



Kati Jääskö

TYÖVAIHEAIKOJEN SELVITYS

TYÖVAIHEAIKOJEN SELVITYS

Kati Jääskö
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tekniikan yksikkö, Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma (240 op)

Tekijä(t): Kati Jääskö
Opinnäytetyön nimi: Työvaiheajojen selvitys
Työn ohjaaja(t): yliopettaja (OAMK) Jukka Jauhiainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2012 Sivumäärä: 56 + 2 liitettä

Tämä opinnäytetyö käsittelee Aspocomp Oulu Oy:n tuotannon eri osastojen läpimenoaikoja. Työn ensisijainen tavoite oli saada selkeä kuva läpimenoihin vaikuttavista tekijöistä ja luoda jokaiselle osastolle läpimeno-aulukko. Mahdolliset parannusehdotukset tuli myös saattaa yrityksen tietoon jatkotoimenpiteitä varten.

Läpimenoajojen kartoituksella Aspocomp Oulu Oy voi puuttua osastojen eri ongelmakohtiin ja saada työt etenemään nopeammin sekä ennustaa töiden valmistumiseen kuluvan ajan. Näin ollen yritys voi mahdollisesti myös lyhentää toimitusaikoja. Tuotannon läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu valmistuksen aloittamisesta siihen, kun tuote on valmis.

Eri osastoja kartoitettiin ja niihin tutustuttiin paikan päällä haastattelemalla työntekijöitä. Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin lomakehaastattelua eli esitettiin haastateltavalle henkilölle kysymyksiä strukturoidusta kysymysluettelosta. Luettelo suunniteltiin ennen osastoille perehtymistä.

Työstä saatujen tulosten perusteella todettiin, että eniten tuotantoa hidastavat odotusajat tietyille koneille. Työntekijän puutteellinen tietämys siitä, mitkä työtehtävät on suoritettava ensimmäisenä, olivat myös osasyynä läpimenoajojen kasvamiseen. Odotusaikojen lyhentämiseen, kyseisten koneiden kapasiteetteihin sekä tietokoneiden käyttöjärjestelmien päivittämiseen kannattaa yrityksessä kiinnittää tulevaisuudessa huomiota, jotta läpimenoaikoja voidaan lyhentää. Tämä opinnäyte toimii hyvänä pohjana yrityksen jatkotutkimuksia varten.

Asiasanat: Läpimenoaika, tuotannonsuunnittelu ja lomakehaastattelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
School of Engineering, Medical Engineering (240 ECT)

Author(s): Kati Jääskö

Title of thesis: Survey for the lead-times

Supervisor(s): Principal lecturer (OAMK) Jukka Jauhiainen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2012 Pages: 56 + 2
appendices

This final thesis was made of commission of Aspocomp Oulu Oy. The thesis describes the survey of the lead-time of various departments. The primary goal was to get a clear view of the factors that have an effect to the lead-time. It was also important to create a lead-time table for each department. Any suggestions for improvement were also placed on the company's knowledge for further actions.

The result of the survey of lead-time can be utilized in later production changes to decrease the lead-time. The company can also predict the time it takes to complete the work. Decreasing and predicting the lead-times gives the company a possibility to shorten the delivery times.

The survey was made by collecting information by interviewing the employees and by getting to know the departments on the spot. We presented the interviewee's questions from a structured list, which we had planned (Annex 2).

According to the results of the thesis, the main reason for the long lead-times is the waiting times for some of the machines as well as the employee's awareness of prioritize of the tasks. To decrease the lead-times the company should take into consideration too long waiting times and to update the computers' operating systems. This thesis provides a good basis for the company's further studies.

Keywords: lead-time, production and interview

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on laadittu Aspocomp Oulu Oy:lle syksyn 2012 aikana.

Haluan kiittää työpaikkani Aspocomp Oulu Oy:n tuotantopäällikköä Ilari Kivimäkeä, koska hän antoi mahdollisuuden tehdä tämän opinnäytetyön Aspocomp Oulu Oy:lle. Kiitän häntä myös tuesta ja luottamuksesta opinnäytetyön aikana.

Lisäksi suurkiitos Aspocomp Oulu Oy:n tuotannon työntekijöille hyvästä yhteistyöstä ja kaikesta avusta opinnäytetyön aikana. Ilman heidän ammattitaitoaan ja -tietoaan sekä avunantoa opinnäytetyö ei olisi valmistunut. Tuotannon työntekijöiden haastattelut ja avunannot olivat vapaaehtoisia, joten heidän toiveitaan kunnioittaen ne pysyvät myös nimettöminä.

Kiitokset myös Oulun seudun ammattikorkeakoulun yliopettajalle Jukka Jauhiaiselle hyvästä tuesta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana.

Oulussa 08.02.2013

Kati Jääskö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
MERKKIEN SELITYKSET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	10
2 TUTKIMUKSIEN PERUSTEET JA LÄPIMENOAIKA	12
2.1 Työntutkimukset ja -kehittämiset	12
2.2 Työntutkija ja -tutkimuksesta saatava hyöty	12
2.3 Läpimeno- ja työvaihe aika sekä tuotannon suunnittelu	13
2.3.1 Läpimenoaikojen merkitys	14
2.3.2 Läpimenoaikojen lyhentäminen	14
3 PIIRILEVYT	16
3.1 Teoriaa piirilevyistä	16
3.2 Piirilevyjen valmistus Aspocompilla	17
4 OSASTOJEN LÄPIMENOAJAT JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	20
4.1 Sk-valotus	20
4.2 Dessi-linja	22
4.3 Optinen testaus	24
4.4 Prässiosasto	29
4.5 Poraosasto	31
4.6 Uk-valotuksen osasto	33
4.7 Silkkipainon osasto	34
4.8 Kemian linjat	36
4.9 Sähköisen testauksen osasto (ATG)	39
5 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITE 1 LÄHTÖTIETOMUISTIO	48
LIITE 2 KYSYMYSLUETTELO	49

MERKKIEN SELITYKSET TAI SANASTO

ATG	Sähköisen testauksen osasto, jossa testataan sähköisesti lopullisten aihoiden / levyjen toimivuus.
CAM	Computer-aided manufacturing eli tietokoneavusteinen tuotedokumenttien tarkastus. Tässä opinnäytetyössä CAM:llä viitataan myös osastoon, jossa suunnitellaan ja tehdään eri töiden työmääräimet. CAM-osastolla ohjelmoidaan myös asiakkaan vaatimusten mukaan ohjelmat eri osastojen koneille.
Camtek	Optisellaosastolla oleva laite, joilla tarkastetaan S/ha:t ja pintakerrokset. Laite skannaa koko aihion ja vertaa sitä omaan tietokantaan lähetettyyn kuvaan. Kaikki poikkeamat laite ilmoittaa virheinä. Tämän jälkeen virheet käydään läpi järjestyksessä.
Circubond-linja	Linjalla käsitellään aihiot kemiallisesti. (Circubond-kemian tilalla käytetään nykyään Bondfilm-kemialla, mutta tässä opinnäytetyössä linjasta käytetään nimeä Circubond).
Dessi-linja	Välikerroksien syövytyslinja, jossa syövytetään pois ylimääräinen resisti (jota ei ole laserilla kovetettu).
Galvaaninen kehitys	Johdinkuviolle kasvatetaan galvanoimalla kuparia, eli metalli päällystetään suojaavalla ja hitaammin hapettavalla metallilla.
LDI	Laser Direct Imaging. Laser-suoravalotustekniikka, johdinkuvio voidaan siirtää piirilevylle ilman filmejä.

Levy	Yhdellä ahiolla voi olla yksi tai useampi levy, jotka tuotannon lopussa työstetään vasta irti ja toimitetaan lopputuotteena asiakkaalle.
Maskin levitys	Levyjen pinnalle levitetään valotettava maskiväri, joka toimii juotteenestopinnoitteena piirilevyllä. Tämän jälkeen levyt valotetaan ja kehitetään sekä kovetetaan loppu-uunissa.
Plater	Vaakapinnoituskone, jossa kasvatetaan levyllä oleviin reikiin kuparia. Virran määrä vaikuttaa kuparin kasvamisnopeuteen. Mitä enemmän virtaa, sitä nopeammin kupari kasvaa.
Pintakehitys	Pintavalotuksen jälkeen aihiot siirretään pintakehityseen jossa valottumattomat kohdat kehitetään pois, jolloin pinnalle jää esille johdinkuvio.
Pintavalotus	Pintakerrokseen (Uk = ulkokerrokseen) valotetaan haluttu kuvio.
Pintasyövytys (SES)	Linjalla syövytetään pintakerroksesta ylimääräinen kupari pois.
Prässäys	Prässikoneella prässätään monikerroslevyihin uloimmat kerrokset ja välieristeet lämmön ja puristuksen avulla.
Roggers-materiaali	Laminaatin materiaali, joka voi olla hyvin kiiltävä ja epätasainen.
S/ha	Tämä kerros tulee välilevykerrosten päälle ennen pintakerroksia.

Sk	Välilevykerros, eli näitä Sk-aihiota kasataan päällekkäin riippuen siitä, kuinka monta kerrosta kyseiselle piirilevylle halutaan.
Uk	Pintakerros eli piirilevyn uloin kerros.
Wise	Tietokonesovellus, josta näkee esimerkiksi osastolle tulevat työt ja niiden työvaiheet sekä työntekijöiden kuittaukset.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Aspocomp Oulu Oy:n tuotannon eri osastojen läpimenoaikoja. Tehtävänä oli tutustua yhdeksään eri osastoon ja käydä läpi mahdollisimman tarkasti eri työtehtävät ja niihin kuluva aika.

Opinnäytetyö koostui viidestä vaiheesta. Ensimmäisenä oli tehtävän ja työn suunnittelua. Toisessa vaiheessa haastateltiin työntekijöitä ja tutustuttiin eri osastoihin sekä osastojen työtehtäviin (kysymysluettelo liitteessä 2). Kolmannessa vaiheessa perehdyttiin tarkemmin eri osastojen jo olemassa oleviin raporteihin ja osastoihin tutustuesssa tehtyihin muistiinpanoihin sekä havainnointeihin. Neljäs vaihe koostui osastojen raporttien ja taulukkojen suunnittelusta ja kirjoittamisesta. Viimeisessä vaiheessa arvioitiin työn tulokset ja viimeisteltiin materiaali (raportit ja taulukot) palautettavaksi Aspocomp Oulu Oy:lle.

Opinnäytetyön lopullisena tavoitteena oli saada selkeä kuva läpimenoihin vaikuttavista tekijöistä ja luoda jokaiselle osastolle läpimeno-aulukko. Mahdollisista muutoksista ja parannusehdotuksista tuli myös mainita, esimerkiksi miksi tuotanto pysähtyy tai miksi sen eteneminen on odotettua hitaampaa. Nämä tiedot toimivat jatkokehityksen pohjana Aspocomp Oulu Oy:n tuotannossa.

Opinnäytetyön julkisesta versiosta täytyi salassapitovelvollisuuden vuoksi poistaa yrityksen tarkat läpimenoajat ja niihin vaikuttavat tekijät. Tämän vuoksi opinnäytetyöstä puuttuu tutkimuksessa selvinneet tärkeät tulokset.

