



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

Edvard Čuvachov

**FLEKSOGRAFINIŲ SPAUSDINIMO FORMŲ PAKLIJAVIMO
MEDŽIAGŲ ĮTAKA SPAUDOS KOKYBEI**

**INVESTIGATION OF THE FLEXO PRINTING PLATES MOUNTING
TAPES INFLUENCING PRINT QUALITY**

Baigiamasis magistro darbas

Spaudos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H74001

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2016

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGARFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Edvard Čuvachov

**FLEKSOGRAFINIŲ SPAUSDINIMO FORMŲ PAKLIJAVIMO
MEDŽIAGŲ ĮTAKA SPAUDOS KOKYBEI**

**INVESTIGATION OF THE FLEXO PRINTING PLATES MOUNTING
TAPES INFLUENCING PRINT QUALITY**

Baigiamasis magistro darbas

Spaudos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H74001

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

prof. dr. D. J. Sidaravičius

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

dr. Aušra Žemienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2016

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Mechanikos fakultetas

Poligrafinių mašinų katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Spaudos inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Fleksografinių spausdinimo formų paklijavimo medžiagų įtaka spaudos kokybei**

Autorius **Edvard Čuvachov**

Vadovas **prof. dr. D. J. Sidaravičius**

Kalba

☒ x

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe išanalizuoti fleksografinių spausdinimo formų montavimo procesai, būdai ir problemos. Eksperimentiškai ištirta montavimo medžiagų įtaka spaudos kokybei ant skirtingų spausdinimo paviršių. Nustatyti geriausi montavimo juostų taikymo variantai, kuriuos naudojant spausdinimo metu gaunama geriausia spauda, nes labiausiai atitinka originalą, spausdinant ant pusiau blizgaus popieriaus ir ant skaidrios plėvelės.

Darbo apimtis: 40 p. be priedų, 30 iliustracijos, 18 bibliografiniai šaltiniai

Prasminiai žodžiai: fleksografija, ištisinė spauda, montavimo juostos, rastriniai taškai, spausdinimo forma.

Vilniaus Gediminas Technical University

Mechanics faculty

Department of Polygraphic Machines

ISBN ISSN

Copies No.

Data-....-....

Master of science thesis, printing engineering study programme.

Title: **Investigation of the flexo printing plates mounting tapes influencing print quality**

Author **Edvard Čuvachov**

Academic supervisor **doc. dr. D. J. Sidaravičius**

Thesis language

☒

Lithuanian

☐

Foreign (English)

Annotation

In the MS thesis are analyzed procedures of the flexographic printing plates manufacturing. The peculiarities of the screening processes are revealed. Experimentally is investigated the influence of the screening regimes on the quality of the printing plates using different mounting tapes. In testing print was used two different softness of mounting plates on two different printing surface. Measure density of solid and dot areas.

Do not lessen the quality of technological investments in presses, inks, anilox or plates by using anything less than the highest quality plate mounting tapes. Conducting trials is always a wise choice when testing a variety of tapes with various press materials combinations. In the end, doing over analyze by choosing the right tapes for best print quality, help to maximize customer's experience.

Keywords: dots, flexography, printing plate, screening, solid color, tone scale

TURINYS

Lentelių sąrašas.....	1
Paveikslų sąrašas	2
IVADAS	3
1. SPAUSDINIMO SLĖGIS IR FLEKSOGRAFINIŲ SPAUSDINIMO FORMŲ MONTAVIMAS	4
1.1. Slėgis dažų perkėlimo tarpelyje.....	4
1.2. Fleksografinių spausdinimo formų montavimas: būdai ir problemos.....	5
1.3. Rastrinių ir ištisinių vaizdų spausdinimo problemos.....	6
1.4. Darbo tikslas ir uždaviniai.....	9
2. TYRIMO METODIKA	10
2.1. Tyrimui naudotos medžiagos.....	10
2.2. Tyrimui naudoti įrenginiai	10
2.3. Bandomųjų atspaudų spausdinimas	11
2.4. Ištisinių laukelių spausdinimo kokybės tyrimas	14
2.5. Rastrinės spaudos gradacijos	25
3. TYRIMO REZULTATAI IR APTARIMAS	35
IŠVADOS	36
Literatūros sąrašas	37
Priedai.....	39

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Ištisinių juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičius.....	16
2 lentelė. Ištisinių <i>magenta</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičius.....	17
3 lentelė. Ištisinių <i>cyan</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičius.....	18
4 lentelė. CMYK spalvų matavimas ant pusiau blizgaus popieriaus	28
5 lentelė. CMYK spalvų matavimas ant plėvelės.....	29

Paveikslų sąrašas

1 pav. Spausdinimo formos deformacijos epiūra.....	4
2 pav. Spaudos elementų slėgio epiūra, izoliuotas elementas ir grupė.....	5
3 pav. Spausdinimo formos montavimas ant formų cilindro.....	6
4 pav. Technologijos mokslų žurnalas „FLEXO“	7
5 pav. TESA kompanijos montavimo juostos.....	8
6 pav. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017.....	11
7 pav. Montavimo juosta TESA Steel master XSOF 52018.....	12
8 pav. Bandomieji atspaudai ant pusiau blizgaus popieriaus.....	13
9 pav. Bandomieji atspaudai ant skaidrios plėvelės.....	13
10 pav. Rankinis skaitmeninis mikroskopas „Dino-Lite AM313“	14
11 pav. Nuskenuoti juodos spalvos ištisiniai laukai.....	14
12 pav. Nuskenuoti <i>cyan</i> spalvos ištisiniai laukai.....	15
13 pav. Nuskenuoti <i>magenta</i> spalvos ištisiniai laukai.....	15
14 pav. MatLAB programos kodas.....	16
15 pav. Nuskenuotas juodos spalvos ištisinis laukelis, apdorotas MatLAB programa.....	17
16 pav. Ištisinių juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius.....	18
17 pav. Ištisinių <i>magenta</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius ..	19
18 pav. Ištisinių <i>cyan</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius	20
19 pav. Ištisinių juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas.....	22
20 pav. Ištisinių <i>magenta</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas.....	23
21 pav. Ištisinių <i>cyan</i> spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas.....	24
22 pav. Densitometras X Rite 504.....	26
23 pav. Juodos spalvos bandomoji spauda (1 %)	27
24 pav. Geltonos spalvos bandomoji spauda (1 %).....	27
25 pav. <i>Magentos</i> spalvos bandomoji spauda (1 %).....	28
26 pav. <i>Cyan</i> spalvos bandomoji spauda (1 %).....	28
27 pav. CMYK spalvų gradacijų palyginimas.....	31
28 pav. CMYK spalvų gradacijų palyginimas.....	32
29 pav. Tik juodos spalvos palyginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas.....	33
30 pav. Tik <i>cyan</i> spalvos palyginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas.....	34

IVADAS

Spausdinimo forma – priemonė, skirta dažams ant spaudinio pagrindo perkelti, kad būtų atkurtas tekstas ar grafinė medžiaga. Viena spausdinimo forma paprastai yra pagaminamas didelis kiekis atspaudų. Aukšta atspaudų kokybė – vienas iš pagrindinių tikslų poligrafijoje, tačiau tai nėra iki galo išspręsta problema. Be kitų veiksnių labai svarbus yra tinkamas spausdinimo formos pritaikymas spausdinimo mašinoje. Fleksografinėje spaudoje daug įtakos spausdinimo kokybei turi spausdinimo formos priklijavimas (montavimas) ant formų cilindro: būtina naudoti tokią dvipusę klijavimo juostą, kurios elastingos savybės atitinka spausdinamąjį atvaizdą.

Vienas iš uždavinių, kurių reikia spręsti fleksografinėms spaustuvėms, yra kokybiškas ir stabilus smulkių vaizdo elementų atgaminimas fotopolimerinėmis spausdinimo formomis. Fleksografijoje dažnai yra susiduriama taip pat su originalo šviesių vietų, švelnių tolygių spalvų perėjimų bei ištisinių foninių spalvų atgaminimo problema. Tai yra tiesiogiai susiję su smulkių, pvz., 1 % santykinio ploto, rastrinių taškelių ir 100 % dengimo atspaudų vietų spausdinimo stabilumu. Spausdinimo kokybės stabilumą didele dalimi lemia montavimo juostų elastingos savybės. Ši problema nėra pakankamai tirta ir mokslinėje literatūroje nėra detaliau aprašyta. Šis darbas ir skirtas ištirti fleksografinių spausdinimo formų montavimo juostų įtaką spaudos kokybei.

Darbo tikslas – eksperimentiškai ištirti fleksografinių montavimo juostų įtaką ištisinių plotų ir rastrinių atvaizdų spausdinimo kokybei.

Darbo uždaviniai:

- Atspausdinti bandomuosius atspaudus, turinčius reikiamas kontrolines skales ir naudojant skirtingo elastingumo (minkštumo) montavimo juostas.
- Pritaikyti vaizdų skaitmeninės analizės metodiką ištisinių plotų spausdinimo kokybei ištirti.
- Išmatuoti atspaudų gradacijų charakteristikas ir įvertinti ištisinių laukų dėmėtumą.
- Palyginti spausdinimo kokybę kai spausdinimo formos montuojamos skirtingo elastingumo (minkštumo) montavimo juostomis.

Darbo metodika: darbas eksperimentinis, naudotas 1,14 mm storio fotopolimeras (DFUV, gamintojas DuPont), formos montuotos dviejų rūšių montavimo juostos (SOFT 52017 ir XSOFT 52018, gamintojas: TESA), atspaudų dėmėtumas vertintas skaitmenine vaizdų apdorojimo metodika, gradacinės rastrinių atspaudų charakteristikos

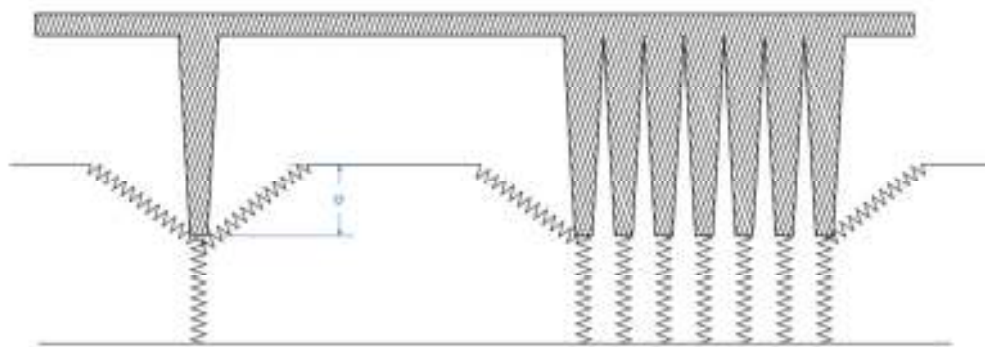
Darbo rezultatai pristatyti ir aptarti 19-oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis: spaudos inžinerija“ (Vilnius, 2016 m. balandžio 28 d.).

