



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

MAŠINŲ GAMYBOS KATEDRA

Povilas Žuromskas

**ĮRENGINIO „XEROX DOCUCOLOR 5000“ IR „CONICA MINOLTA BIZHUB
PRO 6500“ PALYGINAMASIS TECHNOLOGINIŲ GALIMYBIŲ TYRIMAS**
COMPARISON RESEARCH OF TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF
“XEROX DOCUCOLOR 5000” AND “CONICA MINOLTA BIZHUP PRO 6500”
MECHANISM’S

Baigiamasis magistro darbas

Pramonės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62408T207

Pramonės technologijos specializacija

Mechanikos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2010

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

MAŠINŲ GAMYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

doc. dr. Mindaugas Jurevičius
(Vardas, pavardė)

(Data)

Povilas Žuromskas

**ĮRENGINIO „XEROX DOCUCOLOR 5000“ IR „CONICA MINOLTA BIZHUB
PRO 6500“ PALYGINAMASIS TECHNOLOGINIŲ GALIMYBIŲ TYRIMAS**

**COMPARISON RESEARCH OF TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF
“XEROX DOCUCOLOR 5000” AND “CONICA MINOLTA BIZHUB PRO 6500”
MECHANISM’S**

Baigiamasis magistro darbas

Pramonės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62408T207

Pramonės technologijos specializacija

Mechanikos inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas doc.dr. Mindaugas Jurevičius

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

Konsultantė Angelika Petrėtienė

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

Vilnius, 2010

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Mechanikos fakultetas

Mašinų gamybos katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

2

Data

2010 06 01

Pramonės technologijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: Įrenginio „Xerox DocuColor 5000“ ir „Conica Minolta Biyhub Pro 6500“
palyginamasis technologinių galimybių tyrimas

Autorius **Povilas Žuromskas**

Vadovas **doc. dr. Mindaugas Jurevičius**

Kalba



Lietuvių



Užsienio

Anotacija

Darbe ištirtos ir palygintos dviejų elektrofotografinių mašinų „Xerox DC5000“ ir „Conica Minolta 6500“ spalvų reprodukovimo galimybės. Tyrimas buvo atliekamas dviem spaudos mašinomis po tam tikro spaudų skaičiaus atspausdinant kalibracinį testą (lapą su specialiai spektrofotometrui paruoštais vienodo dydžio įvairių atspalvių kvadratėliais, kuriuose yra skirtingas visų keturių CMYK spalvų rastrinių taškų skaičius), kurio spalvų intensyvumas buvo matuojamas spektrofotometru „Efi ES–1000“.

Nustatyta, kad spaudos mašinos „Xerox“ reprodukuojamų spalvų sodris didesnis lyginant su „Minolta“, tai lemia spaudo padengimas laku, kuris sukelia veidrodinį efektą, eliminuojama patenkanti į matavimo prietaisą išsklaidyta šviesa. Nustatytas savikalibracinės sistemos netobulumas bei abiejų mašinų spaudų skaičius, po kurio mašina turi būti kalibruojama.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, literatūros apžvalga, tyrimų metodika, rezultatai ir jų aptarimas, išvados ir rekomendacijos, literatūros sąrašas, priedai.

Darbo apimtis – 57 p. teksto be priedų, 3 lentelės, 33 paveikslai, 15 bibliografinių šaltinių.

Darbo priedai pridedami darbo pabaigoje.

Prasminiai žodžiai: elektrofotografija, kalibravimas, *Lab* koordinačių sistema, spalvų reprodukovimas, spalvų paletė.

Vilnius Gediminas technical university

Mechanical faculty

Polygraphyc machines department

ISBN ISSN

Copy number. 2

Date 2010 06 01

Master thesis, poligraphic study programme

Title: Comparison research of technological possibilities of “Xerox DocuColor 5000” and “Conica Minolta Bizhup Pro 6500” mechanism’s

Author **Povilas Žuromskas**

Academic supervisor assoc. **Doc. Dr. Mindaugas Jurevičius**

Language



Lithuanian



English

Annotation

The research regarding colour reproduction possibilities of two electrographic machines “Xerox DocuColor 5000” and “Conica Minolta Bizhub pro C6500” was made. In it two stamped machines were used, which had to stamp fixed numbers of calibration test (a paper with specially made, same size and various colours quadrants for spectrofotometer, where is different number of all four CMYK bitmap colour dots), which colour intensity was measured with using spaetrofotometer “Efi ES-1000”.

The results have shown that “Xerox” machine has larger colour reproduction depth comparing to “Minolta” . This condition is made because of varnish that covers stamp. It creates specular effect and eliminates resolved light that comes to measuring devices. Self calibrating system cracks were discovered as well. Also two machines have to be calibrated after fixed number of stamps.

Thesis has 7 parts: Introduction, literature review, research methodology, results, results discussion, conclusion and recommendation, literature list, appendix.

Thesis consist of: 57p. text without appendix, 3 tables, 33 pictures, 15 bibliographical

entries.

Appendix can be found at the end of main master thesis part.

