



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Greta Prėnaitė

FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMINIŲ KOKYBINIS TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lekt. dr. V. Bivainis

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMINIŲ KOKYBINIS TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Grafinių komunikacijų inžinerija (kodas 621H74002)

Vadovas

(parašas) Lekt. dr. Vaidas Bivainis

(data)

Recenzentas

(parašas) Prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis

(data)

Projektą atliko

(parašas) Greta Prėnaitė

(data)

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Greta Prėnaitė

(Studento vardas, pavardė)

Grafinių komunikacijų inžinerija, kodas 621H74002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Fleksografinės spaudos gaminių kokybinis tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. gegužės 25 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Gretos Prėnaitės**, baigiamasis projektas tema „Fleksografinės spaudos gaminių kokybinis tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Tvirtinu:

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| Gamybos inžinerijos | <i>(parašas, data)</i> |
| katedros vedėjas | doc. dr. Kazimieras Juzėnas |
| | <i>(vardas, pavardė)</i> |

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studijų programa GRAFINIŲ KOMUNIKACIJŲ INŽINERIJA

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis projektas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Projekto tema Fleksografinų spaudos gaminių kokybinis tyrimas

Patvirtinta 2017 m. balandžio mėn. 21 d. dekanu potvarkiu Nr. V25-11-8.

2. Projekto tikslas Ištirti fleksografiniu ir skaitmeniniu spaudos būdu atspausdinu gaminių kokybę ant tų pačių medžiagų.

3. Projekto struktūra Literatūros apžvalga, mokslinė tiriamoji dalis, tyrimų medžiagos, įranga ir metodologija, technologinė dalis, kokybės kontrolė, finansiniai-ekonominiai skaičiavimai, darbų sauga, ekologija.

4. Reikalavimai ir sąlygos Nustatyti spalvų reproduktivumo tikslumą. Gautus eksperimentinius duomenis pateikti lentelėse ir grafikuose, tokiu būdu pademonstruoti fleksografinės ir skaitmeninės spaudos skirtumus. Palyginti spaudos našumus. Panagrinėti laiko ir materialines sąnaudas.

5. Projekto pateikimo terminas 2017 m. gegužės mėn. 25 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Studentas | |
| <i>(studento vardas, pavardė)</i> | <i>(parašas, data)</i> |

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Vadovas | |
| <i>(pareigos, vardas, pavardė)</i> | <i>(parašas, data)</i> |

| Formatas | Zona | pozicija | Žymėjimas | Pavadinimas | Skaičius | Pastaba | |
|------------------|---|-----------------------|--|-------------|--------------------|------------|-----------|
| 1 | A4 | | <u>Aiškinamoji dalis</u> | | 15 | 2 | |
| 2 | A4 | | <u>Priedai</u> | | 7 | 2 | |
| | | | <u>Brėžiniai</u> | | 5 | 2 | |
| 3 | A4 | | <u>Tyrimo rezultatai</u> | | 8 | 2 | |
| 4 | A1 | | <u>Gamybos proceso technologinė schema</u> | | 1 | 2 | |
| 5 | A4 | | <u>Ekonominiai-finansiniai rodikliai</u> | | 6 | 2 | |
| 6 | A1 | | <u>Gamybinių patalpų ir įrenginių planas</u> | | 1 | 2 | |
| 7 | A4 | | <u>Techniniai ekonominiai rodikliai</u> | | 6 | | |
| 8 | A1 | | <u>Tiriamosios dalies brėžiniai</u> | | 2 | 2 | |
| 9 | A1 | | <u>Ekonominių finansinių rodiklių brėžinys</u> | | 1 | 2 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Grupė | KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas | | Fleksografinės spaudos gaminių kokybinis tyrimas | | | | |
| MDM - | Studentas | G.Prėnaitė | | | Žiniaraštis | | |
| | Vadovas | Lekt. dr. V.Bivainis | | | | Laida 0 | |
| | Kat. Ved. | Doc. dr. K Juzėnas | | | | | |
| Pr.etapas MBP | Gamybos inžinerijos katedra Studentų g. 56, LT-51424 Kaunas | | 2017 - GI - MBP - 01 | | | Lapas 1 | Lapų 1 |

Gretos Prėnaitės. Fleksografinės spaudos gaminių kokybinis tyrimas. Magistro baigiamasis projektas /vadovas Lekt. dr. Vaidas Bivainis; Kauno technologijų universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Medžagų inžinerija, Technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: *flekografinė spauda, skaitmeninė spauda, elektrofotografija kokybė, CIE lab.*

Kaunas 2017 60p.

SANTRAUKA

Šiame magistro darbe yra nagrinėjama skaitmeninės spaudos technologija skirta spausdinti ant fleksografinių medžiagų. Pagrindinė darbo tikslas yra palyginti ir ištirti kokybinius parametrus ir jų savybes naudojant fleksografinę spaudos mašiną, bei skaitmeninės spaudos mašiną. Literatūros analizės dalyje siekiama išnagrinėti šia tema straipsnius, taip pat surinkti naudingos informacijos kuri padėtų atlikti tikslesni tyrimą.

Skaitmeninės spaudos metodas yra sparčiai populiarėjantis, plačias galimybes atveriantis spaudos būdas, leidžiantis vis didesnį medžiagų panaudojimo asortimentą. Analizuojami kokybiniai šio spaudos būdo parametrai, kurie yra lyginami su standartine fleksografinė spauda, bei su kokybes standartu ISO 12647-6:2012 (fleksografinis spaudinimas) ir vienu iš populiariausių kokybės standartu fleksografinėje spaudoje, tai yra FIRST (Fleksografijos atvaizdų reprodukovimo normas ir tolerancijas” apimantis standartas. Visi fleksografinio ir skaitmeninio spaudos būdo pranašumai ir trukumai bus analizuoti ir lyginti šiame darbe.

Greta Prėnaitė. Qualitative Analysis of Flexographic Printing Products/ supervisor lect. dr. Vaidas Bivainis; Kaunas university of technology, Faculty of mechanics engineering and design.

Science field: materials engineering, study of technologies.

Keywords: *flexographic printing, digital printing, electrophotography, quality, CIE lab.*

Kaunas 2017 60p.

ABSTRACT

In this master thesis, an innovative technology is examined, which is meant to print on flexographic materials. Main idea of this thesis is to compare and analyze the qualitative parameters of flexographic and digital printing machines. In literature analysis, many articles of this topic are to be examined, to get enough information that is needed and methodologies, which will help to achieve better and more accurate results.

Digital printing method is growing more and more popular very fast, because it opens doors to various possibilities, for using variety of materials which is getting wider and wider day by day. Qualitative parameters of this printing method are analyzed and compared to flexographic printing, also with international quality standard ISO 12647-6:2012 and with one of the most popular standard in flexographic printing – FIRST (standard, which defines qualitative parameters of flexographic images reproduction). All of the pros and cons of flexographic and digital printing will be analyzed and compared to each other in this thesis.

TURINYS

| | |
|---|----|
| ĮVADAS | 9 |
| 1. Literatūros apžvalga..... | 10 |
| 2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS | 11 |
| 2.1. Partneriai spaudoje | 11 |
| 2.2. Elektrofotografijos technologija..... | 14 |
| 2.2. Fleksografinės spaudos dažai | 16 |
| 2.3. Matavimo principai ir standartizacija..... | 16 |
| 3. TYRIMŲ MEDŽIAGOS, ĮRANGA IR METODOLOGIJA..... | 21 |
| 3.1. Tyrimų rezultatai | 23 |
| 3.2. Atspaudo analizė | 26 |
| 3.3. Dažų adhezija | 27 |
| 4. TECHNOLOGINĖ DALIS..... | 28 |
| 4.1. Technologinio proceso projektavimas | 28 |
| 4.2. Spaudos formų gamyba..... | 33 |
| 4.3. Produkcijos apimtis spausdinimui..... | 37 |
| 4.4. Įrengimų ir darbininkų reikiamo kiekio skaičiavimas..... | 39 |
| 4.5. Gamybinių plotų skaičiavimas | 42 |
| 5. KOKYBĖS KONTROLĖ | 45 |
| 6. FINANSINIAI-EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI | 48 |
| 7. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA..... | 54 |
| 7.1. Rizikos vertinimas | 54 |
| 7.4. Ekologija..... | 55 |
| IŠVADOS | 57 |
| LITERATŪRA | 58 |

IVADAS

Paskutinių dešimtmečių progresas – kompiuteriniai originalų paruošimo metodai, atsižvelgiant į fleksografijos ypatumus, efektyvios spausdinimo plokštės, nauji aukštos kokybės dažai bei pagalbinės medžiagos, aniloksinai (rastriniai) cilindrai dažų aparate, kameriniai dažų aparatai – sąlygojo revoliucinius pokyčius fleksografijoje.

Taigi, tiriamajame darbe yra lyginama fleksografinės ir skaitmeninės spaudos kokybė, spausdinant kontrolinę skalę, ant tokios pat medžiagos.

Eksperimentas buvo atliekamas šešiaspalve fleksografinė spaudos mašina Gidue 410 bei skaitmenine spaudos mašina su penkiomis spalvų sekcijomis Xeikon 3500.

Spaudos kokybei tirti buvo spausdinamos spalvinės kontrolinės skalės. Spausdinama buvo ant skirtingų medžiagų:

- 1) Raflacoat – lipdukinis kreidinis popierius, gramatūra 140 g/m²;
- 2) BOPP plėvelė, balta, storis 25μm
- 3) BOPP plėvelė, skaidri, storis 25μm

Darbo tikslas – ištirti fleksografiniu ir skaitmeniniu būdu atspausdintų atspaudų kokybę.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti spalvų, ant skirtingų medžiagų, reprodukovimo tikslumą.
- Gautus eksperimentinius duomenis pateikti lentelėse bei grafikuose ir tokiu būdu nustatyti fleksografinės ir skaitmeninės spaudos kokybės skirtumus.
- Palyginti spaudos našumus.
- Panagrinti laiko ir materialines spaudos sąnaudas.

Eksperimentiškai ir kiekybiškai ištirti skaitmeninės ir fleksografinės spaudos kokybės parametrai – spalvų sutapdinimo tikslumas, smulkių elementų spausdinimo tikslumas. Pagal eksperimentinius duomenis palyginta abiejų spaudos būdų kokybė ant įvairių spausdinamųjų medžiagų.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Fleksografinė spauda pasitaruoju metu stipriai patobulėjo, išaugo jos kokybė. Tam turėjo įtakos platesnis šio spaudos būdo taikymas rinkai. Kas tai lėmė? Besikeičiančios technologijos? Augantis tyrimai ir siekiai gauti geriausius rezultatus?

Visi variantai yra prie to prisidėję. Inovacijų srityje taip pat yra stipriai pažengta į priekį, imtos kurti skaitmeninės spaudos mašinos galinčios spausdinti ant tų pačių medžiagų, kaip ir fleksografinės (skaitmeninė fleksografija). Taip pat, atlikta daug tyrimų, nagrinėjančių šio spaudos būdo kokybę. Keletą iš jų apžvengsime.

Viniaus Gedimino technikos universitete buvo atlikta fleksografinės spaudos produkcijos kokybinė analizė statistiniais metodais. Analizė atlikta naudojant SPSS programinį paketą. Kiekvienas brokuotos produkcijos pavyzdys buvo išsamiai aprašytas ir išanalizuotas. SPSS programinį paketą buvo nuspręsta naudoti dėl didelio gautų duomenų kiekio. Spaudos elementų kokybiniai kriterijai buvo suskirstyti taip:

- klišių sutapdinimas;
- spalvų nesutapimas;
- dingsta spaudos elementas;
- rastrinio taško formos tikslumas (iškraipymas spausdinimo metu);
- teksto kokybė.

Taip pat tyrimo metu suskirstyti ir spalvų kriterijai:

- spalvų atitikimas (pagal nustatytą etaloną);
- spalvų pastovumas viso tiražo metu;
- spektrofotometriniai matavimai (ICC spalvų valdymas);
- pilkumo atspalviai (aktualu toniniams atvaizdams)

Iš šio tyrimo buvo padarytos išvados, kad esant dideliems duomenų srautams, veiksminga taikyti duomenų analizės metodą. Hipotezių kėlimas ir analizavimas suteikia galimybę patvirtinti arba atmesti gautus atsakymus. Tyrimo rezultatai ir hipotezių kėlimas suteikia galimybę rasti techninių, technologinių ir organizacinių priemonių, kaip sumažinti brokuotos produkcijos kiekį. [1]

Fleksografinių atspaudų mechaninių savybių tyrime iškelta hipotezė, kad pagrindiniai du faktoriai, įtakojantys kokybę yra dažai ir popierius. Spausdinant ištisinius arba dalinius dažų sluoksnius keičia popieriaus mechanines, optines ir kitas savybes. Todėl tik tinkamai parinktas popierius ir dažai leidžia gauti reikiamos struktūros atspaudus su pageidautinomis savybėmis.

Tyrimai atlikti su skirtingos struktūros ir gramatūros, kreidiniu bei nekreidiniu popieriumi. Išmatavus šių popierių mechanines charakteristikas, buvo gaminami fleksografiniai atspaudai,

dengiant paviršių ištisiniu įvairaus storio fleksografinių dažų sluoksniu. Popierius buvo dengiamas dažais fleksografiniais aniloksinais voleliais. Dažų sluoksnio storis buvo nustatomas naudojant aniloksinius volelius su skirtingo plotinio tūrio akutėmis (4,3, 10,2, 16,6, 39,1 cm³).

Popieriaus atspaudų šiurkštumui tirti buvo pasirinktas PPS metodas (šiurkštumas matuojamas mikrometrais pagal oro prasiskverbimo intensyvumą).

Kiekvienas popieriaus pavyzdys buvo matuotas keliose skirtingose vietose ir imami vidurkiai. Taip pat, buvo tiriamas popieriaus atsparumas lankstant popieriaus juosteles į abi puses.

Visi duomenys apdoroti statistiškai. Skaičiuoti vidurkiai ir standartinis verčių nuokrypis. [2]

Kito autoriaus darbe [3] buvo nustatyti skirtumai tarp bandinių trinties koeficientų, esant fleksografiniam ir skaitmeniniam spausdinimui.

Skaitmeninių atspaudų trinties savybės skiriasi nuo fleksografinių atspaudų trinties savybių: skaitmeninių atspaudų trinties koeficientai mažesni ne tik už fleksografinių atspaudų, bet ir už popierius į popierių trinties koeficientus, o skaitmeninių atspaudų net vienas dažų sluoksnis padidina statinį ir kinetinį trinties koeficientą tarp popieriaus ir atspaudo. Paviršiaus šiurkštumas taip pat kinta po spaudos proceso (abiem atvejais šiurkštumas padidėjo). Ir tai rodo, jog šiurkštumas nėra svarbiausias faktorius kalbant apie trintį tarp popierinių paviršių. Tokia priklausomybė nustatyta abiejų spaudos būdų atspaudams ir sietina su popieriaus fizikinėmis savybėmis, taip pat reikalauja detalesnio tyrinėjimo. [3]

Analizuotuose darbuose statistiniais metodais lyginta ir tirta kokybė, fleksografinių atspaudų mechaninės savybės, skaitmeninių ir fleksografinių atspaudų ant skirtingų popierių trinties savybės. Galima apibendrintai sakyti kad autoriai tyrė savybes ir lygino fleksografinių dažų bei atspaudų kokybę, lygino ją. Tačiau nebuvo lyginamos dvi identiškios medžiagos, atspausdintos skirtingais spaudos būdais ir jų kokybė, tad savo tiriamajame darbe būtent tai ir ketinu atlikti.

2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS

2.1. Partneriai spaudoje

Pati idėja, kad skaitmeninė ir fleksografinė spaudos yra priešininkai, nėra neteisinga, bet juda į naują amžių. Kad patenkinti klientų poreikius, šios dvi spaudos rūšys turi pradėti papildyti viena kitą, ne tik koegzistuoti.

Flekso ir skaitmenos suderinamumas nėra lengvai pasiekiamas dalykas, dėl verslo ir procesinių apribojimų. Brando savininkai dvejoja įsidiesti skaitmeninę spaudą, vietoje tradicinės fleksografinės. Klientai turi suprasti skaitmeninės spaudos ribas ir kaip tai pritaikyti savo naudai. Didžiausias iššūkis yra išlaikyti tokius pat parametrus tarp analoginiu ir skaitmeniniu būdu spausdintos produkcijos.

Ilgalaikis tikslas yra išgauti „neutralaus proceso“ būdu gamintą produkciją, kur visi produktai sutampa, nepriklausomai nuo būdo, kuriuo jie buvo atspausdinti.

Aptarkime keletą, lengvai įgyvendinamų, šioms sudėtingoms verslo ir techninėms problemoms spręsti. Dauguma verslininkų sutinka, kad jei būtų padaryta pažanga šioje srityje, pelnas padidėtų ir investicijų sugrįžimas taip pat suintensyvėtų.

Svarbu yra įvertinti kliento susirūpinimus ir juos pašalinti. Šiame kontekste rizika yra apibūdinta kaip „Asmeninė spaudinių pirkėjo rizika“. Jei analoginiu būdu spausdintas produktas neturi rizikos faktoriaus, klientas rinksis tuos gaminius kurie yra be rizikos, net jei jų kaina ir yra didesnė. Tačiau šią problemą galima gana lengvai eliminuoti, panaudojant bandomąjį spaudinį. Klientai yra susipažinę su šiuo dalyku ir mielai jį naudoja. Tad, kodėl nepanaudojus bandomojo pavyzdžio? Jei skaitmeniniu būdu spausdintas spaudinys atitinka analoginiu būdu spausdintą gaminį ir klientas tai pripažįsta, tuomet rizika smarkiai sumažėja. Tačiau nėra apsieinama ir be savaime suprantamo reiškimo – „aš tai pirksiu, kol tai atitinka aną“. Tai nustato kokybės standartą, tinkamą analoginiu ir skaitmeniniu būdu spausdintiems gaminiams.

Šiandieninės skaitmeninės spaudos mašinos neturi tokių plačių galimybių, kaip fleksografinės spaudos mašinos. Yra manoma, kad šis skirtumas tęsis dar daugelį metų. Raktas į sėkmę yra kliento supažindinimas su skaitmeninės spaudos galimybėmis ir kokybiniais parametrais, skirtumais. Fleksografinė spauda gali spausdinti bet kokia norima spalva, taip pat ir metalizuotais, bei specialiųjų efektų rašalais, tuo tarpu skaitmeninė turi limituotą spalvų gamą ir specialiuosius efektus.

Jei bandomasis spaudinys aiškiai vaizduoja, reprezentuoja galutinį produktą, įskaitant visas viltis ką užsakovai gali tikėtis gauti, turint omenyje, kad yra fiksuotas spec. efektų, bei spalvų kiekis. Taip pat, šie bandomieji gaminiai yra naudojami numalšinti vėliau kilusiems konfliktams.

Istoriškai, skaitmeninės spaudos mašinos neturėjo aukšto lygio atkartojimo galimybių. Tačiau šiuolaikinės mašinos jau turi tokias galimybes.

