Välillisten ja välittömien kustannusten muodostuminen 7

Kuva 3: Laskurin kerroinsolut 10

Kuva 4: Kerroinsolun käyttö 19

Kuva 5: Apuaika 20

Kuva 6: Laskurin asettelu 26

Kuva 7: Työntekijäkohtainen laskuri 27

Kuva 8: Kokeellinen suoja putkien leikkaustaulukko..... 30

Taulukot

Taulukko 1: Laskennallisen vertailuarvon syntyminen.....	18
---	-----------

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli työaikalaskurin luonti Technion Oy:lle tarjouslaskennan pohjaksi. Työ rajattiin käsittelemään vain yhtä johtosarjojen tuoteperhettä. Kilpailu yritysten kesken on kovaa, erityisesti näin laman aikana, joten tuotteen valmistuskustannukset on pystyttävä arvioimaan mahdollisimman tarkasti. Asiakas haluaa tietää, mistä tuotteen hinta koostuu ja pyytää lähes poikkeuksetta tuoteestaan tarjouksen useilta eri valmistajilta. Tuotteen valmistuskustannuksia laskettaessa pitää huomioida paitsi materiaali- ja koneistuskulut, myös sen konkreettiseen käsittelyyn kuluva työaika, joka sekin voidaan haluttaessa jakaa osiin usein eri tavoin. Yleisesti se kuitenkin jaetaan kahtia suunnittelun ja varsinaisen valmistuksen kesken.

Suunnitteluosasto valmistelee asiakkaan toimittamat työpiirustukset, osaluettelot ja johdotustaulukot sellaisiksi, että yritys pystyy valmistamaan tuotteen niiden perusteella sekä testaamaan valmiin tuotteen toimivuuden. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tarkistetaan haluttujen osien saatavuus ja hinta toimitusaikoineen sekä pyydetään tarjouksia vaihtoehtoisista komponenteista, joista yhdessä asiakkaan kanssa valitaan tuotteeseen lopulta käytettävät osat. Työkuvat ja johdotustaulukot käsitellään siten, että ne ovat valmistusvaiheessa helposti luettavia eikä niissä ole virheitä.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan johtosarjan varsinaiseen valmistamiseen, eli tuotannossa sen parissa kuluvaan työaikaan. Aikaa tarkasteltassa keskitytään kolmeen työntekijään, joiden eri työvaiheisiin kuluva aika on mitattu sekuntikellolla yhden sekunnin tarkkuudella, ja näin saadut ajat on sitten yhdistetty keskiarvoiksi, joiden pohjalta laskuri on lopulta luotu. Yrityksellä ei ole aikaisemmin ollut työkalua tähän tarkoitukseen, vaan asiakkaalta laskutetut työajat on karkeasti arvioitu aiemman kokemuksen perusteella.

Technion on alkujaan hyvinkin pieni perheyritys, mutta 30 vuoden taipaleensa aikana kasvanut moninkertaiseksi sekä työntekijämäärältään, että asiakaskunnaltaan.

Technionin palvelut keskittyvät pääosin elektroniikan sekä automaation suunnitteluun

ja valmistukseen, sekä toimittamiensa järjestelmien huoltoon ja varaosapalveluihin. Yrityksen suurimpia asiakkaita ovat muuten muassa Multilift, Sandvik/Tamrock sekä Cargotec, joille Technion toimittaa yhdessä asiakkaan kanssa kehitettyjä vaativiin olosuhteisiin soveltuvia ohjausjärjestelmäratkaisuja.

Nykyisin yritys työllistää noin 50 henkeä, joista tuotantotyöntekijöitä on kolmisen kymmentä, heidän työnjohtajiaan kaksi, ja suunnittelijoita kahdeksan henkeä. Toimistohenkilökuntaa yrityksellä on kolme henkeä, joista yksi hoitaa ostot, yksi taloushallinnon ja kolmas myyntitilaukset. Suunnitteluosastolle kuuluvat sekä tuotannosuunnittelu, uusien tuotteiden tuotannollistaminen, että tuotekehittäminen. (Technion oy [viitattu 11.2.2010].)

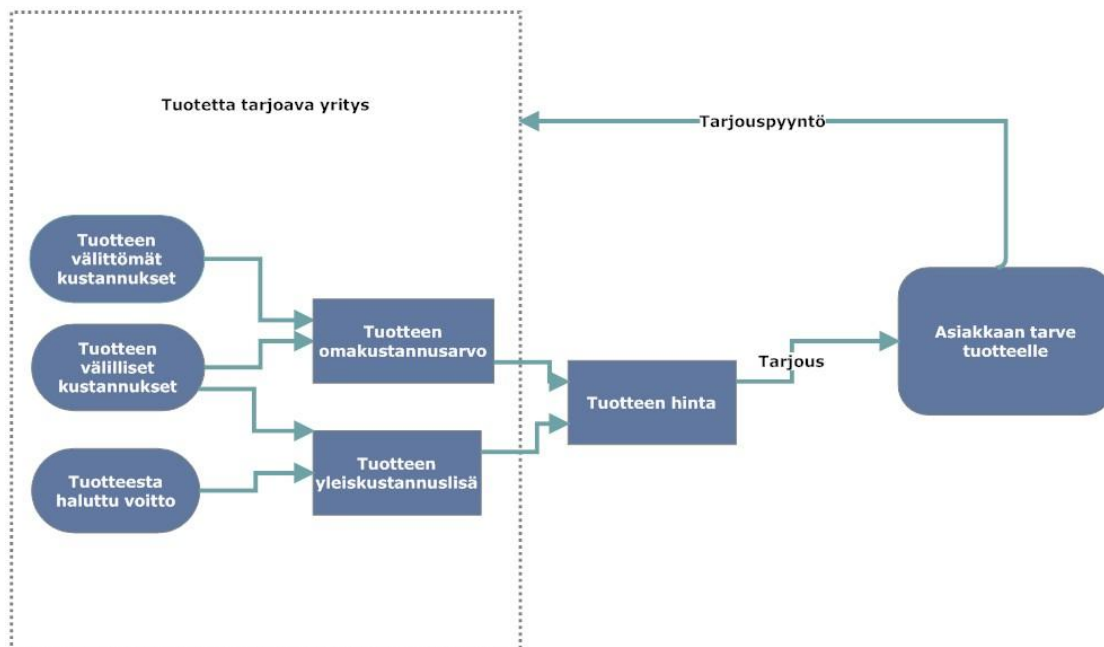
2 Tarjouslaskenta lyhyesti

Tarjouslaskennassa perimmäisenä tarkoituksena on laskennallisesti selvittää, millä hinnalla tuotetta kaupataan asiakkaalle. Jos asiakkaalle tarjottu hinta on liian korkea, jää kauppa tekemättä. Mutta jos hinta on liian alhainen, ei tuotteelle saada riittävästi katetta, tai pahimmassa tapauksessa hinta ei kata valmistukseen liittyviä kustannuksia. Tällainen kauppa ei kannata pitkällä tähtäyksellä, mutta voi toisinaan olla välttämätön esimerkiksi joko varaston tyhjentämisen takia tai uuden asiakassuhteen luomiseksi.

Yleisellä tasolla minkä tahansa yrityksen myymän tuotteen, eli tavaran tai palvelun, hintaan vaikuttavat pääasiassa tuotteen kysyntä markkinoilla ja tarjolla olevat kilpailevat tuotteet. Tuotteen tarjonnalla tarkoitetaan tässä määrää, jonka yritykset pystyvät markkinoille tarjoamaan suhteutettuna tuotteelle haluttuihin ominaisuuksiin ja sen hintaan. Myös asiakkaiden kysyntä tuotteelle voidaan samaan tapaan mieltää haluttujen tuotteiden ja ominaisuuksien määräksi. Jos markkinoilla on vain vähän kilpailevia tuotteita, tai kilpailijoiden tuotteen ovat ominaisuuksiltaan tai laadultaan heikompia, on yritys vapaampi hinnoittelemaan omaa tuotettaan. Tuotteen varsinaisen ostopäätöksen kuitenkin ratkaisee se, miten paljon asiakas kokee hinnan

huomioon ottaen hyötyvänsä tuotteesta. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 79.)

