

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Mediatekniikan koulutusohjelma

**Hanna Honkanen**

**Suurkuvatulostuksen tuotantoprosessi ja materiaalihukka**

Insinööriyö 6.5.2009

Ohjaaja: kehityspäällikkö Sampsa Lilja  
Ohjaava opettaja: lehtori Merja Nieppola

Tekijä Otsikko	Hanna Honkanen Suurkuvatulostuksen tuotantoprosessi ja materiaalihukka
Sivumäärä Aika	54 sivua 6.5.2009
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	kehityspäällikkö Sampsa Lilja lehtori Merja Nieppola
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli määritellä suurkuvatulostuksen tuotantoprosessin vaiheet ja etsiä tuottavuuden kannalta olennaisia pullonkauloja tai ongelmakohtia. Työssä hankittiin myös tietoa tuotannon kuormituksesta ja tutkittiin materiaalihukkaan johtavia syitä ja sen aiheuttamia kustannuksia. Työn tavoitteena oli laatia kehitysehdotuksia ongelmakohtien poistamiseksi ja tuotantokustannusten pienentämiseksi. Työn lopputuotteena tuli syntyä mittari tuotannon ja materiaalihukan seurantaan ja määritellä työkalut sen käyttöön. Työssä laskettiin myös tavoite- ja minimiarvot tuotantovolyymin tarkkailuun ja ideoitiin syntyvän hukkamateriaalin hyötykäyttömahdollisuuksia.</p> <p>Työ toteutettiin tutustumalla nykyisiin toimintatapoihin kahdella seurantajaksolla tuotannossa, henkilöhaastatteluilla, keräämällä tietoa kuormituksesta, häiriöistä ja materiaalihukasta tuotannonseurantalomakkeilla ja tutustumalla nykyiseen tuotannonohjaustyökaluun MediaGalleryyn.</p> <p>Tutkimuksen ja haastattelujen kautta ilmeni pienten, mutta toistuvien virheiden, epäselvien vastuualueiden ja toisinaan riittämättömän informaatiokulun rasittavan sujuvaa työputkea ja synnyttävän turhautumista työntekijöiden keskuudessa. Konkreettisina pullonkauloina voidaan pitää tasoleikkurin vähäistä työaika korkeaan kuormitukseen nähden ja materiaalilogistiikkaa. Myös tulostinten tuottavuuden parantamista tarkasteltiin.</p> <p>Tutkimuksessa saatua tietoa hyödynnetään tuotannon tehostamisessa ja työkaluja tuotannon tarkkailussa. Saatua tietoa kartoittaa maaperää tulevaisuudessa käyttöön otettavalle MIS-toiminnanohjausjärjestelmälle (Management Information System). Lisäksi tutkimuksesta saadun tiedon tarkoituksena on auttaa täsmentämään tuotteiden hinnoittelua.</p> <p>Kustannustehokkaampaan tuotantoon päästään kouluttamalla ja sitouttamalla henkilöstö yritykseen ja sen arvoihin. Tulevaisuudessa käyttöönotettava MIS-järjestelmä lisää työvaiheiden läpinäkyvyyttä ja tehostaa informaatiokulkua, minkä lisäksi tuotannon ennakoiminen, tuotannonsuunnittelu ja materiaalihallinta tehostuvat. Virheellisten töiden määrän vähenemiseen voidaan vaikuttaa jo mainittujen toimintatapojen lisäksi ennakoivalla työtavalla ja materiaalihukasta aiheutuviin kustannuksiin tehokkaammalla asemonnilla. Tuotannonseurantaan tarkoitettuna työkaluna toimisi toiminnanohjausjärjestelmään integroitu viivakoodilukulaite, joka taipuu myös tuotannon jälkikäsitteilyn vaatimuksiin. Toiminnanohjausjärjestelmistä suurinta mielenkiintoa herätti Logican G10.</p>	
Hakusanat	tuotantoprosessi, tuotannonohjaus, toiminnanohjausjärjestelmä, materiaalihukka

Author Title	Hanna Honkanen Determining large format printing process and material waste
Number of Pages Date	54 6 May 2009
Degree Programme	Media Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Sampsa Lilja, Director of Development Merja Nieppola, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to determine the precise production process in large format printing production. Problem areas of the workflow were located and data of digital printing presses were collected. In this research the causes and costs of material waste was also explored. An attempt was made to find out a solution for the problems and to reduce production costs. As an end product of this study, a suggestion of a follow-up tool for production maintenance and waste material was designed. In addition, the target was to innovate possibilities for reuse of the waste material and to set the target and minimum values for production volume.</p> <p>The data collected in the survey will benefit of the attempt of enhancing the production and the tool will assist the production follow-up. Gathered information of the production will also lead the way for MIS System (Management Information System) to be introduced in near future.</p> <p>This study was carried out by observing the production in the company for two separate weeks, interviewing the personnel, gathering data of production straining. Failures and material waste were studied by a production follow-up form and by becoming acquainted with a current production information system called MediaGallery.</p> <p>Through the research and interviews small but consistent mistakes, unclear responsibilities and occasional inadequate information exchange turned out, which will interfere the smooth workflow and may cause frustration among the employees. Concrete bottlenecks are minor operation time of the cutting table compared to its utilization, and material logistic. Also, better productiveness of printers were studied.</p> <p>Training and engaging employees to company and its values will result in more cost efficient production. In the future, the MIS System will increase the visibility of various sub-processes and improve information exchange. The production anticipation, planning and material management will also become easier. In addition, the number of incorrect products will decrease. More efficient imposing will reduce the costs of material waste. EAN barcode system integrated in MIS could work as a follow-up tool. As a Management Information System, G10 created by Logica was preferred.</p>	
Keywords	production process, production planning, management information system, MIS, material waste

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	5
2 Suurkuvatuotannon nykytila	6
2.1 Suurkuvatuotannon kehitys	6
2.2 Tuotantoprosessi	7
2.3 Toiminnanohjaus ja työkalut	10
2.4 Henkilöstöhaastattelu	14
3 Tuotannon kuormitus ja materiaalihukka	17
3.1 Tuotannon ehdot	17
3.2 Kuormituksen seurannan tulosten analysointi	18
3.3 Laskennalliset tavoite- ja minimivolyymit tuotannossa	23
3.4 Häiriöt	25
3.5 Hukkamateriaalista koituvat kustannukset	29
3.6 Hukkamateriaalin hyötykäyttö	33
4 Työnkulun ja toiminnanohjauksen kehitysehdotuksia	34
4.1 Toiminnanohjauksen tavoitteet	
4.2 Tuotantoprosessi toimivammaksi	35
4.3 Materiaalihukan seurantatyökalu	40
4.4 Tehokas toiminnanohjausjärjestelmä	42
5 Yhteenveto	45
Lähteet	47
Liitteet	
Liite 1: Tuotannon seurantatyökalu	49

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on löytää suurkuvatulostuksen tuotantoprosessin pullonkaulat asiakasyrityksessä. Lisäksi kartoitetaan tuotannossa syntyvä materiaalihukka ja sen kustannukset. Tutkimuksen lopputuotteena kehitetään tuotannon ja materiaalihukan seurantaan työkalu, joka helpottaa MIS-järjestelmän käyttöönottoa lähitulevaisuudessa.

Asiakasyritys on keskisuuri suomalainen repro- ja painotalo, jonka painotekninen osaaminen on keskittynyt offset- ja digipainotekniikoihin. Viime vuosien vahvan kasvun myötä suurkuvapuoli on hiljattain eriytynyt omaksi yksikökseen digipainosta, joten tuotantoprosessin tarkempi määrittäminen on ajankohtaista. Pohdinnan alla on myös hukkamateriaalin mahdollinen hyötykäyttö tulevassa tuotannossa. Ennen kaikkea tutkimuksen avulla toimintaa pyritään tehostamaan ja resursseja kohdentamaan paremmin, mutta myös tarkentamaan tuotteiden hinnoittelua, jolla mahdollisesti parannetaan markkina-asemaa tiukasti kilpailutetulla alalla.

Tutkimus toteutetaan kahden erilaisen ajanjakson aikana tapahtuneilla tuotannon seurantajaksoilla, henkilöhaastatteluilla ja tutustumalla tarjolla oleviin seurantatyökaluihin ja ajankohtaisimpaan tietoon. Seurantajaksoilla pyritään seuraamaan yhtäjaksoisesti tuotannon toteutumista eri työpisteissä ja eriteltyinä riittävän yksityiskohtaisiksi katsottuihin osioihin. Tuotannon kuormituksen lisäksi seurataan häiriöitä ja niistä koituvia kustannuksia materiaalihukan ja ylimääräisen työn osalta. Tutkimus liittyy läheisesti koko työnkulkuun, eli prosessin vaiheisiin myynnistä jakeluun, mutta pyritään rajaamaan vain suurkuvatuoantoon ja muita työvaiheita ainoastaan sivuamaan havainnoissa ja tulosten käsittelyssä.

## 2 Suurkuvatuotannon nykytila

### 2.1 Suurkuvatuotannon kehitys

Ensimmäiset digitaalisen tekniikan koneet tulivat markkinoille 1980-luvun puolivälissä, mutta vasta noin kymmenen vuotta sitten alkanut alan kehitys on jalostanut digitaaliset tulostimet uskottavaksi tuotantovaihtoehdoksi monienkin painotuotteiden toteuttajana. Digitaalisen painotekniikan suuntaus on muuttunut pienistä painosmääristä ja yksiväritulosteista värillisempiin ja suurempiin painoksiin. Edelleen suurimpina kasvualueina nähdään tarpeeseen painaminen (print-on-demand), tuotantoajan tehostaminen ja värillisten töiden tuotannon kasvattaminen. Digitaalisen tekniikan vahvuuden sanotaan olevan kaupallisessa painamisessa, kuten valokuvatuotteissa ja pakkausteollisuudessa, ja tekniikan sijasta digipainamisen alalla olisikin opittava myymään palvelua, lopputuotetta tai kenties kokonaista markkinaratkaisua. [1; 2; 3.]

Vaikka digitaalisen painamisen alanvaltaus on vasta hiljalleen saavuttanut laadullisen uskottavuutensa, se on vakiinnuttanut asemansa tietyillä markkina-alueilla. Vahvana esimerkkinä toiminee suurkuvatuotannon markkinoiden hallintaosuuden syöminen perinteiseltä seripainolta. Digitaalisen tuotannon vahvuuksina suurkuvatuotannossa nähdään parantuneen laadun lisäksi painoalustojen monipuolistuminen, nopeus ja personoitavuus. Myös asiakkaiden tarpeet ovat pienemmissä painoksissa, jolloin digitaalinen työnkulku pääsee oikeuksiinsa. Suurkuvatulosteiden tuotantotavaksi valikoituu digitaalinen jo yli puolessa tilauksista. Maailmanlaajuisesti digitaalisuuden odotetaan kasvavan noin 7,5 %:n vuosivauhtia. Tosin Suomi voi jopa ylittää odotukset, koska omaksuu tunnetusti nopeasti uusia tekniikoita. [4; 5.]

Digitaaliset painotekniikat ovat olleet tämän vuosituhatosen graafisen tekniikan kehityksen kohde, ja ilmiö on ollut vahvasti esillä myös alan messuilla. Suurkuvatuotanto on kehittynyt digitaalisten painotekniikoiden voimakkaan kehityksen myötä viime vuosien aikana julistetulostamisesta omaksi tuotannonalaksi suuren formaatin tulostimiseen ja jälkikäsittelylaitteeseen. Huuman aloitti joka neljäs vuosi Suomessa järjestettävä FinnGraf-messutapahtuma vuonna 2007, jossa digitaalinen painaminen, työnkulku ja

sen uudet sovellusalueet olivat yleisesti esillä, mutta mustesuihkutulostusta vasta sivuttiin. Tällöin suurkuvatulostimia ja tasoleikkureita oli esillä muutamia ja laadun parane- misesta puhuttiin uusia haasteita nostattavien väritulosteiden, kuten valokuvakirjojen, kohdalla. Vasta vuoden 2008 graafisen alan suurtaapahtuma Drupa nostatti todellisen suurkuvatuo- tantohuuman. Markkinat yksilöllisten mainontaratkaisujen, persoonallisuuden ja näkyvyyden tuottamiseksi ovat olleet kypsät jo hetken, ja nyt laitevalmistajat pystyivät siihen vastaamaan. Drupa keskittyi odotusten mukaisesti korkealaatuiseen ju- listetuotantoon mainonnan ja taidealojen tarpeiksi. [6; 7.]

Drupan viesti oli selvä: painotuotteiden kysyntä hiipuu ja ainoastaan suuriformaattisten mustesuihkutekniikan levytulostinten, etenkin uv-tulostinten, kysynnässä on kasvua. Tyypillisten suur- ja jättikuvien tulostuksen ohella mustesuihkutekniikalla pystytään toteuttamaan nykyisin myös suuria teippi- ja kangastulosteita, joissa tekniikka on otta- nut selvän valta-aseman. Nopeuden ja laadun parantamisen ohella ympäristöasioiden tärkeyttä korostettiin Drupassa. Myös Suomessa erityinen huomionosoitus painomark- kinoiden muutokselle oli vuoden 2008 lopussa ensimmäistä kertaa järjestetyt SerPa- messut. SerPa oli kohdistettu nimenomaan yritysten markkinointiviestinnän tuottajille ja tilaajille ja koostui seri- ja erikoispainamisen sekä luovien markkinointiratkaisujen am- mattilaisista. [8; 9; 10; 11.]

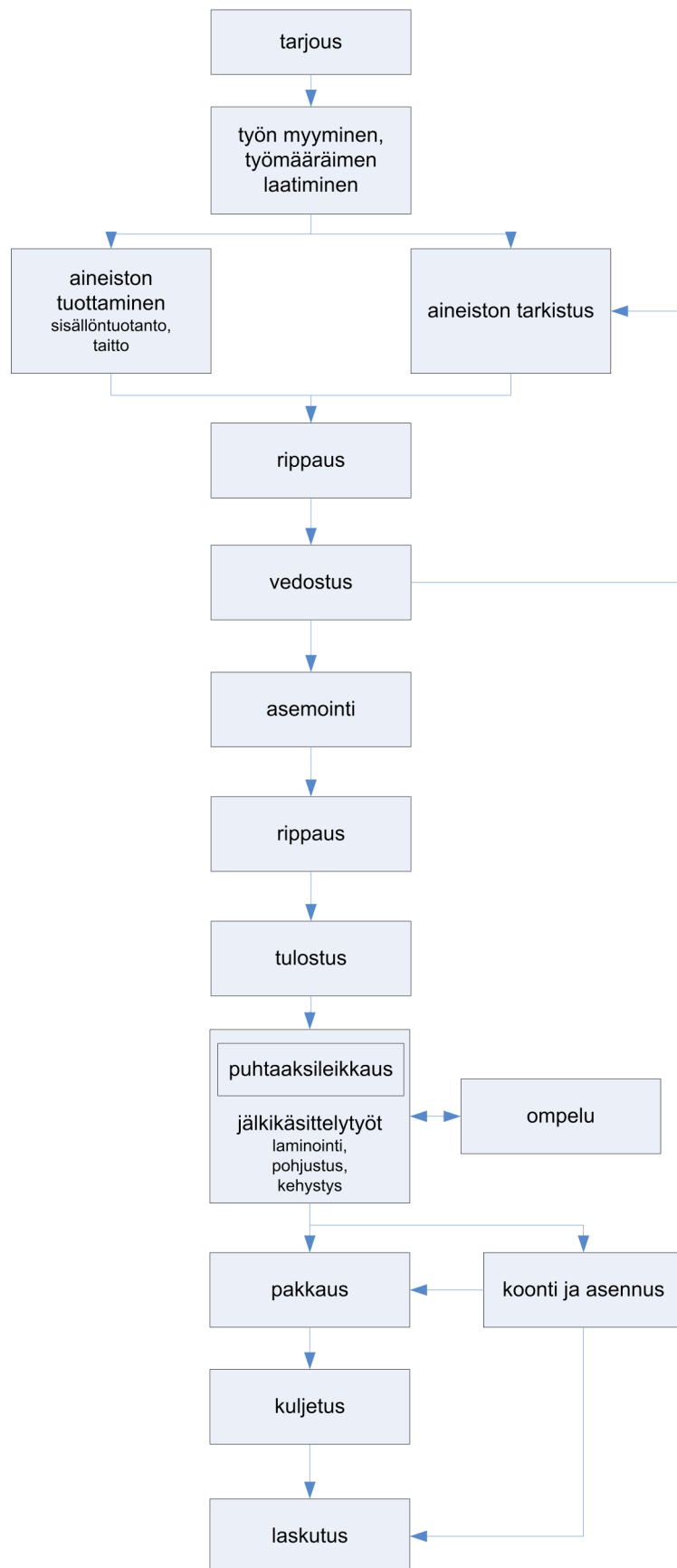
## **2.2 Tuotantoprosessi**

Insinööriyön asiakasyrityksellä on edellytykset vastata nykyiseen markkinatilanteeseen tuotantolaitteistonsa, ammattitaitonsa, asiakaskuntansa ja brändinsä puolesta. Keskisuu- ren yrityksen liikeideana on toteuttaa markkinointiviestintää ideoinnista lopputuotteeseen, eli tuotantoketju etenee myynnistä ideoinnin ja sisällöntuotannon kautta repro- osastolle, josta digitaaliset aineistot siirtyvät tuotantokoneille. Nykypäivänä suurkuva- tuotanto on tullut muutamalla julistetulostinhankinnalla osaksi lähes jokaisen nykyisiä ja tulevia liiketoiminnan kehityssuuntia seuraavan graafisen yrityksen toimintaa [12, s. 35]. Tämän tutkimuksen asiakasyrityksessä suurkuvaosasto eriytyi noin vuosi sitten omaksi toimintayksikökseen digipainosta, jolloin myös suurehkoja investointeja suur-

kuvan puolelle on toteutettu. Tutkimuksen yksi kohde oli selvittää nykyisen suurkuva-tuotannon tuotantoprosessin ongelmakohtia ja löytää niin sanotut pullonkaulat.