Bendrai yra žinoma, kad antrasluoksnių spausdinimo toneriai ir dažai yra nesuderinami, taip pat kaip skaitmenos ir flekso rašalai, todėl vienoda išvaizda yra pasiekama tik juos resezaruojant. Linkio derinimas (G7) neturi įtakos kolorimetriniams skaitmeninės spaudos sistemos parametrams. Tiksliausias metodas atlikti šias resezaracijos užduotis yra naudojant prietaisų sąsajos profilus.

(Pastaba: prietaiso sąsajos profilis, tai skaitmeninis žemėlapis dviejų skirtingų procesų, be L * a * b* susijungimų erdvės tarp jų. Kiekviena flekso spalva turi savo „geriausiai atitinkantį“ adresą skaitmeniniame procese. Prietaisų sąsajos profilis leidžia sukurti preciziškai tiksliai ir vienodas spalvas tarp fundamentaliai skirtingų rašalų sistemų.)

Prietaisų sąsajos spalvų transformacija (dažniausiai PDF – PDF) yra pats patikimiausias metodas, atliekant sudėtingas reseparacijos užduotis, kurios yra reikalingos norint pasiekti vienodą išvaizdą tarp dviejų, kardinaliai skirtingų, spalvoto spausdinimo metodų.

Yra du svarbiausi aspektai spalvų derinime: pirmas, tai žinojimas kokios spalvos gali būti suderintos ir kokios ne. Antras: žinojimas kokius dažiklius maišyti skaitmeninėje spalvoje, kad būtų pasiektas geriausias rezultatas spalvų derinime. Vis labiau tobulėjanti EG reseparacijos technologija yra nutaikyta į ateities reikmes, tačiau puikiai tinka ir darbui su spausdinimo sistemomis, pagrįstomis CMYK technologija.

Jei ankstesni keturi tikslai buvo pasiekti, tai esminis penktas žingsnis taip pat gali būti pasiektas. Kryžminis panaudojimas yra pasiekiamas tada, kai spausdinimo metodai yra sulyginami. Tikslas, žinoma, yra pasiekti darbo eigą, kai nei vienas procesas nėra pranašesnis už kitą, produktai gali būti spausdinami paraleliai nepriklausomai nuo proceso. Tai yra spalvų valdymo šventasis Gralis. Skaitmeninės spaudos įrangos pirkimo metu turi būti analizuojamos spalvos, kad galima būtų suderinti procesus. Įrangos pirkimas, kuri nesiderina viena su kita sukuria „procesų salą“, kur įranga negali būti pilnai išnaudojama, kas lemia ilgą investicijų grįžimo laikotarpį.

Kadangi šie visi problemų sprendimo būdai remiasi į spalvos pakartojimo galimybes, tai būtų protingas, atsargus žingsnis investuoti į kokybės užtikrinimo įrankius. Pastaraisiais metais atsirado sprendimų, tenkinančių šiuos poreikius. Vienas iš šių sprendimų – spektrofotometrai, kurie teikia svarbią informaciją apie gaminį ir kur reiktų kažką pakeisti ar patobulinti.

Informacija gauta iš šių spektrofotometrų, yra vienintelis būdas įsitikinti, kad klientų lūkesčiai bus patenkinti. Taip pat tai gali būti stiprus veiksnys konkurencinėje pardavimų aplinkoje, kadangi, ja galima pademonstruoti stabilumą gaminių kokybėje. Jei šia informacija daliniesi su klientu, jis taip pat tikės, kad konkurentai pateiks jam tokio pobūdžio informaciją apie savo gaminius, tačiau jie gali nenorėti to daryti dėl įvairių problemų, susijusių su kokybe ar tiesiog neturi galimybės to padaryti, todėl ši informacija gali tapti pagrindiniu veiksniu, kodėl konkurentas pasirinks vieną, o ne kitą įmonę. [4]

2.2. Elektrofotografijos technologija

Elektrofotografija yra pagrįsta fotokonduktyvumo principu. Paveikslas yra suformuojamas ant fotokonduktyvaus paviršiaus iškraunant tam tikras jo dalis, dažniausiai tam yra naudojamas lazeris arba LED masyvas. Miltelinis arba skystas toneris prisitvirtina prie paveiksliuko zonos fotokonduktyviame paviršiuje ir elektrostatinės jėgos jį perneša ant medžiagos. Tuomet toneris yra fiksuojamas, įprastai tam naudojamas specialus pakaitintas volas. Tonerio rišamoji medžiaga išsilydo ir prilimpa prie popieriaus. Fotokonduktyvus paviršius yra nuvalomas mechaniškai ir elektriškai.

Ankstyvaisiais elektrofotografijos gyvavimo metais ją charakterizavo vidutinė spaudos kokybė ir labai ribotas popieriaus ir kitų medžiagų pasirinkimas. Kad užtikrinti tinkamą spaudos kokybę, dauguma spausdinimo įrangos gamintojų leido savo popieriaus „brandus“. Patentuoti toneriai yra sukurti ir optimizuoti atskirai kiekvienam spaudos tipui. Taigi spausdinimo kompanijos beveik neturi arba išvis neturi tonerių bei popieriaus pasirinkimo – tai yra visiškai kitoks operavimo modelis, lyginant su tradiciniu spausdinimo verslu. Paskutiniaisiais metais, technologijų tobulėjimo dėka, praplatėjo popieriaus pasirinkimas, tačiau rašalų pasirinkimas vis dar toks pat ribotas, tie patys patentuoti, tam tikram presui tinkami, rašalai.

Dauguma elektrofotografijos įtaisų naudoja „sausą“ tonerį. Vienakomponenčiai toneriai gali būti magnetiniai arba ne. Magnetiniuose toneriuose pigmentas ir surišėjas yra „apglėbęs“ geležies oksido šerdį. Kadangi nėra atskiro nešėjo, rašalavimo procesas yra paprastas. Tačiau, toneris turi turėti didelį kiekį geležies oksido ir yra tinkamas tik juodiems rašalams. Nemagnetiniai toneriai yra naudojami tik lėtose spausdinimo mašinose, kurios gamina tik ribotos kokybės produktą.

Tradiciniai „sausieji“ toneriai yra gaminami sutrinant surišėją, dažiklio ir priedų kompozitą į miltelius. Tuomet milteliai yra apdorojami, kad būtų pasiektas norimas dydžių pasiskirstymas. Surišėjas turi būti tinkamas sutrynimui procesui, kas draudžia naudoti minkštesnius rišiklius, tokius kaip vaškas. Naudojant tradicinius tonerius, suliejimo aliejumi turi būti padengiamas suliejimo volas, kad tonerio dalelės prie jo nepriliptų. Pagrindinis šio aliejaus komponentas yra polydimethylsiloxanas (PDMS) - pastovi polimerinė organinio silikono medžiaga, sudaryta iš $(\text{CH}_3)_2\text{SiO}$ struktūrinių vienetų.

Taip vadinami „cheminiai“ toneriai yra gaminami naudojant alternatyvų metodą: Tonerio dalelės yra chemiškai „užauginamos“, o ne mechaniškai sutrinamos. Tai veda prie siauresnių, dydžio nepastovumo toleravimo, ribų ir pagerina spaudos „aštrumą“. Šis metodas taip pat leidžia naudoti minkštesnius surišėjus, tokius, kaip tirpstantis vaškas, kas lemia žemesnę suliejimo temperatūrą.

Yra du pagrindiniai būdai naudojami tonerio suliejimui arba tvirtinimui prie popieriaus. Plačiau naudojamas būdas yra karštas suliejimo volas, kurį sudaro suliejimo volas ir spaudimo volas. Suspaudimo jėga varijuoja tarp 0.5–2 Mpa, o paviršiaus temperatūra paprastai yra 150–190 °C. Kai medžiaga, ant kurios yra spausdinama, keliauja per suliejimo tašką, termoplastiniai tonerio elementai

suminkštėja, susilieja ir prisitvirtina prie popieriaus. Suliejimas karštu velenu sukelia keletą problemų, ypač dideliuose tiražuose: dyla mechaniniai komponentai, didelės energijos sąnaudos, apribojimai medžiagoms dėl drėgmės išgaravimo iš popieriaus.

Naujesni bekontakčiai metodai leidžia atlikti greitesnį suliejimą, bet tam reikia specialių tonerių. Žaibiško suliejimo metu toneris ir medžiaga yra apšvitinami pulsuojančia arba blyksninčia radiacija, kuri pritvirtina tonerį akimirksniu, be jokio kontakto.

Xeikon kuria UV spinduliais tvirtinamą tonerį, kuris turėtų keletą pranašumų: aukštesnis atsparumas karščiui (iki 280 °C, pakankamai maisto pakuotėms) ir lankstesnė rašalo plėvelė, nei paprastų tonerių.

Ep presai gali naudoti daugkartinę arba vienkartinę sistemas. Daugkartinėje sistemoje vienas spausdinimo įrenginys yra naudojamas spausdinti keletui spalvų, popieriaus lapas pereina įrenginį keletą kartų. Vienkartinėje sistemoje presai turi atskirus spausdinimo įrenginius ir gali atspausdinti visas spalvas vienu kartu – įprastai keturias (CMYK) – per vieną perėjimą. Dvipusiam spausdinimui (spausdinimui abiejose popieriaus pusėse) yra trys alternatyvūs įrangos dizainai:

- Popieriaus lapas yra apverčiamas įrenginyje ir tame pačiame įrenginyje yra spausdinamas dar kartą.
- Presą sudaro du, vienas paskui kitą sekantys, įrenginiai su lakštiniu ar tinkliniu apvertimo įrenginiu tarp jų.
- Spausdinimo įrenginys yra sukonstruotas taip, kad galėtų vienu metu spausdinti ant abiejų popieriaus pusių.

Skirtingos technikos gali būti naudojamos tam, kad perkelti vaizdą nuo fotokonduktyvaus būgno ant popieriaus. Toneris gali būti perkeliamas ant popieriaus, arba tiesiogiai, arba ne tiesiogiai, naudojant perkėlimo būgną arba diržą.

Lapais „maitinamų“ EP presų greičiai varijuoja tarp 50-120 A4 formato lapų per minutę - keturių spalvų spausdinimui, 100-288 lapų vienos spalvos presams. Dauguma spausdinimo mašinų gali apdoroti lapo dydžius iki SRA3 formato (32x45 cm), kai kurios gali ir B3 formato lapus. Didesni lapo formatai ir spausdinimo zonos yra laikomos sunkiai pasiekiamomis.

Dauguma spausdintuvų naudoja apvertimo technologiją, kurios metu lapas yra apsukamas ir spausdinamas dar kartą tame pačiame įrenginyje. Dviejų variklių apvertimo spausdintuvai turi du, vienas paskui kitą einančius spausdinimo įrenginius.

Pagal įrangos tiekėjo informaciją, tinklų pločiai visų EP presų yra apytiksliai 50cm.

Dauguma elektrofotografinių presų, užbaigimo linijoje, turi pasirinkimus ir kitus privalumus. Į juos įeina velenai paduodantys popierių, papildomi spausdinimo įrenginiai, tinkami lakavimui arba papildomų spalvų spausdinimui, bukletų spausdintuvai su vieliniu susegimu, lankstymu ir priekinio

krašto lyginamuoju plovimu. Skaitmeninės spaudos gamintojai kuria standartizuotas sąsajas su įvairiais pospaudybiniais įrengimais, bendradarbiaudami su užbaigimo įrangos gamintojais. [5]

2.2. Fleksografinės spaudos dažai

Didelę reikšmę užtikrinant spaudos gaminio kokybę turi spausdinimo procesas, kurio svarbiausia medžiaga yra spaudos dažai, kadangi pastarieji tiesiogiai dalyvauja formuojant atspaudą. Todėl spaudos produkcijos kokybė daugiausia priklauso nuo to, kokie dažai yra naudojami, ir kaip juos tinkamai paruošti spaudai.

Dažai yra sudaryti iš pigmentų, rišančiosios medžiagos, tirpiklių ir pagalbinių medžiagų. Orasausiai spalvoti pigmentai arba suodžiai yra kruopščiai sumaišomi su lakais ir kitais rišklio komponentais, galingomis, greitaeigėmis maišymo mašinomis. Mišiniai palaikomi tam tikrą laiką, kad pigmentas geriau prisigertų rišklio, po to pertrinami dažų trintuvėmis. Kaip sutrinti dažai, tikrinama pleišto pavidalo prietaisu.

Naujesnėje dažų gamybos technologijoje taikomi rutuliniai malūnai, skirti pigmentams riškliuose dezagreguoti. Pigmentai sumaišomi su riškliais naudojantis planetiniais maišytuvais. Vėliau, pasta (mišinys) patenka į rutulinį malūną, paskui pertrinti dažai dar kartą leidžiami pro trivelenę dažų trintuvę, kad dažai taptų vientisi ir, kad iš jų pasišalintų oro burbuliukai, kurių visuomet susidaro trinant dažus rutuliniuose malūnuose.

Fleksografinėje spaudoje dažų kiekį dozuoja aniloksiniai velenai, tad yra labai svarbu pigmentinių medžiagų dydis ir dažų klampa. Kad būtų pilnai užpildomos aniloksinio veleno akutės. Taip pat svarbu iširti, kaip dažai prisitvirtina prie spausdinamos medžiagos, per kiek laiko išgaruoja tirpikliai ir, aišku, dažų spalvos intensyvumą. Taip pat reikia palaikyti vienodą dažų klampą viso tiražo metu. Tai turi įtakos ir spaudos greičiui ir kokybei. Taip pat reikia nepamiršti patikrinti spaudos formos (polimero) sąveikos su dažais.

2.3. Matavimo principai ir standartizacija

Spalvų matavimo vienodo kontrastingumo sistema

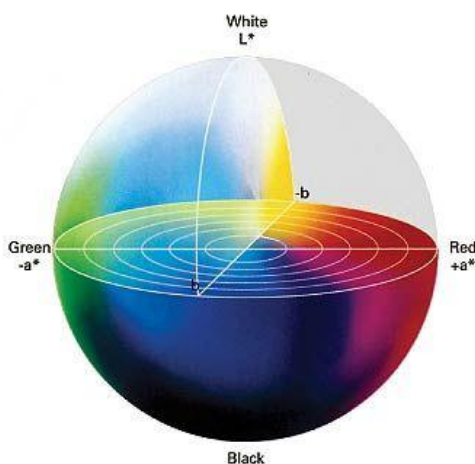
Efektyvus šiuolaikinių spalvų matavimo priemonių naudojimas neatsiejamas nuo kolorimetrijos principų, matavimo metodų ir kiekybinio spalvų vertinimo įsisavinimo.

Bet koks matavimas susideda iš etaloninių vienetų kiekio nustatymo matuojamame dydyje. Skirtingai, nei daugumos žinomų dydžių, kurių reikšmė išreiškiama vienu skaičiumi (metrai, sekundės ir pan.), spalvos matavimo rezultatas - trijų skaičių seka, tai yra – spalva trimatis dydis. Bet kuriai spalvai galima parinkti ekvivalentišką mišinį iš trijų monochromatinių spalvų, iš kurių nei viena

spalva neįmanoma išgauti dviejų likusių. Monochromatinė vadinama spalva yra laikoma šviesos šaltinio apibrėžtos bangos ilgio spinduliavimu. (Bangų ilgio diapazonas, kuris sukelia regos pojūčius, vadinamas matomo spektro spinduliavimu ir yra nuo 380 iki 700 (780) nm ribose).

Tarptautinė apšvietumo komisija (CIE- *Commission Internationale d'Éclairage*) 1931 m. kolorimetriniams matavimams priėmė tris pagrindines monochromatines spalvas, kurių bangų ilgiai: $\lambda_1 = 700$ nm (raudona), $\lambda_2 = 546,1$ nm (žalia), $\lambda_3 = 435,8$ nm (mėlyna).

CIE priėmė kolorimetrines sistemas, kurių matavimo vienetas proporcingas spalvos skirtumo žmogaus regoje slenkstiniam dydžiui. Paminėtos sistemos pavadintos vienodo kontrastingumo (spalvinis kontrastas - tai regos slenksčių kiekis tarp dviejų stebimų spalvų). Nuo 1960 m. CIE nuosekliai įvedinėjo eilę vienodo kontrastingumo sistemų ir jų modifikacijų. Paskutinioji iš jų, kurią naudoja šiuolaikiniuose spalvų matavimo prietaisuose-kolorimetruose ir spektrofotometruose, operuoja L^* , a^* , b^* dydžiais. L^* - spalvos skaitis (šviesumas), a^* ir b^* konkrečių spalvų koordinatės. Erdvinėje koordinatinių $L^*a^*b^*$ sistemoje, vertikaloje ašyje atidedamos L^* reikšmės, o kitose dviejose horizontaliose- a^* ir b^*



1. Pav. Vienodo kontrastingumo $L^*a^*b^*$ sistemos spalvų erdvė [6]

Visos, egzistuojančios gamtoje, spalvos tokioje trimatėje diagramoje pateikiamos taškais, kurių visuma sudaro spalvų imties kūną, savo forma primenantį erdvinį rutulį.

Kolorimetrijoje skirtumas tarp dviejų spalvų vertinamas rodikliu ΔE 2000. Pagal šią skaičiavimo metodiką yra sudaryti reikalavimai, kurie numatyti ir tarptautiniuose ISO standartuose. Skaičiuojant ΔE , kaip taisyklė, gaunami ne sveiki, bet trupmeniniai skaičiai. Trupmeninė ΔE reikšmė rodo didėjimo arba mažėjimo kryptį. Standartizuotos yra sveikų skaičių ΔE reikšmės

Ši formulė leidžia apskaičiuoti spalvų skirtumus tarp dviejų lyginamų pavyzdžių, tačiau turi trūkumą - lyginant dvi spalviniai ryškiai besiskiriančias spalvas, šis skirtumas dar daugiau Paryškinamas, bei atsiranda netikslumai dėl spalvų skalės netiesiškumo.

Šiuolaikinės spaudos technologijos gali perteikti spalvas, kurių atitikimas originalui būtų - $\Delta E = 2 - 6$. Esant $\Delta E > 6$ bus jaučiamas ryškus spalvų skirtumas tarp originalo ir reprodukcijos (atspaudo). Šis

rodiklis turi ypatingai didelę reikšmę atliekant spaudos spalvų kokybės kontrolę. Jis naudojamas ne tik poligrafijoje, bet ir kitose gamybos srityse, kur reikalingas tikslus spalvų perteikimas.

FINAT NR. 21 adhezijos matavimas

Pirmiausia reikia padėti bandinį ant lygaus ir kieto paviršiaus ir užklijuoti lipnią juostą ant bandinio įsitikinant, kad neliko jokių oro burbuliukų po juosta, paliekant vieną galą šiek tiek nepriklijuotą, kad būtų už kur suimti nuplėšinėjant juostą. Po 20 minučių atplėšti juostą viena ranka tvirtai prispaudus bandinį, kita ranka plėšiant juostą. Plėšti reikia pradėti lėtai, pastoviu greičiu ir pastoviai greitinti atplėšimo tempą (kuo greičiau bus atplėšta juosta, tuo agresyvesnis bus testas).