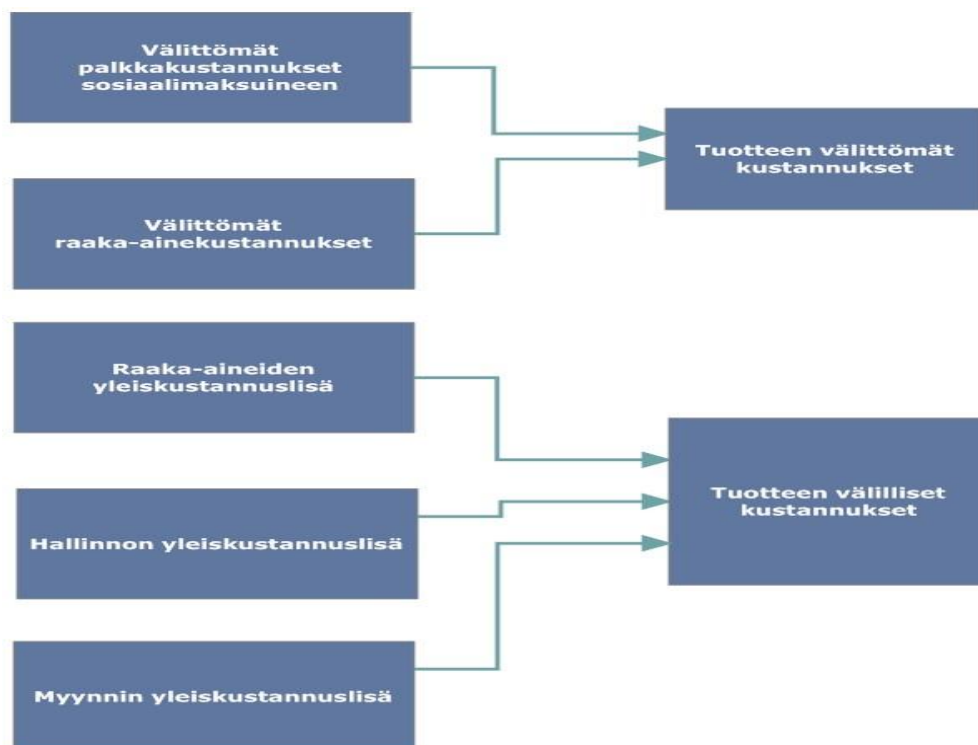
Jotta yritystoiminta olisi kannattavaa, sen saamien myyntituottojen on oltava suuremmat kuin niiden hankkimisesta koituvat kustannukset. Tähän sovelletaan yleensä niin kutsuttua lisäyslaskelmaa. Laskelma perustuu tuotteen valmistuksesta koituvien kustannusten erotteluun välilliseksi ja välittömiksi kustannuksiksi. Välittömiin kustannuksiin luetaan kaikki kustannukset, jotka voidaan kohdistaa tietylle tuotteelle, kuten materiaali- ja työkustannukset. Välillisiin kustannuksiin taas kuuluvat esimerkiksi toimitilojen vuokrat, työkalut ja yleiset tarvikkeet, mainonta ja sellaiset palkkakustannukset, joita ei voida kohdistaa tietylle tuotteelle. Välittömien ja välillisten kustannusten summaa kutsutaan tuotteen omakustannusarvoksi. Tuotteen lopullinen hinta määräytyy laskemalla kustannukset yhteen ja lisäämällä niihin haluttu voitto. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 82.)



Kuva 1: Tuotteen hinnan muodostuminen.

Tuotteen lopulliseen myyntihintaan vaikuttavia tekijöitä on paljon, ja ne myös vaihtelevat toimialakohtaisesti. Jos yritys myy asiakkailleen pääasiassa palvelua, sekä välilliset että välittömät kustannukset ovat työaikapainotteisia. Teollisuusyrityksissä taas kustannukset painottuvat helposti materiaalihankintoihin ja konekantaan, ja niissä usein sovelletaan tuotteiden hinnoitteluun lisäyslaskelman sijaan omakustannuslaskelmaa.

Teollisuusyrityksissä välittömiin kustannuksiin kuuluvat tavallisesti välittömät raaka-ainekustannukset ja välittömät palkkakustannukset sosiaaliturvamaksuineen. Välittömät palkat voidaan etukäteen arvioida valmistuksen eri vaiheissa tehtävien työaikatutkimusten avulla, ja raaka-aineiden kulutusta voidaan seurata esimerkiksi varaston toimitusten avulla. Teollisuusyritysten välilliset kustannukset koostuvat näin ollen raaka-aineiden yleiskustannuslisästä, valmistuksen yleiskustannuslisästä ja myynnin yleiskustannuslisästä. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 89.)



Kuva 2: Välillisten ja välittömien kustannusten muodostuminen.

Omakustannuslaskelmaa hinnoittelussa käyttävät lähinnä yritykset, jotka valmistavat tuotteita tilauksesta. Tilaus voi tässä tapauksessa koskea esimerkiksi yksittäisiä erikoisvalmisteisia tuotteita tai suurempien yritysten alihankintoja. Kyse on siis tuotteista, joita yritys ei varsinaisesti markkinoi, vaan ainoastaan valmistaa toimeksiantajalle. Näissä tapauksissa omakustannusarvo muodostaa tavallisesti tuotteen hinnan alarajan. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 89.)

Sarjavalmisteisia tuotteita tuottavat yritykset käyttävät omakustannuslaskelmaa lähinnä valmistuksen kustannusvalvontaan, mutta siitä voi olla hyötyä myös hinnoittelupäätöksen pohjana. Tällaisissa yrityksissä on eri tuotteiden yhteenlaskettujen katetuottojen kuitenkin katettava vähintäänkin niiden yleiskustannukset. Koska valikoimaan lähes poikkeuksetta kuuluu useita eri tuotteita, joka tuotteen kustannuksia ei välttämättä voi nähdä erillään muista. Aina ei myöskään ole kannattavaa lopettaa sellaisen tuotteen valmistusta, jonka myyntihinta ei ylitä omakustannusarvoa, sillä tuotevalikoiman supistamisella saattaa olla negatiivinen vaikutus muidenkin tuotteiden myyntiin. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 89.)

3 Tavoitteet ja määrittely

Opinnäytetyönä toteutetun laskurin tavoitteena oli ennen kaikkea antaa tietoa tuotteen valmistamiseen todella kuluvasta ajasta työn tekijästä riippumatta. Koska työntekijät ovat erilaisia ja työskentelynopeus saattaa vaihdella suuresti samallakin työntekijällä eri päivinä, haluttiin nämä tekijät ottaa huomioon laskemalla keskiarvo useista mittaustuloksista. Yrityksessä käytössä olevan käytännön mukaan työntekijä leimaa työn ohjausjärjestelmään sekä aloittaessaan että lopettaessaan. Järjestelmästä voidaan siis lukea työn alkamis- ja valmistumisajankohdat. Periaatteessa tästä pitäisi käytettävää työaikaa pystyä seuraamaan, mutta käytännössä leimausajankohta työvaiheisiin nähden vaihtelee suuresti, joten tarkkaa aikaa ei saada. Tulos on siis tarkimmillaankin vain arvio.

Opinnäytetyössä on tuotenimikkeiden ja -perheiden laajan kirjon vuoksi keskitytty vain tietylle asiakkaalle toimitettaviin, tilaustyönä tehtäviin johtosarjoihin, joita valmistetaan vain hyvin pieniä kappalemääriä kerrallaan. Lopputulos on kuitenkin toteutettu niin, että uusien työvaiheiden ja siten myös valmistettavien tuotteiden lisääminen on helppoa.

Laskurin käytön haluttiin olevan mahdollisimman yksinkertaista ja nopeaa, ja sen toivottiin olevan ulkoasultaan mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen. Laskuri on suunniteltu pääasiassa tarjouslaskennan parissa työskenteleville, mutta sen käyttö on mahdollista koko suunnitteluosastolle suuntaa antavana työkaluna ja yleisenä vertailukohteenä työaikoja arvioitaessa.

Työ on toteutettu laskentataulukkomuodossa, koska Microsoft Office -paketti löytyy yrityksen joka koneelta. Laskentataulukkomuotoista ohjelmaa on myös helpompi muokata ja laajentaa jälkikäteen. Taulukko on alunperin luotu Open Office -ohjelmalla ja sittemmin käännetty Microsoft Excel -muotoon.

3.1 Laskurille asetetut vaatimukset

Laskurin pääasiallisiksi ominaisuuksiksi listattiin helppokäyttöisyys, selkeys ja todenmukaisuus tavoitteena päästä teoreettisesta työajasta lähemmäs todellista työaikaa jo tarjouslaskentaa tehtäessä. Todellisen työajan arviointi myös helpottaa tuotannon suunnittelua ja käytössä olevien resurssien kokonaisvaltaista käyttöä.

Laskurin helppokäyttöisyydellä tarkoitetaan pääasiassa sitä, että kuka tahansa pystyy sitä käyttämään hyvinkin lyhyen ohjeistuksen jälkeen. Tämä on toteutettu lisäämällä taulukon soluihin huomautusikkunoita, joissa annetaan ohjeistusta solujen täyttöön. Näiden ohjeiden lisäämisen myötä poistuu tarve erilliselle käyttöohjeelle.

Laskurin laajentaminen on pyritty tekemään mahdollisimman helpoksi jättämällä taulukko, josta laskuri noutaa laskenta-arvonsa, hyvin pelkistettyyn muotoon.

Taulukossa on eritelty työvaiheet samalla lailla kuin laskentalehtisivulla, ja ne on aseteltu selkeästi omiin lokeroihinsa. Tällä tavoin voidaan uuden työvaiheen mittausarvo liittää suoraan oikeaan asiayhteyteen ilman mainittavia muokkaustoimenpiteitä. Varsinainen arvotaulukko, samoin kuin työntekijäkohtaisia arvoja käsittelevä taulukko, sisältävät ainoastaan keskiarvojaikoja, jotka on koottu työntekijöiden ajanmittaustaulukoista. (Liite 1)

Laskuri on tehty taulukko-ohjelmalla, jotta se olisi kevyt, eli veisi vain vähän tietokoneen muistitilaa. Kun johtosarjan työaika lasketaan, saatu laskelma voidaan tallentaa omalla nimellään ja säilyttää mahdollista myöhempää käyttöä varten. Näin muodostuva tiedosto voidaan puolestaan tallentaa yrityksen yhteiselle serverille kaikkien käyttöoikeuden omaavien käyttöön.

3.2 Käyttö

Laskentataulukossa on eroteltuina eri työvaiheet alaotsikkoineen. Lähes jokaisen työvaiheen kohdalla on tyhjä solu, johon merkitään, kuinka monta kertaa kyseinen työvaihe toistuu kyseessä olevan sarjan kohdalla. Toistumattomien toimenpiteiden, kuten aloitusvaiheiden alaotsikkona olevan "piirustukset ja leimaus", kohdalla kertoimelle ei ole paikkaa. (Kuva 3) Kertoimien määrittämiseen käytetään kyseisen johtosarjan työpiirustusta, osaluetteloja ja johdotustaulukkoa.