1. SPAUSDINIMO SLĖGIS IR FLEKSOGRAFINIŲ SPAUSDINIMO FORMŲ MONTAVIMAS: LITERATŪROS APŽVALGA

Iškilioje spaudoje (fleksografinė spauda yra iškiliosios atmaina) reikiamas slėgis dažų perkėlimo tarpelyje palaikomas naudojant elastingas dangas – dekelius. Jie padeda bent iš dalies išlyginti spausdinimo slėgį skirtingose atvaizdo vietose. Fleksografinėje spaudoje, kuri yra iškiliosios atmaina, spausdinimo formos yra elastingos ir jos atlieka dekelio funkciją (Киппхан 2003). Kartu montavimo juostų didesnis ar mažesnis elastingumas taip leidžia reguliuoti spausdinimo slėgį.

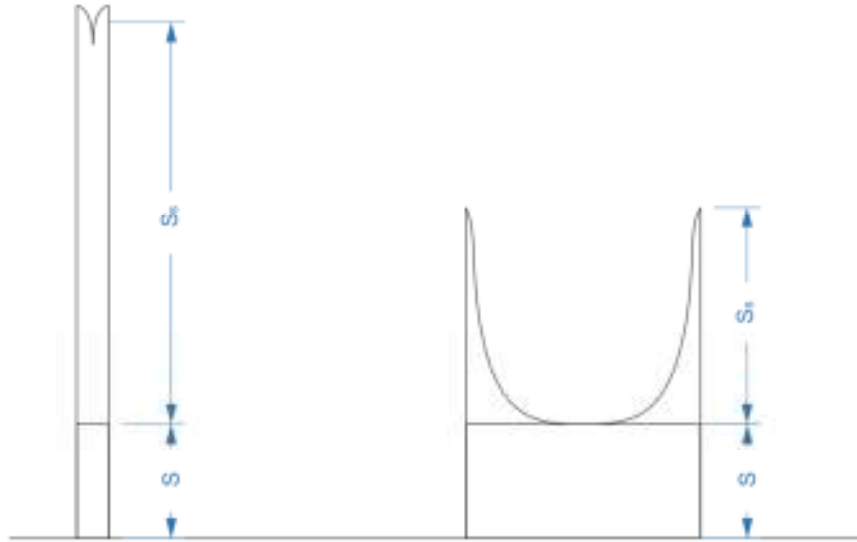
1.1. Slėgis dažų perkėlimo tarpelyje

Slėgio dydis priklauso ne tik nuo elemento spausdinamojo ploto, bet ir nuo vietos, kur tas elementas yra spausdinimo formoje. Izoliuotas spausdinantis elementas visada bus apkrautas labiau, negu toks pats elementas, esantis arti kitų tokių pat elementų. 1 pav. pateikta spausdinimo formos schema, kurioje spausdinimo elementai yra vienodo ploto. Čia kairėje yra izoliuotas elementas, o dešinėje – tokie patys elementai jau grupėje. Kaip matyti iš brėžinio, izoliuoto mažo skersmens spaudos elemento kraštai yra deformuojami, kas lemia didelę slėgį. Grupėje tokių pačių elementų (tai atitiktų rastrinį atvaizdą arba 100 % dengimo plotą) deformuojami tik kraštiniai elementai, kas lemia didesnę slėgį. Vidiniai elementai deformuojami mažai, slėgis yra mažesnis.



1 pav. Spausdinimo formos deformacijos epiūra

(Технология печатных процессов 1986: 130)



2 pav. Spaudos elementų slėgio epiūra, izoliuotas elementas ir grupė
(Технология печатных процессов 1986: 130)

Slėgis, susidaręs ant mažo ploto spaudos elemento, yra žymiai didesnis, nei slėgis, kuris susidaro to paties dydžio spaudos elementų grupėje. Pažymėtina, kad grupės kraštuose slėgis taip pat yra didesnis, bet mažesnis nei atskiro elemento atveju. Tokie slėgio nevienodumai sukelia problemų spausdinant, kurios kai kada priverčia rastrinės atvaizdo dalis spausdinti atskiromis spausdinimo formomis.

1.2. Fleksografinių spausdinimo formų montavimas: būdai ir problemos

Spausdinimo formos, dar vadinamos klišėmis, gaminamos iš gumos arba fotopolimerinių medžiagų. Jų kietumas ir storis turi atitikti tuo metu naudojamą spausdinamąją medžiagą. Plačiai naudojamos spausdinamosios medžiagos: gofruotasis kartonas, popierius, polimerinės plėvelės, folijos ir kitos. Joms dar gali būti pateikti specialūs reikalavimai (pavyzdžiui, pramoninių prekių arba maisto produktų pakuotei). Todėl fleksografinėje spaudoje naudojamos įvairios spausdinimo dažų rūšys. Tai gali būti dažai vandens pagrindu, atsparūs spiritui, atsparūs benzinui, atsparūs eteriams, UV dažai ir t. t. Medžiagas spausdinimo formoms reikia rinktis taip, kad jos nebrinktų veikiamos dažų, netaptų trapios, netirtų veikiamos dažų tirpiklio ir pan. Spausdinimo formos būna arba plokščios formos ir tvirtinamos ant formų cilindro kliais arba dvipuse lipnia (montavimo) juosta, arba iš karto gaminamos cilindrinės formos. Montavimo juostos elastingos savybės leidžia iš dalies išlyginti slėgį įvairiose spausdinamojo atvaizdo vietose.



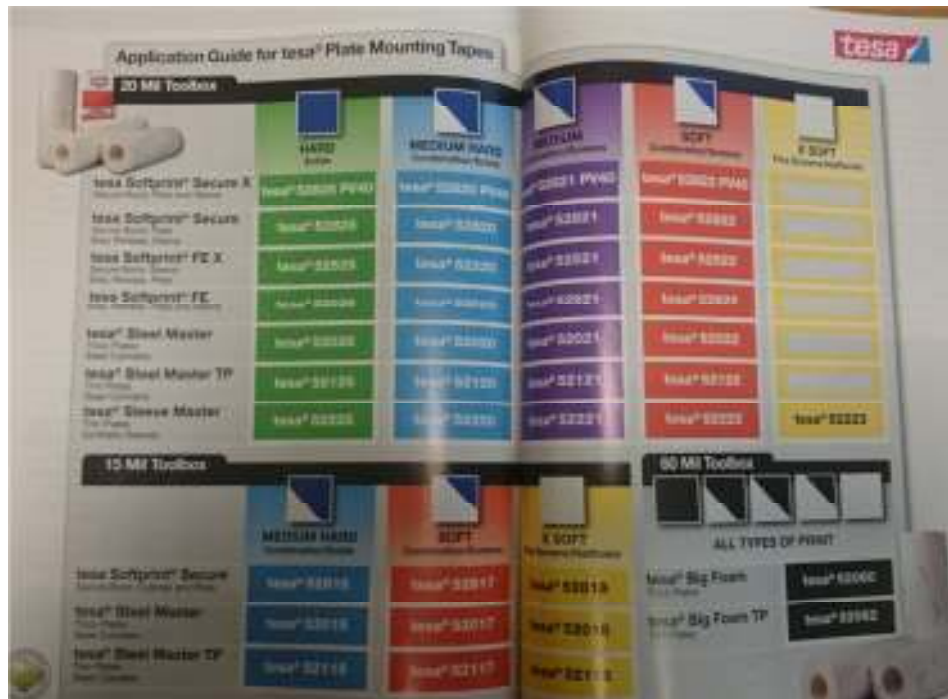
3 pav. Spausdinimo formos montavimas ant formų cilindro

1.3. Rastrinių ir ištisinių vaizdų spausdinimo problemos

Pagrindinė montavimo juostų užduotis – ne tik pritvirtinti spausdinimo formą prie cilindro, bet ir kiek tai reguliuoti slėgio pasiskirstymą dažų perkėlimo tarpelyje. Jos gaminamos iš elastingos silikininės medžiagos. Kietesnė juosta mažiau lemia slėgio pasiskirstymą, bet geriau prispaudžia spausdinimo formą prie spausdinamosios medžiagos paviršiaus, todėl yra perkeliama daugiau dažų. Tai yra ypač naudinga spausdinant ištisinio dengimo (100 %) atvaizdo elementus. Minkšta juosta geriau kompensuoja slėgio nevienodumus, bet perkeliama mažiau dažų, o tai naudinga spausdinant rastrinius atvaizdus. Montavimo juostų įtaka spaudos kokybei iki galo neišnagrinėta. Tema yra labai aktuali. Apie tai rašo Joe Prunieris (2014). Fleksografinė spauda spausdinama ant pačių įvairiausių substratų ir praktiškai visi įmanomi vaizdai. Tai atspindi straipsniai Fleksografijos techninės asociacijos (JAV) žurnale „Flexo“ (4 pav.) Visa tai lemia platų montavimo juostų pasirinkimą. Vien tik „TESA“ kompanija siūlo apie 50 skirtingos paskirties montavimų juostų, kurios gali būti klasifikuojamos pagal elastines savybes – kietosios, minkštosios ir vidutinės (5 pav.).



4 pav. Technologijos mokslų žurnalas „FLEXXO“



5 pav. TESA kompanijos montavimo juostos

Straipsnyje teigiama (Joe Prunier (2014). Fleksografijos techninės asociacijos (JAV) žurnalas „Flexo“ v:68): „ Šiuolaikinės technologijos leidžia spausdinti rastrinius atvaizdus, kuriuose yra 5%, 3 % ir netgi 1% santykinio ploto rastriniai taškai ir naudojant 200 lpi ar net didesnę liniatūrą. Norint atspausdinti tokios didelės raiškos mažus, taškus reikia naudoti maksimaliai minkštą montavimo juostą. Tokia juosta deformuodamasi neblogai, išlygina slėgį dažų perkėlimo tarpelyje. Tuo tarpu norint atspausdinti ištisinį foną, minkšta montavimo juosta netinka. Geriau rinktis kietesnę juostą, nes būtent ji leidžia perkelti nuo spausdinimo formos daugiau dažų. Dėl labai plataus spausdinamų atspaudų ir substratų diapazono beveik neįmanoma sukurti montavimo juostų naudojimo standarto – kiekvienas unikalūs užsakymas reikalauja individualaus sprendimo. Todėl mūsų įmone siūlo tokį platų montavimo juostų asortimentą.“

1.4. Darbo tikslas ir uždaviniai

Atlikus literatūros apžvalgą apie fleksografinių spausdinimo formų montavimo juostų įtaką spaudos kokybei ir remiantis darbo patirtimi paruošimo spaudai skyriuje spaustuvėje „PakMarkas“, buvo suformuluota viena iš pagrindinių fleksografinių spausdinimo formų montavimo problemų. Praktikoje dažniausiai yra susiduriama arba su mažų spausdinančiųjų elementų atgaminimo problema, arba su nekokybiškų ištisinės spaudos vietų spausdinimo kokybe. Sunku gerai atspausdinti nepastebimus spalvų perėjimus ar spalvų tonus šviesiose atvaizdo vietose ir ištisinį foną su viena ir ta pačia spausdinimo forma. Spausdinant tenka pasirinkti kokį nors atvaizdo elementą, tamsų ar šviesų, kuris lemia bendrą spaudinio įvaizdį. Tada stengiamasi jį atspausdinti kokybiškiau, nors kiti elementai bus atspausdinti prasčiau.

Kadangi spausdinimo kokybė priklauso nuo montavimo juostos elastingumo spaudos kokybei, nuspręsta eksperimentiškai ištirti spausdinimo kokybę spausdinant su kietomis ir minkštomis montavimo juostomis ir nustatyti, kokiems atvaizdo elementams geriausiai tinka tos ar kitos montavimo juostos, pabandyti surasti universalų variantą.