Key words: elektrophotography, calibrating, *Lab* coordinate system, colour reproduction, colour palette.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

LENTELIŲ SĄRAŠAS

SANTRUMPOS

IVADAS	10
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	12
1.1. Problemos ištyrimo lygis.....	12
1.2. Elektrofotografija	12
1.2.1. Elektrofotografinės spaudos mašinos veikimo principas	13
1.2.2. Vaizdo atgaminimas elektrofotografiniuose procesuose.....	13
1.2.3. Ryškinimo esmė	34
1.3. Kokybės kontrolės matavimo prietaisai	16
1.4. Spalvos sąvoka	17
1.5. Spalvoto spausdinimo būdai.....	19
1.5.1. Adityvinė sintezė.....	19
1.5.2. Subtraktyvinė sintezė	19
1.5.3. Autotipinė sintezė.....	24
1.6. Elektrofotografinės mašinos atspaudų kokybei įtakos turintys veiksniai	24
1.6.1. Elektrofotografinės mašinos brokuotų atspaudų tipai ir jų priežastys	25
1.7. Spalvų matavimo sistemos XYZ ir „CIE Lab “	26
1.7.1. Skirtumo tarp spalvų matavimo sistemų skaičiavimas	27
1.8. Dažninė kontrastinė charakteristika	28
1.9. Spalviniai elektrofotografiniai aparatai	29
2. TYRIMŲ METODIKA	31
2.1. Tyrimo objektai.....	31
2.2. Eksperimentų aprašymas.....	37
2.2.1. Bandinių paruošimas	37
2.2.2. Matavimo įrenginys ir tyrimo eiga	37
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	37
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	59
LITERATŪROS SĄRAŠAS	60

PRIEDAI.....	62
--------------	----

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Lazerinio spausdintuvo shema.....	13
1.2 pav. Elektrofotografinio proceso etapai	14
1.3.pav. Elektrofotografinio proceso schema. Etapai ir pagrindiniai elektrofotografinio aparato mazgai.....	15
1.4 pav. Densitometro, viekiančio atspindėtos šviesos principu, schema	16
1.5 pav. Elektrofotografinės spinduliuotės spektras.....	18
1.6 pav. Pagrindinių ir papildomų spalvų gavimo triadiniai dažais schema	20
1.7 pav. Realių dažų spektrinės kreivės ir jų optinių tankių histogramos	21
1.8 pav. Atspaustų dažų histogramos, kai sugerties zonose dažų optiniai tankiai vienodi	23
1.9 pav. Spalvinė diagrama XY.....	27
1.10 pav. Spaudos mašinos „Xerox DocuColor“ bendras vaizdas	29
1.11 pav. Spalvinio kopijavimo aparato „Conica Minolta 8010“ schema	30
1.12 pav. Spalvinio kopijavimo aparato „E-Print 1000“ su tarpiniu perkėlimo cilindru schema	30
2.1 pav. Spaudos mašina „Xerox DocuColor 5000“	32
2.2 pav. Spaudos mašina „Conica Minolta Bizhup Pro 6500“	33
2.3 pav. Spektrofotometras „Efi-ES 1000“	34
3.1. pav. Spaudos mašinos „Minolta Bizhup Pro 6500“ gautų spaudinių spalvos suminių pokyčių ΔE grafikas.....	37
3.2 pav. Spaudos mašinos „Xerox DC5000“ gautų spaudinių spalvos suminių pokyčių ΔE grafikas	38
3.3. pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhup Pro 6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametrų ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo pirmąją tyrimo dieną grafikas.	39
3.4 pav. Spaudos mašinų Minolta Bizhub C6500 grafikas iš kairės ir Xerox DC5000 grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametrų ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp pirmos ir antros tyrimo dienos grafikas	40

3.5 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox Dc5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo antrąją tyrimo dieną grafikas.....	34
3.6 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp antros ir trečios tyrimo dienos grafikas.....	37
.....	37
3.7 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox Dc5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo trečiąją tyrimo dieną grafikas.....	37
3.8 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp trečios ir ketvirtos tyrimo dienos grafikas.....	37
3.9 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox Dc5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo ketvirtąją tyrimo dieną grafikas.	45
3.10 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp ketvirtos ir penktos tyrimo dienos grafikas.....	59
3.11 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox Dc5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo penktąją tyrimo dieną grafikas.....	47
3.12 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ pirmos tyrimo dienos (12.15 d.) parametru <i>Lab</i> erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.....	60
3.13 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ pirmos tyrimo dienos (12.15 d.) parametru <i>Lab</i> erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.	62
3.14 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ pirmos tyrimo dienos (12.17 d.) parametru <i>Lab</i> erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.....	60
3.15 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ pirmos tyrimo dienos (12.17 d.) parametru <i>Lab</i> erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.	62
3.16 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ trečios ir ketvirtos tyrimo dienos (12.17; 12.18 d.) parametru <i>Lab</i> erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.	62

3.17 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ trečios ir ketvirtos tyrimo dienos (12.17; 12.18 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai. 62

3.18 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ trečios tyrimo dienos (12.17d.) parametrų *Lab* palyginimas, erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai. 62

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1. lentelė.** Elektromagnetinės spinduliuotės regimojo spektro sritis 18
- 2. lentelė.** Spaudos mašinos „Xerox DocuColor 5000“ techninė charakteristika 30
- 3. lentelė.** Spaudos mašinos „Conica Minolta Bizhup Pro 6500 “ techninė charakteristika 31

SANTRUMPOS

CMYK – pagrindinių spaudos spalvų Cyan, Magenta, Yellow, Black trumpinys

Lab – spalvinių koordinatinių sistema, kur koordinatė L nurodo spalvos šviesumą, o koordinatės a ir b – spalvos atspalvį.