Piirustukset ja leimaus:			00:05:50	00:00:00
vaihe	kpl	aika		
Osien keruu:				
nimikkeitä		00:00	00:00:00	
johtonippu narikasta:		00:00	00:00:00	Osien keruu yhteensä: 00:00:00 00:00:00
Johdot ja kaapelit:				
vaihe	kpl	aika		
Kaapelit kelasta:				
etsintä:		00:00	00:00:00	
Mittaus & katkaisu:		00:00	00:00:00	
Kuorinta:		00:00	00:00:00	Kaapelit kelasta: 00:00:00 00:00:00
6- ja 10mm² johdot:				
Pituus <1m		00:00	00:00:00	
1...5m		00:00	00:00:00	
>5m		00:00	00:00:00	6- ja 10mm² johdot: 00:00:00 00:00:00

Kuva 3: Laskurin kerroinsolut.

Laskurilla voidaan vertailla työaikaa sarjakoona ollessa joko yksi tai useampi merkitsemällä haluttu tuotantoerän koko sille varattuun ruutuun laskentalehden yläalaidassa. Tämä vertailu perustuu olettamukseen, että sarjatuotannolla säästettävä aika koostuu varsinaisen työpisteen ulkopuolella tapahtuvasta työstä, kuten osien keräämisestä, johtojen katkaisusta, ja muusta paikasta toiseen siirtymisestä. Näissä työvaiheissa säästetään aikaa kun niihin sisällytetään useamman sarjan työt yhteen suorituskertaan. Esimerkiksi johtosarjan aloitustyöt, kuten työpiirustusten kopiointi ja osien kerääminen, tehdään vain kerran sarjakoosta riippumatta. Sen sijaan sarjan kokoamisvaiheet tehdään erikseen joka johtosarjalle, joten niistä ei saada ajallista säästöä.

Työn kuluessa mitattuja työaikoja tarkasteltaessa huomattiin työntekijäkohtaisten erojen olevan paikoin huomattavia. Siitä johtuen laskuriin on lisätty omalle lehdelle vielä työntekijäkohtainen vertailulaskuri, jonne kopioituvat ensimmäiselle laskentalehdelle syötetyt arvot ja tulokset. Se tekee annetuilla arvoilla työntekijäkohtaiset laskelmat arvioidusta työajasta ja näyttää ne keskiarvoilla lasketun työajan vieressä. (Liite 2)

4 Työajan määrittelyminen

"**Työaika** on työ- tai virkasuhteessa olevalla henkilöllä se päivittäinen tai viikoittainen aika, jolloin hän tekee työtehtäviensä mukaista työtä (tehollinen työaika) tai jolloin ainakin hänen on sopimuksen tai virkasäännön mukaan oltava työpaikalla työnantajan käytettävissä (nimellinen työaika)." ([Wikipedia](#) , viitattu 8. 6. 2009)

Tässä työssä työaikana on tarkasteltu aikaa, jonka työntekijä käyttää erikseen määritellyn tehtävän toteutukseen, ja joka näinollen muodossa tai toisessa laskutetaan asiakkaalta. Tarkastelun kohteena on siis niin sanottu **tehollinen työaika**. Yrityksen käytännön mukaan työntekijä saa päivittäin palkan kahdeksasta tunnista, johon sisältyy puolen tunnin osuus työajan lyhennyksestä. Näinollen voidaan käsitellä puolen tunnin ruokatuntia palkallisena aikana. Tämä "tuottamaton" puolituntinen on määritelty kuulumaan apuaikaan, sillä sitä ei voida kohdistaa millekään työvaiheelle erikseen.

4.1 Mistä työaika koostuu?

Työaikaa voidaan jakaa erilaisiin osiin näkökulmasta riippuen. Tämän työn kannalta oli oleellista tehdä se mahdollisimman selkeästi, joten se on jaettu kahteen pääaikaryhmään; varsinaiseen työaikaan, eli tekemisaikaan, ja apuaikaan. **Varsinaiseen työaikaan** kuuluu ainoastaan itse työvaiheisiin kuluva aika. **Apuaikaan** taas kuuluvat kaikki työvaiheiden väliin jäävät ajat, kuten piirustusten luku, tauot,

mahdolliset ongelmatilanteet eli niin sanotut häiriöajat sekä työpisteen järjestelyyn kuluva aika. Yleensä aikatutkimusta tehtäessä häiriö- ja taukoajat luetaan omiksi pääryhmikseen, mutta tässä työssä sitä ei koettu tarpeelliseksi, joten ne sisällytettiin apuaikaan.

4.1.1 Tekemisaika eli varsinainen työaika

Tekemisaika tarkoittaa nimensä mukaisesti aikaa, jolla on välitön vaikutus työn tai tuotteen valmistumiseen, ja se koostuu kahden päätekijän, vaiheajan ja valmisteluajan summasta. Valmisteluaikaan luetaan yleensä vaiheet, jotka eivät riipu sarjakoosta, kuten esimerkiksi työpiirustusten hankinta ja asetusten teko koneistusvaiheisiin. Vaiheaika taas sisältää kaikki työvaiheet, jotka ovat riippuvaisia sarjakoosta. Vaiheaika voidaan jakaa **käsiäikaan** ja **koneaikaan**. Käsiäikaan luetaan kaikki manuaalisesti tehtävä työ, ja koneaikaan kaikki koneistetut työvaiheet. Käsiäjan suuruuteen vaikuttaa luonnollisesti työntekijän henkilökohtaiset kyvyt ja työnopeus, jota yleisesti kuvataan joutuisuuskertoimen avulla. Koneaikaan ei voida vaikuttaa joutuisuudella, vaan se pysyy käytännössä aina samana.

4.1.2 Apuaika

Apuajaksi määritellään aika, joka työtä tehdessä kuluu varsinaisen työajan lisäksi. Apuaika merkitään prosentteina tekemisajasta. Pääsääntöisesti apuajan tekijöihin kuuluviksi luetaan muun muassa tauot (myös vessa- ja venyttelytauot), töiden aloitus- ja lopetusvaiheet, työpisteen järjestelytoimet sekä osien keräily, kaapelikelan vaihto ynnä muut toimet, jotka eivät suoraan vaikuta tuotteen valmistumiseen, vaan ovat niin sanotusti avustavia, mutta silti työn kannalta välttämättömiä. Tämä perustuu ajatukseen, että työntekijä tekee päivästä toiseen vain yhdenlaista kokoonpanoa, ja näinollen työvaiheisiin käytettävän ajan suhde päivän työtunteihin pysyisi kutakuinkin samana. Jos esimerkkityö kestäisi kokonaisuudessaan kaksi tuntia, ja siitä työn aloitus- ja lopetustoimet 2x5min, olisi niiden suhde kokonaisaikaan $10\text{min}/120\text{min} = 8,3\%$. Näinollen voidaan olettaa, että kahdeksan tunnin työpäivästä työntekijä

käyttäisi 8,3% , eli $0,083 \times 8h = 40\text{min}$ työn aloittamiseen ja lopettamiseen. Samalla tavoin voidaan suhteuttaa muutkin työvaiheet päivän tunteihin, jolloinka apuajaksi muodostuu näiden kaikkien summa prosentteina kokonaistyöajasta.

Tämän työn kohdalla ei edellä mainittu menettelytapa ollut mahdollinen, sillä työntekijöiden kokoamat johtosarjat ovat lähes poikkeuksetta yhden kappaleen erissä valmistettavia tuotteita, ja niiden kokonaistyöajat vaihtelevat karkeasti 15 minuutista useisiin tunteihin, jopa päiviin. Johtosarjan koosta riippumatta jokaiseen työhön sisältyy samat aloitus- ja lopetustoimet, mutta niiden toistumismäärä päivää kohden vaihtelee, jonka vuoksi niiden suhteuttaminen päivän työtunteihin ei olisi järkevää, vaan leimaukset ja osien keräilyt sisällytettiin omina erillisinä työvaiheinaan sarjan varsinaiseen työaikaan, jotta niihin kuluva aika voitaisiin kohdistaa suoraan halutulle johtosarjalle. Tämän seurauksena tässä työssä nimitetään apuajaksi kaikkea sitä aikaa, joka työntekijältä kuluu johtosarjan parissa varsinaisen työajan, eli tekemisajan lisäksi. (Kaava 1)

$$\text{Apu aika} = \text{kokonaistyöaika} - \text{tekemisaika}$$

jolloin

$$\text{Apu aika} \text{ \textit{prosentteina}} \equiv \frac{\text{Apu aika}}{\text{tekemisaika}}$$

Kaava 1: Apuajan suhde työaikaan

4.2 Aikatutkimus eli kellotus

Kellotus on vanha termi tarkoittaen manuaalisesti yksinkertaisin menetelmin tehtyä aikatutkimusta, jossa "kellokalle" kiersi mittaamassa kellolla erilaisiin tehtäviin kuluvaa aikaa. Työ oli hyvin aikaavievää, sillä mitä useampi mittaus, sitä tarkempi tulos. Nykyään työntutkimusmenetelmiä on kehitetty huomasti niistä ajoista, ja varsinaista aikatutkimusta tekevät oikeastaan enää vain siihen erikoistuneet konsultointiyritykset. Työnmittausta tehdään yrityksissä karkeilla menetelmillä

päivittäin, esimerkiksi arvioimalla työaikaa etukäteen kokemuspohjalta, ja vertailemalla työsuorituksia keskenään sekä satunnaisesti että systemaattisesti.

Nykyään yleisesti käytettäviä työnmittauksen menetelmiä ovat muunmuassa liikeaikatutkimus (Methods Time Measurement = MTM), havainnointitutkimus, kelloaikatutkimus ja erilaiset aikalaskelmat.