Atlikus testą, bandinio kokybė yra nustatoma lyginant jį su kontroliniais pavyzdžiais arba pagal skalę:

- 1 klasė – jokio dažų atlupimo
- 2 klasė – menkas dažų atlupimas - (< 10%)
- 3 klasė – vidutinis dažų atlupimas - (10 - 30%)
- 4 klasė – smarkus dažų atlupimas – (30 - 60%)
- 5 klasė – beveik visiškasis dažų nulupimas - (> 60%) [7]

FIRST standartas

Fleksografija yra vienas iš spaudos būdų panašus į iškiliją spaudą, kadangi spausdinantys elementai yra išsidėstę aukščiau už tarpinius. Šio dešimtmečio progresas – originalų paruošimo metodai kompiuteriu, nauji aukštos kokybės dažai bei pagalbinės medžiagos, aniloksiniai velenai dažų aparatuose, kameriniai dažų aparatai, sukėlė revoliuciją fleksografinėje spaudoje. Šiuolaikinės medžiagos, įrengimai bei technologijos užtikrina labai kokybišką spalvų atkūrimą, tiek Pantone, tiek CMYK sistemos dažais.

Fleksografija yra lankstus spausdinimo procesas, kurį galima pritaikyti įvairios produkcijos gamybai – pakuotėms, leidybinei produkcijai, reklaminei spaudai, etiketėms, lipdukams, ir pan. Spausdinti galima ant įvairiausių medžiagų – paprasto popieriaus, kreidinio popieriaus, paprasto bei gofruoto kartono, ant įvairių plėvelių, metalų ir metalizuotų plėvelių. Fleksografija puikiai tinka spausdinti ant ruloninių medžiagų – plėvelių, folijų ir pan. Ypač šis spaudos būdas tinka ritininėms, juosiančioms etiketėms, lipnioms etiketėms ir panašiai produkcijai spausdinti.

Fleksografija suteikia daugiau laisvės dizaineriams, nes reikalavimai originalams yra mažesni, lyginant su gilia spaude ar ofsetine spauda. Bet, tuo pačiu, stengiamasi išlaikyti ir spausdinimo kokybę. Spausdinimo mašinų ir formų gamybos metodų tobulinimai, leido priartėti prie skaitmeninės spaudos.

Moderniose spaudos mašinose buvo stengiamasi sumažinti slėgį dažų perkėlimo metu nuo spaudos formos ant medžiagos, tai padėjo sumažinti spaudos elementų deformaciją. Taip buvo eliminuota silpniausia fleksografinės spaudos vieta.

Nors flekografinė spauda vis dar turi kur plėstis ir tobulėti, be galo svarbu yra kaip dirbama ir kaip naudojamos naujos galimybės. Pagrindinė bėda yra, kad spaustuvėse dažnai spaudėjai turi mažai kompetencijų dėl to yra neišnaudojamos visos spaudos galimybės. Patirties ir žinių trūkumas įmonėse, buvo pagrindinė paskata sukurti standartą, kuris apibrėžtų reikalavimus ir normas kiekvienam procesui ir jo daliai. Tad svarbus žingsnis šia kryptimi buvo standartas „Fleksografijos atvaizdų reproduktivumo normos ir tolerancijos“ (angl. „Flexographic Image Reproduction Specifications and Tolerances“, sutr. FIRST).

Šio standarto kūrimo dalyvavo virš 150 specialistų ir praktikų. Tačiau iki dabar jis vis dar yra tobulinamas ir plečiamas toliau. Pagrindinė iš priežasčių, lėmusių šio standarto tokį populiarumą, yra ta, jog vadovaujantis standarte pateiktomis normomis pavyko pasiekti ne tik geresnę produkto kokybę, bet ir užtikinti jos stabilumą. Tai lėmė kokybės svyravimų sumažėjimą tiraže ir skirtinguose užsakymuose. FIRST standarto nauda buvo patvirtinta vieno eksperimento metu, JAV spaustuvėse. Tą patį darbą atliko skirtingos spaustuvės. Trijų spaustuvių, kurios laikėsi standarto, spaudos gaminių kokybė buvo beveik vienoda.

FIRST standartas yra sudarytas iš trijų dalių:

- Dizaino;
- Ikispaudybinių procesų;
- Spausdinimo.

Kiekvienoje dalyje, kurios yra suskirstytos į skyrius, smulkiai aprašoma, kas ir kaip turi būti daroma kiekvieno proceso stadijoje, kas svarbu, kaip atlikti kontrolę. Dizaino dalyje didžiausias dėmesys yra skiriamas originalo paruošimui, aptariami šriftų parinkimai ir jų išdėstymas. Taip pat tekstams kurie yra spausdinami ant tam tikrų fonų. Aptariami negatyvo teksto paruošimai. Daug dėmesio skiriama atskirų spalvotų atvaizdų spausdinimui vienas ant kito. Aprašomi atvaizdų dydžių keitimas, kad spaudos metu būtų išvengta baltų rėmelių, dėl spaudos nesutapimo.

Ikispaudybinių procesų dalyje, daug dėmesio skiriama iliustracijoms. Šioje dalyje nustatyti rastravimo, rastro taškų dydžio reikalavimai, priklausomai nuo to, kas bus spausdinama. Įforminti reikalavimai negatyvams ir jų kontrolės metodams. Detaliai aptartas spalvų skaidymas ir pagrindiniai reikalavimai jam. Daug dėmesio skiriama pilkos spalvos balansui. Pabrėžiama, kad spaudos metu būtina naudoti kontrolines skales. Standarte yra tam tikros kontrolinės skalės. Ji leidžia kontroliuoti pilkos spalvos balansą, viso tiražo metu. Skalėje yra šviesesni ir tamsesni pilkos spalvos langeliai, spausdinami geltona, purpurine ir žydra, kurie yra lyginami su atitinkamais langeliais, atspausdintais

juoda spalva. Fleksografija yra plačiai taikoma etikečių gamyboje, tad standarte yra skiriama daug dėmesio brūkšniniams kodams. Suformuotos taisyklės, kaip taisyklingai paruošti spaudos formą, ir bandomųjų atspaudų spausdinimas.

Spausdinimo dalyje aptariamos pagrindinės problemos spausdinant tiražą, plačiai aprašomas techninis reguliavimas ir jo tvarka. Taip pat kokybės kontrolės būdai ir metodikos. Aptariamos dažniausios problemos atsirandančios formų montavime. Pagrindė akcentuojama atspaudų kontrolė ir kokybės stabilumo palaikymas. Ir aišku reikalavimai matavimo ir kontrolės prietaisams.

FIRST standartas dar vis yra tobulinamas ir kiekvienas leidimas tampa detalesnis ir naudingesnis fleksografinėms įmonėms.

ISO 12647-6

Kokybės valdymo klausimus apibūdina tarptautiniai ISO standartai. Vienas iš šių standartų, aprašantis fleksografinį spaudos būdą, yra ISO 12647-6 fleksografinių technologijų standartas. Kiekvienas gaminy – sudėtingas objektas. Jo kokybę charakterizuoja dešimtys ir kartais netgi šimtai įvairiausių parametru. Šie parametrai tikrinami įvairia specialia aparatūra, kuriai paprastai būdingos tam tikros matavimo paklaidos – matavimo rezultato nukrypimas nuo tikrosios reikšmės.

Kokybės sąvoka apima dvi gaminio savybių grupes:

1 grupė – geros gaminio techninės charakteristikos, pavyzdžiui, lako ar laminato ilgaamžiškumas, saugant atspaudą nuo neigiamo UV spindulių ar mechaninio poveikio ir t.t.

2 grupė – defektų (broko) nebuvimas, t.y. užsakovo įsitikinimas, kad jo užsakymo gamybos procese nebuvo padaryta klaidų ir pažeidimų, kurie galėtų įtakoti prastą spaudos kokybę. Šios gaminio savybės užtikrinamos jį gaminant ir turi įtaką jo kainai, t.y., vartotojas pasiryžęs mokėti daugiau, nes yra įsitikinęs, kad perka kokybišką paslaugą.

Standartas ISO 12647-6:2012 fleksografinių technologijų matavimų ir spalvų standartas. Iki šio standarto sukūrimo, nebuvo aiškiai apibrėžtos ir egzistavo skirtingos nuostatos spalvų matavimui. Matavimams yra siūloma naudoti juodos spalvos pagrindą. Tai sudaro bendra atspindžio srautą su juodu pagrindu atspindimas srautas yra mažesnis už nurodytą ribą. Šis pagrindas sukuria visiškai išsklaidytą atspindį.

3. TYRIMŲ MEDŽIAGOS, ĮRANGA IR METODOLOGIJA

Tyrimui buvo pasirinktos medžiagos dažniausiai naudojamos fleksografinėje spaudoje:

Raflacoat – aukštos kokybės lipdukinis kreidinis popierius, skirtas aukštos kokybės lipnių etikečių ir reklaminės medžiagos gamybai (gramatūra 140 g/m²) [8]

BOPP plėvelės (balta ir skaidri) BOPP (dviašės orientacijos polipropileninė) plėvelė, kuri tinkama maisto produktų pakavimui bei apjuosiančių etikečių, skirtų gėrimų pramonei, gamybai (Storis 25μm) [9]

Spausdinimo įranga



2. Pav. Sapausdinimo mašinos xeikon3500 bendras vaizdas [10]

Bandiniams atspausti buvo naudojama skaitmeninė spaudos mašina Xeikon 3500.

1. Lentelė

Xeikon 3500 specifikacija (6)

| | |
|---------------------------------------|------|
| Maksimalus rulono plotis, mm | 516 |
| Maksimalus atspaudo plotis, mm | 508 |
| Išvyniojamo rulono skersmuo, mm | 1000 |
| Maksimalus spausdinimo greitis, m/min | 19 |
| Sekcijų skaičius, vnt | 5 |



3. Pav. Fleksografinė spaudos mašina gidue 410

2. Lentelė

Gidue 410 specifikacija

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Maksimalus rulono plotis, mm | 410 |
| Maksimalus atspaudo plotis, mm | 400 |
| Maksimalus spausdinimo greitis, m/min | 120 |
| Sekcijų skaičius, vnt | 6 |

Bandiniams atspausdinti naudojami dažai

Bandymui parinkti fleksografiniai spaudos dažai iš 240 serijos (*Access dual*). Dažai tinka plataus asortimento maisto pakuočių spausdinimui. Adhezijos ir elastingumo savybių dėka, dažai atsparūs įvairiems mechaniniams poveikiams pakuočių naudojimo metu. Tinka šaldikliuose saugomoms pakuotėms. Dažai tinka paviršinei ir reversinei spaudai. Dažai atsparūs įprastinėms karšto suvirinimo ir pasterizavimo temperatūroms. Skirti spausdinti ant polietileno, polipropileno (OPP, Mobil MB 400, Hoechst GND), poliesterio, gruntu (praimeriu) padengtos metalizuotos plėvelės, popieriaus ir kartono.

Skaitmeninėje spaudoje naudojami dažai

Skaitmeninėse spausdinimo mašinose yra naudojamos tonerių kasetės, kitaip dar vadinamos toneriais. Šios kasetės yra sudarytos iš dažų miltelių, sauso plastikinių dalelių mišinio ir juodos, ar kitų spalvų dažančių elementų. Pats spausdinimas yra išgaunamas elektrostatiiniu būdu.

Adhezijos matavimo metodai (FINAT)

FINAT Bandymų metodas Nr. 21

Galimybės: Šis metodas leidžia greitai įvertinti dažų arba lako sukibimo su spausdinimui naudojama medžiaga tvirtumą.

Apibrėžimas, apibūdinimas: Rašalo sukibimas su bandiniu yra įvertinamas užklijuojant lipnią juostą ant bandinio ir ją nuplėšiant.

Bandymui naudojama įranga: Lipni juosta su didele atplėšimo jėga. Plastikinė mentelė. Pirštinės.

Procedūros: Lipnios juostos testas.

Atplėšimo juostos ir jų charakteristikos

3. Lentelė

Bandyme naudootų juostų savybės

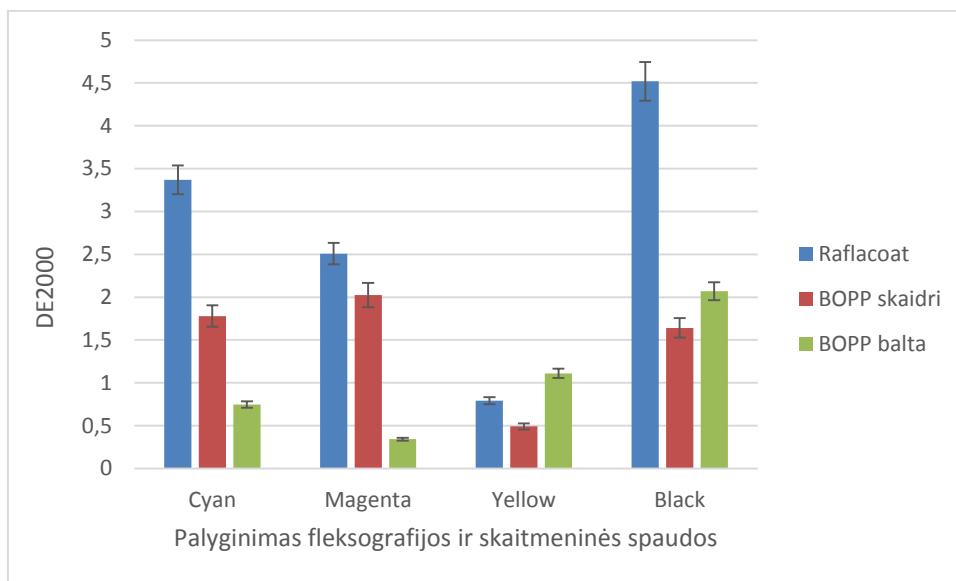
| Juostos pavadinimas | Tesa® 4100 [11] | Tesa® 4120 [12] | Tesa® 4965 [13] |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Pagrindo medžiaga | PVC plėvelė | PVC plėvelė | PET plėvelė |
| Bendras storis | 65µm | 49µm | 205µm |
| Klijų tipas | natūralus kaučiukas | natūralus kaučiukas | lipnus akrilas |
| Sukibimas su plieniu | 2.2 N/cm | 2 N/cm | 11.5 N/cm |
| Pailgėjimas trūkimo vietoje | 75 % | 75 % | 50 % |
| Atsparumas tempimui | 47 N/cm | 45 N/cm | 45 N/cm |

3.1. Tyrimų rezultatai

Fleksografinė spauda ir skaitmeninė spauda

Paimti standartinės fleksografijos ir skaitmeninės spaudos bandiniai (4 pav.) buvo palyginti, naudojant CIE Lab ΔE_{2000} formulę.

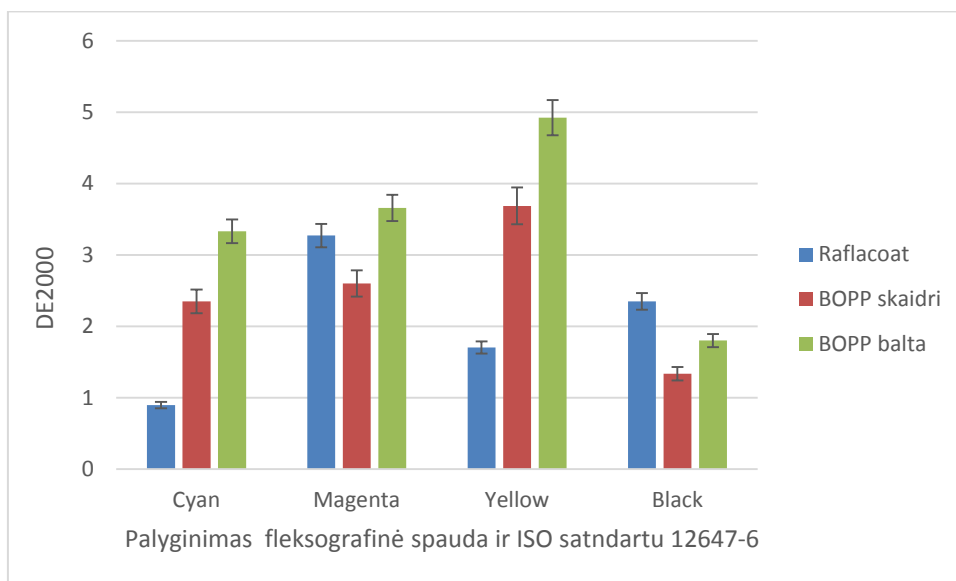
Didžiausi skirtumai pastebimi „Raflacoat” medžiagoje, juodoje spalvoje, kur ΔE viršija 4. Tačiau remiantis ISO standartu, leistinos normos nėra viršijamos. Tad galima teigti, kad abiejų spaudos būdų kokybė yra gana panaši. Geriausi rezultatai pastebimi „BOPP“ baltoje medžiagoje.



4. Pav. Spalvinio skirtumo tarp fleksografinės ir skaitmeninės spaudos delta E 2000

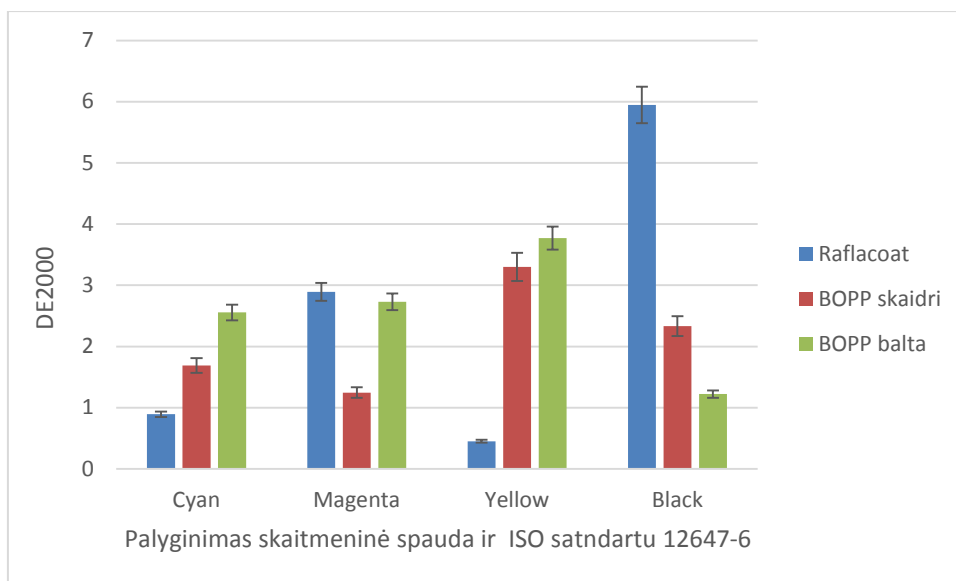
Palyginimas su standartu ISO

Atlikus matavimus apskaičiuota ΔE reikšmės, kurios lyginamos su ISO 12647-6 standarto reikšmėmis. Gauti rezultatai pateikti grafiškai. (5 pav.). Galima teigti, kad didžiausias nukrypimas fleksografinėje spaudoje yra ant BOPP balta medžiagos, „yellow” spalvoje, tačiau standarto maksimalus leidžiamas nuokrypis yra 8. Taigi, remiantis standartu galime teigti, kad spauda yra kokybiška ir atitinka reikalavimus.