Pitkälti digitaalisuuteen perustuva liikeidea tekee yrityksestä modernin, nuorekkaan ja muuntautumiskykyisen sekä tarjoaa resurssit menestyä muuttuvassa graafisen teollisuuden kentässä. Digitaaliselle painamiselle on odotettu räjähdysmäistä kasvua jo 1990-luvulta lähtien, mutta digikoneiden kehityksen lisäksi on tarvittu muutakin: nyt myös tietotekninen infrastruktuuri ja sen käyttäjäkunta ovat kypsyneet digitaalisen tekniikan tueksi [8, s. 4]. Kysyntä on kasvanut tarjonnan rinnalle.

Yrityksessä työ myydään asiakkaalle, kun asiakas hyväksyy tarjouksen. Myyjä täyttää tarjouksen pohjalta työmääräimen, joka kulkee työn ohjeistuksena tulosteena tuotannossa. Työmääräimestä selviävät yhteystiedot, työn nimi ja koko, painosmäärä, sovitut aikataulut, toteutustapa eli valitut tuotantokoneet, materiaalit ja tarvittavat jälkikäsittelyvaiheet. Myyjältä työ siirtyy tuotantoon, ensimmäiseksi repro-osastolle. Repro käy vähintäänkin läpi kaiken painettavan aineiston, eli tarkistaa PDF:t virheiden ennakoimiseksi ja tarvittaessa tuottaa aineiston kokonaisuudessaan. Repron loppupäässä on asemoija, joka asemoi painettavat tiedostot hyödyntäen tulostimella käytettävän rullan tai levyn leveyden. Reprosta työ eli digitaalinen tiedosto siirretään työjonoon palvelimelle, josta työt haetaan käytettäville tulostimille ripattaviksi. Samaan aikaan työ siirretään työmääräimenä tulostajien työpöydälle. Työt tulostetaan tulostajan parhaaksi katsomassa järjestyksessä, yleensä mahdollisimman pian, ja jätetään odottamaan jälkikäsittelyä. Yleisesti töiden puhtaaksileikkaus tulee tehdä tasoleikkurilla, mikä edellyttää reprosta erityisten leikkuutietojen lisäämistä. Osa jälkikäsittelyistä, kuten kankaiden ompeleminen, voidaan tilata alihankkijoilta, minkä jälkeen työ tulee takaisin omaan tuotantoon viimeisteltäväksi. Kun kaikki tarpeellinen jälkikäsittely on tehty, jälkikäsittelijä mahdollisesti pakkaa työn ja vie sen odottamaan kuljetusta noutopisteeseen. Kuljetus hoidetaan lähettipalvelun kautta, yrityksen oman kuriirin toimittamana tai asiakkaan noutamana. Työmääräin siirtyy takaisin myyjälle ja sieltä laskutukseen. Kuvassa 1 on tuotantoprosessi kaaviona.



Kuva 1. Suurkuvatuotannon prosessikaavio.

Suurkuvatuotannon puolella on kolme rullasyöttöistä paperitulostinta ja yksi liuotinväripohjainen rullasyöttöinen paperitulostin, rullasyöttöinen tarraleikkuri ja yksi hybriditasotulostin. Korkealaatuisessa suurkuvatuotannossa paperikoneet käyttävät kuuden osaväriin värijärjestelmää suuremman väriavaruuden saavuttamiseksi. Tasotulostimella on myös käytössä kuusi osaväriä ja tarvittaessa lisäväri, valkoinen. Tasotulostimelle on oma RIP-ohjelma, kun taas kolme rullakonetta käyttää yhtä yhteistä RIP-ohjelmaa. Tuotannossa on myös yksi tasoleikkuri, kaksi manuaalista leikkuria ja kaksi laminaattoria, joissa on kylmä- ja kuumalaminointitoiminnot. Loput jälkikäsittelyistä tehdään täysin käsityönä. Osa jälkikäsittelystä on ulkoistettu vakiintuneille alihankkijoille. Tyypillisin alihankintana teetettävä työ on kangastulosteiden ompeleminen.

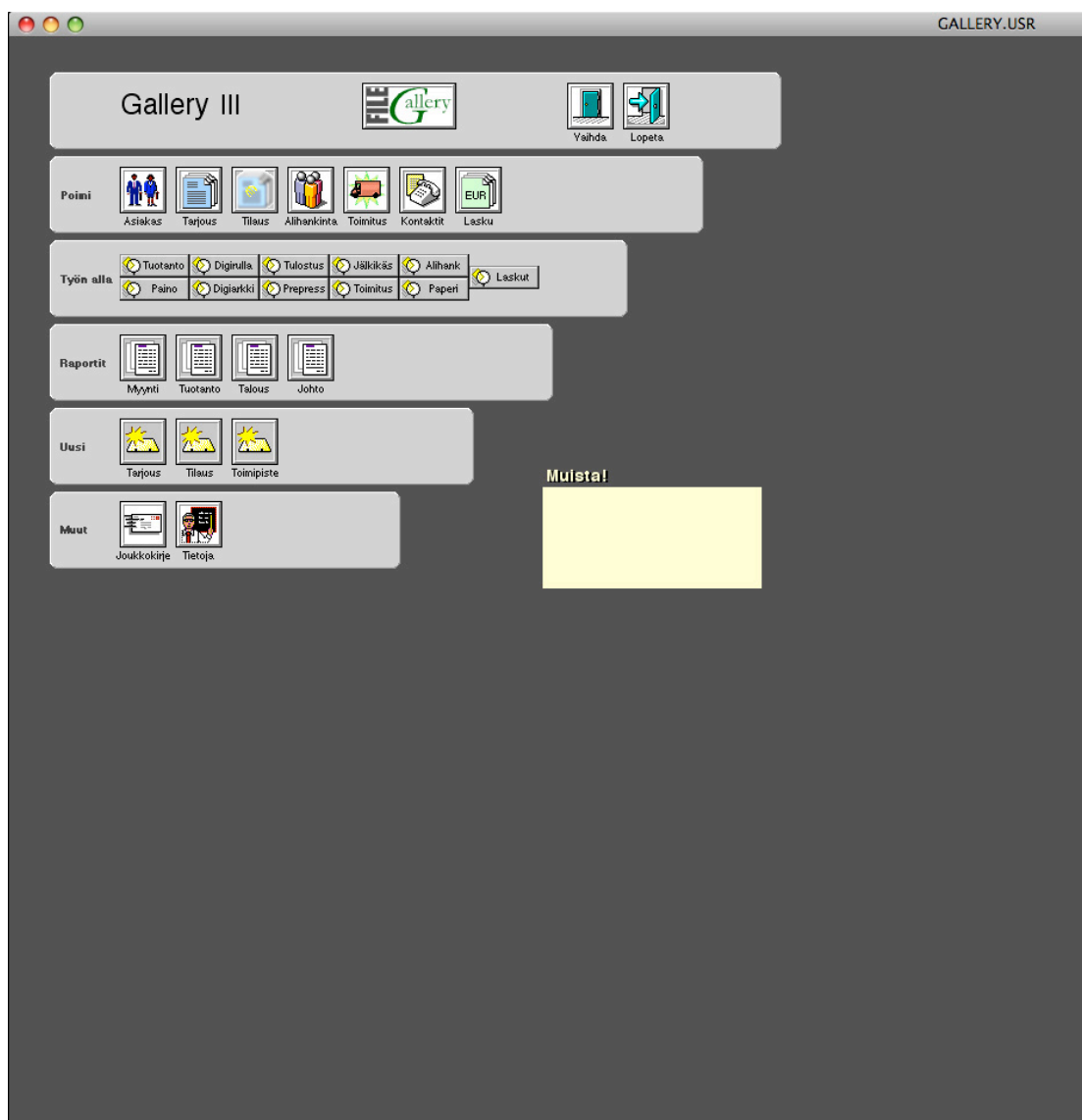
Yrityksen toimitusajat ovat lyhyitä: työ myydään jopa tunneissa. Käytännössä koko tuotantoketjun läpikäymä työ myydään muutaman päivän toimitusajalla. Myyjän tehtävänä on laskea työmääräintä täyttäessään ohjeajat työn etenemiselle reproon ja tulostukseen, jotta työ liikkuisi optimaalisesti aikaansa nähden. Suurkuvatuotannon puolella aikataulu ei kuitenkaan enää ole porrastettu, vaan työ liikkuu vapaasti tulostuksesta jälkikäsittelyyn.

Materiaalien pohjavarasto pidetään mahdollisimman pienenä, ja yleensä työn materiaalit tilataan työn myymisen jälkeen työmääräimen tietojen perusteella. Tieto kulkee tällä hetkellä ihmisten mukana, eli työmääräin siirtyy ihmisten toimesta, jolloin myös mahdollinen lisäinformaatio liikkuu suullisesti. Usein lisäyksiä tai muutoksia työmääräimeen tehdään myös kynällä.

### **2.3 Toiminnanohjaus ja työkalut**

Toiminnanohjausjärjestelmänä yritys käyttää kotimaista MediaGallerya. Toiminnanohjausjärjestelmää käytetään asiakastietojen rekisteröintiin ja rekisterin ylläpitämiseen, tilausten ja tarjousten rekisteröintiin sekä laskutukseen ja raportointiin (ks. kuva 2). Asiakastietojen alle, asiakkaan yhteys- ja laskutustietojen lisäksi, tallentuvat asiakkaalle tehdyt tarjoukset ja asiakkaan tilaukset. Tarjoukset luokitellaan hyväksytyihin, hylättyihin ja auki oleviin. Tarjousten ja tilausten historiaa tarkastellaan tarpeen vaatiessa,

esimerkiksi etsittäessä tietoa, onko jokin tietty työ tilattu tai milloin se on tehty. Tarjo- ja tilaushistoriaa ei kuitenkaan tilastoida tai tarkastella säännöllisesti tiedon hyödyntämiseksi. Tarjoushistoriaa käytetään usein uuden laadittavan tarjouksen pohjana.



Kuva 2. MediaGallery-toiminnanohjausjärjestelmän päävalikko.

Tilauksia eli töitä seurataan aina työnumerolla. Työnumero on työmääräimeen syötetty yksilöllinen numerosarja, joka kulkee työn mukana läpi kaikki tuotantovaiheet ja laskutuksen. Hankaluutta tilausten ja tarjousten seurantaan ja vertaamiseen toiminnanohjausjärjestelmässä voivat tuoda erilaiset numerosarjat työn tarjous- ja tilausvaiheessa; tarjo-

uksessa käytetään tarjousnumeroa, joka tarjouksen vahvistuttua vaihtuu eri numeroyhdistelmäksi, työnumeroksi.

Työmääräin tulostuu MediaGalleryn syötettyjen tarjoustietojen pohjalta, eli vastuu tietojen oikeellisuudesta on ensikädessä työn myyjällä. Yksi MediaGalleryn heikkous on sen käyttöliittymä. Tilaustietoja täytettäessä saman tiedon joutuu syöttämään useisiin tietokenttiin, eli tieto ei kopioitu. Tällöin etenkin tilauksen muuttuessa virheen mahdollisuus on suuri. Huolellisesti täytetyn työmääräimen hyöty korostuu kiireisessä tuotannossa, jossa ohjeistuksen virheiden tai ristiriitojen selvitys kuluttaa odottamattoman paljon aikaa ja huonoimmassa tapauksessa työn toimitus myöhästyy. Myös laskutusvaiheessa katsotaan ennen kaikkea alkuperäistä työmääräintä. Jos muutoksia tilaukseen on tehty kesken tuotannon ja tiedot on lisätty tuotannossa kulkevaan työmääräimeen kynällä, tieto ei välttämättä ole saatavilla laskutusvaiheessa tiedon siirtyessä MediaGalleryn sisällä työmääräimestä suoraan laskutukseen, ja työ laskutetaan mahdollisesti väärillä tiedoilla. Ajatellaan tilannetta, jossa tilauksen painosmäärä on muuttunut, eikä tietoa ole muutettu ollenkaan tai kaikkiin tuotannonvaiheiden kappalemäärätietoihin, jolloin virheestä tulee merkittävä. Esimerkiksi tilaus on kaksinkertaistunut 10 kappaleen painoksesta 20 kappaleeseen, mutta jälkikäsitteilykenttään on jäänyt tilausmääräksi 10 kappaletta. Kuva 3 havainnollistaa käyttöliittymän.

DIGTARJ\_USR

Tarjous selailu

Perus Kirje E-mail Tll.vsh. Toim.v. Tarj I Tarj II Tarj III E-mail Tll.vsh.

ASIAKAS Mene PERUSTIEDOT TARJOUS näyttö logo/alatunniste Monista tarjous

Yritys/Osasto/Toimipiste  
Henkilö  
Osoite  
E-mail  
Puh  
Fax  
Mobile  
Maksuehto  
Alennus Kieli M.tstoale Yuosiale

Tarjousno  
Pvm  
Myyjä  
Yksikkö  
Tarjouspäiviä  
Deadline  
Yliv.korko  
Alv-Koodi  
Yanha.no

Tarjouksen nimi  
Viite  
Alkuteksti  
Tervehdys  
Ystävällisin terveisin  
Liitteet  
Til.vshv.pvm Toim.v.pvm  
As. tilausno As. Työno  
Status  
Hyväksytty

Toimitusaika  
Toimitusehto  
Aineisto  
Painon vedos  
Yal.kurssi  
Kuvaus  
Muistio

ALIHANKINTA ( kpl) REPRO ( kpl) HINTA

Työ	Määrä	Myynti	Nimi	Myynti	Laskenta	Työ	Seur. 1 kpl
					Laskenta	541,40	30,5428
					Lask sis.ale	541,40	30,5428
					Repro		
					Ajo + JK	250,00	30,5428
					Yht	250,00	30,5428
					Tarj.hinta	250,00	
					Toimitus		1 kpl
					Yeroton	250,00	30,54
					Alv 22 %	55,00	6,72
					Verollinen	305,00	37,26

JÄLKIKÄSITTELY (1 kpl) TOIMITUS ( kpl) Pap.paino: 0,0 kg

Työ	Määrä	Nopeus	Myynti	Laji	Tapa	Myynti
S Esko leikkaus	9	154 kpl/h	59			

Reprotoimitukset  
Vht.

PAINO ( kpl)

Väri	Kpl	Määrä	Laaj.	Koko	Paperi	Koko	Hinta	Pap	Ysh	Kone/Krs	Arkit	Yliarvit	Lehtiä	arkilla	Raaka	Paperi	Paperi	Levyt	Myynti	

DIGIARKKI ( kpl)

Väri	Kpl	Määrä	Laaj.	Koko	Kone	Paperi/Koko	Pers.	Lehtiä	Arkit	Pap.kulutus	Leikkimäärä	Myynti

Online JK:

JULISTE (1 kpl)

Kpl	Määrä	Koko	Lev	Kork	Ala	Kehys	Materiaali	Lev	Kone	Nop (m/h)	Pituus	radalla	Radalla	rinnan	Myynti
1	9	Ylikoko	1,0 m2	4,0 m			Sk Kirkas tara.137		Yutek+valkoi	18	1 000	Leikk.vara	Leikk.vara	191	
	9	1 000   1 000					1370				20		20		

DIGIRULLA ( kpl)

Väri	Kpl	Määrä	Laaj.	Koko	Kone	Paperi	Arkit	Pers.	Pit.radalla	Radalla	Leikk.vara	rinnan	Myynti

100 Browse

Kuva 3. Työmääräimen käyttöliittymä.