CIE – spalvinė erdvė (Commission Internationale de l’Eclairage).

„Xerox DC 5000“ - „Xerox DocuColor 5000“

M6 – žydra; C:100, M:0, Y:10, K:0 – žydros (Cyan) – 100%, purpurinės (Magenta) – 0%, geltonos (Yellow) – 10%, juodos (Black) – 0%.

M9 – geltona; C:0, M:0, Y:90, K:0 – žydros (Cyan) – 0%, purpurinės (Magenta) – 0%, geltonos (Yellow) – 90%, juodos (Black) – 0%.

K5 – raudona; C:0, M:100, Y:100, K:0 – žydros (Cyan) – 0%, purpurinės (Magenta) – 100%, geltonos (Yellow) – 100%, juodos (Black) – 0%.

G11 – žalia; C:100, M:0, Y:100, K:0 – žydros (Cyan) – 100%, purpurinės (Magenta) – 0%, geltonos (Yellow) – 100%, juodos (Black) – 0%.

F11 – mėlyna; C:100, M:30, Y:10, K:0 – žydros (Cyan) – 100%, purpurinės (Magenta) – 30%, geltonos (Yellow) – 10%, juodos (Black) – 0%.

C17 – juoda; C:100, M:0, Y:100, K:100 – žydros (Cyan) – 100%, purpurinės (Magenta) – 0%, geltonos (Yellow) – 100%, juodos (Black) – 100%.

A14 – purpurinė; C:0, M:100, Y:10, K:0 – žydros (Cyan) – 0%, purpurinės (Magenta) – 100%, geltonos (Yellow) – 10%, juodos (Black) – 0%.

IVADAS

Šiais technologijų laikais žmogus per labai trumpą laiką gauna, kaupia ir perduoda labai didelį kiekį įvairios informacijos.

Viena iš tokių informacijos perdavimo formų yra vaizdinė, tačiau ši informacijos perdavimo forma reikalauja didelio tikslumo. Todėl, norint tiksliai atkurti vaizdinę informaciją, reikia pasirinkti tinkamiausią spaudos mašiną, žinoti spaudos mašinos, su kuria bus atkartojamas vaizdas, galimybes ir kaip ją tinkamai naudotis, kada kalibruoti norint gauti aukščiausios kokybės atvaizdus. Dažnai tokiais atvejais susiduriama su spalvų neatitikimo problema.

Kadangi Lietuvoje spausdintos produkcijos mastai nėra labai dideli, todėl dažniausiai steigiamos mažo tipo spaustuvės, gaminančios įvairaus tipo reklaminę produkciją. Tokiose spaustuvėse dažniausiai naudojamos spalvinės (CMYK) elektrofotografinės spausdinimo mašinos – MINOLTA, XEROX bei kitų firmų. Spausdinant su šiomis elektrofotografinėmis mašinomis kyla sunkumų su spalvos reproduktivumo tikslumu. Kiekviena mašina skirtingai reprodukuoja spalvas, todėl paėmus vienodus paveikslus ir atspausdinus juos su skirtingomis spaudos mašinomis arba net ir su ta pačia spaudos mašina, po tam tikro tiražo gausime du skirtingų atspalvių paveikslus. Dėl šios priežasties nukenčia gaminio kokybė.

Atliekamas tyrimas – taikomojo pobūdžio, nes visi rezultatai ir išvados bus panaudoti UAB „Greita spauda“ problemoms spręsti. UAB „Greita spauda“ yra mažo tipo spaustuvė, gaminanti įvairaus profilio reklaminę produkciją. Ši spaustuvė susiduria su minėta problema, t. y. spalvų neatitikimu spausdinant skirtingomis arba tomis pačiomis spaudos mašinomis po tam tikro tiražo. Norint išspręsti šią problemą reikia ištirti spaudos mašinų „Xerox“ ir „Minolta“ spalvų reproduktivumo galimybes, nustatyti, kokius atspaudus yra geriau spausdinti su viena ar kita spaudos mašina, nustatyti spaudų skaičių, po kurio mašina turėtų būti kalibruojama.

Magistrinio darbo tikslas – palyginti spaudos mašinų „Xerox DocuColor 5000“ ir „Conica Minolta Bizhub pro C6500“ reproduktivumo galimybes ir nustatyti atspaudų kiekį, po kurio mašina turi būti kalibruojama.

Magistrinio darbo uždaviniai:

- 1) parinkti dažniausiai spaudoje naudojamos struktūros popierių abiem mašinoms;
- 2) pasirinkti informatyviausius taškus kalibraciniame atspaude;
- 3) gautus matavimus apdoroti grafiškai;
- 4) palyginti ir išanalizuoti kreivių panašumus ir skirtumus;

5) pateikti siūlomas rekomendacijas.