5. Pav. Spalvinio skirtumo tarp fleksografinės spaudos ir ISO 12647-6 standarto ΔE 2000 rezultatai

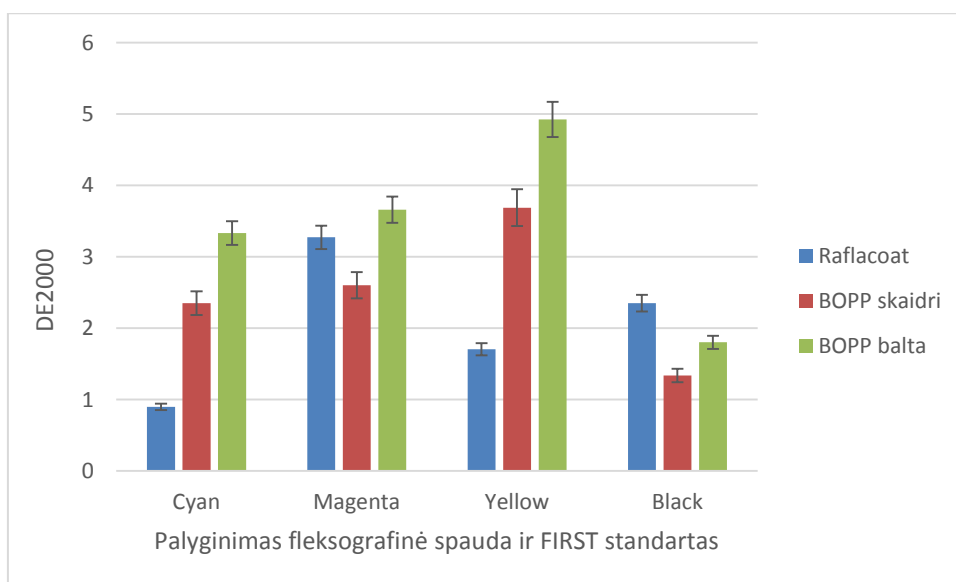
Skaitmeninėje spaudoje rezultatai mažiau nutolę nuo standarte pateiktų reikšmių 6 pav.). Išskyrus „Raflacoat“ medžiagoje, čia juoda spalva stipriai skiriasi nuo standarte duotosios. Tačiau leistinos normos neviršija. Taip pat galima pastebėti, kad daugumos spalvinės reikšmės neperkopia daugiau nei ΔE 3.



6. Pav. Spalvinio skirtumo tarp skaitmeninės spaudos ir ISO 12647-6 standarto ΔE 2000 rezultatai

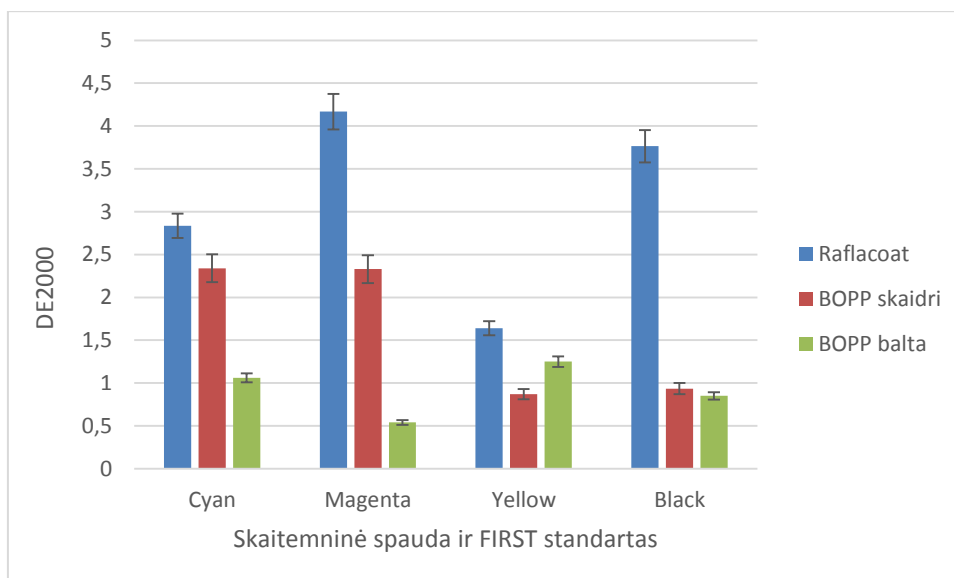
Palyginimas su FIRST standartu

Palyginus kokybinius parametrus fleksografinės spaudos ir FIRST standarto (7 pav.) yra matomas didžiausias nukrypimas „BOPP“ baltoje plėvelėje kur ΔE yra 4,9 geltonoje spalvoje.



7. Pav. Spalvinio skirtumo tarp fleksografinės spaudos ir FIRST standarto ΔE 2000 rezultatai

Skaitmeninės spaudos rezultatų palyginimas su FIRST standartu (8 pav.) duoda kitokius rezultatus. Čia didžiausi nukrypimai matomi „Raflacoat“ medžiagoje.

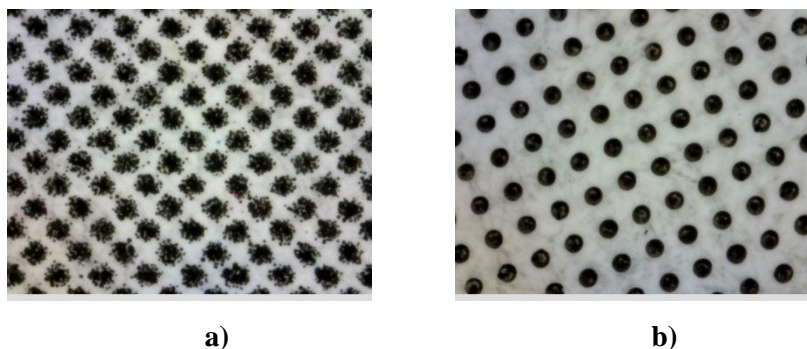


8. Pav. Spalvinio skirtumo tarp skaitmeninės spaudos ir FIRST standarto $\Delta E 2000$ rezultatai

3.2. Atspaudo analizė

Rastro taškai

Tai pagrindinis pustonų spausdinimo vienetas. Taškų kombinacija sudaro spausdintą vaizdą. Tad, yra svarbu palyginti kaip skiriasi fleksografinė spauda spausdintų rastro taškų vaizdas, nuo skaitmeninės spaudos.



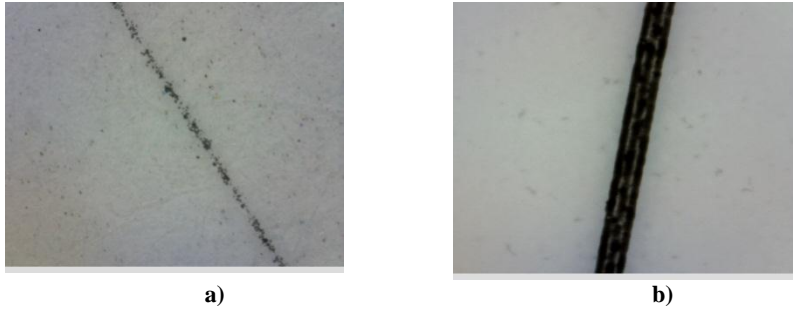
9. Pav. Rastro taškai; a) Skaitmeninė spauda ; b) fleksografinė spauda

Pirmoje nuotraukoje (pav. 9a) matomas nelygus, tarsi pabiręs rastro taškas. Taip yra, nes skaitmeninėje spaudoje buvo naudojami tonerio pagrindo dažai. O štai antrame paveikslėlyje (pav. 9b) matome fleksografinė spauda atspausdinto rastro taško vaizdą. Čia taškai yra lygūs ir vienodi. Abiejų bandinių nuotraukos darytos iš 50% laukelių.

Linijos

Padarius nuotraukas mikroskopu nuspėsta palyginti, kaip atrodo spaudos linijos (10 pav.). Pateiktos skaitmeninės spaudos linijos (10a pav.), kur linija aiškiai matoma, yra sudaryta iš mažų

tonerio krislelių ir yra nelygiais kraštais. Fleksografinėje spaudoje (10b) pav.) linija yra lygiais kraštais, tačiau viduryje yra pastebimos plonos juostelės, kur dažai nepadengia iki galo.

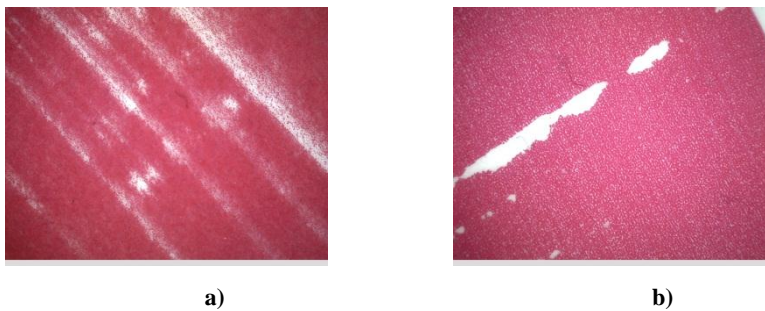


a)
b)
10. Pav. Linijos; a) Skaitmeninė spauda; b) fleksografinė spauda;

3.3. Dažų adhezija

Rezultatai buvo pastebėti naudojant tesa® 4965 juostelę. Atsilupimas pastebimas ant baltos BOPP plėvelės. Su kitomis juostomis rezultatai nebuvo gauti, tai reiškia, kad dažai tvirtai prilimpa prie spausdinamosios medžiagos paviršiaus.

Taip pat, pastebėta, kad tik su nuo baltos plėvelės nusilupo dažai, tad galime teigti, kad lipnus popierius ir skaidri plėvelė geriau išlaiko dažus savo paviršiuje.



a)
b)
11. Pav. Adhezijos rezultatai; a) Skaitmeninė spauda; b) fleksografinė spauda

Kaip matoma iš nuotraukų, labiausiai adhezija matoma ant skaitmenine spauda spausdinto bandinio (pav. 11 a)). Tačiau fleksografinė spauda spausdintas bandinys (pav. 11 b)) mažiau, bet taip pat paveikiamas adhezijos.

Taip pat naudojant tesa® 4965 juostelę, adhezija yra matoma ir ant metalizuotos medžiagos (pav. 12) tačiau čia tik su skaitmenine spauda spausdintame bandinyje.



12. Pav. Skaitmeninė spauda ant metalizuotos plėvelės

4. TECHNOLOGINĖ DALIS

Šioje dalyje yra atliekamas fleksografinio spaudos gaminio projektavimas, pateikiamos technologinės schemos, aprašoma naudojama įranga.. Apskaičiuojamos visų technologinių procesų metinės laiko normos, pateikiama spaudos kokybės kontrolė. Apskaičiuojamas reikiamas įrenginių ir darbuotojų kiekis bei apskaičiuojami gamybinių patalpų plotai.

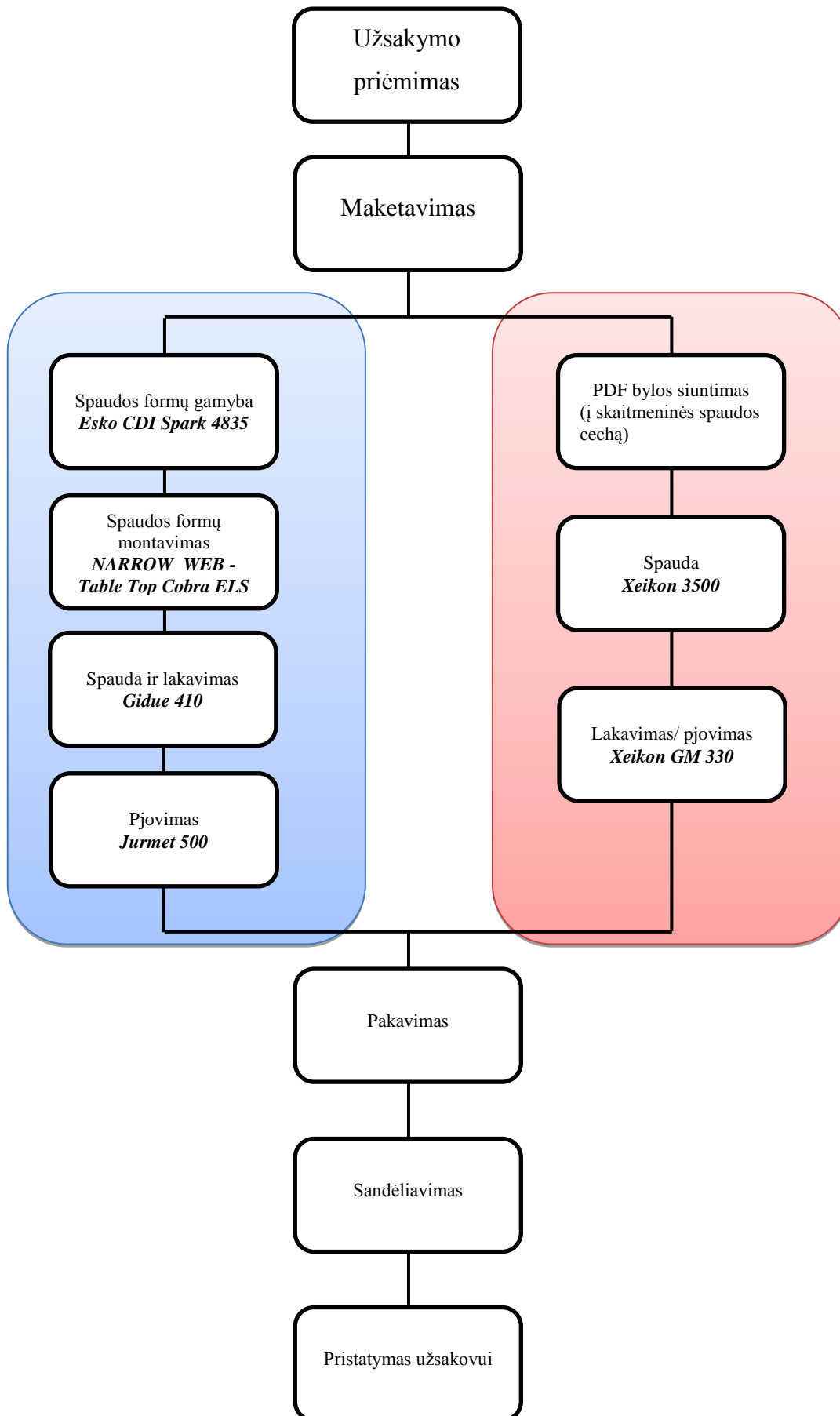
4.1. Technologinio proceso projektavimas

4. Lentelė

Flekosografinės ir skaitmeninės produkcijos charakteristikos

| Eil. Nr. | Spaudos būdas | Produkto pavadinimas | Produkto formatas (P×A), mm | Tiražas, T tūkst. vnt. | Kartojimai per metus, K | Spalvingumas ir lakai | Produkcijos medžiagos |
|----------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. | Fleksografinė spauda | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 65 | 10 | 7+lakas | BOPP balta |
| 2. | | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 180 | 15 | 4 | BOPP balta |
| 3. | | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 200 | 25 | 4+lakas | Raflagloss |
| 4. | | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 55 | 20 | 7+lakas | BOPP balta |
| 5. | | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 70 | 15 | 8 | BOPP balta |
| 6. | | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 100 | 10 | 8 | BOPP balta |
| 7. | | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 55 | 15 | 6+lakas | BOPP balta |
| 8. | | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 110 | 20 | 7 | Raflagloss |
| 9 | Skaitmeninė spauda | Lipni etiketė Nr. 9 | 280×314 | 120 | 25 | 8 | Raflagloss |
| 10 | | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340x371 | 80 | 20 | 4 | BOPP balta |

Pasirinkti gaminiai yra preliminarūs. Naudojamos medžiagos – tai „BOPP“ balta plėvelė skirta juosiančioms etiketėms gaminti ir „Raflagloss“ lipnus popierius skirtas lipnioms etiketėms.



13 Pav. Gamybos technologinė schema

Fleksografinio ir skaitmeninio spausdinimo užduotis

| Eil. Nr. | Spaudos būdas | Produktas | Produkto formatas (Ø) (P×A), mm | S | Tiražas, T tūkst. vnt. | Kartojimų sk. per metus, K | Tiesiniai metrai M _T ; m | Spausdinamos medžiagos kiekis M _K ; m ² | Metinis tiesinių metrų kiekis, m | Metinis spausdinamos medžiagos kiekis, m ² |
|----------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9=6x7 | 10=6x8 |
| 1. | Fleksografinė spauda | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 1 | 65 | 10 | 45727 | 18427 | 457270 | 165070 |
| 2. | | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 1 | 180 | 15 | 59346 | 21423 | 890190 | 321345 |
| 3. | | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 4 | 200 | 25 | 1116 | 449 | 27900 | 10050 |
| 4. | | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 1 | 55 | 20 | 25404 | 9170 | 508080 | 183400 |
| 5. | | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 1 | 70 | 15 | 27268 | 9843 | 409020 | 147645 |
| 6. | | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 1 | 100 | 10 | 54600 | 19710 | 546000 | 197100 |
| 7. | | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 1 | 55 | 15 | 19057 | 6879 | 103185 | 103185 |
| 8. | | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 4 | 110 | 20 | 1116 | 449 | 22320 | 8040 |
| 9 | Skaitmeninė spauda | Lipni etiketė Nr. 9 | 290×304 | 4 | 120 | 25 | 9576 | 3459 | 229824 | 83016 |
| 10 | | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340×371 | 1 | 80 | 20 | 30324 | 10613 | 545832 | 191034 |
| Viso: | | | | | | | | | 3193789 | 1218 851 |

* tiesiniai metrai apskaičiuojami pagal formulę:

$$M_T = \frac{T \times (A + t_A)}{S} \times k_s, \quad (1)$$

Čia, A - spausdinio segmento aukštis, mm;

t_A - tarpas tarp spausdinių segmentų eilučių, mm;

S - stulpelių skaičius;

k_s - koeficientas, įvertinantis spausdinamos medžiagos nuobiras, reikalingas spalvų suvedimui ($1,01 \div 1,10$).

** spausdinamos medžiagos kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_K = R \times M_T$$

R - spausdinamos medžiagos ruošinio plotis spaudai, apskaičiuojamas pagal formulę

$$R = (P + t_p) \times S \times k$$

P - spaudinio segmento plotis, mm;

t_p - tarpas tarp stulpelių, mm;

k_n - koeficientas, įvertinantis popieriaus nuobiras ($1,01 \div 1,10$). k_n priklauso nuo tiražo ir leidinio spalvingumo.

Skaičiavimų pavyzdys:

Juosiančios etiketės Nr. 1

Tiesiniai metrai:

A=670 mm, P=420 mm, $t_A=0$ mm, S=1, $k_s=1,05$, T=65, tai:

$$M_T = \frac{65 \times (670 + 0)}{1} \times 1,05 = 45727 \text{ m}$$

Gaminiai, kurie spausdinami ant „BOPP“ baltos medžiagos nebus apipjaustomi iš kraštų, todėl ruošinio plotis bus toks pat kaip produkcijos plotis.