MediaGalleryssa on mahdollista seurata tuotantoa myös tuotantovaiheittain (paino, jälkikäsitteily, prepress jne.). Työn alla -valikon eri moduulien avulla on mahdollista tarkastella kunkin yksikön auki olevia töitä. Toiminnanohjausjärjestelmän julkaisijan mukaan valikon avulla voidaan suunnitella ja ohjata tuotantoa, raportoida toteutuneita

työtunteja ja aikatauluttaa työvaiheita [13]. Asiakasyrityksessä valikon alla näkyvät käytännössä kaikki hyväksytyt tarjoukset, koska työn tilannetta ei päivitetä.

Toiminnanohjausjärjestelmä on käytössä lähinnä tarjouslaskennan ja laskutuksen vaiheissa, tuotannonseurannan mahdollisuutta ja tuotannonohjausta ei käytännössä hyödynnetä. Raportit tulostuvat ainoastaan yritysjohdon tarkasteltaviksi. Tulevaisuuden toiminnanohjausta ja työnkulkua ajatellen MediaGallery ei myöskään ole JDF-yhteensopiva.

## 2.4 Henkilöstöhaastattelu

Insinööriyönä tehty tutkimus sisälsi kaksi intensiivistä seurantaviikkoa, jolloin havainnoitiin tuotantoa yleisesti ja muodostettiin kuva rutiinituotannosta. Tarkoituksena oli muun muassa löytää ne tuotantovaiheet tai työkalut, jotka tuottavat ongelmia tuotantoon. Ongelmakohtien kartoittamiseksi tehtiin suurkuvatuoannon työntekijät kattava henkilöstökysely. Kysely toteutettiin henkilöhaastatteluna; kysymykset olivat kaikille samat ja vastaukset kirjattiin nimettömänä. Haastatteluihin osallistui kolme tulostajaa ja neljä jälkikäsitteijää. Haastattelun yhteenvedossa vastaukset on eritelty tulostajien (T) ja jälkikäsitteijöiden kesken (JK).

Haastattelussa esitetyt kysymykset: 1. Mitä toimenkuvaasi kuuluu? 2. Teetkö tai joudutko tekemään tehtäviä toimenkuvasi ulkopuolelta? Mitä? 3. Tyypillisimmät ongelmat työpisteessäsi? 4. Eniten työskentelyäsi häiritsevä asia? 5. Eniten työolojasi parantava asia?

*Vastaukset kysymykseen 1:*

T: Tulostajien toimenkuvaan kuuluu hoitaa tulostimien käyttö, huolehtia materiaalien saatavuudesta, huolehtia siitä, että aineisto vastaa työlistaa, hoitaa väriprofiileja, tehdä koneiden perushuolto ja huolehtia työpisteen yleisestä siisteydestä.

JK: Suurkuvan jälkikäsitteilyihin kuuluu leikkaus, tasoleikkurin perushuolto, pohjustus, kehystys ja laminointi.

*Vastaukset kysymykseen 2:*

T: Virallisen toimenkuvan lisäksi tulostajia työllistävät aineistoon tehtävät pienet muutokset, tavaroiden vastaanotto ja ajan salliessa valmiiden töiden pakkaus. Tämän lisäksi he miettivät parempia vaihtoehtoja työn toteutukseen; yleensä muutokset koskevat käytettäviä materiaaleja ja koneita. Työpisteen fyysisen sijainnin vuoksi tulostajat joutuvat myös usein tekemisiin työtään noutamaan tulevien asiakkaiden kanssa ja selvittämään, missä haettava työ on, tai etsimään henkilön, joka työstä tietää.

JK: Toisinaan suoritettavia toimenkuvan ulkopuolisia tehtäviä ovat pakkaaminen ja valmiin tuotteen toimittaminen noutopisteeseen, materiaalien tilaaminen, valmiiden töiden (telineiden) asennus, tulostuslaadun tarkkailu ja tasoleikkurin kalibrointi.

*Vastaukset kysymykseen 3:*

T: Tyypilliseksi ongelmiksi nimettiin työmääräimen tietojen selvitys ja siitä aiheutuva juokseminen repron ja suurkuvaosaston välillä ja aineiston selvitys. Toistuvia aineisto-ongelmia ovat aineiston virheellisyys, aineiston sekavuus eli se, että tiedostoista pitää päätellä kokonaisuus ja sen eri osat, sekä se, ettei aineisto ole siellä missä pitäisi eli sitä ei löydy työjonosta. Työmääräimen ongelmaksi nähtiin työmääräintä täyttävien myyjien – ja siten kirjaustyilien – vaihtuminen, mikä voi aiheuttaa esimerkiksi saman ketjun eri liikkeisiin eri materiaaleille tehtyjä ja laadultaan erilaisia tuotteita. Materiaaliliikenne aiheuttaa ongelmia paitsi varaston siisteyden ja tilanpuutteen, myös tilauskäytäntönsä vuoksi. Materiaalit pääsevät toisinaan loppumaan, toisaalta sisään tulevista materiaaleista ei aina tiedä, mihin työhön ne on tarkoitettu.

JK: Tyypillisiä ongelmia jälkikäsitelyssä ovat työkalujen ja tarvikkeiden katoaminen tai loppuminen. Lisäksi keskeneräisiä töitä on jätetty työpisteisiin viemään pöytätilaa ja jätteiden lajittelu on vähäistä. Tasoleikkurilla tyypillistä on leikkuumerkkien puuttuminen kokonaan, jolloin työ siirtyy käsin leikattavaksi. Ennen tätä leikkaustiedostoa joudutaan etsimään koneelta työnumerolla, mikä on vienyt oman aikansa. Jos kyseessä on muotoonleikkaus, työtä ei voida käsin leikata, vaan on tehtävä leikkaustiedosto ja tulostettava koko työ uudelleen. Toisinaan tasoleikkurin kalibroinnit heittävät ja työ leikkaantuu huonosti, jolloin työ siirretään jälleen käsinleikkuuseen. Myös materiaalivalinnat voivat vaikuttaa jälkikäsitelyyn; tietyillä materiaaleilla eivät tasoleikkurin vaatimat leikkuumerkit näy.

*Vastaukset kysymykseen 4:*

T: Työskentelyä häiritseviksi tekijöiksi koettiin yleinen turhautuminen prosessin kehittymättömyyteen, mikä on osaltaan voinut vaikuttaa myös mainittuun vallitsevaan työilmapiiriin. Ilmapiiri koettiin painostavaksi turhan tai asiattoman kritiikin ja niin sanotun niskaanhengittämisen takia. Työtä häiritsevänä pidettiin myös epävarmuutta siitä, tulisiko työmääräintä noudattaa vai soveltaa omaa tietämystään, sekä tilanteita, joissa myyjät tulevat toistuvasti tuotantotiloihin soittamaan puheluitaan.

JK: Jälkikäsitteijät kokivat eniten työtä häiritseväksi työkalujen epäjärjestyksen ja työpisteen fyysisestä sijainnista johtuvan välittäjän asemaan: esimerkiksi, kun ihmiset tulevat kysymään asioista, joista päättäminen kuuluu muiden ihmisten päätäntävaltaan ja jälkikäsitteijä joutuu ohjaamaan tai etsimään kyseisiä henkilöitä.

*Vastaukset kysymykseen 5:*

T: Työilmapiiriä parantaviksi tekijöiksi haastatellut mainitsivat vaikutusmahdollisuuden ja osallistumisen kehitykseen ja suunnitteluun esimerkiksi uudistuksissa, yleisesti henkilöstön ammattitaidon laajemman hyödyntämisen sekä paremman informaation kulun varmistamisen.

JK: Jälkikäsitteijöiden keskuudessa työilmapiiriä ja motivaatiota parantavana tekijänä nähtiin haasteellisemmat työtehtävät, palkkauksen tarkistaminen ja positiivinen palaute.

Haastattelusta nousee esiin kolme kompastuskiveä: vakiintuneiden toimintatapojen puute, tiedon kulkemattomuus ja luottamuspula esimiestasoa ja omaa työskentelymallia kohtaan. Monet mainituista ongelmista nojaavat ymmärryksen mukaan sisäiseen viestintään ja tiedonkulun tehostamiseen. Jos tieto kulkee, on luotettavaa ja ajantasaista, sen mukaan toimitaan, jolloin muodostuu vakiintuneita toimintamalleja. Selkeys prosessin vaiheissa auttaa ottamaan ja kantamaan vastuun. Logistiset ongelmat, joihin luen materiaalien ja jätteiden kuljetukset ja säilytyksen sekä työpisteiden järjestelmällisyyden, ovat konkreettisemmin työskentelyyn vaikuttavia ja yhtä tärkeitä, mutta yksinkertaisemmin ratkaistavissa olevia ongelmia.

Vaikka haastattelussa ilmi tulleet mielipiteet ovat osittain kärkkäitä ja tunteiden väritämiä ja ne voidaan eräiltä kohdin tulkita jopa vääriksi, ei niiden arvoa tule väheksyä. Haastattelun tulokset peilaavat työntekijöiden mielikuvaa kokonaisuudesta ja tehtävästä, jolle he antavat merkittävän osan ajastaan. Esimerkiksi toimenkuvaan kuuluvien ja kuulumattomien asioiden sekoittaminen ei vaikuta prosessin toimivuuteen, koska kukaan haastatelluista ei tuntenut työmäärää rasitteeksi. Työtehtävien monipuolisuus voidaan nähdä jopa etuna vaihtelevuutta ja haasteellisuutta työltään hakevien keskuudessa.

### **3 Tuotannon kuormitus ja materiaalihukka**

#### **3.1 Tuotannon ehdot**

Digipainotuotannon prosessia ei pystytä pitkällä tähtäimellä vakioimaan, vaan vaihtuvien, pääasiassa mainonnan, tarpeiden tyydyttämiseksi on pysyttävä muuntautumiskykyisenä. Elinehto on just-in-time-tyyppinen varasto, jossa materiaalit toimitetaan yritykselle juuri ennen tuotantoa. Tällöin varastoon kiinnitetty pääoma pysyy lähes olemattomana ja materiaalihukka näiltä osin pienenee. Koko digipainotuotantoa voitaneen kuvata samalla just-in-time-periaattella: asiakas vaatii täsmälleen senkokoisen painoksen tuotetta kuin senhetkinen tarve on ja juuri silloin kun se tarvitaan. Painotuotannon tarkoitus on siis yhä enemmän vastata vain välittömiin tarpeisiin, mikä tarkoittaa lyhyitä ajoja ja suurempia kuntoonlaittokustannuksia. Tämä kustannus voidaan ajatella poistettavaksi säästetyissä varastointikuluissa. [14, s. 41–42.]

Varioituva tuotanto voi olla vaikea hallittava. Tuotannonohjauksen päämäärä on tehokas tuotanto eli resurssien optimaalinen hyödyntäminen. Tavoitteita eriteltäessä voidaan esiin nostaa toimitusvarmuus ja lyhyen toimitusajan mahdollistaminen, kapasiteetin tehokas käyttö niin koneiden kuin inhimillisten ja materiaalistien resurssienkin tasaisena kuormituksena ja näiden summana seuraava tuotannon sitoman pääoman tehokas käyttö. Tuotannonohjauksella ja hallinnalla saadaan johdettua laskennallisia tuottavuuslukuja tuotanto- tai tuoteyksikköä kohti ja kannattavuuslaskelmia sekä konkreettisella tasolla voidaan muun muassa suunnitella tehtävien töiden järjestys ja pysyvä varastotilanteen tasalla. [15; 16.]

Tuotannon kuormituksella ja materiaalien hallinnalla on paitsi suora taloudellinen vaikutus, myös vaikutus ympäristöön. Graafisella alalla ympäristöasioiden kiinnostavuus on vasta hiljalleen alkanut näkyä ja vain aktiivisimmat toimijat ovat ryhtyneet toimenpiteisiin. Tutkittu yritys vastaa modernia mielikuvaa myös ympäristötietoisuudessaan. Suurkuvatuotannossa ympäristöä erityisesti kuormittavat painoalustojen materiaalihukka ja painovärien kulutus. Ympäristöystävällisintä tekniikkaa suuriformaattisissa tulostimissa siistaus- ja energiankulutusongelmistaan huolimatta edustaa uv-tekniikka, johon yritys on myös investoinut. Materiaalivalikoimassa ja innovaatioiden viimeaikaisena kohteena on ollut täysin kierrätettävä ja kierrätysmateriaalista valmistettu re-board-levy. Ympäristöasioihin panostamalla myös yritys hyötyy. Esimerkiksi hiilijalanjälkiprojektiin osallistumalla yritys saa tietoonsa monia tuotantonsa avainlukuja, jotka helpottavat myös toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoa. [12; 17, s. 26–27; 18, s. 25; 19, s. 50–52.]

### **3.2 Kuormituksen seurannan tulosten analysointi**

Tuotannon kuormitusta ja häiriöitä seurattiin yhteensä neljänä viikkona riittävän tiedon keräämiseksi. Seurantaviikot pyrittiin ajoittamaan kuormituksellisesti erilaisiin tuotantoajankohtiin, kiireisempään ja hiljaisempaan aikaan. Tuotantoa oli suunniteltu seurattavaksi kaksi viikkoa, mutta neljässäkään viikossa tietoa ei saatu kerättyä riittävän laajan otannan takaamiseksi. Tutkimustuloksissa otanta tarkoittaa töiden lukumäärää tai tutkimuspäiviä ja on aina mainittu.

Tuotantoa seurattiin koneiden kuormitustietojen keräämiseksi ja realististen läpimenoaikojen kartoittamiseksi. Tulosten perusteella töiden hinnoittelua tarkistetaan ja tuotannon ruuhkautumista ja töiden myöhästymistä pyritään välttämään. Tuloksista poimittiin myös havainnollistavia esimerkkejä materiaalihukasta ja virheellisistä töistä aiheutuneista kustannuksista ja laskettiin tuotannolle tavoite- ja minimivolyymit.

Seuranta toteutettiin työntekijöiden keräämän tiedon avulla. Seuranta tehtiin seurantalistoisiin (ks. liite 1), joihin oli määritetty tutkimuksen kannalta tarpeelliseksi katsotut

tietokentät. Työpisteet oli jaettu neljään segmenttiin työtehtävien samankaltaisuuden perusteella. Seurannassa oli näin ollen neljä erilaista seurantalomaketta. Tulokset eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia, eikä niiden kuulukaan olla, koska jokaisesta segmentistä on tutkittu tuotannon kannalta tärkeäksi todettuja lukuja.

Taulukossa 1 näkyvien tasotulostimelle tehtyjen laskelmien mukaan keskiarvo painotyön kestolle on 37 minuuttia ja 49 sekuntia. Havaintojen vaihteluväli oli viidestä minuutista 150 minuuttiin.

*Taulukko 1. Tasotulostimen laskennalliset arvot.*

<b>Tasotulostin</b>	
Otanta	16 työtä
Työn kesto	37 min 49 s
Nopeus/painopinta (kpl):	13 min 9 s
levy	6 min 55 s
rulla	15 min 36 s
6-v	13 min 26 s
7-v	12 min 30 s
Nopeus/neliö (m <sup>2</sup> ):	5 min 8 s
levy	5 min
rulla	5 min 9 s
6-v	4 min 28 s
7-v	8 min 2 s

Tarkempaa tarkastelua varten työn kesto päätettiin laskea painettua tulostuspintaa kohden ja painettua neliötä kohden erikseen, jolloin huomataan, että levyiltä ja rullalta painettaessa eroja tulee lähinnä painopintakohtaisissa laskelmissa. Lisätarkastelun kohteeksi otettiin tavalliset kuusiväriset työt ja työt, joissa on käytetty valkoista seitsemäntenä lisävärinä. Kokonaisuudessaan otanta oli 16 työtä, joista neljä levytulosteita ja 12 rullalta painettuja töitä. Seitsemää osaväriä käyttäviä töitä oli vain kolme, loput 13 olivat kuusivärisiä. Pienen otannan vuoksi havainnoista ei ollut löydettävissä selkeää johdonmukaisuutta.