Aspocomp Oulu Oy sijaitsee Oulun Teknologia kylässä. Tehdas on rakennettu 1992 ja tehtaan pinta-ala on 7000 m². Henkilökuntaa vuonna 2009 oli 101. Yritys on ISO 9001 - ja 14001 -sertifioitu. Kuvassa 1 näkyy Aspocomp Oulu Oy:n tehdas. (1.)



KUVA 1. Aspocomp Oulu Oy

Aspocomp konserniin kuuluvat seuraavat yhtiöt:

- emoyhtiö Aspocomp Group Oyj, Suomi, noteerataan Helsingin Pörssissä (NASDAQ OMX Helsinki)
- Aspocomp Oulu Oy, Suomi emoyhtiön omistus 100 %

Lisäksi Aspocomp Group Oyj omistaa vähemmistöosuuden seuraavissa yhtiöissä:

- PCB Center Co., Ltd., Thaimaa (selvitystilassa), omistus 13,2 %
- Imbera Electronics Inc. USA, omistus 5,3 %. (2.)

Yritys valmistaa HDI-prototyyppisiä ja ramp-up sarjoja tietoliikennesovelluksiin. Oulun tehtaan päätuoteryhmät ovat

- HDI-piirilevyt (korkeatiheyksiset piirilevyt)
- monikerrospiirilevyt
- radiotaajuuspiirilevyt
- metallilaminoidut piirilevyt
- lämpöä johtavat piirilevyt. (3.)

Aspocompin valmistamia tuotteita käytetään elektroniikkateollisuudessa, esimerkiksi tietoliikenneverkoissa, mobiililaitteissa, autoissa ja erilaisissa teollisuussovelluksissa. (3.)

2 TUTKIMUKSIEN PERUSTEET JA LÄPIMENOAIKA

2.1 Työntutkimukset ja -kehittämiset

Työntutkimuksella voidaan kehittää työn tuottavuuden lisäksi esimerkiksi tuotteen laatua, työvälineiden käyttöä ja työsuojelua. Tutkimuksella voidaan mitata ihmisten lisäksi koneiden käyntiaikaa ja seisokkeja sekä työvälineiden tehokkuutta. Työntutkimukseen perustuva työn mitoittaminen antaa tiedon työn määrästä ja reilun työnjaon työntekijöiden kesken. Työntutkimuksen avulla voidaan selvittää myös erilaiset odotus- ja tyhjäkäyntiajat. Tutkimuksen aikana arvioidaan aina työn vauhti. (4.)

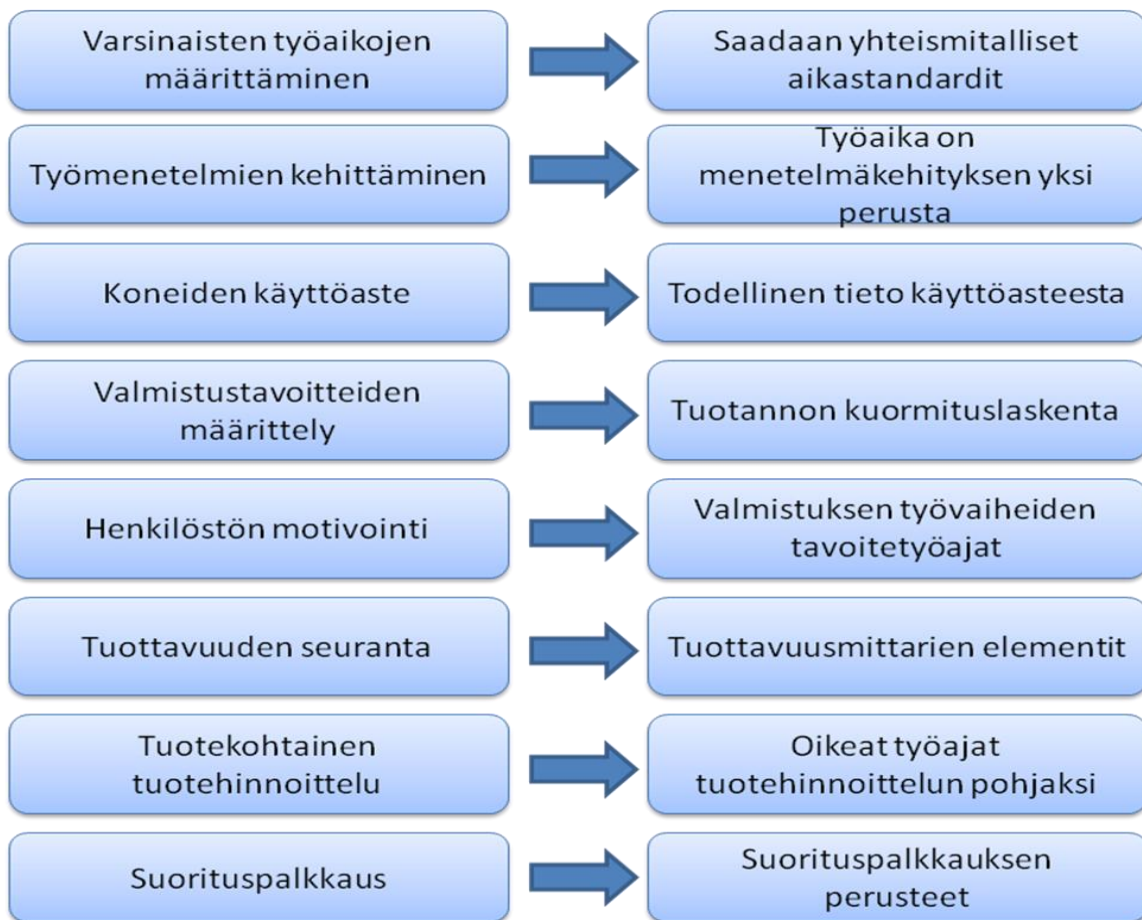
Työntutkimuksen tavoitteena on löytää taloudellisin, tehokkain ja turvallisin työmenetelmä työn tekemiseksi. Tarkoituksena on myös vakiinnuttaa eli standardisoida tämä työmenetelmä ja opastaa se työntekijöille sekä selvittää tällä menetelmällä työhön tarvittava aika. Työntutkimuksessa tarkoituksena on tarkastella kaikkia niitä työn tekemiseen ja työsuoritukseen liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat työsuorituksen tehokkuuteen, turvallisuuteen ja taloudellisuuteen tutkimus- hetkellä. (5.)

2.2 Työntutkija ja -tutkimuksesta saatava hyöty

Työntutkija tarkkailee sivusta tavanomaista työn tekemistä. Muistiinpanojen ja kellottamisen avulla voidaan työn kulku esittää kaavioilla ja aikatauluilla. Tutkimuksessa työn tarkkailun lisäksi työntutkija voi myös haastatella työntekijöitä. Lopuksi hänen on laadittava parannusehdotuksia työn kulkuun liittyviin ongelmiin. (4.)

Tuotannossa yrityksen on panostettava esimerkiksi läpimenoaikojen lyhentämiseen, käynti- ja palveluaikojen pidentämiseen, toimitusvarmuuden parantamiseen ja tuotteen jalostusketjun kehittämiseen. Vaikuttamiskeinoja ovat muun muassa toimivan työorganisaation, työhyvinvoinnin, ammattitaidon ja eri toimintojen välisen yhteistyön kehittäminen sekä viimeisimmän teknologian käyttöön-

otto (5). Kuvaan 2 on kerätty käyttöalueita, joilla työtutkimusta voidaan hyödyntää.



KUVA 2. Käyttöalueita joilla työntutkimusta voidaan hyödyntää

Tutkimusten jälkeen kaikki työajat ovat yhteismitallisessa ja vertailukelpoisessa muodossa, jolloin esimiehillä on luotettava työkalu tuottavuuden kehittämiseksi. (6.)

2.3 Läpimeno- ja työvaiheaika sekä tuotannon suunnittelu

Keskeinen tuotannon tehokkuuden mitta on tuotteen läpimenoaika (7). Sillä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu valmistuksen aloittamisesta siihen, kun tuote on valmis toimitusta varten (5). Läpimenoaika lyhentämällä yritys voi saada kilpailuetua (6). Läpimenoaika on helposti mitattavissa oleva, yksinkertainen ja hyvä tapa mitata yrityksen toiminnan tehokkuutta (8, s. 25).

Työvaiheaika on se aika, joka kuluu tietyn työvaiheen tekemiseen. Työvaiheikaa voidaan tarkastella tuotteen, koneen tai työntekijän kannalta. Koneajat ovat hyvin merkittävä osa työvaiheikaa. Nykyisin toimintatapojen ja työn sisällön kehittyessä ja automaation lisääntyessä oleellisemmaksi on tullut työajan käytön, läpimenoaikojen ja valmistusprosessin yhteistoiminnan selvittäminen. (5.)

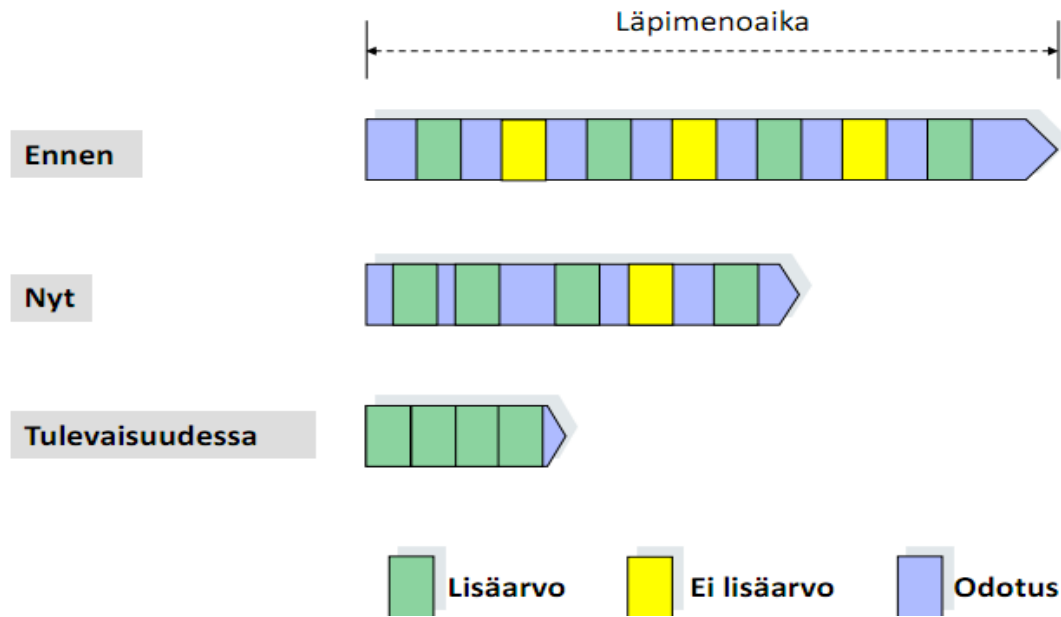
Tuotannosuunnittelun avulla pyritään toimimaan niin, että tuotantokapasiteetin kuormitus on mahdollisimman tasainen ja toimitusaikoja pystytään noudattamaan. Kuormituksella tarkoitetaan käytössä olevaa nettokapasiteettia, jota varataan tehtäville töille kuormituksen suunnittelussa. (8, s. 36–38.)

