



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

Povilas Mikalainis

SPALVŲ PARAMETRŲ KAITOS TYRIMAS SPAUSDINANT TIRAŽĄ
THE CHANGES OF COLOURS DURING RUN PRINTING

Baigiamasis magistro darbas

Poligrafijos studijų programa, valstybinis kodas 62408T206

08T medžiagų inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

____ Vytautas Turla ____

(Vardas, pavardė)

(Data)

Povilas Mikalainis

SPALVŲ PARAMETRŲ KAITOS TYRIMAS SPAUSDINANT TIRAŽĄ
THE CHANGES OF COLOURS DURING RUN PRINTING

Baigiamasis magistro darbas

Poligrafijos studijų programa, valstybinis kodas 62408T206

08T Medžiagų inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas __prof. dr. Vytautas Turla ____

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas doc. dr. Jonas Sidaravičius

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas _lekt. Angelika Petrėtienė _

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

TVIRTINU

T 000 Technologijos mokslų mokslo sritis

08T Medžiagų inžinerijos mokslo kryptis

.....studijų kryptis

POLIGRAFIJOS studijų programa, valstybinis kodas
62408T206

.....specializacija

Katedros vedėjas

(Parašas)
Prof. V. Turla
(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

2008.09.02 Nr. 1

Vilnius

Studentui **Povilui Mikalainiui**.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Spalvų parametrų kaitos tyrimas spausdinant tiražą

patvirtinta 200...m. d. dekanų potvarkiu Nr.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2009 m. birželio mėn. 28 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Darbo tikslas: ištirti, kaip keičiasi spausdinamųjų spalvų parametrai.

Darbo uždaviniai:

- ištirti rastrinių taškų didėjimą spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais dvejomis spausdinimo mašinomis,
- nustatyti gradacinių skalių laukelių rastrinių taškų santykinį padidėjimą spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais dvejomis spausdinimo mašinomis,
- ištirti spalvų kaitą dėl skirtingo rastrinių taškų padidėjimo spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais dvejomis spausdinimo mašinomis,
- ištirti spalvų profilių įtaką rastrinių taškų padidėjimui ir spalvų pokyčiams spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais dvejomis spausdinimo mašinomis,
- apibendrinti eksperimentinius duomenis ir suformuluoti išvadas

Tyrimams naudoti densitometrinius ir spektrofotometrinius metodus

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

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

Vadovas
(Parašas)

prof. dr. V. Turla
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

.....
(Vardas, pavardė)

.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Mechanikos fakultetas
Poligrafinių mašinų katedra

ISBN ISSN
Egz. sk. 2
Data 2009 05 28

Pramonės inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas
Pavadinimas: Spalvų parametrų kaitos tyrimas spausdinant tiražą
Autorius: Povilas Mikalainis

Kalba

☒ X lietuvių
☐ užsienio

Anotacija

Darbe tirta vilgymo skysčio sudėties įtaka rastrinio taško padidėjimui spausdinant su dviem ritininėmis spausdinimo mašinomis. Taškų padidėjimas buvo matuotas densitometru bei skaičiuotas pagal CIE $L^*a^*b^*$ koordinates. Nustatyta, kad pakeitus spiritinį vilgymo skysčio priedą į nespirtinį, rastrinių taškų padidėjimas sumenka ir sumažėja spausdinimo stabilumas. Taškų padidėjimas yra skirtingas skirtingoms spalvoms. Taip pat rasta, kad rastrinių taškų padidėjimo pokyčiai keičiant vilgymo skysčio priedus iškraipo spalvas ir daugeliu atvejų spalvų skirtumai yra neleistino lygio.

Darbą sudaro 4 dalys: įvadas, teorinis pagrindimas, eksperimentas, jo eiga ir rezultatų įvertinimas, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis: 92 psl., 1 lentelė, 60 pav., 11 bibliografinių šaltinių, darbo priedas: straipsnis tema „Vilgymo skysčio sudėties įtaka rastrinių taškų padidėjimui spausdinant“.

Prasminiai žodžiai: vilgymo skystis, vilgymo priedai, rastriniai taškai, spalvų skirtumas

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Mechanics
Department of Printing Machines

ISBN ISSN
Copies No.
Date 2009 05 28

Industrial Engineering study programme master thesis
Title: The changes of colours during run printing
Author: Povilas Mikalainis

Thesis language

☒ Lithuanian

☐ Foreign(English)

Annotation

The difference in the dot gain using different additions to the damping solution was investigated on two offset web presses. Dot gain was measured using densitometer and calculating it from the CIE $L^*a^*b^*$ coordinates. It was found that using non alcohol addition instead of alcohol one the dot gain became smaller and printing stability was lower. The dot gain changes depend on the ink – it was different for different colours. The influence of the changes of the dot gain on the colour was determined and it was found that the colour differences are unacceptable in many cases.

The Master Thesis includes 4 parts: introduction, theoretical substantiation, experiment and results, conclusions and suggestions, list of literatures.

The Master Thesis contains 92 pages, 1 table, 60 figures, 11 bibliographical references.
Attachment: article about the influence of the damping solution formulation on dot gain

Keywords: damping solution, damping additions, screen dot, color difference

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS	12
IVADAS.....	12
1. TEORINIS PAGRINDIMAS.....	15
1.1. Spalvos, jų matavimas ir reprodukovimas.....	15
1.1.1. Spalvos sąvoka.....	15
1.1.2. Spalvų matavimas.....	19
1.1.3. Spalviniai modeliai	23
1.1.4. Spalvinių koordinačių nustatymas.....	25
1.1.5. Spalviniai grafikai	28
1.1.6. Spalvų valdymas ir standartizacija	31
1.1.7. Nuo įrenginių nepriklausantis spalvų atkūrimas	33
1.1.8. Spalvų atkūrimo lygiai ir spalvų atkūrimo modeliai	34
1.1.9. Spalvų vadyba	36
1.1.10. ICC metodika įvedimo įrenginių charakterizavimui	37
1.1.11. Spalvų valdymo profiliai.....	38
1.1.12. Spalvų vadyba ir bandyminių atspaudų gamyba.....	40
1.2. Rastrinis taškas ir jo padidėjimas.....	42
1.2.1. Taško dydis ir rastrinio taško plotas.....	42
1.2.2. Fizinis taško padidėjimas.....	42
1.2.3. Rastrinių taškų apskaičiavimas naudojant Murray-Davies lygtį.....	44
1.2.4. Optinis taškų padidėjimas.....	44
1.2.5. Fizinis taško gavimas ir Yule-Nielsen lygtis	46
1.2.6. Murray-Davies ar Yule-Nielsen lygtis	46
1.2.7. Rastrinis taškas ir rastro liniatiūra	47
2. EKSPERIMENTAS, JO EIGA IR REZULTATŲ ĮVERTINIMAS.....	48
2.1. Darbo tikslas ir uždaviniai	48
2.2. Tyrimo objektai.....	49
2.3. Eksperimentinė dalis	51
2.4. Tyrimo metodika ir rezultatai	56
2.5. Rastro taškų ploto kitimas gaminant formas	58
2.6. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo	61

2.6.1. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina.....	61
2.6.2. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina.....	63
2.7. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto.....	66
2.7.1. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina.....	66
2.7.2. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina.....	70
2.8. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybės nuo jų santykinio ploto apibendrinimas.....	74
2.9. Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates	75
2.9.1 Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates spausdinant „Goss M – 600“ mašina	75
2.9.2. Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates spausdinant „Rotoman 50“ mašina	79
2.10. Spalvų kitimas keičiant vilgymo skystį.....	83
2.10.1 Spalvų skirtumas ΔE spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina.....	83
2.10.2. Spalvų skirtumas ΔE spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina.....	86
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	91
NAUDOTA LITERATŪRA	92

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Elektromagnetinės spinduliuotės spektras	16
2 pav. Objekto atspindžio spektrai:.....	17
3 pav. Trijų tos pačios oranžinės spalvos šviesos srautų energijos spektrinis pasiskirstymas.....	18
4 pav. Spalvų sistemos	19
5 pav. Spalvos matavimas sudedant pagrindines spalvas	20
6 pav. Spalvos vektorius trimatėje RGB erdvėje.....	21
7 pav. Matuojamosios spalvos (1) nepavyko atgaminti maišant raudoną (2) žalią (3) ir mėlyną (4) spalvas. Spalvos sulygintos, pridėjus prie matuojamosios šiek tiek raudonos.....	22
8 pav. Spalvinė xy diagrama („trikampis“)	23
9 pav. RGB modelio koordinačių sistema.....	24
10 pav. CMYK modelio koordinačių sistema	25
11a pav. RGB sudėjimo kreivės	26
11b pav. XYZ sudėjimo kreivės	26
12 pav. CIE šviesos šaltinių spektrinės charakteristikos.....	27
13 pav. Spalvinių koordinačių skaičiavimo schema.....	28
14 pav. Spalvų skyrimo slenkstinių dydžių elipsė (a) ir elipsių padėtis spalviniame grafike (b)	29
15 pav. CIE $L^*a^*b^*$ sistemos spalvų erdvės pjūvis per rutulio pusiaują.....	30
16 pav. Spalvų skirtumo ΔE skaičiavimo schema.....	31
17 pav. Spalvų valdymo sistema	39
18 pav. Rastrinio taško fizinio padidėjimo schema: a – nepadidėjęs, b – padidėjęs	43
19 pav. Šviesos atspindys ir sklaida bei rastrinio taško optinis padidėjimas	45
20 pav. Skaitmeninių ofsetinių spaudos plokščių eksponavimo įrenginys „Trendsetter News“	49
21 pav. Ritininė ofsetinės spaudos mašina „Rotoman 50“	49
22 pav. Ritininė ofsetinės spaudos mašina „Goss M - 600“	50
23 pav. Taško matmenų kitimas nuo paruoštos medžiagos spausdinimui iki išspausdinto produkto.....	52
24 pav. Rastrinio taško matmenų kitimas	53
25 pav. „iCPLATE II“ nešiojamas skaitmeninių ir tradicinių ofsetinių spausdinimo formų matavimo prietaisas	53
26 pav. Rastrinio taško nuotraukos nuo mažiausio iki didžiausio.....	54
27 pav. a) spektrofotometras „SpectrophotometerSpectroEye“, b) densitometras „DensitometerD19C“	55
28 pav. Schema, pagal kurią buvo surūšiuoti spausdinti bandiniai	57
29 pav. Kontrolinės skalės atspaudų gradacinėms charakteristikoms nustatyti	58

30 pav. Keturių spaudos formų, kurios buvo gamintos viena paskui kitą, rastrinių taškų santykinio ploto priklausomybė nuo tikro taško dydžio	59
31 pav. Aštuonių spaudos formų, kurios buvo pasirinktos atsitiktinai per vieną mėnesį, rastrinių taškų priklausomybė nuo tikro taško dydžio	60
32 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su spiritiniu vilgymo priedu	61
33 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine mašina „Goss M – 600“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su sena profiline kreive	62
34 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito ir be profilio kreivės	63
35 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su spiritiniu vilgymo priedu.....	64
36 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su mažu vilgymo skysčio priedu	65
37 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su sena profiline kreive.....	66
38 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais	67
39 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais	68
40 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais	69
41 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais.....	70
42 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais	71
43 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais	72
44 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais.....	73
45 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais.....	74

46 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatinių sistema	75
48 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatinių sistema	77
49 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatinių sistema	78
50 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis	79
51 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis	80
52 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis	81
53 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis	82
54 pav. Žydros spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais	83
55 pav. Purpurinės spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais	84
56 pav. Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais	85
57 pav. Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais	86
58 pav. Žydros spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais	87
59 pav. Purpurinės spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais	88
60 pav. Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais	88

61 pav. Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su	
įvairiais vilgymo priedais	89

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Elektromagnetinės spinduliuotės regimojo spektro sritys	12
--	----

IVADAS

Kiekvienos įmonės tarp jų ir spaustuvių konkurencingumas tiek vietos rinkoje, tiek siūlant gaminius ir paslaugas užsienyje priklauso nuo keleto faktorių: gaminių kokybės, jų kainos, užsakymų vykdymo terminų. Aukštos atspaudų kokybės siekimas yra vienas iš pagrindinių tikslų poligrafijoje ir tai nėra iki galo išspręsta problema. Tai ypač aktualu naudojant naujesnes spausdinimo technologijas, didėjant reikalavimams, keliams atspaudų kokybei, kartu stengiantis mažinti spausdinimo kainą. Todėl tampa vis svarbiau tiksliau apibrėžti kokybės sampratą, kokybės kriterijus bei eksperimentiškai įvertinti naujų technologijų įtaką spausdinimo kokybei. Didinami reikalavimai gamtosagai verčia spaustuves diegti naujas gamtosaugines technologijas, kurios ne visada teigiamai veikia gaminių kokybę. Bet kurio atveju jos reikalauja koreguoti esamas technologijas, o tam reikia atlikti gana detalius tyrimus.

Viena iš problemų, kurias sprendžia spaustuvės yra ofsetiniame spausdinime pakeisti spiritinius (izopropanolio) vilgymo skysčio priedus, kurie yra kenksmingi žmogui ir nedraugiški aplinkai. Toks pakeitimas visada pasireiškia spausdinimo kokybės mažėjimu. Vilgymo skysčio priedo pakeitimas pirmiausiai veikia rastrinių taškų padidėjimą, kas ženkliai mažina spalvų atgaminimo tikslumą. Todėl reikia šį efektą ištirti ir remiantis tyrimų rezultatais koreguoti technologinius procesus. Kadangi itin svarbus yra tikslus spalvų atgaminimas, tai pirmoje eilėje reikia patikslinti spalvų vadybos sistemą ir ypač spalvų vadybos profilių naudojimą. Šios problemos mokslinėje literatūroje nėra detaliau nagrinėtos. Todėl šio darbo skirtas ištirti spausdinimo kokybės pokyčius keičiant spiritinį vilgymo skysčio priedą į nespirtinį. Tai atlikta eksperimentiškai tiriant spaustuvės sąlygose spausdinant dviem skirtingomis spausdinimo mašinomis rastrinių taškų padidėjimo pokyčius įvairioms spalvoms ir tų pokyčių lemtus atspaudų spalvų skirtumus.

Darbo tikslas: eksperimentiškai ištirti spausdinimo kokybės – spalvų parametrų kaitą, spausdinant tiražus su skirtingais vilgymo skysčiais.

Darbo uždaviniai:

- padaryti literatūros apie spalvų reproduktivumą ir spalvų valdymo sistemą apžvalgą,
- ištirti rastrinių taškų padidėjimo pokyčius spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais,
- išnagrinėti spalvų valdymo profilių taikymo su skirtingais vilgymo skysčiais efektą,
- ištirti spalvų pokyčius, atsiradusius dėl vilgymo skysčių kaitos.

Darbo metodika: darbas eksperimentinis, matavimams naudoti densitometras ir spektrofotometras, rastrinių taškų ploto skaičiavimui naudoti teoriniai metodai.

Darbo rezultatai leido nustatyti, kaip keičiasi spalvų reproduktivumo kokybė keičiant vilgymo skystį ir rekomenduojama juos panaudoti technologinių režimų koregavimui.

Darbo rezultatai pristatyti ir aptarti 12 konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis. mechanika, medžiagų inžinerija, pramonės inžinerija ir vadyba“ 2009 m. balandžio mėn. 23 d. bei paruoštas ir priimtas publikacijai straipsnis „Vilgymo skysčio sudėties įtaka rastrinių taškų padidėjimui spausdinant“

1. TEORINIS PAGRINDIMAS

(literatūros apžvalga)

Aukštos atspaudų kokybės siekimas yra vienas iš pagrindinių tikslų poligrafijoje ir tai nėra iki galo išspręsta problema. Tai ypač aktualu naudojant naujesnes spausdinimo technologijas, didėjant reikalavimams, keliamiems atspaudų kokybei, kartu stengiantis mažinti spausdinimo kainą. Todėl tampa vis svarbiau tiksliau apibrėžti kokybės sampratą, kokybės kriterijus bei eksperimentiškai įvertinti naujų spaudos būdų spausdinimo kokybę.

Pirmiausia atvaizdų kokybės srityje buvo skiriama daugiausiai dėmesio spalvinių tonų perėjimui sudarant atvaizdą, po to erdviniam vaizdui ar smulkioms atvaizdo dalelėms. Galiausiai pakankamai išstobulinus atvaizdų atgaminimo technologiją, pradėtas skirti daugiausiai dėmesio tiksliai spalvų atgaminimui.

Pramonės tyrimai aiškiai rodo, kad pirkėjui renkantis prekę jos atvaizdo kokybė yra svarbesnė už kainos faktorių. Aukštos atvaizdo kokybės siekimas vis dar yra svarbiausias tikslas ir tai nėra iki galo išspręsta problema.

Nors ir atspaudų kokybės tyrimai yra skatinami gamintojų, bet nei vienoje įmonėje atspaudų kokybės tyrimai moksliniu atžvilgiu neįeina į struktūrinę organizacijos schemą, net jei tai ir būtų įmonė tiesiogiai susijusi su spauda. Atspaudų kokybės tobulinimas yra paliktas naujų produktų kūrėjams – inžinieriams kartu derinant ir ekonominę naudą. Nenuostabu, kad vidutinio ir žemo lygio įmonėse atspaudų kokybės klausimas užstringa organizacinėse firmos darbo problemose. Dar blogiau yra tai, kad dažnai mes einame lengviausiu keliu, t. y. atsisakydami brangių ir kokybiškų spausdinimo technologijų su tokia nuostata, kad „aš galiu nustatyti atspaudų kokybę tiesiog pažvelgęs į jį“.

Spausdinimo mašinos operatoriai stengiasi išlaikyti pastovią spalvų kokybę spausdinimo metu tam, kad pagamintų jų klientams geriausios kokybės produktą. Svarbiausias rūpestis spausdinant toninį atvaizdą yra atgaminti pustonių. Tai padaroma, kontroliuojant efektyvų rastrinių pustonių plotą ir dažų kiekį. Todėl didelės pastangos buvo dedamos tam, kad suprastume, kaip matuojamas rastrinių taškų plotas. Aptarsime kai kuriuos dažnai painius taško padidėjimo ir rastrinių taškų ploto aspektus bei spalvų reprodukovimo problemas

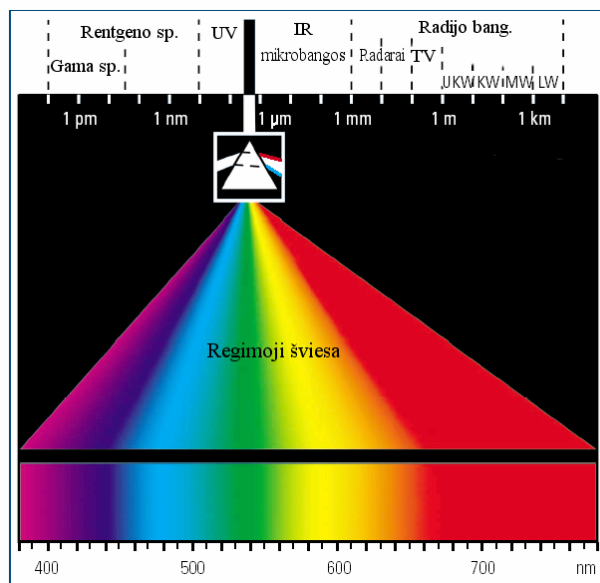
1.1. Spalvos, jų matavimas ir reprodukovimas

1.1.1. Spalvos sąvoka

Spalva yra labai galinga informacijos kodavimo priemonė, be to, turinti ir psichologinį poveikį, palengvinantį informacijos suvokimą. Todėl spalvotos informacijos registravimas ir dauginimas plėtojasi labai sparčiai.

Nagrinėjant spalvų reprodukovimo problemas, pirmiausiai reikia apibrėžti, kas tai yra spalva. Šis paprastas klausimas iki šiol neturi visiškai tikslaus atsakymo, kadangi spalva yra žmogaus pojūtis, atsirandantis per regos aparatą. Žmogus mato tik nedidelę elektromagnetinių virpesių spektro dalį (nuo 400 iki 700 nm, 1 pav.), suvokdamas ją kaip šviesą. Šią elektromagnetinių virpesių spektro dalį toliau skaidant gauname spinduliuotes, kurias žmogus priklausomai nuo bangos ilgio suvokia kaip skirtingų spalvų šviesą. Skiriamos septynios matomojo spektro sritys (1 lentelė). Šis skirstymas yra šiek tiek sąlyginis, nes sričių ribos neryškios, vienos sritys pereina į kitą, sudarydamos tarpines sritis.

Objekto spalva priklauso nuo jo atspindimos, praleidžiamos ar skleidžiamos šviesos spektrinės sudėties ir intensyvumo. Jeigu objektas tolygiai atspindi arba praleidžia šviesą visame matomame spektre, tai objektas yra nespaltotas, o jeigu netolygiai – jis turės kažkokią spalvą (2 pav.). Tas pat pasakytina ir apie šviesą skleidžiančius objektus – šviesos šaltinius. Iš čia aišku, kad nors spalvas žmonės skiria ne visai vienodai, vienodo galingumo ir tos pačios spektrinės sudėties spinduliuotė bus suvokiama, kaip turinti tą pačią spalvą.

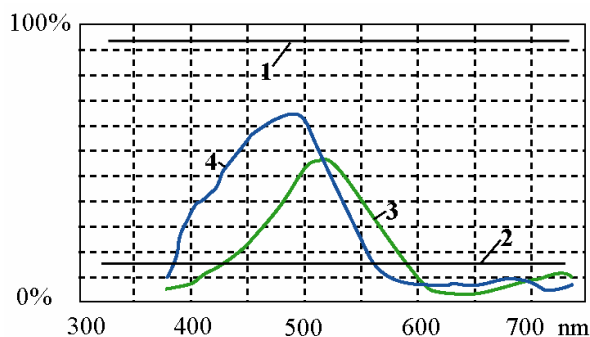


1 pav. Elektromagnetinės spinduliuotės spektras

1 lentelė. Elektromagnetinės spinduliuotės regimojo spektro sritys

Spalva	Bangos ilgis, nm
Raudona	620-700(780 [*])
Oranžinė	590-620
Geltona	560-590
Žalia	500-560
Žydra	470-500
Mėlyna	430-470
Violetinė	400(380 [*])-430

*- raudonos ir violetinės sričių ribos, kurios gali būti matomos priklausomai nuo individualaus žmogaus, jo akių adaptacijos, šviesos intensyvumo ir pan.



2 pav. Objekto atspindžio spektrai:

1 – baltas, 2 – pilkas, 3 – žalias, 4 – mėlynas

Remdamasi tuo, Tarptautinė apšvietimo komisija (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) yra priėmusi spalvos apibrėžimą, kurio prasmė yra ši:

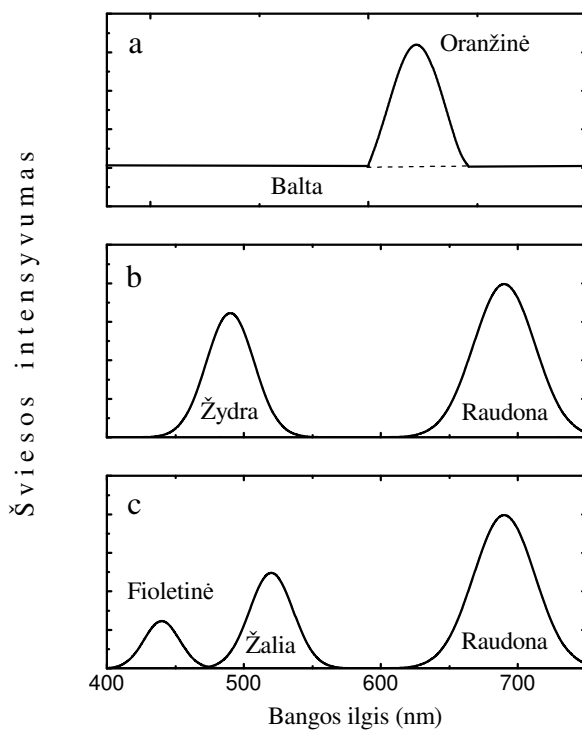
„Spalva – tai yra regėjimo pojūtis, leidžiantis kokybiškai atskirti įvairios spektrinės sudėties spinduliuotes“.

Tačiau šis apibrėžimas nėra pakankamai tikslus. Pasirodo, kad ta pati spalva visiškai nereiškia, kad šviesos srautų spektrinis pasiskirstymas taip pat yra tas pat. Pavyzdžiui, baltą spalvą galima gauti sudedant labai skirtingus spektrinių požiūriu šviesos srautus. Tas yra charakteringa ne tik baltai spalvai, bet ir visoms kitoms. 3 pav., pavyzdžiui, pateikti trys atspindžio spektrai, kurie atrodo tos pačios oranžinės spalvos, nors atspindžio spektrai labai skirtingi. Šis reiškiny yra vadinamas spalvų metameriškumu, o vienodos spalvos, charakterizuojamos skirtingais spektrais, – metamerinėmis. Spalvų metameriškumas yra labai svarbus spalvų reprodukovimui, nes leidžia atkurti spalvas, nebūtinai atkuriant tą patį atspindžio ar pralaidumo spektrą. Taip yra daroma

spalvotoje fotografijoje, poligrafijoje spausdinant (skirtuminė arba subtraktyvinė spalvų sintezė) bei televizijoje (sudėtinė arba adityvinė spalvų sintezė).

Kadangi objekto spalva priklauso nuo jo atspindėtos arba praleistos šviesos spektro ir intensyvumo, tai suprantama, kad tas spektras priklausys ir nuo šviesos šaltinio spektrinės charakteristikos. Pavyzdžiui, jeigu mėlynas, t. y. atspindintis mėlynoje spektro srityje, objektas apšviečiamas šviesa, kurioje nėra mėlynų spindulių, jis atrodys juodas. O mėlynos raidės ant balto popieriaus, apšviestos mėlyna šviesa, bus nematomos, nes raidės ir popierius atspindės taip pat. Iš čia matyti, kad objekto spalva priklauso nuo šviesos spektrinės sudėties, o lyginant ar matuojant spalvas reikia parinkti ir standartizuoti apšvietą.

Be to, spalvos suvokimas priklauso nuo aplinkos, žmogaus būsenos, apšvietos intensyvumo, kai kurių psichologinių efektų ir pan. Todėl dar reikia palaikyti pastovias ir atskirai apibūdinti šias, vadinamas kolorimetrinėmis (kolorimetrija – spalvos matavimas prietaisu), sąlygas. Jeigu kolorimetrinės sąlygos nevienodos, tai spalvos bus suvokiamos skirtingai, o matavimai netikslūs ir nepakartojami, o tai reiškia, kad matavimo rezultatų panaudoti nebegalima [4].

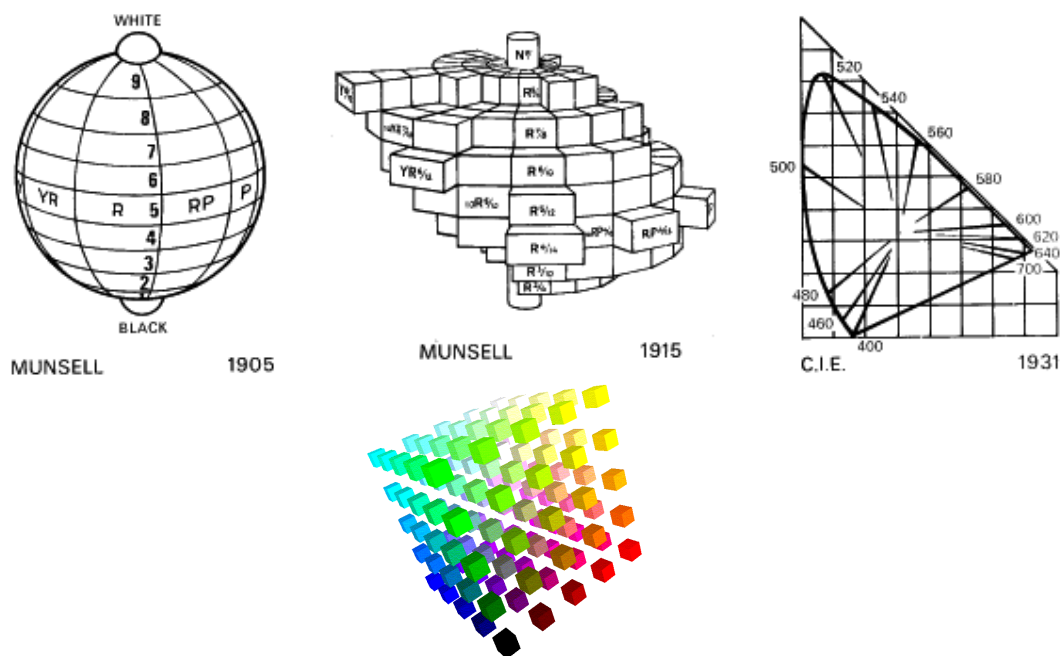


3 pav. Trijų tos pačios oranžinės spalvos šviesos srautų energijos spektrinis pasiskirstymas

1.1.2. Spalvų matavimas

Nors spalva ir yra pojūtis, tačiau, norint valdyti spalvų registravimo ir reprodukavimo procesus, reikia spalvas matuoti ir išreikšti jas skaičiais. Be to, šie skaičiai turi leisti įvertinti kiekybiškai spalvų, pavyzdžiui, originalo ir kopijos, skirtumus.

Kokybiškai spalvos gali būti apibrėžiamos žodžiais, pavyzdžiui, žalia, gelsvai žalia, melsvai žalia, šviesiai žalia, pastelinė žalia ir t.t. Tokie apibrėžimai neleidžia tiksliau išreikšti spalvą. Tačiau turint tų spalvų etalonus galima duoti nuorodas į juos, ir taip apibūdinti spalvą. Etalonai turi būti sudėlioti paieškos palengvinimui pagal tam tikrą sistemą. Tokių sistemų yra sukurta keletas, kurių žinomiausia yra Albert H. Munsell (Manselo) sistema (4 pav.). Ji sukurta XX a. pradžioje, tačiau keletą kartų tobulinta ir naudojama dar ir dabar. Nors šios sistemos neišreiškia spalvas kiekybiškai, tačiau jų didžiausias privalumas yra vaizdumas, spalvas galime matyti atlase ir vizualiai jas rinkti (tai svarbu dizaineriams) ir lyginti.



4 pav. Spalvų sistemos

Kokybiškai apibūdinant spalvas galima išskirti tris sąvokas – spalvą, jos sodrumą ir šviesį, kurias ir reikia išreikšti skaičiais. Tam pasitelktos žmogaus spalvotos regos ypatybės. Žmogaus akis junta spinduliuotę dviejų rūšių receptoriais – stiebeliais (intensyvumo receptoriai) ir kugeliais.

Kadangi spalva yra trimatė, pagal bendrą matavimų principą – matuojamojo sulyginimą su šio dydžio vienetu, reikia turėti tris vienetus - tris nepriklausomas pagrindines spalvas. Tos spalvos –

raudona, žalia ir mėlyna – atitinka akies kugelių spektrinį jautrį. Šios spalvos gali būti įvairios, tačiau reikia parinkti tokias, kurios galėtų atkurti kuo didesnę labai sodrių spalvų diapazoną ir kurias galima būtų lengvai gauti eksperimentiškai. Tokių spalvų visuma vadinama kolorimetrine sistema. Tarptautiniu lygiu yra priimtos dvi sistemos – RGB ir XYZ.

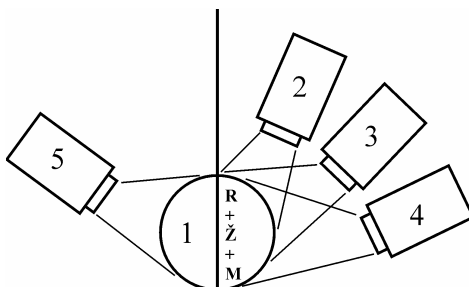
RGB sistemoje pagrindinės spalvos (tiksliau, spinduliuotės, bet toliau - spalvos) yra:

- raudona - $\lambda_R = 700 \text{ nm}$;
- žalia - $\lambda_G = 546,1 \text{ nm}$ (e linija gyvsidabrio emisijos spektre);
- mėlyna - $\lambda_B = 435,8 \text{ nm}$ (g linija gyvsidabrio emisijos spektre).

Šias spalvas dar reikia išreikšti kiekybiškai energiniais arba šviesos vienetais. Galima būtų priimti vienodus energinius arba šviesinius spalvų vienetus. Tačiau pasirodė, kad sudėjus vienodos galios arba vienodo šviesio šias tris spinduliuotės negaunama balta spalva – ji mėlyna. Todėl buvo parinktos tokios srautų šviesos galios arba šviesio reikšmės, kurios duotų baltą spalvą. Tada tokios spinduliuotės tampa vienetais ir yra vadinamos *vienetinėmis spalvomis*:

- raudona $R = 683 \text{ cd/m}^2$ (arba $243,9 \text{ W}$);
- žalia $G = 3135 \text{ cd/m}^2$ (arba $4,66 \text{ W}$);
- mėlyna $B = 41 \text{ cd/m}^2$ (arba $3,38 \text{ W}$).

Nustačius vienetus, galima matuoti spalvas ir išreikšti jas skaičiais – vienetinių spalvų kiekiu, reikalingu atgaminti matuojamąją spalvą. Matavimo principas parodytas 5 pav. Fotometrinės prizmės 1 viena plokštuma apšviečiama matuojamąja spalva S, o antroji – raudona (R), žalia (G) ir mėlyna (B) spalvomis. Jų bei matuojamosios spalvos intensyvumas keičiamas diafragmomis arba optiniais pleištais. Keičiant RGB spalvų intensyvumą pasiekama, kad stebėtojai abi plokštumos atrodytų tos pačios spalvos. Toliau raudonos, žalios ir mėlynos spalvų intensyvumus, kada abu laukeliai atrodo tokios pat spalvos, daliname iš vienetinių spalvų ir gauname koeficientus r , g ir b . Šie koeficientai reiškia, kiek vienetinių spalvų reikia matuojamosios spalvos atgaminimui.