Pienemmille tulostimille eli rullatulostimille tehtiin yhteinen seuranta. Seuranta sisältäisi neljä rullasyöttöistä leveän formaatin tulostinta ja vektoridataa lukevan tarraleikku-

rin. Jälleen otanta yhdeksän päivän ajalta on valitettavan pieni, yhteensä 67 työtä, josta 61 on tulosteita ja kuusi tarraleikkurin töitä. Taulukossa 2 on laskelmien tulokset.

*Taulukko 2. Rullatulostimien laskennalliset arvot.*

<b>Rullatulostimet</b>	
Otanta	9 päivää 61 työtä
Kuormitus	45 m <sup>2</sup> /pv
Materiaalikulutus	56,9 m <sup>2</sup> /pv
<b>Tarraleikkuri</b>	
Otanta	6 työtä

Painettu neliömäärä vaihteli päivittäisten kirjausten mukaan 1,7 m<sup>2</sup>:stä/pv 118,9 m<sup>2</sup>:iin/pv, mistä aiheutunee heittoa keskiarvoihin. Koko seurantajaksolta koneiden kokonaiskuormitus oli 405,3 painettua neliometriä. Laskelmien mukaan koneiden kuormitus olisi 45 m<sup>2</sup>/pv, mikä neljän koneen kesken jaettuna tekee noin 11 m<sup>2</sup>/pv. Optimitilanteessa kaikki koneet tuottaisivat tasaisesti koko päivän, mutta kuormitusta tuskin pystynee lyhyillä toimitusajoilla siten suunnittelemaan. Oman osansa töistä vie automaattisesti liuotinväripohjainen tulostin, joka ainoana tulostaa tarramateriaaleille. Käytännössä vesipohjaiset paperitulostimet ovat käynnissä usein kaksi kerrallaan ja kolmannella puretaan ruuhkahuippuja, joten päivittäisen kokonaistuotannon vertailuarvo on tarkastelun kannalta tärkeämpi.

Jälkikäsittelyn moninaiset työvaiheet laskettiin työstöjen mukaan, eli yksi työ voi tarvita monta työstöä, kuten laminointi, leikkaus ja asennus. Kaiken kaikkiaan otannaksi saatiin 9 päivää ja 198 työstöä. Tämä tekee keskiarvoisesti 19 työstöä päivälle, jaettuna kahdelle vakituiselle jälkikäsittelijälle. Arvokkaimpana tietona jälkikäsittelyn kuormituksen seurannasta saatiin laskennalliset työstöajat eri työvaiheille. Kaikista työvaiheista laskettiin keston keskiarvo, jolloin huomiotta jää työn koko tai kappalemäärä. Tällöin saadaan karkea läpimenoaika työvaiheelle. Tärkeimpien jälkikäsittelyvaiheiden tarkentamiseksi laskelmia on eritelty myös painopinnan eli kappalemäärän ja neliömäärän mukaan, kussakin työvaiheessa merkitsevimmän yksikön mukaan. Lisäksi tiettyjä työstöjä on eritelty työkalun tai tyyppin mukaan. Erittely on taulukossa 3.

Taulukko 3. Jälkikäsittelytoimien laskennalliset arvot.

<b>Jälkikäsittely</b>		
Otanta	9 päivää 168 työstöä 19 työstöä/pv	
Kesto	min/työ	min/kpl
Leikkaus	29,9	7,2
käsityö	31	9,5
javelin	24,5	5,6
fotoba	36,3	7,3
Kehystys	34,2	25,7
Asennus	56	10,6
roll-up		8,1
quick-up		15,9
Pohjustus	31,7	
	min/työ	min/m <sup>2</sup>
Tarrakäsityöt	58,5	13,1
Laminointi		
kylmä	32,6	2,9
kuuma	29,8	3,3

Leikkaus kokonaisuudessaan tarkoittaa kaikkea paitsi tasotulostimella puhtaaksi leikatavaa työtä. Tämän jälkeen työstö on eritelty veitsellä ja viivaimella tapahtuvaan käsinleikkuuseen, manuaaliseen niin sanottuun giljotiinileikkuseen (javelin) ja suorakaidetta leikkaavaan fotoba-leikkuuseen. Kappalemäärissä verrattuna ehdottomasti nopein työstötapa on javelin ja käsinleikkuu odotetusti hitain. Työkohtaisissa laskelmissa fotoba-leikkurille saatiin yllättävän pitkä kesto, mikä mahdollisesti tarkoittaa sillä leikattavan suurempia töitä. Havainnoissa asennuksella tarkoitetaan roll-up- ja quick-up-vuotien kiinnittämistä telineisiinsä. Laskelmien antamat erot työajoissa selittyvät uusilla quick-up-telineillä ja pienellä quick-up-otoksella (kaksi). Tarrakäsityölaskelma selittää tarrojen nylkemisestä, siirtokalvotuksesta ja pohjustuksesta koitunutta työtä. Vaiheet tehdään usein peräkkäin, joten läpimenoaikakin oli johdonmukaisinta laskea yhteen. Kuuma- ja kylmälaminoitien läpimenoajoissa ei havaittu olennaisia eroja. Kylmälaminointi sisältää myös koneellisesti toteutetun siirtokalvotuksen ja pohjustuksen havainnot yhtenevän tekniikkansa vuoksi. Myöhemmin tarjouslaskennassa ja tuotannosuunnittelussa mahdollisesti tuloksia käsiteltäessä on huomioitava, että esimerkiksi tuotteen pohjustus ja laminointi voivat tapahtua yhtäaikaaisesti eikä läpimenoaika välttämättä kaksinkertaistu. Pohjustuksessa on huomioitu aikahavainnot käsin toteutettujen pohjustustöiden osalta.

Edellä mainittujen lisäksi seurannassa havaittiin jälkikäsitteilyiden ajankäytön jakaantuvan moniin oheistöihin, kuten postitukseen (keskimäärin 15 minuuttia kerrallaan), petsaukseen ja levyn väriytykseen (45 minuuttia), pakkaamiseen (19 minuuttia) ja sahaukseen, joka tuo oleellisen lisän tuotteen kehystysaikaan (46 minuuttia).

Tasoleikkurin tuloksia (ks. taulukko 4) käsiteltiin joko kokonaisina havaittuina päivinä tai yksittäisinä töinä.

*Taulukko 4. Tasoleikkurin laskennalliset arvot.*

<b>Tasoleikkuri</b>		
Otanta	8	päivää
	122	työtä
Kuormitus	12	työtä/pv
	8 h 4 min	päivässä
Työn kesto	40 min 30 s	
Työn kesto/työkalu:		
	knife	36 min 6 s
	kisscut	32 min 51 s
	VIBknife	34 min 25 s
	jyrsin	1 h 20 min
	milling tool	1 h 30 min

Päivittäistä kuormitusta laskettaessa on vertailuarvoiksi otettu kahdeksan kokonaisvaltaisesti kirjatun työpäivän havainnot eli 99 työtä todellisemman keskiarvon saavuttamiseksi. Aikalaskelmissa on käytetty kaikkia 122:ta havaintoa riittävän otannan takaamiseksi. Kuitenkin otanta vaihteli työkalukohtaisissa laskelmissa 73:n (knife) ja yhden työn (milling tool) välillä. Käytettävien työkalujen mukaan keskimääräisten työstöaikojen laskeminen rajaa materiaalivalinnat, eli tuloksia voidaan suoraan verrata tiettyjen materiaalien työstöaikoihin: knife-työkalulla leikataan usein tavallisia papereita, laminoitua paperia ja valokaappitarraa, kisscut-työkalulla vastaavasti materiaaleja, jotka vaativat kevyemmän leikkuun, kuten laminoidut tarrat, VIBknife leikkaa paksumpaa pehmeää materiaalia, kuten reboardia ja mikroaaltopahvia, milling tool- ja jyrsin-työkaluilla saadaan kovempi forex-tyyppinen levymateriaali työstettyä. Laskelmista on jätetty nuuttaustyökalut (nuutti, powerhead, V-knotch) pois, koska työstö tapahtuu leikkaavan työkalun kanssa samaan aikaan eikä siten vaikuta olennaisesti läpimenoaikaan.

Tärkein havainto on, että tasoleikkuria kuormitetaan keskimäärin vain reilun kahdeksan tunnin ajan, vaikka kokonaistyöaika on 12 tuntia vuorokaudessa. Havaittiin myös, että työstötavasta, työn koosta ja lopputuotteiden kappalemäärästä riippumatta keskiverto työ kestää 40,5 minuuttia. Tarkempien työkalukohtaisten keskiarvoaikojen tietäminen auttaa arvioitaessa realistista työkohtaista läpimenoaikaa.

### 3.3 Laskennalliset tavoite- ja minimivolyymit tuotannossa

Tuotannon tavoitevolyymi on konekohtainen optimaalinen tuottavuus. Tavoitevolyymi perustuu laitevalmistajien ilmoittamiin maksimijonopeuksiin ja on suhteutettu 12 tunnin tuotantoon päivässä. Tuotannon minimivolyymi taas on se arvo, joka pitäisi saavuttaa koneiden toimiessa. Arvo toimii myös hälyttävänä raja-arvona tuotannon esimiehille tai tulostajille itselleen, mikäli arvon asettamaan tuottavuuteen ei päästä. Jos minimivolyymitavoite jää saavuttamatta, on alettava etsiä syytä alhaiseen tuotantoon koneista, niiden huolloista, kuormitustilanteesta tai työtavoista. Minimivolyymiarvot on suhteutettu tuotannon seurannasta saatuihin laskelmiin todellisista työstöajoista.

Tutkimuksen aikana minimivolyymeiksi määritettiin tasotulostimelle  $100 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ , liuotinrullatulostimelle  $80 \text{ m}^2 / 24 \text{ h}$ , rullatulostin 1:lle  $200 \text{ m}^2 / 24 \text{ h}$  ja identtisille rullatulostin 2:lle ja 3:lle  $40 \text{ m}^2 / 24 \text{ h/kpl}$ .

Tavoitevolyymissa on huomioitu materiaalien vaihtuvuudesta aiheutuva keskimääräinen kuntoonlaittoaika ja keskimääräiset rullaleveydet, koska valmistajien maksiminopeudet on suhteutettu maksimirullaleveydelle. Tavoitevolyymiin pääsemiseksi on optimoitava rullien vaihdot ja kuntoonlaitto. Myös olisi pyrittävä jossain määrin suurempiin rullaleveyksiin etenkin tasotulostimella. Liuotinrullatulostimen materiaalit ovat nyt enimmäkseen 85 % koneen mahdollistamasta maksimirullaleveydestä ja pienempien rullakoneiden kapasiteettia vievät roll-up-kokoiset työt, joiden hyödynnettävään rullaleveyteen ei asemoinnilla pystytä vaikuttamaan. Tavoitevolyymeiksi voidaan määrittää tasotulostimelle  $360 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ , liuotinrullatulostimelle  $350 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ , rullatulostin 1:lle  $400 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$  ja rullatulostin 2:lle ja 3:lle  $300 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ .

Työskentelytavoissa jokaisen olisi pyrittävä mahdollisuuksien mukaan ennakoimaan työsarkaansa. Yleisesti se tarkoittaa, että tulostaja tullessaan vuoroon käy työjonon ja tiedossa olevat työt läpi, suunnittelee rullavaihtojen kannalta optimaalisen ajojärjestyksen, vilkaisee näyttövedokset ja tarkistaa samalla asemoinnin, laittaa työt rippautumaan, tarkistaa materiaalityöntilanteen ja valmistelee käytettävät rullat tai levyt. Mahdollisesti tiedossa olevien töiden materiaalit haetaan jo tulostimien läheisyyteen, jolloin rullanvaihto-aika kesken tuotannon lyhenee ja tasotulostimella levyjen syöttö on mahdollisimman nopeaa. Ennakoimiseen sisältyvät myös pienet huoltotoimet, kuten tunnistinsilmien pyyhkiminen pölystä sekä värinäiden puhdistus ja testaus. Tämänkaltaiset huoltotoimet tulisi pyrkiä tietyin tasaisin syklein toteuttamaan alkuvalmisteluissa ennen tuotannon aloittamista ja ongelmien ilmenemistä.

Tyypillisesti tulostajat ovat jakautuneet yksi tasotulostimelle ja yksi pikkukoneille vuorojen päällekkäisyyksien ajan, ja keskittyminen tuotantoon on hyvä. Kun tuotannossa on hiljaisempaa, on aikaa huoltotoimien lisäksi esimerkiksi kalibroida ja profiloida tulostimia. Kuitenkin 12 tunnin vuorosta neljä tuntia aamusta ja illasta yksi tulostaja hoitaa kaikkia koneita, jolloin jokaisen koneen tuotantoteho kärsii. Tällöin tulostajan tulisi keskittyä tuottavuudeltaan korkeamman tasotulostimen tuotantoon ja käyttää pikkukoneita mahdollisuuksien mukaan. Kuitenkin tällä hetkellä tasotulostimella tehdään paljon myös formaatiltaan pikkukoneille mahtuvia töitä, jolloin mahdollisesti enemmän tuotantoa saataisiin läpi keskittymällä pikkukoneisiin. Tämä asettaa siis myynnille haasteen myydä tasotulostimelle formaatiltaan optimaalisempia töitä ja sitä kautta saada tuottavuus kasvamaan.

### **3.4 Häiriöt**

Seurantajaksoilla kirjattiin myös tuotannossa esiintyviä häiriöitä ja niistä johtuvia virheellisiä töitä. Tuloksissa korostuivat edellä mainitut tyypilliset ongelmat (ks. henkilöstöraastattelu s. 14), mutta nähtiin myös niiden korjaamiseksi tehtävät toimenpiteet. Havainnoista laskettiin edelleen virheisiin käytetyt resurssit: materiaalit ja niiden kustannukset sekä huomioitiin kuluva työaika ja virheistä mahdollisesti koituneet seuraukset.

Häiriöiden tilastoinnin tuloksista huomattiin tuotantohäiriöiden aiheutuvan usein materiaalin viallisuudesta tai sopimattomuudesta. Esimerkiksi tasoleikkurilla voi levymateri-  
aali olla kiero tai paperi niin liukas, ettei imuteho riitä pitämään sitä paikallaan. Tällöin  
työaikaa kuluu materiaalin teippaamiseen tasoon kiinni tai vastaaviin toimenpiteisiin.  
Toisinaan virhe saattaa johtaa vialliseen tuotteeseen, jos virhettä ei huomata ajoissa ja  
työ leikkautuu väärin. Häiriöksi tasoleikkurilla ei välttämättä voida laskea työkalun ku-  
lumista tai murtumista, mutta vaihtamiseen ja uuden työkalun kalibrointiin kuluva työ-  
aika syö resursseja ja voi johtaa myös vialliseen, korjattavaan lopputuotteeseen. Eniten  
tasoleikkuria kuitenkin kuormittavat vialliset tai puuttuvat leikkuutiedostot, niiden etsi-  
minen ja korjaaminen. Jos leikkaustietoja ei löydy tai saada jälkikäteen lisättyä, työ jou-  
dutaan tulostamaan ja jälkikäsittelemään uudelleen leikkuutietojen kanssa. Tähän rutii-  
ninomaiseen virheeseen kuluu huomattava määrä leikkaajan työaikaa, ja selvitystyön  
aikana koneen seisokki kasvattaa merkittävästi työjonoa tulostimilta eteenpäin.

Laadunvalvonnan puute aiheuttaa häiriöitä koko suurkuvan tuotantoprosessissa. Tätä  
johtopäätöstä tukivat kirjatut havainnot, joissa esimerkiksi valmiista moniosaisesta työs-  
tä huomattiin puuttuvan yksi osa, valmiista, noutoa odottavasta työstä puuttui kirjain  
sanan keskeltä tai konkreettisesti laaduntarkkailija eli tulostaja oli poissa ja painojälki ei  
vastannut asiakkaan vaatimaa tasoa. Suurimmillaan vahinko on silloin, jos viallinen työ  
pääsee asiakkaalle asti ennen virheen huomaamista. Kustannuksiltaan kalliiksi tulee  
myös koko työputken läpi päässyt työ, jonka virhe huomataan vasta, kun työ on valmis.  
Tällöin työ joko käy koko prosessin uudelleen tai se korjataan ratkaisulla, joka laskee  
lopputuotteen laatua, kuten puuttuva kirjain, joka leikattiin valkoisesta tarrasta ja liimat-  
tiin mustaan forex-tauluun, kun virheen syy oli tulostustiedoston valkoisen osavärin ta-  
solla, josta kirjoitusvirhe oli jäänyt huomaamatta.