Tämä työ on liikeaikatutkimuksen ja kellotutkimuksen sekoitus, jonka tuloksista on luotu aikalaskelman tekevä työkalu. Työssä on ensin tarkasti määritelty mitattavat suureet, riittävä mittaustarkkuus ja mittauskertojen lukumäärä. Mittaustulosten ja tulostaulukoiden valmistuttua on niiden pohjalta luotu excel-pohjainen aikalaskelmatyökalu.

4.2.1 Taylorismi eli tieteellinen liikkeenjohto

1900-luvulle mentäessä teollisuudessa ammattimiesten asema oli vahva, sillä he tunsivat työmenetelmät usein paljon esimiehiään paremmin. Sitä kautta he pystyivät vaikuttamaan suuresti sekä palkkoihinsa, että tuotantolaitoksen tehokkuuteen ja tuottavuuteen. Tehtaiden omistajat näkivät tämän uhkana, ja halusivat rationalisoida tuotantoa. Rationalisointiin pyrittiin uudenlaisen johtamisstrategian avulla. Taylorismi aloitti uuden ajan moderneimmista tehtaissa yleistyessään 1910-luvulla, jolloin se myös nimettiin kehittäjänsä, Frederick Winslow Taylorin (1856-1915) mukaan. Se oli kokonaan uusi, käytännön kokemuksiin pohjautuva tapa tehostaa ja organisoida teollisuustyötä. Taylor tuli siihen tulokseen, että on parempi tutkia ja tutustua työtehtävään tarkasti, ja sen pohjalta kehittää työmenetelmiä tehokkaammiksi, kuin seurata sokeasti vanhoja käytäntöjä ja traditioita. Näistä opeista syntyi perusta työn mittaus- ja kellotustyölle. (Seeck 2008, 52-54.)

Taylorismille ominaisia piirteitä ovat

- Näkökulma työn johtamiseen ja prosessien kehittämiseen on tieteellinen ja mittauksiin perustuva.
- Työtehtävälle on sovittu kaikille samat työmenetelmät, joihin työntekijät koulutetaan ja joiden noudattamista johto valvoo.

- Työ on jaettu osiin, jolloin sama työntekijä ei tee kaikkia työn vaiheita, vaan aikasäästöt saavutetaan osittamalla työvaiheet eri tekijöille. Tästä sai alkunsa liukuhihnatyö.
- Työtehtävät jaetaan henkilön omien kykyjen mukaan, jolloin valinta perustuu työntekijän tekniseen osaamiseen, koulutukseen tai kokemukseen.
- Muuttamalla palkkaus riippuvaiseksi henkilön tuotoksen määrästä, eli siirtyminen aikapalkasta kappalepalkkaan, kavennettiin työntekijöiden valtaa tuotannossa suhteessa laitoksen omistajiin.
- Toteutuksen ja suunnittelun erottamisella toisistaan korostettiin työnjohdon ja työntekijöiden "nokkimisjärjestystä". (Seeck 2008, 52-54.)

4.2.2 Fordismi

Fordismilla tarkoitetaan taylorismista kehittynyttä liikkeenjohtamissuuntaa, jossa keskeisin osa on massatuotannolla ja kansallisen poliittisen yhtenäisyyden takaamisella. Fordismissa pyrittiin kansallista kysyntää tehostamaan maksamalla työläisille korkeampaa palkkaa, jonka he luonnollisesti käyttäisivät hyödykkeisiin, joita he eivät muuten voisi hankkia. Fordin automobiili tottakai lukeutui tuohon aikaan juuri tällaisten hyödykkeiden joukkoon, joten investointi työntekijöiden palkkaan maksaisi itsensä takaisin kohonneena myyntinä ja mainontana lukuisten autojen liikkeessä kaupunkikuvassa. Tällä myös voitettiin työntekijöiden luottamus ja saatiin heidät pysymään tyytyväisempinä verrattuna muiden tehtaiden työläisiin. Näin pyrittiin kanavoimaan pääoman kasaantumista hyvinvoinniksi yhteiskuntaan. (Seeck 2008, 61-63.)

Henry Ford oli iso tekijä teollisuustuotteiden massatuotannon kehittämisessä. Fordin ja hänen insinööriensä kehitystyön tuloksena alettiin Fordin autotehtaassa koko tehtaan tuotantoteknisenä ratkaisuna käyttää jo 1900-luvun alussa kokoonpanolinjoja, joissa kokoon pantava tuote siirtyy kuljettimella työpisteeltä toiseen. Liukuhihnatuotannolla oli hyvin positiivinen vaikutus tuotantomääriin, mutta negatiivinen työn yksipuolisuuden lisääjänä. (Seeck 2008, 61-63.)

4.2.3 Työmittauksen menetelmiä

Liikeaikatutkimuksessa (Methods Time Measurement) työ jaetaan perusliikkeisiin, joiden aika-arvot saadaan jo olemassa olevasta taulukosta, eli jo aikaisemmin tehdystä työaikatutkimuksesta. Lähtökohtana on ajatus, jonka mukaan ihmisen tekemä työ voidaan jakaa pienempiin osiin, joista taas voidaan yhdistellä haluttuja kokonaisuuksia.

Kelloaikatutkimuksessa keskeisintä osaa näyttelevät työpaikan ja työhön vaikuttavien tekijöiden tarkka kuvaus. Tähän sisältyy oleellisena osana työn jakaminen työvaiheisiin, kone- ja käsiaikojen erottaminen omiksi ryhmikseen, ja vaiheiden alkamis- ja päättymishetkien sekä niiden joutuisuuksien määrittely. Työn joutuisuudella viitataan työntekijän suhteelliseen nopeuteen työn tekemishetkellä, ja se useimmiten arvioidaan silmämääräisesti. Joutuisuutta merkitään kertoimella, joka yleensä vaihtelee 0,8...1,2 välillä. Kun työntekijä työskentelee normaalinopeudella (vrt. MTM:n taulukot) noudattaen aikatutkimuksessa kuvattua työmenetelmää, on joutuisuuskerroin 1,0.

Havainnointitutkimusta tehtäessä tutkimuksen tekijällä on lista havainnoitavista asioista, kuten työvaiheista tai muista tapahtumista. Kokoonpanotyötä tehtäessä, riippuen tutkimuksen tarkkuudesta tai laajuudesta, listalla voisivat olla esimerkiksi osien keräily, varsinainen kokoonpano/kytkentätyö, aloitus/lopetustoimet, työpisteen siivous, sekä tauko-aika. Havainnointitutkimuksen perusajatus on, että tutkimuksen kohdetta ei tarkkailla koko ajan, vaan ennalta määritellyin väliajoin. Väliajat voivat olla esimerkiksi 1...30 minuuttia, tai kohdetta voidaan tarkkailla satunnaisesti. Tämä mahdollistaa sen, että tutkimuksen tekijä voi seurata useita kohteita samanaikaisesti, mikä lisää tutkimustavan kustannustehokkuutta merkittävästi. Aina määritellyn väliajan täytyessä tutkija merkitsee ylös tutkijamiehen kirjanpitoa käyttäen, mitä tutkimuksen kohdehenkilö tekee juuri sillä hetkellä. Työpäivän tai muutoin määritellyn tutkimusajan päättyessä lasketaan yhteen havainnointikerrat, ja kunkin työvaiheen esiintymiset. Näitä vertaillen saadaan tulokseksi arvio ajankäytöstä työvaihetta kohden prosentteina kokonaisajasta. Tutkimus on paljon käytetty, mutta

suhteessa muita aikatutkimuksen muotoja vähemmän yksityiskohtainen. Tutkimusta aloitettaessa on havainnoitavien tehtävien määritelmien ja rajausten oltava hyvin tarkat, jotta vastaan ei tule aikaa vieviä "rajatapauksia".

Aikalaskelmaa voidaan oikeastaan pitää aikatutkimuksen seuraavana vaiheena, sillä sen lähtökohtana ovat valmiit aika-arvot, tai arvot jotka voidaan laskea etukäteen. Tämä tietysti toimii tarkimmin kun työt on jaettu riittävän pieniin ja tarkoin määriteltyihin osiin. Aikalaskelmaa käytetään yleisimmin kone- ja prosessiaikojen määrittämiseen, kun esimerkiksi koneen työstöarvot ja sillä käsiteltävät kappaleet tunnetaan.


5 Työn toteutus

Yrityksessä ei ole aiemmin tehty työaikoihin liittyvää tarkkaa aikatutkimusta, joten valmiita mittausaikoja ei ollut saatavilla. Myöskään ei aiemmin oltu paperille määritelty eri työvaiheiden kulkua, työjärjestystä tai muita tähän työhön liittyvää materiaalia, joten kaikki on aloitettu täysin puhtaalta pöydältä. Työn aiheeksi rajattujen johtosarjojen tuoteperhe sisältää tuotteita, jotka ovat pitkälle yksilöityjä asiakkaan tarpeiden mukaan, joten yksittäisten tuotenimikkeiden tutkiminen on käytännössä mahdotonta. Jotta päästäisiin haluttuun lopputulokseen, eli yleispätevään johtosarjan tuotantoajan laskentatyökaluun, ainoana lähestymistapana on pilkkoa sarjan työvaiheet pieniin, joka tuotteen kohdalla toistuviin osiin. Näistä osista mitattiin niiden tekemiseen kuluva aika sekunttikelloa käyttäen yhden sekunnin tarkkuudella. Jotta tuloksista voitiin eliminoida työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet, otettiin samoista työvaiheista mittausaika kolmelta eri työntekijältä, joiden työskentelytapojen tiedettiin ennalta eroavan joiltakin osin toisistaan. Koska yleisen tiedon mukaan kukaan ei tee samaa työtä aina täsmälleen samalla tavalla, haluttiin myös satunnaiset erot työntekijän omassa työskentelyssä eliminoida mittaustuloksissa. Mahdollisimman pieneen virhemarginaaliin pääsemiseksi jokaiselta työntekijältä haluttiin kaikista työvaiheista enemmän kuin yksi vertailuaika.