Lipnios etiketės Nr. 3

Ruošinio plotis:

$$R = (P + t_p) \times S \times k$$

P=96mm, $t_p=0$ mm, S=4, $k_n=1,05$

$$R = \frac{(96 + 0) \times 4}{1000} \times 1,05 = 0,403 \text{ m}$$

Apskaičiavus R galima suskaičiuoti spausdinamosios medžiagos kiekį M_K :

$$M_K = 0,403 \times 1116 = 449 \text{ m}^2$$

Metinis tiesinių metrų kiekis gaunamas sudauginus apskaičiuotus tiesinius metrus iš tiražo kartojimų skaičiaus per metus: $28 \times 45727 = 1280356 \text{ m}$

Metinis spausdinamosios medžiagos kiekis gaunamas sudauginus spausdinamosios medžiagos kiekį iš tiražo kartojimų skaičiaus per metus: $28 \times 449 = 12572 \text{ m}^2$.

Maketavimas

Impozicija susideda iš trijų etapų:

- leidinio paruošimas fleksografiniai spaudai;
- spalvų skaidymo;
- lankavimo.

Reprodukcijos centre naudojamos pagrindinės programos:

- Esko Parcecly – spaudos paruošimui;
- Esko Color Tune – darbui su iliustracijomis;
- Esko Plato – lankavimui

Svarbus faktorius yra tas, kad klijuojant spaudos formą ant cilindro, dėl jo išgaubtumo vaizdas formoje pailgėja, atsiranda distorsijos faktorius. Siekiant išvengti vaizdo iškreipymų reikia proporcingai sutrumpinti maketą. Kiek jis turi būti sutrumpintas galima apskaičiuoti taip:

Pavyzdžiui, formatas (707×500) + užlaida 10mm (717×500)

Spaudos formos storis $t=3,18\text{mm}$

Dvipusės lipnios juostelės storis $b=0,8\text{mm}$

$$D = \frac{717}{3,14} = 228 \text{ mm (forminio cilindro matmuo)}$$

Distorsijos dydis: $L = (D + 2b + 2t) \times \pi$; $\Delta = L - B2$

$$L = (228 + 2 \times 3,18 + 2 \times 0,8) \times 3,14 = 740$$

$$\Delta = 740 - 717 = 23,9 \approx 24 \text{ mm}$$

Skenavimo, maketavimo, paruošimo spaudai ir bandomųjų atspaudų spausdinimo trukmės skaičiavimas

| Eil. Nr. | Spaudos būdas | Produkcijos pavadinimas | Produkcijos formatas (P×A), mm | Laiko norma skanavimui, h | Laiko norma maketavimui, h | Laiko norma paruošimui spaudai, h | Metinė užduotis skanavimui, maketavimui ir paruošimui spaudai, h | |
|----------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 7 | 8=5+6+7 | |
| 1. | Fleksografinė spauda | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 0 | 1 | 4 | 5 | |
| 2. | | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 0 | 2 | 5 | 7 | |
| 3. | | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 0 | 1 | 5 | 6 | |
| 4. | | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 0 | 2 | 7 | 8 | |
| 5. | | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 0 | 3 | 3 | 6 | |
| 6. | | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 0 | 2 | 5 | 7 | |
| 7. | | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 0 | 2 | 5 | 7 | |
| 8. | | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 0 | 1 | 3 | 4 | |
| 9. | | Skaitmeninė spauda | Lipni etiketė Nr. 9 | 280×314 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| 10. | | | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340×371 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| Viso: | | | | | | | 60 | |

4.2. Spaudos formų gamyba

Fotopolimerinių spaudos formų gamyba

Priklausomai nuo to, ar naudojamas negatyvinis šablonas ar ne, fotopolimerinės formos skirstomos į analogines ir skaitmenines. Analoginių formų gamybai naudojamos negatyvinės (spausdinamos vietos yra peršviečiamos, o nespausdinamos – juodos) plėvelės. Skaitmeninių formų paviršiuje negatyvinis vaizdas suformuojamas pačioje plokštėje, prieš eksponavimą, kuomet kompiuterinės programos valdoma lazerio šviesa „išdegina“ atvaizdo šabloną plokštės paviršiu dengiančiajame uždangalai sluoksnyje.

Fleksografinės ir iškiliosios spaudos formos gaminamos iš šviesai jautraus polimero, kuris, eksponavimo metu, apšvitinus plokštę tam tikro spektro UV šviesa, polimerizuojasi ir tampa panašus į

gumą. Neapšvitintos polimero vietos yra išplaunamos ar kitaip pašalinamos ir taip suformuojamas spausdinimo reljefas, kuris perneša dažus iš dažymo sekcijos ant spausdinamos medžiagos.

Formos gamybos procesas susideda iš 5 etapų:

1. Plokštės nedarbinės pusės eksponavimas. Tolygiai apšviečiant plokštės nedarbinį paviršių per pagrindą. Tikslas – būsimos formos reljefo gylio nustatymas.

2. Pagrindinis eksponavimas. Šio proceso metu vyksta paslėptas vaizdo formavimas fotopolimerinio sluoksnio viduje.

3. „Ryškinimas“ – plokštės neapšvitintos vietos yra pašalinamos iki tam tikros temperatūros pakaitinus plokštę ir suskystintą polimerą, surenkant ant specialios sugeriančios medžiagos. Susiformuoja vaizdo reljefas.

4. Papildomas formos apdirbimas („finišingas“). Forma papildomai apšvitinama UV spinduliais. Tikslas – paviršiaus lipnumo pašalinimas.

5. Baigiamasis eksponavimas. Ši operacija gali būti atliekama kartu su papildomu formos apdirbimu arba be jo. Tikslas – visų, nepaveiktų ekspozicijos, monomerų polimerizavimas, formos tiražingumo padidinimas.

Spaudos formų eksponavimas

Polimero plokštės nedarbinės pusės eksponavimas ir pagrindinė ekspozicija, atliekama įrenginiu **DuPont Cyrel FAST 1000 EC/LF** kurios metu apšviečiamas uždangalai sluoksniu padengtas darbinis polimero paviršius, yra glaudžiai tarpusavyje susiję formos gamybos etapai. Nuo apšvietimo trukmės ir šviesos šaltinio stiprumo priklauso būsimos spaudos formos tarnavimo laikas, spaudos bei tarpinių elementų tvirtumas ir atsparumas mechaniniam nusidėvėjimui spausdinimo metu. Pagrindinio eksponavimo metu, ant formos susidaro pozityvus reljefas, formos paviršiuje susiformuoja spausdinimo elementai su griežtai apibrėžtais kraštais ir besileidžiančiomis į gilumą kūgio formos sienelėmis.

Nedarbinės pusės eksponavimo tikslas:

1. Formos reljefo gylio nustatymas.
2. Pagrindinės ekspozicijos laiko sutrumpinimas dėl padidėjusio polimero jautrumo šviesai.
3. Spausdinimo elementų ir reljefo pagrindo „susijungimas“, stabili spausdinimo elementų šoninių sienelių struktūra ir šių elementų tvirtumas.
4. Poliefiro pagrindo ir polimero sluoksnio sukibimas.

Reikalingas reljefo gylis priklauso nuo originalo, spausdinamos produkcijos pobūdžio, spausdinimo sąlygų ir kitų veiksnių. Standartinėmis spausdinimo sąlygomis rekomenduojama 1 mm. gylio reljefas.

Per trumpas nedarbinės pusės eksponavimo laikas gali būti smulkių spaudos elementų išvalymo priežastimi, kadangi tarp polimerizuoto reljefo pagrindo ir susiformavusio vaizdo reljefo lieka nepilnai sukietėjęs sluoksnis.

Per ilgas nedarbinės pusės eksponavimo laikas leidžia susiformuoti pernelyg storam pagrindui ir negaunamas pakankamas reljefo gylis.

Nedarbinės pusės eksponavimo laikas nustatomas bandymų keliu, atsikrai kiekvienam plokščių tipui, atsižvelgiant į šviesos šalinio tarnavimo laiką.

Pagrindinis eksponavimas atliekamas tuoj pat po plokštės nedarbinės pusės eksponavimo. Ultravioletinių spindulių poveikyje susidaro vaizdo reljefas su spausdinamais elementais, kurie prisitvirtina prie paruošiamosios ekspozicijos metu susiformavusio reljefo pagrindo.

Polimerizacija prasideda plokštės paviršiuje ir skverbiasi gilyn. Ant polimerinio sluoksnio paviršiaus, susiformavęs vaizdo elementas, kūgio forma, tęsiasi į sluoksnio gilumą iki reljefo pagrindo. Ypatingai svarbu, kad baigus eksponuoti, atskiri spaudos elementai būtų pakankamai stabiliai prisitvirtinę prie reljefo pagrindo. Tarp suformuotų spausdinimo elementų ir reljefo pagrindo negali likti nepolimerizuotos medžiagos plotelių.

Nedarbinė ir darbinė formos pusė eksponuojama UV–A 315–380nm spinduliais. Finišingas atliekamas UV–C 100–280nm spinduliais.

7. Lentelė

Spaudos formų galutinio apdirbimo trukmės skaičiavimas

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Produkcijos formatas (P×A), mm | Spaudos formų komplektų kiekis X, vnt. | Laiko norma apatinės pusės eksponavimui, h | Laiko norma pagrindiniam eksponavimui, h | Laiko norma fotopolimero neišeksponuotų vietų pašalinimui, h | Laiko norma galutiniam eksponavimui, h | Metinė laiko norma galutiniam apdirbimui, h |
|----------|-------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | $9=4x(5+6+7+8)$ |
| 1. | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 6 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 3,25 |
| 2. | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 9 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 4,88 |
| 3. | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 12 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 6,50 |
| 4. | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 9 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 4,88 |
| 5. | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 11 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 5,96 |
| 6. | Juosianti etiketė | 350×520 | 8 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 4,34 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------------------|---------|---|-------|------|------|------|------|
| | Nr. 6 | | | | | | | |
| 7. | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 6 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 3,25 |
| 8. | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 9 | 0,012 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 4,88 |
| | Viso: | | | | | | | 37,9 |

Laiko norma apatinės pusės eksponavimui 0,012 h

Laiko norma pagrindiniam eksponavimui 0,22 h

Laiko norma galutiniam eksponavimui 0,14 h

Metinė laiko norma galutiniam spaudos formų apdirbimui apskaičiuojama spaudos formų kiekį (X) padauginus iš laiko normų sumos.

Skaičiavimų pavyzdys:

Juosianti etiketė Nr. 1

X=6:

$$M=6 \times (0,012+0,22+0,17+0,14) = 3,25 \text{ h}$$

Spaudos formos lazerinis graviravimas

Spaudos formos graviravimas atliekamas lazeriniu graviravimo įrenginiu **Esko CDI Spark 4835**.

Fleksografinės spaudos forma turi uždangalai sluoksnį, jautrų CDI lazerio šviesai. Sluoksnis, esantis formos paviršiuje, pakeičia diapozityvą ar dianegatyvą. To pasekoje, eliminuojami šviesos difrakcijos ir dulkių atsiradimo atvejai. Todėl atvaizdas gaunamas daug kokybiškesnis.

Pagrindinio eksponavimo procesas yra 100% skaitmeninis, tai yra atvaizdas formoje graviruojamas lazerio pagalba (CTP – „computer to plate“ technologija). Ši technologija tapo standartu ir praktiškai yra neatskiriama nuo aukštos kokybės fleksografinės spaudos. Jos dėka fleksografijoje galima išgauti (175lpi) atvaizdavimo rezoliuciją.

Fleksografinių spaudos formų montavimas

Formų montavimui naudojamas specialus montavimo įrenginys **NARROW WEB - Table Top Cobra ELS Range** ir trijų rūšių lipnios juostos:

- minkšta – rastriniams atvaizdams (raudona);
- vidutinio minkštumo – mišriems atvaizdams;
- kieta – foniniams dengimams (mėlyna).

Ant juostos visada barstoma pudra, tai sumažina formos suplyšimo tikimybę ją atklijuojant. Didžiausią įtaką spalvų nesutapimui lemia blogai sumontuota forma. Todėl formų montavimas atliekamas su specialia įranga.

4.3. Produkcijos apimtis spausdinimui

8. Lentelė

GIDUE 410 mašinos gamybos apimties skaičiavimai

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Produkcijos formatas (P×A), mm | Kartojimų sk. per metus, K | Tiražas T tūkst. vnt. | Spalvingumas ir lakavimas, C | Laiko norma dažų aparato paruošimui t_D , h | Darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti L, h | Metinė užduotis spausdinimui M, h |
|----------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 7 | 8* | 9=8x4 |
| 1. | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 10 | 65 | 7+lakas | 0,7 | 11,7 | 117 |
| 2. | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 15 | 180 | 4 | 0,7 | 11,45 | 171,7 |
| 3. | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 25 | 200 | 4+lakas | 0,7 | 4,19 | 104,7 |
| 4. | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 20 | 55 | 7+lakas | 0,7 | 9,26 | 185,2 |
| 5. | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 15 | 70 | 8 | 0,7 | 9,65 | 144,7 |
| 6. | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 10 | 100 | 8 | 0,7 | 13,7 | 137 |
| 7. | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 15 | 55 | 6+lakas | 0,7 | 7,13 | 106,9 |
| 8. | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 20 | 110 | 7 | 0,7 | 3,58 | 71,6 |
| Viso: | | | | | | | | 1038,8 |

9. Lentelė

Xeikon 3500 mašinos gamybos apimties skaičiavimai

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Produkcijos formatas (P×A), mm | Kartojimų sk. per metus, K | Tiražas T tūkst. vnt. | Spalvingumas ir lakavimas, C | Laiko norma dažų aparato paruošimui t_D , h | Darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti L, h | Metinė užduotis spausdinimui M, h |
|----------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8* | 9=8x4 |
| 9. | Lipni etiketė Nr. 9 | 280×314 | 25 | 120 | 8 | 0,7 | 7,13 | 178,2 |
| 10. | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340×371 | 20 | 80 | 7+lakas | 0,7 | 12,49 | 249,8 |
| Viso: | | | | | | | | 428 |

* darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = \frac{M_T}{V} + t_D \times C \quad (2)$$

čia: V - spaudos mašinos vidutinis greitis, m/h;

t_D – laiko norma dažų aparato paruošimui,

$M_T = 45727$; $t_D = 0,7$, $V = 112$ m/min (6720 m/h), $C = 7$;

Skaičiavimų pavyzdys:

Juosianti etiketė Nr 1:

$$L = \frac{45727}{6720} + 0,7 \times 7 = 11,7h$$

Metinė užduotis spausdinimui:

$$M = L \times K = 11,7 \times 10 = 117 h.$$

10. Lentelė

Jurmet 500 vyniojimo į ritinėlius apimties skaičiavimas

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Etiketės formatas PxA, mm | Kartojimų sk. per metus K | Tiražas T, tūkst. egz. | Laiko norma sukimui į ritinėlius t_{rit} , h | Darbo imlumas vienam pavadinimo atspaudos susukimui L, h | Metinė užduotis sukimui į ritinėlius, h |
|----------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7* | 8=7*4 |
| 1 | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 10 | 65 | 0,25 | 7,8 | 78 |
| 2 | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 15 | 180 | 0,25 | 9,9 | 148.5 |
| 3 | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 25 | 200 | 0,25 | 1,7 | 42.5 |
| 4 | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 20 | 55 | 0,25 | 5,1 | 102 |
| 5 | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 15 | 70 | 0,25 | 4,7 | 70.5 |
| 6 | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 10 | 100 | 0,25 | 9,2 | 92 |
| 7 | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 15 | 55 | 0,25 | 3,5 | 51 |
| 8 | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 20 | 110 | 0,25 | 1,1 | 22 |
| Viso: | | | | | | | 606.5 |

11. Lentelė

Lentelė 12. GM330 vyniojimo į ritinėlius apimties skaičiavimas

| | | | | | | | |
|-------|--------------------------|---------|----|-----|------|-----|-------|
| 9 | Lipni etiketė Nr. 9 | 280×314 | 25 | 120 | 0,25 | 1,9 | 47.5 |
| 10 | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340×371 | 20 | 80 | 0,25 | 5,4 | 108 |
| Viso: | | | | | | | 155.5 |

* darbo imlumas vienam pavadinimui susukti į ritinėlius apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V_s L = \frac{M_T}{V_{suk}} + t_{rit} = \frac{45727}{6000} + 0,25 = 7,8h_i \text{ vidutinis greitis, m/h (} V_{suk} = 6000 \text{ m/h).}$$

Pakavimo metinės apimties skaičiavimas

| Eil Nr | Produkcijos pavadinimas | Etiketės formatas PxA, mm | Kartojimų sk. per metus K | Tiražas T, tūkst. egz. | Laiko norma pakavimui t_{pak} , h | Metinė užduotis pakavimui, h |
|--------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 5 | 5 | 6 | 7* |
| 1 | Juosianti etiketė Nr. 1 | 420×670 | 10 | 65 | 0,25 | 7,8 |
| 2 | Juosianti etiketė Nr. 2 | 260×314 | 15 | 180 | 0,25 | 9,9 |
| 3 | Lipni etiketė Nr. 3 | 96×155 | 25 | 200 | 0,25 | 1,7 |
| 4 | Juosianti etiketė Nr. 4 | 415×485 | 20 | 55 | 0,25 | 5,1 |
| 5 | Juosianti etiketė Nr. 5 | 270×371 | 15 | 70 | 0,25 | 4,7 |
| 6 | Juosianti etiketė Nr. 6 | 350×520 | 10 | 100 | 0,25 | 9,2 |
| 7 | Juosianti etiketė Nr. 7 | 400×330 | 15 | 55 | 0,25 | 3,5 |
| 8 | Lipni etiketė Nr. 8 | 96×165 | 20 | 110 | 0,25 | 1,1 |
| 9 | Lipni etiketė Nr. 9 | 280×314 | 25 | 120 | 0,25 | 1,9 |
| 10 | Juosianti etiketė Nr. 10 | 340×371 | 20 | 80 | 0,25 | 5,4 |
| Viso: | | | | | | 776,61 |

4.4. Įrengimų ir darbininkų reikiamo kiekio skaičiavimas

Ankstesnėse dalyse, atlikus technologinius skaičiavimus ir žinant gaminamos produkcijos kiekį (įrengimų apkrovimą), galima apskaičiuoti reikiamą įrengimų bei darbininkų kiekį.

Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas

| Eil. Nr. | Įrenginio pavadinimas | F_r , h | T_e , m | Įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų, h | | | | | n, % | Įrenginio technologinių sustojimų laikas per metus f_{ts} , h | Metinis įrenginio darbo laiko fondas, F_m , h | Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu F_{mp} , h |
|----------|---|-----------|-----------|---|-------|-------|---------------|-------------|------|---|---|--|
| | | | | dėl remonto | | | | dėl apžiūrų | | | | |
| | | | | f_k | f_t | f_p | t_{re} m | f_o | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8=5+ +6+7 | 9 | 10 | 11 | 12=3-8-9- 11 | 13=3-8 |
| 1 | Spaudos formų lazerinio eksponavimo įrenginys | 2008 | 8 | 8 | 32 | 25 | 65 | 4 | 2 | 40,22 | 1898,78 | 1943 |
| 2 | Spaudos formų UV eksponavimo įrenginys | 2008 | 10 | 7 | 26 | 22 | 55 | 4 | 2 | 40,22 | 1908,78 | 1953 |

13. Lentelės tęsinys

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|------|----|----|----|------|------|---|---|-------|---------|--------|
| 3 | Spaudos formų plovimo įrenginys | 2008 | 10 | 7 | 32 | 26 | 65 | 6 | 2 | 40,22 | 1896,78 | 1943 |
| 4 | Spaudos mašina | 2008 | 15 | 31 | 67 | 57 | 155 | 8 | 3 | 60,33 | 1784,67 | 1853 |
| 5 | Supjaustymo įrenginys | 2008 | 15 | 5 | 21 | 19 | 45 | 4 | 2 | 40,22 | 1918,78 | 1963 |
| 6 | Pakavimo įrenginys | 2008 | 6 | 5 | 16 | 11,5 | 32,5 | 4 | 2 | 40,22 | 1931,28 | 1975,5 |

Rėžiminis įrenginio darbo laiko fondas F_r apskaičiuojamas pagal formulę: (9);

$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv} = 251$ dienos;

$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p = [(251 \times 8) - 5 \times 0] \times 1 = 2008$ h; (9)

D_d – darbo dienų skaičius per metus;

t_v – pamainos darbo trukmė. $t_v = 8$ h;

$D_{pršv}$ – prieššventinių dienų skaičius. $D_{pršv} = 5$ dienos;

A – prieššventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas. $A = 1$ h;

n – koeficientas, įvertinantis papildomą laiko fondą ($n = 1 + 4\%$);

P – pamainų skaičius. $P = 1$;

D_k – metinis kalendorinių dienų skaičius. $D_k = 365$ dienos;

$D_{iš}$ – metinis išeiginių dienų skaičius. $D_{iš} = 113$ dienos;

$D_{šv}$ – metinis šventinių dienų skaičius. $D_{šv} = 7$ dienos;

T_e – įrenginių tarnavimo laikas;

f_k – kapitalinis remontas;

f_t – einamasis remontas;

f_p – patikrinimas, $f_p = \frac{f_k + f_t(T_e - 2)}{T_e}$;

t_{rem} – metinis remonto laikas, $t_{rem} = f_k + f_t + f_p$;

f_o – apžiūros; n – koeficientas, įvertinantis papildomą laiko fondą;

f_{ts} – įrenginio technologinių sustojimų laikas;

Kompiuterinės įrangos darbo laiko fondo skaičiavimas

| Eil Nr | Įrenginio pavadinimas | F_r , h | T_e , m | Įrenginių prastovos dėl apžiūrų f_o , h | n, % | Įrenginio papildomų sustojimų laikas per metus f_{ps} , h | Įrenginio darbo laikas per metus F_m , h | Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu F_{mp} , h |
|--------|--------------------------|-----------|-----------|---|------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8=3-5-7 | 9=3-7 |
| 1 | Kompiuteris | 1857,4 | 5 | 26 | 1 | 18,6 | 1812,8 | 1838,8 |
| 2 | Spausdintuvas - skeneris | 1857,4 | 5 | 26 | 1 | 18,6 | 1812,8 | 1838,8 |

Rėžiminis kompiuterinės įrangos darbo laiko fondas F_r apskaičiuojamas pagal formulę: (10);

$$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p = [(251 \times 7,4) - 0 \times 1] \times 1 = 1857,4 \text{ h}; \quad (10)$$

t_v – pamainos darbo trukmė, dirbant su kompiuterine įranga $t_v = 7,4 \text{ h}$;

Įrenginių kiekio skaičiavimas

| Eil Nr | Įrenginio pavadinimas | Metinė laiko norma M, h | Metinis įrenginių darbo laiko fondas F_m , h | Normų vykdymo koeficientas k_{bn} | Įrenginių kiekis N_{ir} | |
|--------|---|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|----------|
| | | | | | Skaičiuotas | Priimtas |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6=3/(4x5) | 7 |
| 1 | Kompiuteris | 60 | 1838,8 | 1,1 | 0,03 | 1 |
| 2 | Spausdintuvas - skeneris | 60 | 1838,8 | 1,1 | 0,03 | 1 |
| 3 | Spaudos formų lazerinio eksponavimo įr. | 69,75 | 1943 | 1,1 | 0,03 | 1 |
| 4 | Spaudos formų UV eksponavimo įrenginys | 34,19 | 1953 | 1,1 | 0,02 | 1 |
| 5 | Spaudos formų plovimo įrenginys | 15,81 | 1943 | 1,1 | 0,01 | 1 |
| 6 | Spaudos mašina | 1357 | 1853 | 1,1 | 0,67 | 1 |
| 7 | Pervyniojimo-supjaustymo įrenginys | 775,61 | 1963 | 1,1 | 0,36 | 1 |
| 8 | Pakavimo įrenginys | 775,61 | 1975,5 | 1,1 | 0,36 | 1 |

Reikiamų darbuotojų skaičiaus skaičiavimas

| Eil Nr | Profesija | Metinis įr. darbo laiko fondas F_{mp} , h | Apskaičiuotas įr. kiekis N_{ir} | Pagr. darbininko darbo laiko fondas F_{ef} , h | Darbininkų skaičius | |
|--------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--|---------------------|----------|
| | | | | | Skaičiuotas | Priimtas |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | $6=(3*4)/5$ | 7 |
| 1 | Maketuotojas | 1838,8 | 0,03 | 1597,364 | 0,034 | 1 |
| 2 | Operatorius lazeriniam eksponavimui | 1943 | 0,03 | 1726,88 | 0,036 | |
| 3 | Operatorius eksponavimui | 1953 | 0,02 | 1726,88 | 0,023 | |
| 4 | Operatorius plovimui | 1943 | 0,01 | 1726,88 | 0,011 | |
| 5 | Spaudėjas | 1853 | 0,67 | 1726,88 | 0,718 | 1 |
| 6 | Pjaustytojas | 1963 | 0,36 | 1726,88 | 0,409 | 1 |
| 7 | Pakuotojas | 1975,5 | 0,36 | 1726,88 | 0,411 | |

* Darbus kompiuteriu bei visus spaudos formų gamybos darbus atliks vienas žmogus.

** Persukimo - pjovimo darbus bei pakavimą atliks vienas žmogus.

$$F_{ef} = F_{ir} \cdot (1 - k_n)$$

F_{ef} – pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbininko darbo laiko fondas, h;

k_n – koeficientas, parodantis darbo laiko nuostolius, esant darbuotojų atostogoms 24 darbo dienoms ($k_n = 0,14$).

4.5. Gamybinių plotų skaičiavimas

Žinant reikiamą įrengimų ir darbininkų kiekį, galime skaičiuoti gamybinių patalpų plotus ir planuoti įrengimų išdėstymą.

Įrengimų ir baldų užimamas plotas spaudos formų gamybos ceche

| Eil Nr | Pavadinimas | Kiekis, vnt. | Matmenys, m | | Užimamas plotas, m ² | |
|--------|---|--------------|-------------|--------|---------------------------------|-------|
| | | | ilgis | plotis | vieno | visų |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Spausdintuvas | 1 | 0,48 | 0,38 | 0,18 | 0,18 |
| 2 | Spaudos formų lazerinio eksponavimo įrenginys | 1 | 1,49 | 0,84 | 1,25 | 1,25 |
| 3 | Spaudos formų eksponavimo įrenginys | 1 | 1,85 | 1,47 | 2,72 | 2,72 |
| 4 | Spaudos formų plovimo įrenginys | 1 | 3,32 | 1,78 | 5,91 | 5,91 |
| 5 | Stalas | 2 | 1,2 | 0,8 | 0,96 | 1,92 |
| 6 | Spinta | 1 | 1,5 | 0,9 | 1,35 | 1,35 |
| 7 | Kėdė | 2 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,50 |
| Viso: | | | | | | 13,83 |

18. Lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas fleksografinės spaudos ceche

| Eil Nr | Pavadinimas | Kiekis, vnt. | Matmenys, m | | Užimamas plotas, m ² | |
|--------|--------------------------------------|--------------|-------------|--------|---------------------------------|-------|
| | | | ilgis | plotis | vieno | visų |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Spaudos mašina | 1 | 7,00 | 2,28 | 15,96 | 15,96 |
| 2 | Pervyniojimo - supjaustymo įrenginys | 1 | 2,55 | 1,64 | 4,18 | 4,18 |
| 3 | Spinta instrumentams | 1 | 2,20 | 0,45 | 0,99 | 0,99 |
| 4 | Spinta medžiagoms | 1 | 2,5 | 1,2 | 3,00 | 3,00 |
| 5 | Stalas | 2 | 1,20 | 0,80 | 0,96 | 1,92 |
| 6 | Kėdė | 2 | 0,40 | 0,50 | 0,20 | 0,40 |
| Viso: | | | | | | 26,45 |

19. Lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas skaitmeninės spaudos ceche

| Eil Nr | Pavadinimas | Kiekis, vnt. | Matmenys, m | | Užimamas plotas, m ² | |
|--------|--------------------------------|--------------|-------------|--------|---------------------------------|-------|
| | | | ilgis | plotis | vieno | visų |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Spaudos mašina | 1 | 8,00 | 2,8 | 22,4 | 22,4 |
| 2 | Pervyniojimo-kirtimo įrenginys | 1 | 2,25 | 1,4 | 1,57 | 1,57 |
| 3 | Spinta instrumentams | 1 | 2,20 | 0,45 | 0,99 | 0,99 |
| 4 | Spinta medžiagoms | 1 | 2,5 | 1,2 | 3,00 | 3,00 |
| 5 | Stalas | 2 | 1,20 | 0,80 | 0,96 | 1,92 |
| Viso: | | | | | | 31,46 |

20. Lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas pakavimo ceche

| Eil Nr | Pavadinimas | Kiekis, vnt. | Matmenys, m | | Užimamas plotas, m ² | |
|--------|--------------------|--------------|-------------|--------|---------------------------------|------|
| | | | ilgis | plotis | vieno | visų |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Pakavimo įrenginys | 1 | 0,9 | 0,7 | 0,63 | 0,63 |
| 2 | Stalas | 2 | 1,2 | 0,7 | 0,84 | 1,68 |
| 3 | Kėdė | 1 | 0,45 | 0,5 | 0,23 | 0,23 |
| Viso: | | | | | | 2,54 |

Projektuojamo cecho patalpos bendras plotas: $S_y = K_y \times \sum S_m$, (3)

čia S_y – reikalingas cecho plotas, m²,

S_m – įrengimų ir baldų užimamas plotas, m²,

K_y – koeficientas, įvertinantis santykį tarp techninio cecho ploto, pagrindinių įrengimų ir baldų užimamo ploto.

Sp. formų gamybos cechas: $S_{y1}=5,6 \times \sum 13,83=77,47 \text{ m}^2$;

Fleksografinės spaudos cechas: $S_{y2}=4,0 \times \sum 26,45=105,81 \text{ m}^2$;

Skaitmeninės spaudos cechas: $S_{y3}=4,0 \times \sum 31,46=125,84 \text{ m}^2$;

Pakavimo cechas: $S_{y4}=5,3 \times \sum 2,54=13,4 \text{ m}^2$;

Bendras projektuojamų cechų plotas: $S_y = S_{y1} + S_{y2} + S_{y3} + S_{y4} = 77,47 + 105,81 + 125,84 + 13,4 = 322,52 \text{ m}^2$;

Tikslus plotas: $S_y = S_{y1} + S_{y2} + S_{y3} = 84,7 + 115,5 + 135,7 + 20 = \mathbf{355,9 \text{ m}^2}$.

5. KOKYBĖS KONTROLĖ

Gaminio kokybę galime apibrėžti, kaip parametą, kuris atitinka užsakovo poreikius. Ar vartotojas liks patenkintas gaminiu, turi įtakos ne vienas parametras. Gaminio kokybę nusako ne tik gražus dizainas, bet ir ,svarbiausia, tiksliai sutapatinti spaudos elementai, spalvų atkūrimas, tinkama spaudos medžiaga ir kt.

Jeigu kokybę apibrėžtume pagal ISO 9000 standartą, tai skambėtų taip:

Kokybė tai yra produkto savybių visuma, kuri tenkina užsakovo pareikštas ar numatomas reikmes.

Kokybės sąvoka dažnai išskiriama į dvi pagrindines grupes:

1 grupė – gaminio techninės charakteristikos, spaudą apsaugančių priemonių ilgaamžiškumas (laminato, lako).

2 grupė – defektų išvengimas. Užsakovo užtikrinimas, kad gaminant gaminį nebuvo padaryta techninių klaidų ar kitų pažeidimų, kurie gali turėti įtakos gaminio kokybei, ypač maistinių pakuočių. Taigi, šios savybės turi būti užtikrinamos gamybos proceso eigoje, kas gali turėti įtakos ir gaminio kainai.

Pagrindiniai fleksografinės spaudos kokybės parametrai

Fleksografiniams spaudos gaminiams taikomi kriterijai:

- 1) Teisingai išdėliota dėlionė. Leistinas spalvų nesutapimas atspaude $\pm 0,1$ mm, spaudai ant popieriaus $\pm 0,2$ mm, plėvelei, bei kombinuotoms medžiagoms yra nurodoma technologinėje kortelėje.
- 2) Tiražo spalva turi atitikti patvirtintą pavyzdį arba originalą. Atspaudų sotis vienodas.
- 3) Atspaude dažai negali būti ištekėję už elementų kraštų. Dažai prikibę lygiu sluoksniu.
- 4) Antroje pusėje negali matytis dažų likučių. Dažai stipriai prikibę prie medžiagos.
- 5) Dažai negali patekti į tarpinius formos elementus ir tepti kitų elementų.
- 6) Tiraže negali kisti spalvų sodrumas, dėl atskiestų dažų.
- 7) Tiražas tiksliai supjaunamas, pagal technologinėje kortelėje pateikiamą formatą, nukrypimas $\pm 0,4$ mm
- 8) Atspausdintos produkcijos sukimas turi būti standus, be raukšlių ar judančių įvorių. Rulonų kraštai lygus.

Kokybės kontrolės metodai

Originalų atkūrimo kokybė yra nustatoma pagal fizinius, kolorimetrinius bei psichologinius parametrus. Kokybiškam gaminiui pagaminti būtina atlikti visus technologinius reikalavimus. Ir tik kruopšti visų gamybos etapų kontrolė leis pasiekti norimą kokybę.

Spaudoje spalvų atkūrimo tikslumas yra vienas iš svarbiausių kriterijų kokybės vertinime. Žmogaus akis yra pakankamai jautri spalvų ir atspalvių kontrastams, ypač jeigu palyginimui yra sudedami pavyzdžiai. Kadangi akis priima gaminį, kaip spalvos, formos, blizgumo ir faktūros visumą, tai atspaudai ant skirtingų medžiagų atrodys ir skirtingų atspalvių.

Spalvos kontrolė daugialypėje spaudoje yra numatoma technologinėje zonoje, kurioje patalpinami maži kvadratėliai, kurie yra spausdinami grynomis CMYK spalvomis. Skelės laukelių spalva, spaudos metu, yra lyginama su etalonu.

Labiausiai yra paplitę du kokybės kontrolės metodai, tai vizualinis ir mechaninis. Norint objektyviai įvertinti spalvų kaitą, nepakanka vien vizualinio metodo, tad būtina pasitelkti ir aparatūrinį. Jam yra priskiriami kolorimetrai, densitometrai ir spektrofotometrai, kurie matuoja tam tikras kontrolines skales. Kontrolinė skalė – tai elementai šalia atspaudų, leidžiantys įvertinti gaminio kokybę. Operatyviųjų priemonių pagalba galima greitai nustatyti ir pašalinti technologinių rodiklių nuokrypas.

Prietaisai skirti kokybės kontrolei

Norint pagerinti ir tikslingai sekti spalvų parametrus rekomenduojama naudoti standartizuotą aparatūrą.

Tai leis išskirti ir pašalinti gamybos proceso trūkumus laiku. Tam skirti trys prietaisų tipai: densitometrai, kolorimetrai ir spektrofotometrai.

Kolorimetras spalvinėje erdvėje modeliavimo keliu matuoja ir apskaičiuoja triadines spalvų reikšmes. Spalvos užrašomos CIE spalvų erdvėje. Kolorimetro pagalba nustatomos visos matomos spalvos, tačiau tikslumas yra mažesnis už densitometrą.

Spektrofotometras matuoja spektrinius duomenis, ir paverčia į bet kokią CIE spalvinę erdvę. Jeigu šis prietaisas yra labai tikslus tai gali nustatyti ir optinio tankio reikšmes. Jis turi visas densitometro, kolorimetro ir spektrofotometro funkcijas.

Densitometras apskaičiuoja optinį tankį pagal paviršiaus arba medžiagos sugeriamą šviesos kieki. Jie matuoja tik standartines spalvas (naudojamas poligrafijoje).

Dažnai yra teigiama, kad vizualinės kontrolės pilnai paknaka, tačiau kiekvieno žmogaus akis spalvas suvokia skirtingai ir savaip. Tad norint išlaikyti objektyvų spalvų matavimą, būtina tam pasitelkti aparatinčius spalvų matavimo prietaisus, kurie aiškiai ir tiksliai padeda palaikyti spalvos vienodumą viso tiražo metu.

Kontrolinės skalės

Kontrolinė skalė - tai kontrolinių elementų visuma atspaude, leidžianti įvertinti jo kokybę. Tuo pačiu, kontroliuojami ir atskiri defektai, atsirandantys dėl tam tikrų spausdinimo procesų trūkumų, ir jų bendras efektas. [14]

Skalių klasifikacija

Skalių tipai:

- a) kontrolės būdo: operatyvios kontrolės ir įrenginių derinimo.
- b) proceso etapams: spausdinimo formų gamybos, spausdinimo, pospausdybiniam.
- c) nešiklio tipo: analoginės ir skaitmeninės.

Operatyvinės skalės

Egzistuoja daugybė skirtingų spausdinimo proceso parametrų, kuriuos būtina kontroliuoti, todėl yra labai daug atitinkamų kontrolinių elementų. Bet ne visi jie reikalingi operatyviai kontrolei. Daugeliu atvejų visavertės fleksografinės spaudos skalės turi tokius elementus:

- 1) 100%-niai spalvų laukai.(14 pav.) Jų yra tiek, iš kiek spalvų susideda spausdinamas tiražas. Tarnauja bendrai dažų padavimo kontrolei. Šie laukai matuojami densitometru ir lyginami su standartais, egzistuojančiais duotiems dažams. Matavimų rezultate spaustuvininkas sužino ar visų spalvų dažai paduodami tolygiai, kokių trūksta, ir gali padidinti jų iki reikiamos reikšmės gavimo.