Osa jo mainituista virheistä olisi voitu välttää tarkemmalla työmääräimellä tai lisäin-  
formaatiolla. Tiedon puutteesta syntyneitä virheitä havaittiin muitakin, esimerkiksi tar-  
ratyö, jonka työmääräimestä puuttui tieto, tuliko työhön ulko- vai sisäpintaliimaus. Vir-  
he kuvastaa työketjun osien eli seuraavien työvaiheiden tuntemisen puutetta tai ajatte-  
lemattomuutta. Ilman tietoa työtä ei kuitenkaan saatu edes tuotantoon, ja virheestä ai-  
heutui päivän viive. Jatkuvista työmääräin epäselvyyksistä ja totutusta työmääräimen

ohjeiden soveltamisesta johtuneet havainnot, jossa työ oli ohjeistettu painettavaksi matalalle tarralle valkoiselle pohjalle, mutta tuotannossa päädyttiin tekemään työ kiiltävälle valkoiselle tarralle ja laminoimaan matakksi, joka oli painoteknisesti taloudellisempi vaihtoehto. Lopputuotteessa kuitenkin näkyy merkittävä sävyero asiakkaan hyväksymään vedokseen verrattuna.

Värinsäädöstä aiheutuneet virheet selittyvät usein materiaalien suurella vaihtuvuudella. Kaikille uusille materiaaleille ei ole ehditty tehdä omia väriprofileja, ja toisinaan se aiheuttaa odottamattomia ongelmia, kuten set-offia rullalta rullalle ajettaessa.

Tyypilliseksi ongelmaksi päätettiin luokitella myös koneiden seisominen – ongelman syyt taas ovat moninaiset, usein monien syiden summa. Koneiden seisokin aiheuttivat esimerkiksi lounastauot: Vaikka tauot pidetään limittäin, uusien töiden sisäänottaminen kärsii sijaistettavalla työpisteellä. Jos käynnissä ollut työ tulee valmiiksi, ei uutta laiteta tulostumaan, vaan koneet seisovat, kunnes lounastauko loppuu. Muita syitä voivat olla tulostusaineiston selvitys tai tarkastus siinä vaiheessa, kun työ on jo luovutettu tuotantoon, tai materiaali-ongelmat, kuten havaittu olemassa olevan rullan riittämättömyys, kun rulla on jo vaihdettu koneeseen, uuden materiaalin tilaus ja siitä johtuva viive ja uusi kuntoonlaitto ja edellisen työn keskeytys, kun materiaali saapuu. Viimeksi mainitun esimerkin rullanvaihdosta ja selvityksestä aiheutunut seisokki oli noin 50 minuuttia. Taulukossa 5 on lueteltu erityyppisiä havaittuja häiriöitä ja niistä aiheutuneita todellisia kustannuksia.

Taulukko 5. Virheellisistä töistä koituvat kustannukset.

Häiriöt	Hukkakustannus (€)					Kust.yht
	Materiaali- tyyppi	Kone	Materiaali	Värit	JK	
Työ leikkautuu väärin	paperi	rullatulostin	3,76	6,55	113,65	<b>123,96</b>
Laminointi rypyssä	paperi	rullatulostin	1,88	3,50	25,50	<b>30,88</b>
Lommo rullassa aiheuttaa tuunaamista	tarra	rullatulostin	6,58	4,20	0,00	<b>10,78</b>
Häiriö yöllä+naarmu leikkurista	paperi	rullatulostin	127,37	39,22	0,00	<b>166,59</b>
Häiriö yöllä	tarra	rullatulostin	160,29	71,93	0,00	<b>232,22</b>
Silmä ei tunnista reunaa, työ tulos- tuu pellille	tarra	rullatulostin	7,48	2,45	0,00	<b>9,93</b>
Pdf:ssä läpinäky- vyysongelma	paperi	rullatulostin	1,71	2,45	0,00	<b>4,16</b>
Laaduntarkkailu puuttuu	paperi	tasotulostin	59,72	10,14	0,00	<b>69,86</b>
Valmis työ laadul- taan vajaa	paperi	rullatulostin	3,04	5,65	38,27	<b>46,96</b>
Rullan alussa lommoja	tarra	rullatulostin	2,80	7,00	0,00	<b>9,80</b>
Väärä pdf-versio	paperi	rullatulostin	1,92	5,95	0,00	<b>7,87</b>
Kiiiretyössä reprovirhe, aineisto uusiksi	paperi	rullatulostin	4,22	13,09	0,00	<b>17,31</b>
Värinsäätö- ongelma	tarra	rullatulostin	22,50	13,34	0,00	<b>35,84</b>
Rullanvaihdon jälkeen painaa liian reunan	paperi	rullatulostin	3,89	7,21	0,00	<b>11,10</b>
Työssä väärä asemointi	tarra	tarraleikkuri	37,53	0,00	0,00	<b>37,53</b>
Tarrassa vain au- kileikkauksen tie- dot, ei ulko-sivuja	tarra	tarraleikkuri	25,50	0,00	0,00	<b>25,50</b>

Todellisten kustannusten laskennassa huomioitiin ainoastaan kulut, jotka koituvat yritykselle työn uudelleen tuottamisesta. Laskuissa ei huomioitu asiakkaalta laskutettavaa katetta, eikä käsityöhön, kuten leikkauksiin ja kuntoonlaittoihin, kuluva aikaa, vaan laskelmissa huomioitiin ainoastaan konkreettiset tulostus- ja jälkikäsittelyvaiheiden materiaalikustannukset omakustannehinnoin.

Havainnoista on huomattavissa, että suurimmat ja merkittävät lisäkustannukset koituvat laadunvalvonnan puutteesta, jolloin työ joko ehtii tulostua pidemmälle turhaan tai käydä läpi jopa kaikki työvaiheet, ennen kuin virhe huomataan. Toisaalta painokustannuksiltaan halvemman työn kustannuserä nousee, jos virhe tapahtuu vasta hinnoittelultaan arvokkaimmalla vaiheella, jälkikäsittelevä vaiheella. Eroja virheiden kustannuksissa voi eri painoalustojen aikaansaamien erojen lisäksi suurilla töillä tulla käytettävän koneen värinkulutuksen mukaan. Liuotin- tai vesipohjaiset rullakoneet ovat painetulta värineliöltään noin 3,5 kertaa kalliimpia kuin uv-tekniikkaa käyttävä tasotulostin. Virheellisistä töistä koituvat kustannukset näyttävät summoina varsin pieniltä, mutta koska kyseessä ovat tiukasti kilpailutetut tuotteet, tuloksen kannalta merkittäviä.

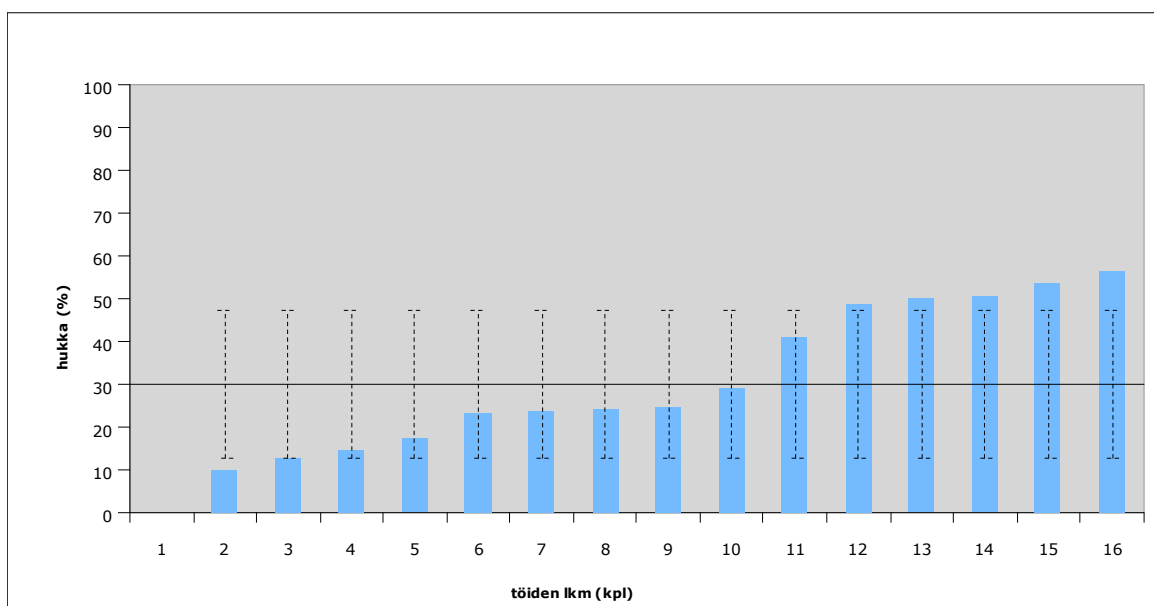
Varsinaisten kustannusten lisäksi on huomioitava hukkaan kulunut työaika. Esimerkiksi taulukossa 5 näkyvän tasotulostimella esiintyneen virheen korjaamiseen, eli uudelleen tulostamiseen, kului kuvassa 4 tehtyjen keskiarvolaskelmien perusteella 52 minuuttia ja 14 sekuntia, mikä on suoraan pois sekä työntekijöiden että koneen tuottavuudesta ja voi pidemmällä aikavälillä laskea työntekijöiden työtehoa turhautumisen vuoksi. Konkreettisempi merkitys virheistä syntyvällä työajan hukalla on kuvassa 8 esiintyvän havainnon (ks. kohta *kiiretyössä reprovirhe, aineisto uusiksi*) seurauksilla, jolloin kiireellisenä myytyä työtä selvitettiin uudelleen jo painotuotannon alettua ja työhön tuli materiaalihukan lisäksi 1,5 tunnin seisokki ja lopulta työ myöhästyi sovitusta toimitusajasta. Vastaavassa tilanteessa sopimuksesta riippuen yritys maksaa myöhästymisestä rahallisen korvauksen tai asiakkuus kärsii yrityskuvan heiketessä. Kiireellisenä myytyissä töissä on mahdollisuus veloittaa niin sanottu kiirelisä, joka ainakin nimellisesti kattaisi tuotantoon syntyvää ylimääräistä painetta mutta joka usein jää jo tarjousta laskettaessa veloittamatta paremman kilpailuedun saavuttamiseksi.

### 3.5 Hukkamateriaalista koituvat kustannukset

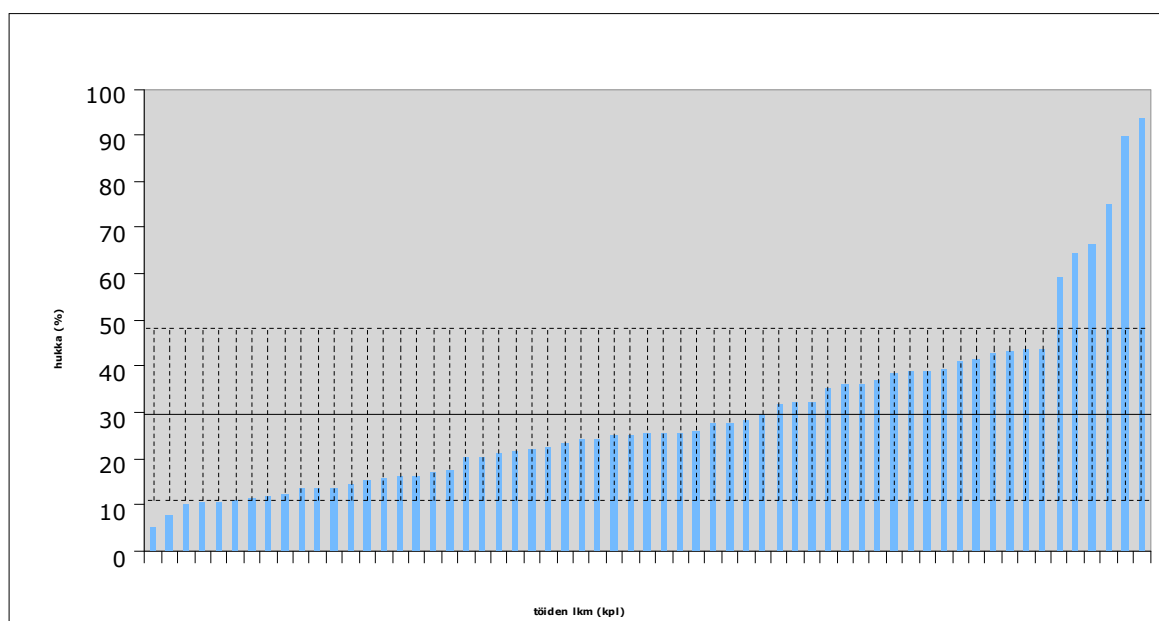
Suurkuvatuotannossa on alati muuttuva lajitelma käytettäviä materiaaleja ja rajoittamaton lopputuotteen kokomääritys, mikä tekee myös materiaalihukan ennakoimisesta vaikeita prosessia haasteellisempää. Tyypillisiä suurkuvatuotteita ovat suuret julisteet, liput, bannerit, opasteet, tienvarsitaulut, rakennusten julkisivutulosteet ja ajoneuvojen teippaukset. Mustesuihkutekniikalla toteutetaan myös erikoispakkaukset ja sisustustuotteet, kuten tapetit ja teatterien, elokuvien sekä bändiesiintymisten rekvisiitta ja lavasteet. Varsinkin UV-tekniikan kehittyminen on kasvattanut tekstiilitulosteiden suosiota. [10; 12.] Materiaalihukkalaskelmissa pitäydettiin jälleen tyypillisimmissä töissä ja laskettiin esimerkkikustannuksia yleisimmillä materiaaleilla.

Materiaalihukkaprosentilla tarkoitetaan työhön käytetyn materiaalin suhdetta työn painopinta-alaan, josta prosenttiluvun ilmoittama osuus on mennyt hukkaan. Materiaalihukka aiheutuu töiden asemoinnista käytössä oleville rullaleveyksille, ja se on näin erotettu virheellisesti tehdyistä töistä tai virheellisesti käsitellyistä materiaaleista. Materiaalihukkalaskelmat on eritelty tasotulostimen ja ainoastaan rullalta painavien koneiden kesken, ja lisäksi on huomioitu havainnot tarraleikkurilta.

Tasotulostimella havaintojakson aikana tehdyistä töistä materiaalihukan keskiarvoksi 16 työn otannalla saatiin 29,8 %. Laskelmissa eriteltiin jälleen levyiltä ja rullalta painetut työt, jolloin keskimääräiseksi hukaksi tarkentui levytöissä 18,5 % (otanta 4 työtä) ja rullatöissä 33,5 % (otanta 12 työtä). Tasotulostimen materiaalihukan keskihajonta oli 17,2 %, mikä tekee keskihajontaväliksi 12,6–46,9 %. Tasotulostimen havainnoista merkillepantavaa on huomattava ero levy- ja rullatöiden hukkaan menneen materiaalin välillä. Osittain eroa selittävät levyille kenties helpommin myytävät optimikokoiset työt, eli levyn pinta-alan tarkasti hyödyntävät työt sekä levyjen kaksipuolinen käytettävyys. Monesti levytöitä tehdään kaksipuolisina, jolloin laskelmissa on huomioitava materiaalikulusta suurempi painopinta-ala. Rullatulostimilla laskelmiin otettiin 61 työtä, joiden keskimääräinen hukka oli 29,6 %. Tällöin keskihajonta oli 18,5 %, mikä tekee hajontaväliksi 11,1–48,1 % . Kuvat 4 ja 5 selittävät eroja graafisessa muodossa.



Kuva 4. Tasotulostimen materiaalihukan hajonta.