2.3.1 Läpimenoaikojen merkitys

Tuotannon läpimenoaikojen lyhentäminen parantaa huomattavasti tuotannon kannattavuutta. Lyhentämällä läpimenoaikoja saadaan vähennettyä tuotantoon sitoutuvan pääoman määrää. Saman tuotteen tekemiseen tarvitaan esimerkiksi vähemmän työtunteja ja välivarastot ovat pienemmät tai niitä ei ole juuri ollenkaan. Läpimenoaikojen kartoittamisella saavutetaan parempi tuotannon ennustettavuus. Näin ollen asiakkaita voidaan palvella paremmin ja pienemmillä kustannuksilla. (9.) Lyhyellä läpimenoajalla saadaan aikaan myös lyhyemmät toimitusajat (10, s. 55).

2.3.2 Läpimenoaikojen lyhentäminen

Läpimenoaikojen lyhentämiseen on olemassa paljon keinoja, mutta juuri kokonaisuuden hallinnan avulla saavutetaan parhaat tulokset. Tärkeintä on, ettei tuotannossa synny pullonkauloja ja että yhteistyö sujuu saumattomasti eri työvaiheiden välillä. Soveltuvissa tuotannon kohdissa tehokkuutta saavutetaan automaatiota lisäämällä sekä suunnittelemalla tuotantotilojen layout tehokkaaksi. (7.) Kuvassa 3 nähdään yksinkertainen ja selkeä rakenne siitä, millainen tavoite läpimenoaikojen suunnittelussa on.



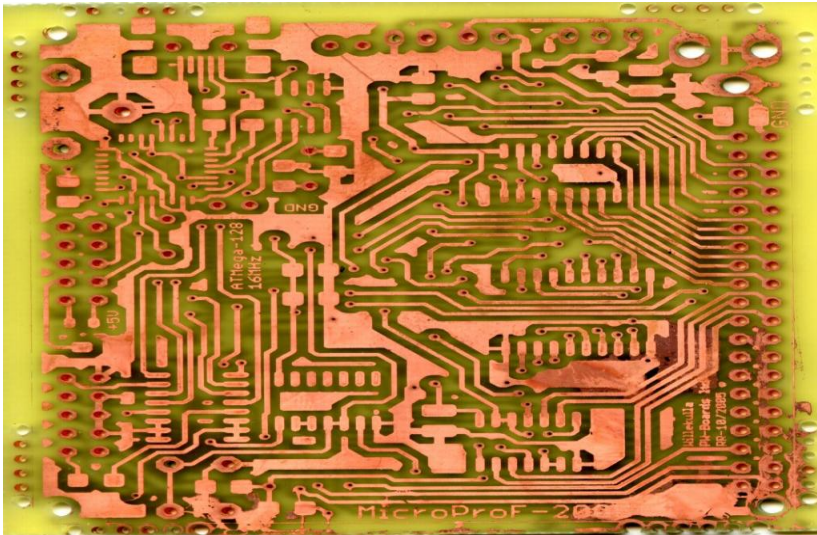
KUVA 3. Läpimenoaikojen tavoite yleisesti, eli poistetaan turhat odotusajat ja ei lisäarvoa tuottavat (merkityksettömät) työvaiheet. (11.)

3 PIIRILEVYT

Seuraavissa luvuissa kerrotaan yleisesti piirilevyjen teoriasta sekä niiden valmistuksesta Aspocompilla. Luvussa 4 tarkennetaan eri osastojen työtehtäviä ja niihin kulunutta aikaa sekä käydään läpi eri tekijöitä, jotka lisäävät tai vähentävät läpimenoaikaa.

3.1 Teoriaa piirilevyistä

Piirilevyjen valmistamisessa on monia eri vaiheita sekä valmistustapoja. Valmistustapojen tavoite on kuitenkin sama. Pinnoitusprosessien valintaan vaikuttavat tavoitteena oleva laatu, prosessien luotettavuus ja kustannukset.



KUVA 4. Esimerkki piirilevystä (12)

Piirilevy voi olla yksi- tai monikerroksinen, ja siinä voi olla mm. johtimia, pädejä, eristekerroksia, porauksia, tulppauksia, sokeita läpivientejä ja niin edelleen.

Piirilevyjen valmistusprosessi koostuu useista eri vaiheista tuoterakenteesta riippuen. Valmistusprosessi voi sisältää kuvion siirtoa, porausta, maskin levitystä, etsausta, prässäystä, optista tarkastusta, sähköistä tarkastusta ja tuotteen valvontaa (tuotelaboratorio). Taulukossa 1 on kuvattu lyhyesti piirilevyn tuotantoprosessi.

TAULUKKO 1. Yleinen tuotantoprosessi

1. PUHDISTUS JA HARJAUS	14. SYÖVYTYS
2. SK RESISTIN LEVITYS	15. UK OPTINEN TESTAUS
3. SK LAMINOINTI	16. MASKIN LEVITYS
4. SK VALOTUS	17. MASKIN VALOTUS
5. SK KEHITYS	18. MASKIN KEHITYS
6. SK OPTINEN TESTAUS	19. MASKIN KOVETUS
7. PRÄSSÄYS	20. SÄHKÖINEN TESTAUS
8. PORAUS	21. LOPPUPINNOITE
9. UK LAMINOINTI	22. TYÖSTÖ
10. UK VALOTUS	23. TARKASTUS
11. UK KEHITYS	
12. GALVANOINTI	
13. RESISTIN POISTO	

3.2 Piirilevyjen valmistus Aspocompilla

Monikerrospiirilevyjen valmistus alkaa tuotedokumenttien tuottamisesta. Dokumentissa on kaikki valmistuksen tarvitsemat tiedot. Tätä kutsutaan CAM preparation -työvaiheeksi.

Sisäkerroksien valmistuksessa puhdistetaan ja karhennetaan halutun materiaalin pintaa. Tämän jälkeen materiaalit menevät kuvion siirtoon. Kuvion siirto eli valotus voidaan tehdä joko laserilla tai filmillä. Tässä työvaiheessa johdinkuvio valotetaan kummallekin puolelle aihiota ja aihio kehitetään, jolloin johtimet jäävät paljaaksi ja muuta aluetta suojaa resistikerros (13).

Lopulta valotetut ja syövytetyt laminaatit menevät optiseen tarkastukseen. Optisella osastolla väli- ja pintakerrokset tarkastetaan ennen painoa, jolloin johtimet ja läpiviennit ovat hyvin näkyvillä (14). Laminaateista käytetään myös nimitystä aihiot. Yksi aihio voi koostua useasta levystä, jotka tuotannon lopussa työstehtään vasta irti.

Monikerroslevyt, esimerkiksi HDI-piirilevyt (High Density Interconnection) eli korkeatiheyksiset piirilevyt, ovat monikerrospiirilevyjä. HDI-piirilevyissä on yleensä lasertekniikalla tehtyjä haudattuja ja sokeita läpivientejä. Eri kerroksiin sijoitetuilla haudatuilla ja sokeilla läpivienneillä päästään tiheämpään pakkaus-kokoon. (15.)

Monikerroslevyihin prässätään uloimmat kerrokset ja välieristeet. Seuraavana tehdään läpiviennit ja poraukset (16). Tämän jälkeen aihiot viedään ulkokerrok-sien kuvion siirtoon.

Kuvion siirron jälkeen johdinkuviolle kasvatetaan galvanoimalla kuparia. Sa-manaikaisesti kasvaa reikien sisäseinämiin myös kuparikerros, joka johtaa säh-köä. Johdinkuvio pinnoitetaan ohuella elektrolyysitinalla, joka suojaa johdinku-viota syövytyksen ajan. (17.) Tämän jälkeen johdinkuvion ulkopuolella oleva resisti poistetaan ja ylimääräinen kupari syövytetään pois. Viimeisenä poiste-taan tina.

Levy viimeistellään ulkopintojen käsittelyllä, esimerkiksi juotteenestopinnoitteel-la ja puhdistuksella. Juotteenestopinnoitteena piirilevyllä toimii valotettava po-lymeeriepoksia sisältävä maskiväri (18). Maskin levityksen, valotuksen, kehityk-sen ja kovettamisen jälkeen piirilevy viedään loppupinnoitukseen. Pinnoitteen tavoitteena on saada virta kulkemaan piirilevyn puolelta toiselle (19). Lopussa valmiit piirilevyt tarkastetaan ulkoisesti ja toimitetaan asiakkaalle.

Kuvassa 3 on esimerkki piirilevyn päätyömääräimestä. Se kertoo kaikki työvai-heet ja työtehtävät, jotka levyille on tehtävä. Päätyömääräin on työkohtainen, koska työpolku määräytyy asiakkaan tilauksen mukaisesti.

ASPOCOMP

TyöNro: Tyyppi: N26
 Valmistuminen:
 Tehdas :

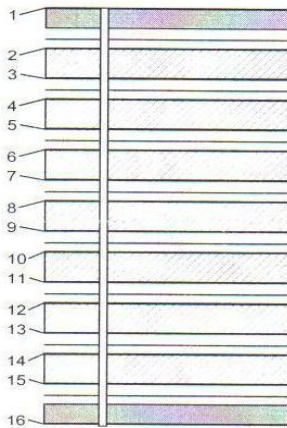
Asiakas:	Nimike:				Tarvemäärä: 70	
Tilaus:	Nimitys:					
Aihioita: 20		X	Y	PTH	9 897 kpl	0,25
Levyä / TÄ: 1	Levy			Tulpattu	0 kpl	
Brutto m ² :	Aihio			Yht. reikiä	9897 kpl	
Netto m ² :	Multiaihio			Laser	kpl	
	Toisto			Porataan	1 kpl	päällekkäin
						Kapein johdin
						100
						Kapein eriste
						100
						Pinta-ala
						Loppupinn. PA

Levyn vahvuus :

Pinoite:

Painatus	Vahvuus	P1	P2

Koodi	Ver	Varasto	Materiaali nimitys



Päivä	Työvaiheet
26.04	MM-FILMIT
26.04	NIITTAUS*
27.04	PRÄSSÄYS
30.04	NIPUTUSREIÄNPORAUS
30.04	PORAUS
01.05	JÄYSTEENPOISTOHARJAUS
01.05	KUPARÖINTI
02.05	UK-LAMINOINTI
02.05	UK-KUVIONSIIIRTO (UK)
03.05	UK-KEHITYS
03.05	KUVIOPINNOITUS
04.05	UK-SYÖVYTYYS
07.05	UK-OPTINEN
07.05	HIEENTEKO
08.05	MM-LEVITYS
08.05	MM-VALOTUS
08.05	TESTAUS (Atg)
09.05	TYÖSTÖ
09.05	IMMERSIOTINA
10.05	LOPPUTARKASTUS
11.05	VARASTO

KUVA 5. Uk:n eli pintakerroksen päätyömääräin (19)

4 OSASTOJEN LÄPIMENOAJAT JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Tässä luvussa perehdytään yksitellen osastojen eri työtehtäviin ja niihin käytettyyn aikaan sekä käydään läpi, mitkä tekijät mahdollisesti kasvattavat tai pienentävät läpimenoaikoja.