14. Pav. CMYK kontrolės skalė [14]

- 2) Binariniai laukai. Šie elementai leidžia įvertinti dviejų skirtingų spalvų dažų persidengimą. Binariniai laukai yra dviejų spalvų plynų perdengimai: triadinei spaudai tai yra

mėlyna (C+M), raudona (M+Y), žalia (C+Y). Trepingo laukai gali būti pažymėti užrašu „trapping“ (pav 13).



15. Pav. binarinių spalvų skalės laukeliai [14]

3) Pilkos spalvos balansas. Dažų perdengimas tam tikru santykiu (paprastai tai 75C, 62M, 60Y), kuris idealiai užtikrina vienodą atspalvį spausdinant, kad užtikrinti atspalvio vienodumą, jis yra spausdinamas šalia pilko 80%-nio lauko, sudaryto iš juodų dažų. Jeigu laukai bus vienodi, tai vaizdas neturės papildomo atspalvio ir spalvos balansas nepakis.

4) Santykinio spaudos kontrasto kontrolės laukai. Tai yra du laukai, kiekvienos spalvos dažams, su santykiniu rastrinių taškų plotu 100 % ir 80 %. Šių laukų tankiai yra matuojami ir lyginami. Jeigu skirtumas labai mažas 80 %-niame lauke tai reiškia, kad dažai užtekėjo ant šio lauko ir prarandama daug detalių šešėliuose. O jeigu šešėliai yra per ryškus vadinasi yra gradacijos problema.

5) Mažų rastrinių detalių kontrolės elementai. Tai laukai su santykinio ploto rastriniais taškais 1 %, 3 %, 5 %, 95 %, 97 %, 99 %. Šių taškų spausdinimas kontroliuojamas didinamuoju stiklu. Nekokybiškos spausdinimo formos ir prastas popierius gali lemti nekokybišką šių elementų spausdinimą.

6) Suvedimo kontrolės elementai. kryžiai, (16 pav.). Kryžius yra formuojamas iš keturių kryžių, atspausdintų CMYK dažais. Teoriškai neturi būti pastebima: esant tiksliam spalvų sutapdinimui jos guls viena ant kitos lygiai, neišsiskirdamos.



16. Pav. spalvų suvedimo kryžius ir jo nesutapimas

Optinių tankių reikšmės ir kt. svarbiausi spaudėjo kontroliuojami parametrai yra rekomenduojami tarptautinio standarto ISO 12647-2.

6. FINANSINIAI-EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Šioje darbo dalyje palyginsiu, kaip materialinėmis sąnaudomis skiriasi fleksografinė ir skaitmeninė spauda. Skaičiavimai paremti UAB „Repro“ turima gamybos įranga, tad skaičiavimus bus galima pritaikyti realioje aplinkoje. Keičiant darbų paskirstymus ir mašinų apkrovas ir palyginti kuri mašina turi didesnę naudą įmonėje.

Kad būtų galima nuspręsti, paskaičiuosime išlaidas preliminariam gaminiui pagaminti ir palyginsime kainas, kiek kainuos viena etiketė spausdinta skirtingais spaudos būdais bei mašinų našumus per normatyvinę eksploataavimo trukmę.

Spaudos formų gamybos cecho

Spaudos formos skaičiuojamos fleksografinės spaudos mašinai, tai įeina į gaminio kainą. Formos yra skaičiuojamos vienam preliminariam gaminiui.

21. Lentelė

Žaliavų ir medžiagų kaina

| Eil. Nr. | Žaliavų, medžiagų pavadinimai | Mat. vnt. | Kiekis | Mat. vnt. kaina, € | Suma, € |
|----------|-------------------------------|----------------|--------|----------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Spaudos formos | m ² | 6 | 70 €, m ² | 420 |

Spaudos cechas

Pasirinktas gaminy bus penkių spalvų, tačiau, kad gauti kokybiškesnę atspaudą, balta spalva teks dengti du kartus. Šioje lentelėje nurodomos dažų sąnaudos ir metinis tiražas, (paimtas iš technologinio proceso skaičiavimų).

22. Lentelė 1

Reikiamų dažų kiekio fleksografinės spaudos tiražo spausdinimui skaičiavimas

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Dažų norma vienam m ² , g | | Metinis spausdinamos medžiagos kiekis, m ² | Reikalingas dažų kiekis spausdinimui, kg | Dažų kaina, €/kg | Bendra reikalingų dažų kaina metams, € |
|----------|--|--------------------------------------|-----|---|--|------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5=(3*4)/1000 | 6 | 7=6*5 |
| 1 | Juosianti etiketė fleksografinė spauda | Cyan | 0,2 | 191034 | 38 | 20 | 760 |
| | | Yellow | 0,3 | | 57 | 20 | 1140 |
| | | Magenta | 0,3 | | 57 | 20 | 1140 |
| | | Black | 0,1 | | 19 | 20 | 380 |
| | | White | 0,2 | | 38 | 20 | 760 |
| | | White | 0,2 | | 38 | 20 | 760 |
| Viso: | | | | | | | 4940 |

Tas pats gaminy priskiriamas ir skaitmeninei spaudai, tik čia baltos spalvos sluoksnis bus nešamas vieną kartą, tad dažų sąnaudos čia bus mažesnės bei užnešamas dažų sluoksnis bus mažesnis. Tačiau, reikia pastebėti, kad skaitmeninės spaudos dažai yra brangesni.

23. Lentelė

Reikiamų dažų kiekio skaitmeninės spaudos tiražo spausdinimui

| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Dažų norma vienam m ² , g | | Metinis spausdinamos medžiagos kiekis, m ² | Reikalingas dažų kiekis spausdinimui, kg | Dažų kaina, €/vnt | Bendra reikalingų dažų kaina metams, € |
|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|---|--|-------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5=(3*4)/1000 | 6 | 7=6*5 |
| 1 | Juosianti etiketė skaitmeninė spauda | Cyan | 0,1 | 191034 | 19 | 35 | 665 |
| | | Yellow | 0,2 | | 38 | 35 | 1330 |
| | | Magenta | 0,2 | | 38 | 35 | 1330 |
| | | Black | 0,07 | | 13 | 35 | 455 |
| | | White | 0,1 | | 19 | 35 | 665 |
| Viso: | | | | | | | 4445 |

Spausdinimo medžiagos išlaidos yra vienodos nes abiemis mašinoms yra priskiriamas tas pats metinis tiražas.

24. Lentelė

Spausdinamosios medžiagos išlaidų skaičiavimas

| Eil. Nr | Produkcijos pavadinimas | Produkci-jos formatas (Ø) (P×A), mm | Metinis spausdinamos medžiagos kiekis, m ² | Produkcijos medžiaga/klijai | Medžiagos 1 m ² kaina € | Popieriaus kaina metams, € |
|---------|-------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7=4*6 |
| 1 | Juosianti etiketė | 340×371 | 191034 | BOPP skaidri | 0,02 | 3820 |

Darbo užmokestis yra paskirstas abiemis darbuotojams, pagal darbo sudėtingumą ir profesinių kompetencijų lygi.

25. Lentelė

Spaudėjų darbo užmokestis

| Eil. Nr. | Pareigos | Darbuotojų skaičius | Mėnesio atlyginimas, € | Pagrindinis fondas, € | Soc. draudimas, € | Metinis fondas, € |
|----------|----------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5=3×4 | 6=5×0.31 | 7=(5+6)×12 |
| 1 | Spaudėjas fleksografinės spaudos | 1 | 1400 | 1400 | 434 | 22008 |
| 2 | Spaudėjas skaitmeninės spaudos | 1 | 1000 | 1000 | 310 | 15720 |
| Viso: | | | | | | 37728 |

Pateikiama informacija apie elektros energijos sąnaudas abiemis mašinoms. Yra matoma, kad fleksografinė spaudos mašina suvartoja daugiau elektros energijos, ir jos galingumas yra didesnis.

26. Lentelė

Įrenginių elektros energijos išlaidos

| Eil. Nr. | Įrengimo pavadinimas | Įrengimų skaičius, vnt. | Variklio galia, kW | Darbo valandų skaičius per metus, h | Elektros energijos poreikis, kWh | 1 kWh kaina, € | Išlaidos elektros energijai, € |
|----------|------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6=3×4×5 | 7 | 8=3×6×7 |
| 1 | Fleksografinė spaudos mašina | 1 | 30 | 2160 | 64800 | 0,114 | 7387 |
| 2 | Skaitmeninė spaudos mašina | 1 | 18 | 2160 | 38880 | 0,114 | 4432 |

Metinės išlaidos skaičiuojamos remiantis mašinos darbui būtiniais parametrais, kurie yra būtini gamybiniam procesui.

27. Lentelė 2

Gamybos metinės išlaidos fleksografinės spaudos

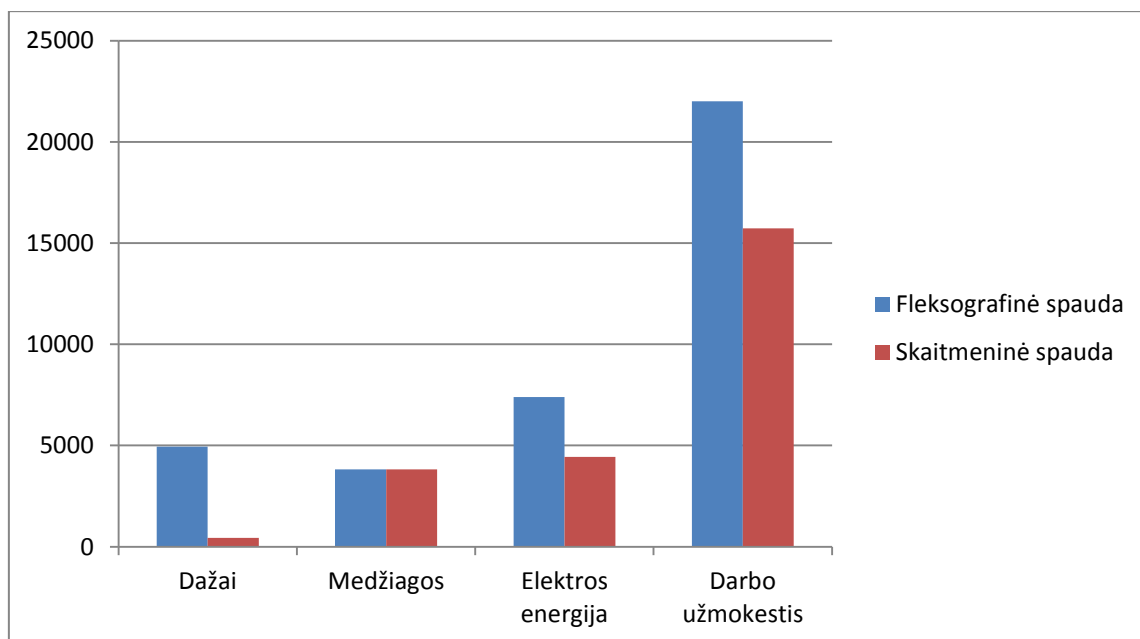
| Eil. Nr. | Išlaidų pavadinimas | Suma, € |
|----------|--------------------------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Išlaidos spaudos formoms | 420 |
| 2 | Išlaidos dažams | 4940 |
| 3 | Išlaidos spausdinamosioms medžiagoms | 3820 |
| 4 | Elektros energijai | 7387 |
| 5 | Darbuotojų darbo užmokestis | 22008 |
| Iš viso: | | 38575 |

28. Lentelė

Gamybos metinės išlaidos skaitmeninės spaudos

| Eil. Nr. | Išlaidų pavadinimas | Suma, € |
|----------|--------------------------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | Išlaidos dažams | 4445 |
| 3 | Išlaidos spausdinamosioms medžiagoms | 3820 |
| 4 | Elektros energijai | 4432 |
| 5 | Darbuotojų darbo užmokestis | 15720 |
| Iš viso: | | 28417 |

Pateikiamas vizualinis išlaidų palyginimas (17. Pav.) čia matoma kad spaudos kanos skiriasi gana ryškiai kiekvieno spausdinimo elemento reikalingo darbui atlikti stadijoje.



17. Pav. Vizualinis išlaidų palyginimas

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Fleksografinės spaudos mašinos gidue 410 amortizacija $NS = \frac{PF-LV}{T} = \frac{255000-25500}{20} = 11475\text{€}$

Skaitmeninės spaudos mašinos xeikon 3500 amortizacija $NS = \frac{PF-LV}{T} = \frac{300250-30025}{15} = 18795\text{€}$

PF – pagrindinių priemonių įsigijimo (pradinė) vertė, Eur.

LV – pagrindinių priemonių likvidacinė vertė, Eur.

T – normatyvinė pagrindinių priemonių eksploatavimo trukmė metais.

Produkcijos kiekis per metus

Produkcijos kiekio per metus skaičiavimuose buvo remtasi technologinio projektavimo dalyje atliktais skaičiavimais.

29. Lentelė

| Produkcijos kiekis per metus | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|
| Eil. Nr. | Produkcijos pavadinimas | Pavadinimų skaičius per metus | Tiražas, vnt. | Kiekis, vnt. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Juosianti etiketė | 20 | 80000 | 1600000 |

Vieno gaminio savikaina spausdinant fleksografinę spaudą

Apskaičiuojama vieno sąlyginio gaminio savikaina gamybos išlaidas dalinant iš gaminių kiekio.

$$50050 / 1600000 = 0.031 \text{ €/vnt.}$$

Vieno gaminio savikaina spausdinant skaitmeninę spaudą

$$47212 / 1600000 = 0.029 \text{ €/vnt.}$$

Spaudos mašinų naudingumas

Šalutiniams procesams (mašinos paruošimui) skiriamas laikas.

- Fleksografinėje spaudoje 30min
- Skaitmeninėje spaudoje 20min.

Galime prilyginti, kad vidutiniškai abi mašinos pilnai išdirba tik po 6valandas. Tai yra 1620 valandų per metus.

Pagal tai suskaičiuota, kiek mašina pagamina per normatyvinę pagrindinių priemonių eksploatavimo trukmę.

- Fleksografinė spaudos mašina per 20 m. gali atspausdinti 217728 km.
- Skaitmeninė spaudos mašina per 15 m. gali atspausdinti 29160 km.

Pagal gautus skaičius galime palyginti abiejų mašinų naudingumą įmonei. Skaitmeninės spaudos mašina labiau pritaikyta mažiems tiražams, nes spaudos kaina yra mažesnė pvz: 1000 vnt. etikečių 340x371 mm kaina yra 29€ (materialinėmis sąnaudomis). Šį kiekį mašina atspausdina per 20 min. bei 20 min. pasiruošimas spaudai. Mašina spausdina tokį tiražą ilgau, bet pigiau nei fleksografinė. Tą patį tiražą fleksografinė spaudos mašina atspausdintų per 3 min, tačiau, pasiruošimas truktų 30 min. O gaminio kaina tik materialinėmis sąnaudomis būtų 31€.

7. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA

Spaustuvėje yra paskirtas asmuo, kuris yra atsakingas už darbų saugą – saugos specialistas. Šis asmuo privalo užtikrinti darbuotojų saugą ir sveikatą, visais su darbu susijusiais aspektais.

Spaustuvėje vykdomi instruktavimai darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais:

- Įvadinis;
- Pirminis darbo vietoje;
- Periodinis darbo vietoje;
- Papildomas darbo vietoje;
- Tikslinis darbo vietoje.

Įvadinis instruktavimas yra privalomas visiems įmonėje įdarbinamiems darbuotojams. Sudarius darbo sutartį, darbuotojas supažindinamas su darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimo programoje numatytais temomis ir įmonės lokaliniais norminiais teisės aktais. Taip pat darbuotojai instruktuojami darbo vietoje prieš pradėdami dirbti (pirminis) ir periodiškai, ne rečiau kaip kartą per 12 mėn. (periodinis). Kiekvienas darbuotojas instruktuojamas individualiai, paaiškinant kaip saugiai dirbti konkrečius jam pavestus darbus. Dirbantys vienatipėse vietose ar naudojantys tas pačias darbo priemones, darbuotojai instruktuojami kartu (grupėje). Pirminis ir periodinis instruktavimai darbo vietoje yra įforminami instruktavimų registravimo žurnale.

Instruktavimus vykdo tuo metu spaustuvėje esantis atsakingas asmuo, tai arba saugos specialistas, arba repro centro padalinio vadovas, arba direktorius, arba personalo vadovė, saugos specialistas, o darbo vietoje – padalinio vadovas. Pačios instrukcijos sudarytos 2003–12–22 ir patvirtintos direktoriaus įsakymu.

7.1. RIZIKOS VERTINIMAS

Rizikos veiksniai ir priemonės rizikai išvengti

Pavojingi veiksniai spaudos skyriuje:

- Elektros srovė;
- Naudojamos cheminės medžiagos (dažai, tirpikliai);
- Mašinų ir mechanizmų besisukančios dalys, judančios atviros dalys;
- Netvarkingi įrengimai;
- Kritimai iš aukščio;
- Slidžios grindys.

Veiksnių, pavojingų sveikatai, identifikavimas

| Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas | Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų | Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus | | Ar būtinos prevencinės priemonės | |
|---|---|--|------|----------------------------------|------|
| | | Ne | Taip | Ne | Taip |
| Elektros srovė | Neizoliuoti mašinos laidai | + | | | + |
| Naudojamos cheminės medžiagos (dažai, tirpikliai) | Mašinos valymui naudojamos medžiagos su cheminiais junginiais. | | + | | + |
| Mašinų ir mechanizmų besisukančios dalys, judančios atviros dalys | Spaudos metu paliesta mašina | | + | | + |
| Netvarkingi įrengimai | Nuimti apsauginiai dangčiai | + | | | + |

Mažiau pavojingi veiksniai:

- *Dulkės*, sukeliančios alergines ligas, bronchinę astmą, dusimus, akių ir odos uždegimus, sudirgimus;
- *Triukšmas* veikia periferinę nervų sistemą, gali atsirasti galvos skausmai, svaigimas, nuovargis, silpnumas, irzlumas, nemiga, padidėja nervinis jautrumas, blogėja dėmesys, atmintis, vystosi neurozės. Triukšmas labai erzina, trikdo darbingumą, ypač kūrybinę veiklą, protinį darbą;
- *Vibracija* žaloja nervų, kurie įnervuoja kraujagysles ir vidaus organus, receptorių;

Netinkamas apšvietimas gali kenkti regėjimui.

Siekiant išvengti rizikos veiksnių, būtina naudoti apsaugos priemones, mažinančias triukšmą arba trumpinti triukšmo trukmę. Spaudėjai turi turėti apsaugines pirštines, respiratorius, ausines, apsauginius akinius. Asmeninių apsaugos priemonių naudojimas apsaugo darbuotojus nuo neigiamo aplinkos poveikio.