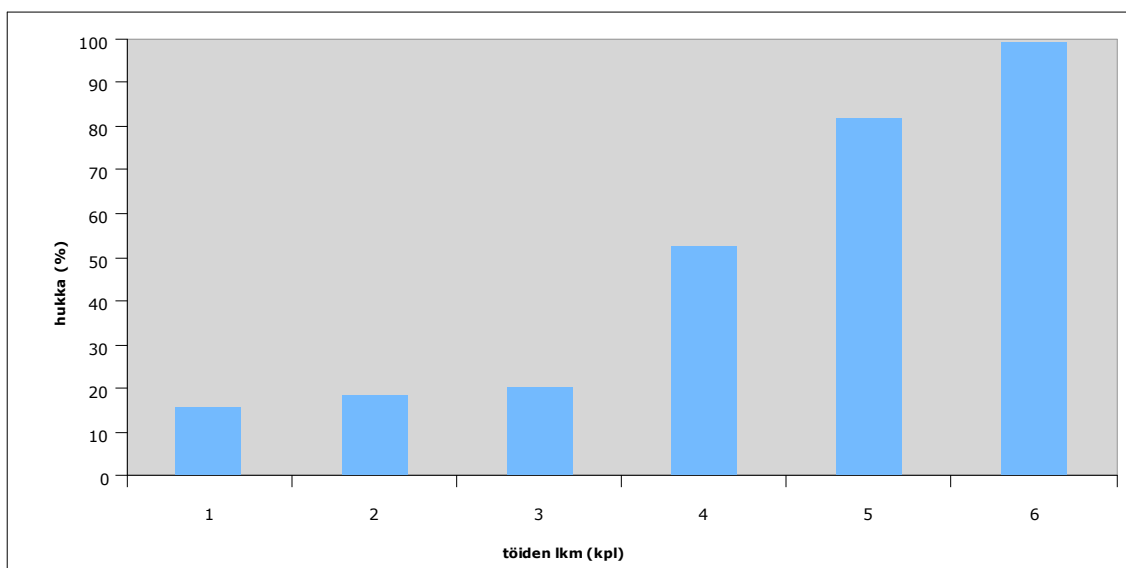


liian leveälle rullaleveydelle. Karkeasti arvioiden keskihajonnan ylittävien töiden, eli tasotulostimella tehtyjen töiden, joiden hukka lähentelee tai ylittää 50 %, rullaleveydestä jää yli kolmekymmentä prosenttia käyttämättä. Sama huomio pätee poikkeuksetta myös rullatulostimella tehtyihin töihin.

Rullatulostimella saadun suuremman otannan lisäksi on havaittavissa tasotulostimeen verrattuna tulosten selkeästi suurempi hajonta, ja muutama työ ylittää reilusti keskihajonnan. Näistä töistä viisi kuudesta on eri tarramateriaaleille tehtyjä tulosteita, joissa rullaleveys on aina 137 cm riippumatta työn koosta. Korkeimman materiaalihukan saavuttanut työ taas on kenties suurkuvatulostimelle sopimaton työkokoo 45 cm x 20 cm, joka on tulostettu myös 137 cm leveälle rullalle. Jos ajatellaan, että asemointia tehostamalla päästäisiin näissä kuudessa työssä edes keskihajonnan ylärajalle noin 48 %:n hukkaan, on kustannussäästö materiaalien osalta edelleen vähäinen (4,53 €), mutta merkittävä suhteutettuna myydyin työn tuottoon. Prosentuaalisesti ajateltuna suurimpien hukkalukujen aleneminen keskihajonnan piiriin merkitsisi noin 8,8 %:n vähennystä kokonaisuusmateriaalihukkaan ja laskisi keskimääräisen materiaalihukkaprocentin 29,6 %:sta 27,0 %:iin.

Lisäksi tilastoinneista oli huomioitava töiden painosmäärät. Suuri osa etenkin tasotulostimen töistä oli yhden kappaleen painoksia, jolloin levyn- ja rullanvaihtoja sekä kuntoonlaitosta aiheutuvaa hukkaa tulee runsaasti. Itsestään selvää on, että suurempia painoksia pyritään myymään, muttei pidä unohtaa pienempien asiakkaiden tärkeyttä ja etenkin edellä mainittujen ongelmakohtien hiomista, joista säästö saadaan – eikä niinkään suurista ja jo taloudellisista painoksista. Usein myös vedokset jäävät asemoimatta, mahdollisesti koska työ ajatellaan vielä keskeneräiseksi.

Rullasyöttöisen tarraleikkurin havaitut työt nostettiin erikseen esille ilmi tulleen suuren materiaalihukan takia. Tarraleikkurilla kuuden työn keskiarvoiseksi hukaksi saatiin 47,9 % ja keskihajonta oli melko suuri (36,0 %). Kuvassa 6 ovat hajonta ja keskiarvo graafisesti.



Kuva 6. Materiaalihukan hajonta tarraleikkurilla.

Tarraleikkuri käsittelee vektorimuodossa olevaa tietoa, ja siihen syötetään tiedostot yksitellen jonossa. Ongelmaksi muodostuu leikkuutiedostojen asemoimattomuus. Yhteen pötköön syötetyt tiedostot käännetään leveysuunnassa rullanmittaa hyödyntäen, mutta niitä ei asemoida rinnakkain vaikka rullanleveys sen sallisi, jolloin materiaalia jää käyttämättä suuria osuuksia. Esimerkkinä laskettiin yhden 29-osaisen tarraleikkurityön materiaalihukka. Työssä oli 29 erikokoista tiedostoa, joista esimerkiksi suurin oli 12 metriä pitkä ja leveä kaistale, jolloin rullan leveydestä jäi yli 80 % hyödyntämättä. Olettaen, että tiedostot käännettiin rullanleveys hyödyntäen työhön kului noin 43 m<sup>2</sup> materiaalia, kun tarraan käytetty pinta-ala oli 17,4 m<sup>2</sup>. Hukan määräksi muodostui 59,5 %. Asemoinnilla materiaalin pinta-ala hyödyntäen materiaalin kulutus olisi ollut 25,5 m<sup>2</sup>, jolloin hukka olisi vähentynyt 31,8 %:iin. Rahallisesti esimerkin materiaalihukkakustannukset ovat olleet 221,30 €, kun kokonaiskustannukset käytetystä materiaalista ovat olleet 380,60 €. Asiakkaalta työstä on laskutettu noin 280 €. Jos työ olisi asemoitu, materiaaliin kuluneet kokonaiskustannukset olisivat olleet 225,70 €, josta hukkaan olisi mennyt 70,80 €:n arvosta materiaalia.

### 3.6 Hukkamateriaalin hyötykäyttö

Yksi tutkimuksen osa-alueista oli kartoittaa mahdollisuuksia hukkamateriaalin hyötykäyttöön. Hukkamateriaalia jää jokaisesta työstä, jolloin kerääntyy paljon erilaisia materiaaleja, mutta hyötykäyttöä on kannattavinta miettiä levymateriaalien osalta, koska levyistä jää usein suurempia ja parempikuntoisia hukkapaloja. Nyt hukkamateriaalia käytetään satunnaisesti pieniin töihin ja seisontatuiksi suurille pahvi- tai levytöille. Tätä kannattaa edelleen hyödyntää, jolloin päästään suurien hukkapalojen varastoimisesta ylläpitämään helpommin hallittavaa niin kutsuttua seisontatukivarastoa. Seisontatuet toteutettaisiin standardinomaisesti, koko- ja materiaalivaihtoehtoja tulisi toki olla tarjolla.

Tämän lisäksi hukkamateriaalista voisi koostaa yrityksen myyjille mallipaloja materiaalivaihtoehtoista. Mallikirjastossa olisi yrityksen perusmateriaalit ja ainakin muutamia erikoisuuksia, vaikka vaihtuvuus onkin suuri. Myös jälkikäsittelyistä, lähinnä eri laminointivaihtoehtoista, voitaisiin tehdä mallipalat samaan kirjastoon. Kaikki materiaalithan ovat lopulta tilattavissa, mutta mallipalojen tarkoitus olisi pikemminkin havainnollistaa uudelle asiakkaalle materiaalien ja jälkikäsittelyjen eroja ja mahdollisuuksia.

Ylijäämämateriaalista voidaan ajatella tehtäväksi myös yksinkertaisia laatikoita tai kirjekuoren tyyppisiä kuoria, joita hyödynnetään joko yrityksen omiin tarpeisiin tai lisäarvoa tuovana lahjana asiakkaalle. Laatikoiden ja kuorien yleisilmeen tulisi pysyä neutraalina, mahdollisesti käsittelemättömänä, ja koot tulisi miettiä käyttötarkoituksen mukaan optimaaliseksi. Kuoria voitaisiin hyödyntää töiden pakkaamisessa, sisäisessä postissa tai säilyttämisessä. Laatikoiden idea taas tukisi asiakkaan jo tilaamaa materiaalia esimerkiksi digipainon puolelta. Pienille tuotteille, kuten käyntikortteille, lahjoitettaisiin kotelo tai lukujärjestyksille, muistilapuille tai vastaavankokoisille asiakkaille tarkoitetuille tuotteille laatikko, josta ne olisi helpompi ottaa.

## 4 Työnkulun ja toiminnanohjauksen kehitysehdotuksia

### 4.1 Toiminnanohjauksen tavoitteet

Kokonaisvaltainen tuotannon optimointi vaatii kenties total quality management -tyyppisen laatuohjelman käyttöönottoa ohjelmistopohjaisen MIS-järjestelmän tueksi. Nykypäivän käsityksen mukaan kokonaisvaltaisessa laatuohjelmassa on materiaalisen ja tuotannollisen laadun lisäksi vähintään yhtä suurena osana laadukas henkilöstöpolitiikka ja henkilöstöjohtaminen koko prosessin tuottavuuden maksimoimiseksi. Samalla tavoin osana toiminnanohjausjärjestelmää voidaan katsoa olevan ihminen ja johtamistyyli, yhtä lailla kuin informaatiojärjestelmät, menetelmät ja apuvälineet. Kiivaasti muuttuva tekniikka koettelee myös työntekijöiden omaksumiskykyä ja halua oppia. Ammattitaitoinen henkilöstö tulisi sisällyttää yrityksen resursseihin teknisten resurssien tavoin ja ylläpitää motivaatiota sekä jalostaa kokemus yrityksen eduksi. [20; 15; 21.]

Toiminnanohjausjärjestelmä vaatii toimivan työpisteiden välisen tiedonsiirron, joka pystytään toteuttamaan JDF-standardiin yhteensopivilla koneilla. JDF-pohjaiseen työnkulun hyödyntäminen mahdollistaa kaksisuuntaiset informaatiovirrat toiminnanohjausjärjestelmän ja tuotantokoneiden välillä. Eri työvaiheiden läpinäkyvyys toiminnanohjauksen kannalta lisääntyy, jolloin vältetään tiedon moninkertaisilta kirjauksilta tuotannon eri vaiheissa ja saadaan reaaliaikaista informaatiota työn etenemisestä tuotannossa ja esimerkiksi materiaalimenekistä. JDF:n avulla toiminnanohjausjärjestelmä osaa ehdottaa tietoja myös laskutukseen ja mahdollistaa tarkan jälkilaskennan.

Ongelmia raportoinnissa voi syntyä häiriötilanteissa, jolloin alkuperäisestä tuotantosuunnitelmasta poiketaan. Tällöin toiminnanohjausjärjestelmä voi esimerkiksi ehdottaa korjaustoimenpidettä, jonka käyttäjä joko hylkää tai hyväksyy. JDF:n avulla voidaan myös selvittää, mikä kone pystyy tekemään tietyn tyyppisen työn ja mikä sen kuormitus-tilanne on. Tuotannonsuunnittelu onnistuu kätevästi, kun ohjelma tarjoaa jo tarjouksen tekovaiheessa ensimmäistä vapaata mahdollista tuotantoaikaa työlle ja aika pysyy järjestelmässä varattuna, kunnes tarjous hyväksytään tai hylätään. JDF:n ja MIS-järjestelmän etu on myös interaktiivisuus eri toimijoiden kesken. Esimerkiksi prepress-

työn tilannetta voivat tarkkailla mainostoimisto, painotalo ja asiakas yhtä aikaa, ja reaaliaikaiset muutokset näkyvät kaikkialle. Asiakas näkee muutokset näyttövedoksesta. Toiminnanohjausjärjestelmä erittelee kullekin osastolle olennaiset tiedot, ja esimerkiksi prepress- ja jälkikäsittelyosastolle noudetaan tuoreimmat tiedot omaan työmääräimeen tai suoraan koneille. [7; 22.]

Haastattelun perusteella tutkimuksen kohteena olleeseen yritykseen tarvitaan toiminnanohjausjärjestelmä, joka parhaiten vastaa keskeisimpiin tarpeisiin. Ensisijaisiksi tavoitteiksi määriteltiin korkean tuottavuuden takaaminen, mikä helpottaa tuotannosuunnittelua ja tasaa koneiden kuormitusta sekä selventää materiaalitarpeita ja pitää materiaalivarastojen tilanteen ajan tasalla, toimitusvarmuuden parantaminen, jolloin tuotantoajat lyhenevät ja työn myöhästymiset vähenevät, ja läpimenoaikojen lyheneminen. Läpimenoaikojen lyheneminen tarkoittaa myös keskeneräisten töiden vähenemistä tuotannossa, mikä vähentää sidotun pääoman osuutta ja helpottaa tuotannosuunnittelua. Yrityksen kannalta toiminnanohjausjärjestelmän mukanaan tuomat tärkeimmät ominaisuudet ovat tuotannon reaaliaikainen seuranta asiakaspalvelun parantamiseksi ja tuotantotietojen keruu tilastoinnin, raportoinnin ja tarkan jälkilaskennan toteuttamiseksi. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla kerättyjen tuotantotietojen perusteella voidaan myös suunnitella ja ennakoida kunnossapito- ja huoltotoimet paremmin.

## **4.2 Tuotantoprosessi toimivammaksi**

Tehtyjen havaintojen mukaan tuotannon konkreettinen pullonkaula on tasoleikkuri, jolle kaikki työt on kuormitettu. Oletuksena kaikki työt leikataan tasoleikkurilla, jonka työaika kahdentoista tunnin työvuorosta on keskimäärin vain kahdeksan tuntia päivässä (ks. taulukko 4). Leikkurille tulisi kouluttaa käyttäjiä kahteen vuoroon, koska nykyisellään koulutettuja käyttäjiä on vain kaksi, joista toinen on myös esimies ja toinen lainattuna toiselta osastolta. Jos leikkurin kuormitusta pystytään nostamaan, keskeneräisten välivarastoitavien tuotteiden määrä tuotannossa vähenee, jolloin työhön sidotun pääoman osuus lyhenee ja tämä ehkäisisi myös tuotannon tilankäyttöongelmaa. Toisaalta ongelmien ja virheiden karsiminen juuri tasoleikkurilta olisi tärkeää. Koulutuksella, tiedotuksella ja pyrkimyksellä huolelliseen työhön aikaa säästyisi muun muassa leikkuu-

tiedostojen etsimisestä tai korjaamisesta, kun oletusarvoisesti kaikki työt tehdään taso-leikkurin leikkuutiedostojen kanssa.

Tuotannon tilankäytön ja erityisesti varastoinnin sekä jätteenkeräyksen parantaminen vaikuttaisi konkreettisesti työolojen paranemiseen, mutta ehkä vieläkin tärkeämpi vaikutus olisi se, että näin osoitettaisiin arvostettavan työntekijöiden mielipiteitä. Jäteastioiden sijoittelu ja määrä sekä tiedotus lajittelun toimintaperiaatteista osoittaisi, että ympäristöasiat todella merkitsevät ja niihin halutaan panostaa. Jätteiden riittävä tyhjennysyksi taas antaisi ymmärtää, että lajittelulla on merkitys eikä lajittelulle annettu työpanos mene hukkaan. Yksinkertaisilla ympäristömyönteisillä asioilla, kuten jätteiden lajittelulla, energiansäästöillä ja uuteen tekniikkaan investoimalla, pystytään saavuttamaan myös selkeitä kustannussäästöjä [17]. Ympäristöystävällisyyttä myös pystytään korostamaan markkinoinnissa vieläkin enemmän.

Tuotantotilan tilankäyttöratkaisuja tehostettiin jo tutkimuksen aikana, jolloin varastoinnille jää enemmän tilaa ja työpisteet ovat sijoittelultaan yhtenäisemmät. Myös tilankäytön uudistus voi edesauttaa ongelmaksi koetun trafiikin aiheuttaman häiriön minimoimisessa. Lähinnä tulevan materiaalin ja noudettavien töiden aiheuttamaa lisätyötä voitaisiin ennakoita ensiksikin selkiyttämällä noutopisteiden tarkoitus eli se, mitkä työt viedään mihinkin pisteeseen tai mahdollisuuksien mukaan noutopiste määritettäisiin yhteen ainoaan paikkaan. Toiseksi materiaalilogistiikan helpottamiseksi olisi mahdollista määrittää yksi vastuuhenkilö, joka tilaa ja kuittaa materiaalit. Vastuuhenkilön tulisi tällöin myös läpikäydä kaikki tulevat työt, jotta hän osaisi tilata materiaaleja ja olisi muutenkin perillä tuotannosta. Vastuuhenkilö pystyisi näin palvelemaan töistään kysyviä asiakkaista, mainostoimistoja ja myyjiä sekä selvittämään töiden tilaa ja sijaintia. Yhteystietoihin ja sisäiseen tietoon levitettäisiin tuotantovastaavan puhelinnumero, jolloin ylimääräinen työntekijöiden rasittaminen jäisi pois. Luonnollisesti vastuuhenkilö voisi olla tuotannon esimies tai vaihtoehtoisesti ja henkilöstön halukkuudesta riippuen niin sanottu kymppi, työntekijöiden keskuudessa esimerkiksi kiertävänä toimiva vastuuvuoro. Kymppitoiminnan etuna nähdään työntekijöitä motivoiva vaikutus vastuunkamamisen ja työnkuvan vaihtuvuuden kautta.