Kellotetut vertailuajat syötettiin taulukko-ohjelmaan pitäen siten, että eri työntekijöiltä mitatut ajat pysyvät erillään toisistaan. Kunkin työntekijän kullekin työvaiheelle laskettiin mitatuista ajoista keskiarvoaika. Näistä ajoista laskettiin taulukko-ohjelmalla omalle taulukkosivulleen jokaiselle työvaiheelle lopullinen, varsinaisessa laskentataulukossa käytettävä keskiarvo. (Taulukko 1)

Taulukko 1: Laskennallisen vertailuarvon syntyminen

Työntekijä	Tt1	Tt2	Tt3
Vertailu- arvot	arvo 1 arvo 2 arvo 3 arvo 4	arvo 1 arvo 2 arvo 3	arvo 1 arvo 2 arvo 3 arvo 4
keskiarvo	keskiarvo 1	keskiarvo 2	keskiarvo 3



Laskennallinen arvo

Laskentataulukon luettavuuden lisäämiseksi on sen rakentamisessa pysytty samassa työvaihejaottelussa, jota on käytetty alusta asti. Laskentataulukon luomista varten työvaiheiden laskennalliset keskiarvoajat on koottu uuteen taulukkotiedostoon omalle välilehdelle niin sanotuksi arvotaulukoksi, josta ne on helppo poimia laskuriin, ja jossa niitä voidaan tarpeen mukaan muokata sen vaikuttamatta laskurin toimintaan. Laskuri on muotoiltu siten, että sitä lukeakseen ei tarvitse rullata rivejä vasemmalta oikealle, vaan kaikki tieto kulkee loogisessa järjestyksessä ylhäältä alas. Ylimmäksi on merkitty työn aloitusvaiheet suorittamisjärjestyksessä, ja muut vaiheet vastaavasti niiden alapuolelle. Kunkin työvaiheen kuvauksen viereiseen soluun on määritelty paikka syötettävälle kertoimelle, joka kuvaa työvaiheen esiintymistä yhteensä työn aikana. Kertoimen viereiseen soluun on luotu kaava, joka laskee soluun työvaiheen keskiarvoajan arvotaulukosta kerrottuna määritellyllä kertoimella. Kerroinsolun ollessa tyhjä, on laskentasolun arvo luonnollisesti nolla. (kuva 4)

Suojaputkien leikkaus:			
vaihe	kpl	aika	
Paer -putket:			
Pituus <1m	14	03:40	00:00:00
1...5m	2	01:09	00:00:00
>5m		00:00	00:00:00
Paer-putket:			00:04:50
			00:00:00

Kuva 4: Kerroinsolun käyttö

Vertailun vuoksi laskuriin on sisällytetty mahdollisuus laskea työaika myös mikäli johtosarjaa valmistetaan kerralla useampia kappaleita. Laskentalehden ylälaitaan on laitettu solu, johon sarjakoko voidaan merkitä, ja työvaiheiden kohdalle laskentasolun viereen laskentasolu sarjatyölle. Mikäli sarjakoon määritellään olevan suurempi kuin yksi, näyttää laskuri sarjatyön laskentasolussa arvon, joka on työvaiheeseen normaalisti kuuluva aika kerrottuna sarjakoolla.

Laskurin toimintaa testattaessa alkoi myös apuajan määrittäminen. Apuaika, eli varsinaisen kokoonpanotyön lisäksi johtosarjan kokoonpanoon välittömästi kuuluva työ, mitattiin suurpiirteisesti seuraamalla työntekijää ja ottamalla ylös kellonaika hänen sekä aloittaessaan uutta työtä että saadessaan sen valmiiksi. Työntekijän kootessa sarjaa laskettiin sillä välin sarjan laskennallinen työaika juuri aikaansaadulla laskurilla. Näiden aikojen erotuksesta saatiin apuaika, ja se muutettiin prosenttiarvoksi kokonaistyöajasta. Apuaikaa määritettäessä otettiin yhteensä 21 vertailuaikaa.

Apu aika on liitetty laskuriin alimmaiseksi alakohdaksi, erillisen muista ajoista, ja se on jaettu tauko aikaan, johdonvedon apu aikaan, ja muuhun apu aikaan. (Kuva 5) Johtosarjan johtimien veto johdonkatkaisu- ja merkintälaitteella on erotettu omaksi kohdaksi, sillä se tehdään useimmiten eri aikaan sarjan kokoonpanon kanssa, ja sen tekee yleensä joku muu kuin sarjan kokoaja.

Apuaika: (% kokonaisajasta)					
kuvaus	%		aika		
Tauot (8min/h)	12,50%	→	00:01:11	00:00:00	
muu apuaika	27,55%	→	00:02:37	00:00:00	
Johdonvedon apuaika	21,64%	→	00:00:00	00:00:00	
Apuaika yhteensä:				00:03:48	00:00:00

Sarjan valmistus yhteensä:	00:09:30	00:00:00
Apuajalla:	00:13:18	00:00:00
eräkoko	1	

Kuva 5: Apuaika

5.1 Työajan jakaminen osiin

Työajan osiin jakaminen on aloitettu jakamalla työaika ensin perusvaiheisiin, jotka ovat johtosarjan **aloitusvaiheet**, varsinaiset **kytkentätoimenpiteet**, ja **lopetusvaiheet**. Perusvaiheet jaettiin määrittelyvaiheisiin, ja määrittelyvaiheet vielä pienempiin osiin. Näiden päätelmien ja määritelmien perusteella luotiin kellotusta varten ajanottotaulukko, johon mittaustulokset ja vertailuarvot huomautuksineen kirjattiin. (Liite 3)

5.1.1 Aloitusvaiheet

Johtosarjan kokoonpaotyön aloitusvaiheiksi on määritelty kuulumaan ne työvaiheet, jotka eivät näennäisesti edistä sarjan valmistumista, mutta jotka on pakko suorittaa ennen varsinaisen kytkentätöiden aloittamista. Näihin vaiheisiin kuuluvat työpiirustusten hankinta, tarvittavien osien keräily, johtojen määrämittaan katkaisu tai jo valmistetun johtonipun etsintä narikasta, sekä suojaputkien leikkaus.

Aloittaessaan uuden työn työntekijä valitsee sillä hetkellä tuotannossa olevasta työmääräimestä seuraavan vapaan työn, jonka kohdalle hän vetää nimikirjaimensa merkiksi muille, ja kirjaa työmääräimen ja valitun työn tunnukset ylös tiedoksi itselleen. Tämän jälkeen hän etsii sarjan työpiirustukset ja osaluettelot toisesta kansioista, jota tuotannonsuunnittelu ylläpitää ja päivittää, ja kopioi ne itselleen. Työ leimataan aloitetuksi omalla henkilönnumerolla myös tuotannonohjausjärjestelmään.

Tarvittavien osien keräily tapahtuu osaluetteloon merkittyjen osanumeroiden ja hyllypaikkojen mukaan. Osavarasto on jaettu useisiin eri paikkoihin lähinnä sen mukaan, missä niitä useimmiten tarvitaan. Joillakin tuotteilla on kaksikin hyllypaikkaa, toinen "päävarastossa" ja toinen "lähihyllyssä". Jokaisella työntekijällä on lisäksi omassa työpisteessään kokoelma yleisimmin käytettäviä liittimiä ja muita pikkuosia, jotta niitä ei tarvitse kerätä joka kerralla erikseen.

5.1.2 KytKentävaiheet

Toisin kuin aloitusvaiheisiin, sarjan kytKentävaiheisiin on määritelty kuulumaan ne työvaiheet, jotka jotka konkreettisesti edistävät tuotteen valmistumista. Näihin työvaiheisiin kuuluvat sarjan putkitus- ja haaroitustyöt merkintöineen, kontaktien puristamiset ja liittinten kytKennät haarojen päihin.

Työntekijä aloittaa johtosarjan kytKentätyön yleensä, mikäli mahdollista, siitä liittimestä, johon on merkitty kytKettäväksi eniten johtimia. Tällöin voidaan monesti jo silmämääräisesti havaita useiden johtimien tuleva sijoituspaikka haaroituksessa ilman johdinmerkintöjen tarkkaa tutkimista, sillä johtimet jäävät eri mittaisiksi. Poikkeuksen kytKentäjärjestyksessä aikaansaavat useissa johtosarjoissa käytettävät prässätyt liittimet tai anturit, joista työssä käytetään yleisnimitystä "valmiskaapelit". Jos sarjaan on merkitty käytettäväksi näitä liittimiä, on kytKentää suoritettaessa käytettävä erityistä tarkkaavaisuutta kytKentäjärjestyksessä, jotta kaapeleiden lopullinen mitta on sarjassa oikein. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että työntekijän on sijoitettava kaapeli putkitukseen ensimmäisenä, ja kytKettävä se vasta viimeisenä, jotta johtimien päät voidaan lyhentää oikeaan mittaan. Vaikka nämäkin toimenpiteet

vaikuttavat työskentelyaikaan hidastavasti, valmiskaapelien käytössä aikaa vievin osuus on niiden kuorinta johtimia vahingoittamatta. Valmiskaapelien kuorinnasta on siksi otettu aika erikseen.