4.1 Sk-valotus

Ennen työn aloittamista työntekijä hakee varastosta laminaatin, joka on työmääräimessä määritelty. Työmääräimestä selviää myös, kuinka monta aihiota laminaattia tarvitaan. Seuraavaksi työntekijä vie laminaatit rasvanpoistoon ja karhennukseen. Karhennuksen jälkeen laminaatin pinnalle sulatetaan resisti, ja sitten aihiot kulkeutuvat kuivaustelineeseen. Tämä kaikki tapahtuu yhden laitteen ”sisällä”. Ahiot laitetaan Kuttler-laitteen päähän (kuva 6), minkä jälkeen niille ei työntekijän tarvitse tehdä mitään. Kun aihiot ovat kuivaustelineessä, ne siirretään valotukseen eli kuvion siirtoon. Valotuksen jälkeen aihiot laitetaan Dessi-linjan alkuun, jossa niistä poistetaan kalvo ja jossa ne menevät yksitellen eteenpäin (21).



KUVA 6. Kuttler-laite, jossa laminaattia karhennetaan ja siitä poistetaan lika ja rasva

Sk-valotuksessa Kuttler-linjan nopeus on yleensä 1,5 m/min (työkohtainen), mutta se on säädettävissä ja siihen vaikuttavat eri määräykset. Linja on noin 6 metriä pitkä, joten ensimmäinen aihio tulee kuivaustelineeseen noin 4 minuutissa, minkä jälkeen loput aihiot seuraavat perässä noin 30 senttimetrin välein. Sen jälkeen työntekijä siirtää levyt valotukseen eli kuvion siirtoon. Valotukseen kuluu koneella aikaa 20 sekuntia/puoli eli 40 sekuntia/aihio. 40 aihion valotuksessa aikaa kuluu noin 16 minuuttia (21). Tämän jälkeen työntekijä siirtää levyt Dessi-linjan alkuun, josta ne menevät toiselle osastolle.

Sk-valotus on osasto, jossa itse työntekijä on pienin vaikuttaja läpimenoaikaan. Aikaa vieviä tehtäviä ovat esimerkiksi oikean laminaatin hakeminen ja sen löytäminen, ohjelmien valinta sekä levyjen siirrot koneelta toiselle. Nämä ajat ovat kuitenkin pieniä, jos työntekijä noudattaa työohjeita täsmällisesti. Osastolla eniten aikaa vievät työvaiheet ovat työstä tehtävät koelevyt sekä aihoiden kulkeutuminen Kuttler-linjan läpi.

Koelevyjen tekeminen lisää läpimenoaikaa. Erän muita levyjä ei voida valottaa ennen kuin koelevyt ovat käyneet Dessi-linjan (syövytyslinjan) läpi ja ne on todettu Optisella osastolla virheettömäksi. Koelevyjä ei tehdä jokaisesta työstä. Tämä työvaihe on kuitenkin aikaa säästävää siinä suhteessa, että toistuvat virheet saadaan kiinni, ennen kuin koko työ on valotettu. Jos Optiselle osastolle tulee 40 aihiota, jossa jokaisessa on sama virhe, ne joudutaan hylkäämään ja eräkokoo ei välttämättä ole enää riittävä. Kaikista hyläytyistä levyistä tehdään uusinnat, mikä tarkoittaa sitä, että Sk-valotuksessa tehdään kaikki alusta. Lopullinen työaika kasvaa.

Aikaa säästäviä tekijöitä Sk-valotukseen on hankalaa suunnitella, jollei laitteistoa saada nopeammaksi. Kuivausteline voisi olla yksi mietinnän aihe, sillä siihen mahtuu vain 20 aihiota kuivumaan, ja jos aihioita tulee enemmän, kuivausteline työntää levyjä liian aikaisin ulos.

Seuraavia osastoja ja työvaiheita mietittäessä Sk-valotuksessa voisi tehdä muutamia muutoksia. Dessi-linjalle menevät välilevykerrokset voisi järjestää niin,

että ensimmäisenä valotetaan ohuet kupariaihiot, koska ne menevät nopeammin Dessi-linjan läpi, ja sitten vasta hitaammat paksut kupariaihiot. Tämä johtaisi siihen, ettei Optisella osastolla tarvitse odotella aihioita kauan, vaan siellä päästäisiin nopeasti töihin ja aihiot menisivät nopeammin eteenpäin. Oletuksena on, että samaan työhön kuuluvat kerrokset ajetaan peräkkäin.

Jos työt eivät ole kiireellisiä, Sk-valotuksessa voisi ajaa muutamasta eri työstä ohutkupariset aihiot ensimmäisenä. Tärkeää olisi saada tehtyä mahdolliset uusinnot hyvissä ajoin.

Vaikka Sk-valotuksen työntekijällä ei ole suurta vaikutusta oman osastonsa läpimenoaikoihin, hänen valinnoillaan on suuri vaikutus seuraavien osastojen läpimenoaikoihin. Työntekijän olisi hyvä olla tietoinen seuraavien osastojen toiminnasta, jotta hän osaisi suunnitella ja tehdä työt oikeassa järjestyksessä. Työn sujuvuutta lisäisi tietokoneohjelman (Wisen) päivitys, niin että työt olisivat prioriteetiltaan oikeassa ja järkevässä järjestyksessä. Se helpottaisi työntekijöiden tehtäviä huomattavasti, koska silloin heidän ei tarvitsisi miettiä, missä järjestyksessä työtehtävät olisi järkevintä suorittaa.

4.2 Dessi-linja

Dessi-linjan (kuva 7) alkuun välilevykerrokset tulevat suoraan Sk-valotuksesta. Linjan alussa aihioista poistetaan kalvo, ja sen jälkeen aihiot jatkavat yksitellen matkaansa linjan läpi. Linjalla syövytetään aihoiden kuparia. Mitä ohuempi kupari aihiossa on, sitä nopeammin se menee läpi. Linjan päässä aihiot rei'itetään, Prässiosastoa varten. Koko linja on automaattinen, mutta linjan päässä oleva rei'itin toimii noin 80 %:n varmuudella, eli työntekijä joutuu seuraamaan rei'itintä ja tarvittaessa korjaamaan aihoiden asentoa niin, että jokaiseen aihioon tulevat reiät ovat oikeassa kohdassa (22). Tämän jälkeen hän vie aihiot Optisen osastolle tarkastettavaksi.



KUVA 7. Dessi-linja eli välikerroksien syövytyslinja

Dessi-linjan (kuva 7) läpimenoaikaan vaikuttavat tekijät ovat aihoiden kuparin paksuus ja se, kuinka hyvin rei'itin toimii (22). Läpimenoaika kasvaa, jos työntekijä joutuu käsin syöttämään väärin rei'itetyt aihiot uudestaan rei'itettäväksi. Sk-valotuksen osastosta riippuu, tulevatko ensin paksukupariset vai ohutkupariset levyt. Ohutkupariset aihiot liikkuvat noin 1 m/min, eli ensimmäinen aihio on rei'ityksessä noin 10 minuutin kuluttua. Tämän jälkeen seuraavat loput aihiot noin 40 senttimetrin välein. 40 aihiossa aikaa kuluu noin 55 minuuttia. Kun rei'itys ja aihoiden vienti Optiselle lasketaan tähän mukaan, aikaa menee noin tunti per työ. Tähän vaikuttavat työntekijän tehokkuus ja se kuinka tarkasti hän noudattaa annettuja ohjeita.

Yksi tärkeä läpimenoaikoihin vaikuttava tekijä on Dessi-linjan huolto (22). Keran viikossa tehtävä huolto kestää 8 tuntia eli yhden kokonaisen vuoron. Silloin Dessi-linjan läpi ei mene yhtään välikerroslevyä. Tämä on otettava huomioon etenkin silloin, jos kyseessä on kiireellinen työ, joka olisi saatava mahdollisimman nopeasti eteenpäin.

Aikaa huomattavasti säästävä tekijä Dessi-linjalla olisi uuden ja tehokkaamman rei'ittimen hankkiminen. Jos tällainen saataisiin käyttöön, linjalla ei tarvittaisi työntekijää ollenkaan. Prässin tai Optisen työntekijät voisivat toimittaa valmiit aihiot seuraavalle osastolle. Tällä tavoin säästettäisiin myös yhtiön resursseja.

Aihoiden etenemistä hidastava tekijä on viikkohuolto. Kiireellisten töiden osuessa kohdalle linja ei saisi olla huollossa. Tältä vältyttäisiin, jos työntekijä pystyisi ennakoimaan tulevat pikatyöt ja sen, kuinka kauan kuluu aikaa, ennen kuin ne saapuvat Dessille. Ennustaminen on tällä hetkellä hankalaa ja työntekijät joutuvat vain arpomaan, milloin olisi hyvä hetki aloittaa huolto. Koskaan ei tiedä tarkasti, kuinka kauan edellisellä osastolla menee aihoiden valmistukseen. Tämän vuoksi työmääräimeen olisi hyvä liittää läpimenoajat (tunnin tarkkuudella) eri työvaiheiden ja osastojen kohdalle. Siitä selväisi, kuinka kauan eri työvaiheissa kuluu aikaa tai milloin aihoiden pitäisi viimeistään olla tietyllä osastolla. Tämän avulla työntekijä voisi laskea, ehtiikö hän suorittaa viikkohuollon, ennen kuin kiireellinen työ tulee linjalle.

Aihoiden etenemisen kannalta olisi tärkeää myös kuitata valmiit työt heti ja viedä ne seuraavalle osastolle. Näin ollen seuraavalla osastolla ei jouduttaisi etsimään ja odottamaan aihioita, vaan ne saataisiin heti työn alle.

4.3 Optinen testaus

Optisella osastolla tarkastetaan sisävälikerrokset, S/ha:t ja pintakerrokset. Käytössä on kaksi Inspireä (kuva 8) ja kolme korjausasemaa (kuva 9). Välilevykerrokset ajetaan ensimmäisenä Inspireillä, jotka skannaavat aihiot ja merkitsevät virheet puoli kerrallaan. Kun molemmat puolet jokaisesta aihioista on ajettu, ne tarkastetaan korjausasemalla. Välilevykerrokset jäävät odottamaan Optiselle samaan työhön kuuluvia kerroksia. Vasta sitten kun kaikki kerrokset ovat kassassa, ne viedään Prässille. Samaan paikkaan toimitetaan myös S/ha:t.



KUVA 8. Kaksi Inspireä



KUVA 9. Korjausasema

Optisella on näiden laitteiden lisäksi käytössä kaksi Camtekiä (kuva 10), jotka on pääsääntöisesti tarkoitettu S/ha-aihioiden ja pintakerroslevyjen tarkastukseen. Niillä voidaan myös tarkastaa pieniä eriä välikerroksia.



KUVA 10. Uudempi Camtek

Aluksi kone skannaa koko aihion, minkä jälkeen Optisen osaston työntekijä tarkastaa koneen löytämät virheet ja korjaa ne, jos mahdollista. Toisinaan virheitä ei voi kaikista levyistä korjata, joten ne joudutaan hylkäämään.

Sk-aihioiden läpimenoaikaan vaikuttaa se, onko kerrokset tuotu suoraan hyllyyn vai joudutaanko ne hakemaan Dessi-linjan päästä.

Joskus aihiota kuitataan eteenpäin edelliseltä osastolta väärä määrä, jolloin olemattomien levyjen etsimiseen kuluu aikaa. Työn läpimenoaikaa kasvattaa myös aihoiden kerroksien puuttuminen. Jos työstä ei ole tehty kaikkia kerroksia sk-valotuksessa, ne jäävät Optiselle odottamaan puuttuvia kerroksia.