2. TYRIMO METODIKA

Tyrimo metu buvo paruošta ir pagaminta keturios spausdinimo formos (CMYK). Jos buvo montuojamos su skirtingomis montavimo juostomis. Spausdinama ant skirtingų medžiagų. Visų bandomųjų spausdinimų metu buvo naudojama ta pati įranga ir tokie patys įrangos nustatymai tam, kad būtų eliminuotos paklaidos ir susikoncentruota būtent į montavimo juostų įtaką spaudos kokybei.

2.1. Tyrimui naudotos medžiagos

- ✓ „DuPont Cyrel“ 420 x 260 mm formato, 1,14 mm storio fotopolimeras DFUV 045 Mils (angl. „digital fast ultra violet“) – kietas fotopolimeras, pritaikytas skaitmeniniam graviravimui ir sausam ryškinimui
- ✓ Dviejų rūšių montavimo juostos (SOFT 52017 ir XSOF 52018), gamintojas TESA.
- ✓ Spausdinamoji medžiaga – baltas pusiau blizgus MC Primecoat / S2000N ir skaidri plėvelė PVC
- ✓ Fleksografiniai „UVAFLEX Y CYAN“, „UVAFLEX Y YELLOW“, „UVAFLEX Y MAGENTA“, „UVAFLEX Y BLACK“ Y77-S1300A (DIN ISO 12040/16524) serijos dažai

2.2. Tyrimui naudoti įrenginiai

- ✓ Fotopolimero lazerinio graviravimo įrenginys „DuPont Cyrel Digital Image“. Pagrindiniai įrenginio techniniai parametrai: viena lazerinė galvutė (keturių spindulių sistema), lazerio galia 11,5 W; būgno sukimosi greitis reguliuojamas priklausomai nuo fotopolimero tipo (tyrimo metu buvo nustatytas greitis 450 aps./min).
- ✓ Terminis procesorius (formų valymo įrenginys) „DuPont Cyrel FAST 1000 TD thermal developer“. Pagrindiniai įrenginio techniniai parametrai: kaitinimo cilindro temperatūra 168 °C, būgno, ant kurio pritvirtintas polimero lapas, temperatūra 22–24 °C, valymo trukmė 15 minučių; maksimalus fotopolimero lapo plotis 90 cm.
- ✓ „DuPont Cyrel FAST“ eksponavimo rėmas. Pagrindiniai įrenginio techniniai parametrai: pagrindiniam eksponavimui ir pagrindo formavimui naudojamos UVA lempos, lipnumui pašalinti - UVC lempos, pagrindiniam eksponavimui naudojamų lempų galia 80 W.
- ✓ Spausdinimo formos montavimo įrenginys „Heaford Mid Web Microdot Plate Mounting“. Pagrindiniai įrenginio techniniai parametrai: maksimalus fotopolimero lapo plotis 50 cm, 4

- kameros (90x didinimas), suslėgto oro prijungimas slėgis 4 atm.
- ✓ Spausdinant buvo naudojamas 410 lin./cm rastrinis volelis *CYAN* ir *MAGENTA* dažams, ir 400 lin./cm rastrinis volelis *YELLOW* ir *KEY* dažams.
 - ✓ Spausdinimo mašina OMET X6. Pagrindiniai įrenginio techniniai parametrai: maksimalus greitis iki 200 m/min, maksimalus spausdinimo plotis 420 mm, 8 dažų sekcijos, automatinis sutapdinimas „*vision eye I*“
 - ✓ Rankinis skaitmeninis mikroskopas „Dino-Lite AM313“. Jis yra plačiai taikomas kaip vizualinis pagalbininkas, pvz.: spausdinimo kokybei tikrinti. Mikroskopo techniniai parametrai:
 - skiriamoji geba 640*480 VGA,
 - vienas optinis lęšis,
 - didinimo koeficientas 10x~200x,
 - matavimo funkcija,
 - šviesos diodų apšvietimas,
 - filmavimo sparta – iki 30 kadrų/s,
 - USB jungtis.
 - ✓ Densitometras X Rite 504. Plačiai naudojamas optinio tankio matavimams. Densitometro techniniai parametrai:
 - minimalaus matavimo plotas 1,6x3,2 mm,
 - maksimalus matavimo plotas 6 x 6 mm,
 - diafragmos dydis 4,5 mm

2.3. Bandomųjų atspaudų spausdinimas

Bandomajam spausdinimui buvo pasirinktos dvi populiariausios klijavimo juostos.

- ✓ TESA Steel master SOFT 52017 (6 pav.)



6 pav. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

Pagrindiniai juostos techniniai parametrai:

medžiaga – PP (dvigubai dengta putų juosta);

tinka naudoti su 1,1 mm – 2,54 mm storio polimerais;

storis – 380 μm ;

apsaugine medžiaga - laminuotas PE;

logotipo spalva – raudona;

klijų stiprumas – vidutinis;

medžiagos kietumas – minkšta.

✓ TESA Steel master XSOF 52018 (7 pav.)



7 pav. Montavimo juosta TESA Steel master XSOF 52018

Pagrindiniai juostos techniniai parametrai:

medžiaga – PP (dvigubai dengta putų juosta);

tinka naudoti su 1,1 mm – 2,54 mm storio polimerais;

storis – 380 μm ;

apsaugine medžiaga - laminuotas PE;

logotipo spalva – geltona;

klijų stiprumas – vidutinis;

medžiagos kietumas – labai minkšta.

Bandomajam spausdinimui buvo pasirinktas vidutinis greitis spausdinimo mašinos „OMET X6“ - : 80m/s. Gavome pavyzdžius, atspausdintus ant pusiau blizgaus popieriaus viena spausdinimo forma, bet naudojant skirtingas montavimo juostas.



8 pav. Bandomieji atspaudai ant pusiau blizgaus popieriaus

Taip pat buvo atspausdinti pavyzdžiai ant skaidrios plėvelės viena spaudos forma, bet naudojant skirtingas montavimo juostas.



9 pav. Bandomieji atspaudai ant skaidrios plėvelės

2.4. Ištisinų laukelių spausdinimo kokybės tyrimas

Vizualiai įvertinti spausdinimo kokybei buvo naudojamas optinis mikroskopas *AM2111 Dino-Lite* (10 pav.). Buvo ištirti *CYAN*, *MAGENTA* ir *KEY* spalvų 100 % dengiamo laukai. *YELLOW* spalva nebuvo matuojama, nes ji per šviesi ir susilieja su balta fonine spalva. Todėl matavimo metu programiškai labai sunku nustatyti dengiamumą. Tyrimas atliktas esant 200 kartų didinimui.



10 pav. Rankinis skaitmeninis mikroskopas „Dino-Lite AM313“

11 pav. pateikti nuskenuoti juodos (*KEY*) spalvos ištisiniai (100 % dengimas) laukai. „Plika“ akimi vaizdas atrodo ištisinas, bet padidinus 200 kartų, akivaizdžiai matomi įvairaus dydžio balti taškai. Būtent jie sumažina bendrąją optinį tankį, dingsta sodrumas. Tas pats vaizdas gautas ir spausdinant kitų spalvų ištisinius laukus (12 pav. ir 13pav.). Vizualus vertinimas parodė, kad tų baltų taškų skaičius ir dydis yra nevienodi.



11 pav. Nuskenuoti juodos spalvos ištisiniai laukai



12 pav. Nuskenuoti *CYAN* spalvos ištisiniai laukai



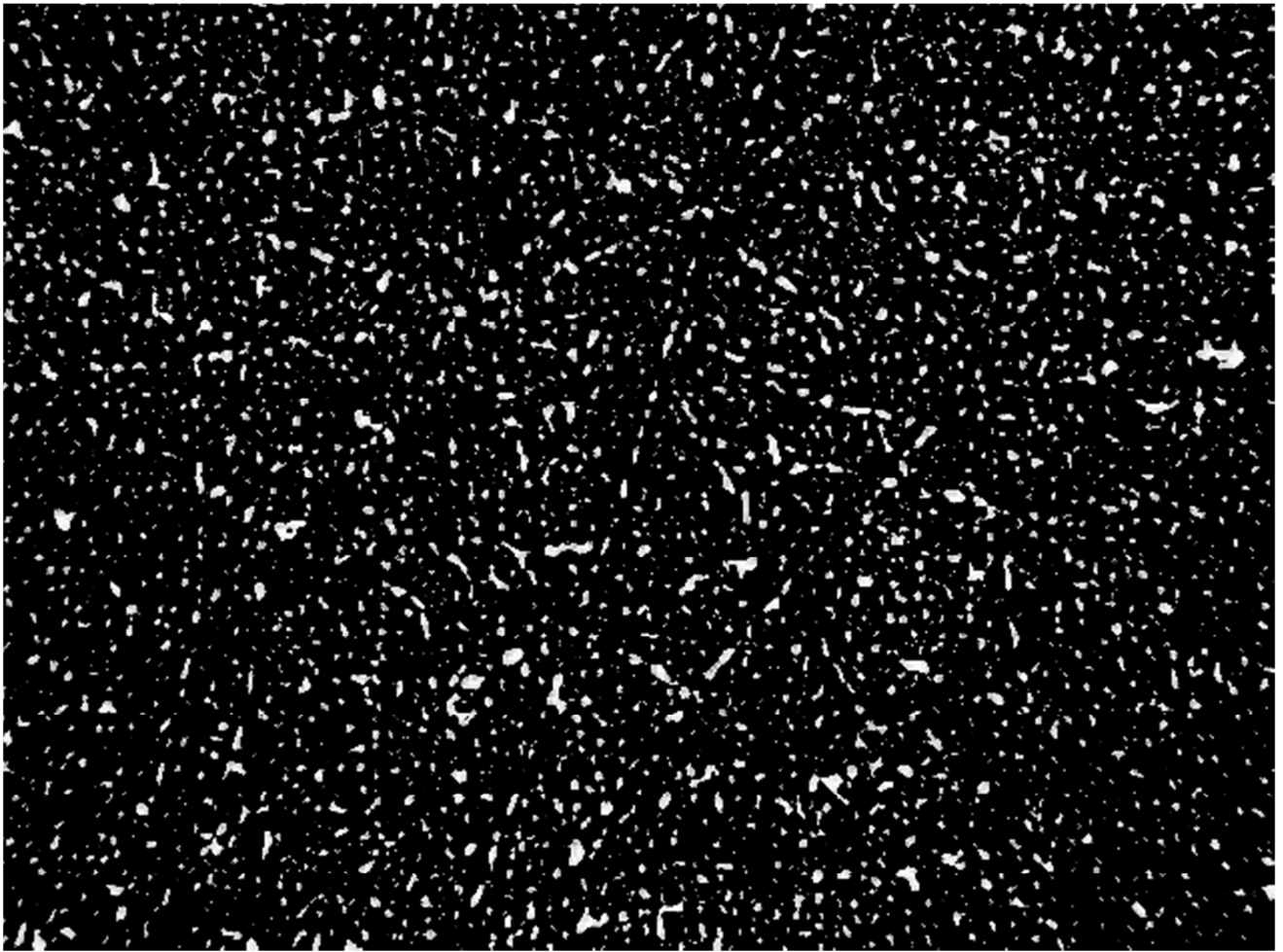
13 pav. Nuskanuoti *MAGENTA* spalvos ištisiniai laukai