5 pav. Spalvos matavimas sudedant pagrindines spalvas

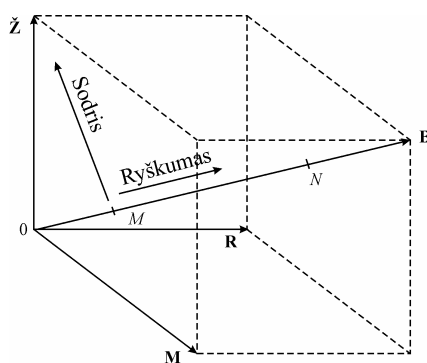
1 – prizmė, 2 – raudonos spalvos šviesos šaltinis, 3 – žalios spalvos šviesos šaltinis, 4 – mėlynos spalvos šviesos šaltinis, 5 – matuojamoji spalva

Turėdami koeficientus r , g ir b , matuojamąją spalvą galima matematiškai išreikšti kaip trijų dėmenų sumą:

$$S = rR + gG + bB \quad (1)$$

čia R , G , B – vienetinės spalvos, r , g , b – koeficientai, nurodantys, kiek vienetinių RGB spalvų reikia sudėti, kad gautume kokybiškai ir kiekybiškai spalvą, lygią matuojamajai. (1) lygtis yra vadinama spalvos lygtimi.

Tokia spalvos išraiška reiškia, kad spalva yra tam tikras taškas (tiksliau, vektorinis dydis) trimatėje erdvėje (6 pav.), kurios koordinatinių ašys yra R , G ir B . To taško koordinatės r , g ir b vadinamos spalvinėmis koordinatėmis. Šios lygtys yra patogios tuo, kad su jomis galima atlikti algebrinius veiksmus – sudėti spalvas ar atimti vieną spalvą iš kitos. Tas atspindi spalvų skirtuminės ar sudėtinės sintezės galimybę, pasinaudojant spalvų metameriškumo savybe, beje, pagal antrąjį Grasmano dėsnį: spalvų mišinio arba skirtumo spalva priklauso nuo jų spalvų ir nepriklauso nuo atitinkamų spinduliuočių spektro.

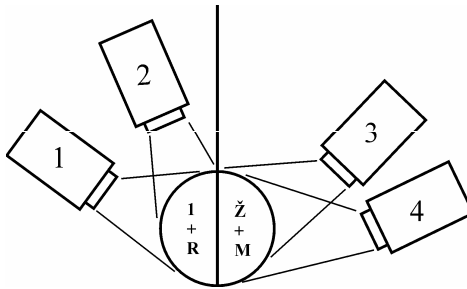


6 pav. Spalvos vektorius trimatėje RGB erdvėje

RGB sistemoje naudojamos realios spalvos. Tai patogu, kadangi galima tiesiogiai matuoti spalvas eksperimentiškai. Tačiau pasirodė, kad su tokiais RGB spalvomis negalima atkurti labai sodrių spalvų. Tokiu atveju spalvų suliginimui 5 pav. metodu prisieina prie matuojamosios spalvos pridėti vieną iš pagrindinių. Pavyzdžiui, spalvų suliginimui, reikėjo pridėti prie matuojamosios dar raudoną spalvą (7 pav.). Tada gauname tokią spalvos lygtį, kurioje yra neigiamos koordinatės:

$$S + rR = gG + bB \quad \text{arba} \quad S = gG + bB - rR. \quad (2)$$

Pastaroji lygtis reiškia, kad žalios ir mėlynos spalvų sodrumo nepakanka, kadangi jos sužadina ne tik mėlynuosius ir žaliuosius akies receptorius, bet ir raudonuosius. Pridėdami raudonos spalvos, sumažiname matuojamosios spalvos sodrumą papildomai sužadinami raudonuosius receptorius.



7 pav. Matuojamosios spalvos (1) nepavyko atgaminti maišant raudoną (2) žalią (3) ir mėlyną (4) spalvas. Spalvos sulygintos, pridėjus prie matuojamosios šiek tiek raudonos

Neigiamos spalvinės koordinatės yra nepatogios skaičiavimams. Todėl buvo priimta kita sistema – XYZ. Jos pagrindą sudaro nerealios (todėl pažymėtos matematiniais simboliais) spalvos, tačiau jos yra artimos RGB sistemos spalvoms. Daugiausiai jos skiriasi sodrumu. XYZ sistemos vienetines spalvas galima atvaizduoti lygtimis:

$$\begin{aligned} X &= 0,4185R - 0,0912G + 0,0009B ; \\ Y &= - 0,1588R + 0,2524G - 0,0025B ; \\ Z &= - 0,0829R + 0,0157G + 0,1786B. \end{aligned} \quad (3)$$

Iš lygčių (3) matome, kad X pagal spalvą artima raudonai, bet sodresnė, nes lygtyje yra neigiama žalios spalvos sudedamoji. Y taip pat labiau sodri, nes yra dvi neigiamos sudedamosios. Y šiek tiek pasislinkusi į mėlyną pusę nes mėlynoji sudedamoji yra didesnė (iš jos atimta tik 0,0025) už raudonąją (jos atimta daugiau – 0,1588). Z labiau sodri, bet pasislinkusi į žydros pusę. Tiesiogiai matuoti spalvas XYZ sistemoje neįmanoma, tačiau galima matuoti RGB sistemoje, o koordinates perskaičiuoti gerai žinomais matematiniais metodais, taikant lygtis (1 ir 3).

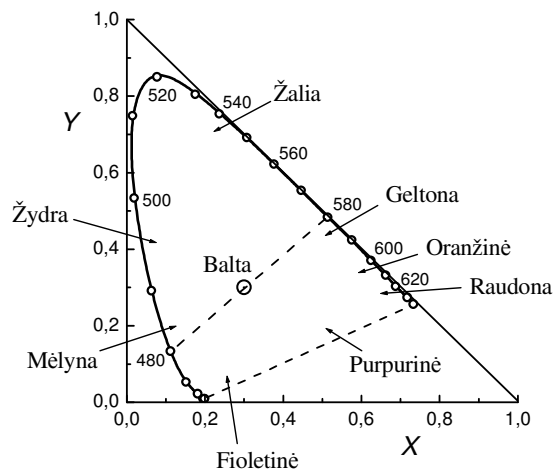
XYZ sistemoje spalvos yra atvaizduojamos trimatėje erdvėje, panašiai kaip ir RGB sistemoje. Erdvinis atvaizdavimas yra nepatogus, norint išivaizduoti spalvą. XYZ sistema suteikia galimybę atvaizduoti spalvą plokštumoje, tiesa netenkant informacijos apie spalvos šviesį. Galime XYZ spalvines koordinates x , y , z pertvarkyti, kiekvieną jų padalinant iš jų sumos, ir gauti kitas koordinates, dažnai vadinamas spalvos koeficientais:

$$\bar{x} = \frac{x}{x + y + z}, \quad \bar{y} = \frac{y}{x + y + z}, \quad \bar{z} = \frac{z}{x + y + z}, \quad (4)$$

Šių naujųjų koordinačių suma lygi vienetui, tai yra, žinant $\bar{x}$ ir $\bar{y}$, galima surasti ir $\bar{z}$:

$$\bar{z} = 1 - (\bar{x} + \bar{y}). \quad (5)$$

Dabar spalvą galima atvaizduoti plokštumoje, naudojant dvi spalvines koordinates $\bar{x}$ ir $\bar{y}$. Jeigu šioje koordinatinių sistemoje atidėtume visų spektro spalvų, išreikštų per bangos ilgį, koordinates, gautume figūrą, kai kada vadinamą spalvų trikampiu (8 pav.). Matomojo spektro spalvos šiame grafike sudaro lenktą liniją, panašią į arklio kanopą. Tiesėje, jungiančioje taškus 380 nm ir 780 nm, yra purpurinės spalvos. Jų baltos šviesos spektre nėra, nes tai yra mišinys raudonos ir mėlynos spalvų, kurios yra priešingose spektro dalyse [3-4].



8 pav. Spalvinė xy diagrama („trikampis“)

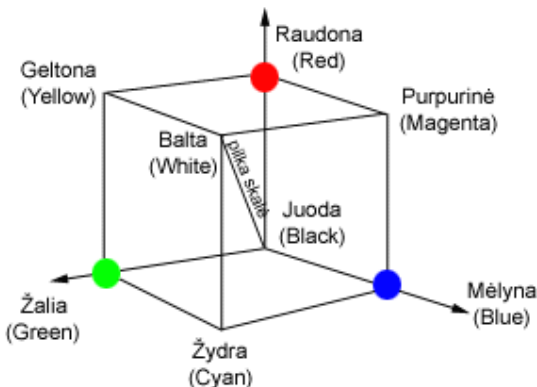
1.1.3. Spalviniai modeliai

Spalvinis modelis – tai spalvos parametrų (tono, šviesio, sodrumo) aprašymo būdas. Objektas, turintis kokią nors spalvą, gali ją sugerti arba atspindėti. Tokiems objektams aprašyti naudojami skirtingi spalvų modeliai.

RGB spalvinis modelis naudojamas prietaisuose, kurie spinduliuoja šviesą: televizoriuose, kompiuterių monitoriuose. Šis modelis remiasi pagrindinėmis spalvomis: raudona, žalia, mėlyna (angliškai: Red, Green, Blue. Iš čia ir kilęs modelio pavadinimas).

Maišant pagrindines spalvas, sukuriamos išvestinės spalvos. Maišant dvi pagrindines spalvas, gaunama šviesesnė spalva. Sumaišę raudoną ir žalią, gauname geltoną, sumaišę žalią ir mėlyną – žydrą, o mėlynos ir raudonos mišinys vadinamas purpurine spalva. Sumaišius visas tris pagrindines spalvas, gaunama balta spalva. Tokios spalvos vadinamos adityvinėmis (papildančiosiomis). Sumaišius visas tris spalvas skirtingomis proporcijomis, galima išgauti visą atspalvių įvairovę. RGB modelyje kiekvienos spalvos kiekis matuojamas skaičiais nuo 0 iki 255, taigi turi 256 lygius. Spalvinės komponentės (pagrindinės spalvos) dar vadinamos spalviniais kanalais. RGB yra trijų kanalų spalvinis modelis. RGB modelio koordinatinių sistema pateikta 9 pav.

Ši spalvinį modelį galima išvaizduoti kaip trimatę koordinačių sistemą. Kiekviena koordinatė parodo, kokia dalis konkrečios pagrindinės spalvos (nuo 0 iki 255) yra turimoje spalvoje. Gauta kubo viduje ir yra visos spalvos, sudarančios modelio spalvų paletę.

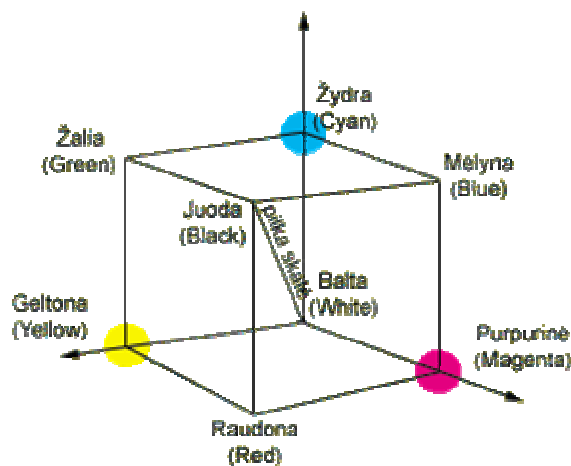


9 pav. RGB modelio koordinačių sistema

CMYK modelis tinka aprašyti daiktams, kurie nespinduliuoja šviesos. Tokie objektai slopiną dalį juos apšviečiančios baltos spalvos dedamųjų – sugeria keletą spektro spalvų. Mus supantys objektai yra skirtingų spalvų, kadangi jie sugeria skirtingus spektro spindulius. Spalvos, kurios pačios nespinduliuoja šviesos, o naudoja baltą spalvą, sugeramos kai kuriuos jos spektro spindulius, vadinamos subtratyvinėmis (slopinančiosiomis). Joms aprašyti naudojamas CMYK modelis.

Pagrindinės CMYK modelio spalvos gaunamos iš baltos spalvos atėmus pagrindines RGB modelio (adityvines) spalvas. Taigi vėl gauname tris pagrindines spalvas: žydrą (balta minus raudona), purpurinę (balta minus žalia) ir geltoną (balta minus mėlyna). Kiekviena spalva CMYK modelyje aprašoma procentine dedamųjų (pagrindinių spalvų) išraiška. Šis modelis naudojamas poligrafijoje, spalvos išgaunamos tam tikromis proporcijomis maišant spaustuvinius dažus.

Sumaišius dvi pagrindines CMYK modelio spalvas, gaunama tamsesnė spalva, nes sugerama daugiau šviesos (uždedama daugiau dažų). Sumaišius visas tris pagrindines spalvas (100 %, 100 %, 100 %), gaunama juoda spalva, jei spalvų nėra (0 %, 0 %, 0 %), gauname baltą – popieriaus spalvą. Sumaišius tris spalvas lygiomis dalimis, gauname pilkos spalvos atspalvius. CMYK modelio koordinačių sistema pateikta 10 pav.



10 pav. CMYK modelio koordinatų sistema

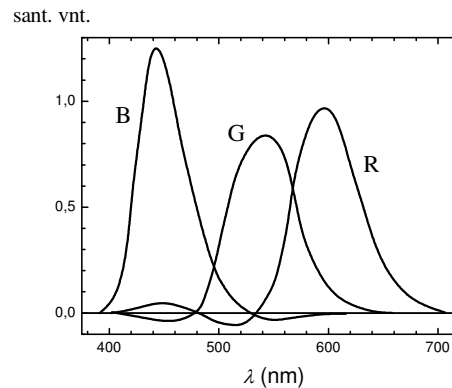
CMYK modelis analogiškas RGB modeliui su perkelta koordinatų pradžia. Čia ir paaiškėja, kodėl buvo sukurti šie skirtingi modeliai. RGB modelyje spalvos nebuvimas (nulinės komponentų reikšmės) reiškia juodą spalvą (juodas displėjus), o CMYK modelyje spalvos, t. y. dažų, nebuvimas reiškia baltą – popieriaus spalvą.

CMYK modelis naudojamas aprašyti spalvoms, išgaunamoms spaustuviniais dažais, kurie ne visada yra tokie tobuli kaip šviesos spindulys. Dažai neretai turi priemaišų, todėl kai kurių atspalvių tiesiog neįmanoma išgauti. Sumaišę visas tris pagrindines spalvas, turėtume gauti juodą, o gauname kažkokią tamsią „purviną“ spalvą. Šiam trūkumui kompensuoti CMYK modelyje naudojama juoda spalva. Todėl modelio pavadinimas yra iš keturių raidžių: Cyan (žydra), Magenta (purpurinė), Yellow (geltona) ir black (juoda). Rašoma ne pirmoji, bet paskutinė angliško juodos spalvos pavadinimo raidė, kad ji nebūtų painiojama su mėlyna spalva (Blue). CMYK yra keturių kanalų spalvinis modelis [10].

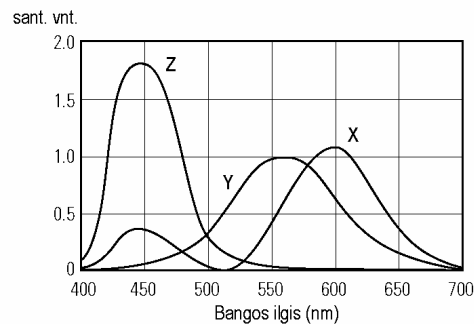
1.1.4. Spalvinių koordinatų nustatymas

Spalvines koordinatas galima nustatyti eksperimentiškai kaip parodyta 5 pav. ir 7 pav. Tačiau tai nepatogu. Patogiau ir paprasčiau yra spalvines objekto spalvos koordinatas XYZ apskaičiuoti pagal atspindžio ar pralaidumo spektrus. Tam yra naudojamos sudėjimo kreivės (11a ir 11b pav.). Sudėjimo kreivės - tai monochromatinių 1 W galios spindulių spalvinių koordinatų spektrinis pasiskirstymas. Tų kreivių (arba tiksliau, funkcijų) nustatymui matuojamos kiekvieno bangos ilgio spinduliuotės spalvinės koordinatės RGB sistemoje. Jos yra dalinamos iš matuojamosios spinduliuotės galios. Šios koordinatės $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$ vadinamos savitosiomis, kadangi atitinka vienetinei (1 W) galiai. Savitosios spalvinės koordinatės XYZ sistemoje $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ yra per-

skaičiuojamos iš $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$. Duomenys pateikiami grafikais (sudėjimo kreivės) arba lentelėse.

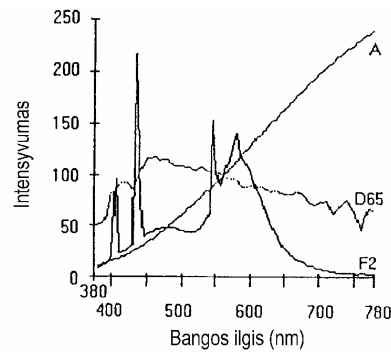


11a pav. RGB sudėjimo kreivės



11b pav. XYZ sudėjimo kreivės

Objekto spalva priklauso ne tik nuo jo savybių, bet ir nuo to, kokia šviesa apšviečiama. Čia svarbus ne tiek šviesos intensyvumas, kiek jos spektrinė sudėtis. Pavyzdžiui, jeigu mėlyną objektą (tai yra atspindintį tik mėlyną spinduliuotę) apšviesime raudona šviesa, tai objektas atrodys juodas. Arba jeigu rašysime mėlynu rašalu ant balto popieriaus ir skaitysime apšvietus mėlyna šviesa, tai nieko nematysime, nes raidė ir popierius atspindės taip pat. Todėl reikia dar žinoti šviesos šaltinio charakteristiką – jo skleidžiamo šviesos energijos spektrinį pasiskirstymą – kokia dalis šviesos energijos tenka kiekvienam matomojo spektro bangos ilgiui. Šviesos šaltiniai yra labai įvairūs, net dienos šviesa būna labai skirtinga, pavyzdžiui, vidurdienį ir vakare. Todėl tarptautinė komisija CIE standartizavo šviesos šaltinius kolorimetriniams matavimams. Yra šviesos šaltiniai, atitinkantys kaitrinių (A tipas), liuminescencinių (F) lempų šviesą, bet dažniausiai naudojamas šaltinis yra vidutinės dienos šviesos šaltinis D65. Jų spektrinės charakteristikos pateiktos 12 pav.



12 pav. CIE šviesos šaltinių spektrinės charakteristikos

D65 – vidutinės dienos šviesos, F2 – šaltos baltos liuminescencinės lempos šviesos, A – kaitrinės lempos

Turint objekto atspindžio (ar pralaidumo), pasirinkto šviesos šaltinio spektrines charakteristikas bei sudėjimo kreives galime skaičiuoti spalvines koordinates.

Spalvinės koordinatės skaičiuojamos remiantis antruoju Grasmano dėsniu, pagal kurį sudedant spinduliuotes jų spalvos taip pat susideda. Objekto atspindžio spektrą galima laikyti monochromatinių atitinkamo intensyvumo spinduliuočių mišiniu. Padaliname matomąjį spektrą (380-780 nm) į mažas dalis (kas 5-20 nm), kurių kiekvieną laikome monochromatine. Kiekvienos dalies atspindžio koeficientą dauginame iš krintančios pasirinkto šviesos šaltinio spinduliuotės intensyvumo toje pačioje spektro dalyje ir gauname atspindėtos spinduliuotės intensyvumą. Jį padauginę iš tos spektro dalies savitųjų spalvinių koordinačių gauname tos spektro dalies spalvinę koordinatę. Tokius skaičiavimus atliekame visoms spektro dalims, sumuojame kiekvienai XYZ koordinatei ir gauname objekto spalvines koordinates XYZ. Grafiškai šis procesas pavaizduotas 13 pav. Matematiškai tai išreiškiama suma arba integralu:

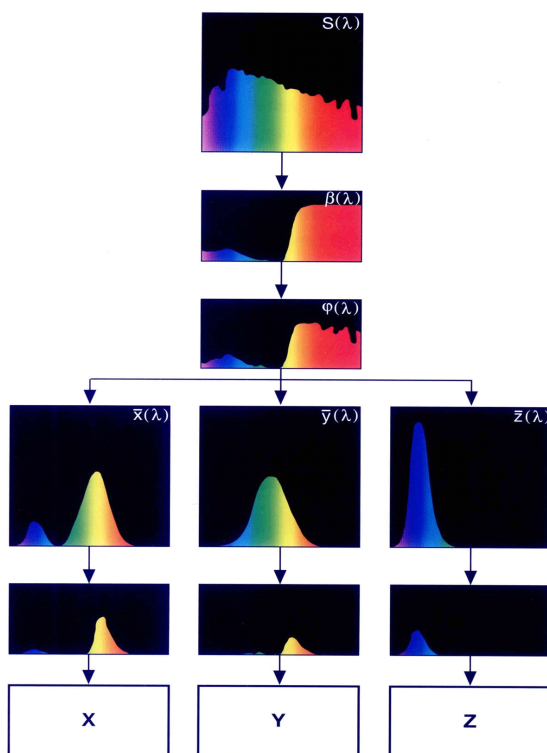
$$\begin{aligned}
 X &= \sum_{\lambda=1}^n \bar{x}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} \quad \text{arba} \quad X = \int_0^{\infty} \bar{x}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda, \\
 Y &= \sum_{\lambda=1}^n \bar{y}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} \quad \text{arba} \quad Y = \int_0^{\infty} \bar{y}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda, \\
 Z &= \sum_{\lambda=1}^n \bar{z}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} \quad \text{arba} \quad Z = \int_0^{\infty} \bar{z}_{\lambda} F_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda,
 \end{aligned} \tag{6}$$

čia - $\bar{x}_{\lambda}$, $\bar{y}_{\lambda}$, $\bar{z}_{\lambda}$ - savitosios (vienetinės) spalvinės koordinatės bangos ilgiui λ , F_{λ} - šviesos šaltinio galia bangos ilgiui λ , ρ_{λ} - objekto atspindžio koeficientas bangos ilgiui λ [4].

1.1.5. Spalviniai grafikai

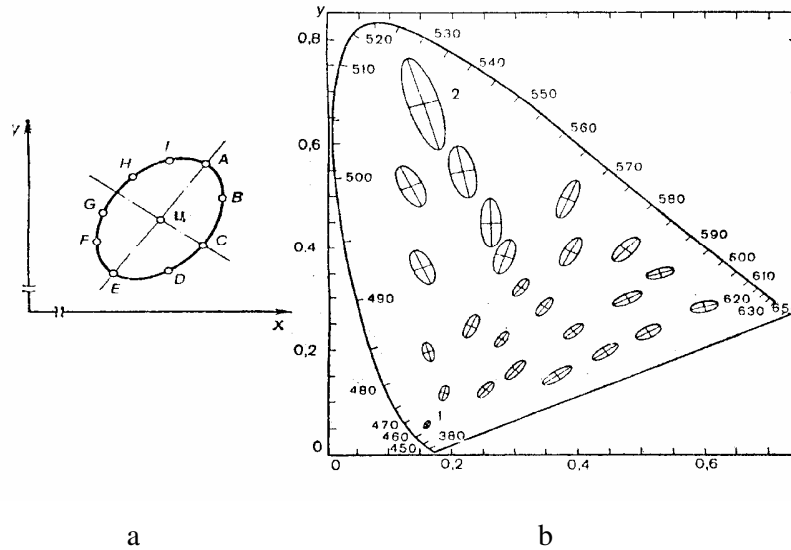
Turint spalvines koordinates galima spalvą pažymėti spalviname grafike xy (8 pav. “trikampyje”). Kiekvienas taškas šiame grafike žymi skirtingą spalvą. Taškas E, kurio koordinatės $x = 0,33$ ir $y = 0,33$, atitinka baltą spalvą. Jeigu iš šio taško pravesime tiesę į kurią nors kreivės, žyminčios spektrines spalvas, tašką, tai šioje tiesėje bus vienodo atspalvio, kurį galima įvardinti bangos ilgiu, vadinamu dominuojančiu, tačiau skirtingo sodrumo spalvos – kuo arčiau taško E, tuo mažiau sodri spalva.

Grafikas xy leidžia vienareikšmiai apibūdinti spalvą. Tačiau yra dar vienas spalvų matavimo uždavinys – lyginti spalvas ir nustatyti jų skirtumą, pagal kurį galima būtų spręsti apie spalvų atgaminimo (reprodukovimo) kokybę. Kadangi spalva yra pojūtis, tai jų skirtumus reikia vertinti slenkstiniais spalvų skyrimo dydžiais. Turint šiuos dydžius, spalvų skirtumą, dažnai vadinamą spalvų kontrastu, išreiškiame slenkstinių dydžių skaičiumi. Slenkstiniai dydžiai eksperimentiškai nustatyti įvairioms spalvoms. Tai buvo daroma, keičiant kiekvieno grafiko taško spalvos koordinates į visas puses ir stebint, kada spalva pradeda skirtis. Buvo nustatyta, kad taškai, kuriuose pradeda skirti spalvą, sudaro elipsę aplink pradinį tašką (14 a pav.).



13 pav. Spalvinių koordinačių skaičiavimo schema:

a – šviesos šaltinio spektrinė charakteristika, b – objekto atspindžio spektras, c – sandauga $a \cdot b$, d – sudėjimo kreivės, e – sandauga $c \cdot d$, f – spalvos koordinatės



14 pav. Spalvų skyrimo slenkstinių dydžių elipsė (a) ir elipsių padėtis spalviniame grafike (b)

Šių slenkstinių elipsių dydis, ašių santykis bei kryptis priklauso nuo pradinio taško padėties grafike (14 b pav., elipsės padidintos 10 kartų). Tai rodo, kad vienodas atstumas tarp dviejų taškų grafike nereiškia vienodą spalvų skirtumą, o spalvinių koordinačių skirtumas XYZ sistemoje praktiškai negali būti panaudotas išreikšti spalvų skirtumą, nes priklausomybės yra netiesinės, o spalvų skirtumai priklauso nuo taškų padėties. Išdėstyta reiškia, kad XYZ erdvė ir xy grafikas nėra vienodo spalvų kontrasto. Reikėtų tuos grafikus deformuoti taip, kad visos slenkstinės elipsės virstų vienodo dydžio apskritimais, nepažeidžiant sistemos metrologinių savybių. Tai galima padaryti naudojant afininės geometrijos būdus. Deja, idealiai uždavinį išspręsti neįmanoma, tačiau CIE priėmė dvi kolorimetrines maždaug vienodo spalvų kontrasto sistemas – CIE $L^*a^*b^*$ ir CIE $L^*u^*v^*$. CIE $L^*a^*b^*$ kolorimetrinė sistema labiau tinka spalvas reprodukuojant skirtuminiu metodu (poligrafija, spalvotoji fotografija), o CIE $L^*u^*v^*$ – sudėtinu (televizija). CIE $L^*a^*b^*$ ir CIE $L^*u^*v^*$ XYZ koordinatės pakeistos kitomis išvestinėmis koordinatėmis, kurios perskaičiuojamos iš XYZ koordinačių:

$$\begin{aligned} L^* &= 116 (X/X_b - 16) \\ a^* &= 500 [(X/X_b)^{1/3} - (Y/Y_b)^{1/3}] \\ b^* &= 200 [(Y/Y_b)^{1/3} - (Z/Z_b)^{1/3}], \end{aligned} \quad (7)$$

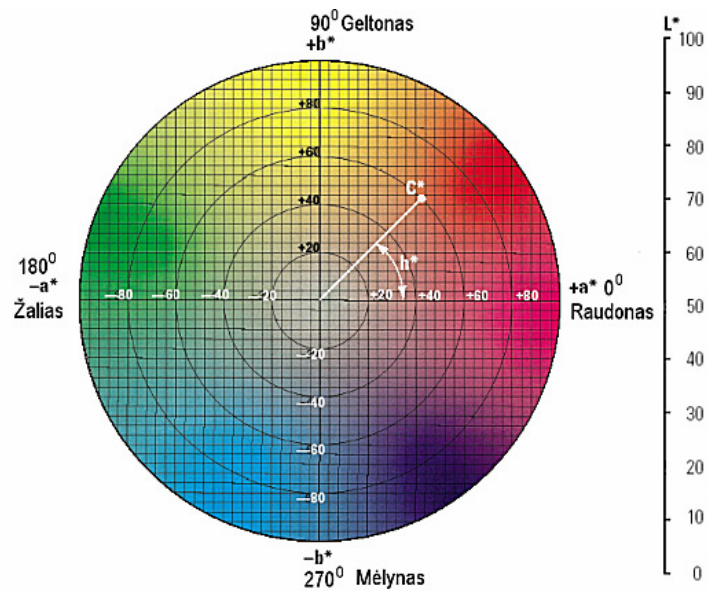
čia – X_b, Y_b, Z_b – baltos spalvos etalono koordinatės.

CIE $L^*a^*b^*$ erdvė yra apytiksliai rutulio formos, kurio paviršiuje yra visos sodrios spalvos. Šio rutulio pusiaujo plokštumoje (1.25 pav.) yra dvi ašys – a^* (raudona – žalia) ir b^* (geltona – mėlyna). Rutulio ašyje žymimas spalvos šviesis L^* – viršuje („šiaurės ašigalis“) 100 % šviesis arba visiškai balta spalva, apačioje – 0 % arba visiškai juoda spalva.

Koordinatės a^* ir b^* parodo spalvą h (*angl. hue*) ir jos sodrumą C (*angl. chroma*):

$$C = \arctan [b^* / a^*] \quad (8)$$

$$h = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (9)$$



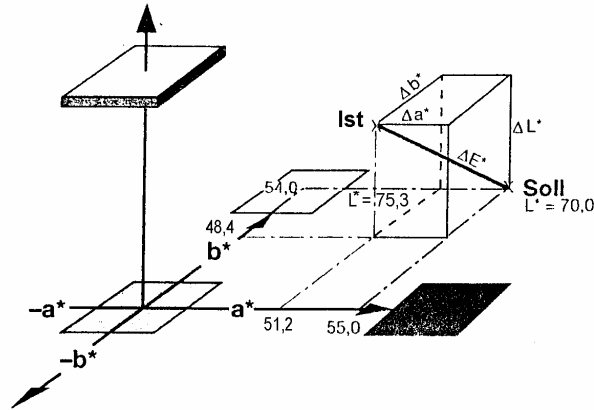
15 pav. CIE $L^*a^*b^*$ sistemos spalvų erdvės pjūvis per rutulio pusiaują. Šalia skritulio – šviesio ašis. Grafike pažymėta spalva Ist, kurios koordinatės: $L^* = 75,3$; $C = 60$; $h = 43,4^\circ$

Šioje CIE $L^*a^*b^*$ spalvų erdvėje spalva taip pat yra vektorius, nors galima pasitenkinti ir tašku grafike.

Po šių pertvarkymų buvo suformuluotas sudėtingesnis ir tikslesnis spalvos apibrėžimas, bet paremtas matuojamais dydžiais: “Spalva – tai afininis trijų matmenų vektorinis dydis, išreiškiantis savybę, kuri yra ta pati visoms spinduliuotėms, kurios neatskiriamos duotose kolorimetrinio stebėjimo sąlygose”.

CIE $L^*a^*b^*$ spalvų erdvė yra vienodo spalvų kontrasto erdvė. Tai yra vienodi atstumai tarp dviejų spalvų reiškia vienoda slenkstinių dydžių skaičių, nepriklausomai nuo padėties toje erdvėje, kitaip sakant, nuo spalvos. Tai didžiulis privalumas, leidžiantis matuojamais dydžiais nustatyti spalvų skirtumus. Tam yra naudojamas dydis ΔE , kuris yra atstumas tarp dviejų taškų, žyminčių palyginamas spalvas (16 pav.):

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (10)$$



16 pav. Spalvų skirtumo ΔE skaičiavimo schema: Soll – etaloninė (originalo) spalva, Ist – matuojamoji (reprodukuota) spalva

16 pav. pateiktas spalvų skirtumo skaičiavimo pavyzdys. CIE $L^*a^*b^*$ erdvės schemoje taškais pažymėtos dvi spalvos – etaloninė ir reprodukuota. Atkarpa tarp šių taškų ir yra šių dviejų spalvų skirtumas ΔE . Atkarpos ilgis spalvų skaičiuojamas pagal elementarios geometrijos formulę (10). Pažymėtoms spalvoms tai bus:

$$\Delta E = [(75,3 - 70,0)^2 + (51,2 - 55,0)^2 + (48,4 - 54,0)^2]^{1/2} = (28,09 + 4,44 + 31,36)^{1/2} = 8,596$$

Praktikoje spalvų matavimui ir palyginimui naudojami spektrofotometrai, kurie išmatuoja objekto atspindžio arba pralaidumo spektrus ir programiniu būdu, naudodami sudėjimo funkcijas, suskaičiuoja spalvines koordinates (RGB , XYZ , $L^*a^*b^*$, $L^*u^*v^*$), palygina spalvas (skaičiuoja ΔE), pateikia atspindžio ar pralaidumo spektrines kreives [4].