Jokainen Inspiren läpi menevä aihio vie yhtä paljon aikaa. Aihoiden eräkkö ratkaisee, kuinka paljon aikaa menee yhden työn ajamiseen. Mitä isompi eräkkö on, sitä kauemmin läpimenoa kestää. Esimerkiksi 40 aihiossa aikaa kuluu noin 60 minuuttia (30 min/puoli). Tämän lisäksi jos työlle ei ole olemassa valmista testausohjelmaa, se täytyy tehdä.

Lopulta aihiot siirretään korjausasemalle tarkastettavaksi. Tässä työvaiheessa aikaa ei kulu mihinkään ylimääräiseen, jos levyt ovat kunnossa eikä niistä ole

löytynyt paljon virheitä. 40 aihion tarkastukseen (molemmin puolin) kuluu keskimäärin aikaa noin 40 minuuttia.

Camtek-koneita käyttäessä aikaa vie tarkistusohjelman teko, sen lähetys, sekä ohjelman säätäminen toimivaksi halutulle työlle. Läpimenoaikaa lisää virheiden määrä ahiolla. Jos virheitä on paljon ja ne ovat korjattavissa, aikaa kuluu yhden aihion tarkastamiseen huomattavasti enemmän. Myös levyn kuperuus ja jos levy on palanut (näistä johtuen kone voi lukea jopa kymmeniätuhansia virheitä), tai turhat virheet, kuten roskat aihioissa vievät aikaa, koska työntekijän on käytävä kaikki virheet läpi. Lisäksi vanhemmalla Camtekillä työnteko on hitaampaa.

Aihoiden materiaali ja se, miten Cam-osastolla on ohjelma tehty vaikuttavat Camtekillä läpimenoaikaan. Jos esimerkiksi ohjelmasta ovat unohtuneet maskaukset (eli rajattu pois alueet joita ei tarvitse tarkastaa), ne joudutaan tekemään Optisella.

Uudella Camtekillä aikaa kuluu keskimäärin 40 aihion tarkastukseen noin 60 minuuttia, jos ahiot ovat hyviä ja materiaali on helppo tarkastaa. Roggers-ahiot ovat yksi vaikeimmista töistä tarkastaa, koska kone lukee levyihin todella paljon virheitä. Esimerkiksi 5–10 Roggers-aihion tarkastukseen voi kulua aikaa 15 min–8 h. Osaston viikkosiivoukset tai huollot eivät merkittävästi vaikuta läpimenoaikoihin.

Edellisellä osastolla tulisi aina tarkastaa, että aihoiden kappalemäärä täsmää työmääräimen kappalemäärään. Kun työ kuitataan eteenpäin, se pitäisi tuoda saman tien Optiselle. Samaan työhön kuuluvat välilevykerrokset olisi hyvä pitää samassa paikassa, oikeassa järjestyksessä ja mielellään yhdessä laatikossa. Silloin välttyttäisiin turhilta nostoilta ja siirroilta.

Kahdella Inspirellä yhtä aikaa ajaminen tarkoittaa sitä, että aihioita valmistuu enemmän tarkastettavaksi. Työntekijä ei kuitenkaan itse ehdi tarkastamaan aihioita vaan ne jäävät hyllyyn. Tehokkain tapa olisi ajaa vain toista Inspireä ja tarkastaa aihioita yhdellä korjausasemalla. Näin yksittäiset erät tulisivat nopeammin valmiiksi. Inspirellä isojen erien ajaminen on ajallisesti kannattavampaa

kuin pienien, sillä aikaa kuluu eri ohjelmien tekemiseen lähes aina yhtä kauan. Pienet eräkoot, kuten 5–15 aihion työt, olisi hyvä ajaa Camtekillä, sillä ajon jälkeen aihioita ei enää tarvitse viedä korjausasemalle.

Pienien eräkokojen tarkastaminen Camtekillä nopeutuisi, jos aihiot olisi laitettu samaan laatikkoon ja kerrokset oikeaan järjestykseen jo edellisellä osastolla. Näin ollen Optisen työntekijän ei tarvitse nostaa kaikkia kerroksia pois laatikosta, vaan hän voisi yksitellen laittaa aihiota koneelle ja sieltä suoraan seuraavaan laatikkoon. Eli jos aihiot tuotaisiin Optiselle siinä järjestyksessä, että suurin kerros olisi päällimmäisenä ja pienin alimmaisena, kerrokset kääntyisivät tarkastuksen jälkeen oikein päin haluttuun laatikkoon seuraavaa osastoa varten.

Jotta aihiot menisivät Camtekillä nopeasti eteenpäin, on aihoiden oltava ulkoisesti hyviä. Tämä tarkoittaa, että ne eivät ole palaneet tai kuperia ja niissä ei ole roskia tai märkiä läiskiä. Nämä kaikki ovat aiempien työvaiheiden tai osastojen ”virheitä”, jotka kasvattavat Optisen osaston läpimenoaikoja. Näiden lisäksi Cam-osastolla ei ole saanut unohtaa ohjelmasta mitään tärkeää, joka aiheuttaisi lisätöitä Optisella osastolla.

Ajallisesti hyödyllisempää olisi käyttää uutta Camtekiä koko ajan, koska se on nopeampi kuin vanha Camtek. Vanha Camtek olisi hyvä hätävara, jos tulisi monta kiireellistä työtä yhtä aikaa, edellyttäen kuitenkin, että molemmille Camtekeille on työntekijä.

Osastolla on huomattu myös, että arkisin, kun päivällä on kolme henkilöä töissä, aihioita menee eniten eteenpäin, mutta henkilöä kohden aihioita menee vähemmän kuin normaalisti (23). Tämä voi johtua siitä, että osastolla kulkee siihen aikaan paljon ihmisiä kyselemässä töiden etenemistä. Toinen syy voi olla myös, että kun työntekijöitä on enemmän, he eivät koe samanlaista painetta levyjen ripeään tarkastamiseen, kuin jos työntekijöitä olisi vain kaksi tai yksi.

4.4 Prässiosasto

Optiselta osastolta viedään välilevykerrokset (Sk:t) Prässiosastolle. Aluksi aihoiden pinnalta poistetaan lika ja rasva. Tämän jälkeen kerrokset kasataan käsin ja niitataan yhteen (24). Lopuksi ne kulkevat telan läpi ja työ kuitataan sekä viedään Poraosastolle. Myös S/ha-työt viedään Optiselta osastolta Prässi osastolle puhdistukseen, jonka jälkeen ne prässätään ja viedään porattavaksi.

Välilevykerros- ja S/ha-aihiot viedään suoraan laatikkoon Circubond-linjan päähän kemiallista käsittelyä varten (Circubond-kemian tilalla käytetään nykyään Bondfilm-kemiaa, mutta tässä opinnäytetyössä linjasta käytetään nimeä Circubond). Optisen osaston puolella aihiot on valmiiksi laitettu oikeaan järjestykseen (isoin kerros alimmaiseksi) ja laskettu aihoiden määrä. Prässi osaston työntekijän ei tarvitse kuin laittaa laatikko koneeseen ja kytkeä kone päälle. Aihiot liikkuvat koneen läpi 1,2 m/min ja kasaantuvat järjestykseen linjan loppupäähän (pienin alimmaiseksi).

Prässiosaston työntekijä hakee laatikon työpisteelleen ja jakaa eri kerrokset hyllyn eri tasoille (kuva 11). Tämän jälkeen hän kokoaa eri kerroksista ja eri välimateriaaleista lopullisen aihion. Tämä kaikki on käsityötä, ja siihen kuluu aikaa hyvin vaihtelevasti. Esimerkiksi 40 aihiossa, joissa on 10 kerrosta, kuluu aikaa noin 3,5 tuntia (24). Tässä työvaiheessa on oltava tarkka, jotta kerrokset eivät menisi sekaisin ja aihio pilalle. Yhdellä aihioilla voi olla suuri määrä levyjä, ja jos yksikin välikerros menee väärin, kaikki aihioilla olevat levyt ovat pilalla. Lopulta pinot niitataan yksi kerrallaan ja laitetaan telan läpi. Tämä työvaihe on nopea, noin 5 minuuttia 20 aihiossa (24.).



KUVA 11. Sk-kerrokset jaetaan hyllyn eri tasoille ennen kasaamista

S/ha-työvaiheessa olevat aihiot käyvät myös kemiallisessa käsittelyssä, jossa niillä kuluu sama aika kuin välilevykerroksilla (1,2 m/min). Tämän jälkeen aihiot haetaan laitteen päästä ja laitetaan prässäiin. Prässejä on neljä kappaletta, kaksi heatsink-levyille ja kaksi muille töille. Yhdessä työssä kuluu aina aikaa noin 160 minuuttia ja lisäksi 30 minuuttia jäähdytykseen eli noin 3 tuntia per työ. Levyjen määrä tai materiaali ei yleensä vaikuta läpimenoaikoihin. Roggers-materiaalia käytetyissä levyissä kuluu yleensä eniten aikaa, jopa noin 4 tuntia. Tämä on ainoa materiaali, joka huomattavasti lisää läpimenoaikaa (24).

Läpimenoja hidastavat hieman Prässiosaston huollot, sillä perushuoltoihin ja siivouksiin kuluu aikaa noin 1 h 30 min/vk. Tämän lisäksi kerran kolmessa kuu-kaudessa tehdään myös Circubond-linjan iso huolto, joka kestää noin 16 tuntia (24).

Yksi aikaa säästävä tekijä voisi olla, jos kerroksien kokoamiseen käytettäisiin koneita. Kokoaminen voisi tapahtua nopeammin ja virheiltä välttyttäisiin. Kaikki prässäiin menevät työt, joilla on samat asetukset, olisi hyvä ajaa yhtä aikaa. Mitä enemmän töitä saadaan kerralla prässäiin, sitä vähemmän aikaa kuluu keskimäärin yhteen työhön. Prässin läpimenoaikaan ei vaikuta aihioiden määrä, vaan asiakkaan vaatimukset ja koneen asetukset. Jos kyseessä ei ole pikatyö, olisi

järkevää odottaa seuraavia töitä, joilla voidaan käyttää samoja asetuksia, ja ajaa työt kerralla.

4.5 Poraosasto

Poraosastolle työt tulevat esimerkiksi prässi osastolta, ohennusetsauksesta, ATG-osastolta tai kultauksesta. Työmääräimestä selviää, mitä poraosastolla levyihin täytyy tehdä. Tehtäviin kuuluu niputusreikien poraus (S/ha-aihioiden), reunojen jyrskintä, normaalien reikien ja laserreikien poraus sekä aihoiden työstäminen (15).

Osastolla on käytössä Lenz-jyrsinkone (jyrsitään reunat), kolme työstökoneetta, viisi porakoneetta (kaksi US3600 ja kolme US6000) ja kolme laserporakoneetta.

S/ha-aihioiden tehtävät niputusreiän poraukset vievät aikaa noin 1–2 min/aihioiden, minkä jälkeen ne viedään harjaukseen (noin 1–1,5 h/40 aihiota) tai suoraan reunojen jyrskintään. Lenz-jyrsinkoneeseen mahtuu noin 10 – 25 aihiota riippuen aihoiden paksuudesta. Laitteistossa on viisi paikkaa, ja jokaiseen niistä voidaan laittaa 2–5 aihiota päällekkäin. Mitä paksumpia aihiot ovat, sitä vähemmän yhdelle paikalle mahtuu. Itse jyrsinnässä aikaa kuluu 40 aihioon noin 10 minuuttia, mutta tähän on lisättävä vielä tapitukseen kuluva aika (10 minuuttia). Tapituksessa aihiot kiinnitetään pöytään halutuista kohdista, jotta ne eivät pääse liikkumaan jyrsinnän aikana (15).