Vizualus baltų taškų vertinimas yra nepakankamas, kad būtų galima teisingai įvertinti montavimo juostos įtaką. Taigi reikėjo suskaičiuoti visus baltus taškelius ir įvertinti jų dydį, palyginti gautus duomenis naudojant vieną ir kitą montavimo juostą. Tam buvo pritaikytas MatLAB skaitmeninis vaizdų analizės metodas (14 pav.). MatLAB programoje buvo surašyta komanda nufotografuotą paveiksluką paversti juodai baltai pozityvu (pavyzdys 15 pav.) ir suskaičiuoti visus baltus elementus, įvertinant jų plotą pagal pikselių skaičių.



```
clc
clear all
close all
original=imread('SOFT_CYAN_2.png');
foto=im2bw(imread('SOFT_CYAN_2.png'),0.35);
nhood = zeros(19);
nhood(10,:) = ones(1,19);
nhood(:,10) = ones(19,1);
strel1 = strel('arbitrary',nhood);
IM2=imdilate(foto,strel1);
IM3=imcomplement(IM2);
IM3=medfilt2(IM3);
B = bwboundaries(IM3,'noholes');
for iloc=1:length(B)
    locxy(iloc,1)=round(mean(B{iloc}(:,1)));
    locxy(iloc,2)=round(mean(B{iloc}(:,2)));
end
imshow(original);
hold on
plot(locxy(:,2),locxy(:,1),'*')
```

14 pav. MatLAB programos kodas



15 pav. Nuskenutas juodos spalvos ištisinis laukelis, apdorotas MatLAB programa

Kiekvienas atspaudų pavyzdys buvo nuskenutas 8 kartus, kad būtų sumažinta duomenų sklaidos įtaka ir minimalizuotos paklaidos. Kiekvienam matavimui buvo imamas plotelis iš skirtingų atspaudų vietų, kad būtų eliminuoti spausdinimo formos prispaudimo netikslumai. Rezultatai pateikti 1–3 lentelėse. Baltų taškų histogramos pateiktos 16–18 pav. Jos rodo, kad skirstiniai yra eksponentiniai. Kas lemia tokius skirstinius, gautų duomenų nepakanka.

1 lentelė. Ištisinių juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičius ir 8 matavimų vidurkis. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1088	515	292	182	102	74	47	33	34	14	13	11	5	7	29
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1180	529	315	207	117	61	52	40	39	17	18	8	16	11	18
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1112	510	275	208	93	74	45	46	28	17	9	11	5	2	27
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1087	541	294	180	109	72	48	25	23	20	15	10	7	9	25
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1085	513	277	171	100	75	41	26	22	14	12	7	9	6	22
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1083	525	314	205	99	67	61	38	27	25	19	19	10	4	22
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1065	486	290	194	91	72	52	37	32	20	16	13	9	8	30
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1169	580	359	247	151	81	68	56	42	26	19	10	13	13	43
VIDURKIS															
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	1112	526	303	202	109	72	52	38	30	20	15	11	10	8	27

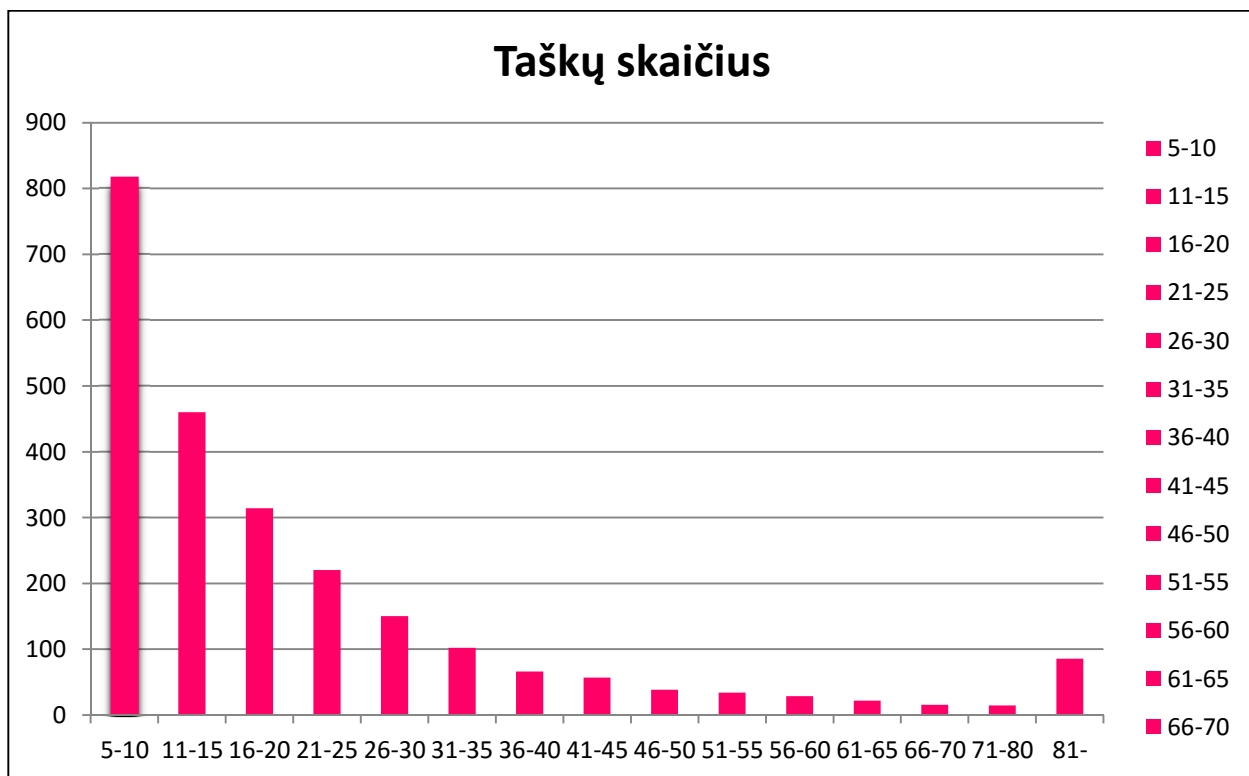


16 pav. Ištisinių juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

2 lentelė . Išsines magenta spalvos laukelių baltų taškų skaičius ir 8 matavimų vidurkis. Montavimo juosta TESA

Steel master SOFT 52017

Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	828	382	182	108	63	37	25	18	14	12	5	9	1	3	16
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	769	338	152	86	53	36	23	13	16	12	13	5	5	3	14
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	852	366	183	93	49	35	24	13	14	11	11	4	4	3	16
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	861	410	168	115	67	48	25	20	12	9	4	7	4	3	24
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	811	376	220	124	77	31	27	18	19	12	7	7	8	8	27
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	817	404	203	136	56	49	32	27	19	11	6	5	3	6	27
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	854	376	205	101	66	37	38	23	19	7	6	8	3	3	13
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	704	325	169	89	62	28	23	24	10	7	7	9	3	6	18
VIDURKIS															
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	810	371	186	106	61	38	27	20	16	10	8	6	4	5	20

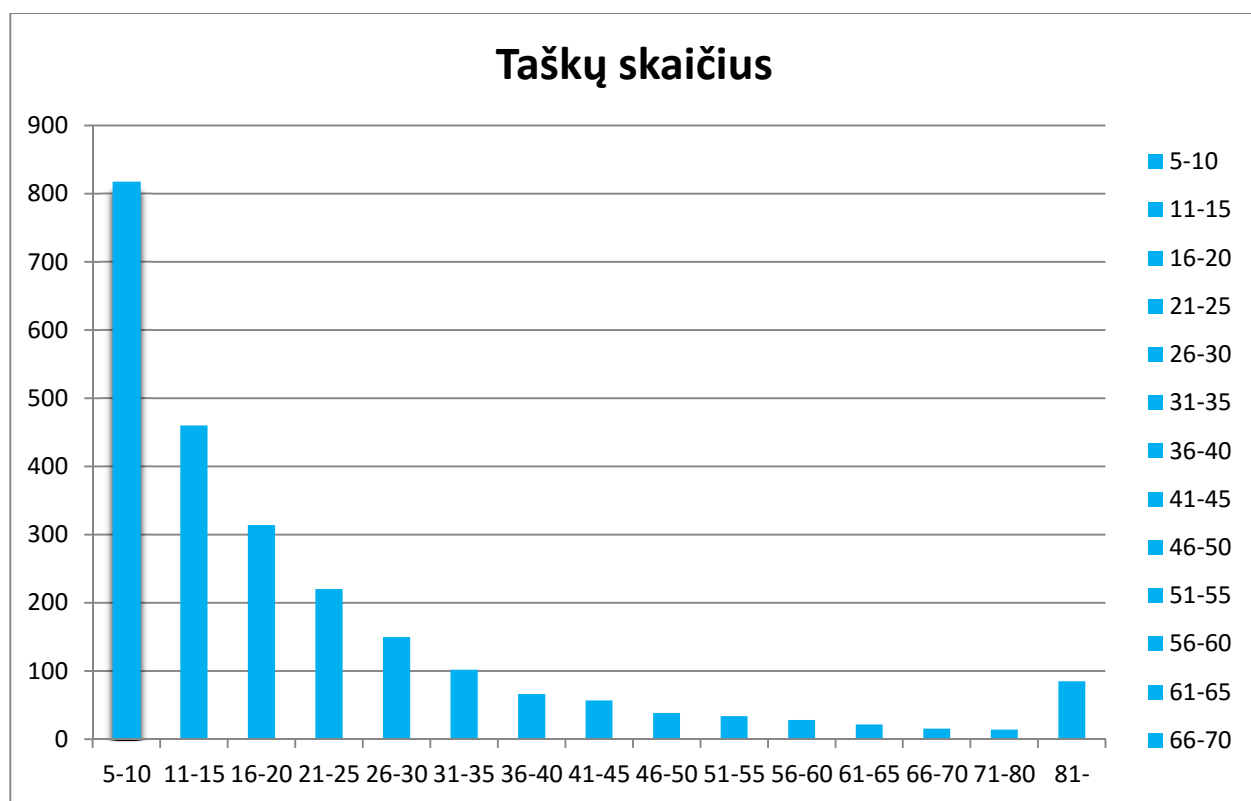


17 pav. Išsines magenta spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius.. Montavimo juosta