1.1.6. Spalvų valdymas ir standartizacija

Spalvų tikslaus reprodukavimo problemos buvo aktualios nuo pat spalvoto spausdinimo pradžios XX a pradžioje. Daugelio metų tyrimo rezultatas – sukurta sistema, kuri apjungia visus spalvų atgaminimo procesus (nuo įvados – pradinės informacijos iki – išvedos – galutinio atspaudų), ir norint gauti maksimalų spalvų reprodukavimo tikslumą derina tarpusavyje daugumą jų parametrų. Ofsetiniame spausdiniame kintamieji yra ne tik popieriaus, dažų, vilgymo skysčio, savybės, fotografinės medžiagos ir spausdinimo plokštės ypatumai, bet taip pat monitoriaus ekrano spalvinė charakteristika, bandomųjų atspaudų ir tiražo spausdinimo įrenginių galimybės bei jų reguliavimas, valdymas, ekrano stebėjimo kampas ir vaizdo kompozicija. ISO Standartas 12674-2 pateikia standartizuotus reikalavimus ofsetiniams atspaudams priklausomai nuo popieriaus parametrų. Tačiau tai reikalavimai jau galutiniam produktui – spalvotam atspaudui. Tačiau to negana – reikia standartizuoti reikalavimus visiems spalvoto reprodukavimo procesams bei naudojamiems

įrenginiams. Tie reikalavimai turi atspindėti kiekvieno įrenginio ir proceso ypatybes t. y. kokie yra padaromi spalvų iškraipymai kiekvienoje proceso stadijoje naudojant konkretų įrenginį. Toliau, norint pasiekti geriausią ir stabilų spalvų reproduktivumą, reikia nustatyti kiekvienam procesui ir įrenginiui reikalavimus. Be to, būtina tuos reikalavimus suderinti tarpusavyje ir padaryti taip, kad galima būtų kiek galima kompensuoti kiekvieno proceso trūkumus kituose. Taip atsirado spalvų vadybos sistema (*angl.* CMS – color management system), kurios esmė yra ta, kad, žinant kiekvieno įrenginio ir proceso individualią charakteristiką (profilį) ir jų tarpusavio ryšius, galima taip reguliuoti visą procesą, kad kiekviename procese būtų sąmoningai įvedamos tokios paklaidos, kurios vėliau ištaisomos sekančiuose procesuose. Tokia sistema galima, kai paruošimo spausdinimui procesai ir kai kurie kiti yra skaitmeniniai. Antra būtina sąlyga - vieninga spalvų matavimo sistema, kuria galima lengvai pereiti iš RGB spalvų erdvės į XYZ and CIE $L^*a^*b^*$ erdves kartu naudojant CMYK erdvę. Be viso to dar reikia spalvų valdymo sistemą ir jos atskiras dalis standartizuoti taip, kad galima būtų sukurti sistemos veikimo algoritmą ir atitinkamas kompiuterines programas. Taip atsirado spalvų valdymo profiliai (*angl.* ICC – profile). Sistema numato kiekvieno individualaus įrenginio ir proceso apibūdinimą, kai kuriais atvejais, pvz., monitoriaus (dizaineris dirba su spalvomis, kurias jis mato monitoriuje), kalibravimą, naudojant standartizuotą procedūrą. Reikia pažymėti, kad naudojant spalvų valdymo sistemą būtina palaikyti pastoviais įrenginių reguliavimą ir nekeisti procesų režimų.

Spalvų valdymo sistema spaustuvėje organizuojama pagal tokią schemą:

- visų dizaino studijos ir paruošimo spausdinimui naudojamų įrenginių (monitorių, bandomųjų atspaudų spausdintuvų, spalvinių įrenginių) kolorimetrinis reguliavimas ir kalibravimas,
- visų įrenginių reguliavimas,
- testinių skalių spausdinimas,
- įrenginių (procesų) profilių matavimas ir jų įvedimas į spaustuvės spalvų valdymo sistemą.

Reikia pažymėti, jog ofsetinio spausdinimo procese informacija apie atkuriamą vaizdą perduodama iš vieno įrenginio kitam ne tik elektriniais, bet ir optiniais signalais. Spalvų reproduktivumas ofsetiniame spausdinime yra skaitmeninis reprodukcijos procesas ir remiasi nuo įrengimų nepriklausomais spalvų atkūrimo procesais. Todėl pradžioje reikia apžvelgti bazinius šio spalvų atkūrimo metodo principus.[6]

1.1.7. Nuo įrenginių nepriklausantis spalvų atkūrimas

Nuo įrenginių nepriklausomų spalvų atkūrimo bazinių principų formuluotę galima surasti norminiuose tarptautinio spalvų konsorciumo (toliau ICC) dokumentuose, tačiau detaliau jie išdėstyti Ročesterio technologijos instituto Manselo spalvų tyrimo laboratorijos (MCL) direktoriaus N. D. Ferčaildo (N. D. Fairchild) knygoje: „ Spalvų suvokimo modeliai“ (<http://shadrin.rudtp.ru/CAM/Color-Aperance-models-se-RUS.pdf>)

Spalvų reproduktivumo sistemos darbas turi remtis spalvų atkūrimo principu, kurio pamatas yra visapusiška informacija apie atvaizdo spalvas, kuri leidžia aprašyti vaizduojamais rodikliais, kurie nepriklauso nuo konkretaus įrenginio parametrų, t. y. juos galima vadinti nepriklausomais. Norint perduoti nepriklausomus duomenis (spalvines koordinatas) iš vieno įrenginio į kitą sistemos įrenginį, atliekami tik matematiniai pertvarkymai.

Pagrindinių kolorimetrijos principų taikymas radikaliai modernizuoja spalvų vizualizavimo sistemos įrenginių darbą, nustatant tarpusavio santykį tarp įvairių įrenginių atkuriamų spalvų koordinačių (pvz., RGB, CMYK) ir įvedamų spalvų koordinačių. Beje, svarbu pažymėti, kad CIE trijų spalvos koordinačių verčių suderinimas tarp įrenginių – tai tik pirmas viso darbo etapas. Jeigu atvaizdas atkurtas taip, kad jo elementų spalvų koordinatės yra identiškos spalvų koordinatėms originale, tai toks atvaizdas vizualiai atitiks originalą tol, kol abu bus stebimi tomis pačiomis sąlygomis, kurioms šių spalvų koordinatės buvo apskaičiuotos. Kadangi originalai, reprodukcijos ir tarpiniai atvaizdai praktikoje retai stebimi tose pačiose sąlygose, iškyla būtinybė įjungti į darbą spalvų atkūrimo modelių sistemas, kad matytume spalvų koordinačių kitimą kiekvienoje proceso stadijoje.

Spalvų suvokimo modelių įdiegimas į spalvų atkūrimo sistemų darbą leidžia ją taip sureguliuoti, kad galima būtų kontroliuoti reproduktivumo procesą kiekvienoje jo stadijoje, tai yra neiškreipti vaizdo elementų spalvų arba jas tikslingai valdyti. Pvz., vartotojai, stebėdami atvaizdą, kuris atkurtas monitoriaus ekrane, manipuliuoja juo savo nuožiūra, o po to naudojant tam tikrą spalvų atkūrimo modelį gamina atspaudus, kurie tiksliai atkuria originalą, buvusį monitoriuje.

Viena iš problemų, su kuria susiduriama, yra ta, kad skirtingi spalvų vizualizavimo įrenginiai atkuria ne tas pačias spalvų koordinatas, kurios buvo įvestos į renginį. Tai reiškia, kad skirtingi įrenginiai tuos pačius spalvinius koordinačių derinius atkuria skirtingai, nes tų įrenginių atgaminamų spalvų galimybės (spalvų gama, *angl.* color gamut) yra nevienoda. Tarkime, kad monitoriaus spalvų atkūrimo galimybės yra žymiai platesnės nei spausdintuvo. Tada spalvų atkūrimo modelis valdo atvaizdo spalvas ir jas koreguoja taip, kad atspauode būtų gautas atvaizdas, nutolęs mažiausiai nuo atvaizdo monitoriuje. Kitose situacijose reprodukcijos spalvų gamą gali riboti pačios stebėjimo sąlygos. Pavyzdžiui, gatvės siužetų fotografijos dažnai apžiūrimos esant

dirbtiniam apšvietimui, tai yra esant žemesniam apšvietimo lygiui, nei originalioje aplinkoje. Esant tokioms apžiūrėjimo sąlygoms neįmanoma turėti to paties fotometrino skaisčio diapazono ir to paties chromatinio kontrasto, kurie buvo originalioje aplinkoje. Todėl užsakovams nuotraukos turi būti atspausdintos su padidintu fiziniu kontrastu, kas kompensuoja apžiūrėjimo sąlygų pasikeitimus. Spalvinio suvokimo ir atkūrimo modeliai puikiai tinka prognozuojant tokius efektus ir atitinkamai valdyti reproduktivimo sistemas.

Taip pat reikia pabrėžti, kad spalvinio suvokimo modeliai, kurie taikomi nepriklausančiame nuo įrenginio spalvų reproduktivime, gerai veikia ir koreguojant spalvas. Nepatyręs vartotojas paprastai manipuliuoja spalvų suvokimo parametrais (šviesiu, spalviniu tonu ir sodrumu), o ne spalvinėmis koordinatėmis, pvz., CIE $L^*a^*b^*$ ar CMYK, nors spalvų suvokimo modeliai ir spalvų valdymo sistemos gali radikaliai pagerinti koreliaciją tarp įrenginių, kurie reprodukuoja atspaudus, ir lemia tokį spalvų atkūrimą, kuris labiausiai atitinka norimą.[9]

1.1.8. Spalvų atkūrimo lygiai ir spalvų atkūrimo modeliai

Reikia atkreipti dėmesį į tą aplinkybę, kad spalvos atgaminimas gali būti atliktas skirtingu tikslumo lygiu. Kad sėkmingai organizuotume dizaino studijos visų spalvų atkūrimo prietaisų kolorimetrinį reguliavimą, o galiausiai užtikrintume ir viso ofsetinio spausdinimo proceso kokybę bei stabilumą, mes turime pateikti trumpą spalvų atgaminimo tikslumo galimų lygių charakteristiką ir išrinkti optimalų lygį konkrečiam darbui (užsakymui).

Šių dienų mokslas siūlo dvi galimas spalvų atkūrimo lygių klasifikacijas: Hanto iš Kodako tyrimų laboratorijos ir Manselo spalvų laboratorijos (MCL). Verta pažymėti, kad Hanto klasifikacija, būdama griežtai mokslinė ir akademiškai nepriekaištinga, vis dėl to mažai naudinga sprendžiant taikomąsias užduotis, tuo tarpu MCL klasifikacija buvo kuriama atsižvelgiant į spalvų reproduktivimo praktiką ir tarp jų poligrafijos praktiką. Todėl toliau naudosime pastarąją klasifikaciją.

- Atsitiktinis (nereguliuojamas) spalvų atkūrimas taikytinas primitiviems įrenginiams, kurie geba atkurti paprastą spalvinę grafiką ir gana žemos kokybės vaizdinius. Kai atsirado skaitmeninės spalvų atkūrimo technologijos, vartotojai buvo tuo patenkinti, nes dabar jie galėjo dirbti su spalvomis. Tačiau labai greitai atsirado poreikis turėti sekančio lygio, geriau valdomus ir aukšto tikslumo įrenginius.

- Vizualiai patrauklus spalvų atkūrimas siekia sukurti vizualinio komforto pojūtį stebint atvaizdą, kurio spalvos stebėtojui atrodo tiksliai atkurtos. Vaizdiniai, išgauti vizualiai komfortišku lygiu, nėra tiksli originalo reprodukcija, jie nėra aukštos kokybės, bet vizualiai atrodo pakankamai gerai ir tenkina daugelio užsakovų keliamus reikalavimus. Pateiktas atkūrimo lygis dažniausiai

pasiekiamas bandant ir vėl taisant padarytas spalvų reproduktivumo klaidas. Vizualiai komfortiškas spalvų atkūrimas gali pilnai pasiteisinti tuo atveju, kai stebėtojai nesusipažinę su originalu ir laukia tik psichologiškai komfortiškos (psichologiškai tikslios) reprodukcijos.

- Kolorimetriškai tikslus spalvų atkūrimas numato išankstinį spalvų atkūrimo įrenginių kalibravimą ir charakterizavimą. Tai reiškia, kad kiekvienam įrenginio įvedos ar išvedos signalui nustatomos atitinkamos spalvinės koordinatės. Tai suteikia reikalaujamą atvaizdo registravimo bei atgaminimo tikslumo lygį. Kolorimetriškai tiksliam spalvų atkūrimui reikia apjungti įrenginius į vieningą sistemą, kuri:

- Skenuoja vaizdą;
- Gautus duomenis perskaičiuoja į kolorimetrines koordinates pvz., CIE XYZ;
- Konvertuoja spalvos koordinates į atitinkamus įrenginių signalus, pvz., RGB į monitoriaus signalus arba CMYK – spausdintuvo, fotorinkimo įrenginio ir pan. signalus.

Kolorimetrinis spalvų atkūrimas leidžia tiksliai atkurti originalo parametrus bet koku įvedimo įrenginiu. Norint gauti kolorimetriškai tikslią spalvotą reprodukciją, įrenginių įvedos ir išvedos charakteristikų bei įrenginių kalibravimas turi būti lengvai prieinamas. Nors rinka ir siūlo platų įrenginių ir metodikų pasirinkimą, tačiau kol kas nėra didelės kolorimetriškai spalvotų kūrinių paklausos. Tai iš dalies yra dėl to, kad šis spalvų atkūrimas pasiteisina tik tuomet, kai originalo ir reprodukcijos apžiūrėjimo sąlygos identiškos. Pradėjus kisti apžiūrėjimo sąlygoms mes turime pereiti į kita lygmenį – spalvų suvokimo atkūrimo lygį.

- Spalvų atkūrimas pagal jų suvokimą reikalauja aiškaus kolorimetrinio kalibravimo ir tikslios kolorimetrinės visų įrenginių charakteristikos, bei informacijos apie originalo ir reprodukcijos peržiūrėjimo sąlygas. Atkuriant spalvas duomenys apie originalaus vaizdo apžiūrėjimo sąlygas (baltasis taškas, fotometrinių skaistis, aplinka ir t.t.) pakeičiami į tarpusavyje susietus suvokimo dydžius - šviesį, sodrų, spalvinį toną. Toliau duomenys apie naujas stebėjimo sąlygas keičiami į dydžius, reikalingus skaičiuoti spalvines koordinates naujomis stebėjimo sąlygomis. Spalvų atkūrimas pagal suvokimą vis dar pasilieka grynai komercinis ir dažniausiai paprastojo vartotojo nėra reikalaujamas. Beje, net tuomet, kai atkūrimas pagal spalvų suvokimą taps visuotiniu, atsiras vartotojų, kurie norės dar daugiau ir sieks pagerinto spalvų atkūrimo.

- Pagerintas spalvų atkūrimas – tai tikslingas manipuliavimas spalvinėmis reprodukcijos koordinatėmis siekiant rezultato, kuriam pirmenybę teikia užsakovas, ir nesiekia tikslaus atitikimo originalui. Prioritetinė spalvų atkūrimo priežastis yra pabrėžti reprodukcijos vieną ar kitą vaizdo elementą.

- Absoliučiai kolorimetriškai tikslus spalvų parametrų perdavimas. Esant šiam spalvų perdavimo būdai vidiniai pakeitimai palieka chromatiškai adaptuotas spalvines vaizdinio

koordinates nekintančiomis. Profiliai neturi atskiros, savarankiškos metodikos, kuri reikalinga atliekant pakeitimus su absoliučiai kolorimetriškai tikslu spalvų perdavimu.

1.1.9. Spalvų vadyba

Spalvų vadyba - individualių įrenginių ir mašinų kalibravimo sistema, su kuria galima nesudėtingai dirbti pradedant spalvų skaidymu, baigiant galutinio atspausdinto produkto apdorojimu. Norint garantuoti teisingą spalvų atkūrimą kalibruojami visi įrenginiai pradedant nuo įvadinio įrenginio, pvz., skenerio, iki išvedimo t. y. spausdinimo ant įvairių medžiagų ir įvairiomis spausdinimo technologijomis. T. y. visų įvadininių ir išvadinių įrenginių kalibravimas visoje vaizdo formavimo grandinėje norint pasiekti pageidaujamą spalvų atkūrimą.

Spalvų vadyba - veiksmų visuma, apjungianti spalvų valdymą visuose paruošimo spausdinimui ir spausdinimo etapuose ir leidžianti pagaminti daugiaspalvį atspaudą, kuris yra kiek įmanoma tikslų originalo atkūrimą. Atkūrimas bus būti teisingas pagal spalvas ir atspalvius. Teisingas atspalvis reiškia, kad stebėtojas negali jį atskirti nuo atitinkamo originalo atspalvio. Tai reiškia, kad, jeigu spausdinimas duoda geriausią originalo spalvos atitikmenį, atspaudų spalvos turi reikiamas spalvines koordinatas. Jeigu originalo spalvinos skiriasi nuo atkurtų atspaudų, vėliau tenka daryti spalvų korekciją.

Nukrypimų atspaudė nuo originalo tipas ir dydis nustatomi pagal gradacijų (pilkąsias) skales, kolorimetrinių skalės laukelių, kurie yra jau gaminant spausdinimo formas ir spausdinamos s ant popieriaus. Skalės matuojamos densitometrais ir spektrofotometrais.

Spalvų korekcija būtina tam, kad būtų:

- sumažintas originalo optinių tankių diapazonas iki to kuris, gali būti pasiekiamas atspaudė;
- kompensuotas rastrinių taškų padidėjimą, atsirandantį spausdinant, o taip pat rastrinių taškų pokyčiu paruošimo spausdinimui etapuose;
- kompensuotas atspalvio pasikeitimas, gaunamus spausdinimo formos gamybos procese;
- imituotas atspaudų rastrinių taškų padidėjimas bandyminių atspaudų gamybos etape.

Be to, reikia:

- kompensuoti netolygų liuminescencinio šviesos šaltinio, naudojamo skaidant spalvas, spinduliuotės spektrinį pasiskirstymą;

- įvertinti netolygų fotografinės medžiagos spektrinę šviesos jautrį;
- įvertinti nevisišką spausdinimo dažų skaidrumą;
- kompensuoti spektrinę spalvos filtrų trūkumą;
- pilkos spalvos balansą būtų išlaikytas visame spalvų diapazone;
- įvertinti dažų dengimo vienu kitais ypatumus esančiai spalvų spausdinimo sekai;
- bandyminiame atspaude kompensuoti optines spausdinimo medžiagos savybes.

Šios ir kitos spalvų korekcijos atliekamos naudojant spalvų valdymo sistemą, kurios esmę sudaro visų spalvų reprodukovime naudojamų įrenginių spalvinis apibūdinimas – spalvinių profilių gamybą, kurie yra apjungiami į vieną visumą, kuri valdoma atitinkamomis spalvų valdymo programomis. Tokia spalvų valdymo sistema buvo sukurta, nustačius vieningas įrenginių spalvų atgaminimo įvertinimo taisykles ir metodikas. Tai padarė tarptautinis spalvų konsorciūmas ICC (*angl.* International Color Consortium).[6]

1.1.10. ICC metodika įvedimo įrenginių charakterizavimui

Įvedimo įrenginių ICC apibūdinimas atliekamas naudojant modelinį atvaizdą. Paprastai tai . atskirų vaizdo elementų atitikmenų rinkinys (200 – 1500) dažniausiai kvadrato formos ir turinčių skirtingus atspindžio (praleidimo) spektrus. Atspindžio (pralaidumo) spektrai parinkti taip, kad jų spalvinės koordinatės esant standartiniam šviesos šaltiniui D50 būtų tolygiai išsidėstę visoje CIE $L^*a^*b^*$ erdvėje.

Po šio modelinio objekto spektro skaitmeninimo, kuris atliekamas iš anksto pasirinktose ir toliau nekintančiose kolorimetrinėse sąlygose, gaunama šio objekto elementų spektrų charakteristikų failą. Po to profilių kūrimo programa rengia trimatę šių spektrinių charakteristikų CIE $L^*a^*b^*$ koordinačių, skaičiuotų esant standartiniam D50 apšvietimui, verčių tštrimatę lentelę. Tokia lentelė ICC terminais vadinama CLUT (*angl.* color look up table). Pažymėsime, kad ši lentelė nėra abstraktaus spalvų atkūrimo įrenginio aparatinių charakteristikų vertimo trijų CIE $L^*a^*b^*$ koordinačių vertėmis matrica. Tai trimatis tinklas, pagal kurį spalvų valdymo modulio arba grafinio redaktoriaus programos atlieka CIE $L^*a^*b^*$ verčių, kurios atitinka įrenginio gautas atitinkamo laukelio charakteristikas. Tokiu būdu originalo skaičiavimo procesas neturi tiesioginės kolorimetrinės prasmės, išskyrus būgninių skenerių atvejį. Tuo pačiu, turint omenyje, kad spalvų reprodukovime per daugelį dešimtmečių susiformavo ir įsitvirtino „trispalvio mąstymo“, skenavimo programa atlieka taip pat perskaičiavimus iš duomenų faile esančių suvokimo koordinačių (CIE $L^*a^*b^*$ reikšmės) į trichromatinius abstraktaus spalvų atkūrimo įrenginio, kurį pasirinko vartotojas, signalus (sRGB, adobe, RGB ir t. t.). Išimtį sudaro tik nedaugelis programų, pvz.,

programa New Color 7000 (Heidelberg), leidžiančios išsaugoti vaizdą CIE $L^*a^*b^*$ koordinatėse. Tokiu būdu, spalvų reprodukcijos skaitmenizavimo įrenginių signalų apdorojimo schema yra tokia: skenerio *RGB* signalai – CIE $L^*a^*b^*$ – *XYZ* - abstraktaus spalvų atkūrimo įrenginio *RGB* signalai (sRGB , adobe GGB). Taigi, mes įsitikiname, kad spalvotų originalų skaitmenizavimo procesas nėra originalų kolorimetrijos procesas.

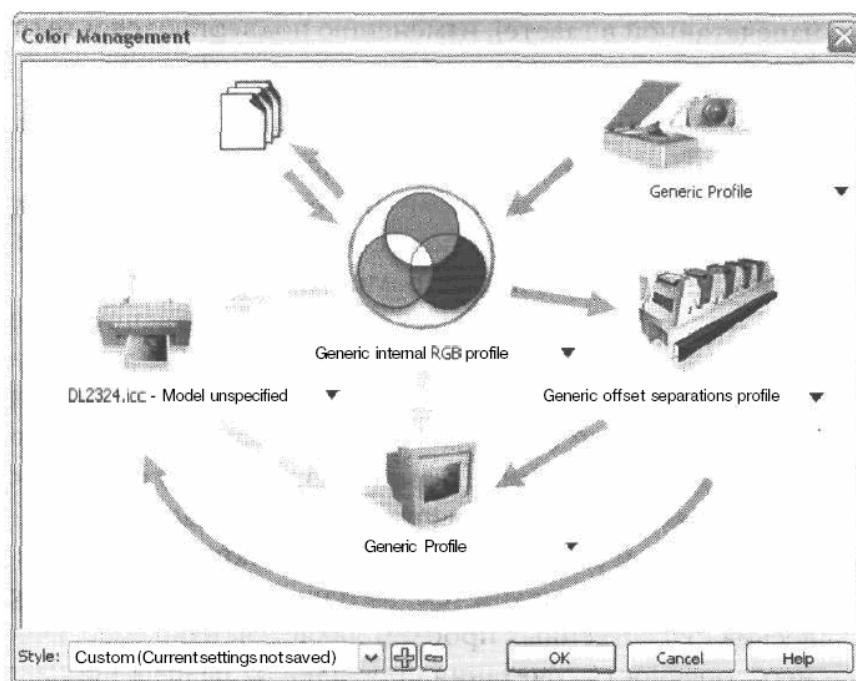
Pagaliau, dera pažymėti, kad ir teoriniai pamąstymai, ir praktiniai testai liudija apie tai, kad, visų pirma kuo platesnė spalvų gama, kuri gali būti išgaunama apšvietus charakterizavimo objektą standartiniu šviesos šaltiniu D50, tuo didesnis matematinių skaičiavimų tikslumas, o tuo pačiu didesnis įrenginių signalų CLUT interpoliacijos tikslumas į spalvų suvokimo koordinates (CIE $L^*a^*b^*$ koordinates). Antra, kadangi skiriasi dažų, kurie naudojami fotografijoje, rašalinėje spaudoje, poligrafijoje, spektrinės charakteristikos, yra neišvengiami chromatinio nestabilumo efektai (taip vadinami spektrochrominiai nukrypimai), kuriuos padidina skaitmeninimo įrenginio apšvietimo lempų netobula spektrinė sudėtis. Dėl to ir teoriškai, ir praktiškai pateisinamas sudarymas mažiausiai trijų skenerių ICC – profilių, atitinkančių dažiklius, naudojamus fotografijoje, rašaliniuose spausdintuvuose ir spaustuviniuose dažuose. Deja to ne visada pakanka, nes dažikliai gana dažnai yra keičiami.

Praktika rodo, kad naudojant vieną spalvotojo originalo skaitmeninimo įrenginio profilį (tarkime, kad jis atliktas fotografinio objekto pagrindu), skaitmeninimo ICC – charakterizavimas nepraranda visai savo vertės, tačiau pailgėja neišvengiamas spalvinės korekcijos laikas ir lygis.

Kaip ICC profilių gamintojas geriausiai užsirekomendavo programa „Profile Maker 5.0.8.“, bet reikia paaiškinti, kad optimalūs rezultatai pasiekiami, jei visų įvedimo įrenginių profiliai (netgi skanerų) nustatomi „Camera/Reproduction“ režime, tai yra be kokių nors spalvos korekcijų papildymų CLUT lentelėse.[9]

1.1.11. Spalvų valdymo profiliai

Spalvų valdymo profiliai yra kuriami tam tikroje spalvinėje erdvėje, kuri sukurta atsižvelgiant į žmogaus akies galimybes suvokti ir skirti spalva. Tai tai CIE $L^*a^*b^*$ spalvų erdvė arba jos patobulinta versija. Realūs įrenginiai turi su ribota spalvinę gamą, ir tai turėtų būti įvertinta perduodant informaciją iš įrenginio į įrenginį. Teoriškai mes turime du spalvos duomenų perdavimo būdus iš vieno įrenginio kitam: nustatyti perdavimo taisykles visoms įrenginių kombinacijoms (pvz., skeneris – monitorius, skeneris – spausdintuvas, monitorius – spausdinimo mašina) ar vartoti kaip „tarpininką“ idealią spalvų erdvę (17 pav.).



17 pav. Spalvų valdymo sistema

Tada nėra reikalo pateikti visų įrenginių tarpusavio santykių, pakanka turėti spalvų valdymo profilį kiekvienam įrenginiui, kuris iš esmės yra algoritmas, kaip apdoroti informaciją apie spalvas konkrečiame įrenginyje. Profilyje nurodomas įrenginio tipas (monitorius, spausdintuvas, skaneris) įėjimo ir išėjimo spalvinės erdvės, baltos spalvos parametrai, XYZ – pagrindinių spalvų koordinatės ir kitos charakteristikos. Norint kad spalvų valdymo profiliai teisingai ir patikimai funkcionuotų, būtina standartizuoti jų turinį ir gamybos procesus. Pagrindinis principas naudotas standartizuojant profilius yra priklausomybė tarp įrenginio duomenų turinio ir nuo įrenginio nepriklausomos spalvų erdvės standartų, žinomų tarptautinio spalvos konsorciumo technologijoje, kaip profilių jungties erdvė (PCS). Tai iš esmės yra jungiamoji grandis tarp profilių įvadinio ir išvadinio įrenginių. Kai įvedimo ir išvedimo profiliai yra sujungti tarpusavyje, RGB dydžiai gali būti konvertuoti betarpiškai į CMYK dydžius.

Profilių gamybos programinis aprūpinimas yra būtinas, tai yra šių dienų investicija į ateities išvedimo ir įvedimo įrenginius. Išvedamas testo vaizdas turi būti pasiekiamas skaitmeninių duomenų forma, kad apsisaugotume nuo turinio pasikeitimų jau nustatytame įvedimo procese. Iš kitos pusės įvadinis testo vaizdas turi būti ir fizikinėje formoje.

Sunkiausiai yra su išvedimo įrenginiais. Pirma, balta spalva yra popieriaus spalva. Antra – spalvos yra priklausomos, jos dedamos viena ant kitos ir turi skirtingą skaidrumą. Trečia – spalvų gamą ir informaciją apie ją reikia suspausti ir patalpinti į siauresnę arba kitokią spalvų erdvę. Nuostoliai šiuo atveju neišvengiami. Vienais atvejais balta spalva laikoma vienoda ir kinta tik

spalvos, esančios už spalvinio aprėpimo ribų. Naudojant tikslesnį kolorimetrinį metodą papildomai atliekama baltos spalvos korekcija, taigi kinta ir likusių spalvų atspalviai. Trečias variantas labiau formalus ir užtikrina didesnę spalvų perdavimo tikslumą, žiūrint iš žmogaus spalvų suvokimo taško. Jis taip ir vadinasi suvokiminis. Tam, kad išsaugotume santykį tarp atvaizdo spalvų, turi kisti ne tik spalvos, esančios už spalvinio aprėpimo ribų, bet ir esančios jo viduje. Nors žmogaus akimis žiūrint, paveikslėlis mažiausiai iškraipomas (akis sugeba pamatyti žydrą dangų net fotografijoje kuri buvo atspausdinta laikraštyje), pakinta ir tie atspalviai, kurių buvo galima neliesti. Bet tokiu atveju dera atkreipti dėmesį į tai, kad ši koncepcija veikia tik tuomet jei naudojami įvedimo ir išvedimo įrenginiai, kurie yra aprūpinti spalviniais profiliais.

Naudoti profiliai turi būti kartu persiunčiami su informacija arba, jei įmanoma, spalvoti bandyminiai atspaudai turi būti patikrinti nepriklausomai. Paprastai priimtinos charakteristikų lentelės pageidautinos produkcijos leidyboje, o ne tos, kurios tinka specialioms sąlygoms. Pavyzdžiui, laikraštinio spausdinimo variante tai reiškia optinio tankio mažinimą ir rastrinio taško priaugio didinimą. Laikraštinio popieriaus spalva turi būti modeliuojama esminiai, jeigu pagrindinės sistemos profilio spalvos neatitinka laikraštinio atspaudų spalvų. Šiuos pakeitimus visada galima rankiniu būdu. Tai yra, tam, kad spalvų valdymas padėtų atgaminti spalvas mums reikiamu lygiu, reikia suderinti spausdinimo proceso spalvos profilį su bandyminių atspaudų sistemos profiliu. Šių profilių sulyginimas yra speciali funkcija, kuri gali būti naudojama, kai dirbama su spalvų valdymo sistema. Atspausdintas vaizdas taip pat gali būti imituojamas monitoriuje naudojant spalvų valdymo profilius.[6]

1.1.12. Spalvų vadyba ir bandyminių atspaudų gamyba

Šis atspaudas, kuris kartu yra ir kontrolinis, parodo galutinį rezultatą, kokį turėtumėme gauti gamyboje. Tai yra spaudos testas, kuris turėtų būti patvirtintas kliento kaip pavyzdys to, ko jis nori. Kontrolinis atspaudas gali būti analoginis ir skaitmeninis. Analoginis yra gaminamas naudojant jau pagamintas fotografines formas cheminiu būdu (Cromalin). Analoginiam spalvoti bandyminių atspaudų gamybai reikalingos nuo spalvų skaidymo plėvelės. Tam, kad pagamintume bandyminį atspaudą, kuris atitiks laukiamą atspausdintą rezultatą, reikia imituoti rastrinį spausdinamo vaizdo charakterį. Pvz., elektrofotografiniuose kopijavimo įrenginiuose spausdinant bandyminį atspaudą procese rastrinio taško padidėjimas gali būti valdomas tam tikrose nustatytose ribose keičiant ekspozicijos laiką bei ryškinimo režimus. Skaitmeninis bandyminis atspaudas gali būti spausdinamas rašaliniu, sublimaciniu ar lazeriniu spausdintuvu su arba be rastrinių taškų generacijos. Tik vienintelis, specialia kontroliniams atspaudams gaminti spaudos mašina

pagamintas kontrolinis atspaudas, yra tinkamas atlikti spausdinimo kokybės kontrolę. Tie patys reikalavimai, nustatyti spausdinimui, taip pat galioja ir kontroliniam atspaudui.

Pradėti spausdinti darbą reikėtų remiantis spaustuvėje nustatytais standartais ir tik po to atspaudą lyginti su kontroliniu. Toliau palaipsniui artėjama prie kontrolinio atspaudų parametrų, bet nereikėtų padaryti labai didelio skirtumo tarp savo standartų ir kontrolinio atspaudų reikalavimų („nenuieiti per toli“), nes tai neleistų gauti stabilaus spausdinimo be didesnių toninių variacijų.

Ypač svarbu užtikrintam spalvų valdymui, kad kiekvienas atvaizdas būtų pateikiamas su bandyminiu atspaudu. Spalvų valdymas leidžia tapatinti duomenų nustatymus, kuriuos reikia siųsti, kad kelios spaustuvės, netgi jei jos spausdintų skirtingomis sąlygomis ar netgi su kitais įrengimais galėtų gauti vienodus rezultatus. Tuo atveju duomenų tiekėjas sukuria bandyminį atspaudą naudojant išvedimo įrenginį, o tai reiškia, kad gavėjas nebūtinai gauna atspaudą, kuriame spalvos atitinka originalą. Tais atvejais padeda kontrolinė skalė, kuri leidžia spaudėjui nustatyti sąlygas, kurioms esant buvo sukurtas bandyminis atspaudas. Tokia procedūra gali būti vykdoma praktiškai:

- Duomenų tiekėjas sukuria bandyminį atspaudą naudodamas atitinkamą standartinį profilį „CMYK“, kuris gili, pavyzdžiui, būti ofsetinis profilis kreidiniui popieriui pagal ISO 12647-2 standartą.
- Duomenų tiekėjas perduoda RGB arba XYZ duomenis spaustuvei. Duomenų RGB įvedimo profilis turi būti įtrauktas į atvaizdą. (Kitiems įvedimo įrenginiams visų tarpusavyje susietų įrenginių profiliai taip pat turi būti įtraukti.)
- Duomenų tiekėjas privalo parodyti, kuris bandyminių atspaudų įrenginys teisingai kalibruoja spalvas bandyminiame atspaude.
- Duomenų gavėjas dabar gali siūlyti du galimus variantus:
 1. Jis spausdina sutinkamai su ISO 12647-2 ir verčia gautus duomenis XYZ arba RGB į CMYK sistemą naudojant tą patį standartinį profilį, o gautas bandyminis atspaudas yra naudotinas.
 2. Jisai nespausdina ISO 12647-2 ir naudoja savo išvedimo profilį keitimui į CMYK duomenis. Šiam atvejui jis turi sukurti naują bandyminį atspaudą iš CMYK dydžių ir jį pateikti klientui.