Tämän jälkeen aihiot, joissa on enemmän kuin 12 kerrosta, pakataan yksitellen, mihin aikaa kuluu 40 aihiossa noin 15 minuuttia. Jos kerroksia on vähemmän kuin 12 aihiota, niitä voidaan pakata samaan pakettiin enemmän kerralla (15). Pakkauksen jälkeen ne viedään porakoneisiin, joissa aikaa kuluu kuuden reiän poraamiseen yksi sekunti. Eli mitä enemmän aihiossa on levyjä ja levyssä reikiä, sitä enemmän lopullinen läpimenoaika kasvaa. Porakoneisiin mahtuu kaksi tai neljä pakkausta kerralla riippuen käytettävistä koneista.

Porauksen jälkeen pakkaukset puretaan (noin 10 sekuntia/aihioiden) ja työstetään jos tarpeen, eli irrotetaan levyt aihioista. Tähän voi kulua aikaa 1 sekunti–1 h,

riippuen aihiossa olevien levyjen määrästä sekä levyihin tulevista kuvioista (15). Tähän työvaiheeseen kuuluu myös levyjen tapitus alustaan kiinni (noin 5 minuuttia). Pääsääntöisesti käytetään yksipaikkaista työstökoneita, sillä se on tarkin (15). Työstöön voidaan käyttää myös kaksi- ja neljäpaikkaisia Lenz-koneita (kuva 12), joihin tarvittaessa voi laittaa aihiota päällekkäin.



KUVA 12. Neljäpaikkainen Lenz-porakone

Aihiot, joihin tulee laserporaukset, menevät vasta laserporauksien jälkeen työstöön. Laserporakoneita on kolme kappaletta, joista yksi on uusi ja kaksi vanhaa. Vanhempia koneita voidaan käyttää vasta sitten, kun aihioihin on tehty tarvittavat työvaiheet, eli näiden aihoiden työpolku on hieman pitempi. Uusimpaan laserporakoneeseen tulevat aihiot täytyy vain käyttää jäysteenpoistossa ennen porausta. Koneisiin aihiot laitetaan yksi kerrallaan ja nopeus on 38,9 reikää/sekunti. Läpimenoaikaan vaikuttavat kierrosnopeus, reikien määrä sekä itse tuote. Näin ollen 20 aihioon voi kulua aikaa jopa 2–8 tuntia, minkä lisäksi ohjelman tekemiseen tai muokkaamiseen menee noin 2–4 minuuttia (15).

Jokaisen työn kohdalla on mietittävä tarkasti, millä koneella aihiot/levyt voi ja kannattaa ajaa. Esimerkiksi jos työssä on paljon aihiota ja ne on työstettävä, nopeimmin työn saa eteenpäin, kun käyttää neljäpaikkaista työstökoneita, sillä

koneeseen mahtuu eniten aihioita kerralla. Koneen käyttö riippuu kuitenkin siitä, kuinka tarkasti levyt täytyy työstää.

Pikatyöt, joihin tulee laserporaukset, on nopeinta ajaa uusimmalla laserporakoneella, koska silloin levyjen työpolku on lyhempi (kuin jos ne ajettaisiin vanhalla laserporakoneella) (15). Poraosastolla työhön kuluva aika ei lyhenisi, mutta työ valmistuisi asiakkaalle ennakoitua aikaisemmin tai se antaisi aikatauluihin joustoa muilla osastoilla.

Työntekijän ripeys ja kyky ennakoida tulevia töitä ovat suurin läpimenoaikoihin vaikuttava tekijä. Laitteisiin tehtävät asetukset ja säädökset ovat riippuvaisia työntekijän nopeudesta. Koneiden nopeuteen vaikuttavat vain ominaisnopeudet sekä tuotteeseen halutut ominaisuudet.

4.6 Uk-valotuksen osasto

Aihiot tulevat Uk-valotuksen osastolle joko kemian linjoilta tai silkkipainosta. Aihiot, jotka tulevat Kemian linjoilta, menevät ensin laminointiin ja valotukseen sekä lopulta pintakehitykseen. Pinnoituksesta tulevat aihiot menevät Mek-linjan läpi ennen laminointia, jotta pinta olisi tasaisempi eikä se enää kiiltäisi. Jos aihiot tulevat silkkipainosta, ne menevät maskin valotukseen ja sieltä maskin kehitykseen. Tämän jälkeen aihiot tarkastetaan visuaalisesti, ettei rei'issä ole maskia ja että kohdistus on oikein. Lopuksi aihiot viedään uuniin tai taustapainoon. (18)

Laminointikoneen päähän mahtuu kerralla noin 50 aihiota. Mitä ohuempia aihiot ovat, sitä nopeammin ne liikkuvat linjalla eteenpäin (18). Laminoinnin jälkeen työntekijä siirtää aihiot pintavalotukseen. Tällä hetkellä valotuksessa aikaa kuluu 30 aihioon noin tunti. Valotusaika riippuu aihion resististä, valon tehosta, käytetyistä materiaaleista ja menetelmästä. Tämä jälkeen aihiot siirretään pintakehityskoneeseen, jonka nopeus on 1–1,5 m/min riippuen asetuksista eli kehitysluoksen vahvuudesta ja luoksen lämpötilasta. Lopulta aihiot viedään galvaaniseen kehitykseen.

Kun aihiot tulevat silkkipainosta, ne viedään maskin valotukseen ja sieltä maskin kehitykseen. Maskin kehityksessä aikaa kuluu viidessä aihiossa noin 5–10 minuuttia riippuen maskin väristä (18). Lopulta aihiot siirretään uuniin (uunituksen kesto 1,5 tuntia) tai ne viedään silkkipainon puolelle taustapainoon. Uunin jälkeen aihiot viedään ATG-osastolle tai sille osastolle, mikä työmääräimessä on seuraavana määritely. Huollot ja testaukset eivät vaikuta läpimenoaikoihin.

Loppu-uunitus on aikaa vievää, ja se tehdään kaikille töille. Aihioita mahtuu uuniin kuitenkin vain rajallinen määrä kerrallaan. Jos aihioita on paljon, kaikki eivät mahdu uuniin ja osa joutuu odottamaan vuoroaan. Tällaisessa tilanteessa olisi hyvä olla varattuna ylimääräinen uuni pikatöille.

Uunituksen jälkeen aihoiden pitää jäähtyä 15 minuuttia, ennen kuin ne voidaan viedä turvallisesti seuraavalle osastolle. Jos aihiot saataisiin jäähtymään nopeammin, ne voitaisiin siirtää seuraavalle osastolle saman tien. Näin ollen kiireellisemmät työt saataisiin nopeammin eteenpäin.

Suurimmat läpimenoaikoihin vaikuttavat tekijät ovat koneet sekä loppu-uunitus. Työntekijä ehtii siirtää aihioita seuraavalle koneelle sitä mukaan, kun aihiot edelliseltä koneelta valmistuvat. Mek-linjan nopeus on 1,5 m/min eli aihiot, jotka menevät Mekin kautta kulkevat hitaammin osaston läpi.

Aikaa säästäviä tekijöitä Uk-valotukseen on hankalaa suunnitella, jollei laitteistosta saada nopeampaa. Tällä hetkellä pintavalotukseen on ollut suunnitteilla nopeampi valotin, eli LDI, joka valottaa saman kuvion nopeammin kuin nykyinen (18).

4.7 Silkkipainon osasto

Osa töistä tulee Uk-valotuksen osastolta taustapainoon, josta ne viedään loppu-uunitukseen ja sieltä ATG-osastolle. Optiselta osastolta työt tuodaan maskin painoon ja maskin painosta ne siirretään uuniin ja lopulta viedään Uk-valotukseen. Silkkipainoon tuodaan aihioita myös kemian linjoilta. Silloin levyi-

hin tehdään tulppaukset, eli reiät peitetään joko kokonaan tai väliaikaisesti (25). Väliaikaistulppauksia käytetään nykyään todella harvoin.

Silkkipainossa on kaksi kappaletta maskin painokoneita. Aikaa yhteen aihioon kuluu 1,17 minuuttia, jonka jälkeen se siirretään suoraan uuniin. (Jos molemmat maskin painokoneet käytössä, aihiot valmistuvat nopeammin.) Uunin läpi aihio kulkee noin yhdessä tunnissa ja kahdeksassa minuutissa, jonka jälkeen se vie­dään Uk-valotuksen osastolle.

Tulppauskoneen nopeuteen vaikuttavat reikien määrä, koko, paksuus sekä se, ovatko ne haudattuja vai sokeahaudattuja. Mitä paksumpi aihio on, sitä enem­män aikaa kuluu. Keskimäärin yhteen aihioon kuluu aikaa 1–3 minuuttia. Loppu-uunituksessa aikaa kuluu 1,5 tuntia yhdessä erässä ja 15 minuuttia jäädytyk­sessä ennen kuin ne voidaan viedä seuraavalle osastolle (25).

Osaston läpimenoajat ovat melko lyhyitä, jos työntekijä on täsmällinen ja toimii annettujen ohjeiden mukaisesti. Ainoat aikaa vievät työvaiheet ovat maskin levi­tyksen jälkeinen uuni ja loppu-uunitus.

Läpimenoaikoihin vaikuttavat osaston laitteet ja työntekijät. Aihiot laitetaan yksi kerrallaan taustapainokoneeseen ja yhdessä aihiossa kuluu aikaa keskimäärin noin 2 minuuttia. Tässä ajassa kone on suorittanut tehtävänsä sekä työntekijä siirtänyt seuraavan aihion koneeseen. Se, kuinka paljon asiakas haluaa tekstiä levyihinsä, kasvattaa koneen kuluttamaa aikaa. Toinen tekijä on aihion suoruus ja paksuus. Todella kuperat ja ohuet levyt vievät oman aikansa, jotta ne saa­daan asettumaan alustalle oikein (25).

Viikkohuollot ja siivoukset vievät aikaa muutaman tunnin viikosta. Mek-linjan huollossa kuluu aikaa tunti viikossa, painokoneiden pesu on kaksi tuntia kaksi kertaa viikossa (molemmat koneet) ja tulppauskoneen siivouksessa tai huol­lossa menee tunti viikossa (25).

Loppu-uunitus on aikaa vievää, ja se tehdään kaikille töille. Aihiota mahtuu uu­niin vain tietty määrä kerrallaan. Jos aihioita on paljon, ne joutuvat odottamaan

vuoroaan. Tällaisessa tilanteessa olisi hyvä olla varattuna ylimääräinen uuni pikatöille.

Uunituksen jälkeen aihoiden pitää jäähtyä 15 minuuttia, ennen kuin ne voidaan turvallisesti viedä seuraavalle osastolle. Jos ahiot saataisiin jäähtymään nopeammin, ne voitaisiin siirtää seuraavalle osastolle saman tien. Näin ollen kiireelliset työt menisivät nopeammin eteenpäin.