TESA Steel master SOFT 52017

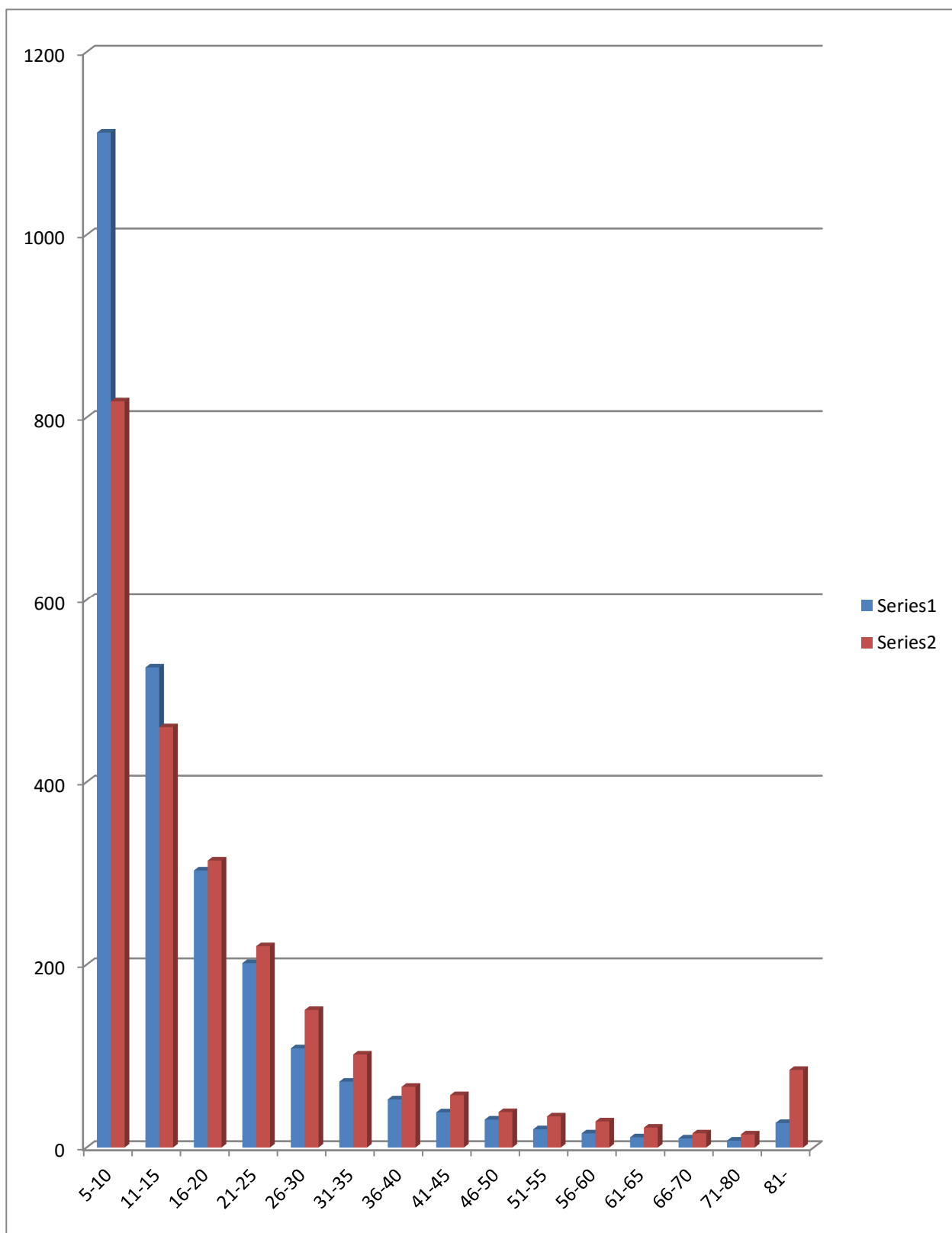
3 lentelė . Ištinės cyan spalvos laukelių baltų taškų skaičius ir 8 matavimų vidurkis. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	811	376	220	124	77	31	27	18	19	12	7	7	8	8	27
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	817	404	203	136	56	49	32	27	19	11	6	5	3	6	27
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	854	376	205	101	66	37	38	23	19	7	6	8	3	3	13
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	704	325	169	89	62	28	23	24	10	7	7	9	3	6	18
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	857	464	305	196	135	79	72	49	33	16	21	16	8	12	40
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	841	466	281	198	144	84	61	50	35	19	22	12	12	8	40
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	753	507	327	206	142	119	77	55	38	25	24	28	22	16	96
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	762	445	345	234	161	109	77	64	37	32	29	21	15	10	93
VIDURKIS															
Intervalas	5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-80	81-
Taškų kiekis	798	427	262	166	109	72	54	42	27	17	16	14	9	9	47

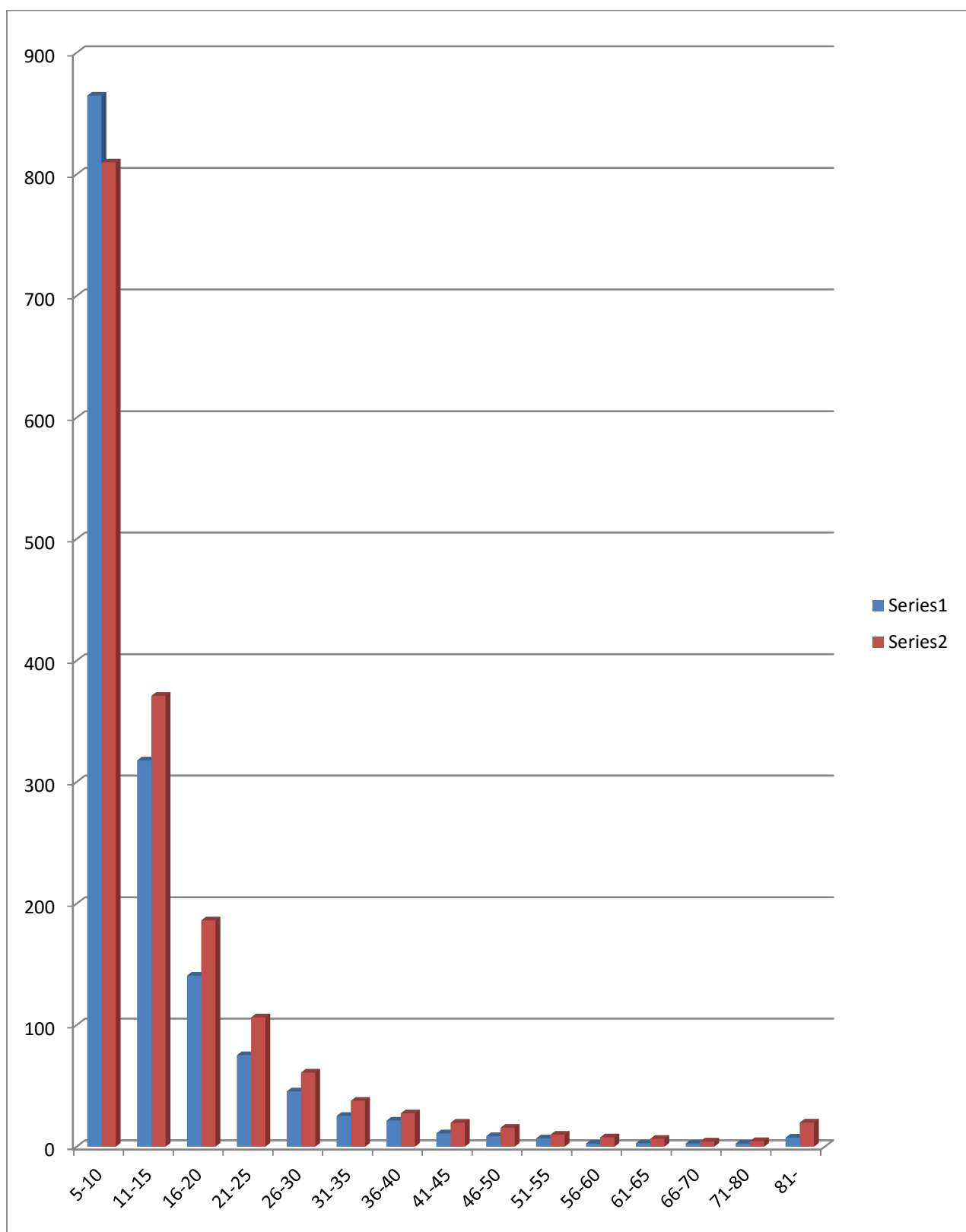


18 pav. Ištininių cyan spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius.. Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

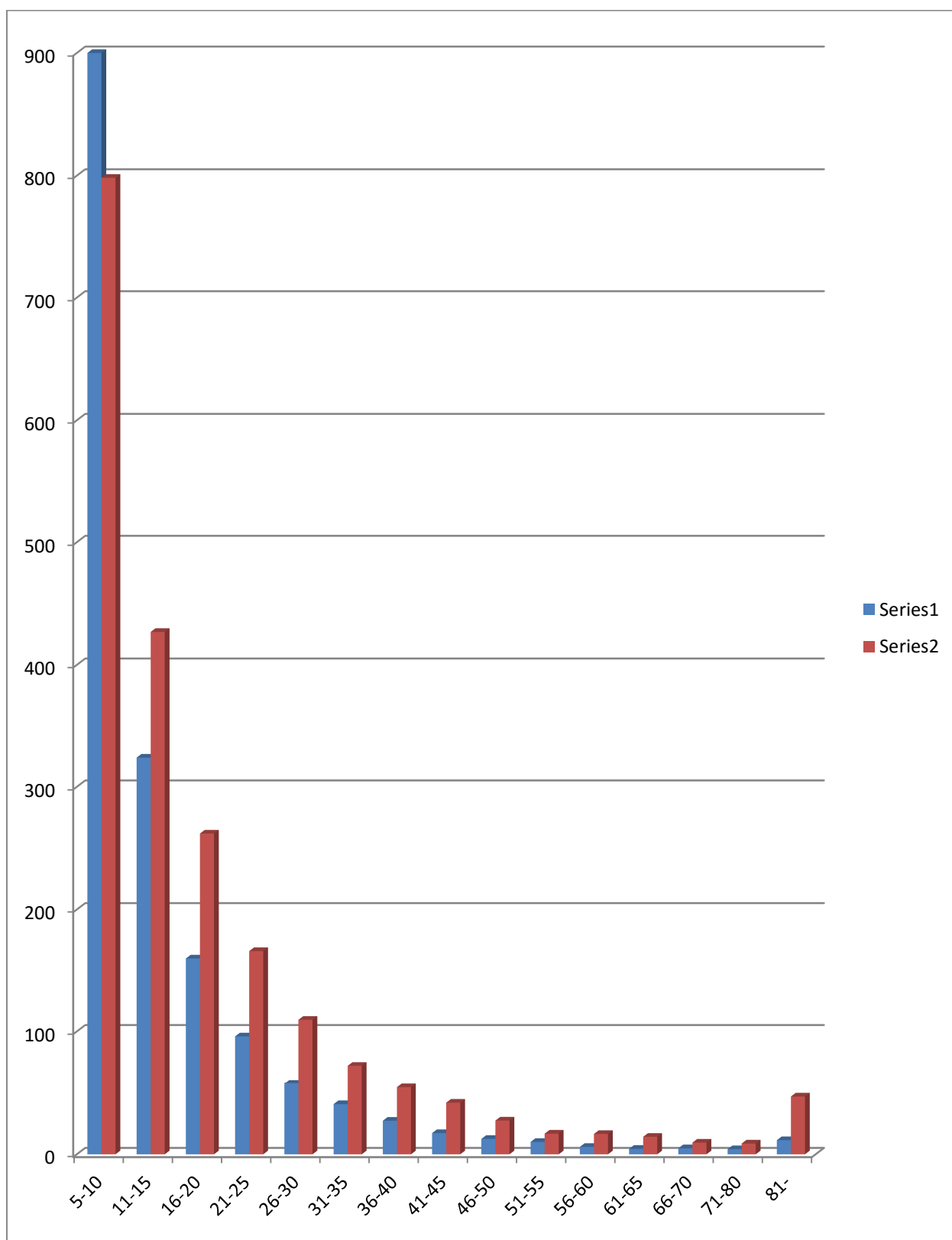
Gauti duomenys leidžia kiekybiškai palyginti montavimo juostos įtaką. Tam baltų taškų pasiskirstymas pagal plotą pateikti 19 - 21 pav.