Suurin osa tuotannossa syntyvästä hukasta syntyy ihmisten tekemistä virheistä. Epäselvyydet tuotantovastuussa johtavat todennäköisesti viivästyneeseen tuotantoon ja henkilöstön turhautumiseen. Selvä yhteys on todettu myös esimiestoimintaan tyytymättömyyden ja ilmenevien tuotannollisten ongelmien, kuten virheiden ja viiveiden sekä materiaalihukan, välillä. [21.]

Tuotannon esimiehen nimeäminen vastuuhenkilöksi edellyttäisi tietenkin yhä suurempaa panostusta vastuutehtäviin ja yhä vähäisempää aikaa tuotantotason töihin. Vaikka vastuuhenkilöjärjestelmää ei otettaisi käyttöön, tulisi esimiestoimintaa silti selkeyttää. Esimiesten tulisi vieläkin voimakkaammin näyttää arvostuksensa ja kiinnostuksensa työtään ja yritystä kohtaan omalla esimerkillään ja ennen kaikkea ottaa ja kantaa rohkeasti vastuuta sekä tavallisissa tuotantopäätöksissä että ongelmanratkaisussa ja -selvityksessä. Selkeät toimintamallit kasvattaisivat työntekijöiden varmuutta omassa työssään ja arvostusta ja luottamusta esimiestasoon.

Kirjapainoympäristössä väitöskirjana tehty tutkimus on osoittanut osallistuvan toimintatavan merkityksen tuotannon muutosprosessissa. Tutkimuksen lähtökohtana oli ajatus työntekijöiden työpanoksen hiomisesta kiiretuotannossa koneiden tuottavuuden tueksi. Tutkimuksessa uskottiin työntekijöiden osaamisen ja motivaation ratkaisevan vaativien ja kiireellisten töiden toteutumisen. Ammatillisen osaamisen lisäksi punnittiin myös sosiaalista osaamista, vuorovaikutustaitoja ja sopeutumista muuttuviin tilanteisiin. Tutkimuksessa todettiin, että pelkkä rakenteellinen muutos ei automaattisesti johda toimintatapojen muutokseen. Tutkimuksessa toteutettiin rakenteellinen muutos tiimityöskentelymalliin osallistuvan toimintatavan kautta. Käytännössä työntekijät itse laativat omat osaamisprofiilinsa. Osaamisen tavoitearvot taas laati johto, mutta niiden toteutumisen mahdollisuuksista neuvoteltiin tiimien kanssa. Tiimien perustana oli varmistaa kunkin tiimin kokonaisuosaamisen taso ja luoda potentiaali toteuttaa uudetkin tehtävät tiimin sisällä teknologian muutoksista riippumatta. Tiimin sisäisestä osaamisesta puhuttiin avoimesti, ja sen koettiin olevan yhteishenkeä nostattava. Oppimistilanteista pyrittiin tekemään positiivisia ratkaisunetsimistilanteita negatiivisen laaduntarkkailun ja virheiden sekä syyllisten etsimisen sijaan. Tutkimuksessa todettiin myös, että oppiminen rakentuu siinä yhteisössä, jossa työskennellään. Oikeat toimintatavat ja osaamiseen liitty-

vät arvot poimitaan ympäristöstä, kuten myös osaamisen vaatimustaso ja vastuunjakamisen taito. [23.]

Insinööriyön asiakasyrityksessä vaikutukseltaan kokonaisvaltaisempi tuotannon kulmakivi löytyi sisäisestä viestinnästä ja informaation tietovirroista. Tuotannon toimintatavoissa näkyi luottamus olettamukseen, kun ennemmin tulisi ajatella, että mikään informaatio ei ole liikaa. Ongelmat näkyvät ennen kaikkea tuotantoketjun tuntemattomuudessa, mikä etenkin kiiretuotannossa muodostuu virheiden kautta ratkaisevaksi kysymykseksi tuotantovarmuuden takaamisessa. Myös osaston sisäinen tiedottomuus aiheutti toisinaan turhautumista ja lisäkustannuksia. Konkreettisia parannuskohteita tiedon kulkuun tulisi etsiä työmääräimestä (onko siinä kaikki tarvittava tieto), tuotannon kuormitustilanteen tiedostamisesta ja osastojen välisten toimenkuvien tiedostamisesta.

Lisäämällä työmääräimeen sovitun toimitusajan lisäksi kohdat eri työvaiheiden päivyksille pystyttäisiin seuraamaan työn etenemistä vaiheesta toiseen sekä kunkin vaiheen läpimenoaikaa ja ennakoimaan ajan riittävyyttä läpikäytävillä toimenpiteillä. Ajatusta on toteutettu tietyssä määrin siten, että myyjien tarkoitus on laskea päivämäärät ajankohdille, jolloin työn tulee olla represssa ja tuotannossa. Käytännössä näin ei tapahdu. Ero edellä mainittuun toimintamalliin onkin juuri käytännössä, eli uudistus on vain tapa toimia eikä aiheuta lisätyötä. Päivämäärä ja kellonaika merkittäisiin työmääräimeen, kun työ otetaan kussakin pisteessä käsittelyyn työntekijän toimesta lisäinformaationa ja jälkilaskentaa varten. Toisaalta tapa voisi luoda painetta suoriutua työstä kohtuullisessa ajassa ja siirtää se eteenpäin tuotannossa, eikä työtä esimerkiksi niin herkästi unohdetaisi työputken välille seisomaan.

Kuormitustilanteen seuranta ja sen tasalla pysyminen nähtiin erityisen tärkeäksi piirteeksi tarjouslaskennassa; tällöin jo tarjousta laskettaessa voidaan luvata realistinen toteutumisen nuste asiakkaalle. Tilanteen edesauttamiseksi on jo olemassa tapoja, kuten vierailu päivittäin tuotantotiloissa tutkimassa työjonoja, mutta vastuuhenkilön nimeäminen mahdollistaisi myös kiireellisessä tilanteessa puhelintiedustelun tuotannon vastuuhenkilöltä. Toisaalta toimivan toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto poistaa ongelman ainakin lähes kokonaan.

Henkilökunnan koulutuksen myötä virheiden määrä oleellisesti pienenesi. Mahdollisesti intensiivinen koulutusrupeama omien työtehtävien tarkentamiseksi ja etenkin toimintamallien tarkentamiseksi voisi toimia enemmän motivoivana tapana kuin keskeneräiseen työhön puuttuminen tuotannossa, mikä voidaan kokea syyllistävänä. Henkilöstön perehdyttämisessä tuotantoketjun eri työvaiheisiin, esimerkiksi työpistevierailuilla tai mahdollisuuksien mukaan tutustumismielessä kierrättämällä työntekijöitä tuotantoketjussa, esiteltäisiin työn eri vaiheiden tuotantoa ja niissä esiintyviä ongelmia. Toisaalta, jos koko tuotantoketjun läpikäyminen tuntuu liian aikaa vievältä ja raskaalta, voisi tutustuttamista ajatella vain seuraavan tai muutaman seuraavan työvaiheen osalta.

Pienempiä virhettä ennaltaehkäiseviä keinoja mietittiin erityisesti tarratuotantoon ja tarrojen asennukseen. Esimerkiksi jos päällekkäin liimattavien tarrojen (kuten teksti ja sen taustalihotus) tiedostojen kehykset tehtäisiin aina samankokoisiksi reprossa eikä niitä muutettaisi tarraleikkuriajioon, onnistuisi tekstien liimaus huomattavasti nopeammin ja tarkemmin siirtokalvon avulla, kun kohdistetaan kehysten avulla. Yleisesti moniosaisen tarratulosteiden tai tarraleikkuiden tunnistamiseen voisi vedoksen mukana ajatella laitettavaksi eräänlaisen asennuspiirroksen jokaisesta ikkunasta tai autonkyljestä erikseen. Asennuskaavaan merkittäisiin tarran osat numeroin, ja niitä vastaavia numeroita käytettäisiin tiedostojen nimeämisessä. Näin töiden asentaminen, mutta myös tulostaminen olisi helpompaa, kun voi tarkistaa, onko kaikki osat tehty.

Vedosten käyttämisen työmääräimen mukana tulisi olla kaikkien muidenkin töiden osalta ehdotonta. Yleisesti kaikkiin työmääräimiin voitaisiin miettiä tiedostonimien lisäämistä etsintätyön vähentämiseksi tuotannossa. Myös yllättävän paljon tuotantoa tuntuu kuormittavan reprosta läpi pääsevä virheellinen aineisto, kuten väärät PDF-versiot ja matalaresoluutiokuvat. Jonkin preflight-ohjelman systemaattinen käyttö myös asiakkaalta tulevan aineiston kohdalla vähentäisi tämänkaltaisten virheiden määrää. Kaiken kaikkiaan uusien suurempien tai pienempien ajattelumallien ja työtapojen käyttöönotto tai korostus tapahtuu työntekijöiden kouluttamisen kautta.

### 4.3 Materiaalihukan seurantatyökalu

Insinööriyön lopputuotteena oli tarkoitus kehittää myös pysyvä seurantatyökalu tuotannon materiaalihukan ja kuormituksen seurantaan. Tutkimuksen seurantajakso ilmensi yksinkertaisimman paperipohjaisen vaihtoehdon käytettävyyttä ja antoi pohjaa jalostaa sitä edelleen (ks. liite 1). Havaintojakson aikana huomattiin, ettei suurkuvatuotannon tyyppisessä nopeatempoisessa työympäristössä paperille kirjattavan taulukon täyttämiseen ole resursseja. Lyhyen havaintojakson aikana työntekijät kokivat kirjaamisen ylimääräisenä vaivana, joka vei aikaa muutenkin kiireiseltä tuotannolta. Kiirettä pidettiin usein myös syynä seurannan täyttämättä jättämiseen. Taulukkoa täytettiin puutteellisesti ja jätettiin tietyt sarakkeet toistuvasta ohjeistuksesta huolimatta täyttämättä. Uuden työkalun vastaanottoa heikensi mahdollisesti sen tuoman lisätyön lisäksi myös sen väliaikaisuus. Henkilöstö suhtautui työkaluun kokeiluna, joka ei olennaisesti kuitenkaan muuta mitään. Käytännössä paperit usein myös hukkuvat tai unohtuvat jonnekin ennen niiden arkistointia kansioon. Paperisen työkalun etu on sen liikuteltavuus: se siirtyy helposti työntekijän mukana työpisteeltä toiselle tarpeen vaatiessa. Taulukosta saataisiin tarvittava tieto kunkin koneen työmäärästä, läpimenoajoista, materiaalikulutuksesta ja työntekijän työpanoksesta. Seurantaan kehitetty työkalu toimisi informaatioanniltaan sekä kuormituksen seurannassa että materiaalihukan jälkilaskennassa, jos käytettävyysongelmat saadaan ratkaistua.

Samaista taulukkoa voitaisiin hyödyntää sähköisenä, esimerkiksi Excel-tiedostona. Ongelmaksi muodostuisi jälkikäsitteilyn liikkuvaiset työntekijät, joiden työskentelyä ei ole muuten sähköistetty eli näyttöpäätettä ei aktiivisesti tarvita. Päätteille siirtyminen eri töiden väleissä ja mahdollisesti töiden aikana hidastaisi ehkä ratkaisevasti tuotantoa eikä ainakaan motivoisi työntekijöitä taulukon täyttämiseen. Kynnyskysymykseksi seurantatyökalua mietittäessä nousivatkin nimenomaan jälkikäsitteilyiden työnkuvan tarpeet ja rajoitteet. Toimivimmaksi ratkaisuksi voisi muodostua EAN-koodia lukeva laite, jolloin työlle luotaisiin yksilöllinen viivakoodi jo työmääräintä laadittaessa. Työn koodi luetaan viivakoodinlukijalla aina työn siirtyessä tietylle työpisteelle, ja siitä tieto siirtyisi JDF:n avulla integroituun toiminnanohjausjärjestelmään.

Toiminnanohjausjärjestelmän kautta olisivat seurattavissa työn sijainti ja tehdyt työvaiheet ja saataisiin käyttöön todelliset tuotantoajat. EAN-pohjaisen tuotannonseurannan tueksi JDF:n avulla toiminnanohjausjärjestelmään voitaisiin siirtää myös koneiden keräämät lokitiedot kuormituksesta, tuotantoajoista ja materiaalien menekeistä, jolloin tieto hyödyttäisi myös laskutusta. Työn viivakoodi tulostettaisiin työmääräimeen, mutta mahdollisesti myös työhön itseensä, jolloin sen sisältämä tieto olisi käytettävissä myös varastoinnissa. Viivakoodin lukija on yksinkertainen ja nopea käyttää eikä vaadi käyttäjältä juuri ylimääräistä työpanosta tai koulutusta. Tällöin päästäisiin eroon myös nykyisestä kirjallisesta konekohtaisesta kuormituksenseurannasta.

Jos esitetyn kaltaiseen investointiin ei päädytä, voidaan seurannassa edelleen hyödyntää nykyisiä olemassa olevia työkaluja. Tuotannossa on tapana kirjata tuotantokoneilla päivittäin eriteltyinä koneiden läpi mennyt materiaali ja painettu neliömäärä sekä työn tehneen tulostajan puumerkki. Materiaalihukkaan kulunutta materiaalia ei tosin voida seurata. Häiriötilanteita varten täytetään myös reklamaatiolistaa. Listaan kirjataan päivämäärä, vian syy, vian tekijä, vian raportoija ja kustannusarvio. Listat toimitetaan kuukausittain toimistoon säilytettäväksi ja käydään jossain määrin läpi tuotannon viikkopalaverissa.

Viikkopalaverien tarkoitus on kartoittaa tuotannon tilanne ja tiedottaa uusista asioista. Käytännössä viikkopalaverien kiinnostuskohdat ovat reklamaatioiden käsittely ja joka viikko yksittäisen työntekijän palkitseminen tietyin perustein elokuvalipulla. Viikkopalaverin tarkoitus on muistuttaa työntekijöitä yrityksen visiosta ja motivoida, mutta suoranaisesti se ei välttämättä motivoi henkilökohtaisella tasolla. Esimiesten kokemuksesta ja persoonasta riippuen palaverista tulisi saada kokonaisvaltaisesti myönteisempi ja ytimekkäämpi, niin että reklamaatiolistoja käytetään siinä oppimismielessä eduksi, luodaan esimerkeillä elävämmiksi ja annetaan myös palautetta onnistuneista töistä. Työntekijän palkitsemista voitaisiin mahdollisesti jalostaa esimerkiksi tulokseen tai materiaalihukkakustannuksiin sidottuun palkkioon tietyllä aikavälillä, jolloin se sitouttaisi jokaisen yksilönä ja kannustaisi myös vertaisseurantaan.

#### 4.4 Tehokas toiminnanohjausjärjestelmä

Nykyisen toiminnanohjaukseen käytetyn ohjelmiston MediaGalleryn saisi aktiivisemalla käytöllä valjastettua palvelemaan tarkoitustaan paremmin. Tällöin työntekijöiden tulisi käydä aktiivisesti tuotantomoduuleista päivittämässä auki olevien töiden statuksia, jotta tieto työn tilasta tai työn sijainnista saataisiin luotettavasti asiakkaalle. Koko käyttöliittymän toimivuus perustuu käyttäjäaktiivisuuteen, ja esimerkiksi työn muutokset tulisi kirjata huolellisesti jokaiseen kohtaan, jotta laskutukseen siirtyvään tietoon voisi luottaa. MediaGalleryn laajempi käyttöönotto vaatisi jälleen henkilöstön koulutuksen ja ohjelman sisäinajon. Ohjelma ei tue JDF:ää, eli se on vaihdettava joka tapauksessa MIS-järjestelmän käyttöönottoa ajatellen, joten panostus vaikuttaa kannattamattomalta.

Graafisen alan teollistuessa siirtyminen integroituun JDF-pohjaiseen työnkulkuun on oikea, mutta haasteellinen ratkaisu. Kun investoidaan sopivaan työnkulun ja toiminnanohjausjärjestelmän yhdistelmään, investointi maksaa itsensä moninkertaisesti takaisin mahdollisesti lyhyelläkin aikavälillä ja tuottavuudessa saadaan aikaan huomattava muutos. Muutoksessa voidaan kuitenkin kohdata odottamatontakin vastarintaa. Valtava muutoksesta vapautuva potentiaali aiheuttaa epävarmuutta ja pelkoa niiden työntekijöiden keskuudessa, joiden toimenkuvaan muutos vaikuttaa. Työputken automatisointi myös siirtää vastuuta tietojen oikeellisuudesta yksittäisten työntekijöiden harteilta ketjun alkupäähän, jopa asiakkaalle asti. [4, s. 30–31; 22.]