4.8 Kemian linjat

Kemian osasto koostuu kemian eri linjoista. Siellä on kemiallinen kuparointi, vaakapinnoitelinja ja galvaaninenlinja sekä pintasyövytyslinja, orgaaninen-, kulta-, hopea- ja tinalinjat sekä kaksi harjakonetta (toinen tulpatuille rei'ille).

Kemiallisessa kuparoinnissa kasvatetaan reikien sisäpintaan ohut sähköä johtava kuparikerros. Laitteessa on 10 häkkiä, ja yhteen häkkiin mahtuu enintään 10 ahiota, mutta aihion paksuus vaikuttaa siihen, kuinka monta kappaletta siinä todellisuudessa mahtuu (20). Laitteeseen voi parhaimmillaan mennä 100 ahiota. Häkit lähtevät noin 20 minuutin välein ja yhdessä häkissä aikaa kuluu noin 2 tuntia, joten 10 ahiota valmistuu keskimäärin kahdessa tunnissa. Viikkohuolto tehdään kerran viikossa, ja siihen kuluu aikaa 4–8 tuntia (20).

Galvaanisella linjalla (käytetään myös nimeä Big Ben) johdinkuviolle ja reikiin kasvatetaan kuparia elektrolyyttisesti. Yhdelle alustalle mahtuu 5 ahiota ja koko koneeseen mahtuu 40–50 ahiota. Alustat lähtevät liikkeelle 15 minuutin välein (19). 5 aihion läpimenoon kuluu aikaa 0,3–3 tuntia riippuen siitä, kuinka paljon kuparia halutaan kasvattaa. Viikkohuolto tehdään kerran viikossa ja se kestää 4–8 tuntia.

Pintasyövytyksessä (ses) aihiossa oleva ylimääräinen kupari syövytetään pois. Kuparin paksuus vaikuttaa läpimenoaikaan: mitä paksumpi kupari, sitä hitaammin ahiot menevät läpi. Koneeseen mahtuu noin 50 ahiota ja yhdessä ohutkuperisessa aihiossa kuluu aikaa noin 8 minuuttia. Toisinaan pintasyövytyslinjalla töistä tehdään koelevyjä, jotka viedään Optiselle tarkastettavaksi. Koelevyistä

tarkastetaan, etteivät eristevälit ole tukossa eivätkä johtimet ole liian kapeita. Tällä tavalla voidaan säätää syövytyslinjan nopeus oikeaksi ja saada työn muista levyistä määräysten mukaiset. Viikkohuolto tehdään kerran viikossa ja se kestää 8 tuntia (19).

Orgaanisessa pinnoitteessa levyn pintaan kasvatetaan orgaaninen pinnoitus, joka kestää noin 15 minuuttia per aihio. Mitä paremmin pinnoite halutaan kasvattaa levyille, sitä kauemmin siihen kuluu aikaa. Laitetta ei käytetä useasti. Laitteeseen mahtuu kerralla noin 50 ahiota. Viikkohuolto tehdään kerran viikossa ja sen kesto on noin 8 tuntia.

Kultalinjalla levyn pintaan kasvatetaan kultapinta. Linjan päässä olevaan häkkiin mahtuu kahdeksan ahiota ja näiden valmistumiseen kuluu aikaa 2 tuntia. Häkit lähtevät liikkeelle 15 minuutin välein. Viikkohuoltoon menee noin 2 tuntia ja lisäksi joskus täytyy odottaa, että kone jäähtyy huoltoa varten (19).

Vaakapinnoituksessa Plater (kuva 13) kasvatetaan levyllä oleviin reikiin kuparia. Mitä enemmän kuparia halutaan, sitä kauemmin aikaa kuluu. Nopeuteen vaikuttaa myös reikien koko sekä kuparin kasvattamiseen käytetyn virran määrä. Mitä enemmän virtaa, sitä nopeammin kupari kasvaa. Linjan alussa nopeus on 1,4 m/min, mutta nopeus hidastuu loppua kohden (lopussa 0,5 m/min). Jotkut levyt on ajettava kahteen kertaan, koska ne käännetään välillä ympäri. Huolto on kerran viikossa ja se kestää noin 4 tuntia (19).



KUVA 13. Vaakapinnoituslinja

Hopealinjalla aihion pintaan kasvatetaan hopeaa. Yhdessä aihiossa kuluu aikaa noin 10 minuuttia. Linja on helppo, koska työntekijän tarvitsee vain laittaa ahiot koneeseen (19).

Tinalinjalla aihion pintaan kasvatetaan tinaa. Linjan nopeus on 0,23 m/min, joten yhdessä aihiossa kuluu aikaa keskimäärin noin 1,5–2 tuntia. Viikkohuolloissa hopea ja tinalinjat huolletaan yhdessä, ja niihin kuluu aikaa noin 2 tuntia (19).

Kemiallisessa kuparoinnissa tärkeintä on lastata häkit täyteen. Jokaisessa häkissä kuluu aikaa noin 2 tuntia riippumatta siitä, kuinka monta ahiota häkissä on. Kaikki häkit kannattaa myös täyttää heti, jottei niitä tarvitse käydä välillä täydentämässä.

Jokaisen pinnoitus-, syövytys- ja harjauslinjan päässä olevat syöttökoneet on lastattava täyteen, jotta saataisiin ahiot kulkemaan mahdollisimman nopeasti linjalla eteenpäin. Näin välttyttäisiin turhilta odotteluilta ja työntekijä voisi keskittyä seuraavaan työtehtävään sillä aikaa kun kone tekee tehtävänsä.

Tietokoneilla näkyvät työjärjestykset olisi hyvä saada sellaiseen järjestykseen, että prioriteetiltaan korkein tehtävä olisi ensimmäisenä. Joillakin osastoilla yhdellä työllä voi olla monta eri työvaihetta, joten olisi tärkeää, että työntekijä osaa

valita työn alle oikean tehtävän. Jos tehtävät olisivat koneella oikeassa järjestyksessä, työt kulkisivat nopeasti eteenpäin ja pikatyöt olisivat ajoissa valmiita.

Läpimenoaikoihin vaikuttaa myös työntekijän motivaatio eli, kuinka ripeää ja tehokasta työnteko on ja käyttääkö hän kaikkia laitteita, joita hänellä on mahdollisuus käyttää vai vain yhtä laitetta kerrallaan. Mitä enemmän koneita työntekijä pystyy hallitsemaan kerralla, sitä nopeammin työt etenevät seuraavaan työvaiheeseen.

Osaston viikkohuollot vaikuttavat läpimenoaikoihin, etenkin pintasyövytyslinjalla. Näin ollen olisi hyvä, jos huollon suorittava työntekijä voisi ennakoida, milloin seuraava työ on hänen osastollaan tehtävissä. Töiden tarkka ennakoitavuus helpottaisi myös muiden huoltojen suunnittelua.

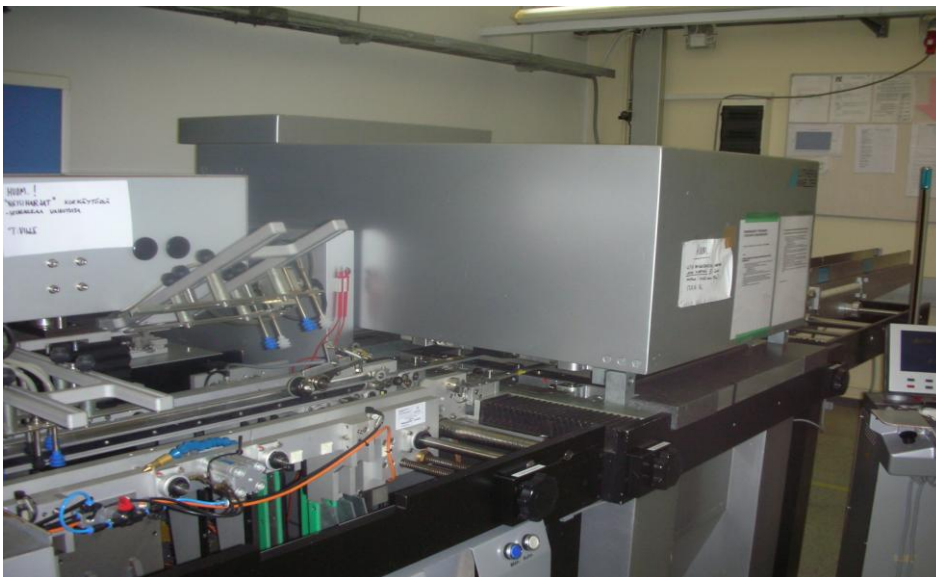
4.9 Sähköisen testauksen osasto (ATG)

ATG:lla eli sähköisen testauksen osastolla nimensä mukaisesti testataan sähköisesti valmiit piirilevyt. Tarkastetaan, että eri kerrosten välillä ei ole katkoksia tai muita piirilevyn toimintaa haittaavia tekijöitä.

Osastolla on käytössä kuusi ATG-testeriä (kuva 14), joita kutsutaan myös lentäväpäisiksi mittauslaitteiksi. Niillä pääsääntöisesti testataan aihiossa kiinni olevat levyt. Osastolta löytyy myös piikkipedimittari Luther (kuva 15) sekä impedanssimittari. Lutherilla testataan vain Heatsink-levyjä ja impedanssi-mittarilla mitataan ahiota, ei levyjä (26).



KUVA 14. ATG-testeri eli lentäväpäinen mittari



KUVA 15. Piikkipedi-mittari eli Luther

ATG-testereihin mahtuu vain yksi aihio kerrallaan. Koneiden kierrosaika voi vaihdella yhdestä minuutista tuntiin levyjen paksuuden ja materiaalin mukaan. Mitä paksumpi levy on, sitä enemmän siinä on kerroksia ja johtimia, jotka täytyy testata. Huokoset ja pehmeät materiaalit on testattava pienemmillä paineilla, jotta johtimet eivät vahingoittuisi (26).

Läpimenoaika kasvaa, jos testattavat aihiot ovat hyvin ohuita, sillä ohuet aihiot voidaan testata vain tarkimmalla ATG-testerillä (26). Niitä on osastolla vain yksi.

ATG-testereihin on tehtävä 1–3 eri ohjelmaa käytössä olevien koneiden mukaan. Koneilla huomattavat virheet on käytävä läpi ja korjattava tai hylättävä. Virheet ovat joko oikeita tai koneesta johtuvia väärin mitattuja virheitä, eli kone ei ole löytänyt oikeita pisteitä mittausta varten. Väärin mitatut kohdat on mitattava uudestaan. Näiden virheiden läpikäynti ja korjaaminen vie aikaa.

Impedanssi-mittarilla tehtävät mittaukset tehdään vain töille, joiden työmääräimeen on merkitty tämä työvaihe. Tässä työvaiheessa mitataan viisi aihiota (ei levyä) yhdestä työstä. Ohjelman tekoon kuluu aikaa 5–15 minuuttia ja aihioden testaukseen 10–30 minuuttia 5 aihiossa riippuen aihion rakenteesta ja siitä, kuinka monta pistettä on mitattava (26).