Tyrimo metodai

Tyrimai atlikti eksperimentiškai. Spektrofotometru, po tam tikro atspaudų tiražo, buvo matuojamos dviejų elektrofotografinių spaudos mašinų spalvos ant kalibracinių atspaudų, kaskart darbo pradžioje ir pabaigoje spaudos mašinas sukalibravus.

Mokslinis naujumas

Ištirtos ir palygintos dviejų elektrofotografinių spaudos mašinų spalvų reprodukovimo galimybės. Nustatyta, kad spaudos mašinos „Xerox“ reprodukuojamų spalvų sodris didesnis lyginant su „Minolta“, tai lemia spaudo padengimas laku, kuris sukelia veidrodinį efektą, eliminuojama patenkanti į matavimo prietaisą išsklaidyta šviesa. Nustatytas svikalibracinės sistemos netobulumas, bei abiejų mašinų spaudų skaičius, po kurio jos turi būti kalibruojamos.

Darbo aprobavimas

Darbas pristatytas ir apsvarstytas 13-oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“, vykusioje Vilniuje 2010 m. balandžio 23 d. Šia tema taip pat paruoštas straipsnis.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 *Problemos ištirimo lygis*

Analizuojant literatūrą bei įvairius internetinius šaltinius paaiškėjo, kad anksčiau buvo tirta daug spalvų reproduktivumo problemų, su kuriomis susiduriama ofsetinėje ir fleksografinėje spaudoje. Tai problemos, susijusios su naudojamų dažų kokybe, spalvų reproduktivumu sapusdinant įvairiais režimais. Išsamiai rašalinio spausdintuvo spalvų gamą ištyrė G. Šperbelis [1], kuris nustatė, kad spausdinant normaliu režimu visada gaunama didesnė atkuriamų spalvų gama už kitų režimų gamas; keičiant spausdinimo režimą didžiausias optinis tankis gaunamas spausdinant geriausiu režimu. Nustatė maksimalias spausdintuvo spalvų gamos ribas CIE *Lab* koordinatų sistemoje. Tačiau nei vienas literatūros šaltinis nepateikia jokios informacijos apie atliktus tyrimus elektrofotografinėje spaudoje, kai buvo tiriamos ir lyginamos blizgią ir matinę spaudą spausdinančių mašinų spalvų reproduktivumo galimybės, nustatomas mašinų kalibravimo laikas. Tai yra aktualu, nes su šia problema susiduria beveik kiekviena spaustuvė, naudojanti XEROX ar MINOLTA spaudos mašinas.

Kaip jau buvo minėta anksčiau, atliekamas tyrimas – taikomojo pobūdžio, nes visi rezultatai ir išvados bus panaudoti UAB „Greita spauda“ problemoms spręsti.

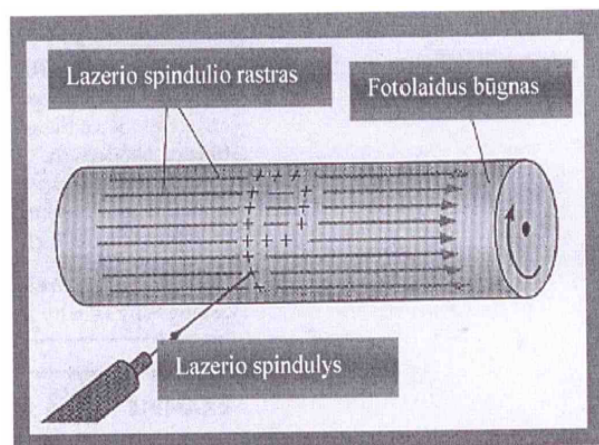
1.2 *Elektrofotografija*

Elektrofotografija – tai vaizdo atgaminimo ir registravimo būdų visuma, besiremianti fotoelektriniais reiškiniais didelės varžos fotopulsuotiniuose bei įelektrintų dalelių ir sukurto potencialinio reljefo krūvių elektrostatische sąveika. Elektrofotografinis matomo vaizdo gavimo procesas – tai vienas po kito einantys etapai, kurie pagal pavadinimą ir galutinę tikslą dažnai yra analogiški klasikinės sidabro halogenidų fotografijos proceso operacijoms. Tačiau fotografijos procesas remiasi šviesos fotocheminiu poveikiu sidabro halogenidų sluoksnyje ir cheminėmis reakcijomis, vykstančiomis ryškinant ir fiksuojant, o elektrofotografinis procesas apibūdinamas išimtinai fizikiniais reiškiniais, vykstančiais fotopulsuotinio sluoksnyje, formuojant slaptąjį nematomąjį atvaizdą ir esant įelektrintų kūnų elektrinei sąveikai ryškinant.