19 pav. Ištisinųjų juodos spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius naudojant skirtingo minkštumo montavimo juostas: series1 Soft juosta, series 2 – Xsoft juosta



20 pav. Ištisinų *magenta* spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirstymas pagal dydžius naudojant skirtingo minkštumo montavimo juostas: series1 Soft juosta, series 2 – Xsoft juosta



21 pav. Ištisinių *cyan* spalvos laukelių baltų taškų skaičiaus pasiskirtymas pagal dydžius naudojant skirtingo minkštumo montavimo juostas: series1 Soft juosta, series 2 – Xsoft juosta

Analizuojant gautus duomenis matyti, kad mažiausių taškų (nuo 5 iki 10 pikselių) skaičius didesnis naudojant montavimo juostą TESA Steel master SOFT 52017. Tačiau didesnių (daugiau kaip 11 pikselių *magenta* ir *cyan* spalvai ir daugiau kaip 16 pikselių juodai spalvai) baltų taškelių skaičius naudojant tą pačią SOFT juostą yra mažesnis. Šie duomenys leidžia daryti tokią išvadą: nors naudojant kietesnę montavimo juostą yra daugiau mažų taškelių, spaudos kokybei didesnę įtaką daro didesni taškai, kurių yra daugiau naudojant minkštesnę montavimo juostą. Kitaip tariant, minkštesnė montavimo juosta, esant toms pačioms spausdinimo sąlygoms, geriau tinka ištisiniams plotams spausdinti.

2.5 Rastrinės spaudos gradacijos

Optinio tankio matavimui buvo naudojamas densitometras X Rite 504. Densitometras – tai prietaisas, skirtas išmatuoti dažų sluoksnio optinį tankį arba įvertinti dažų sluoksnio storį pagal paviršiaus arba medžiagos sugeriamos šviesos kiekį. Šis prietaisas, skirtingai nei spektrofotometras, nematuoja spektrinių dažų savybių. Optinis tankis D – tai dydis, lygus krintančio ant dažų sluoksnio ir atspindėto nuo dažų sluoksnio šviesos srautų santykio dešimtainiam logaritmui. Densitometriniu matavimu yra nustatomi spalvų optiniai tankiai, kurie dažnai yra vadinami zoniniais tankiais, o densitometro ekrane yra išvedami kaip matuojamų dažų optinio tankio vertės. Kuo storesni dažų sluoksnis, tuo didesnis optinis tankis. Kadangi optinis tankis D yra nusakomas logaritminiu dydžiu, todėl optinio tankio priklausomybė nuo dažų storio nėra tiesinė, t. y. turint tam tikro storio sluoksnį, toliau jį didinant, optinis tankis kils nežymiai.

$$D = \lg \frac{\beta_0}{\beta_{ats}}$$

kur β_0 – ant dažų sluoksnio krintančios šviesos srautas,

β_{ats} – atspindėtas nuo dažų sluoksnio šviesos srautas.

Šis matavimo prietaisas nėra skirtas dažų dengiamumo savybėms tiesiogiai nustatyti. Densitometras sumuoja atspindėtą šviesą nuo visų plotelių – su dažais ir be jų (baltieji taškai). taip atidengdami spausdinamąjį paviršių. Kadangi densitometras susumuoja ir tas vietas, kurios yra be dažų, todėl dažų dengiamumui nustatyti buvo pasirinktas šis matavimo būdas. Siekiant išmatuoti dažų dengiamumo rezultatus po spausdinimo ant skirtingų polimerinių medžiagų su kintamu paviršiaus energijos dydžiu, buvo atlikti optinio tankio matavimai. Optinis tankis buvo matuojamas spektrodensitometru *X-Rite Colour*



22 pav. Densitometras X Rite 504.

Fleksografinė spauda nuo kitų spaudos būdų išsiskiria elastingomis spausdinimo formomis su iškilusiais spausdinamaisiais elementais. Rastrinio taško dydis dėl įvairių mechaninių ir fizikinių reiškinių ant spausdinamojo paviršiaus nuolat kinta (ang. *Dot gain*), lyginant su taško dydžiu, esančiu ant fleksografinės formos. Taškų padidėjimas turi įtakos spalvų reprodukciniams savybėms. Ypač pasireiškia šviesiose vietose, kur tas padidėjimas yra nestabilus – tokio pat dydžio taškai spausdinimo formoje tame pačiame laukelyje spausdinami skirtingai (23–26 pav.).

Dėl minkštų ir lengvai deformuojamų spausdinamųjų elementų, mechanškai rastrinio taško deformacijai didžiulę įtaką daro spausdinimo formos prispaudimas prie spausdinamosios medžiagos bei rastrinio taško geometrinės savybės. Taško deformacijai taip pat turi įtakos spausdinamojo paviršiaus gebėjimas atitinkamai sugerti dažus. Todėl prieš atliekant tyrimą buvo iškelta hipotezė, kad aukštos plastiko vilgumo savybės gali turėti neigiamos įtakos rastrinio taško deformacijai.

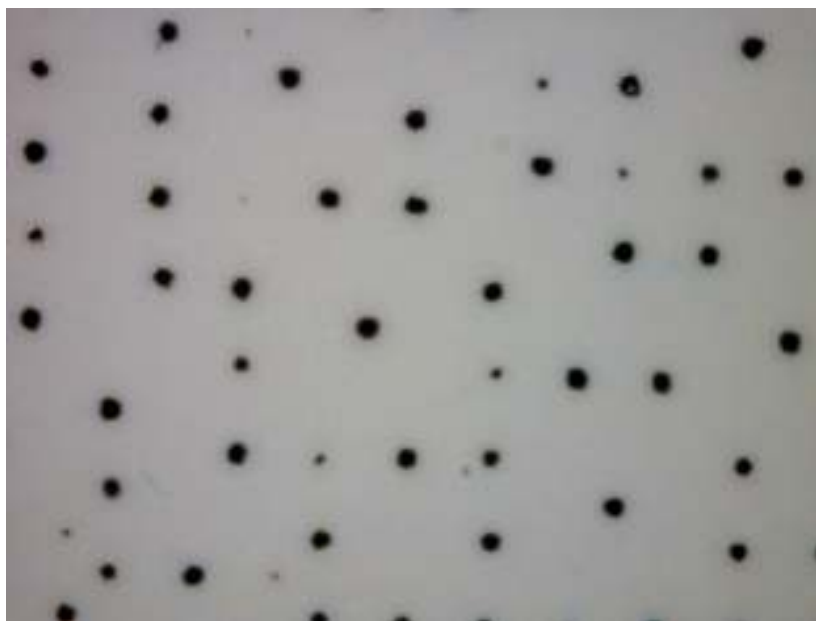
Rastrinio taško padidėjimas buvo apskaičiuotas pagal Miurėjaus-Deviso (ang. *Murray- Davies*) formulę:

$$F_D(\%) = \frac{1 - 10^{-DR}}{1 - 10^{-DT}} 100\%$$

DR – optinis tankis rastriniame lauke;

DT – optinis tankis 100% dengimo lauke;

FD – rastrinio taško santykinis plotas.



23 pav. Juodos spalvos bandomoji spauda (1 %) ant popieriaus naudojant XSOF 52018 montavimo juostą (padidinta 200 kartų)



24 pav. Geltonos spalvos bandomoji spauda (1 %) ant popieriaus naudojant XSOF 52018 montavimo juostą (padidinta 200 kartų)



25 pav. *Magenta* spalvos bandomoji spauda (1 %) ant popieriaus naudojant XSOFTE 52018 montavimo juostą (padidinta 200 kartų)



26 pav. *Cyan* spalvos bandomoji spauda (1 %) ant popieriaus naudojant XSOFTE 52018 montavimo juostą (padidinta 200 kartų)

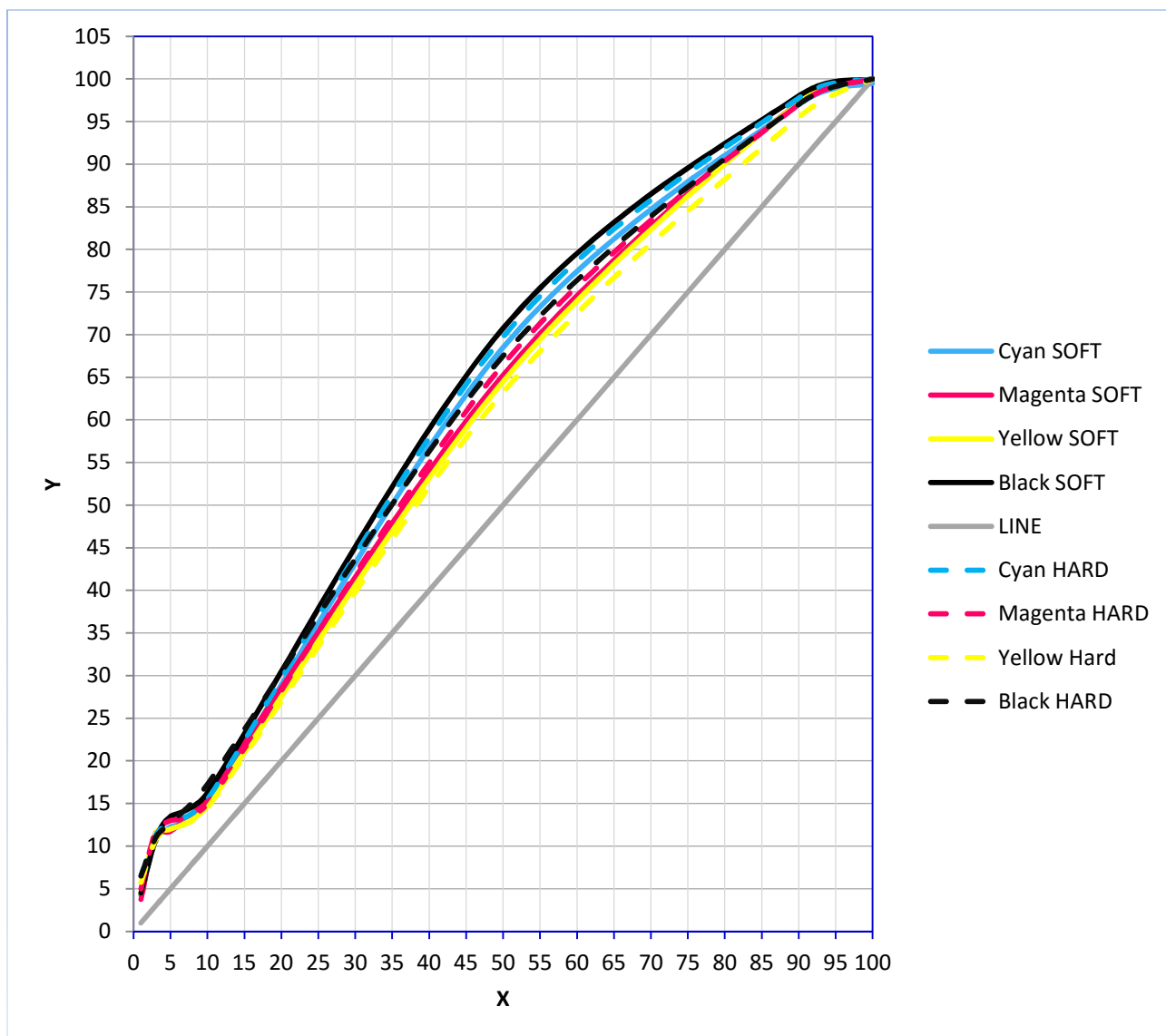
Tonų gradacijų spausdinimo kokybė buvo vertinama pagal 1 %, 3 %, 5 %, 10 %, 50 %, 90 % ir 100 % tonų vertės laukelius. Dėl to, kad matavimai gana tikslūs, kiekvienos spalvos atspaudo laukelis matuotas tik 4 kartus ir apskaičiuotas vidurkis. Rezultatai pateikti 4 ir 5 lentelėse. Gradacinės kreivės pateiktos 27–30 pav. ir 26–30 pav. punktyrine linija vaizduojamos tonų gradacijos naudojant *soft* montavimo juostą, o ištisine linija – naudojant *xsoft* montavimo juostą. Pilka ištisinė atitinka idealią tonų gradaciją