Ennen kuin levyjä testataan Lutherilla, täytyy eri töille tehdä muutamia valmisteluja ja asetuksia, joihin kuluu aikaa noin 30 minuuttia. Se kuinka monta levyä koneeseen mahtuu kerralla, riippuu levyjen paksuudesta. Mitä ohuempi levy, sitä enemmän koneelle mahtuu. Levyt, jotka menevät testauksesta läpi, siirtyvät vastaanottimeen ja ne levyt joissa on virheitä, jaotellaan erikseen. Virheelliseksi luokitellut levyt joudutaan ajamaan Lutherin läpi uudelleen (2–3 kertaa) (26). Tämä vaihe on paljon aikaa vievä, sillä jos levyt eivät uudelleen ajosta huolimatta mene läpi tarkastuksesta, ne on testattava ATG-testerillä. Testerille on tehtävä uusi ohjelma ja eri säädökset, jotka vievät oman aikansa.

Jos työssä on paljon aihioita, olisi kannattavaa ottaa mahdollisimman monta ATG-testeriä käyttöön. Tällöin ohjelmia täytyisi tehdä 2–3 erilaista, mutta ohjelmien tekoon käytetty aika voitettaisiin takaisin testausajassa (läpimeno nopeutuisivat kun monta testeriä käytössä).

Jokainen heatsink-levy menee Lutherin läpi yhtä nopeasti, joten ajallisesti on järkevää ajaa kaikki samaan työhön kuuluvat levyt kerralla. Näin ollen koneelle tehtävät alkuasennukset tarvitsee tehdä vain kerran.

Osaston läpimenoaikoihin vaikuttavat työntekijän motivaatio ja työ nopeus, mutta myös se, kuinka hyvin levyt ovat aikaisemmissa työvaiheissa onnistuneet. Cammin tekemien ohjelmien on oltava toimivia ja oikeita, jottei uusia ohjelmia tarvitse tilata. Viikkohuollot ja siivoukset vievät aikaa yövuorossa 1 tunti yössä, eli noin 3–4 tuntia viikossa.

Tästä julkisesta opinnäytetyöstä jouduttiin poistamaan osastojen tarkat läpimeno-aulukot salassapitovelvollisuuden vuoksi. Myös liitteet 3 (raportti sähköisestestauksen osastolta) ja 4 (läpimeno-aulukko sähköisestestauksen osastolta) jouduttiin jättämään pois. Liitteet on toimitettu tilaajalle sähköisenä versiona. Tilaajalle toimitetuissa läpimeno-aulukoissa on myös lyhyesti esitetty mahdolliset aikaa lisäävät tekijät.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää eri työvaiheiden läpimenoajat ja mainita tekijöitä, jotka hidastavat tai nopeuttavat työtä. Näin ollen tavoitteina olivat työn tehostaminen ja ajankäytön järjeistäminen.

Tutkimuksen aikana tuli esille, että laitteiden iästä ja kulumisesta johtuvan lisätyön tarpeella oli lähestulkoon suora vaikutus läpimenoaikaan. Lisäksi työnsuorittamiseen ja läpimenoaikaan vaikuttivat työntekijän ammattitaito ja tehtävien hallinta.

Vanhoissa laitteissa esiintyy ongelmia, jotka saattavat aiheuttaa levyihin virheitä ja näin ollen hidastaa läpimenoa. Kaikkia levyjen virheitä ei välttämättä huomata ajoissa, jos laitteiden tarkkuus ja tehokkuus on heikentynyt. Tuotannon lopussa kiinni jääneet virhelevyt olisi voitu poistaa jo tuotannon alussa tai mahdollisesti välttää virheet kokonaan, jos laitteet ja työntekijät olisivat olleet tarkempia. Vanhat koneet vaativat myös enemmän huoltoja ja kalliita päivityksiä.

Läpimenoja pitkittivät turhat odotusvaiheet, esimerkiksi silloin kun töitä ei heti viedä seuraavalle osastolle. Väärään aikaan suunnitellut huollot kasvattavat myös joidenkin osastojen läpimenoaikoja. Jos töitä ei saada suunnitellussa aikataulussa eteenpäin, työt kertyvät osastolle ja näin ollen seuraavat työt joutuvat odottamaan eri työvaiheisiin pääsyä (syntyy pullonkaulat). Se saattaa myöhästyttää eriä tuotantosunnittelun asettamista ajoista, eikä asiakas saa tuotettaan ajoissa. Tämä puolestaan vaikuttaa sekä yrityksen luotettavuuteen että tuloihin.

Pitkät odotusajat vaikuttavat siihen, että varastot täyttyvät ja työt myöhästyvät. Erät, jotka myöhästyvät, kulkevat todennäköisesti koko loppuprosessin läpi myöhässä. Mitä kiireellisemmin työt joudutaan tekemään, sitä suurempi mahdollisuus on, että levyt epäonnistuvat. Siten jos tarvemäärä ei täyty, (koska levyjä on jouduttu hylkäämään liikaa) lopullinen läpimenoaika kasvaa. Hylätyt levyt joudutaan tekemään uudestaan, ellei niitä ole jo valmiina varastossa.

Toiminnan parantaminen vaatii laiteinvestointeja, eli nykyiset laitteet päivitetään tai laitteet uusitaan. Nykyisten laitteiden päivittämiseen vaikuttaa laitteiden vanhuus ja mallien markkinoilta poistuminen. Työntekijöiden oikeasta opastamisesta, kouluttamisesta ja koulutuksien päivittämisestä sekä heidän työhyvinvoinnistaan ja työiihtyvyydestään huolehtiminen on myös hyvin tärkeää. On yrityksen etu, jos työntekijät ovat tyytyväisiä ja jos heillä on oikea tietämys ja osaaminen.

Jos keskitytään yksittäisten ongelmien ratkaisupohjaiseen työn kehittämiseen, voidaan saada aikaan kokonaan uusi toimintamalli työn tehokkaalle tekemiselle. Tämä opinnäytetyö toimii hyvänä pohjana työn jatkotutkimukselle, jonka avulla työyhteisö voi tulevaisuudessa ymmärtää paremmin jo olemassa olevia työkäytäntöjä ja selkeyttää sekä kehittää niitä tavoitteiden mukaisesti.

LÄHTEET

1. Company Information. Aspocomp. Saatavissa:
http://www.aspocomp.com/oulu/oulu_1.html. Hakupäivä 20.5.2012.
2. Aspocomp konserni. Aspocomp. Saatavissa:
<http://www.aspocomp.com/konserni/index.html>. Hakupäivä 20.5.2012.
3. Tuotteet. Aspocomp. Saatavissa:
http://www.aspocomp.com/palvelut/palvelut_2.html. Hakupäivä 20.5.2012.
4. Työntutkimus, työntutkimukset, työn kehittäminen. Konsultointi Well-done. Saatavissa: <http://konswelldone.com/tyontutkimukset.html>. Hakupäivä 9.10.2012.
5. Ahokas, Petri – Tiihonen, Jukka – Neuvonen, Jaana – Suikki, Mirjami. 2011. Työtutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Teknologiateollisuus ry. Saatavissa:
http://www.teknologiainfo.net/content/kirjat/pdf-tiedostot/Laatu/Tyontutkimuksen_kasitteita_ebook.pdf. Hakupäivä 24.10.2012.
6. Karinen Ilpo. 2009. Tuotantokonsultointi. Saatavissa:
<http://www.tuotantokonsultointi.com/tyontutkimus.php>. Hakupäivä 24.10.2012.
7. Kehittämissuunnitelmat. Saatavissa:
<http://www04.edu.fi/liiketoimintasuunnitelma/addcollapsing.asp?file=kehittamissuunnitelmat.htm&toggle=7&dummy=7>. Hakupäivä 5.9.2012.
8. Miettinen Pauli. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Painatuskeskus Oy.

9. Tehoa ja ennustettavuutta. 2012. Kookas Inc. Saatavissa:
<http://www.kookas.fi/articles/read/5766>. Hakupäivä 5.9.2012.
10. Lapinleimu, Ilkka – Kauppinen, Veijo – Torvinen, Seppo. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY.
11. Moisio, J. 11/2008. Qualitas Fennica Oy. Saatavissa:
http://www.ims.fi/sites/default/files/Lean_lisaarvoanalyysit_ja_Lean_mittarit.pdf. Hakupäivä 24.10.2012.
12. Piirilevyn valmistus kotikonstein. Saatavissa:
<http://weppiosoite.com/projekti/piirilevy/printed02.html>. Hakupäivä 6.9.2012.
13. Johdinkuvion valotus. 2008-2012. Prinel Piirilevy Oy. Saatavissa:
<http://www.pritel.fi/tehdas-johdinkuvionvalotus>. Hakupäivä 10.9.2012.
14. Optinen tarkastus. 2008-2012. Prinel Piirilevy Oy. Saatavissa:
<http://www.pritel.fi/tehdas-optinentarkastus>. Hakupäivä 10.9.2012.
15. Poraosaston työntekijän haastattelu 14.6.2012. Aspocomp Oulu Oy.
16. Monikerrospiirilevyn prässäys. 2008-2012. Prinel Piirilevy Oy. Saatavissa: <http://www.pritel.fi/tehdas>. Hakupäivä 10.9.2012.
17. Johtimien kasvatus. 2008-2012. Prinel Piirilevy Oy. Saatavissa:
<http://www.pritel.fi/tehdas-johtimienkasvatus>. Hakupäivä 10.9.2012.
18. Uk-valotusosaston työntekijän haastattelu 21.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.
19. Kemianosaston työntekijän haastattelu 18.6.2012. Aspocomp Oulu Oy.

20. Päätyömääräin. Aspocomp Oulu Oy:n sisäinen dokumentti. Tulostettu 23.4.2012.
21. Sk-valotuksosaston työntekijän haastattelu 15.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.
22. Dessi-linjan työntekijän haastattelu 15.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.
23. Optisen osaston työntekijän haastattelu 18.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.
24. Prässiosaston työntekijän haastattelu 18.6.2012. Aspocomp Oulu Oy.
25. Silkkipaino-osaston työntekijän haastattelu 21.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.
26. Sähköisestestauksen osaston työntekijän haastattelu 22.5.2012. Aspocomp Oulu Oy.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Kati Jääskö
Tilaaaja Aspocomp Oulu Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot

Ilari Kivimäki ilari.kivimaki@aspocomp.com

Työn nimi

Työvaiheaikojen selvitys

Työn kuvaus

Todentaa simuloimalla teoreettiset läpimenoajat eri osastoille.

Työn tavoitteet

Tavoitteena on saada selkeä kuva läpimenoihin vaikuttavista tekijöistä ja luoda läpimenoaulukot eri osastoille.

Tavoiteaikataulu

Tavoitteena on saada opinnäytetyön materiaali toimitettua tilaajalle vuoden 2012 loppuun mennessä. Lopullisen opinnäytetyön tulisi olla valmiina 2013 vuoden alussa.

Päiväys ja allekirjoitukset

23.4.2012

KYSYMYSLUETTELO

Osasto:

- Taustaa (mitä tekee, missä vaiheessa, mikä työ)

- Työ vaiheet

- Laitteet (määrä, toimivuus, montako levyä menee läpi)

- Mitkä vaikuttaa läpimenoon?
 - Eräkoot (aihioiden määrä, levyjen määrä)
 - Materiaalit
 - Paksuus
 - Asetusajat (Mitä pitää tehdä ennen kuin ottaa työn alle, aika?)

- Helpot/ vaikeat työt (Miksi)

- Työvuorot/henkilöt

- Moniajo

- Siirtoajat

- Viikkohuollot

- Muu