1.2. RASTRINIS TAŠKAS IR JO PADIDĖJIMAS

1.2.1. Taško dydis ir rastrinio taško plotas

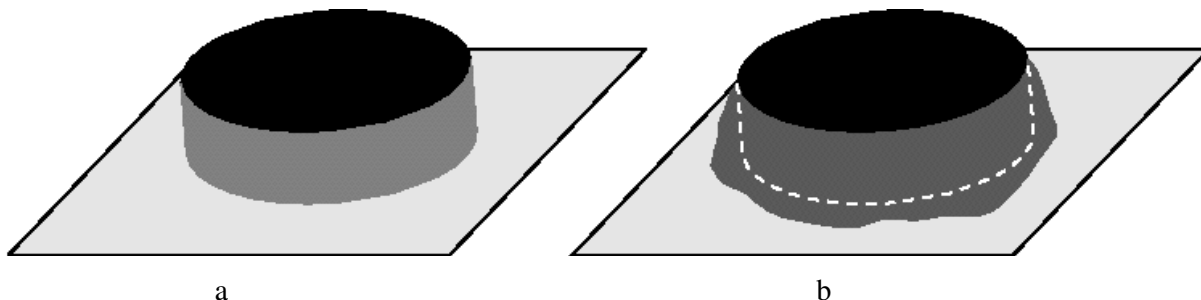
Norint suprasti, kas tai yra rastrinio taško plotas, reikia išsiaiškinti, kas tai yra taško dydis. Spalvotas atvaizdas, kuris bus spausdinamas ant popieriaus ofsetinio spausdinimo būdu, paverčiamas į rastruotą atvaizdą. Šviesesnės atvaizdo dalys yra atspausdinamos kaip mažų taškų samplaika, tuo metu, kai tamsesnės dalys yra atspausdinamos didesniais taškais. Patogiausias būdas išmatuoti taško dydį yra nustatant taško plotą. Rastrinio taško plotas gali pasikeisti pereinant nuo vienos gamybos proceso stadijos į kitą. Šis rastrinio taško ploto kitimas yra vadinamas taško padidėjimu ir tai yra skirtumas tarp pradinio (nustatyto) taško ir atkurto taško plotų. Stabilaus taško padidėjimo gavimas yra pagrindinis faktorius leidžiantis gerai atgaminti pustonių. Tol, kol taškų padidėjimas yra nuspėjamas ir išlaikomas savo ribose, gaunamas atspaudas bus stabilus ir neiškraipytas. Norėdami atspausdinti kokybišką atvaizdą, svarbu kontroliuoti ir mažinti taškų padidėjimo sklaidą, kad išvengtume atvaizdo detalių sumažėjimo ir praradimo bei išlaikytume stabilų spalvų balansą [8].

1.2.2. Fizinis taško padidėjimas

Fizinis taško padidėjimas ar sumažėjimas gali įvykti įvairiose paruošimo spausdinimui ar spausdinimo procesų stadijose. Gaminant ofsetines spausdinimo formas galima sukelti tam tikrus taško dydžio pasikeitimus. Monitoriaus kokybė taip pat turi didelės įtakos taško padidėjimui. Kuo geriau sukalibruotas monitorius, tuo jautresnis jis yra taško padidėjimui. Monitoriaus valdymo pasirinkimas bus teigiamas žingsnis norint išlaikyti taško padidėjimą priimtinoje ribose ir spausdinimo metu bus išspausdintos visos detalės. Pavyzdžiui, dėl didelio fizinio taško išplitimo, kuris gaunamas naudojant nekreidinį, pvz., laikraštinį popierių, dažniausiai yra naudojamas mažos liniatūros rastras.

Spausdinimo metu pirmoji fizinio taško padidėjimo priežastis yra dažų konsistencija, t. y. jų slankumas, ir tepamas ant spausdinimo formos dažų kiekis. Be to, popieriaus savybės, slėgis tarp perkeliant dažus nuo spausdinimo formos ant ofsetinės gumos ir nuo jos ant popieriaus, vilgymo skystis, spausdinimo greitis — visa tai gali daryti įtaką taškų padidėjimo dydžiui. Kiti faktoriai, kurie taip pat gali pasirodyti kaip taškų išplitimas yra taškų deformacija dėl praslydimo, dvigubinimasis ir tarpinių elementų tamsėjimas. Nors fizinis taškų padidėjimas vyksta kiekviename gradacinių taškų diapazone, tačiau didžiausias rastrinio taško padidėjimas jaučiamas 50 % rastrinių

taškų ploto srityje. Taip yra todėl, kad efektyvus taško perimetras yra didžiausias pasiekus šią rastrinio taško ploto vertę ir tada rastrinio taško padidėjimas bus pats didžiausias.



18 pav. Rastrinio taško fizinio padidėjimo schema: a – nepadidėjęs, b – padidėjęs

Spausdinimui naudojamo popieriaus kokybės pasirinkimas turi didelę įtaką fiziniam taškų padidėjimui. Žemesnės rūšies popierius, toks kaip laikraštinis popierius ir nekreidinis popierius, labiau sugeria dažus nei geresnės kokybės popierius, dėl ko rastriniai taškai padidėja ar išplinta. Didesnis dažų kiekis taip pat sukels taško išplitimą dėl mechaninio dažų ištraiškymo [4].

Mechaninis taško padidėjimas gali būti skirstomas į du tipus: kryptingą ir nekryptingą. Kryptingas taško padidėjimas būtų taško padidėjimas atsiradęs dėl dvigubinimosi ar praslydimo. Praslydimas yra taško deformacija dėl dviejų cilindų paviršiaus greičių skirtumo. Apskritiminių greičių skirtumas sukelia taško pailgėjimą spausdinimo kryptimi. Nors dažnai tvirtinama, kad praslydimas neturi reikšmingos įtakos bendram taško padidėjimui. Blogiausiu atveju jis dažniausiai prideda tik nuo 1 % iki 2 % taško ploto.

Dvigubinimasis, kita vertus, gali paveikti taškų dydžius daug labiau. Iš esmės, dvigubinimasis yra įvairių spalvų spausdinimo sutapdinimo problema. Atspaudas į sekančią sekciją patenka dar tada, kai ankstesnėje sekcijoje išspausdinti dažai dar neišdžiūvę. Jeigu ankstesnės sekcijos atvaizdas tiksliai neatitiko savo „šešėlio“ tai sekančioje sekcijoje, atsiranda dvigubinimasis. Ši efektas gali turėti daug priežasčių tokių kaip popieriaus išsitempimas ir pavaros (krumpliaračių) virpesiai.

Nekryptingas mechaninis taško padidėjimas apibūdinamas kaip taško padidėjimas, atsirandantis dėl skirtingų spaudos mašinų derinimo problemų ar klaidingų parametrų naudojimas gaminant spausdinimo formas. Taško ištrėškimas gali atsirasti dėl per didelio slėgio tarp žiedų, bet daugeliu atvejų jo atsiradimas būna dėl per didelio dažų kiekio ar netinkamo vandens/dažų balanso, dėl ko dažuose atsiranda emulsavimas. Gaminant spausdinimo formas taškas gali didėti arba mažėti. Jei naudojamos neigiamos spausdinimo plokštės, tai taškas padidės nuo 3 % - iki 4 %. Naudojant pozityvines spausdinimo plokštės taškas padidėja nuo 6 % - iki 8 % [12].

1.2.3. Rastrinių taškų apskaičiavimas naudojant Murray-Davies lygtį

Taško padidėjimas dažniausias yra matuojamas densitometru. Taškų plotas, dažnai vadinamas kaip efektyvus taškų plotas (ETP), gali būti apskaičiuojamas pagal Murray - Davies lygtį. Taškų padidėjimas yra skaičiuojamas pagal skirtumą tarp rastruoto laukelio optinio tankio, iš kurio atimtas popieriaus optinis tankis, ir 100 procentinio laukelio optinio tankio, iš kurio taip pat atimtas popieriaus optinis tankis. Naudojant ofsetinį spausdinimo būdą labai svarbu yra pamatuoti laukelius, esančius ant atspaudų kuo arčiau viena kito nes spausdinant dažų kiekis gali skirtis skirtingose kontrolinės skalės vietose. Fotografinių formų ištisinių laukelių optinis tankis yra paprastai daugiau pastovesnis, ir pastarasis reikalavimas nėra taip svarbus. Murray-Davies lygtis:

$$ETP = \frac{1 - 10^{-D_t}}{1 - 10^{-D_s}} 100, \quad (11)$$

čia D_t - rastruotos zonos optinis tankis minus popieriaus optinis tankis, D_s - 100 procentinio laukelio optinis tankis minus pagrindo optinis tankis.

Murray-Davies lygtis skaičiuoja taškų plotą manant, kad:

- 1) atspausdintas taškas turi tokį patį atsispindį kaip ir visiškai užspausdintas paviršius;
- 2) baltas popierius tarp taškų atspindi tą patį šviesos kiekį kaip neužspausdintas popierius;
- 3) iš visiškai užspausdintų plotų ir rastruotų laukelių optinių tankių yra atimams neužspausdinto popieriaus optinis tankis.

Pirmų dviejų prielaidų apribojimo supratimas leidžia suprasti, kodėl Murray-Davies taškų plotas skiriasi nuo fizinio taškų ploto [8].

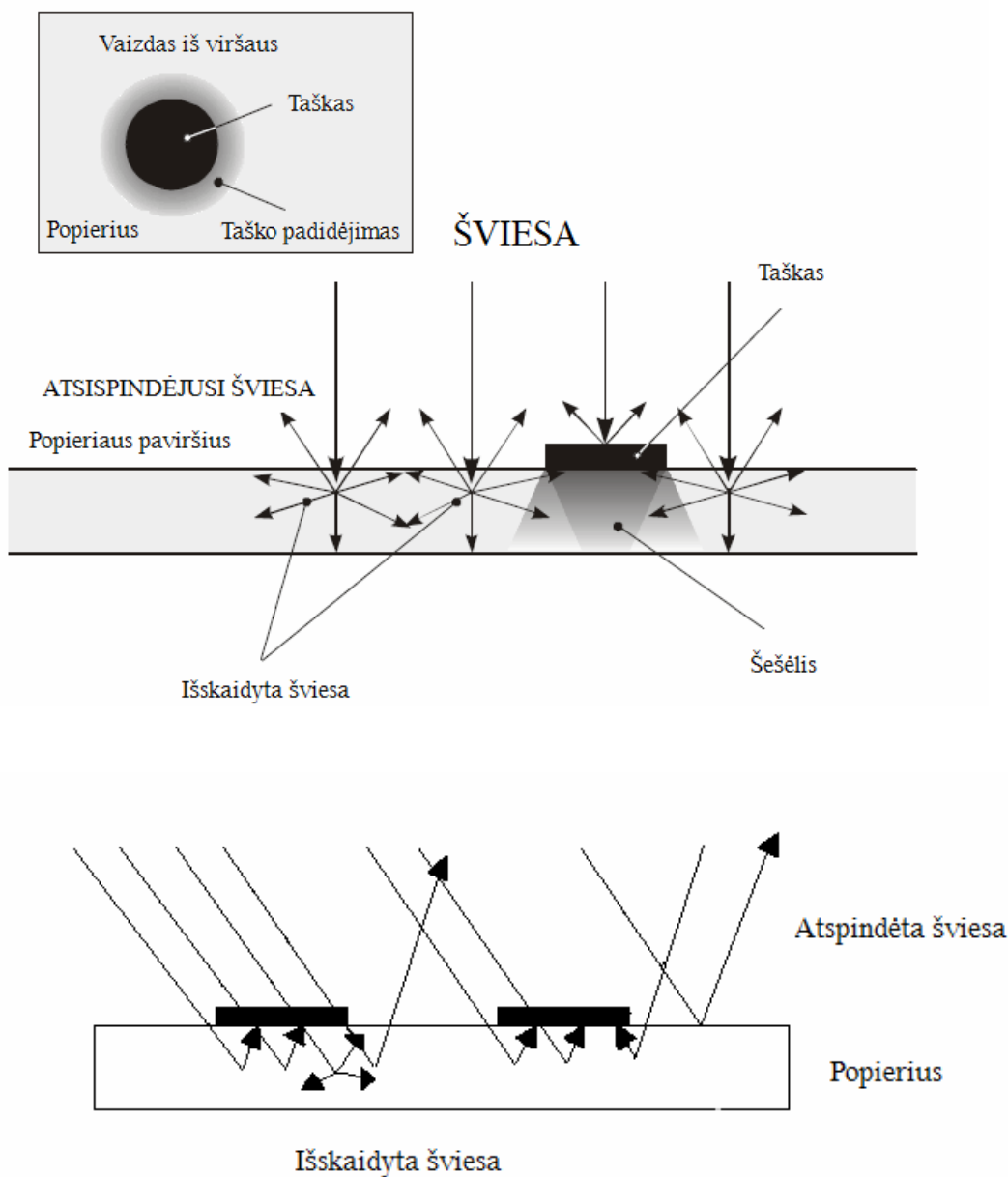
1.2.4. Optinis taškų padidėjimas

Yra daug atvejų, kai krintanti šviesa išsisklaidžiusi popieriaus tūryje žymiai iškreipia densitometro. Tai ypač pastebima, kai yra dirbama su fotografinėmis medžiagomis, laikraštiniais popieriumi, kai kuriomis kreidinėmis popieriaus rūšimis, ir bet kokia kita medžiaga, turinčia žymią šviesos sklaidą jos tūryje. Galima sakyti, kad beveik bet koks baltas pagrindas turės šią savybę.

Neužspausdintas popierius atrodo baltas dėl šviesos, kuri buvo atspindėta nuo paviršiaus, ir šviesos, išsklaidytos popieriaus tūryje ir vėl grįžusios atgal. Taškas, atspausdintas popieriuje, veikia kaip kaukė ir paveikia šviesos atsispindį nuo atspaudų dvejopai:

- 1) taškas neleidžia šviesai įeiti į popierių ir tuo būdu trukdo atspindžiui nuo popieriaus paviršiaus ir šviesos sklaidai tūryje.

2) priešingai šiam reiškiniui, šviesa, kuri krenta ant balto popieriaus paviršiaus, ne tik atspindi, bet yra sklaidoma popieriaus tūryje; dalis šios šviesos, krintančios šalia rastrinio taško, patenka po juo ir tuo sumažindama šviesos atspindį nuo balto popieriaus ploto, esančio šalia taško; dėl to matomas rastrinio taško plotas tarsi padidėja [8].



19 pav. Šviesos atspindys ir sklaida bei rastrinio taško optinis padidėjimas

Kaip matome 19 pav. šviesa patekusi į popierių yra išskaidoma. Ji gali būti visiškai sugerta, išspinduliuota į paviršių ar į pagrindą. Kai išspinduliuojama šviesa praeina per atspausdinto taško kraštą tai vizualiai yra sukuriamą aureolė supanti tašką, lyg taškas būtų padidėjęs. Kadangi taško

ploto skaičiavimas yra remiasi neatspausdinto balto popieriaus atspindžiu, aureolė priverčia taško plotą būti didesnės vertės negu būtų laukiama.

Optinis taško apdidėjimas priklauso nuo taško dydžio, rastro liniatūros ir popieriaus savybių. Naudinga turėti galvoje kelis taško ploto matavimo aspektus. Kai densitometras matuoja taško didėjimą, jis pateikia absoliutų taškų ploto skirtumą. Pavyzdžiui, jeigu matuojamas 1 % taškas, kuris išspausdinamas kaip 2 % taškas, tai densitometras parodytų 1 % padidėjimą, t. y. santykinai 1 % taškas padidėjo 100 %! O 85 % taškas gali padidėti daugiausiai tik 15 %, nes tuo kartu jis 100 % tašku. Spausdinant ant padengto želatina fotografinio popieriaus ar ant matinės baltos polimerinės plėvelės dėl didelio jų perregimumo bus gautas didelis optinis taško padidėjimas [12].

1.2.5. Fizinis taško gavimas ir Yule-Nielsen lygtis

Jeigu reikia išmatuoti tikrą taško dydį, t. y. turi būti rastas fizinis taško plotas, reikia naudoti Yule-Nielsen lygtį, kuria bandoma kompensuoti šviesos skaidą popieriuje. Tai rastrinių taškų ploto skaičiavimui modifikuota Murray-Davies lygtis, į kurią įvestas „n“ faktorius. Šis faktorius yra parinktas tam, kad gautųsi apytikrė koreliacija tarp išmatuoto taško ir fizinio taško dydžio, ir turi būti nustatytas kiekvienam darbui. Jo vertė priklauso nuo popieriaus rūšies, dažų ir naudojamo rastro liniatūros. Tipiškos „n“ vertės svyruos nuo 1,0 (korekcija nereikalinga nes rastro ploto vertė ta pati, kurią gautume pagal Murray-Davies lygtį) iki didelės vertės 4,0. Skirtingų medžiagų testavimas vis dėlto yra ilgas procesas, kuris duoda nelabai didelį pranašumą. Dėl šios priežasties, „n“ 1.7 vertė yra kartais rekomenduojama kaip patogi vidutinė vertė didžiąjai daliai situacijų [Pearson, Milton, „n“ Vertė Bendroms Sąlygoms, TAGA Bylai, 1980, puslapiai 415-425].

Yule-Nielsen lygtis:

$$ETP = \frac{1 - 10^{-\frac{D_t}{n}}}{1 - 10^{-\frac{D_s}{n}}} 100; \quad (12)$$

Čia D_t - rastruotos zonos optinis tankis minus pagrindo optinis tankis, D_s - 100 procentinio laukelio optinis tankis minus pagrindo optinis tankis, n – koeficientas, įskaitantis popieriaus šviesos sklaidos savybes [8].

1.2.6. Murray-Davies ar Yule-Nielsen lygtis

Su kuria lygtimi turi dirbti vartotojas, Murray-Davies ar Yule-Nielsen lygtimi? Kiekviena jų yra tam tikras kompromisas, ir kuriuo naudotis priklauso nuo tikslo. Pavyzdžiui, gali būti reikalaujama, kad tam tikros spalvos atspaudė būtų nustatytas taškų padidėjimas lyginant su fotografine forma. Tam, kad spausdinant būtų palaikomas geras spalvų balansas, reikia, kad

purpurinės, geltonos ir žydros spalvos taškų padidėjimas būtų panašus. Murray-Davies lygtis yra pakankama kontroliuoti šį balansą todėl, kad optinis taško padidėjimas efektas yra proporcingas fiziniam padidėjimui ir galima pakankamai gerai lyginti spausdinimą visose sekcijose. Antra vertus, kai reikia išlaikyti fotografinės formos rastrinio taško plotą, pavyzdžiui, ant plėvele padengto popieriaus, Yule - Nielsen lygtis leis naudojant “n” faktorių gauti rastrinio taško plotą, kuris geriau atitiks fotografinės formos taško plotą. Tačiau reikia žinoti, kad Yule-Nielsen lygtis duoda teisingą taško ploto vertę tiksliai tam tikrame rastriniame laukelyje, bet gali kitose toniniuose laukeliuose būti klaidos [8].

1.2.7. Rastrinis taškas ir rastro liniatiūra

Rastro liniatiūra. Norint sukurti diapazoną su 256 lygių tonu, pakanka rastro ląstelės, kurios šonai sudaryti iš 16 taškų. Visgi tokių ląstelių, uždedamų ant pradinio vaizdinio, turėtų būti toks kiekis, kad nepradingtų mažos dalelės. Vadinasi, kuo daugiau rastro ląstelių yra kiekvienoje eilutėje tuo geresnė kokybė gaunama atspausdinus spaudinį.

Atstumas tarp rastro ląstelių centrų yra vienodas, todėl ilgį galima išmatuoti. Šis atstumas yra vadinamas rastro liniatiūra ir išreiškiamas linijomis per colį (lines per inch -lpi). Kuo didesnė yra lpi reikšmė, tuo geresnė vaizdinio kokybė, nes mažos detalės patenka į keletą rastro ląstelių. Maksimali rastro linijų reikšmė yra 300 linijų į colį.

Rastro liniatiūros reikšmė spaudiniuose:

- 150 lpi ir daugiau – aukščiausios kokybės meniniai ir reklaminiai spalvoti spaudiniai;
- 100-150 lpi – įprasti spalvoti spaudiniai (knygos, žurnalai, lankstinukai ir kt.);
- 90-133 lpi – vidutinės kokybės masiniai spaudiniai;
- 65-90 lpi – laikraščiai, brošiūros, reklaminiai skelbimai ir kt.

Rastro liniatiūra yra labai svarbi spausdinimo procese. Spausdinamo įrenginio programiniame lange būtina įvesti rastro liniatiūros ir posūkio kampo reikšmes, nes kitoku atveju bus pasirinktos nutylėtos reikšmės (jos lieka kai nėra nieko pasirenkama), o tai garantuoja prastą kokybę.

Šiais laikais spaudinio apdirbimui naudojami skaitmeniniai metodai. Skaitmeniniai įrenginiai skiriasi tuo, jog taško dydis visada vienodas. Todėl, norint užpildyti rastro ląstelę, kuri yra pakliuvusi į tamsų vaizdinio lauką, joje reikia patalpinti daug vienodo dydžio taškų. Didžiausias vienodo dydžio taškų skaičius, kurį galima patalpinti bet kokiame spausdinamo įrenginio plote (vertikaliai ar horizontaliai), vadinamas rezoliucijos galimybe. Ji matuojama taškais per colį (dots per inch - dpi).

Dinaminis diapazonas. Vaizdinių kokybę priimta vertinti dinaminiu diapazonu (D). Tai logaritminis dydis, kuris parodo skirtumą tarp tamsiausio ir šviesiausio vaizdinio ploto. Kuo

aukštesnis dinaminis diapazonas, tuo daugiau pustonų egzistuoja paveikslėlyje ir tuo jis kokybiškesnis. Teoriškai dinaminis diapazonas gali turėti reikšmes nuo 0 iki 4 OD (Optical Density – optinis tankis). Esant reikšmei 4 OD, tarp tamsiausio ir šviesiausio vaizdinio ploto, skirtumas yra 10000 kartų.

Tipinės dinaminio diapazono reikšmės:

- 0,9-1,0 OD – laikraštinių popierių;
- 1,5-2,0 – kreiduoti popierių (spalvoti laikraščiai ir knygos);
- 2,0-2,5 – fotografijos;
- 2,5-3,0 – negatyvai;
- 2,7-3,2 – kokybiškos skaidrės;
- 3,5-4,0 – vienetinės, specialiai parinktos skaidrės.

Šiame sąrašė apatinė dalis tipiška masinei produkcijai, o viršutinė – vienetiniams tam tikros kategorijos egzemplioriams. Pažymėtina, jog originalai, kurie nepraleidžia šviesos (fotografijos, laikraščiai) turi mažesnę dinaminį diapazoną negu originalai, praleidžiantys šviesą (negatyvai, skaidrės).

Galima palyginti skaitmeninių įrengimų galimybes pagal dinaminį diapazoną:

- 2,0-2,5 – masiniai planšetiniai skeneriai;
- 3,2-3,6 – profesionalūs planšetiniai skeneriai;
- 3,5-3,8 – skaidrių skeneriai;
- 2,0-2,5 – masinės skaitmeninės foto ir videokameros.

Taigi buitinių skenerių, skaitmeninių foto ir vaizdo kamerų galimybių pakanka kiekvieno asmeninems reikmėms, tačiau norint gauti aukščiausios kokybės darbą geriau užsakyti skenavimą pas profesionalus, kurie turi geresnę įrangą [11].

2. EKSPERIMENTAS, JO EIGA IR REZULTATŲ ĮVERTINIMAS

2.1. Darbo tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas – ištirti vilgymo skysčio sudėties įtaką rastrinio taško padidėjimui, t. y. nustatyti, kaip elgsis taškas pakeitus vilgymo skysčio priedą iš spiritinio į nespirtinį. Eksperimentiniu būdu nustatyti atspaudos spalvines charakteristikas, panaudojant gradacines kreives. Išmatuoti gradacinių kreivių spalvų reikšmes CIE $L^*a^*b^*$ koordinatų sistemoje bei pagal gautas reikšmes apskaičiuoti taško padidėjimą ir palyginti gautą padidėjimą su išmatuotu taško padidėjimu.

2.2. Tyrimo objektai

Tiriamiesiems atspaudams spausdinimo formos buvo gaminamos skaitmeninių ofsetinių spaudos plokščių eksponavimo įrenginiu - „Trendsetter News 70“, tai yra 830 nm terminis eksponavimo įrenginys, kurio raiška yra 2400 taškų į colį, o greitis – 21 A1 formato formų per valandą. Naudodami šį įrenginį galime gaminti iki 824 x 1118 mm dydžio formas. Prie šio įrenginio komplektuojama automatinio ryškinimo sistema ir darbo eigos valdymo programa „Prinergy“.



20 pav. Skaitmeninių ofsetinių spaudos plokščių eksponavimo įrenginys „Trendsetter News“

Pagamintos plokštės keliavo į dvi ritinines spaudos mašinas: „Rotoman 50“ ir „Goss M – 600“.



21pav. Ritininė ofsetinės spaudos mašina „Rotoman 50“

Cilindro apskritis

630 mm

Didžiausias ritinio plotis

Visas ritinys	965 mm;
Pusė ritinio	482,50 mm;
3/4 ritinio *	723,75 mm;
2/3 ritinio *	643,33 mm.

Mažiausias ritinio plotis

Visas ritinys	600 arba 780 mm;
Pusė ritinio	300 arba 390 mm;
3/4 ritinio*	585 mm;
2/3 ritinio*	520 mm.

* *Reikalingas apšukimo mechanizmas.*

Vienas aukštas (ritinio eiga iš kairės į dešinę).

Maksimali sparta 50.000 cilindro apsuk./val.

Maksimali sparta priklauso nuo:

- popieriaus ritinio rūšies, svorio ir būklės;
- produkto rūšies;
- puslapių skaičiaus ir lankstymo tikslumo;
- dažų ir spaudos kokybės;
- prieš spaudos paruošimo spausdinimui proceso kokybės;
- plokščių ir gumų reguliavimo;
- klimatinių sąlygų spaustuvėje;
- personalo patirties.



22 pav. Ritininė ofsetinės spaudos mašina „Goss M - 600“

Cilindro apskritis	625 mm
--------------------	--------

Didžiausias ritinio plotis

Visas ritinys	965 mm;
Pusė ritinio	482,50 mm;
3/4 ritinio *	723,75 mm;
2/3 ritinio *	643,33 mm.

Mažiausias ritinio plotis

Visas ritinys	600 arba 780 mm;
Pusė ritinio	300 arba 390 mm;
3/4 ritinio*	585 mm;
2/3 ritinio*	520 mm.

* *Reikalingas apsukimo mechanizmas.*

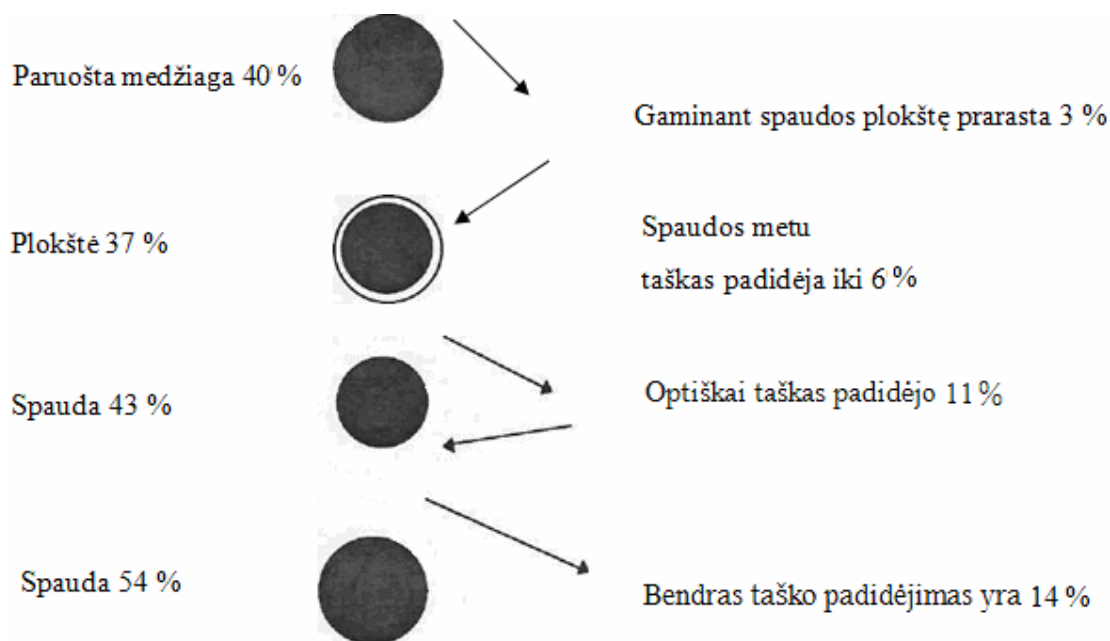
Vienas aukštas (ritinio eiga iš kairės į dešinę).

Maksimali sparta 50.000 cilindro apsuk./val.

Ši spaudos mašina turi automatinę dažų tiekimo reguliavimo sistemą GMI („Graphic micro system“), kuri viso darbo metu stengiasi palaikyti nustatytą optinio tankio reikšmę. Tai užtikrina geresnę atspaudos kokybę spausdinant tiražą.

2.3. Eksperimentinė dalis

Eksperimento metu buvo tiriamas taško padidėjimas. Taško padidėjimas, pamatuotas densitometru, parodo mechaninį ir optinį (kaip tai mato žmogaus akis) taško padidėjimą kartu. Nėra labai svarbu pasiekti didžiausią arba mažiausią taško padidėjimą, bet svarbu išlaikyti visą laiką daugmaž vienodą taško padidėjimą, norint gauti vienodus rezultatus. Paveiksle matome taško pasikeitimą nuo paruoštos medžiagos spausdinimui iki atspausdinto produkto.



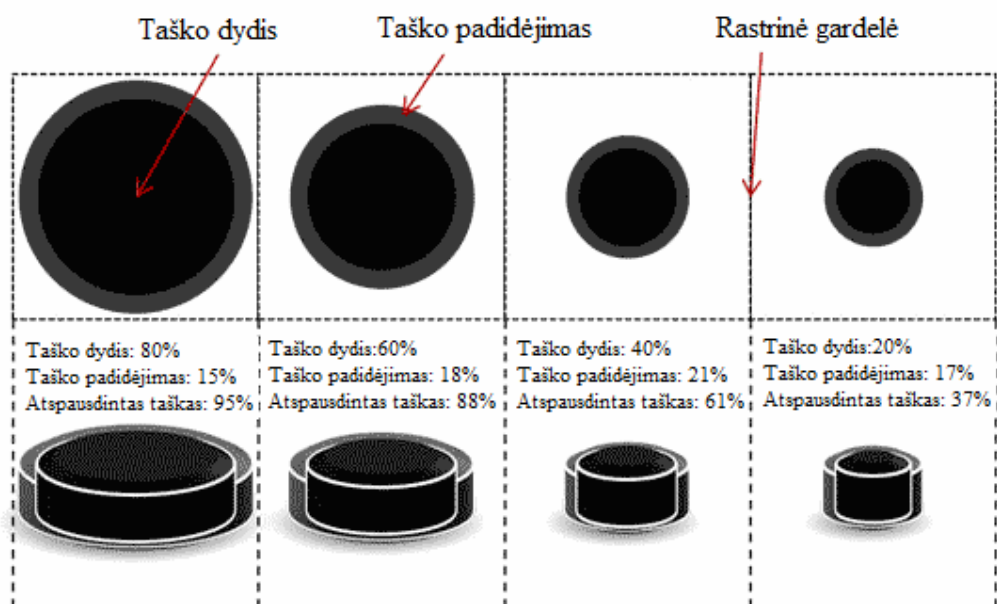
23 pav. Taško matmenų kitimas nuo paruoštos medžiagos spausdinimui iki išspausdinto produkto

Paruošta spausdinimui medžiaga pateikiama formų gamybai ir gaminant formas mes prarandame iki 3 % paruoštų spausdinimui originalų taškų dydžių. Pagaminta forma perduodama į spaudos mašiną spausdinimui, kur spaudos metu taškas gali išsiplėsti iki 6 %. Tačiau dėl optinių popieriaus savybių žmogus mato tašką, padidėjusį iki 11 %, taigi bendras taško padidėjimas gali būti iki 14 % [5].