31. Lentelė

Rizikos įvertinimas

| Veikla | Pavojai | Taikomos saugos priemonės | Priemonių pakanka (nepakanka) | Pastebėti trūkumai | Pavojaus dydis (balais) | Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais) | Pasekmės (balais) | Rizikos dydis (balais) |
|------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|--------------------|-------------------------|--|-------------------|------------------------|
| Formų gamyba | Kenksmingos medžiagos | Ventiliacijos sistema | TAIP | NE | 6 | 8 | 5 | 8 |
| Spausdinimas | Triukšmas | Yra klausos apsaugos priemonių | TAIP | NE | 2 | 1 | 1 | 2 |
| | Mechaniniai | Uždengtos besisukančios dalys bei velenai | TAIP | TAIP | 5 | 5 | 5 | 6 |
| | Cheminiai | Dulkės | NE | TAIP | 3 | 3 | 6 | 6 |
| Produkcijos apdirbimas | Mechaniniai | Pjovimo mašinos peiliai uždengiami | NE | TAIP | 3 | 3 | 5 | 5 |
| Įrengimų valymas | Kenksmingos medžiagos | Chemikalų laikymas atskirose patalpose | TAIP | NE | 2 | 3 | 1 | 4 |

Rizikos prevencija

| Veikla | Reikalingi veiksmai | Veiksmų prioritetai, atsižvelgiant į rizikos dydį balais | Atsakingas | Veiksmų atlikimo terminas | Veiksmų atlikimo data |
|------------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Formų gamyba | Būtina užtikrinti gerą patalpos ventiliacijos sistemą, bei kondicionavimą patalpose, kad oras laisvai cirkuliuotų | Pirmaeilis (8) | Už darbų saugą atsakingas žmogus | 1 diena Nedelsiant | Iki kito darbo |
| Spausdinimas | Aprūpinti pakankamu kiekiu saugos priemonių. Tikrinti mašinos mechaninę būklę periodiškai. | Pirmaeilis (6) | Už darbų saugą atsakingas žmogus | 1 mėnuo | 1 mėnuo |
| Produkcijos apdirbimas | Turi būti tikrinama peilių tvirtinimo sistema ir kaip ją veikia vibracija. Avarinio stabdymo sistemos veikimas | Pirmaeilis (6) | Už darbų saugą atsakingas žmogus | 1 diena | Iki kito darbo |
| Įrengimų valymo darbai | Įvertinti naudojamų medžiagų kieki/įvairovę. Įsigyti tinkamus kontenerius ir atitinkamai juos paženklinėti etiketėmis. Pasirūpinti pavojingų medžiagų sandėliavimu ir perdirbimu. Aprūpinti darbuotojus pirštinėmis ir respiratoriais. | Pirmaeilis (4) | Už darbų saugą atsakingas žmogus | 1 mėnuo | 1 mėnuo |

Saugumo technikos reikalavimai spausdinimui

Darbuotojo veiksmai prieš darbo pradžią su spaudos mašina:

- patikrinti, ar spaudos mašina turi visus įskaitomus saugumo perspėjimo ženklus;
- patikrinti ar spaudos mašina turi būtinas ir tvarkingas apsaugos priemones – užtvaras, apdangalus, griebtuvus;
- patikrinti spaudos mašinos įžeminimą.

Prieš įjungiant spaudos mašiną:

- tikrinti, ar patikimai pritvirtinti turėklai, rankenos, apsauginiai dangčiai spaudos mašinoje;
- patikrinti, ar nėra ant mašinos pašalinių daiktų.

Darbo metu:

- dirbant medžiagos padavimo zonoje būti atidžiam, neliesti rankomis tarpo tarp apsauginio dangčio ir paduodamo popieriaus;
- neleisti pavojingose zonose būti pašaliniams asmenims;
- dirbant prie atidaryto dažų įrenginio, atkreipti dėmesį į veleno judėjimą;
- dirbant prie spaudos išvedimo atsargiai elgtis prie besisukančių dalių.
- valant mašiną rankiniu būdu ar pildant cheminėmis medžiagomis, naudoti apsaugines pirštines;
- atidarytą dažymo įrenginį valyti tik nesisukant velenui;
- egzistuoja kritimo rizika, todėl ant mašinos aptarnavimo aikštelių lipti ir nulipti tik laipteliais;
- išsiliejus tepalams, dažams ar kitiems skysčiams būtina juos nedelsiant išvalyti;
- neužkrauti mašinos ventiliacinių angų, kad išvengtų mašinos perkaitimo ir potencialios gaisro grėsmės;

Dirbant prie spaudos mašinos draudžiama:

- dirbti su sugedusia mašina;
- tepti ir valyti, jei mašina įjungta į elektros tinklą;
- vynioti skuduro skiautes aplink ranką – skiautė gali būti pagauta ir ranka bus įtraukta į velenus;
- palikti mentelę dažų rezervuare;
- remtis į įrenginius;
- užkrauti praėjimus.

7.2. Priešgaisrinės saugos valdymas

Visi asmenys, esantys spaustuvės teritorijoje, turi laikytis priešgaisrinės saugos reikalavimų, kad būtų užkirstas kelias gaisrui, sprogimui ir kitiems pavojams. Kilus gaisrui būtina išjungti elektros įrenginius, iškviesti miesto ugniagesius, pranešti tiesioginiam darbų vadovui arba įmonės administracijai apie gaisrą, pradėti gesinti gaisro židinį, esančiomis padalinyje pirminėmis gaisro gesinimo priemonėmis (gesintuvais, smėliu). Degant elektros laidų instaliacijai – pirmiausia juos atjungti nuo įtampos, nesant galimybei atjungti, gesinimui naudoti miltinius gesintuvus, išeiti iš patalpos pagal padalinyje esantį evakuacinį planą. Spaustuvėje, spausdinimo patalpoje, yra pakabintas 1 gesintuvas.

Gesintuvai laikomi lengvai prieinamose ir matomose vietose, apsaugotose nuo tiesioginių saulės spindulių ir ne arčiau, kaip 1 metras nuo šildymo įrenginių, kabinami ne aukščiau, kaip 1,5 m nuo grindų, laikomi taip, kad būtų matyti užrašai.

Atsakingas spaustuvės darbuotojas tikrina gesintuvus, jų eksploatavimo vietas, yra atsakingas už cechų patikrinimą pasibaigus darbui. Nustatyta spaustuvės pastato ir patalpų kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų yra Cg. Siekiant išvengti gaisro:

- darbo vietoje užsidegančių ir degių skysčių laikyti ne daugiau nei reikia pamainai;
- dirbti tik esant įjungtai ištraukiamajai ventiliacijai;
- priėjimai prie elektros skydinių turi būti tvarkingi ir neužkrauti;
- visų technologinių įrengimų korpusai turi būti įžeminti;
- darbo vietoje nerūkyti.

Gaisras gali kilti dėl neatsargaus elgesio rūkant, eksploatavimo taisyklių pažeidimų naudojant elektros prietaisus.

Pagrindinės degios medžiagos spaustuvėje: popierius, mediena, degūs valikliai ir plovikliai. Pagrindiniai gaisro pavojai: dūmai (nuodija), liepsna (degina), karštis (degina ir lydo), sumažėjęs deguonies kiekis, sprogimas.

Darbuotojų veiksmų kilus gaisrui planas

1. Kilus gaisrui, įmonės darbuotojai pirmiausia turi imtis priemonių žmonių saugumui ir evakuacijai užtikrinti.
2. Pastebėjus gaisrą būtina:

- 2.1. Nedelsiant išjungti elektros tinklus, dujotiekį (jeigu yra), išvesti iš patalpų klientus ir darbuotojus, kurie nedalyvauja gaisro gesinimo darbe, iškviešti į gaisravietę ugniagesius ir savo vadovybę, pradėti gesinti gaisrą turimomis priemonėmis (gesintuvais).
- 2.2. Iki atvykstant ugniagesiams organizuoti žmonių evakuavimą.
- 2.3. Kilus gaisrui vadovai ir kiti atsakingi asmenys (atvykus į įstaigą)

Privalo:

- 2.3.1. Patikrinti ar atjungti pavojingi įrenginiai (elektra, dujos), ar iškviesta priešgaisrinė apsauga;
 - 2.3.2. Kartu su budinčiu ir aptarnaujančiu personalu organizuoti žmonių evakuaciją, imtis priemonių, kad būtų išvengta panikos;
 - 2.3.3. vadovauti gaisro gesinimui iki priešgaisrinių dalių atvykimui;
 - 2.3.4. Paskirtį asmenį, gerai žinantį privažiavimo kelius ir vandens telkinius, pasitikti ugniagesius;
 - 2.3.5. Esant reikalui organizuoti elektros, dujų (jeigu yra), išjungimą kitose patalpos, organizuoti kitas priemones, kurios neleistų ugniai išplisti;
 - 2.3.6. Organizuoti medžiagų, žaliavų, įrenginių išvežimą iš gaisro zonos.
3. Atvykus priešgaisrinės apsaugos padaliniams, vadovai vadovaujantys gaisro gesinimui privalo pranešti priešgaisrinės apsaugos padalinių vyriausiajam viršininkui: ar yra pastate žmonių; visas reikalingas žinias apie gaisro židinį; priemones, kurių imtasi jam likviduoti; kiek darbuotojų gesina gaisrą.
4. Visus darbuotojus, kurie neužimti, turto evakuavimo ir gaisro likvidavimu skirti kitiems numatomiems darbams.

6.4. Chemikalai spaustuvėje

Chemikalų naudojimas spaustuvėse – vienas svarbiausių aplinkosauginių aspektų. Naudojami įvairiuose procesuose, pvz., spausdinimo procese, valant įrangą, chemikalai gali būti pavojingi sveikatai. Darbininkai gali kontaktuoti su chemikalais darbo vietose, o vėliau chemikalų veikiami gali būti ir vartotojai. Chemikalų rizikos valdymo tikslas – išvengti arba apriboti žmogaus bei aplinkos kontaktą su pavojingais chemikalais. Dažnai problemos kyla, šiose srityse:

- Darbininkai yra veikiami pavojingų cheminių medžiagų darbo vietose.
- Cheminės medžiagos veikia gamtą.
- Nuotekose gali būti ilgai patvarių, bioakumuliacinių ir toksinių medžiagų.
- Lakūs organiniai junginiai garuoja į aplinką procesų metu.
- Pavojingos atliekos nepakankamai gerai sutvarkomos, kad cheminės medžiagos nebūtų išplautos į aplinką.

- Medžiagos dėl savo fizikinių ir cheminių savybių gali sukelti arba skatinti nelaimingus atsitikimus.
- Vartotojai sąmoningai arba nesąmoningai kontaktuoja su pavojingomis medžiagomis, kurių yra įvairiuose gaminiuose.

7.3. Darbo sąlygų palaikymas

Bendrieji reikalavimai keliami tinkamam darbo vietos mikroklimatui, apšvietimui bei priešgaisrinei saugai. Komfortinės šiluminės aplinkos parametrai pateikti 33 lentelėje.

33. Lentelė

Komfortinės šiluminės aplinkos parametrai

| Metų laikotarpis | Oro temperatūra, °C | Oro santykinis drėgnis, % | Oro judėjimo greitis m/s, ne daugiau kaip |
|------------------|---------------------|---------------------------|---|
| Šaltasis | 22 -24 | 40 - 60 | 0,1 |
| Šiltasis | 23 -25 | 40 - 60 | 0,1 |

Gamybinėse patalpose leistina dulkių norma 2–6mg/m³. Maksimalus garso lygis neturi būti didesnis kaip 85 dB Nustatyta apšvietimo norma turi būti ne mažiau kaip 300 lx.

Leistinos vibracijos normos gamybos įmonėse nustatytos HN 50:2003 higienos normose. Naudojami LOJ – tai bet koks organinis junginys, kurio garų slėgis lygus **0,01kPa prie 293,15 °K (19,85 °C)** arba jo lakumas yra panašus, esant konkrečioms naudojimo sąlygoms. Vidutinė leistina LOJ koncentracija atmosferos ore negali viršyti 4 mg/m³. Spaustuviųje naudojami aukštos užsiliepsnojimo temperatūros plovikliai, su žymiai mažesniu lakiųjų organinių junginių (LOJ) kiekiu.

7.4. Ekologija

Paruošimo spaudai metu:

- Ryškalai filtruojami spaudos formų gamybos proceso metu.
- Naudojami energiją taupantys formų paruošimo įrenginiai, kompiuteriai ir spausdintuvai.

Spausdinimo metu:

- Spausdinimui naudojamas FSC sertifikuotas ir perdirbtas popierius. (**FSC® gamybos grandinės sertifikavimas** (*FSC® Chain Of Custody certification*, angl.). Miškų valdymo tarybos* (*Forest Stewardship Council® - FSC®*, angl.) gamybos grandinės (*Chain of Custody – CoC*, angl.) sertifikavimo sistema yra paremta atsekamumo principais ir suteikia galimybę atskirti medienos produktus, išgaunamus iš atsakingai tvarkomų miškų. Ši sistema dar kartais vadinama kilmės

patvirtinimo sertifikavimu, nes įgalina nustatyti visą gaminio kelią nuo miško iki galutinio pirkėjo.)
[15]

- Dėl išankstinių spaudos parametrų nustatymo (angl. *presetting*), sumažinamas popieriaus atliekų kiekis.
- Spausdinimui naudojami naujos kartos ekologiški spaudos dažai augalinių aliejų pagrindu.
- Naudojant efektyviau sureguliuojamas dažų kiekis, todėl sumažinamas dažų sunaudojimas ir jų atliekos.
- Naudojami aukštos užsiliepsnojimo temperatūros plovikliai su žymiai mažesniu lakiųjų organinių junginių (LOJ) kiekiu.

IŠVADOS

1. Analizuotuose darbuose lyginta ir tirta kokybė, statistiniais metodais, fleksografiniu atspaudų mechaninės savybės, skaitmeninių ir fleksografinių atspaudų, ant skirtingų, popierių trinties savybės. Galima apibendrintai sakyti, kad autoriai tyrė savybes ir lygino fleksografinių dažų bei atspaudų kokybę, lygino ją. Tačiau nebuvo lyginamos dvi identiškios medžiagos atspausdintos skirtingais spaudos būdais ir jų kokybė, tad savo tiriamajame darbe būtent tai ir atlikau.

2. Išanalizavus FIRST standartą galime pastebėti jo svarbą fleksografinė spauda užsiimančioms įmonėms. Šis standartas apima visas gaminio kūrimo sritis, nuo dizaino iki spausdinimo. Taip padedama kontroliuoti gaminių kokybę ir išlaikomas jos pastovumas. Kitas analizuotas standartas buvo ISO 12647-6: 2012 šio standarto šeštoji dalis yra skirta fleksografinės spaudos spalvų kontrolei.

3. Tyrimo metodologinėje dalyje yra aptariami įrengimai kuriais buvo spausdinami bandiniai, bei medžiagos. Pateikiami adhezijos matavimo rezultatai. Adhezijos rezultatai parodė, kad skaitmeninės spaudos gaminiai yra labiau linkę nusilupti, tai reiškia, kad spaudos dažai prasčiau prisitvirtina prie medžiagos paviršiaus ir yra jautresni mechaniniams pažeidimams.

4. Spalvų skirtumui lyginti buvo naudojama CIE Lab ΔE_{2000} formulė. Bandiniai lyginami tarpusavyje ir su standartais FIRST bei ISO 12647-6. Apibendrinant gautus rezultatus, galima teigti, kad tiksliausiai fleksografinė spauda spalvos yra atkuriamos ant „Raflacoat“ medžiagos, ΔE nuo 0,89 iki 3,2, lyginat su ISO ir FIRST standartais.

5. Skaitmeninėje spaudoje pagal ISO standartą tiksliausiai yra atkuriamos spalvos ant „BOPP“ skaidrios medžiagos, ΔE nuo 1,2 iki 3,3. Palyginus su FIRST standartu, spauda su mažiausiu spalviniu nuokrypiu būtų ant „BOPP“ baltos plėvelės, ΔE nuo 0,54 iki 1,2.

6. Palyginus CIE Lab rezultatus galima daryti išvadą, kad fleksografinė spauda ant lipnių medžiagų su popieriaus pagrindu yra spausdinama kokybiškiau. O štai skaitmeninė spauda yra labiau tinkama plėvelėms. Padarius išdidintos linijos ir rastro taško nuotraukas, buvo pastebėti akivaizdūs skirtumai spaudos elementų struktūroje, fleksografinė spauda spausdinti bandiniai yra ryškios, apibrėžtos formos, o skaitmenine spauda spausdinti elementai yra nevienodais kraštais, tarsi pabirę, matyti tonerio smiltelių liekanų.

LITERATŪRA

1. E. J. Agnė Matulaitienė, „Statistical Analysis of the Flexographic Printing Quality,“ Vilnius, 2013.
2. Simona Grigaliūnienė, „Mechanical Properties of Flexographic Prints,“ *Science – Future of Lithuania*, 2013.
3. Simona Grigaliuniene, „Friction properties of inkjet and flexographic prints on different papers,“ Vilnius, 2014.
4. M. Welch, „Partners in print,“ t. 41, January 2016.
5. P. Viluksela, Environmental performance of, Vuorimiehentie, Finland: JULKAISIJA – UTGIVARE, 2010.
6. „color-model,“ [Tinkle]. Available: <https://www.colorcodehex.com/color-model.html>. [Žiūrėta 30 Kovas 2017].
7. A. Jack, FINAT Technical Handbook 6th edition, Barry, UK, 2001.
8. L. VITALIS, „UAB LIBRA VITALIS,“ [Tinkle]. Available: <http://www.libra.lt/produktai/poligrafinis-popierius/specialusis-popierius/lipdukinis-popierius>. [Žiūrėta 28 Kovo 2017].
9. PakMarkas, „UAB PAKMARKAS,“ [Tinkle]. Available: <http://www.pakmarkas.lt/bopp-plevele.html>. [Žiūrėta 28 Kovas 2017].
10. „Xeikon 3500,“ [Tinkle]. Available: <https://www.xeikon.com/en/label-presses/xeikon-3500>. [Žiūrėta 30 Kovas 2017].
11. „tesa_4100,“ tesa, [Tinkle]. Available: http://www.tesa.lt/industry/pakavimas/juostos_plvels_pagrindu/tesa_4100,i.html. [Žiūrėta 30 Kovo 2017].
12. „tesa 4120,“ tesa, [Tinkle]. Available: http://www.tesa.lt/industry/pakavimas/juostos_plvels_pagrindu/tesa_4120_machine,i.html. [Žiūrėta 30 kovas 2017].
13. „tesa 4965,“ tesa, [Tinkle]. Available: <http://www.tesa.com/industry/tesa-4965.html>. [Žiūrėta 30 kovas 2017].
14. „Kas tai yra kontrolinės skalės, kam ir kodėl jos reikalingos,“ 2009. [Tinkle]. Available: <http://www.reco.lt/technology/control.php>. [Žiūrėta 1 Gegužė 2017].
15. B. V. LIETUVA, „fsc-gamybos-grandines-coc-sertifikavimas,“ [Tinkle]. [Žiūrėta 15 Gegužė 2017].
16. M. Habekost, „Which color differencing equation should be used?,“ t. 6, 2013.

17. J. Sidaravicius, „Investigation into the friction and roughness properties of prints using conventional and UV inks,“ Vilnius, 2014.
18. „Periodinių leidinių spaudos technologijos,“ SCRIGROUP, 2017. [Tinkle]. Available: <http://www.scrigroup.com/limba/lituaniana/271/Periodini-leidini-spaudos-tech85754.php>. [Žiūrėta 1 Gegužės 2017].