4 lentelė CMYK spalvų matavimas ant pusiau blizgaus popieriaus, TESA Steel master XSOFT 52018 montavimo juosta

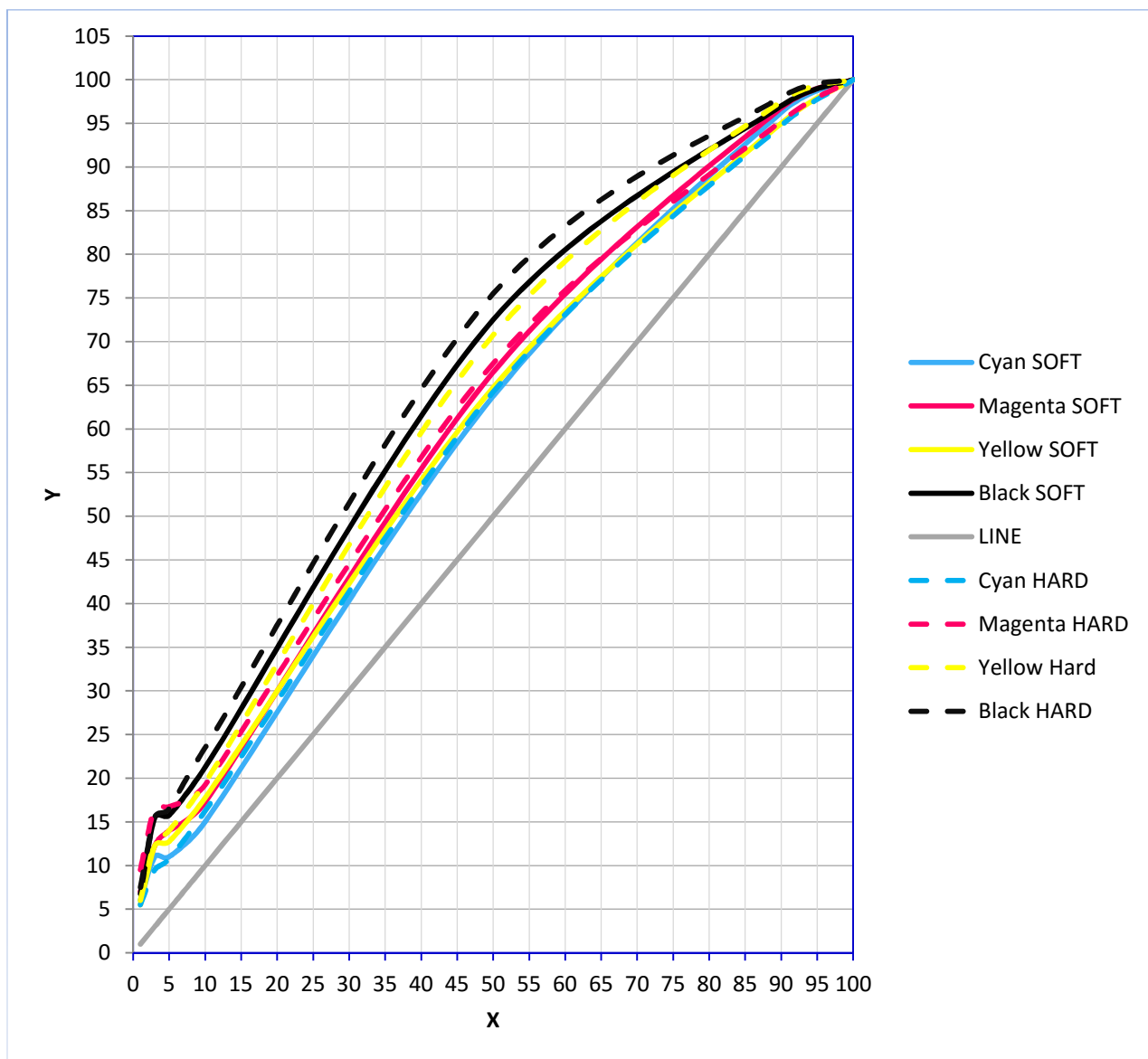
Cyan	1	4	4	5	4	4,25
	3	10	11	11	11	10,75
	5	13	12	12	12	12,25
	10	15	15	15	15	15
	50	68	68	69	69	68,5
	90	97	97	97	97	97
	100	99	100	99	100	99,5
Magenta	1	4	4	3	4	3,75
	3	11	12	11	12	11,5
	5	12	12	12	11	11,75
	10	16	15	16	16	15,75
	50	66	65	65	65	65,25
	90	98	97	97	97	97,25
	100	100	100	100	100	100
Yellow	1	5	4	4	5	4,5
	3	12	11	12	11	11,5
	5	12	12	12	12	12
	10	15	15	14	15	14,75
	50	65	64	64	65	64,5
	90	99	97	97	96	97,25
	100	100	100	100	100	100
Black	1	5	4	5	4	4,5
	3	11	11	11	10	10,75
	5	14	13	14	13	13,5
	10	16	16	16	17	16,25
	50	71	71	70	71	70,75
	90	98	98	98	98	98
	100	100	100	100	100	100

5 lentelė CMYK spalvų matavimas ant plėvelės, TESA Steel master XSOFT 52018 montavimo juosta

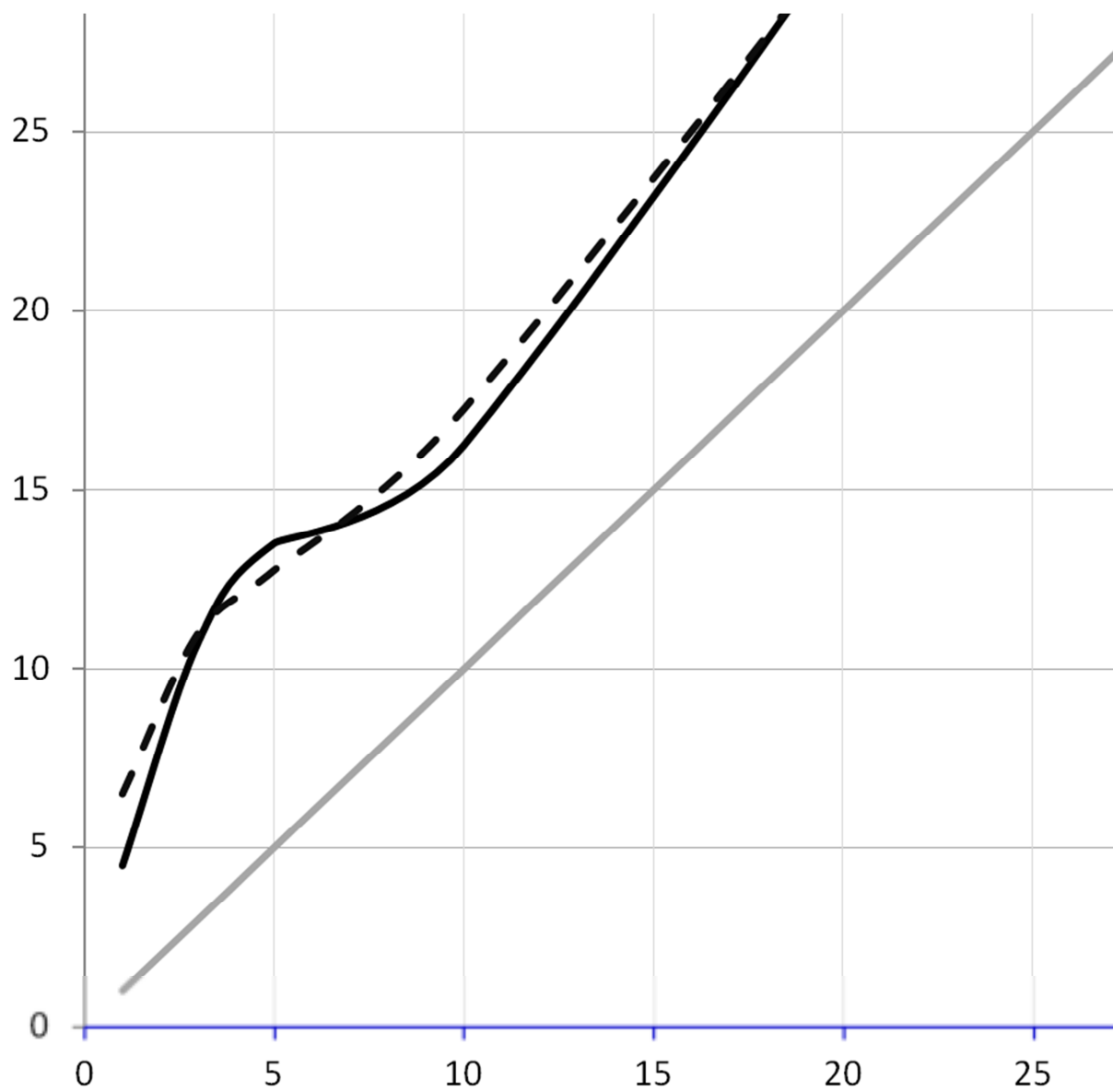
Cyan	1	6	6	6	6	6
	3	11	11	11	11	11
	5	11	11	11	11	11
	10	15	15	15	15	15
	50	64	63	64	64	63,75
	90	96	97	96	96	96,25
	100	100	100	100	100	100
Magenta	1	7	7	7	7	7
	3	12	13	12	12	12,25
	5	14	14	14	14	14
	10	17	18	17	17	17,25
	50	67	66	67	66	66,5
	90	97	97	96	97	96,75
	100	100	100	100	100	100
Yellow	1	6	6	5	5	5,5
	3	13	12	12	12	12,25
	5	13	13	13	12	12,75
	10	18	18	18	17	17,75
	50	64	65	65	65	64,75
	90	94	95	96	95	95
	100	100	100	100	100	100
Black	1	7	7	6	7	6,75
	3	16	15	15	16	15,5
	5	16	16	15	16	15,75
	10	21	22	21	21	21,25
	50	72	73	72	73	72,5
	90	97	97	97	97	97
	100	100	100	100	100	100