[3]

1.2.1 Elektrofotografinės spaudos mašinos veikimo principas

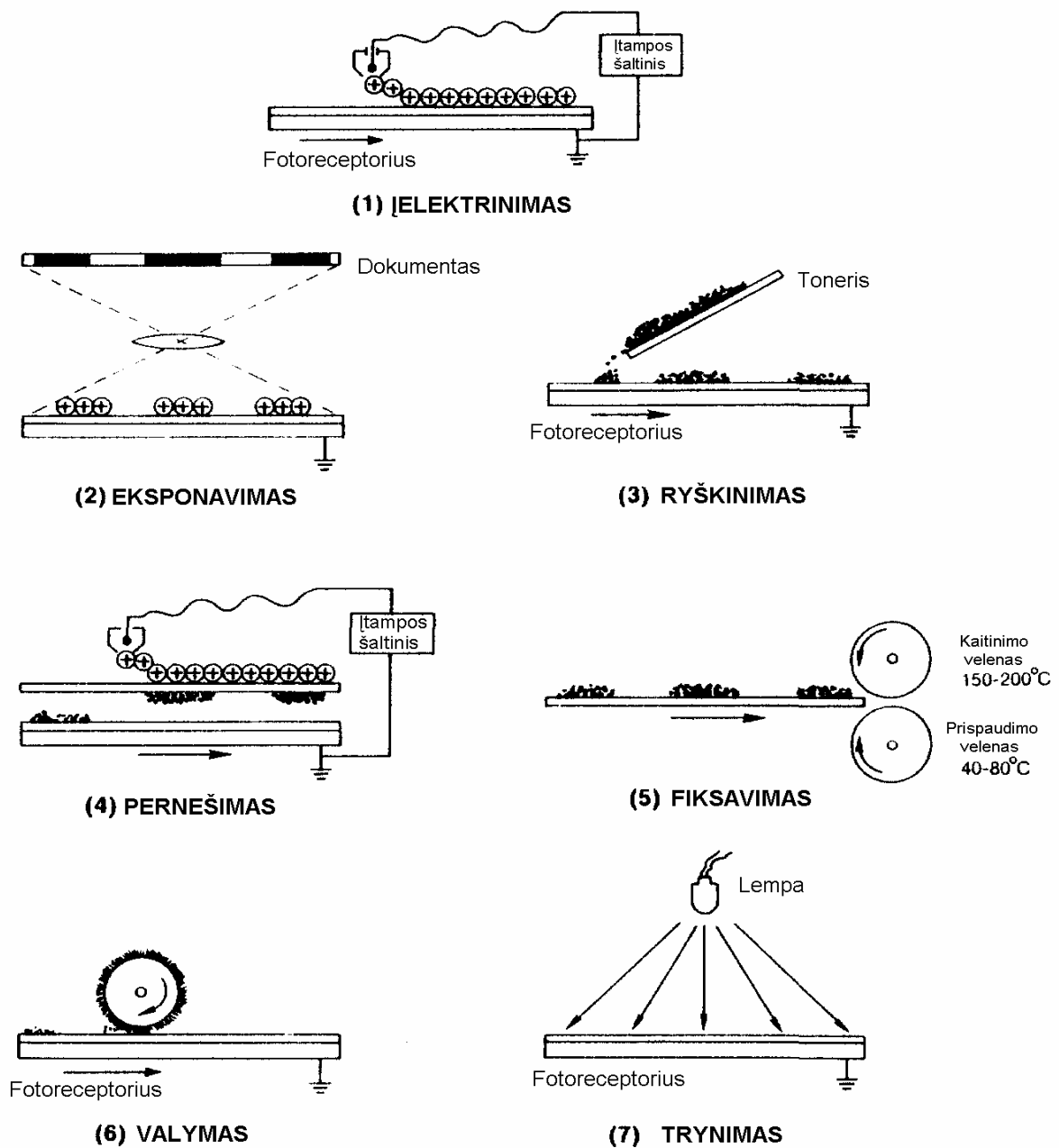
Elektrofotografinės spaudos mašinos būgnas gaminamas iš ant metalinio pagrindo esančio fotolaidininko (pvz., seleno), kuris tamsoje yra geras izoliatorius. Būgno paviršius su fotolaidininku tamsoje įelektrinamas (pvz., teigiamai). Apšviestose būgno vietose generuojamos elektronų (neigiamų krūvininkų) ir skylių (teigiamų krūvininkų) poros. Skylės teigiamo krūvio stumiamos gilyn į metalinį būgno pagrindą, kur jos ir patenka, o elektronai paviršiuje neutralizuoja teigiamą krūvį arba yra pagaunami teigiamų oro molekulių jonų ir nulekia tolyn. Šių procesų rezultatas – apšviestos vietos praranda krūvį ir tampa neutraliomis. Po to būgnas savo išlikusio statinio teigiamo krūvio srityse „pasigauna“ neigiamai įelektrintus tonerio miltelius (jie dėl elektrostatinio krūvio ten prilimpa) ir atvaizdas perkeliamas ant pernešimo juostos, o po to – ant popieriaus. Pakaitinus tokią kopiją, milteliai stipriai prilimpa prie popieriaus ir gauname fotokopiją. [12]



1.1 pav. Lazerinio spausdintuvo schema [12]