Tipiškos taško padidėjimo reikšmės popieriui ir kreidiniam kartonui:

17 + 2 % C-M-Y

19 + 2 % K



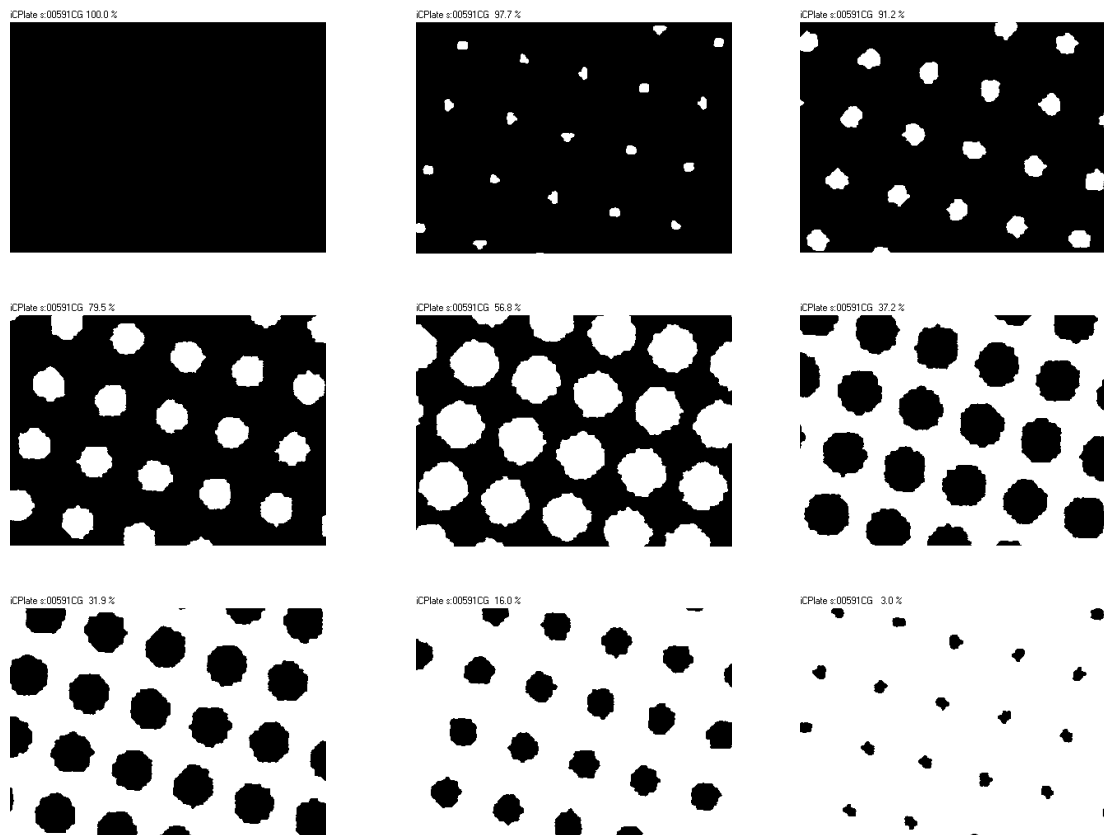
24 pav. Rastrinio taško matmenų kitimas

Taško padidėjimas pirmiausiai buvo matuojamas ant pagamintos spausdinimo formos. Matavimui buvo naudojamas „iCPLATE II“ nešiojamas skaitmeninių ofsetinių spausdinimo formų ir tradicinių ofsetinių formų matavimo prietaisas. Įrenginys greitai ir tiksliai atlieka visus reikiamus kontrolės matavimus. Su integruota vaizdo kamera „iCPlate II“ įrenginys geometriškai išanalizuoja ant plokštės paviršiaus esančius raistro taškus, pateikia tikslius skaičiavimus, leidžiančius spręsti apie darbo priimtinumą prieš pradedant spaudą, bei susikalibruoti plokščių gamybos įrangą.



25 pav. „iCPLATE II“ nešiojamas skaitmeninių ir tradicinių ofsetinių spausdinimo formų matavimo prietaisas

Pagamintoje formoje buvo matuojamos gradacinės kreivės kiekvienos formos atskirai ir žiūrima, kokią įtaką taško padidėjimui turi formų gamybos stadija. Taip pat pasitelkiant ofsetinių plokščių matavimo prietaiso „iCPLATE II“ skaitmeninę vaizdo kamerą buvo padarytos rastrinio taško nuotraukos nuo mažiausio iki didžiausio.



26 pav. Rastrinio taško nuotraukos nuo mažiausio iki didžiausio

Gauti rezultatai buvo suvesti į „Exel“ programos lenteles ir nubraižyti grafikai, kurie panaudoti spausdinimo rezultatams analizuoti.

Atspausdintame atspaude pagal skales buvo matuojamos gradacinės kreivės, t. y. atspaudų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų santykinio ploto. Šios kreivės buvo matuojamos su spektrofotometru ir densitometru. Su densitometru buvo išmatuotas optinis tankis ir taško padidėjimas naudojant Murray - Davies lygtį [4], o spektrofotometru buvo išmatuotos spalvų reikšmės CIE $L^*a^*b^*$ koordinačių sistemoje bei ΔE reikšmės, kurios buvo lyginamos su atspausdintu atspaudu naudojant spiritinį vilgymo priedą.

Buvo naudojamas „Gretag-Macbeth AG“ firmos spektrofotometras „SpectrophotometerSpectroEye“. Šiuo prietaisu buvo matuojamos spalvos CIE $L^*a^*b^*$ koordinačių

sistemoje tam, kad būtų paskaičiuotas taško padidėjimas iš CIE $L^*a^*b^*$ koordinatų reikšmių. Spektrofotometro nustatymai buvo tokie:

- stebėtojo kampas – 2° ;
- šviesos šaltinis – D50;
- tankio standartas – DIN;



a)



b)

27 pav. a) spektrofotometras „SpectrophotometerSpectroEye“, b) densitometras „DensitometerD19C“

Taip pat buvo naudojamas „Gretag-Macbeth AG“ firmos densitometras „DensitometerD19C“. Šiuo prietaisu buvo matuojamas spalvos optinis tankis ir taško padidėjimas. Densitometras buvo naudojamas su poliarizaciniu filtru, kuris žymiai sumažina optinio tankio skirtumą tarp kelių užspausdintų ir visiškai užsifiksavusių dažų. Buvo apskaičiuotas kiekvieno gradacinio langelio teorinis zonis optinis tankis pagal formulę:

$$A = \lg \frac{100}{(100 - p) + p \cdot \rho} \cdot 100, \quad (13)$$

čia A – optinis tankis; p – rastrinių taškų santykinis plotas %; ρ – dažų atspindžio koeficientas.

Toliau pagal gautus šimtaprocentinių laukelių zoninius optinius tankius buvo apskaičiuotas kiekvienos spalvos teorinis atspindžio koeficientas (ρ). Tai buvo padaryta iš 13-os formulės išreiškus nežinomąjį ρ :

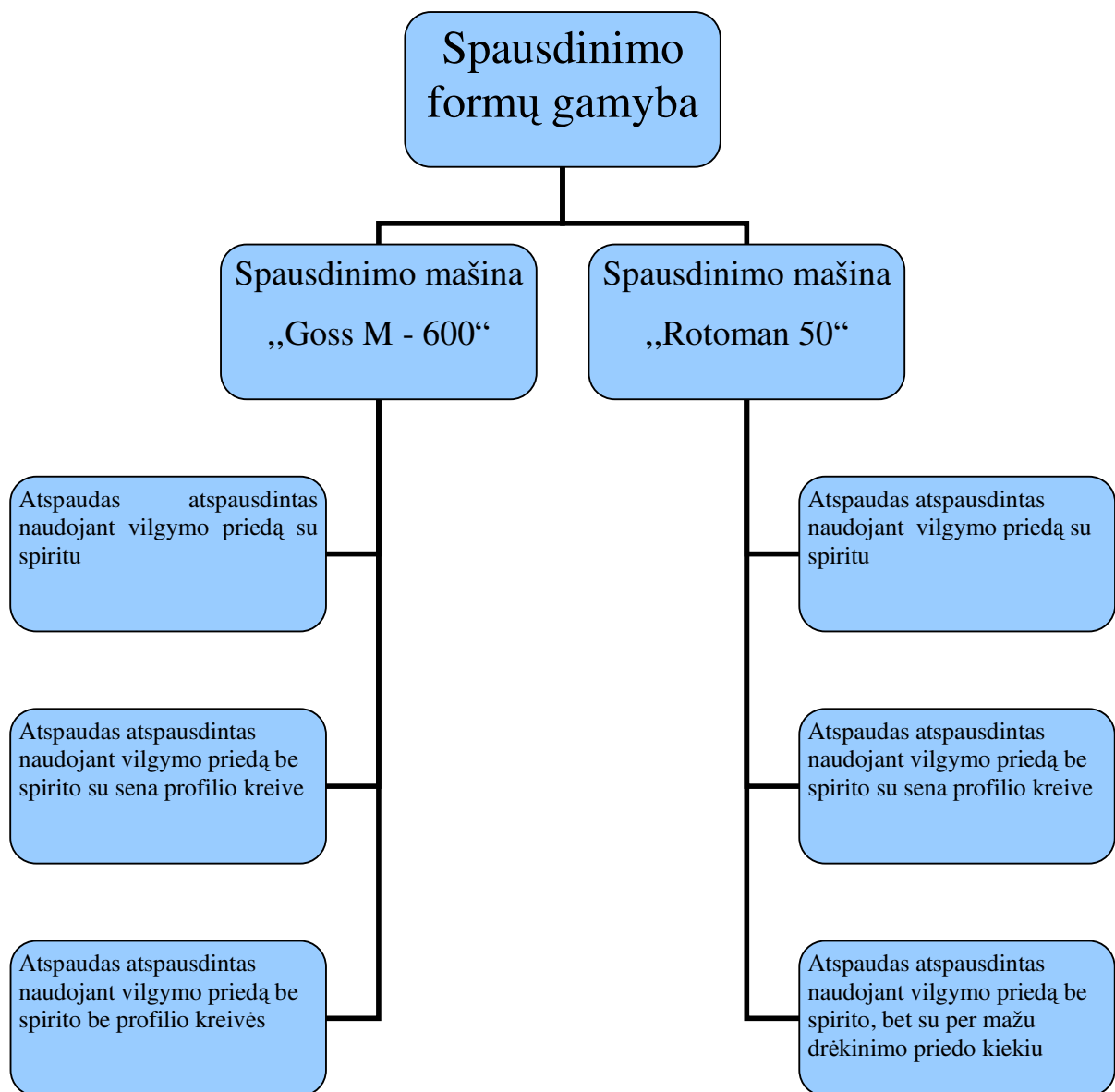
$$\lg \rho = (-A); \quad (14)$$

Į 14-tą formulę buvo įrašomi kiekvieno šimtaprocentinio spalvų laukelio, skirtingiems režimams, zoniniai optiniai tankiai. Po to gavus kiekvienos spalvos teorinius spalvų atspindžio koeficientus ir įrašius juos į 13-ą formulę, buvo gauti kiekvienos spalvos teoriniai zoniniai optiniai tankiai. Gauti rezultatai buvo surašyti į lenteles ir su „Excel“ programa buvo braižomi grafikai, kuriuose buvo pavaizduotos kiekvienos spalvos teorinės ir matuotos zoninių optinių tankių gradacinės kreivės.

2.4. Tyrimo metodika ir rezultatai

Paruošta spausdinimui medžiaga pateikiama formų gamybai ir pagaminamos spausdinimo formos. Spaudos formos buvo matuojamos nešiojamu skaitmeninių ofsetinių spaudos plokščių matavimo prietaisu tam, kad įsitikintume, jog gaminant formas taškas nebuvo padidintas ar sumažintas. Gauti duomenys buvo lyginami su teoriškai idealiomis charakteristikomis, t. y. tomis reikšmėmis, kurios buvo pateiktos spausdinimui. Taip yra įvertinamas taško pasikeitimas gaminant formas. Formos abiem spaudos mašinoms buvo gaminamos su ta pačia ofsetinių formų gaminimo mašina. Spausdinti bandiniai buvo renkami ir rūšiuojami pagal tokius kriterijus:

- Kokia spaudos mašina jis spausdintas;
- Koks vilgymo skysčio priedas naudojamas;
- Buvo naudojama spaudos profilio korekcinė kreivė.



28 pav. Schema, pagal kurią buvo surūšiuoti spausdinti bandiniai

Pagal atspaudos kontrolines skales (29 pav.) buvo matuojamos gradacinės kreivės, t. y. atspaudos optinio tankio priklausomybės nuo rastrinių taškų ploto.

Dot %	C	M	Y	K
0				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				
65				
70				
75				
80				
85				
90				
95				
100				

29pav. Kontrolinės skalės atspaudos gradacinės charakteristikoms nustatyti

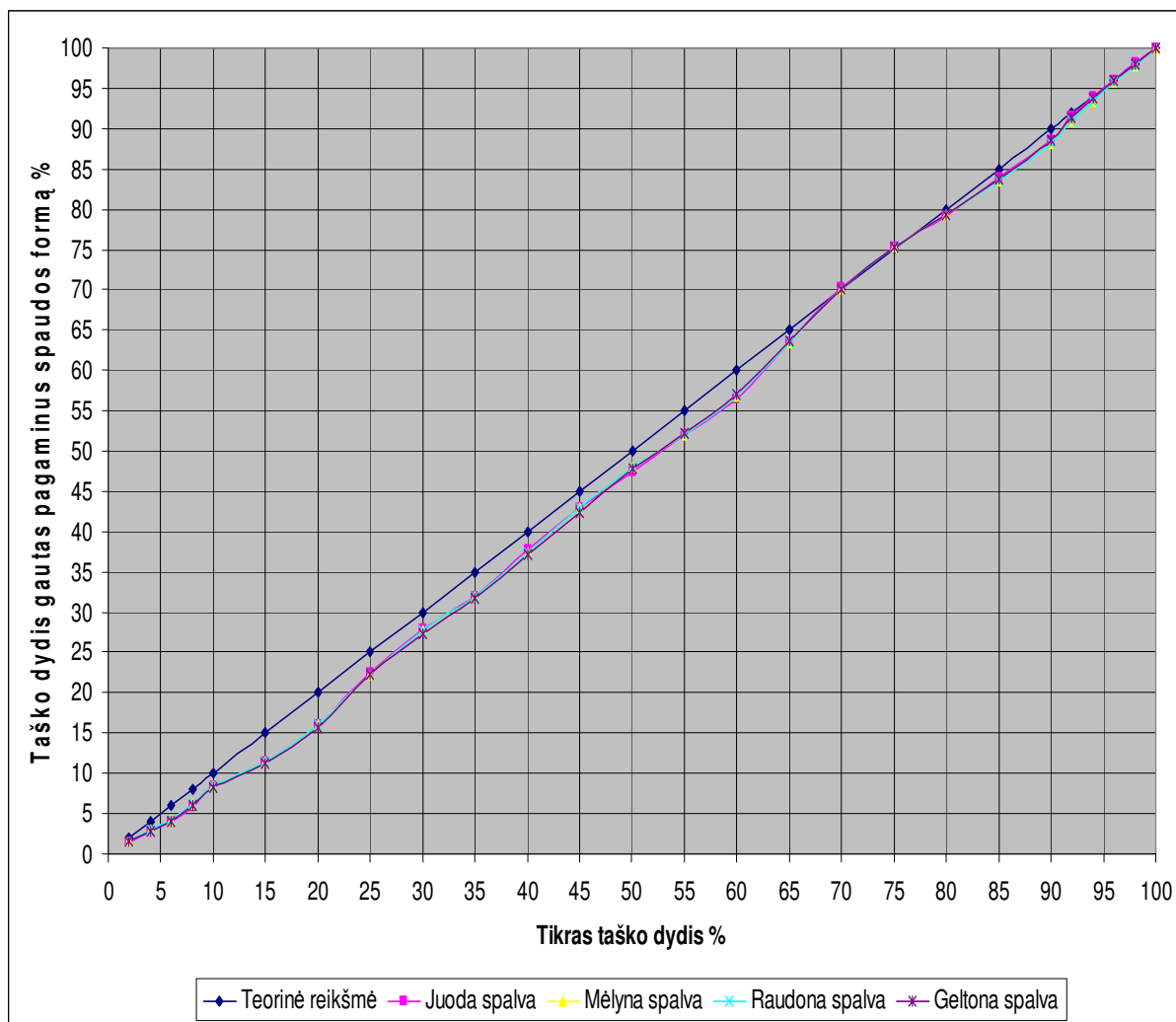
Gauti rezultatai buvo suvesti į „Excel“ programos lenteles ir nubraižyti grafikai, kurie panaudoti spausdinimo rezultatams analizuoti.

2.5. Rastro taškų ploto kitimas gaminant formas

Gaminant spaudos formas galima prarasti iki 3 procentų taško dydžio, jeigu nebus kontroliuojamas formų gamybos procesas. Buvo matuojami rastrinių taškų matmenys pagamintose spausdinimo formose ir gautos vertės lyginamos su teorinėmis reikšmėmis. Kiekviename grafike yra pavaizduojami tiek teoriniai, tiek ir praktiškai gauti rezultatai.

Keturių spaudos formų, kurios buvo gamintos viena paskui kitą, rastrinių taškų santykinio ploto priklausomybę nuo tikro taško dydžio, t. y. nustatytojo santykinio taškų ploto, matome 30 pav. Kartu pateiktos idealios teorinės gradacinės charakteristikos, kurios atitinka spaudai paruoštų medžiagos rastrinių taškų dydžius. Teoriškai gaminant spausdinimo formas neturėtų būti jokio rastrinių taškų sumažėjimo, t. y. jei rastrinio taško dydis yra 40 %, tai pagaminus formą mes turėtume gauti taip pat 40 % rastrinę gradaciją. Tačiau realiai visos keturios gautos gradacinės kreivės yra žemiau už teorinę. Tai reiškia, kad gaminant formas rastrinis taškas sumažėjo. Rastrinio taško sumažėjimas atsiranda nuo pačių mažiausių gradacijų ir pasiekus 20 % gradaciją jo sumažėjimas siekia: 3,9 % – juodai spalvai, 4,0 % – žydrai spalvai, 4,0 % – purpurinei spalvai ir 4,3 % – geltonai spalvai. Toliau taškų ploto skirtumas palaipsniui mažėja ir pasiekus 70 % gradaciją susilygina su teorine reikšme, o nuo 80 % vėl nežymiai sumažėja iki 1,8 % ir nuo 94 % vėl susilygina su teorine verte. Lyginant spausdinimo formų, kurios buvo gamintos viena paskui kitą,

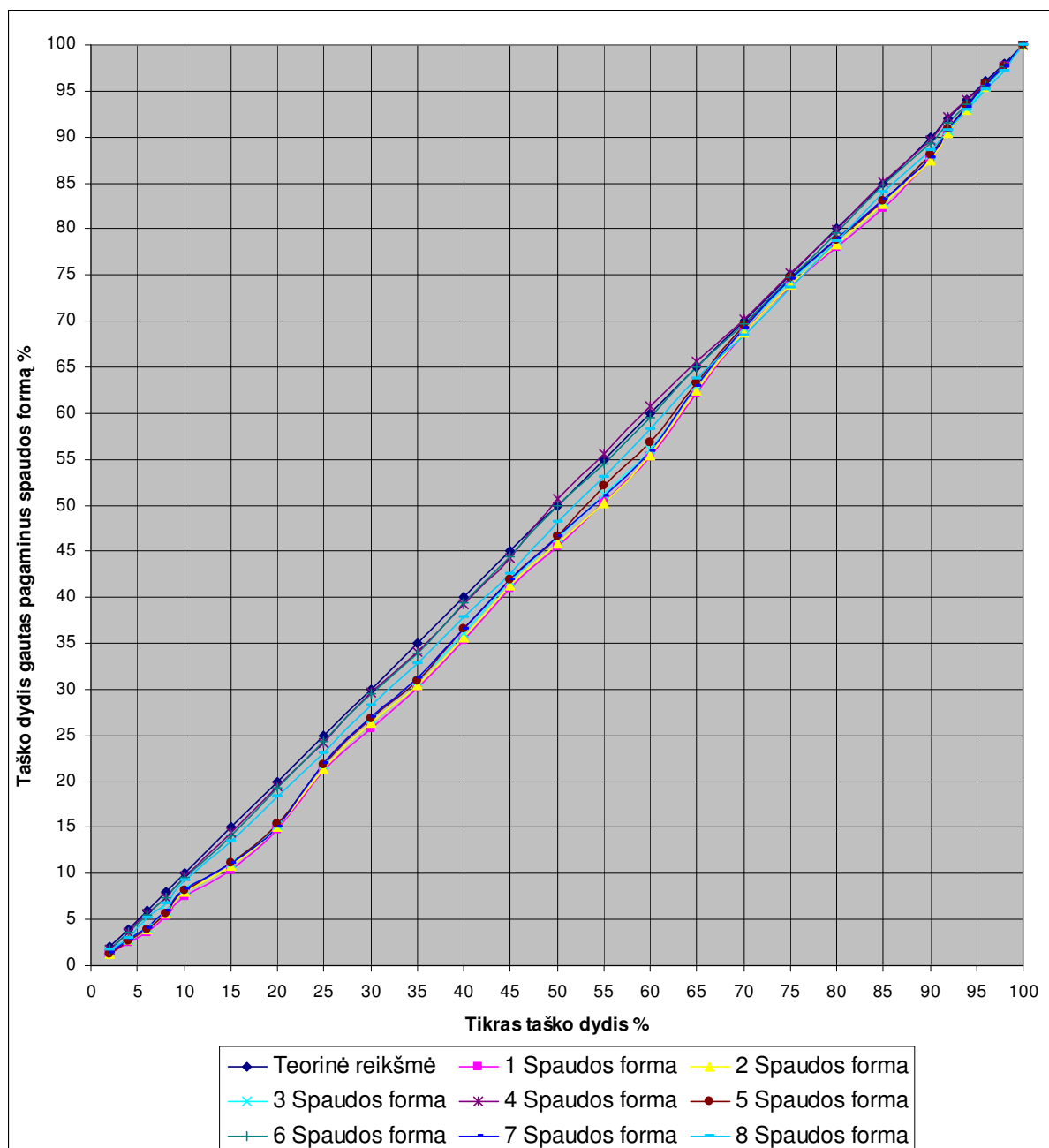
rastrinių taškų pasikeitimus rasta, kad rastrinių taškų ploto pokytis atitinkamuose gradacijų ploteliuose yra labai nedidelis ir siekia 0,6 %.



30 pav. Keturių spaudos formų, kurios buvo gamintos viena paskui kitą, rastrinių taškų santykinio ploto priklausomybė nuo tikro taško dydžio

Aštuonių spaudos formų, kurios buvo pasirinktos atsitiktinai per tam tikrą laiką, rastrinių taškų priklausomybę nuo tikro taško dydžio matome 31 pav. Spaudos formos buvo pasirinktos atsitiktinai ir išmatuotos jų gradacinės kreivės. Norint užtikrinti kuo mažesnę rastrinio taško sumažėjimą gaminant formas būtina sekti spaudos formų gamybos įrenginio charakteristikas: plokštės eksponavimo ir ryškinimo greitį, stabilumą (t. y. plokštė turėtų nekisti eksponavimo, ryškinimo procese). Tačiau realiai tai padaryti labai sudėtinga ir kaip matome 33 pav. gautos kreivės turi didesnę sklaidą, nei tų, kurios buvo gaminamos viena paskui kitą, nors ketvirtos ir šeštos formos kreivės yra arčiau teorinės, o visos kitos yra žemiau už teorinę. Šių dviejų kreivių

priartėjimą galėjo lemti ryškinimo greičio bei temperatūros padidėjimas arba ryškalų pakeitimas naujais.



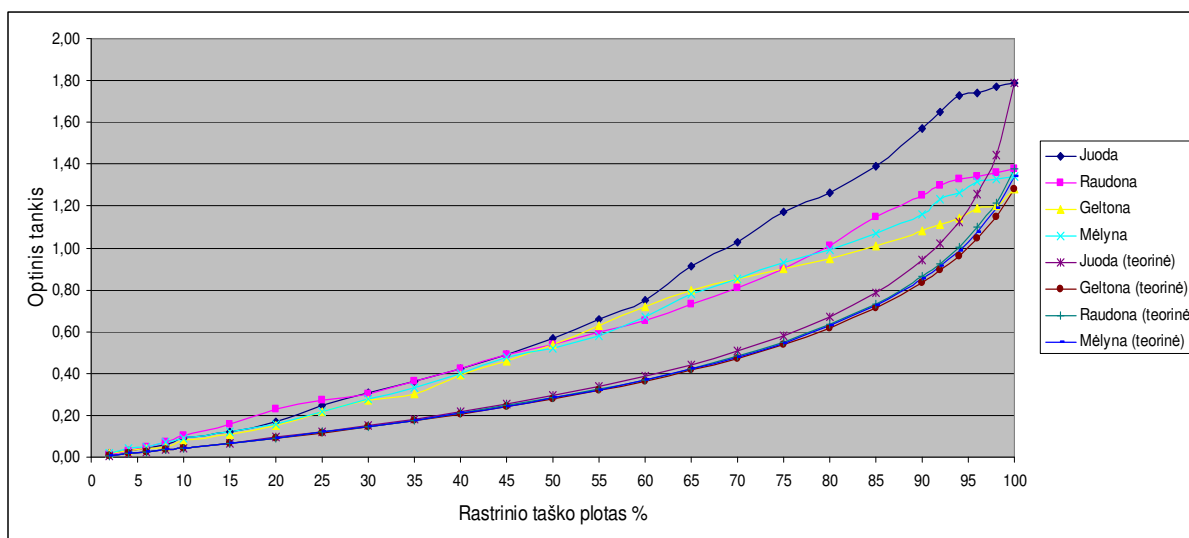
31 pav. Aštuonių spaudos formų, kurios buvo pasirinktos atsitiktinai per vieną mėnesį, rastrinių taškų priklausomybė nuo tikro taško dydžio

2.6. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo

2.6.1. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašiną

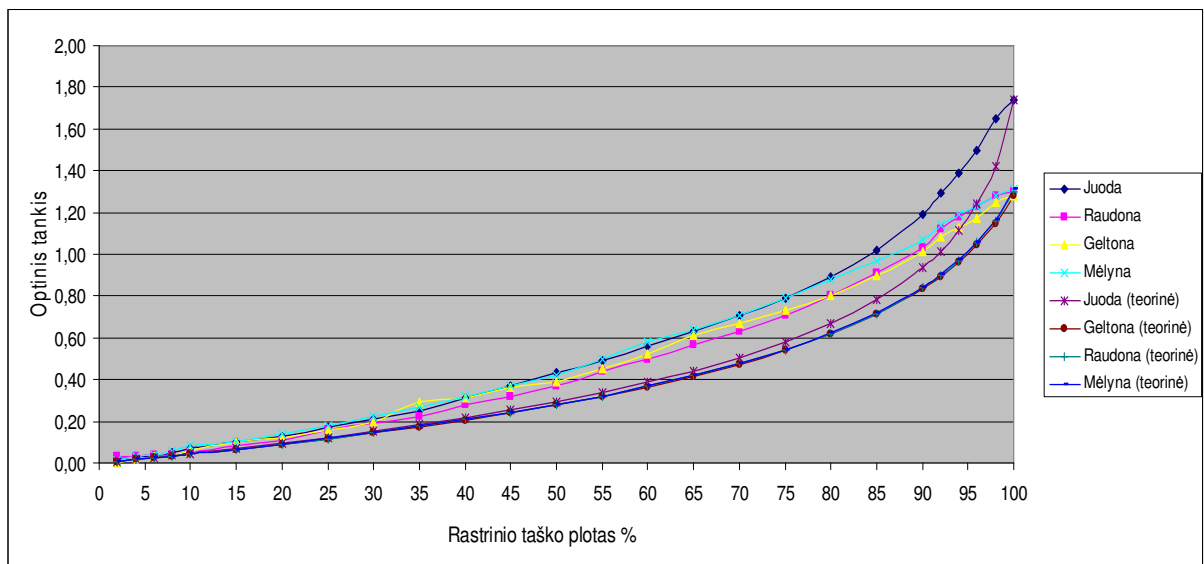
Čia pateikiamos eksperimentinės gradacinės kreivės, išreikštos per optinio tankio priklausomybę nuo tikro taškų santykinio ploto, ir lyginamos su teorinėmis gradacinėmis charakteristikomis. Atspaudai buvo spausdinant keturiomis CMYK spalvomis. Spausdinant buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai, bei profilinės kreivės. Atspaudai buvo atspausdinti ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“.

Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su spiritiniu vilgymo priedu, pateikta 32 pav. Kartu pateiktos teorinės (idealios) gradacinės charakteristikos, apskaičiuotos įvertinant didžiausią dažų optinį tankį. Visų keturių spalvų eksperimentinės gradacinės kreivės yra aukščiau už teorines. Didžiausiais skirtumais nuo teorinių optinių tankių yra rastrinių taškų ploto diapazone nuo 30 % iki 60 %, o toliau jau gradacinės kreivės, tiek augant, tiek ir mažėjant rastrinių, rastrinių taškų plotui, artėja prie teorinių, tačiau vis tiek pastebimas didelis skirtumas tarp eksperimentinių ir teorinių gradacinių kreivių. Pastebėtina tai, kad juodos spalvos skirtumas nuo teorinių optinių tankių yra pats didžiausias. Eksperimentiškai gautų optinių tankių išsibarstymas atsiranda, kai spalvų laukeliai užpildyti 60 %, o teoriniu atžvilgiu gauti rezultatai visų spalvų praktiškai yra vienodi.



32 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su spiritiniu vilgymo priedu

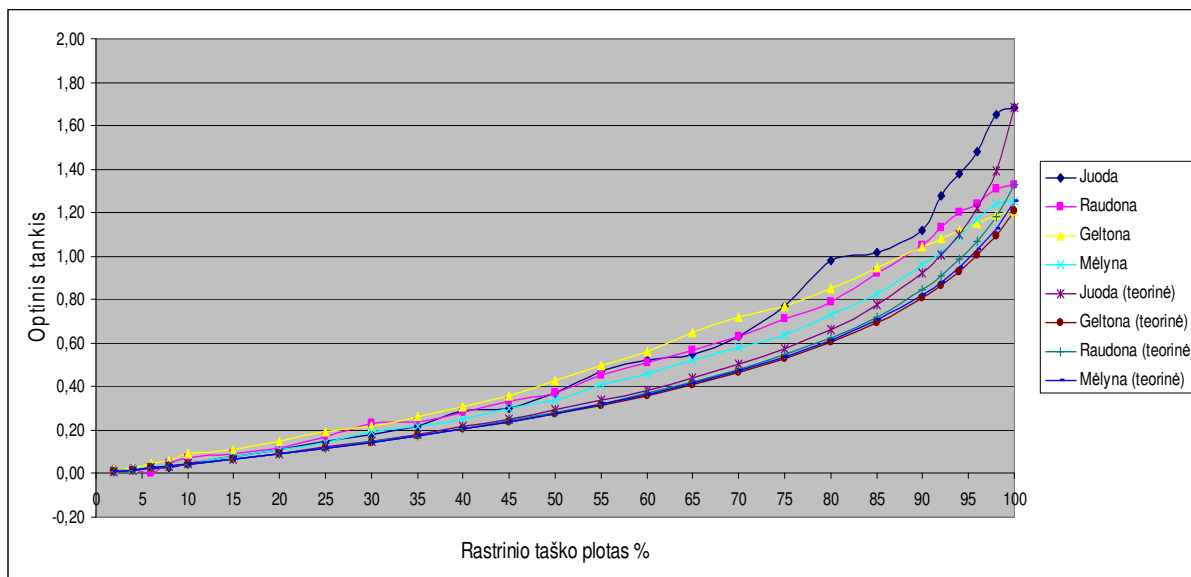
Jeigu naudojant spiritinį vilgymo skysčio priedą eksperimentinės gradacinės kreivės skyrėsi nuo teorinių labai stipriai, tai naudojant nespirtinį vilgymo priedą gautos eksperimentinės kreivės buvo gana artimos teorinėms (33 pav.). Reikia pažymėti, kad čia taip pat, kaip ir naudojant spiritinį vilgymo priedą, visos eksperimentinės gradacinės kreivės yra aukščiau už idealias teorines. Tik ties 40 % rastrinių taškų ploto riba ir aukščiau eksperimentinės gradacinės kreivės pradeda šiek tiek skiriasi nuo teorinių, kuris išlieka pastovus iki 100 % užpildymo. Eksperimentiškai gautų optinių tankių sklaida beveik nepastebima, ji atsiranda tik tada, kai spalvų laukeliai užpildyti 85 %, o teoriniu atžvilgiu gauti rezultatai visų spalvų praktiškai yra vienodi.



33 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine mašina „Goss M – 600“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su sena profiline kreive

Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ naudojant vilgymo priedą be spirito ir be profilinės kreivės pateiktos 34 pav. Iš grafiko matosi, kad paskaičiuotos teorinės gradacinės kreivės praktiškai sutampa tarpusavyje išskyrus juodą spalvą, kuri pastebimai pradeda atsiskirti, kai spalvų laukeliai užpildyti nuo 80 %. Tai lėmė santykinai didesnis juodos spalvos optinis tankis. Eksperimentinių rezultatų metu gautos reikšmės yra didesnės už teorines, tačiau nėra labai stipriai nutolusios nuo jų. Didesni gradacinių kreivių skirtumai pastebimi vidutinių ir didesnių optinių tankių srityje. Pastebėtina tai, kad mėlynos spalvos eksperimentinis optinis tankis yra labiausiai priartėjęs prie teorinių optinių tankių, o labiausiai nutolusi nuo teorinių reikšmių yra juoda spalva. Eksperimentiškai gautų optinių tankių sklaida gana nedidelė, jei lygintume spaudą su spiritiniu

vilgymo priedu, jis atsiranda tik tada kai spalvų laukeliai užpildyti 50 %, o teoriniu atžvilgiu gauti rezultatai visų spalvų praktiškai yra vienodi.