Johtosarjan kytkentävaiheessa siihen kuuluvat johtimet jaotellaan työpiirustuksessa määriteltyihin suojaputkiin kytkentätaulukon mukaisessa järjestyksessä. Näin syntyvien haarojen päihin lähes poikkeuksetta kytketään liitin, joka on määritelty työpiirustuksessa ja osaluettelossa. Liittimen kontaktien järjestys on määritelty johtosarjan kytkentätaulukossa. Jokainen liitin tulee merkitä merkintäliuskaan pujotetuilla irtomerkeillä, joka kiinnitetään nippusiteillä suojaputkeen liittimen juureen. Haaroitustyöhön kuluva aika on riippuvainen paitsi siihen käytettävien suojaputkien määrästä, myös niiden pituuksista, sillä johdinten sovittaminen hyvin putkään putkeen on vaikea, sillä putki on paitsi ulko-, myös sisäpinnaltaan epätasainen, ja se harvoin pysyy täysin suorassa. Tämän seurauksena työtä varten oli otettava vertailuajat sovitettaessa eri määriä johtimia eri mittaisiin putkiin.

Johtosarjoissa käytetään hyvin monenlaisia liittimiä, jonka seurauksena myös käytettäviä kontakteja on useita erilaisia. Kontaktit ja liittimet jaettiin työssä ryhmiin niiden laadun ja niiden käyttöön kuluvan ajan mukaan. Kontaktit jaettiin ryhmiin hyvin karkeasti lähinnä asennustyökalun perusteella, kun taas liittinten ryhmiin jakamiseen tarvittiin huomattavasti enemmän näkemystä. Pääosa yleisimmin käytetyistä liittimistä ovat nopeita käyttää, kun taas jotkin liittimistä ovat äärimmäisen hitaita, hyvänä esimerkkinä liittimet, joissa on mukana johtimien päihin juotettavat kontaktit.

5.1.3 Sarjan lopetusvaiheet

Kokoonpanovaiheen jälkeen valmis johtosarja testataan Technionin omavalmisteisissa testipenkissä. Testipenkkiin kiinnitetään testauskaapelit, joihin on kytketty vastakappaleita johtosarjoissa käytettäville liittimille. Kaapeleita on kymmeniä erilaisia, sillä käytettäviä liittintyyppäjä on paljon. Jokaiselle tuotantoon tulevalle sarjalle tehdään suunnitteluosaston toimesta testipenkkiin testausohjelma,

joka yleismittarin piippaustoiminnon tavoin tarkistaa johtosarjan jokaisen kontaktiparin yhteyden yksi kerrallaan, ja ilmoittaa käyttäjälle, mikäli johdin on kytketty joko väärään liittimeen, tai liittimen väärään napaan.

Tullessaan testipaikalle työntekijä kirjautuu omalla työntekijänumerollaan testipenkin tietokoneelle, ja lataa penkkiin kokoamalleen sarjalle räätälöidyn testiohjelman. Ohjelma kertoo käyttäjälle tämän tarvitsemat testikaapelit ja määrittelee sarjan kaikille liittimille vastakappaleet testikaapelista. Kun liittimet on kytketty, ohjelma "piippaa" kontaktit läpi. Mikäli ohjelma havaitsee kytkennässä virheen, se tulee korjata, jonka jälkeen sarja testataan uudelleen. Tehtaalta lähtee siis asiakkaalle vain taatusti toimivaa tuotetta.

Testauksen jälkeen tuotteeseen tulostetaan siihen kiinnitettävä tarra, josta käy ilmi tuotteen nimike, valmistumispäivä, sekä juokseva numerosarja, jonka perusteella tuote voidaan tunnistaa, ja mahdollisen ongelmatilanteen sattuessa voidaan jälkikäteen selvittää juuri sen nimenomaisen johtosarjan tietoja. Tarrauksen jälkeen johtosarja valmistellaan lähetettäväksi asiakkaalle kiertämällä se kuljetusta varten mahdollisimman siistille kiepille, ja kuittaamalla se valmistuneeksi sekä tuotannonohjausjärjestelmään, että tuotannon työmääräimeen.

5.2 Ajanotto eli kellotus

Osiin jaettujen työaikojen pohjalta laadittiin ajanmittaustaulukko, johon sekunttikellolla mitatut ajat olisi helppo merkitä. Jokaisesta työvaihekokonaisuudesta, kuten piirustusten käsittelystä, johtojen katkaisusta ja liitinten kytkemisestä tehtiin oma sivu ajanmittaustaulukoon. Jokaista kolmea seurattavaa työntekijää kohden oli oma nippu ajanmittaustaulukoita, jotta tulokset saatiin pysymään selkeästi erillään. (Liite 1)

Itse ajanmittaus toteutettiin seuraamalla kunkin työntekijän tavanomaista työskentelyä sekunttikellon kanssa, ja merkitsemällä aikoja taulukkoon. Menetelmä poikkesi tavanomaisesta aikatutkimuksen toteutustavasta siten, että työntekijää oli tarkkailtava

hyvin lyhyeltä etäisyydeltä. Tämä siksi, että muuten olisi ollut hyvin vaikeaa nähdä esimerkiksi työkaluun tarttumisia, käytettäviä kontaktityyppejä tai muita lopputuloksen kannalta oleellisia yksityiskohtia.

Johtosarjan testauksen ajanotto osoittautui odotettua ongelmallisemmaksi, sillä sitä ei voitu sitoa selviin säännönmukaisuuksiin. Testausta kellotettaessa kävi ilmi, että valtaosa testauspaikalla käytetystä ajasta kuluu testauskaapelien käsittelyyn, eli niiden kytkemiseen kiinni sarjaan ja irrottamiseen siitä. Kuluva aika oli verrannollinen liitinten ja sitä kautta myös testikaapelien määrään, mutta lukuisten kaapelien ja liitinten yhdistelmien takia ei suoraa säännönmukaisuutta kuluvan ajan suhteen voitu osoittaa.

Testauspaikan tietokone tallentaa testilogiin tiedot kaikista testauspaikan tapahtumista. Logiin kirjautuu sarjakohtaisesti testauspaikalla käytetty aika alkaen siitä hetkestä kun työntekijä kirjautuu tunnuksillaan testauspaikan tietokoneelle siihen hetkeen asti kun hän kirjautuu siltä ulos. Logista on nähtävissä tietyn sarjan kohdalla sen testaustapahtumien keskimääräinen ajankulutus, mutta sitä ei voitu suoraan käyttää laskurin laskenta-arvona, sillä työntekijöiden koneelta uloskirjautumisen ajankohta vaihtelee yhdenmukaisesta ohjeistuksesta huolimatta. Osa työntekijöistä kirjautuu ulos testikoneelta ennen kaapelien kytkennän purkamista, ja osa vasta purkamisen jälkeen, mikä aiheuttaa vaihtelua logiin tallentuvassa testausajassa. Testiaikojen kellotusarvoja ja testilogin aikoja verrattaessa huomattiin, että aikojen keskiarvot poikkeavat toisistaan keskimäärin yhden minuutin verran. Tämän vuoksi testausaikaa ei voitu määrittellä laskurin arvotaulukkoon, vaan jokaisen johtosarjan kohdalla se pitää erikseen poimia testilogista. Uusien, vasta tuotantoon tuevien johtosarjojen kohdalla on käytettävä sarjaa rakenteeltaan samankaltaisimman jo tuotettavan johtosarjan testausaikaa, kunnes tuotteelle kertyy omaa testilogidataa.

Kaikista työvaiheista on pyritty ottamaan vähintään kolme vertailuaikaa jokaiselta tarkkailtavalta työntekijältä, jotta mahdolliset satunnaiset poikkeamat saataisiin neutraloitua ja siten pienennettyä virhemarginaalia. Joistakin työvaiheista ei niin montaa vertailuaikaa ollut mahdollista saada, sillä ne sisältyvät vain harvoihin

johtosarjoihin. Esimerkkinä mainittakoon juotettavien liitinten kytkentätyöt, joista vertailuaikaa ei saatu tilauskannan vuoksi ollenkaan.

5.3 Laskentataulukon luonti

Mitatut työajat on syötetty tietokoneen taulukko-ohjelmaan, jokaisen työntekijän mittausajat omiin osioihinsa. Taulukkoon syötetyistä vertailuarvoista on laskettu jokaisen työntekijän jokaiselle työvaiheelle keskiarvo, joita käytetään peruslaskenta-arvona työn myöhemmissä vaiheissa. Työntekijöiden keskiarvojen pohjalta lasketaan jokaiselle työvaiheelle laskenta-arvo, joiden pohjalta varsinainen työaikalaskuri on luotu. Laskenta-arvot on aseteltu laskuriin sen arvotaulukoksi nimetylle välilehdelle, joka taas on määritelty laskurille sen käyttämäksi tiedonlähteeksi. (Kaava 2)

$$\frac{Keskiarvo1 \square Keskiarvo2 \square \dots \square Keskiarvo x}{x} = \text{Laskenta- arvo}$$

$$\frac{Vertailuaika 1 \square Vertailuaika 2 \square \dots \square Vertailuaika x}{x} = Keskiarvo 1$$

Kaava 2: Laskenta-arvon määrittäminen

Laskentataulukon muotoilussa on huomioitu paitsi selkeys ja käytännöllisyys, myös tulevan käyttäjäkunnan toiveet luomalla taulukkotiedostoon useampia välilehtiä, joille varsinaiseen laskentataulukkoon syötetyt arvot kopioituvat. Näinollen voidaan helposti tarkastella tietoja eri näkökulmasta. Laskentataulukon ensimmäiselle välilehdelle on luotu itse laskuri. Laskurisivulla on listattuna työvaiheet allekkain selkeyden vuoksi jo aiemmin määritellyssä järjestyksessä. Työvaiheiden nimikkeen ja kokonaislaskenta-ajan väliin on jätetty solu kerrointa varten. Laskurin käyttäjä merkitsee kerroinsoluun kyseisen työvaiheen esiintymiskerrat laskennan kohteena olevasta johtosarjasta, jolloin laskuri laskee kokonaisajan kertomalla työvaiheelle määritellyn laskenta-arvon työvaiheen esiintymismäärällä. (Kuva 6)