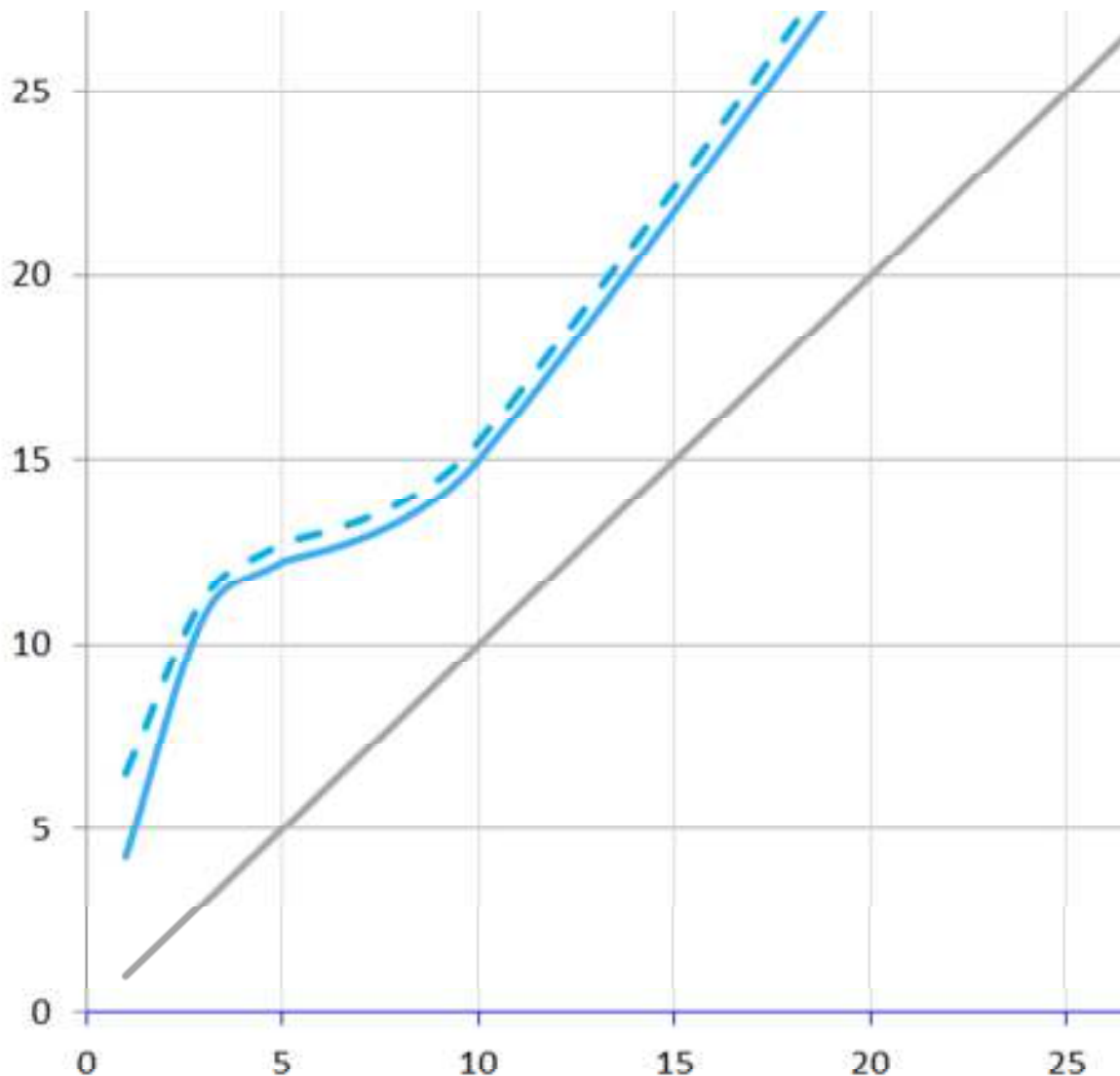
27 pav. CMYK spalvų gradacijų palyginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas, pusiau blizgus popierius



28 pav. CMYK spalvų palyginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas, skaidri plėvelė



29 pav. Tik juodos spalvos paliginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas,
ant pusiau blizgaus popieriaus



30 pav. Tik *cyan* spalvos paliginimas naudojant dviejų rūšių montavimo juostas, ant pusiau blizgaus popieriaus

Gradacinių kreivių analizė rodo, kad didelė dalis gradacinių kreivių naudojant minkštesnę ir kietesnę montavimo juostas skiriasi mažai. Šviesių tonų srityje skirtumai taip lyg ir nedideli – 7 % ir 4 %, tačiau jie reiškia jau didelius vizualinius skirtumus.

SambaFlex 14“ – tai yra speciali papildoma funkcija, kurią galima naudoti kartu su bet kuria rastravimo programa. Ši funkcija yra taikoma „trumpų“ spalvų perėjimų nutrūkimams. Funkcija pradeda mėti („sambuoti“) taškus, kurių dydis yra ≤ 14 pikselių. Šie taškai padaromi vienodo dydžio, t.y. lygūs 14 pikseliam. Kuo labiau šviesėja spalva ir kuo arčiau artėjama prie spalvos tonų praradimo, tuo rečiau yra išdėstomi spaudos taškai. Tai leidžia išvengti mažųjų taškų nestabilaus spausdinimo, o reikiami tonai gaunami keičiant rastrinių taškų tankį, t.y. pereinat prie dažninio rastravimo. Galima manyti, kad šios funkcijos panaudojimas žinant galimus nukrypimus, nustatytus, pavyzdžiui, šiame darbe (29 ir 30 pav.) leidžia sumažinti montavimo juostų įtaką. Taip galima būtų bandyti naudoti tą pačią juostą rastriniams vaizdams ir ištisiniams plotams spausdinti.

3. TYRIMO REZULTATAI IR APTARIMAS

Rankiniu skaitmeniniu mikroskopu „Dino-Lite AM313“ buvo ištirti laukai, 100 % padengti *CYAN*, *MAGENTA* ir *KEY* spalvomis. Buvo „nufotografuotos“ tam tikros spaudos vietos. Naudojant kompiuterinę programą „Dino Capture“, skirtingose kiekvienos spausdinimo formos vietose buvo atlikti spaudos elementų matavimai. Kiekvienas atspaudos pavyzdys buvo nuskenuotas 8 kartus, kad būtų sumažinta duomenų sklaidos įtaka ir minimalizuotos paklaidos. Buvo išmatuoti neuždažytos spaudos taškų plotai (pikseliais). Rezultatai pateikti 1, 2 ir 3 lentelėse.

Optinio tankio matavimui buvo naudojamas densitometras „X Rite 504“. Tonų gradacijų spausdinimo kokybė buvo vertinama pagal 1 %, 3 %, 5 %, 10 %, 50 %, 90 % ir 100 % tonų vertės laukelius. Rezultatai pateikti 4 ir 5 lentelėse, ir paliginti naudojant dviejų rūšių montavimo juostas (žr. 27 ir 28 pav.).

IŠVADOS IR REKOMENDACIJA

1. Spausdinant ištisinius plotus, jų dėmėtumas priklauso nuo montavimo juostos elastingumo: naudojant minkštesnę montavimo juostą palyginti su kietesne juosta yra mažiau smulkių baltų taškelių ir daugiau didesnių. Kadangi atspaudų kokybę lemia didesni balti taškeliai spausdinti atvaizdus su ištisiniais plotais didesnių tikslinga su kietesne montavimo juosta.
2. Montavimo juostų minkštumas daro įtaką tonų gradacijų perteikimui. Nors tonų skirtumai yra nedideli, tačiau jie svarbūs šviesiose vietose – gradacijų skirtumai 1–5 % srityje siekia 4-6%.
3. Tirtos montavimo juostos nėra universalios, jas reikia parinkti pagal spausdinamojo atvaizdo struktūrą.
4. Modifikuotas skaitmeninis vaizdų analizavimo metodas leidžia matuoti atspaudų dėmėtumą.
5. Siekiant sumažinti montavimo juostos elastingumo įtaką perteikiant gradacijas, tikslinga šviesiose atvaizdo vietose naudoti dažninį rastravimą .

Literatūros sąrašas

1. Avina, A. 2010. *Fleksografinių spausdinimo formų paruošimo procesų tyrimas*, baigiamasis magistro darbas. Vilnius: Vilnius Gedimino technikos universitetas.
2. A. Petrėtienė. Transportininkų kalbos kultūra: mokomoji knyga, Vilnius, Technika 2009.
3. Buika, G. 2008. *Polimeriniai kompozitai* [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. gegužės 23d.]. Prieiga per internetą <https://www.ebooks.ktu.lt/einfo/485/polimeriniai-kompozitai>
4. FIRST 4.0 (Flexographic image reproduction specifications & tolerances). FTA, Ronkonkoma, 2009.
5. Grigaliūnienė, S. 2015. *Spaudinių ant popieriaus kaip kompozicinių medžiagų savybių tyrimas*, Vilnius: Technika.
6. Grigaliūnienė, S.; Burkauskaitė, V.; Kuodė, A.; Sidaravičius, J.; Turla, V.; 2014. *Rašalinių ir fleksografinių atspaudų ant skirtingų popierių trinties savybės* iš konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“.
7. Grinius, D.; Gedzevičius, I.; Garbinčius, G. 2010. *Dažytų dangų adhezijos tyrimai* iš konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“.
8. Kazlauskas, D.; Sidaravičius, J. 2010. *Termiškai apdorojamų pakuočių laminavimo kokybės tyrimas* iš konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“.
9. Lukoševičienė, K.; Sivakova, B. 2001. *Popieriaus restauravimui naudojamų klijų adhezija* [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. gegužės 23d.]. Prieiga per internetą http://www.lnb.lt/doc/dkrc/mokslo/popieriaus_restauravimui.pdf
10. Pizzi, A.; Mittal K.L. 2003. *Handbook of Adhesive Technology* [Interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. gegužės 23d.]. Prieiga per internetą <http://polymerinnovationblog.com/wp-content/uploads/2015/02/handbook-of-adhesive-technology.pdf>
11. Prunier J, 2014. Fleksografijos techninės asociacijos (JAV) žurnalas „Flexo“
12. Spaudos projektavimo valdymas. Spaustuvės „PakMarkas“ vidinis dokumentas.
13. Sidaravičius, J. 2012. *Spausdinimo medžiagos: laboratorinių darbų metodiniai nurodymai*. Vilnius: Technika.
14. Rankinio skaitmeninio mikroskopo Dino-Lite naudojimosi instrukcija.
15. Preprotic, S.; Lajic, B.; Jurečić, D. 2011. *Perfect binding technique affects the paperback adhesive binding strength* [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. gegužės 23d.]. Prieiga per internetą https://bib.irb.hr/datoteka/532267.Rad_u_zborniku.pdf

16. Ziminskaitė, A. 2013. *Popieriaus paviršiaus ir mechaninių savybių kaitos spausdinant ofsetiniais dažais tyrimas*, baigiamasis magistro darbas. Vilnius: Vilnius Gedimino technikos universitetas.
17. Г.Киппхан. *Энциклопедия по печатным средствам информации*. Московский государственный университет печати, 2003 г.
18. Н.Д. Бирюкова, Ю.А. Муратов, А.Н. Ефремова *Технология печатных процессов*. Vilnius: Technika, 1986 г.

PRIEDAI

Bandomoji spauda ant pusiau blizgaus popieriaus

Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

Bandomoji spauda ant pusiau blizgaus popieriaus

Montavimo juosta TESA Steel master XSOF 52018

Bandomoji spauda ant ant skaidrios plėvelės

Montavimo juosta TESA Steel master SOFT 52017

Bandomoji spauda ant ant skaidrios plėvelės

Montavimo juosta TESA Steel master XSOF 52018