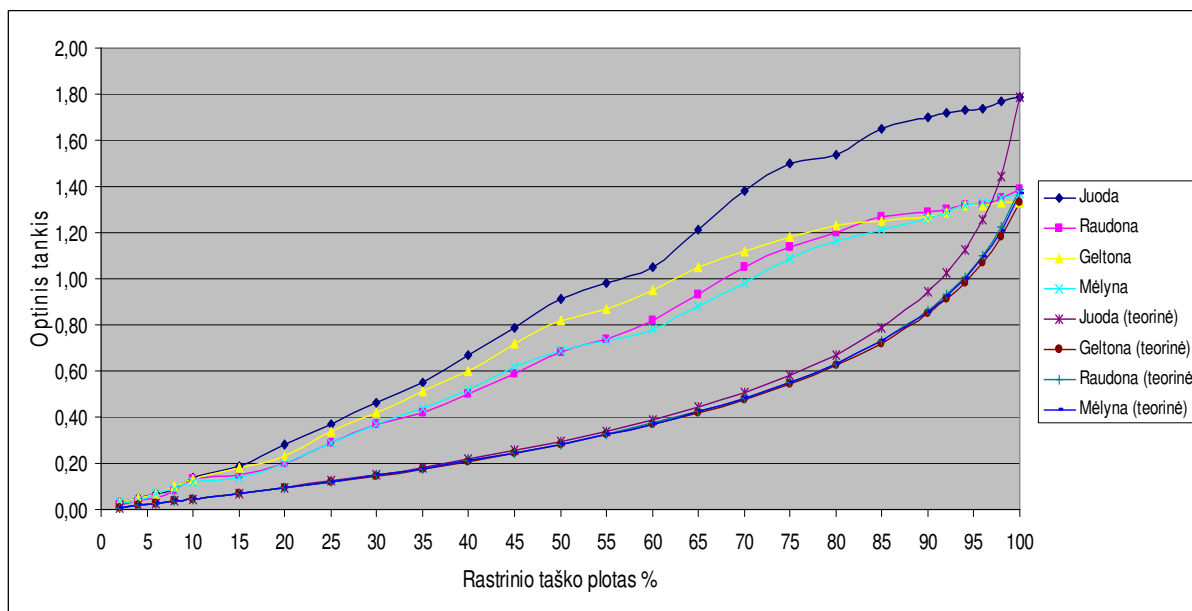
34 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito ir be profilio kreivės

2.6.2. Atspaudų gradacinių charakteristikų priklausomybė nuo vilgymo skysčio priedo spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina

Čia pateikiamos eksperimentinės gradacinės kreivės, išreikštos per optinio tankio priklausomybę nuo tikro taškų santykinio ploto, ir lyginamos su teorinėmis gradacinėmis charakteristikomis. Atspaudai buvo gauti spausdinant keturiomis CMYK spalvomis. Buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai, bei profilinės kreivės. Atspaudai buvo atspausdinti ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“.

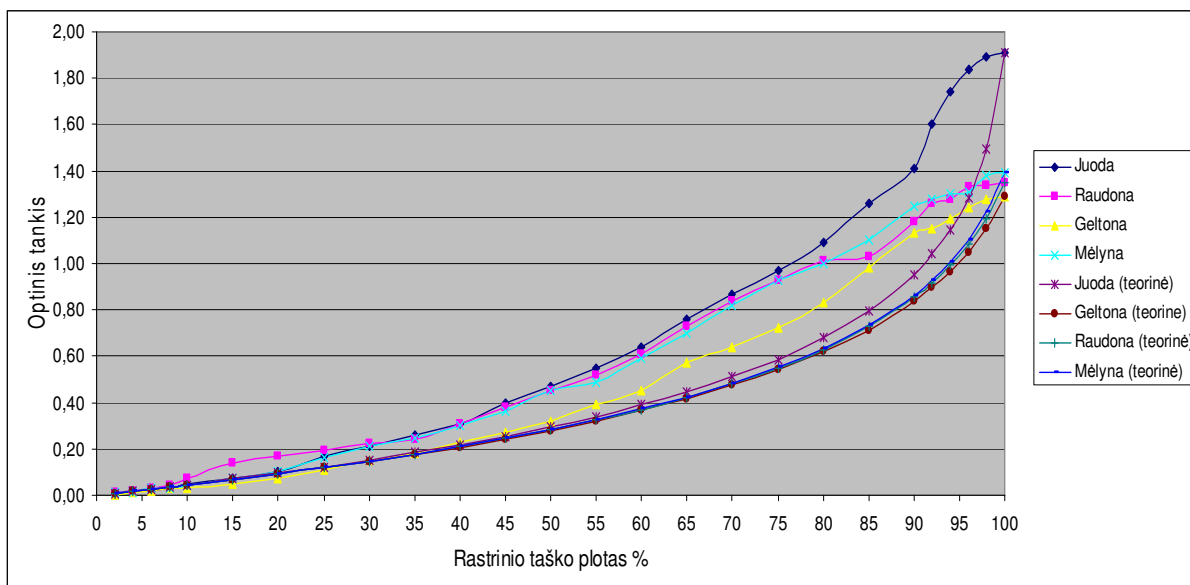
Spausdinant su ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto naudojant vilgymo priedą su spiritu pateikta 35 pav. Visų keturių spalvų eksperimentinės gradacinės kreivės yra aukščiau už teorines. Čia matomi patys didžiausi eksperimentinių optinių tankių nuokrypiai nuo teoriškai apskaičiuotų optinių tankių. Didžiausiais skirtumas nuo teorinių optinių tankių yra, kai spalvų laukeliai užpildyti nuo 40 % iki 90 %, o toliau jau gradacinės kreivės, tiek augant, tiek ir mažėjant rastrinių taškų plotui, artėja prie teorinių, tačiau vis tiek pastebimas didelis skirtumas tarp eksperimentinių ir teorinių gradacinių kreivių. Pastebėtina tai, kad juodos spalvos skirtumas nuo teorinių optinių tankių yra pats

didžiausias. Visų kitų spalvų optiniai tankiai yra artimi vienas kitam, tačiau vis tiek yra labai didelis skirtumas nuo teorinių. Eksperimentiškai gautų optinių tankių sklaida atsiranda kai spalvų laukeliai užpildyti 35 %, o teoriniu atžvilgiu gauti rezultatai visų spalvų praktiškai yra vienodi.



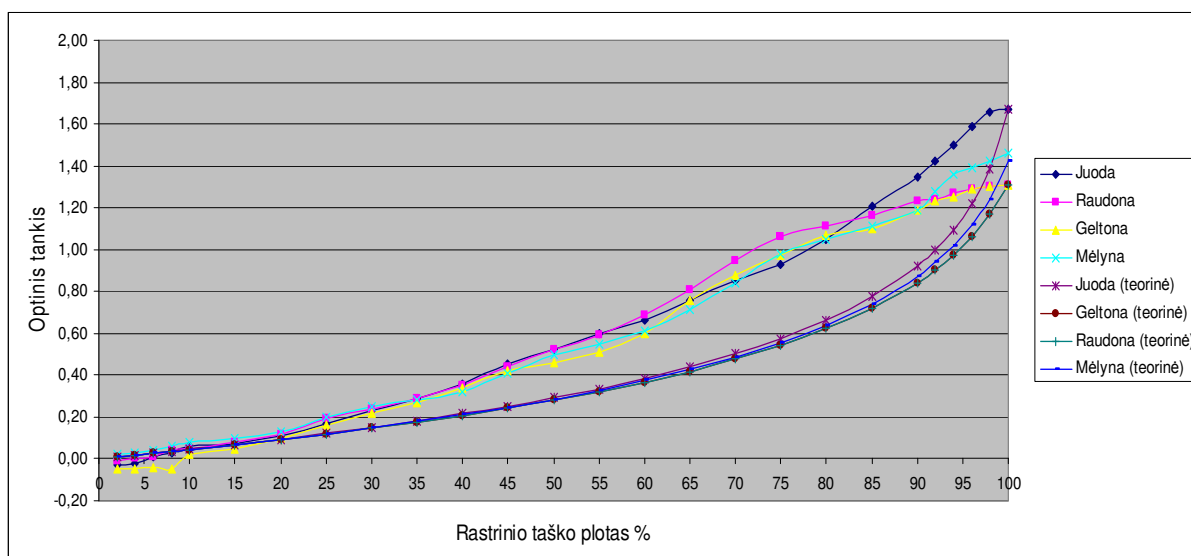
35 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su spiritiniu vilgymo priedu

Jeigu naudojant spiritinį vilgymo skysčio priedą eksperimentinės gradacinės kreivės skyrėsi nuo teorinių labai stipriai, tai naudojant nespirtinį vilgymo priedą, kai vilgymo priedo kiekis buvo per mažas, gautos eksperimentinės kreivės priartėjo prie teorinių (36 pav.). Geltonos spalvos eksperimentinis optinis tankis yra labiausiai priartėjęs prie teorinių optinių tankių, tik ties 55 % rastrinių taškų ploto riba gradacinė kreivė atitolsta nuo teorinių optinių tankių. Labiausiai nutolusi nuo teorinių reikšmių yra juoda spalva. Reikia pažymėti, kad čia taip pat kaip ir naudojant spiritinį vilgymo priedą visos eksperimentinės gradacinės kreivės yra aukščiau už idealias. Eksperimentiškai gautų optinių tankių sklaida pastebima kai spalvų laukeliai užpildyti 30 %, nes nuo jų atsiskiria geltona spalva, kuri yra artima teorinėms spalvoms ir tik pasiekus 60 % laukelių užpildymą ji priartėja prie eksperimentinių spalvų.



36 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su mažu vilgymo skysčio priedu

Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ naudojant vilgymo priedą be spirito pateiktos 37 pav. Iš grafiko matosi, kad paskaičiuotos teorinės gradacinės kreivės praktiškai sutampa tarpusavyje. Eksperimentinių rezultatų metu gautos reikšmės yra didesnės už teorines, tačiau yra gana nutolusio nuo jų, jei lygintume su tomis kreivėmis, kurios buvo atspausdintos spaudos mašina „Goss M – 600“ naudojant vilgymo priedą be spirito ir be profilio kreivės [1.1.9.]. Taip pat matomos geltonos spalvos optinio tankio neigiamos reikšmės, kurios buvo gautos matuojant densitometru. Šių neigiamų reikšmių atsiradimą lėmė tai, jog spausdinus geltona spalva turėjo priemaišų ir matuojant densitometru mažame rastrinio taško plote buvo užfiksuota kitos spalvos priemaišų.



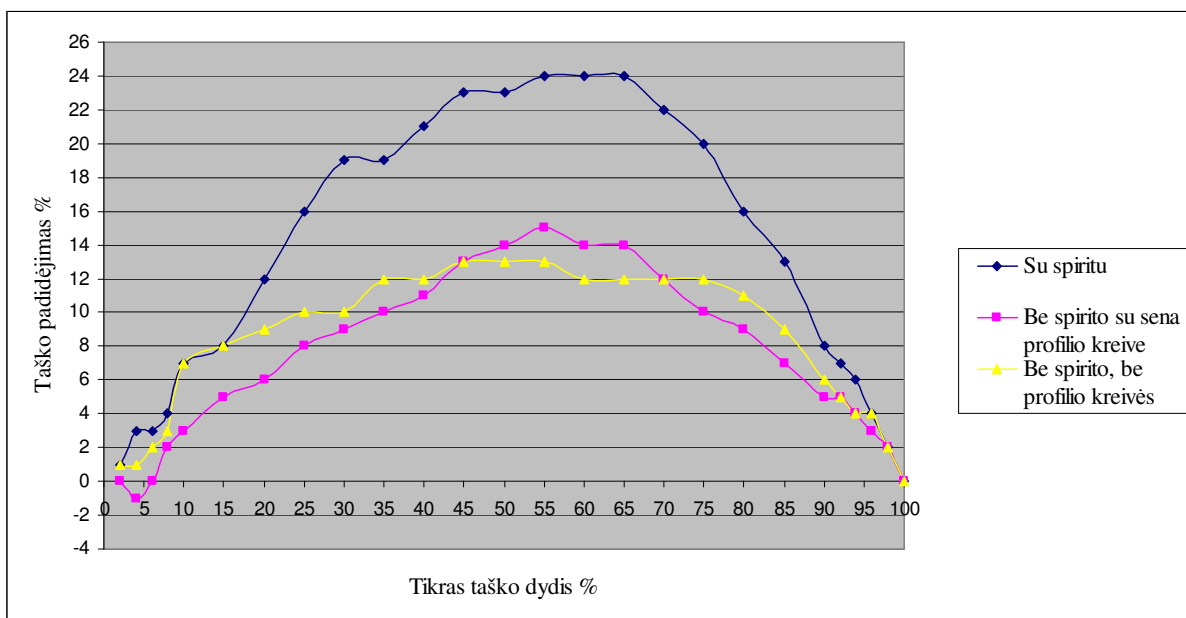
37 pav. Keturių spalvų optinio tankio priklausomybė nuo rastrinių taškų ploto, spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ ir naudojant vilgymo priedą be spirito, bet su sena profiline kreive

2.7. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto

2.7.1. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina

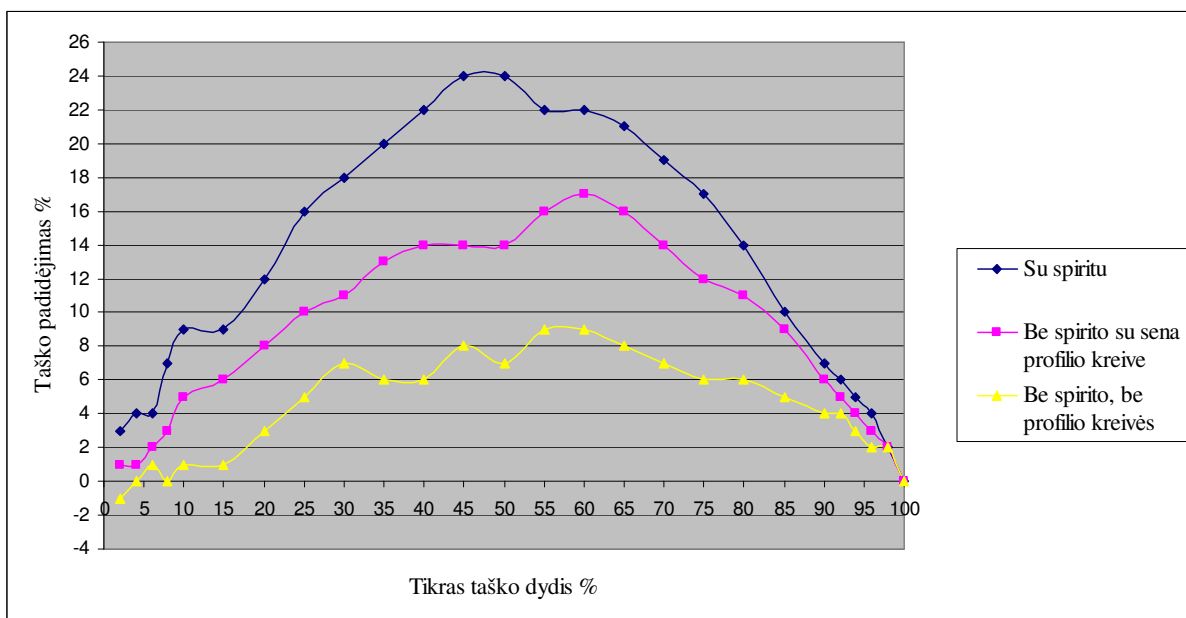
Šiame skyriuje pateikiamos rastrinių taškų padidėjimo priklausomybės nuo jų santykinio ploto. Atspaudai buvo spausdinami keturiomis CMYK spalvomis. Spausdinant buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai, bei profilinės kreivės. Atspaudai buvo atspausdinti ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“.

Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu, spausdinant įvairiais vilgymo priedais pateikta 38 pav.



38 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašiną su įvairiais vilgymo priedais

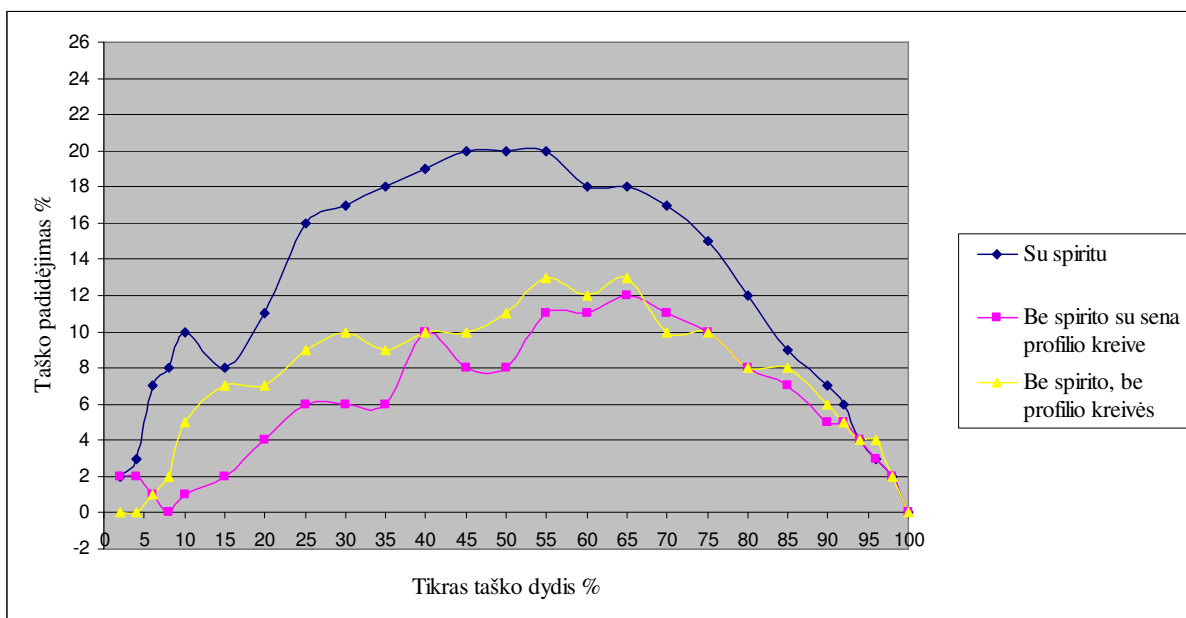
Atspaudą, kuris buvo atspausdintas naudojant vilgymo priedą su spiritu galima laikyti kaip etaloninį, nes abi spaudos mašinos naudojo tokį vilgymo priedą ir esminio skirtumo tarp jų atspausdintos produkcijos nebuvo. Pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį atsirado labai didelis rastrinio taško sumažėjimas, nesugebėjimas atgaminti bandomųjų atspaudų, bei buvo pastebėtas žymus skirtumas tarp spaudos mašinų gaminamos produkcijos. Iš 38 pav. matome, jog didžiausias juodos spalvos taško padidėjimas yra esant 55 % rastrinių taškų plotui, kuris siekia 24 %, tačiau kaip buvo pakeistas vilgymo priedas iš spiritinio į nespirtinį taško išsiplėtimas nukrito net 9 %. Buvo bandoma panaikinti esamą profilinę kreivę, kaip matome tai sąlygojo dar 2 % taško išsiplėtimo sumažėjimą ties maksimalia taško padidėjimo riba, tačiau panaikinus profilinę kreivę mažose rastrinio taško ploto ribose nuo 0 % iki 15 % taško padidėjimas buvo artimas spaudai su spiritiniu vilgymo priedu, tai lemia šviesių pustonių gerą atgaminamumą. Ko negalima pasakyti apie spaudą nespirtiniu vilgymo priedu, bet su sena profiline kreive. Nors profilinės kreivės panaikinimas nespirtinėje juodos spalvos spaudoje taško sumažėjimui didelės įtakos neturėjo, bet jo panaikinimo įtaka labai jaučiama mėlynoje spalvoje (39 pav.).



39 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

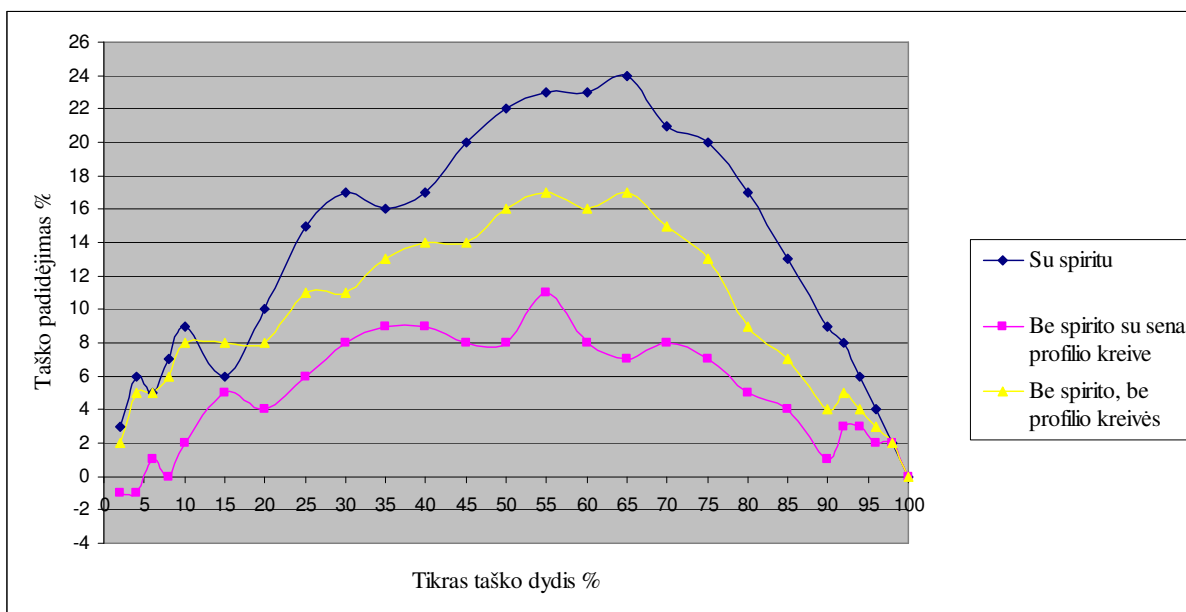
Pradėjus naudoti nespirtinį vilgymo priedą taškas įvairiose rastrinio taško ploto vietose sumažėjo nuo 4 % iki 10 % lyginant spaudą su spiritiniu vilgymo priedu, o panaikinus profilinę kreivę taškas dar sumažėjo 6 % arba 8 %. Pvz., su spiritiniu vilgymo priedu esant 50 % rastrinių taškų plotui turime 24 % taško padidėjimą, o pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį taško padidėjimas nukrito iki 14 % ir pašalinus profilinę kreivę taško padidėjimas sumažėjo iki 7 %. Toks stiprus taško išsiplėtimo sumažėjimas įtakojo mėlynos spalvos pustonių sumažėjimą, norint padidinti taško išsiplėtimą reikia didinti optinio tankio kiekį.

Purpurinės spalvos (40 pav.) taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto skiriasi nuo ankščiau paminėtų tuo, jog naudojant nespirtinį vilgymo priedą ir panaikinus profilinę kreivę taško išsiplėtimas padidėja lyginant jį su nespirtiniu vilgymo priedu. Tačiau jei lygintume su rastrinio taško išplitimu, kuris buvo atspausdintas naudojant spiritinį vilgymo priedą, mes pastebėsime taip pat ženklų taško išplitimo mažėjimą, kurio didžiausi nuostoliai atsiranda nuo 15 % iki 85 % rastrinių taškų ploto, o taško išplitimas sumažėja nuo 4 % iki 10 %. Didesni už 85 % rastrinių taškų ploteliai, tiek nespirtinės spaudos su profiline kreive, tiek ir be jos, yra artimi taško išplitimu spaudai su spiritiniu vilgymo priedu.



40 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

Geltonos spalvos (41 pav.) taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu skiriasi nuo ankščiau paminėtų tuo, jog naudojant nespirtinį vilgymo priedą ir panaikinus profilinę kreivę taško išsiplėtimas padidėja lyginant jį su nespirtiniu vilgymo priedu gana ženkliai. Tačiau jei lygintume su rastrinio taško išplitimu, kuris buvo atspausdintas naudojant spiritinį vilgymo priedą, mes pastebėsime taško išplitimo mažėjimą, bet ne tokį ženklų, kurio didžiausi nuostoliai atsiranda nuo 25 % iki 90 % rastrinių taškų ploto, o taško išplitimas sumažėja nuo 2 % iki 7 %. Didesni už 90 % rastrinių taškų ploteliai, tiek nespirtinės spaudos su profiline kreive, tiek ir be jos, yra artimi taško išplitimu spaudai su spiritiniu vilgymo priedu. Lyginat nespirtinį vilgymo priedą su profiline kreive ir spiritinį vilgymo priedą taško išsiplėtimas nukrinta labai ženkliai.



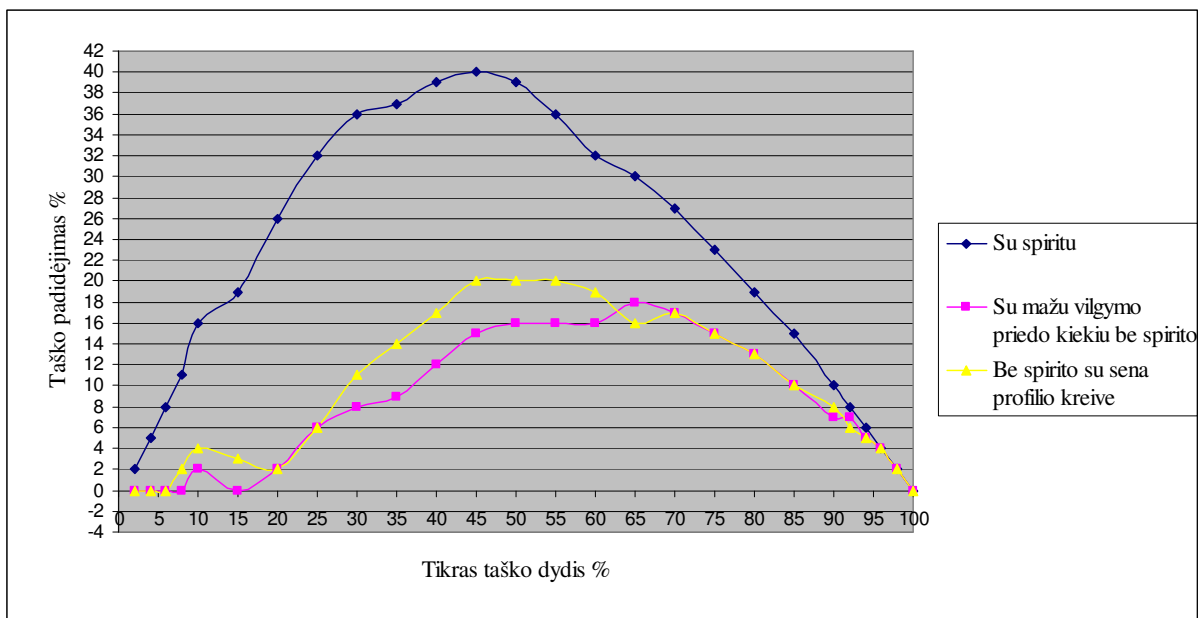
41 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

2.7.2. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybė nuo jų santykinio ploto spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina

Šiame skyriuje taip pat pateikiamos rastrinių taškų padidėjimo priklausomybės nuo jų santykinio ploto. Atspaudai buvo spausdinami keturiomis CMYK spalvomis. Spausdinant buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai, bei profilinės kreivės. Atspaudai buvo atspausdinti ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“.

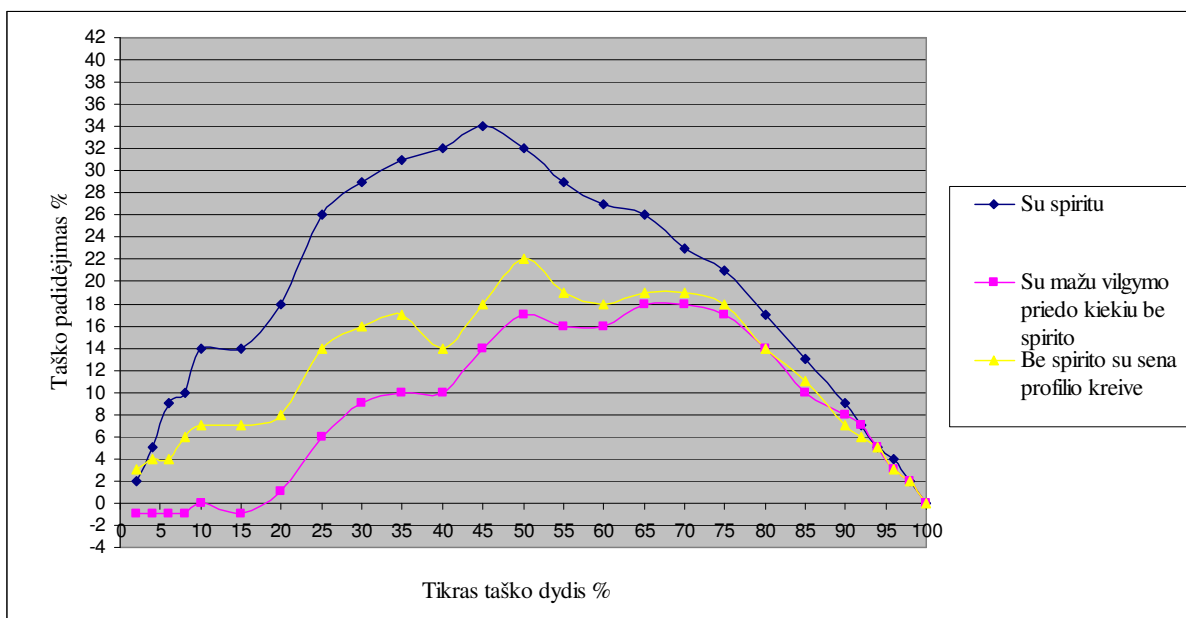
Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu, spausdinant įvairiais vilgymo priedais pateikta 42 pav. Atspaudą, kuris buvo atspausdintas naudojant vilgymo priedą su spiritu galima laikyti kaip etaloninį, nes abi spaudos mašinos naudojo tokį vilgymo priedą, taip pat abiem mašinomis buvo naudojami skirtingi profiliai, kad nebūtų skirtumo tarp jų atspausdintos produkcijos. Tačiau pastebimas žymiai didesnis taško išplitimas spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina, nei spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina. Pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį atsirado labai didelis rastrinio taško sumažėjimas, kuris įtakojė nesugebėjimą atgaminti bandomųjų atspaudų, bei buvo pastebėtas žymus skirtumas tarp spaudos mašinų gaminamos produkcijos. Iš 42 paveikslėlio matome, jog pakeitus vilgymo priedą iš spiritinio į nespirtinį atsirado labai dideli juodos spalvos rastrinio taško išsiplėtimo sumažėjimai net iki 25 % esant 30 % rastrinių taškų plotui. Taip pat matome, jog esant rastrinių taškų plotui nuo 2 %

iki 20 % taško išsiplėtimas yra labai mažas ir šis faktas sąlygoja šviesių pustonių praradimą, tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 80 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu ir tai leidžia mums gana gerai atgaminti tamsius pustonius.



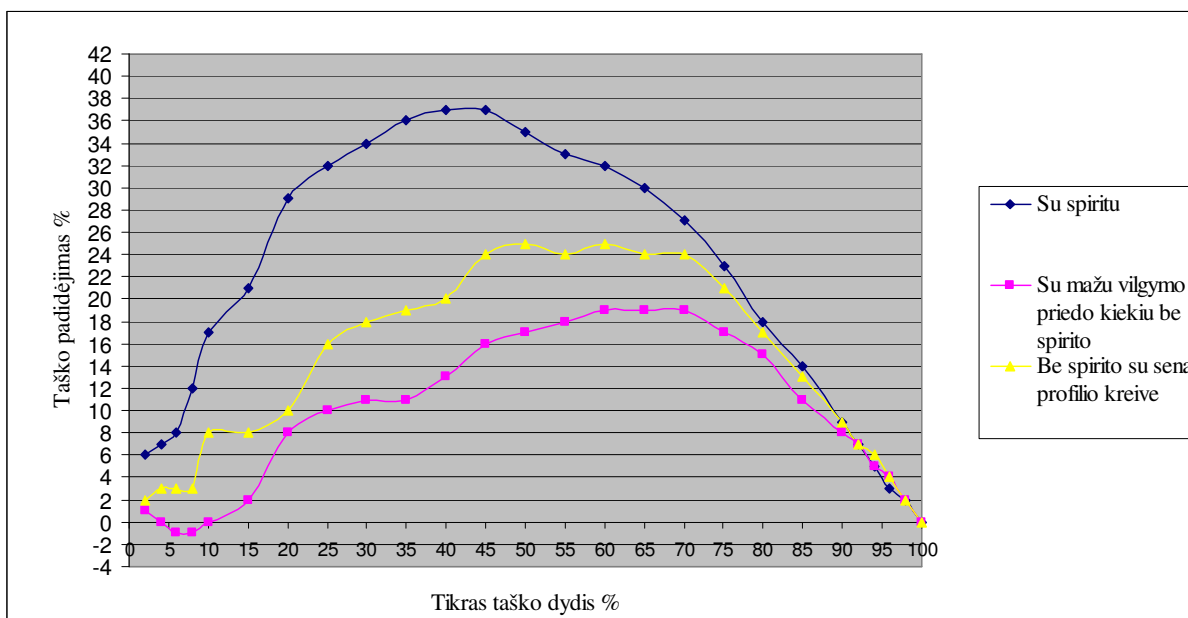
42 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

Žydros spalvos (43 pav.) taško išsiplėtimui vilgymo skysčio pasikeitimas iš spiritinio į nespirtinį neturėjo labai didelės įtakos, kaip tai buvo juodoje spalvoje. Didžiausias mėlynos spalvos taško padidėjimas yra esant 45 % rastrinių taškų plotui, kuris siekia 34 %, tačiau kaip buvo pakeistas vilgymo priedas iš spiritinio į nespirtinį taško išsiplėtimas nukrito net 18 %, bet buvo naudojama per mažai vilgymo priedo. Padidinus jo dozavimą taško išsiplėtimas padidėjo 2 %. Padidinus vilgymo skysčio dozavimą ženkliai padidėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 20 %. Su mažu vilgymo skysčio priedo kiekiu rastriniai taškai buvo išplaunami ir praktiškai jie buvo neatspausdinami. Padidinus vilgymo skysčio priedo kiekį taško išsiplėtimas padidėjo iki 8 %. Tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu ir tai leidžia mums gana gerai atgaminti tamsius pustonius.