Sarjan kokoaminen

Putkitus/haaroitus:				
sarjakkoon mukaan:		aika/putki		
Sarjan koko	putkia (kpl)	aika	aika	
1 putki		00:00	00:00:00	
3..10 putkea		00:00	00:00:00	
10...30		00:00	00:00:00	
30...45		00:00	00:00:00	
>45		00:00	00:00:00	
Haaroitus yhteensä:				00:00:00 00:00:00
Yksitt. Putket:		aika/metri		
vaihe	pituus (m)	aika		
Putki 1		00:00	00:00:00	
Putki 2		00:00	00:00:00	
Putki 3		00:00	00:00:00	
Putki 4		00:00	00:00:00	
Yksitt. Putket yhteensä:				00:00:00 00:00:00
Muut toimenpiteet:				
vaihe	kpl	aika		
Putken pään sulk. Kutistesukalla		00:00	00:00:00	
Merkintä-liuskat:		00:00	00:00:00	
Muut toimenpit. Yhteensä:				00:00:00 00:00:00
putkitus/haaroitus yhteensä:			00:00:00	00:00:00

Kuva 6: Laskurin asettelu

Kun johtosarjan kokoonpanon kertoimet on syötetty taulukon kerroinsoluihin, voidaan lopputulosta tarkastella useasta lähteestä. Laskurisivulta löytyy "protokertoimeksi" kutsuttu taulukko, joka lisättiin taulukkoon tuotannosuunnittelun toiveesta. Taulukko perustuu teoriaan, jonka mukaan johtosarjan prototyypin kokoamiseen kuluu noin kolminkertainen aika tuttuun tuotteeseen nähden. Ajan voidaan odottaa putoavan sarjaa tuotannollistettaessa. Putousvauhti riippuu johtosarjan eroavaisuuksista jo tuotannossa oleviin sarjoihin ja liitintyyppien "vaikeusasteesta".

Laskentatyökalun toinen välilehti on otsikoitu yhteenvedoksi, ja sille kopioituu työvaiheiden pääalueiden laskentatiedot. Taulukon tarkoitus on voida tarkastella työaikoja menemättä yksityiskohtiin. Näinollen voidaan esimerkiksi tulostaa yhteenvedo johtosarjan arvioidusta kokoonpanoajasta. (Liite 4)

Laskentatyökalun kolmas välilehti on pohjaltaan sama kuin aiemmin esitelty työaikalaskuri, mutta tehty ainoastaan tarkastelua varten. Laskentakertoimet kopioituvat ensimmäiseltä välilehdeltä, joten laskentatulokset ovat samat. Laskettaessa työvaiheaikojen keskiarvoaikoja havaittiin, että työntekijöiden väliset erot työajoissa saattavat olla huimia, joten haluttiin nähdä, millä alueella laskennalliset työajat vaihtelevat. Näin voidaan myös paremmin havaita mahdolliset epäkohdat työmenetelmissä, kun nähdään laskennallinen arvio siitä, mitkä työvaiheet ovat aikaavievimpiä, eli eroavat eniten laskennassa muutoin käytetystä keskiarvoajasta. Koska kaikilta seurattavilta työntekijöiltä ei ollut vertailuaikoja saatavilla jokaiseen työvaiheeseen, korvattiin puutteet varsinaisen laskurin käyttämällä laskenta-arvoilla.

Piirustukset ja leimaus:			00:05:50	00:06:15	00:06:44	00:04:33
vaihe	kpl	aika		Tt.1	Tt.2	Tt.3
Osien keruu:				00:00:00	00:00:00	00:00:00
nimkkeitä	0	00:00:00		00:00:00	00:00:00	00:00:00
johtonippu narikasta:	0	00:00:00	Osien keruu yhteensä:	00:00:00	00:00:00	00:00:00
				00:00:00	00:00:00	00:00:00

Kuva 7: Työntekijäkohtainen laskuri

5.4 Apuajan määrittäminen

Apu aika päätettiin määrittellä tässä työssä eri tavalla kuin perinteisin keinoin toteutetussa työaikatutkimuksessa, sillä tavoitteena oli selvittää nimenomaan todellista työaika. Näinollen loogisin keino apuajan määrittämiseen oli laskea laskentatyökalulla johtosarjalle tekemisaika ja samalla mitata siihen todellisuudessa kuluva aika. Näiden erotus oli siis apu aika, joka voitiin suhteuttaa prosenteiksi tekemisajasta.

Apuajan määrittämistä varten seurattiin taas kolmea eri työntekijää, joiden tekemisaika laskettiin käyttäen laskurissa työaikojen keskiarvoja. Apuajan määrittämistä varten tehtiin yhteensä 21 vertailua, joiden perusteella lopulliseksi apuajaksi saatiin prosenttiarvo lasketusta tekemisajasta. Työntekijäkohtaiset erot tulivat apuaikaa määritettäessä erityisen hyvin ilmi, sillä huomattiin keskimääräisen apuajan vaihtelevan työntekijöiden välillä laajasti. Tämä havainto oli yksi niistä tekijöistä, joiden takia laskuriin haluttiin lisätä edellisessä luvussa mainittu työntekijäkohtainen laskentataulukko.

Mitattaessa aikaa apuajan määrittelemiseksi laskettiin mukaan myös kahvi- ja ruokatauot, mutta ne eroteltiin apuaikaan omaksi kohdaksi, jolloin ne voitiin paremmin suhteuttaa kuluvaan työaikaan. Taukoajaksi laskettiin kuuluvaksi 30 minuutin ruokatauko, kaksi kymmenen minuutin kahvitaukoa sekä yrityksessä yleisesti hyväksytyt kaksi viiden minuutin tupakkatauko. Näin ollen taukoajaksi työpäivää kohden saatiin yksi tunti, eli kahdeksan minuuttia työssäolotuntia kohden. Työpäivästä siis kuluu 12,5 prosenttia taukoihin.

Laskuri laskee apuajan suhteessa laskennalliseen tekemisaikaan. Tässä laskelmassa johdonveto on erotettu omaksi kohdaksi, sillä se useimmiten tehdään eri aikaan sarjan kokoonpanon kanssa sekä erilaisissa tuotantoerissä. Johdonvedolle on siis laskettu oma apuaika, johon lisätään taukoajaksi samalla periaatteella kuin kokoonpanon apuaikaankin. Näin saadaan lopputuloksesta todenmukaisempi.

6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda yrityksen tarjouslaskentaa helpottamaan laskentatyökalu, jolla johtosarjan kokoonpanotyöhön kuluva aika voidaan arvioida etukäteen. Työkalun käyttämät arvot kerättiin työaikatutkimuksella joka räätälöitiin tarkoitukseen sopivaksi yhdistelemällä ominaisuuksia eri työaikatutkimusmenetelmistä. Työvaiheista mitattiin useita vertailuarvoja ja laskuri käyttää laskenta-arvoinaan niiden keskiarvoja

virhemarginaalin minimoimiseksi. Apuaika määriteltiin johtosarjan laskennallisen tekemisajan ja siihen todellisuudessa kuluvan ajan erotukseksi. Apuaika suhteutettiin prosenteiksi tekemisajasta.

Laskurin luomisen ja apuajan määrittelyn jälkeen laskurin toimintaa testattiin syöttämällä laskuriin johtosarjojen arvoja ja tarkistamalla aika mittaamalla. Vertailuja tehtiin toista kymmentä, ja erot laskennallisen ja mitatun arvon välillä vaihtelivat enimmilläänkin vain noin kymmenen prosentin verran ylös- ja alaspäin työntekijästä riippuen, joten laskuria voitiin pitää toimivana. Toimintaa testattiin myös työntekijäkohtaisesti työntekijöiden omilla laskenta-arvoilla ja määrittelyillä apuajoilla, jolloin laskennallisen ja mitatun ajan erot olivat keskimäärin enää muutaman prosentin luokkaa.

Työaikalaskurin parissa työskentely oli varsin mielenkiintoinen projekti, ja sen myötä tuli ilmi paljon sellaista, mitä muuten en välttämättä olisi tullut ajatelleeksi. Suurin yllätys oli apuajan suuruus, eli työvaiheiden väliin jäävä ennalta määrittelemätön aika, joka kuluu aivan huomaamatta sekunti siellä ja toinen täällä. Itsekin kyseistä työtä tehneenä en osannut ennalta aavistaa tekemisajan ja apuajan suhdetta todellisessa työajassa.

Opinnäytetyö poiki myös ajatuksia joidenkin työvaiheiden tehostamiseen ja ajan säästämiseen työmenetelmien kautta. Pääasiassa tehdyt parannusehdotukset koskivat työmenetelmien yhtenäistämistä tekemisjärjestyksessä ja ongelmanratkaisussa. Lisäksi suojaputkien leikkausta tarkastellessa huomattiin, että leikkausvaiheessa valtaosa ajasta kuluu työpiirustuksen tarkasteluun. Ajattelin, että työtä voitaisiin nopeuttaa taulukoimalla putkien mitat koon mukaan erilliselle sivulle työpiirustusten ja kytkentäkaavioiden lomaan. Sain työnjohdolta luvan testata teoriaani, ja ajanmittauksen jälkeen todettiin, että taulukko nopeuttaa leikkausvaihetta merkittävästi. Tuotannosuunnittelu jäi harkitsemaan suojaputkien leikkaustaulukon käyttöönottoa johtosarjoissa.