JDF-standardia tukeviin koneisiin on investoitu hiljalleen, ja tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa yhteensopivia toiminnanohjausjärjestelmiä, joiden avulla tulevaisuudessa kokonaisuutta hallitaan. Nyt käytössä on jo täysin JDF-pohjainen työnkulku, jonka sopivuus ei ole rajoite. Varteenotettavimmiksi vaihtoehtoiksi nousivat Logican kehittämä G10, Microsoftin kanssa yhteistyössä toteutettu PrintVis ja saksalainen HIFLEX MIS.

Eurooppalainen monikansallinen Logica tarjoaa palveluaan ja tukea suomeksi. G10 on modulaarinen ohjelmisto, jonka eri sovellusosioista voidaan integroida tarpeisiin sopiva kokonaisuus. G10-toiminnanohjaus toisi tärkeitä sovellusalueita nykyiseen MediaGalleryyn verrattuna JDF-yhteensopivuuden ansiosta muun muassa tarvepyyntöjen osalta.

Ohjelma tekee automaattisesti tarvittavien materiaalien hankintapyynnön ja tilavarauksen tuotantoon. Ohjelma pyrkii ennakoimaan ja tiedottamaan koko työketjun tarpeet ensimmäisen ja ainoan tietojen syöttökerran jälkeen. Ohjelmisto tarjoaa mahdollisuuden myös perinteisen laskutuksen lisäksi verkkolaskutukseen. Toiminnanohjausjärjestelmille tyypillisten piirteiden, kuten jälkilaskennan ja varastonhallinnan, lisäksi ohjelmistoon kuuluvat henkilöstö- ja taloudenohjauksen moduulit muun muassa kirjanpitoa, palkanlaskentaa ja rekrytointia ajatellen. G10 on suunniteltu toimivaksi Windows- ja seläinympäristössä, joten graafisella alalla keskeinen Macintosh-ympäristö saattaa luoda omat haasteensa. [24.]

Niin ikään Microsoftille kehitetty PrintVis tarjoaa perinteisten toiminnanohjaustoimintojen lisäksi verkkolaajennuksen, jonka avulla myös asiakkaat pääsevät näkemään tilaamansa työn tilan, näyttövedokset ja reaaliaikaiset tapahtumat omalta tietokoneeltaan. Myös reaaliaikaisia tuotantotietoja materiaalikulutuksineen voidaan seurata kämmentietokoneella. Laskutus on niin ikään automatisoitu: ohjelma laatii ennakkotietojen ja toteutuneiden tietojen pohjalta määritellyllä tavalla laskun automaattisesti. Laskutussääntöjä voidaan varioida toteuttamaan lasku eri perustein jokaiselle tuotantolinjalle. Ohjelmisto tulee vakioituna pakettina, mutta käyttöliittymä perustuu suotimiin, joiden avulla esimerkiksi tietokannoista voidaan poimia vain tarpeelliset tiedot. Myös kaikki ohjelmiston osa-alueet voidaan asettaa toimimaan yrityksen määrittelemien sääntöjen mukaan, jolla tavoin järjestelmä saadaan personoitua yrityksen tarpeiden mukaan. [25.]

Alan johtava MIS-järjestelmä on HIFLEX MIS. Se on käytössä maailman johtavissa painotaloissa, on eniten tutkittu toiminnanohjausjärjestelmä ja tekee kehitysyhteistyötä alan suurimpien valmistajien kanssa. HIFLEX tarjoaa pitkälle kehiteltyjä ja automatisoituja toiminnanohjausosioita, jotka osoittavat sen olevan askelen edellä kilpailijoihin verrattuna. HIFLEXiin on muun muassa mahdollista sisällyttää kolmas ohjelmistososapuoli, kuten Word, Excel tai sähköpostisovellus. Käsitakseni mukaan HIFLEX on kehitetty raskaan sarjan tuotantoon rotaatio- ja arkkikoneille, mikä herättää kysymyksen, olisivatko järjestelmän jalostetut piirteet hyödynnettävissä lisenssikustannuksen kattamiseksi. [26.]

Tuotannonhallintaohjelmistot suosivat yhä enemmän niin sanottuja web-to-print-sovelluksia, joissa asiakas saa tilata työnsä ja ladata aineistonsa suoraan painon työhön. Hankaluudeksi muodostuu asiakaskunnan erilaisuus. Painojen asiakkaiden katsotaan jakautuvan kolmeen ryhmään: ammattilaisiin, mainostoimistoihin ja amatööreihin. Ryhmien välillä on olennaisia eroja prosessituntemuksessa ja laatuvaatimuksissa. Järjestelmien tulisi hallita asiointi kaikkien ryhmien kanssa, ja se taas vaatisi erilaisten työputkien luomista. [27.] Tutkimuksen kohteena olleen yrityksen liikeidea perinteinen web-to-print-järjestelmä ei varsinaisesti tue, koska tällöin ideoiva ja uusia markkinointimenetelmiä kehittävä myyjien ja suunnittelijoiden työ jäisi pois ja vastuu siirtyisi tältäkin osin asiakkaalle. Jokainen edellä esitellyistä ohjelmistoista käsittelee kahteen suuntaan kulkevaa JDF-tietoa ja tarjoaa pitkälti samat toiminnot. Ehkä investointipäätöksen painavin kriteeri voisi olla toiminnanohjausjärjestelmän kyky taipua kyseisen kaltaiseen monialaiseen graafiseen tuotantoon ja sen työputkiin, eikä sovi unohtaa käyttöliittymän toimivuuden testausta käytännössä.

Olemassa olevista vaihtoehtoista G10-toiminnanohjausjärjestelmä vakuutti tiiviin ja selkeän rakenteensa ansiosta ja voisi vastata yrityksen tarpeita, mikäli toimivuus Macintosh-ympäristössä voidaan taata. Modulaarinen kokoonpano takaa halutunlaisen lopputuotteen, jolloin ylimääräisestä ei tarvitse maksaa. Myös selkeä rakenne ja yksinkertaiset ohjelman sisäiset toiminnot takaavat aina luotettavamman toimivuuden ja paremman käyttöasteen. Suomenkielinen ostopalvelu ja tekninen tuki voidaan nähdä etuna.

## 5 Yhteenveto

Insinööriyössä tarkasteltiin yrityksen suurkuvatuotannon tuotantoprosessia ja etsittiin sen ongelmakohtia ja pullonkauloja. Kokonaisvaltaiseen tarkkailuun otettiin myös suurkuvan tuotannon kuormitus, siellä aiheutuva materiaalihukka ja virheelliset työt sekä niiden kustannukset, yritettiin löytää hukkamateriaalille hyötykäyttöä, määritettiin tuotannon minimi- ja tavoitevolyymit ja mietittiin tehokkaita työkaluja tuotannon seuraamiseen sekä toimivia vaihtoehtoja tulevaisuudessa käyttöönotettavaksi toiminnanohjausjärjestelmäksi.

Suurkuvatuotannon prosessi on haastava lopputuotteiden erittäin suuren variaation vuoksi. Tuotannon suurimmiksi pullonkauloiksi havaittiin ongelmat ja vakioimattomuuden puute työmääräimen tiedoissa ja täyttötavoissa, toisinaan tiedon puutteellinen kulkeminen ja henkilökunnan turhautuneisuus sekä tasoleikkurin vähäinen työaika. Jo insinööriyötutkimuksen aikana yrityksessä tapahtui paljon muutoksia tutkimuksen määrittämien ongelmakohtien ratkaisemiseksi. Suurkuvatuotannon puolelta siirtyi teknisiä yksityiskohtia tuntevaa henkilöstöä myynnin tueksi ja reeroon asemoijaksi, jolloin tarjousvaiheessa tapahtuvien työn teknisten tietojen määrittelyyn tuli selkeyttä myynnissä ja toisaalta tuotantokoneiden maksimikapasiteetin hyödyntäminen parani ja materiaalihukka väheni asemoinnin ansiosta.

Työskentelytapoja on mahdollista edelleen tehostaa ja kiinnittää asemoinnin lisäksi huomiota pieniin teknisiin yksityiskohtiin, jotka luovat työputkesta sujuvan. Ennen kaikkea prosessin sujuvan etenemisen takaamiseksi yrityksen tulisi panostaa sisäiseen viestintään, henkilöstön vastuualueiden korostamiseen ja koulutukseen. Kouluttamalla tai tutustuttamalla henkilökuntaa muihin työketjun työvaiheisiin tietoisuus lisääntyisi ja virheet vähenisivät. Vaihtoehtoisesti tutustuttaminen käy ketjuttamalla, eli henkilö tutustuu omasta työtehtävästään työputken mukaisesti ainakin seuraavaan työvaiheeseen. Vastuualueiden selvempi rajaus vähentäisi yleisesti raskaaksi koettua ylimääräistä töiden selvittelyä ja määrittäisi henkilön, jonka puoleen ongelmatilanteessa voi kääntyä. Sisäisen viestinnän sujuvuuteen vaikutetaan olennaisesti toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotolla, joka helpottaa töiden kuormitusta ja tuo julki eri työvaiheiden tilan pääl-

lekkäisyyksien välttämiseksi. Olennainen etu on myös laskutuksen varmistuminen: ohjelma varmistaa tietojen siirtymisen laskutukseen asti ja näin ollen työ laskutetaan aina toteutuneilla tiedoilla.

Tuotannon seurannasta saadut tulokset antoivat laskennalliset läpimenoajat prosessin eri vaiheille. Etenkin tietämystä jälkikäsitteilyn työvaiheiden ajankäytöstä pidettiin tärkeänä, koska tiedon avulla töiden kuormitusta ja tarjouslaskentaa saadaan tarkennettua.

Tuotannon minimi- ja tavoitevolyymeiksi saatiin tasotulostimelle  $100 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$  ja  $360 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ , liuotinrullatulostimelle  $80 \text{ m}^2 / 24 \text{ h}$  ja  $350 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$ , rullatulostin 1:lle  $200 \text{ m}^2 / 24 \text{ h}$  ja  $400 \text{ m}^2 / 12 \text{ h}$  sekä rullatulostin 2:lle ja 3:lle  $40 \text{ m}^2 / 24 \text{ h/kpl}$  ja  $300 \text{ m}^2 / 12 \text{ h/kpl}$ .

Todettiin, että tuotannon kuormituksen ja materiaalihukan seuraamiseen riittävät nykyiset työkalut, kuten kuormituksen seurantalistat koneilla ja sisäinen reklamaatiolista, joskin niiden arvoa on mahdollista vielä lisätä. Työn liikkuvuuden ja kiireellisen luonteen takia paperi- tai Excel-taulukot todettiin liian kuormittaviksi. Samoin MediaGalleryn käytön jalostaminen todettiin turhaksi, koska toiminnanohjausjärjestelmä päivitetään lähitulevaisuudessa sen JDF-yhteensopimattomuuden vuoksi.

Kolmesta vertailussa olleesta toiminnanohjausjärjestelmästä joustavimmaksi ratkaisuksi monialaisen graafisen yrityksen tarpeisiin koettiin Logican valmistama G10-toiminnanohjausjärjestelmä. Se on rakennettu modulaariseksi, jolloin siitä voidaan ostaa vain tarvittavat osat. Selkeiden linjausten ansiosta myös käytettävyys pysyy mahdollisesti toimivampana. Mitään toiminnanohjausjärjestelmävaihtoehtoa ei suljettu pois, ja edelleen vaihtoehtoina ovat myös PrintVis- ja HIFLEX-toiminnanohjausjärjestelmät. Ehkä valinnan ratkaisee ohjelman käytettävyys käytännön testauksessa ja järjestelmän osoittama kyky muuttua erilaisten työputkien mukaiseksi.

## Lähteet

- 1 Torres, Agustin. Avaimet digionneen. AGI-lehti nro 20, helmikuu 2008, s. 29–31.
- 2 Hakola, Jarkko. Digitaalipainaminen Suomessa. AGI-lehti nro 25, syyskuu 2008, s. 35–43.
- 3 Heilmann, J. & Rusko, E. Digipainamisen markkinat 125 miljardia dollaria vuonna 2015. GT-lehti 7/2007, s. 10–12.
- 4 Koivumäki, K. & Leppänen, T. Digitaalisen painamisen trendit. GT-raportti nro 2, heinäkuu 2006, s.14–19.
- 5 Hakola, Jarkko. Suurkuvatulostuksen tila? AGI-lehti nro 21, maaliskuu 2008, s. 25–32.
- 6 Antikainen, Hannele. Digitaalinen painaminen kasvu-uralla. GT-lehti 6/07, s. 21–24.
- 7 Antikainen, Hannele. Automaatiota, laatua ja tehokkuutta painotuotantoon. Painomaailma 6/2007, s. 12–17.
- 8 Antikainen, Hannele. Drupan teemoina digitaalinen painaminen sekä automaattiset ja kattavat työnkulut. GT-lehti 1/2008, s. 4–7.
- 9 Kuusisto, O. & Antikainen, H. Nopea mustesuihku haastaa arkkioffsetin. Painomaailma 5/2008, s. 18–19.
- 10 Tribute, Andrew. Painotekniikan evoluutio. AGI-lehti nro 22, huhtikuu 2008, s. 36–41.
- 11 SerPa-messut. (WWW-dokumentti.) Seri- ja erikoispainojen liitto Ry. <<http://serpa08.com>> Luettu 17.3.2009.
- 12 Matthews-Paul, Sophie. Mustesuihkulla menestykseen. AGI-lehti nro 21, maaliskuu 2008, s. 35–39.
- 13 MediaGallery-esite. (WWW-dokumentti.) File Gallery Oy. <[http://www.filegallery.fi/download/Gallery\\_esite\\_vanha.pdf](http://www.filegallery.fi/download/Gallery_esite_vanha.pdf)> Luettu 25.3.2009.
- 14 Fenton, H. & Romano, F. On-demand printing. New Jersey: Graphic Arts Technical Foundation, 1998.
- 15 Tuotannonohjaus. (WWW-dokumentti.) Vaasan yliopisto. <<http://lipas.uwasa.fi/itt/titu/tutaperus/osa4.pdf>> Luettu 15.4.2009.

- 16 Tuotannonohjauksen merkitys. (WWW-dokumentti.) Kuopion yliopisto ja Savonia-ammattikorkeakoulu. <[http://www.uku.fi/avoim/tuta/j4\\_2merkitys.htm](http://www.uku.fi/avoim/tuta/j4_2merkitys.htm)> Luettu 15.4.2009.
- 17 Viluksela, Pentti. Painoalan ympäristöasenteita kartoitettiin. Painomaailma 6/2007, s. 26–27.
- 18 Lehtinen, Camilla. Graafinen ala alkaa vähitellen vihertää. Painomaailma 6/2007, s. 25.
- 19 Messerschmidt, Niels. Inkjet + suurkuva vahvempi kuin koskaan. AGI-lehti nro 25, syyskuu 2008, s. 50–52.
- 20 Southworth, M. & Southworth, D. Quality and productivity in the graphic arts. 2nd ed. New York: Graphic arts publishing, 1990.
- 21 Porter, Derek. Print management. Surrey: Pira international, 1993.
- 22 Spaar, Martin. Työnkulku – seuraava sukupolvi. AGI-lehti nro 22, huhtikuu 2008, s. 42–47.
- 23 Vähämäki, Maija. Dialogi organisaation oppimisessa – itseohjautuvan muutoksen mahdollisuus tuotantotyössä. Väitöskirja. Turun kauppakorkeakoulu, 2008.
- 24 Graafisen teollisuuden ratkaisut. (WWW-dokumentti.) Logica Oy. <<http://www.logica.fi/Finland/400007480>> Luettu 22.4.2009.
- 25 PrintVis-esite. (WWW-dokumentti.) NovaVision Software. <<http://www.printvis.com/Default.aspx?tabid=86>> Luettu 22.4.2009.
- 26 HIFLEX MIS -esite. (WWW-dokumentti.) HIFLEX GmbH. <<http://www.hiflex.com/hiflex/HIFLEX-MIS-System-incl.-JDF-and-Web2Print-for-Networked-Graphic-Production.html>> Luettu 22.4.2009.
- 27 Kuusisto, Olli. Painotuotteen työnkulku asiakkaalta kirjapainolle vaatii työputkia. Painomaailma 1/2008, s. 34–35.