43 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

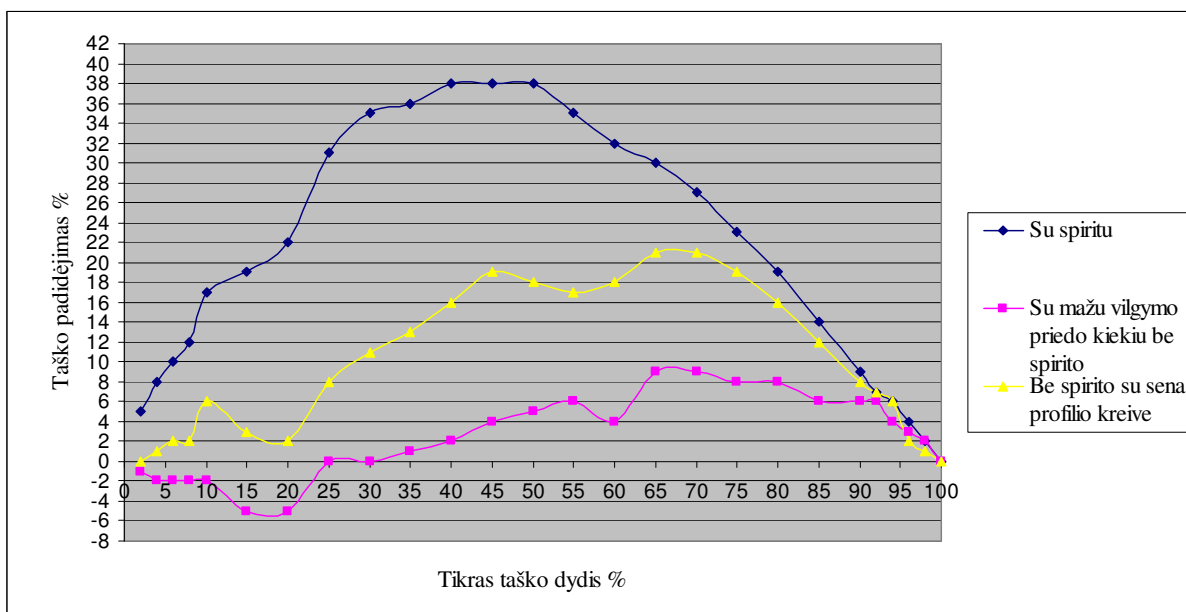
Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu, spausdinant įvairiais vilgymo priedais pateikta 44 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su mažu jo kiekiu taško išsiplėtimas sumažėja. Padidinus vilgymo skysčio dozavimą ženkliai padidėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 25 %. Purpurinės spalvos taško išplitimas yra panašus žydros spalvos taško išplitimui. Kaip ir žydroje spalvoje esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu ir tai leidžia mums gana gerai atgaminti tamsius pustonius.



44 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

Geltonos spalvos (45 pav.) taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu skiriasi nuo ankščiau paminėtų tuo, jog naudojant nespirtinį vilgymo priedą su mažu jo kiekiu taško išsiplėtimas gana ženkliai sumažėja ir maksimali taško išplitimo riba yra 9 %, esant 65 % rastrinių taškų plotui. Esant 35 % rastrinių taškų plotui taško išplitimas siekia 36 %, tačiau kaip buvo pakeistas vilgymo priedas iš spiritinio į nespirtinį taško išsiplėtimas nukrito net 35 %, bet buvo naudojama per mažai vilgymo priedo. Padidinus vilgymo priedo dozavimą taško išsiplėtimas padidėjo 14 %. Tokie dideli taško išplitimo šuoliai įtakojo atspaudų kokybės suprastėjimą.

Padidinus vilgymo skysčio dozavimą ženkliai padidėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 30 %. Su mažu vilgymo skysčio priedo kiekiu rastriniai taškai buvo išplaunami ir praktiškai jie buvo neatspausdinami. Kaip ir ankščiau esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu ir tai leidžia mums gana gerai atgaminti tamsius pustonius.



45 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais

2.8. Rastrinių taškų padidėjimo priklausomybės nuo jų santykinio ploto apibendrinimas

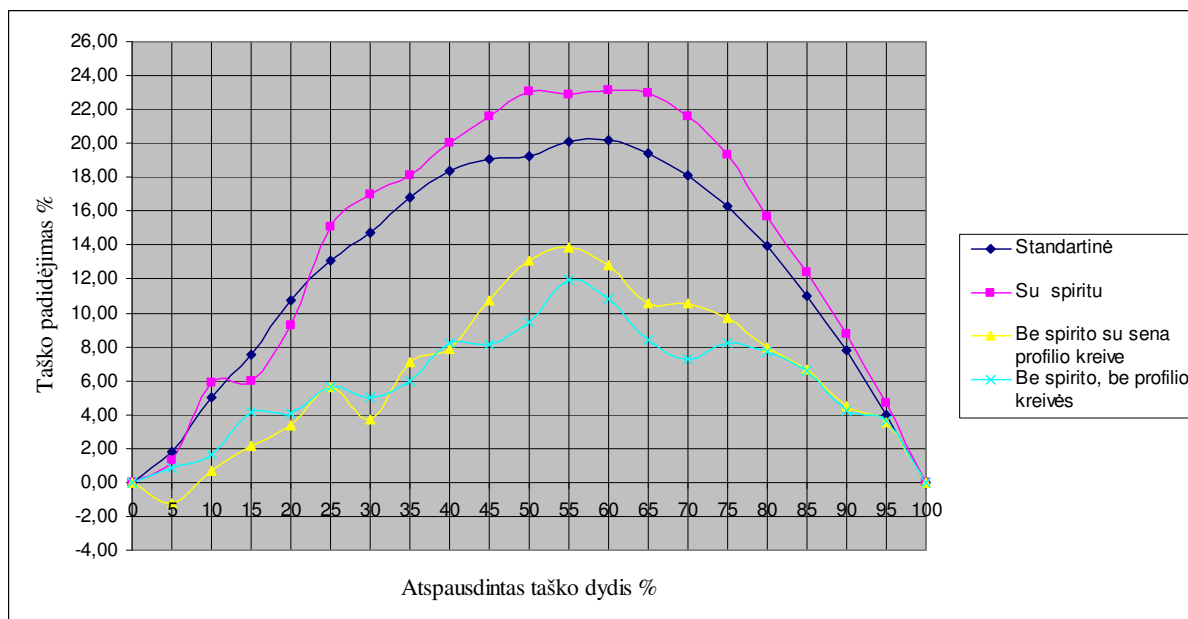
Iš gautų rezultatų matome, jog pati stabiliausia spauda yra su spiritiniu vilgymo priedu, tačiau dauguma spaustuvių visame pasaulyje atsisako šio vilgymo priedo, nes jis yra žalingas žmogui ir aplinkai, taip pat jis yra žymiai brangesnis už nespirtinį vilgymo skysčio priedą. Pakeitus vilgymo priedą atsirado dideli rastrinio taško išplitimo sumažėjimai lyginant su ISO standarto rekomendacijomis.

Spausdinant su ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ gauti taškų padidėjimai kiek mažesni nei spausdinant su „Rotoman 50“, tačiau naudojant skirtingas profilines kreives galima pagaminti du vienodus atspaudus.

2.9. Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates

2.9.1 Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates spausdinant „Goss M – 600“ mašina

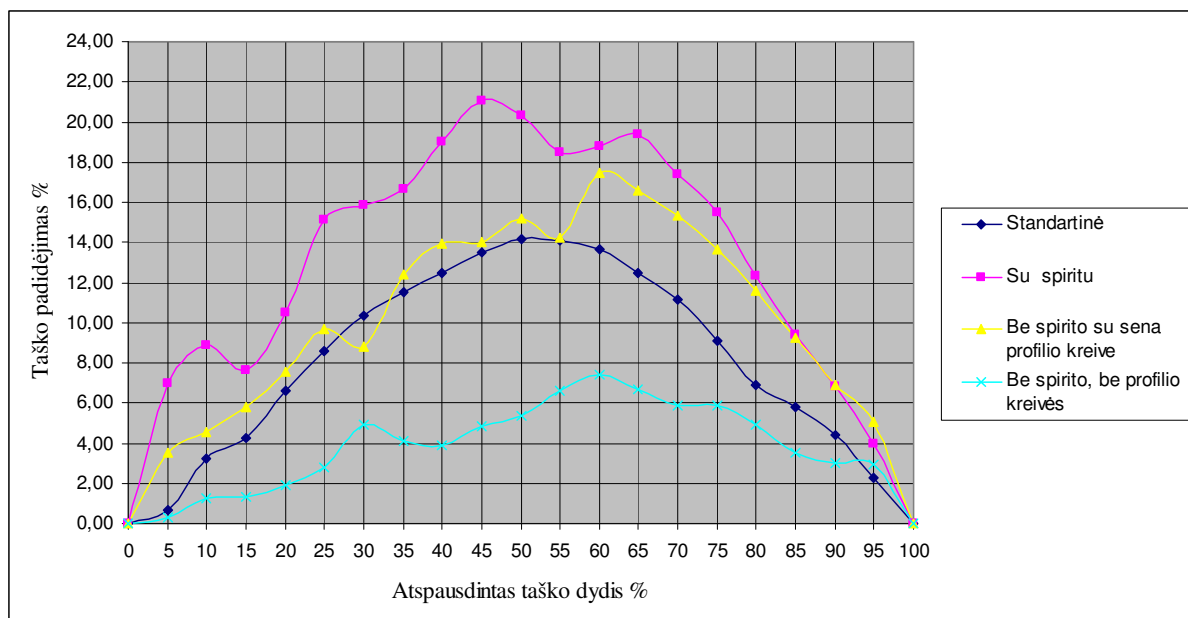
Šiame skyriuje pateikiami gradacinės kreivės rastrinių taškų santykinio padidėjimo priklausomybė nuo rastrinių taškų santykinio ploto spausdinant su skirtingais vilgymo skysčio priedais bei profilio kreivėmis. Spausdinta keturiomis CMYK spalvomis, atspaudų gradacinių skalių laukelių rastrinių taškų plotas buvo suskaičiuotas per CIE L^*a^*b naudojant „Bruce Justin Lindbloom“ sukurtą skaičiuoklę [7].



46 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatų sistema

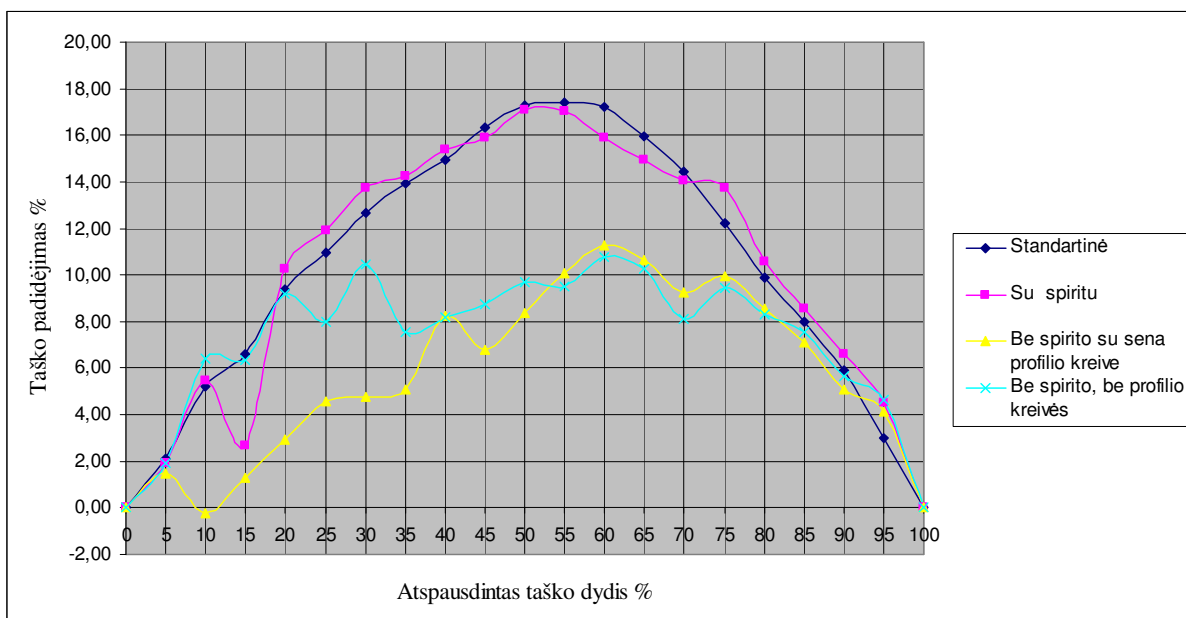
Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatų sistema matome 46 pav. „Bruce Justin Lindbloom“ sukurtoje skaičiuoklėje yra pateikiama teorinė taško padidėjimo priklausomybė nuo tikrų rastrinių taškų ploto. Spausdinant su spiritiniu vilgymo priedu gradacinė kreivė yra gan artima teorinei kreivei. Teorinė kreivė gaunama įrašius CIE L^*a^*b spalvines koordinates, kurios yra aprašytos ISO standrte, į

“Bruce Justin Lindbloom” skaičiuoklę. Tik esant rastrinių taškų plotui nuo 25 % iki 80 % taško išplitimas padidėja nuo 1 % iki 3 %. Tačiau pradėjus naudoti nespirtinį vilgymo skysčio priedą taško išplitimas sumažėjo nuo 3 % iki 9 %, o panaikinus naudojamą profilinę kreivę taško išplitimas sumažėjo dar nuo 1 % iki 3 %.



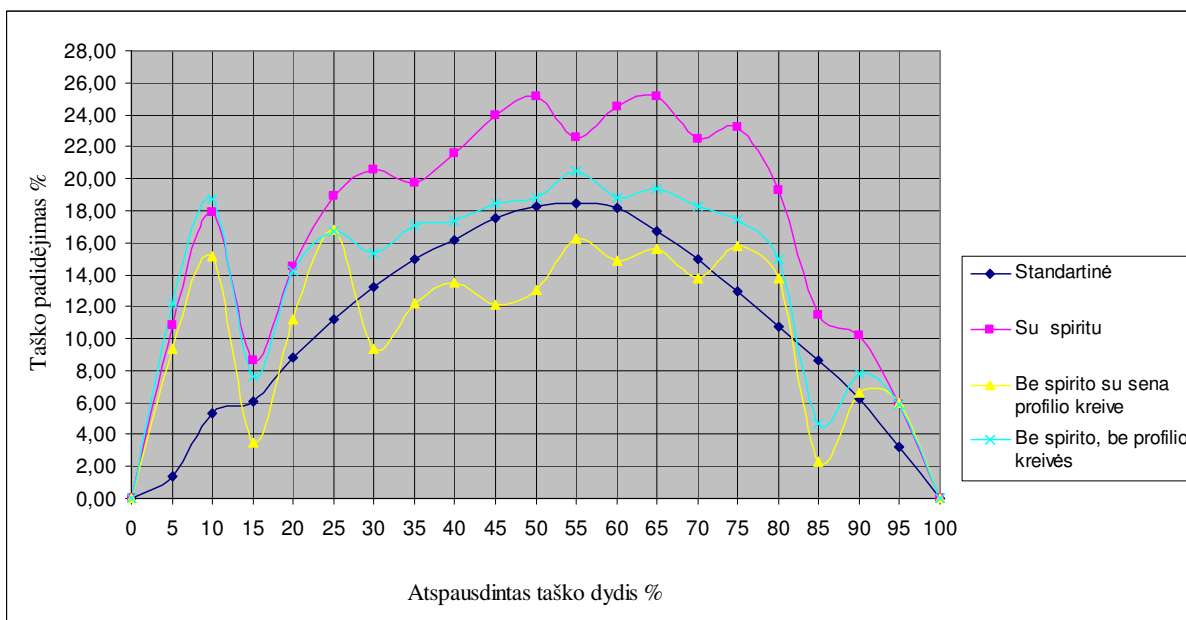
47 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatų sistema

Žydros spalvos (47 pav.) taško išsiplėtimui vilgymo skysčio pasikeitimas iš spiritinio į nespirtinį neturėjo labai daug reikšmės, kaip tai buvo juodoje spalvoje. Taško išplitimas sumažėjo, tačiau jis nesumažėjo žemiau teorinės kreivės. Esant rastrinių taškų plotui nuo 60 % iki 100 % gradacinė kreivė su nespirtiniu vilgymo priedu yra artima spaudai su spiritiniu vilgymo priedu. Didžiausias žydros spalvos taško padidėjimas yra esant 45 % rastrinių taškų plotui, kuris siekia 21 %, tačiau kai buvo pakeistas vilgymo priedas iš spiritinio į nespirtinį taško išsiplėtimas sumažėjo 7 %. Labai daug taško išsiplėtimui įtakos turėjo profilinės kreivės panaikinimas. Taško išsiplėtimas smuko 9 % lyginant su teorine reikšme, o jei lygintume gautą su spiritiniu vilgymo skysčiu taško išsiplėtimą, tai jis sumažėjo net 16 %. Didžiausias taško išsiplėtimas spausdinant su nespirtiniu vilgymo priedu ir panaikinus profilinę kreivę yra 9 %.



48 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinačių sistema

Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinačių sistema, pateikta 48 pav. Naudojant spiritinį vilgymo priedą taško išsiplėtimas yra beveik identiškas teorinei reikšmei. Pakeitus vilgymo skysčio priedą į nespirtinį ženkliai sumažėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 5 % iki 80 %, jis sumažėjo nuo 2 % iki 9 %. Tamsių pustonių zonose taško išplitimas išlieka pastovus ir artimas teorinei reikšmei. Tačiau panaikinus profiline kreivę taško išplitimas padidėjo esant rastrinių taškų plotui nuo 5 % iki 30 %, o tai reiškia, jog šviesūs pustoniai taip pat atgaminami gana gerai.



49 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinačių sistema

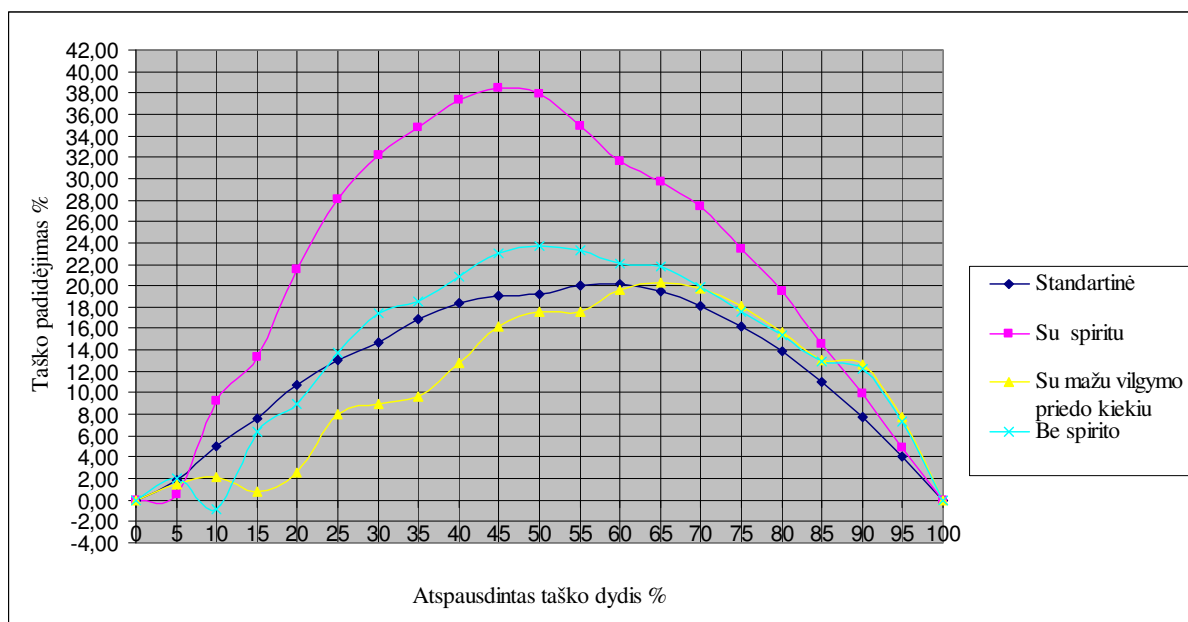
Geltonos spalvos (49 pav.) taško padidėjimo priklausomybė tikro rastrinių taškų ploto atžvilgiu skiriasi nuo ankščiau paminėtų tuo, jog atsiranda labai dideli gradacinių kreivių šuoliai esant rastrinių taškų plotui nuo 0 % iki 30 %, o taško išplitimas padidėja labai staigiai ir siekia iki 8 %. Toks rastrinio taško išplitimas padidina spalvos intensyvumą šviesiuose pustoniuose. Šių neigiamų reikšmių atsiradimą įtakojo tai, jog spausdinant geltona spalva turėjo priemaišų ir matuojant spektrofotometru mažame rastrinio taško plote buvo užfiksuotos kitos spalvos priemaišos. Reikia pažymėti, kad taip pat, kaip ir mėlynoje spalvoje, spausdinant su spiritiniu vilgymo priedu gradacinė kreivė yra aukščiau nei teorinė, tačiau pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį taško išplitimas sumažėjo gana ženkliai, o panaikinus profilinę kreivę taško išplitimas padidėjo ir pasidarė artimas teoriniai reikšmei.

Reikia pažymėti, kad rastrinių taškų padidėjimas spausdinant su spiritiniu priedu ir be spiritinio priedo bei naudojant senąją profilio kreivę ir be jos skirtingoms spalvoms yra skirtingas. Juodai ir purpurinei spalvoms, naudojant spiritinį vilgymo priedą taško padidėjimo skirtumai lyginant su teorine reikšme yra nedideli, nei naudojant nespirtinį vilgymą su sena profilio kreive ir be jos, žydrai – didesni, o geltonos spalvos – įvairiai skirtingiems rastrinio taškų plotams. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su senąja profilio kreive ir be jos, visų spalvų rastrinių taškų padidėjimas lyginant su spiritiniu vilgymo priedu buvo mažesnis. Juodai ir purpurinei spalvoms

naudojant nespirtinį vilgymo priedą be profilinės kreivės taško padidėjimo skirtumai yra nedideli, lyginant su nespirtiniu vilgymu su sena profilio kreive, žydrai – didesni, o geltonos spalvos – įvairiai skirtingiems rastrinio taškų plotams.

2.9.2. Rastrinių taškų padidėjimas vertinant pagal CIE L^*a^*b koordinates spausdinant „Rotoman 50“ mašina

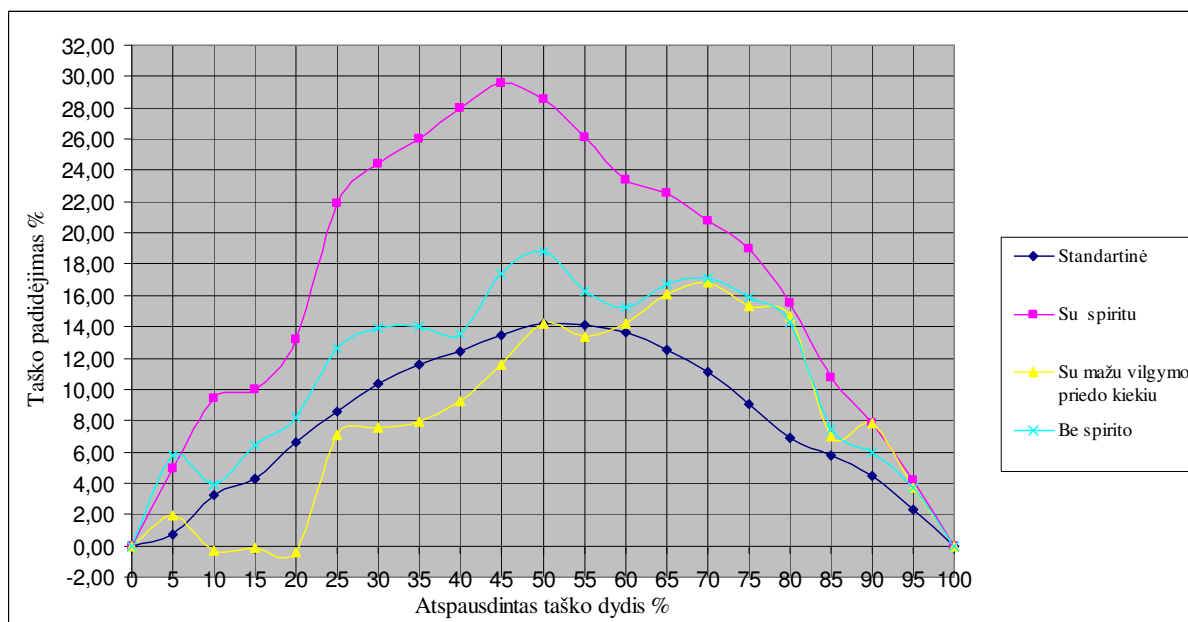
Šiame skyriuje pateikiamos gradacinės kreivės rastrinių taškų santykinio padidėjimo priklausomybės nuo rastrinių taškų santykinio ploto spausdinant su skirtingais vilgymo skysčio priedais bei profilio kreivėmis. Spausdinta keturiomis CMYK spalvomis, atspaudų gradacinių skalių laukelių rastrinių taškų plotas buvo apskaičiuojamas per CIE L^*a^*b koordinates naudojant „Bruce Justin Lindbloom“ sukurta skaičiuoklę [3].



50 pav. Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis

Juodos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L^*a^*b koordinatėmis, pateikta 50 pav. Spausdinant su „Rotoman 50“ spaudos mašina bei naudojant spiritinį vilgymo priedą taško išplitimas yra ženkliai didesnis už teorinę

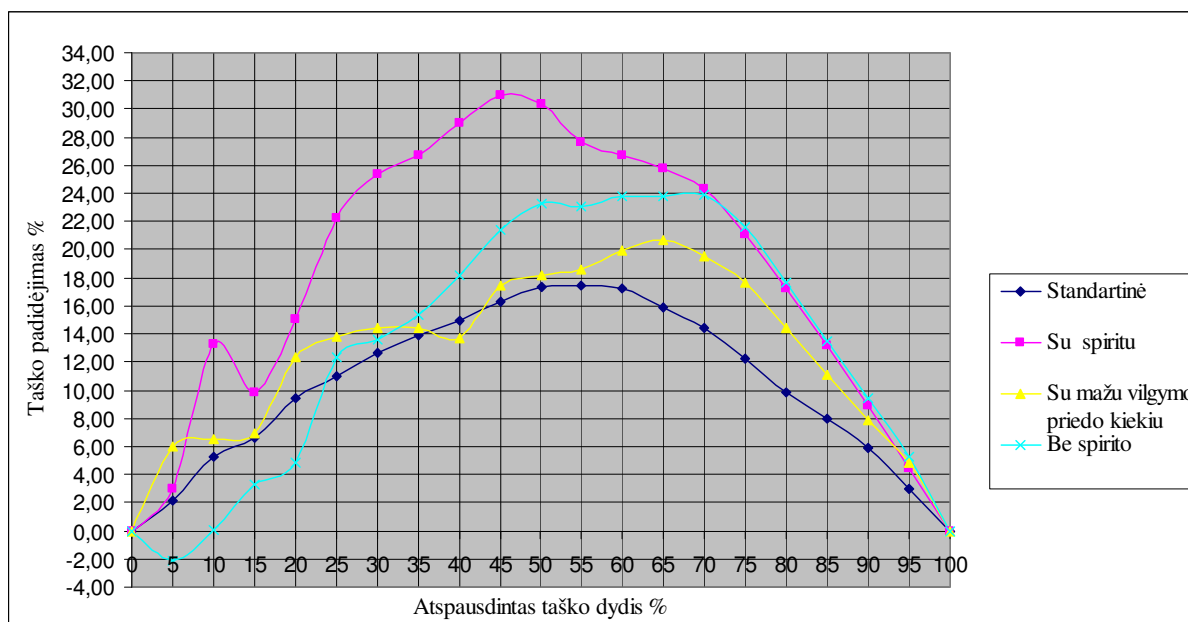
reikšmę. Pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį ir sumažinus jo dozavimą, labai smarkiai sumažėjo taško išsiplėtimas, kai kur iki 20 %. Taip pat matome, jog esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 20 %, taško išsiplėtimas yra labai mažas ir tai lemia šviesių pustonių praradimą. Tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 80 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu bei teorinei reikšmei, ir tai leidžia gana gerai atgaminti tamsius pustonius. Padidinus vilgymo priedo dozavimą padidėjo ir taško išsiplėtimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 65 % priartėjo prie teorinių reikšmių. Esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % taško išsiplėtimas dar labiau priartėjo prie teorinių reikšmių ir tai leidžia gana gerai atgaminti tamsius tonus.



51 pav. Žydros spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinatėmis

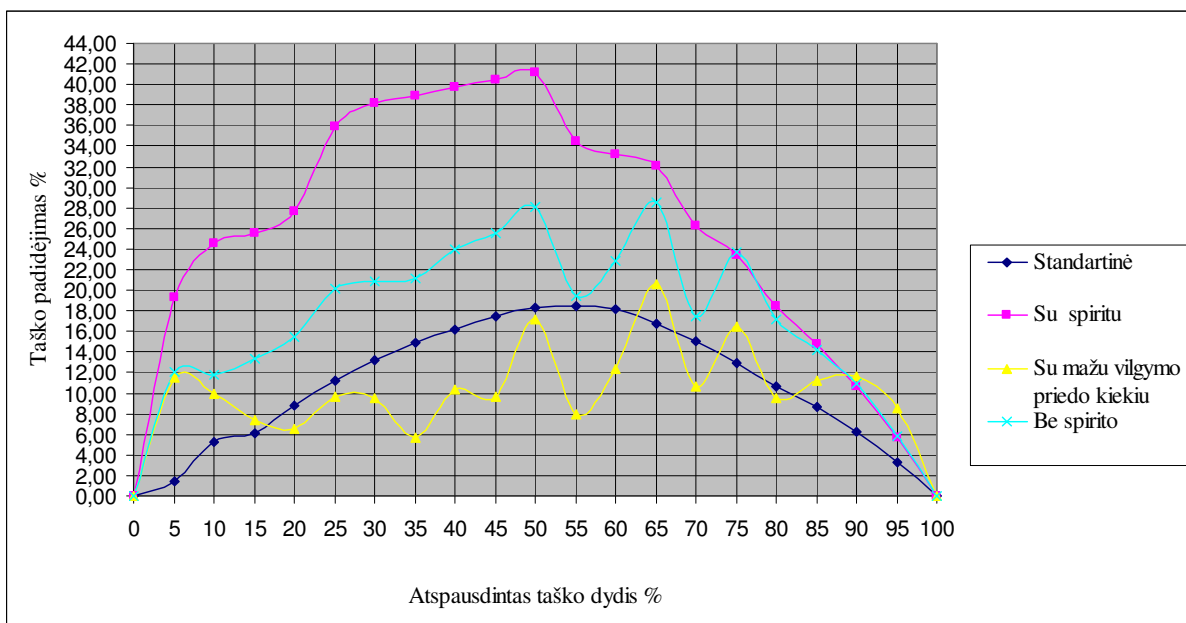
Žydros spalvos (51 pav.) taško išsiplėtimui vilgymo skysčio pasikeitimas iš spiritinio į nespirtinį turėjo tokią pačią įtaką, kaip tai buvo juodoje spalvoje. Naudojant spiritinį vilgymo priedą taško išplitimas yra ženkliai didesnis už teorinę reikšmę. Pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį ir sumažinus jo dozavimą, labai smarkiai sumažėjo taško išsiplėtimas, kai kur iki 20 %. Didžiausias žydros spalvos taško padidėjimas yra esant 45 % rastrinių taškų plotui, kuris siekia 29 %, tačiau kai buvo pakeistas vilgymo priedas iš spiritinio į nespirtinį taško išsiplėtimas sumažėjo net 18 %, bet buvo naudojama per mažai vilgymo priedo. Padidinus jo dozavimą taško išsiplėtimas padidėjo 6 %. Padidinus vilgymo skysčio dozavimą ženkliai padidėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 50 %. Su mažu vilgymo skysčio priedo kiekiu rastriniai taškai buvo išplaunami ir

praktiškai jie buvo neatspausdinami. Padidinus vilgymo skysčio priedo kiekį taško išsiplėtimas padidėjo iki 8 %.



52 pav. Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinatėmis

Purpurinės spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais, pateikta 52 pav. Naudojant spiritinį vilgymo priedą taško išplitimas yra ženkliai didesnis už teorinę reikšmę. Pakeitus nespirtinį vilgymo priedą su mažu jo kiekiu taško išsiplėtimas sumažėja. Padidinus vilgymo skysčio dozavimą ženkliai padidėjo taško išplitimas esant rastrinių taškų plotui nuo 2 % iki 25 %. Purpurinės spalvos taško išplitimas yra panašus į žydros spalvos taško išplitimą. Kaip ir žydrėje spalvoje esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % taško išsiplėtimas yra artimas spaudai su spiritiniu vilgymo skysčiu ir tai leidžia gana gerai atgaminti tamsius tonus.