Työaikalaskuri työaikatutkimuksineen on toteutettu ennen yrityksen muuttoa nykyisiin tiloihinsa, mutta sen käyttämät työajat ovat silti edelleen pääosin päteviä. Muutoksia tapahtuu lähinnä niissä työajoissa, jotka sisältävät siirtymisaikoja, kuten osien keräys ja työpiirustusten kopiointi sekä työn leimaus. Muutto saattaa ensin vaikuttaa myös apuaikaan, mutta sen voidaan olettaa tasoittuvan työnteon uudelleen rutinoitumisen myötä. Mikäli yritys tekee muuttuneista työajoista uuden työaikatutkimuksen tai haluaa lisätä laskuriin työvaiheita, on niiden lisääminen laskuriin hyvin yksinkertaista. Työaikatutkimuksesta saadut työajat voidaan lisätä tai muuttaa työaikalaskurin arvotaulukkoon, jolloin arvot muuttuvat suoraan laskentaan. Työvaiheita voidaan myös lisätä laskuriin lisäämällä taulukkoon rivejä, sillä taulukon soluja ei lukittu. Laskurin toiminta ei häiriinny, vaikka työvaiheet lisääntyisivätkin.

Opinnäytetyöni kautta koen oppineeni paljon paitsi metodeista työajan tarkastelemiseen, myös työn objektiivisesta havainnoinnista. Ennen opinnäytetyöni aloittamista olin työskennellyt yrityksen johtosartuotannossa jonkin aikaa niiden johtosarjojen parissa, joita opinnäytteeni rajattiin käsittelemään. Ilman tällä tavoin esikerättyä tietoa johtosarjojen kokoonpanotyön vaiheista olisi työtä ollut hyvin vaikea aloittaa. Aikaisempi työskentelyni yrityksessä helpotti myös tarkastelun kohteena olevien työntekijöiden suhtautumista kellotukseen ja työn aikana ilmenneisiin parannusehdotuksiin.

LÄHTEET

Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, Kannattavuussuunnittelu ja -laskenta, suomentanut Maarit Tillman, 3.painos, Juva, Tietosanoma, WS Bookwell Oy

Seeck, Hannele 2008, Johtamisopit Suomessa, Esa Print Oy, Tampere, Gaudeamus Helsinki University Press, Oy Yliopistokustannus, HYY Yhtymä

Technion Oy 2010, Yritys [Viitattu 12.2.2010] . Saatavissa www.technion.fi > Yritys

Technion Oy 2010, Historia [Viitattu 12.2.2010] . Saatavissa www.technion.fi > Yritys > Historia

Wikipedia 2010, Työaika [Viitattu 8.6.2009] . Saatavissa <http://fi.wikipedia.org> > työaika

Piiustukset

Vaihe	Vert.1	Vert.2	Vert.3	Vert.4	Keskiarvo	Huom!
Työn valinta, merkintä työmääräimeen						
Kuvien etsintä, version tarkistus						
kopiointi						
Leimaus						
yht.						

kokonaisaikojen
keskiarvo:
keskiarvojen
keskiarvo:

Työaikatutkimuksessa käytetty ajanmittaustaulukko

Tt.2

Vaihe	Vert.1	Vert.2	Vert.3	Vert.4	Keskiarvo	Huom!
Työn valinta, merkintä työmääräimeen	03:00	01:34	02:10	01:07	01:58	
Kuvien etsintä, version tarkistus	01:26	00:43	02:31	01:04	01:26	
kopiointi		01:02	01:14	01:03	01:06	
Leimaus	05:27	01:58	00:45	01:50	02:30	
yht.	09:53	05:17	06:40	05:04	06:44	06:43,50

kokonaisaikojen
keskiarvo: 06:44

Työaikatutkimuksen aikana täytetty ajanmittaustaulukko

Aloituvaiheet									
Johtojen katkaisu:									
vaihe	kpl	aika							
Johdot leimalla:					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
Pituus <1m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
1...5m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
>5m	0	00:00:00	Johdot leimalla:	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Johdot leimalla:	00:00:00 00:00:00 00:00:00
Johdot mustesuihkulla:					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
Pituus <1m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
1...5m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
>5m	0	00:00:00	Johdot mustesuihkulla:	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Johdot mustesuihkulla:	00:00:00 00:00:00 00:00:00
Johdot ilman merkintää:					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
Pituus <1m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
1...5m	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
>5m	0	00:00:00	Johdot ilman merkintää:	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Johdot ilman merkintää:	00:00:00 00:00:00 00:00:00
Merkinnän muutos:					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
Leima	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
Mustesuihku	0	00:00:00	Merkinnän muutos:	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Merkinnän muutos:	00:00:00 00:00:00 00:00:00
Muut toimenpiteet:					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
Johdon vaihto	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
Katk. Pit. Muutos	0	00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
nauhan vaihto ym.	0	00:00:00	Muut toimenpiteet:	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Muut toimenpiteet:	00:00:00 00:00:00 00:00:00
Apuaika: (% kokonaisajasta)					Tt.1	Tt.2	Tt.3		
kuvaus		%			%	%	%		
Tauot (8min/h)		12,50%			12,50%	12,50%	12,50%		
muu apu aika		9,14%			9,14%	9,14%	9,14%		
Apu aika yht.		21,64%			21,64%	21,64%	21,64%		
→		00:00:00			00:00:00	00:00:00	00:00:00		
Johtojen katkaisu yhteensä:				00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00		
Johtojen katkaisu apuajalla:				00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00		

Työaikalaskuri, johon lisätty työntekijäkohtainen vertailulaskuri

Työn aloitusvaiheet:			
Johtojen katkaisu:		Piiirustukset ja leimaus:	
Johtot leimalla:		Osiin keruu:	
Pituus <1m		Aika/nimike	
1...5m		Aika/kpl	
>5m		Johtot ja kaapelit:	
Johtot mustesuihkulla:		johtonippu narikasta:	
Pituus <1m		Kaapelit kelasta:	
1...5m		etsintä:	
>5m		Mittaus & katkaisu:	
Johtot ilman merkintää:		Kuorinta:	
Pituus <1m		6- ja 10mm² johdot:	
1...5m		Pituus <1m	
>5m		1...5m	
Merkinnän muutos:		>5m	
Leima		Parikierto:	
Mustesuihku		Pituus <1m	
Muut toimenpiteet:		1...5m	
Johton vaihto		>5m	
Katk. Pit. Muutos		Valmiskaapelit:	
nauhan vaihto ym.		Kuorinta s/m	
		Suojaputkien leikkaus:	
		Paer -putket:	
		Pituus <1m	
		1...5m	
		>5m	
		Pa -putket:	
		Pituus <1m	
		1...5m	
		>5m	
		PVC -sukat:	
		Pituus <1m	
		1...5m	
		>5m	

Sarjan kokoaminen:			
Kutistesukat:			
Merkintäliuskat:			
Putkitus/haaroitus:			
sarjakkoon mukaan:	aika/putki	aika/johto	
1 putki			
3..10 putkea			
10...30			
30...45			
>45			
Yksitt. Putket:			
aika/m			
aika/johto/m			
Kontaktit:			
Kuorinta, <2,5mm ²			
Kuorinta, >2,5mm ²			
"pujotettavat" kontaktit			
"vaolliset" kontaktit			
6/10mm ² liittimet ym			
puristus koneella			
		Liittimet: (aika/kontakti)	
		Liittimet ilman adapteria:	
Taso 1			
Taso 2			
Taso 3			
		Liittimet adapterilla:	
Taso 1			
Taso 2			
		Automaatiokaapeli liittimet	
Puristettavat kontaktit			
Juotettavat kontaktit:			
		Pujotettavat merkinnät:	
aika/johto			

Työn lopetusvaiheet:			
Sarjan testaus:			
Testauslogin ja mitatun ajan keskim. Erotus:			
Valmistaminen:			
Kuittaus ja venti laatikkoon			
Valmiin sarjan niputtaminen:			
Sarja, jossa 1 putki:			
3..10 putkea			
10...30 putkea			
30...45 putkea			
>45 putkea			

Sarjan työajan yhteenlaskenta

Johtosarjan numero:

Valmistettavan erän
koko (kpl) :**Aloitusvaiheet**

Johtojen katkaisu yhteensä:	00:00:00	00:00:00
Piirustukset ja leimaus	00:05:50	00:00:00
Osien keruu yhteensä:	00:00:00	00:00:00
Johdot ja kaapelit yhteensä:	00:00:00	00:00:00
Suojaputkien leikkaus yhteensä:	00:00:00	00:00:00
<u>Aloitusvaiheet yhteensä:</u>	00:05:50	00:00:00

Sarjan kokoaminen

putkitus/haaroitus yhteensä:	00:00:00	00:00:00
kontaktit yhteensä:	00:00:00	00:00:00
Liitinten kytkentä yhteensä:	00:00:00	00:00:00
<u>Kokoamisvaiheet yhteensä:</u>	00:00:00	00:00:00

Työn lopetusvaiheet:

Sarjan testaus yhteensä:	00:01:10	00:00:00
Sarjan valmistaminen yhteensä:	00:02:30	00:00:00
<u>Lopetusvaiheet yhteensä:</u>	00:03:40	00:00:00

Apu aika: (% kokonaisajasta)

kuvaus	%		aika	
Tauot (8min/h)	12,50%	→	00:01:11	00:00:00
muu apuaika	27,55%	→	00:02:37	00:00:00
Johdonvedon apuaika	12,50%	→	00:00:00	00:00:00
<u>Apu aika yhteensä:</u>			00:03:48	00:00:00

Sarjan valmistus yhteensä:

00:09:30

00:00:00

Apuajalla:

13:18,29

00:00:00

Työaikalaskurin Yhteenveto -sivun asettelu