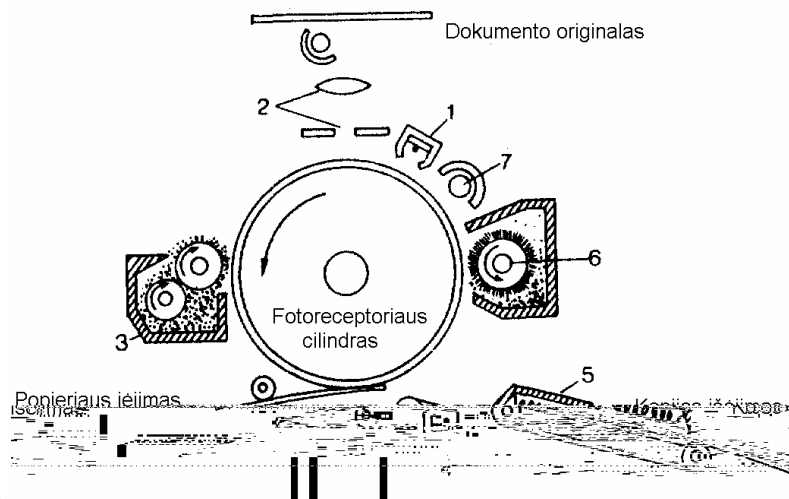
1.2.2 Vaizdo atgaminimas elektrofotografiniuose procesuose

Vaizdo atgaminimas elektrofotografiniame procese susideda iš šių pagrindinių etapų (1.2 pav.): (1) didelės varžos fotopuslaidininkio sluoksnio tolygus įelektrinimas tamsoje; (2) ant taip pajautrinto sluoksnio projektuojamas atgaminamasis vaizdas – sluoksnis eksponuojamas, paviršinis krūvis apšviestose sluoksnio vietose relaksuoja greičiau, negu neapšviestose, ir taip virš sluoksnio susidaro elektrostatinis reljefas – nematomas slaptasis elektrofotografinis vaizdas; (3) šio slaptojo vaizdo vizualizavimas ryškinant smulkiomis įelektrintomis ryškalo dalelėmis, kurios elektrostatinių jėgų pritraukiamos prie įelektrintų arba neįelektrintų sluoksnio sričių; (4) nusodintų ant sluoksnio ryškalo dalelių perkėlimas elektrinėmis jėgomis ant popieriaus ar kitos medžiagos; (5) perkeltos miltelinio vaizdo fiksavimas ir (6) elektrofotografinio sluoksnio storis.



1.2 pav. Elektrofotografinio proceso etapai:

1 – elektrinimas; 2 – vaizdo eksponavimas; 3 – ryškinimas; 4 – vaizdo perkėlimas; 5 – vaizdo fiksavimas; 6 – valymas; 7 – trynimas



1.3 pav. Elektrofotografinio proceso schema. Etapai ir pagrindiniai elektrofotografinio aparato mazgai:

1 – vainikinis elektrintuvas; 2 – eksponavimo sistema; 3 – ryškinimo mazgas; 4 – perkėlimo elektrintuvas; 5 – fiksavimo mazgas; 6 – valymo mazgas; 7 – trynimo šviesa mazgas

Organinių fotopuslaidininkų sluoksniai labai plačiai naudojami kopijavimo aparatuose ir vienspalviuose bei spalviniuose spausdintuvuose ar skaitmeniniuose kopijavimo bei pramoninio spausdinimo aparatuose.

Vaizdo gavimas elektrofotografiniu būdu prasideda fotoreceptoriaus įelektrinimu.

Fotoreceptorius gali būti įelektrinamas indukciniu būdu, tačiau efektyviausias ir plačiausiai taikomas elektrofotografijoje yra vainikinis įelektrinimas. [3]

1.2.3 Ryškinimo esmė

Neregimasis elektrostatinis vaizdas, suformuotas eksponuojant vienu ar kitu būdu vaizdą, yra nematomas krūvių pasiskirstymas elektrofotografinio sluoksnio paviršiuje. Elektrografinis ryškinimas paverčia neregimąjį elektrostatinį vaizdą matomu. Ryškinant naudojamos įelektrintos reikiamos spalvos dalelės – dažiklis (vadinamasis „toneris“). Dažiklio dalelės, veikiamos elektrinio lauko, sukurto neregimojo vaizdo elektrinių krūvių, nusėda ant elektrofotografinio sluoksnio paviršiaus. Ryškinimo stadija yra labai svarbi, nes šis procesas

lemia matomo vaizdo kokybę ir net jo pobūdį: keičiant ryškinimo sąlygas (dažiklio dalelių įelektravimo ženklą) galima gauti pozityvinį arba negatyvinį matomą vaizdą. [5]

1.3. Kokybės kontrolės matavimo prietaisai

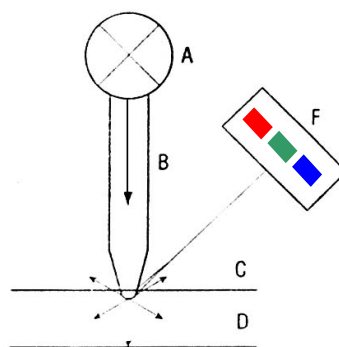
Atkuriamų ir spausdinamų spalvų matavimas palengvėja naudojant tikslią ir standartizuotą aparatūrą. Matavimo įranga leidžia išskirti ir laiku pašalinti gamybinio proceso trūkumus. Matuojant spalvą yra naudojami du pagrindiniai aparatūrų tipai: densitometrai ir spektrofotometrai.

Spektrofotometrai – tai prietaisai, kurie matuoja spektrinius duomenis ir gali šiuos duomenis paversti į bet kokią CIE - spalvinę erdvę. Ir jeigu prietaisas yra pakankamo tikslumo bei gali nustatyti optinio tankio reikšmes, tai jis vadinasi spektrodensitometru, kadangi jis turi visas densitometro, kolorimetro ir spektrofotometro funkcijas.