53 pav. Geltonos spalvos taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto, spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina su įvairiais vilgymo priedais ir taško išsiplėtimą apskaičiuojant remiantis CIE L*a*b koordinatėmis

Geltonos spalvos (53 pav.) taško padidėjimo priklausomybė nuo tikro rastrinių taškų ploto skiriasi nuo ankščiau paminėtų tuo, jog atsiranda labai dideli gradacinių kreivių šuoliai esant rastrinių taškų plotui nuo 45 % iki 75 %, o taško išplitimas padidėja labai staigiai iki 10 %. Toks rastrinio taško išplitimas padidina spalvos intensyvumą šviesiuose pustoniuose. Šių neigiamų reikšmių atsiradimą lėmė tai, jog spausdinant geltona spalva turėjo priemaišų ir matuojant spektrofotometru mažame rastrinio taško plote buvo užfiksuota kitos spalvos priemaišų. Reikia pažymėti, kad taip pat kaip ir prieš tai nagrinėtose spalvose spausdinant su spiritiniu vilgymo priedu gradacinė kreivė yra aukščiau už teorinę, tačiau pakeitus vilgymo priedą į nespirtinį su mažu priedo kiekiu taško išplitimas sumažėjo gana ženkliai, o padidinus vilgymo priedo dozavimą taško išplitimas padidėjo ir viršijo teorinę reikšmę.

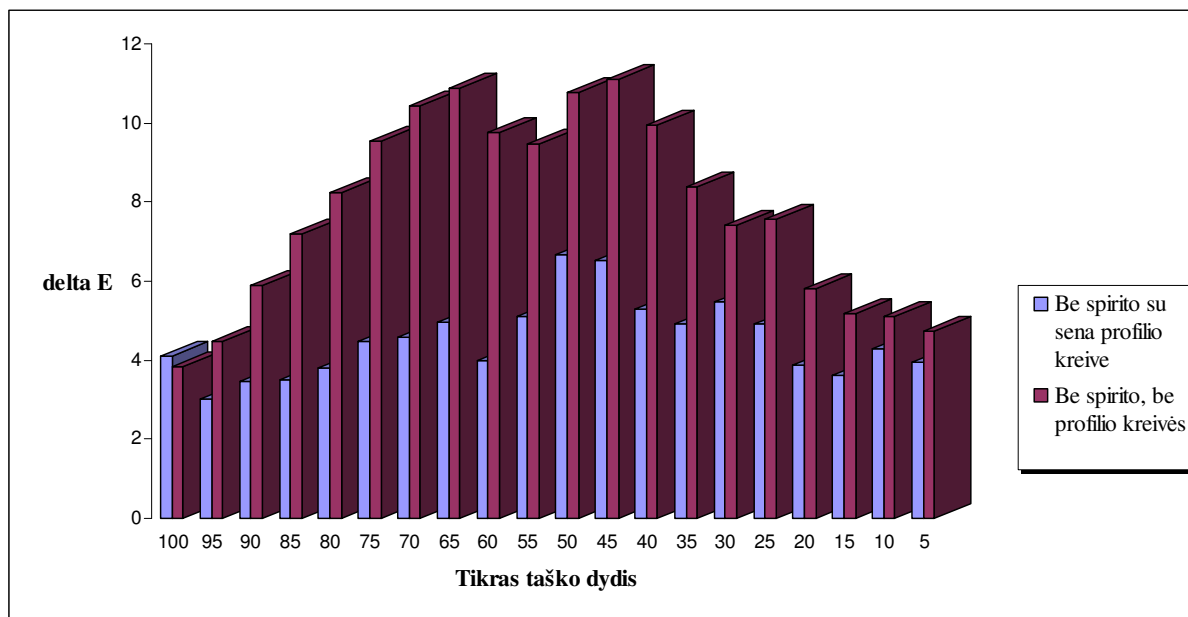
Reikia pažymėti, kad rastrinių taškų padidėjimas spausdinant su spiritiniu priedu ir be spiritinio priedo bei naudojant per mažą vilgymo priedo kiekį, skiriasi skirtingoms spalvoms. Visų spalvų rastrinių taškų padidėjimas, naudojant spiritinį vilgymo priedą, yra žymiai didesnis už teorinę reikšmę ir už reikšmes, gautas naudojant nespirtinį vilgymo priedą ir naudojant per mažą jo kiekį. Labiausiai priartėjęs rastrinio taško išplitimas prie teorinių reikšmių yra juodoje spalvoje naudojant nespirtinį vilgymo priedą ir naudojant per mažą jo kiekį. Purpurinei spalvai naudojant per mažą vilgymo priedo kiekį taško padidėjimo skirtumai yra nedideli, lyginant su teorine reikšme, žydrai – didesni, o geltonos spalvos – įvairiai skirtingiems rastrinio taškų plotams.

2.10. Spalvų kitimas keičiant vilgymo skystį

Rastrinių taškų padidėjimo kaita keičiant vilgymo skysčio priedus lemia atspaudos spalvų pokytį. Tai buvo įvertinta matuojant spalvines koordinates ir skaičiuojant spalvų skirtumą ΔE .

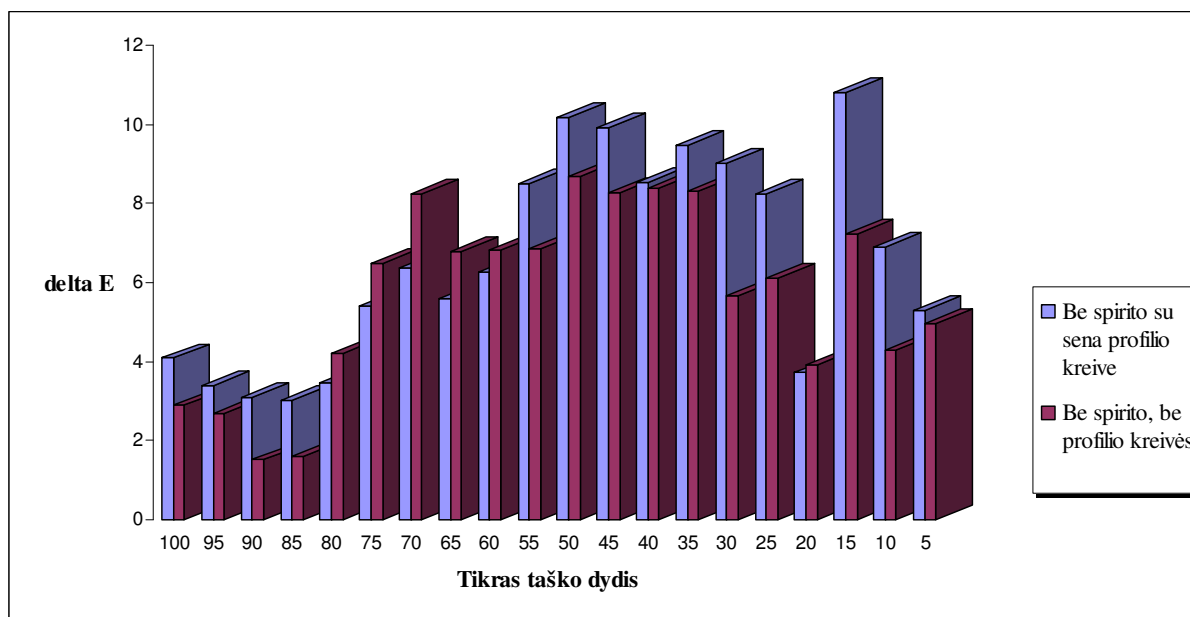
2.10.1 Spalvų skirtumas ΔE spausdinant „Goss M – 600“ spaudos mašina

Kaip jau minėta anksčiau spalvoms matuoti ir palyginti naudojami spektrofotometrai, kuriais išmatuojami objekto atspindžio arba pralaidumo spektrai ir programiniu būdu, naudojant sudėjimo funkcijas, suskaičiuojamos spalvinės koordinatės (RGB , XYZ , $L^*a^*b^*$, $L^*u^*v^*$), palyginamos spalvos (skaičiuojamas ΔE). Dydis ΔE – atstumas CIE $L^*a^*b^*$ erdvėje tarp dviejų taškų, žyminčių palyginamas spalvas. Atspaudai, kurie atspausdinti naudojant vilgymo priedą su spiritu, buvo laikomi etaloniniais ir kiti buvo lyginami su jais. Atspaudai buvo spausdinami keturiomis CMYK spalvomis. Spausdinant buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai bei spalvų valdymo profiliai.



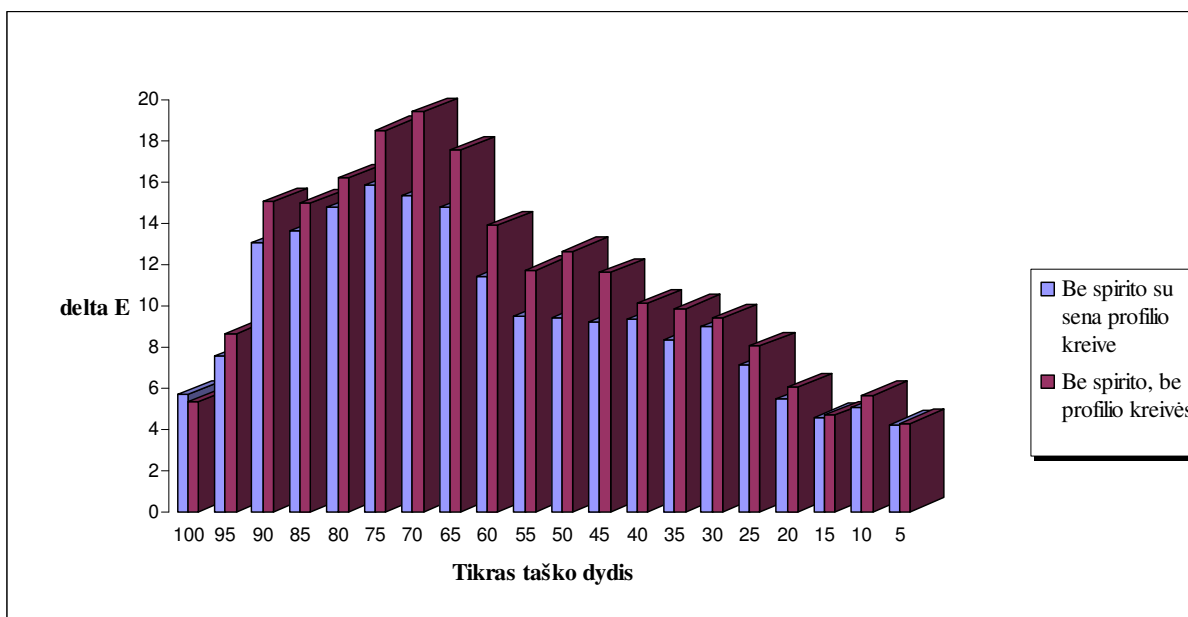
54 pav. Žydros spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais

Žydra spalva, atspausdinta ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ naudojant spiritinį vilgymo priedą, yra laikoma etalonine, o spalvų skirtumai lyginant su etalonine žydra spalva, kuri buvo atspausdinta naudojant nespirtinį vilgymo priedą su profiline kreive ir be jos, matomi 54 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su sena profiline kreive nuokryptai nuo etaloninės reikšmės yra leistinose ribose rastrinių taškų plotui esant nuo 75 % iki 100 %. Tačiau šviesiuose tonuose nuokryptai yra didesni ir jie bus pastebimi vizualiai. Jeigu profilinė kreivė nenaudojama, tai ΔE skirtumai tampa labai dideli, o esant rastrinių taškų plotui nuo 25 % iki 85 % praktiškai buvo spausdinama nekokybiška produkcija.



55 pav. Purpurinės spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais

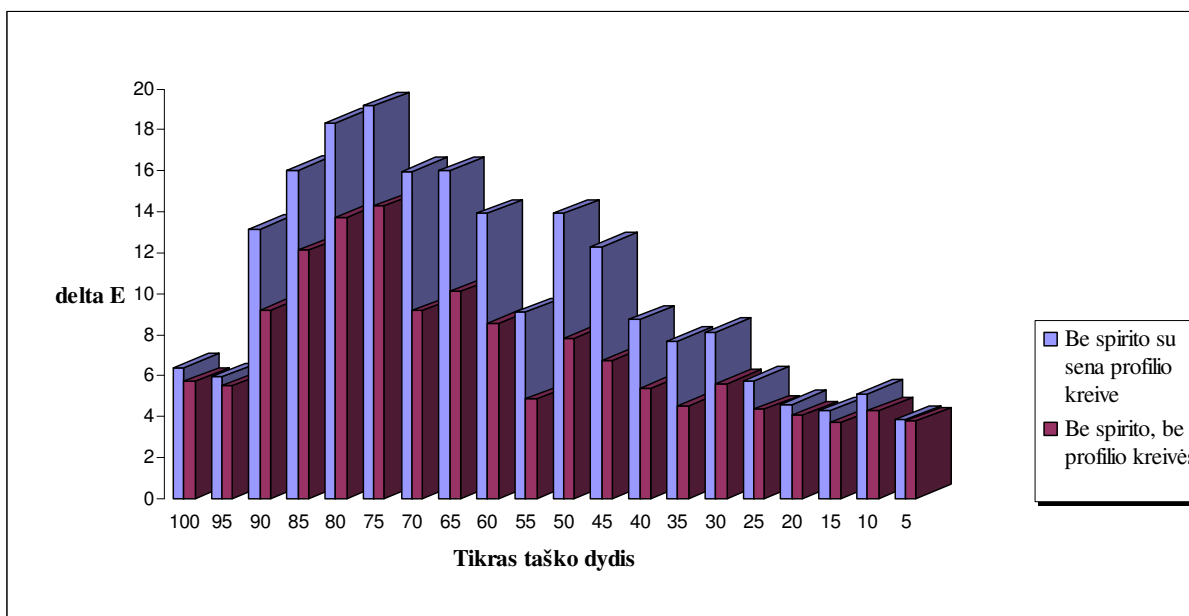
Purpurinė spalva, atspausdinta ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ naudojant spiritinį vilgymo priedą, yra laikoma etalonine, o spalvų skirtumai lyginant su etalonine purpurine spalva, kuri buvo atspausdinta naudojant nespirtinį vilgymo priedą su profiline kreive ir be jos, matomi 55 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su sena profilio kreive nuokryptai nuo etaloninės spalvos reikšmės esant rastrinių taškų plotui nuo 75 % iki 100 % yra leistinose ribose, tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 60 % iki 75 % atsiranda didesni spalvos nuokryptai ir jie bus pastebimi vizualiai. Šviesiuose tonuose atsiranda dar didesni nuokryptai ir jau esant rastrinių taškų plotui nuo 10 % iki 55 % buvo spausdinama nekokybiška produkcija. Nenaudojant profilinės kreivės ΔE skirtumai nebuvo labai pastebimi lyginant su spauda naudojant nespirtinį vilgymo priedą.



56 pav. Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais

Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais pateikiamas 56 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su sena profilio kreive nuokrypiai nuo etaloninės spalvos, priešingai nei tai buvo purpurinėje spalvoje esant rastrinių taškų plotui nuo 60 % iki 100 %, yra labai padidėję, tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 25 % iki 55 % atsiranda ne tokie dideli spalvos nuokrypiai, nors vizualiai jie bus pastebimi. Šviesiuose tonuose nuokrypiai artėja prie žmogui vizualiai nepastebimų nukrypimų. Nenaudojant profilinės kreivės ΔE skirtumai nebuvo labai pastebimi lyginant su spauda naudojant nespirtinį vilgymo priedą.

Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais pateikiamas 57 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą su sena profiline kreive nuokrypiai nuo etaloninės spalvos yra labai panašūs į juodos spalvos nuokrypius. Esant rastrinių taškų plotui nuo 60 % iki 90 %, nuokrypiai yra labai padidėję, tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 5 % iki 55 % atsiranda ne tokie dideli nuokrypiai ir artėja prie žmogui vizualiai nepastebimų nukrypimų. Nenaudojant profilinės kreivės ΔE skirtumai nebuvo labai pastebimi lyginant su spauda naudojant nespirtinį vilgymo priedą.



57 pav. Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ su įvairiais vilgymo priedais

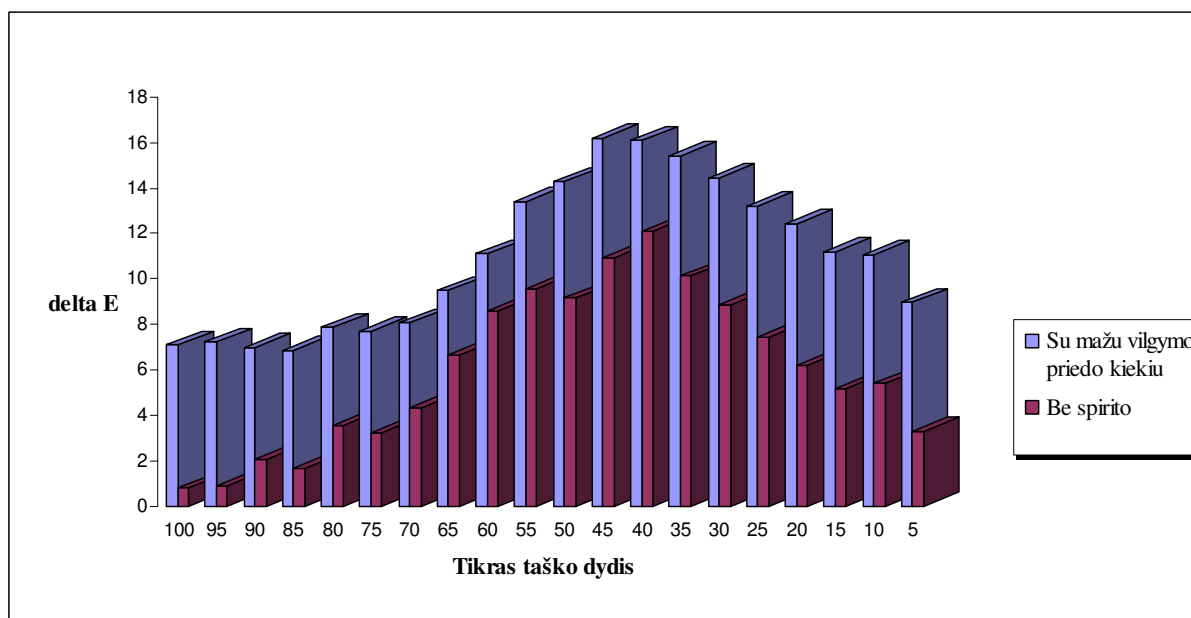
Apibendrinant šio skirsnio rezultatus, reikia pažymėti, kad spalvų skirtumai spausdinant be spiritinio priedo ir naudojant senąją profilio kreivę ir be jos skiriasi skirtingoms spalvoms. Geltonai ir žydrai spalvoms nenaudojant profilio kreivės spalvų skirtumai lyginant yra mažesni, nei naudojant senąją profilio kreivę, juodai – didesni, o purpurinės spalvos – įvairiai skirtingiems rastrinio taškų plotams. Tai gali reikšti, kad vilgymo skystis be spiritinio priedo skirtingai sąveikauja su skirtingų spalvų dažais. Tai gali būti skirtingas emulsavimosi laipsnis arba dideli paviršiaus įtempties skirtumai, dėl ko vilgymo skystis daugiau ar mažiau keičia rastrinio taško dydį.

2.10.2. Spalvų skirtumas ΔE spausdinant „Rotoman 50“ spaudos mašina

Šiame skyriuje pateikiami spalvų skirtumai ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“. Visi atspaudai, kurie atspausdinti naudojant vilgymo priedą su spiritu, buvo laikomi etaloniniais. Todėl visi kiti buvo lyginami su jais. Atspaudai buvo spausdinami keturiomis CMYK spalvomis. Spausdinant buvo naudojami skirtingi vilgymo skysčio priedai.

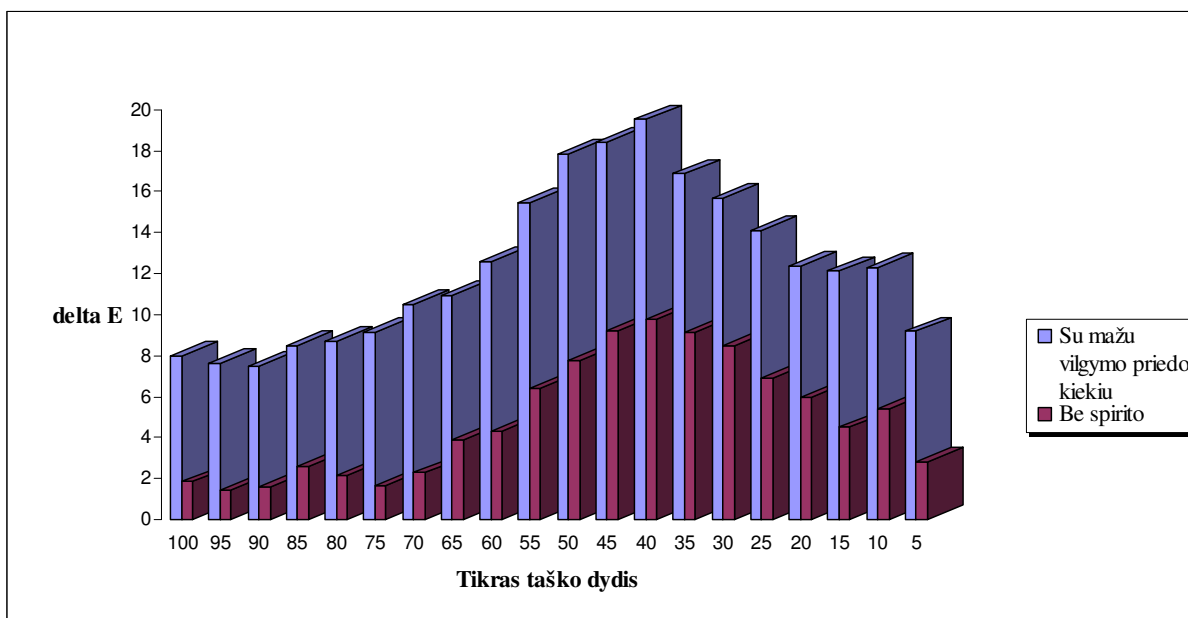
Žydra spalva atspausdinta ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ naudojant spiritinį vilgymo priedą yra laikoma etalonine. Spalvų skirtumai lyginant su etalonine žydra spalva, kuri buvo atspausdinta naudojant nespirtinį vilgymo priedą bei naudojant per mažą vilgymo priedo kiekį, matomi 58 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą nuokryptai nuo etaloninės reikšmės yra leistinose ribose rastrinių taškų plotui esant nuo 75 % iki 100 %. Tačiau šviesiuose tonuose

nuokrypiai yra didesni ir jie bus pastebimi vizualiai. Spausdinant su per mažu vilgymo priedo kiekiu ΔE skirtumai tampa labai dideli, o esant rastrinių taškų plotui nuo 5 % iki 60 % buvo spausdinama nekokybiška produkcija.

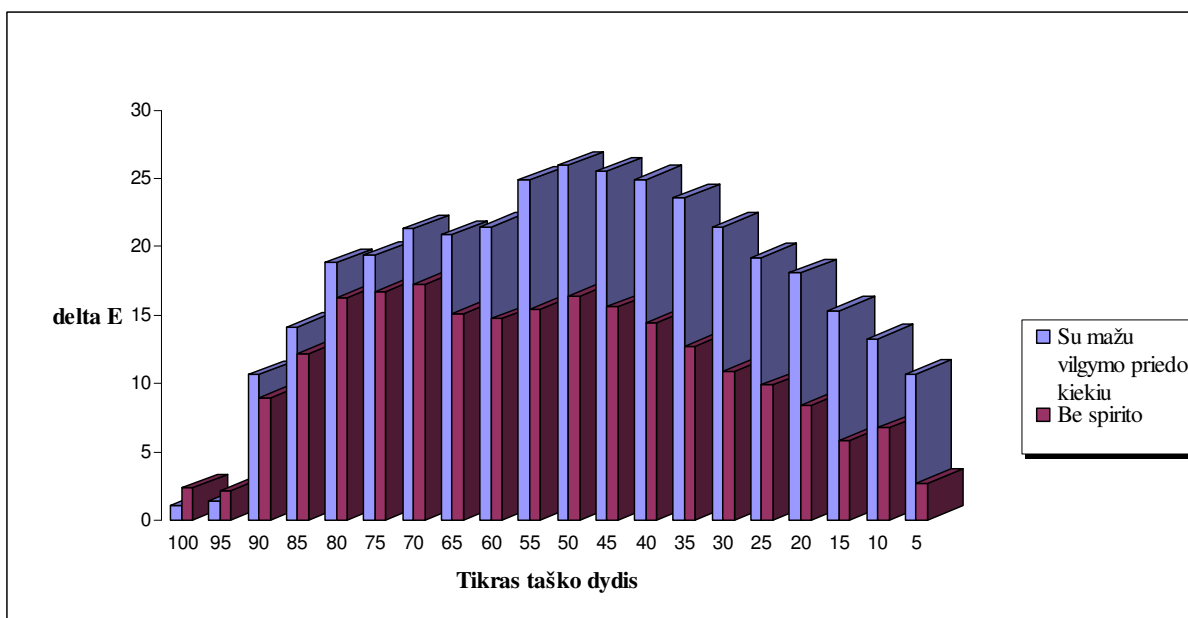


58 pav. Žydros spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais

Purpurinės spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais pateikiamas 59 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą nukrypimų išsidėstymas yra labai panašus į žydros spalvos nuokrypius. Esant rastrinių taškų plotui nuo 65 % iki 100 % spalvos nuokrypiai yra leistinose ribose, tačiau šviesiuose tonuose nuokrypiai atsiranda didesni ir jie bus pastebimi vizualiai. Spausdinant su per mažu vilgymo priedo kiekiu ΔE skirtumai yra labai dideli, net didesni nei žydroje spalvoje.

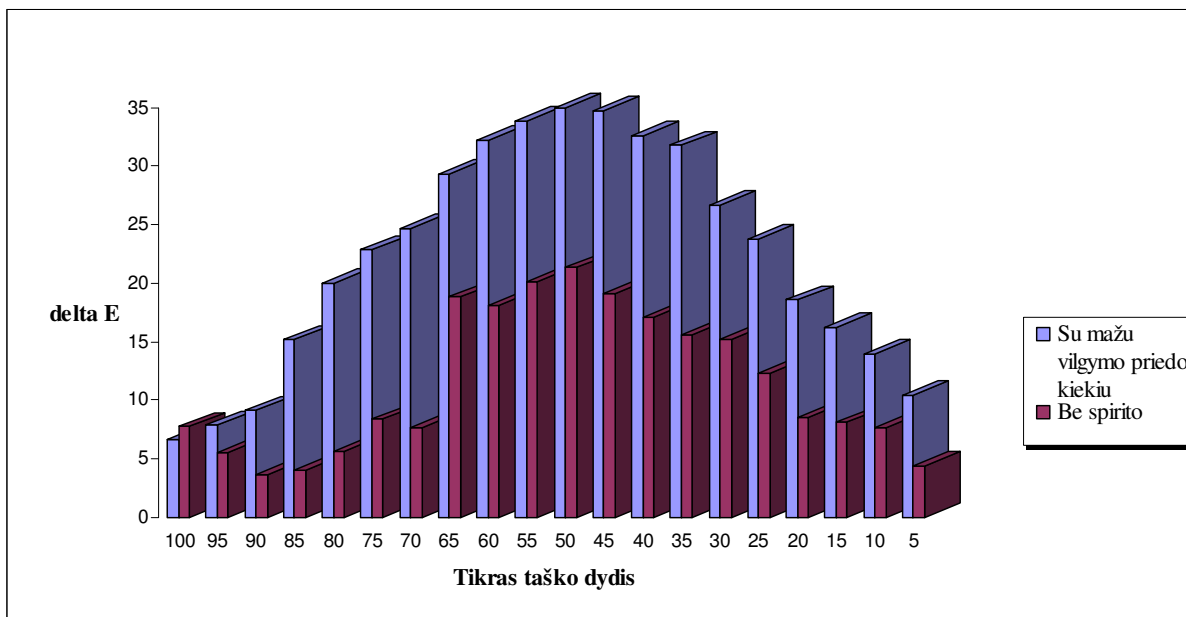


59 pav. Purpurinės spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais



60 pav. Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais

Juodos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais pateikiamas 60 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą nuokrypiai nuo etaloninės spalvos, priešingai nei tai buvo purpurinėje spalvoje esant rastrinių taškų plotui nuo 10 % iki 90 %, yra labai padidėję ir tik esant rastrinių taškų plotui nuo 95 % iki 100 % nuokrypiai yra ne tokie dideli, nors vizualiai jie bus pastebimi. Spausdinant su per mažu vilgymo priedo kiekiu ΔE skirtumai yradar didesni.



61 pav. Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman 50“ su įvairiais vilgymo priedais

Geltonos spalvos skirtumas ΔE spausdinant ritinine spaudos mašina „Rotoman - 50“ su įvairiais vilgymo priedais pateikiamas 61 pav. Naudojant nespirtinį vilgymo priedą nuokrypiai nuo etaloninės spalvos yra labai panašūs į juodos spalvos nuokrypius. Esant rastrinių taškų plotui nuo 20 % iki 65 %, nuokrypiai yra labai padidėję, tačiau esant rastrinių taškų plotui nuo 70 % iki 100 % nuokrypiai ne tokie dideli ir artėja prie vizualiai nepastebimų nukrypimų. Spausdinant su per mažu vilgymo priedo kiekiu ΔE skirtumai yra patys didžiausi.

Apibendrinant šio skirsnio rezultatus, reikia pažymėti, kad spalvų skirtumai spausdinant be spiritinio priedo ar su mažu vilgymo priedo kiekiu skiriasi skirtingoms spalvoms. Naudojant per mažą vilgymo priedo kiekį visų spalvų skirtumai yra labai daug nutolę nuo etaloninės reikšmės, tačiau padidinus vilgymo skysčio priedo kiekį spalvų skirtumas ženkliai sumažėjo. Purpurinės ir žydros spalvos skirtumai naudojant nespirtinį vilgymo priedą yra patys mažiausi lyginat su kitomis

spalvomis. Juodos ir geltonos spalvos skirtumai kiek didesni, naudojant nespirtinį vilgymo priedą, šviesiuose tonuose, mažesni tamsiuose tonuose. Žydra ir purpurinė spalvos elgiasi priešingai.

Tai taip pat gali reikšti, kad vilgymo skystis be spiritinio priedo skirtingai sąveikauja su skirtingų spalvų dažais. Tai gali būti skirtingas emulsavimosi laipsnis arba dideli paviršiaus įtempties skirtumai, dėl ko vilgymo skystis daugiau ar mažiau keičia rastrinio taško dydį.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Ištyrus rastrinių taškų ploto kaitą spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais dviem spausdinimo mašinomis buvo pastebėta, kad taškas naudojant spiritinį vilgymo priedą buvo padidėjęs, o naudojant nespirtinį sumažėjęs, o tai dažnai lemia didelius atspaudų spalvų skirtumus.
2. Gaminant spausdinimo formas rastrinis taškas sumažėjo lyginant su failu iki 4,5 %.
3. Nustatyta, kad naudojant spiritinį vilgymo skysčio priedą gradacinės skalės rastrinių taškų padidėjimas daugiau skiriasi nuo teorinių nei naudojant nespirtinį priedą.
4. Nustatyta, kad spausdinimo kokybė yra stabilesnė spausdinant su spiritiniu vilgymo skysčio priedu.
5. Pakeitus spiritinį vilgymo priedą į nespirtinį vilgymo priedą atsirado dideli rastrinio taško išplitimo sumažėjimai ir nebuvo galima pagaminti tokį patį atspaudą.
6. Spausdinant su ritinine spaudos mašina „Goss M – 600“ rastrinių taškų padidėjimas yra kiek mažesnis nei spausdinant su „Rotoman 50“, tačiau naudojant atitinkamas spalvų valdymo profilines kreives ir spausdinant su spiritiniu vilgymo priedu galima pagaminti du vienodus atspaudus.
7. Nustatyta, kad rastrinių taškų padidėjimas spausdinant su spiritiniu priedu ir be spiritinio priedo yra nevienodas skirtingoms spalvoms.
8. Padaryta prielaida, kad nevienodas rastrinių taškų padidėjimas skirtingoms spalvoms ir spausdinant su skirtingais vilgymo skysčiais yra dėl nevienodo dažų emulsavimosi, lemto skirtinga sąveikaujančių skysčių paviršiaus įtemptimi.
9. Tyrimo rezultatus tikslinga panaudoti koreguojant spausdinimo technologijas.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Adams J. M. and Dolin P. A. Printing Technology, Delmar, 2002.
2. ISO12647-2. Graphic technology - process control for the manufacture of half-tone colour separations, proofs and production prints – Part 2: Offset Lithographic processes (1996).
3. Kipphan H. Handbook of Print Media. – Berlin - Heidelberg: Springer Verlag, 2001, 1207p.
4. J.Sidaravičius, E.Montrimas. Fizikiniai teoriniai informacijos spausdinimo pagrindai. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 2005, 246 p., 106 il.
5. Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение. Книга, Москва, 1986.
6. Готовим в печать журнал, книгу, буклет, визитку / О.А. Буковецкая. — М.: Издательство, НТ Пресс, 2005. — 303, [1] с.: ил.
7. <http://www.brucelindbloom.com/index.html?DotGainCalculator.html>
8. http://www.densitometers.net/pdf/dots-the_way_we.pdf
9. <http://www.gravurexchange.com/FlexoGlobal/flexomag/08-July/flexomag-ploumidis.htm>
10. http://www.kf.vu.lt/public/kgm1/justina/sp_modeliai.htm
11. http://www.kf.vu.lt/public/ib2/marius_g/pranaiciui.htm
12. <http://xrite.de/documents/apps/public/whitepapers/Ga00005a.pdf>