Densitometrai – tai prietaisai, kurie apskaičiuoja optinį tankį pagal paviršiaus arba medžiagos sugeriamos šviesos kiekį. Densitometrai nematuoja visų spalvų; jie nustatomi kelių standartinių spalvų (tų, kurios naudojamos poligrafijoje) matavimui. Užtat jų tikslumas yra labai didelis.

Optinis tankis – tai bedimensis dydis lygus dešimtainiam logaritmo santykiui tarp krintančio ant dažų sluoksnio ir atspindėto nuo dažų sluoksnio šviesos srautų.

Kontrolinių skalių matavimui vis dažniau naudojami densitometrai. Densitometras patogus tuo, kad jis parodo spalvos kiekybinį nukrypimą nuo nominalių tankių. Orientuodamasis pagal šiuos skaičius, spaudėjas žymiai tiksliau reguliuoja dažų padavimą ir greičiau parenka reikiamą režimą.



1.4 pav. Densitometro, dirbančio atspindėtos šviesos principu, schema. A - šviesos šaltinis, B - šviesos spindulys, C - dažų sluoksnis, D - pagrindas (popierius, fotoforma), F - šviesos priėmimo blokas (imtuvas), kuriame įmontuoti filtrai (raudonas, žalias, mėlynas)

Atspaudų kokybės kontrolei yra naudojamas šviesos atspindžio principu dirbantis densitometras, kuris reikalingas spausdinimo įrangos paruošimui stabiliam darbui ir atspaudų kontrolei viso tiražo spausdinimo metu. Norint atlikti objektyvią kokybės kontrolę, reikia, kad ant atspaudų būtų kontrolinės skalės. Jos būtinos, nes ant atspaudų dažai užnešami vienas ant kito ir jų atskirai kontroliuoti negalima. Densitometrą sudaro dvi pagrindinės dalys – optinė-mechaninė ir matavimo elektroninis blokas. Optinė-mechaninę dalį sudaro fotometrinė galvutė, sujungta su šviesos filtro mazgu, kuris yra priėmimo bloke. Atspindžio principu dirbančio densitometro veikimo principas toks: šviesa iš šaltinio patenka ant matuojamo plotelio, atsispindėjęs nuo paviršiaus šviesos srautas šviesolaidžiu per šviesos filtrus patenka į imtuvą. Priklausomai nuo atsispindėjusio šviesos kiekio, šviesos filtras moduliuoja elektrinį impulsą, kuris yra perskaičiuojamas loginiame bloke į optinio tankio reikšmes. Šviesos filtras išskiria kontroliuojamos spalvos spektrą, pavyzdžiui, raudonas filtras išskiria žydros spalvos sudedamąsias, žalias – purpurinės spalvos sudedamąsias, mėlynas – geltonos spalvos sudedamąsias. Densitometriniu matavimu yra nustatomi spalvų optiniai tankiai, kurie dažnai yra vadinami zoniniais tankiais, o densitometro ekrane yra išvedami kaip matuojamų dažų optinio tankio reikšmės.

Vyrauja nuomonė, kad vizualinės kontrolės pilnai pakanka. Tačiau spalvų suvokimas yra subjektyvus. Kiekvienas žmogus spalvą suvokia savaip, todėl aparatinė spalvų kontrolė duoda objektyvų įvertinimą. Tiražinių atspaudų matavimas užtikrina objektyvią kontrolę, todėl padidėja darbo patikimumas ir sumažėja broko.

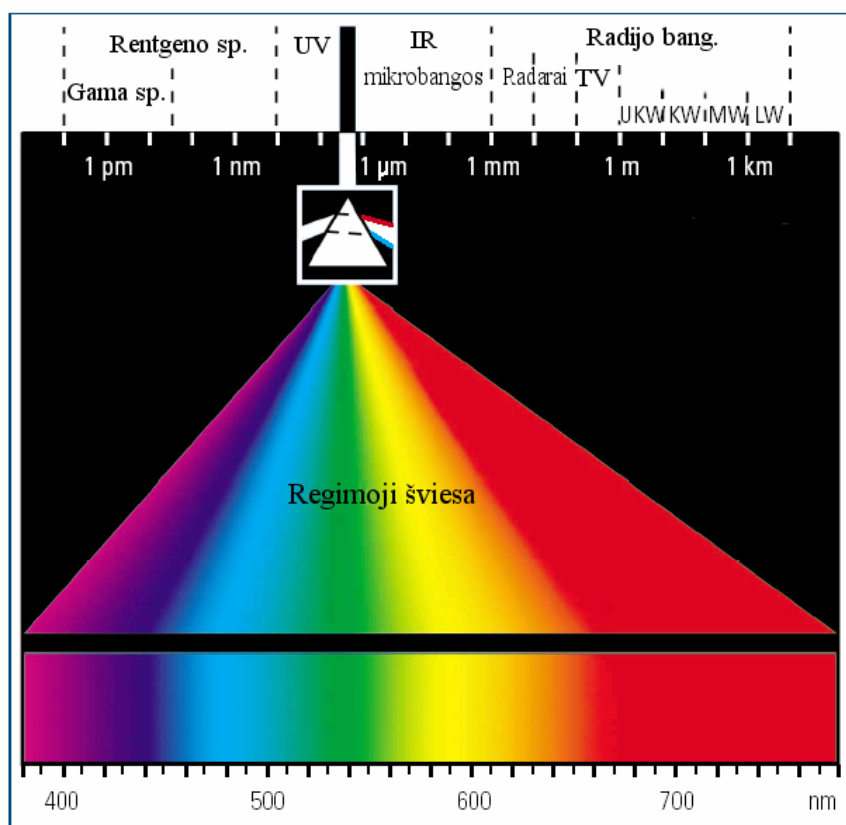
1.4. Spalvos sąvoka

Nagrinėjant spalvų reprodukovimo problemas, pirmiausiai reikia apibrėžti, kas yra spalva. Spalva yra žmogaus pojūtis, atsirandantis per regos aparatą. Žmogus mato tik nedidelę elektromagnetinių virpesių spektro dalį (nuo 400 iki 700 μm , 1.5 pav., 1 lentelė), suvokdamas ją kaip šviesą. Šią elektromagnetinių virpesių spektro dalį toliau skaidydami gauname spinduliuotes, kurias žmogus priklausomai nuo bangos ilgio, suvokia kaip skirtingų spalvų šviesą.

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 nespaltvotas, o jeigu netolygiai – jis bus tam tikros spalvos. Tas pats pasakytina ir apie šviesą – šviesos šaltinius.

Iš čia aišku, kad nors spalvas žmonės skiria ne vienodai, vieno galingumo ir tos pačios spektrinės sudėties spinduliuotė bus suvokiama, kaip turinti tą pačią spalvą. Remdamiesi tuo, Tarptautinė apšvietimo komisija (Commission Internationale de l'Eclairage – CIE) yra priėmusi spalvos apibrėžimą, kurio esmė yra ši:

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



1.5 pav. Elektrofotografinės spinduliuotės spektras

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

1 lentelė. Elektromagnetinės spinduliuotės regimojo spektro sritis

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 objektas, t.y. atspindintis mėlynojoje spektro srityje, apšviečiamas šviesa, kurioje nėra mėlynųjų spindulių, jis atrodys juodas. O mėlynos raidės ant balto popieriaus, apšviestos mėlyna šviesa, bus nematomos, nes raidės ir popierius atspindės vienodai. Iš čia matyti, kad objekto spalva priklauso nuo šviesos spektrinės sudėties, o lyginant ar matuojant spalvas reikia parinkti ir standartizuoti apšvietą. Kokybiškai apibūdinant spalvas galima išskirti tris sąvokas – spalvą, jos sodrumą ir šviesį. Iš šių parametrų galima spręsti apie atspaudų kokybiškumą, jo atitikimą etalonui.

Spaudoje naudojamas CMYK modelis, kuris aprašo spalvas, išgaunamas spaustuviniais dažais, kurie ne visada yra tokie tobuli kaip šviesos spindulys. Dažai neretai turi priemaišų, todėl kaikurių 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: **C**yan (žydra), **M**agenta (purpurinė), **Y**ellow (geltona) ir **blacK** (juoda). [3]

1.5. Spalvoto spausdinimo būdai

Egzistuoja trys spalvos gavimo būdai – adityvinis, subtraktyvinis ir autotipinis. Daugiaspalvėje rastrinėje spaudoje praktiškai yra naudojamas autotipinis spalvų gavimo būdas, nors pagrindas yra subtraktyvinės sintezės.

1.5.1. Adityvinė sintezė

Adityvinė sintezė pagrįsta tuo, kad bet kuri spalva gali būti gaunama susimaišius raudonos, žalios ir mėlynos, trims linijiniškai nepriklausomoms, spalvoms. Labiausiai tinkama trijų pagrindinių spalvų kombinacija. Sumaišius šias tris spalvas, gaunama balta spalva.

Mišinio spalva priklauso tik nuo sumaišytų komponentų spalvų, bet nepriklauso nuo jų spektrinės sudėties.

1.5.2. Subtraktyvinė sintezė

Subtraktyvinė sintezė, skirtingai nuo adityvinės, pagrįsta spalvų išskyrimu, o ne sudėjimu. Spalvos susidarymas vyksta baltai šviesai, susidedančiai iš pagrindinių spalvų (raudonos, žalios ir mėlynos), praeinant pro skaidrias spalvotas aplinkas.

Subtraktyvinėje sintezėje naudojamos būtent kelios spalvos, todėl jos negali būti pagrindinėmis spalvomis, nes tokiu atveju kiekviena iš šių spalvų sugertų du trečdalius spektro. Esant kelių spalvų deriniui, jos pilnai sugertų pro jas praeinantį spinduliavimą. Šiuo pagrindu subtraktyvinei sintezei naudojamos aplinkos, nuspalvintos ne pagrindinėmis, o papildomomis spalvomis – geltona, purpurine ir žydra. Aplinkos, nuspalvintos šiomis spalvomis, praleidžia du trečdalius ir sugeria tik vieną trečdalį šviesos spinduliuojamo spektro. Taigi spalvotam spausdinimui naudojami šių spalvų dažai, kurių kompleksas yra vadinamas triada.

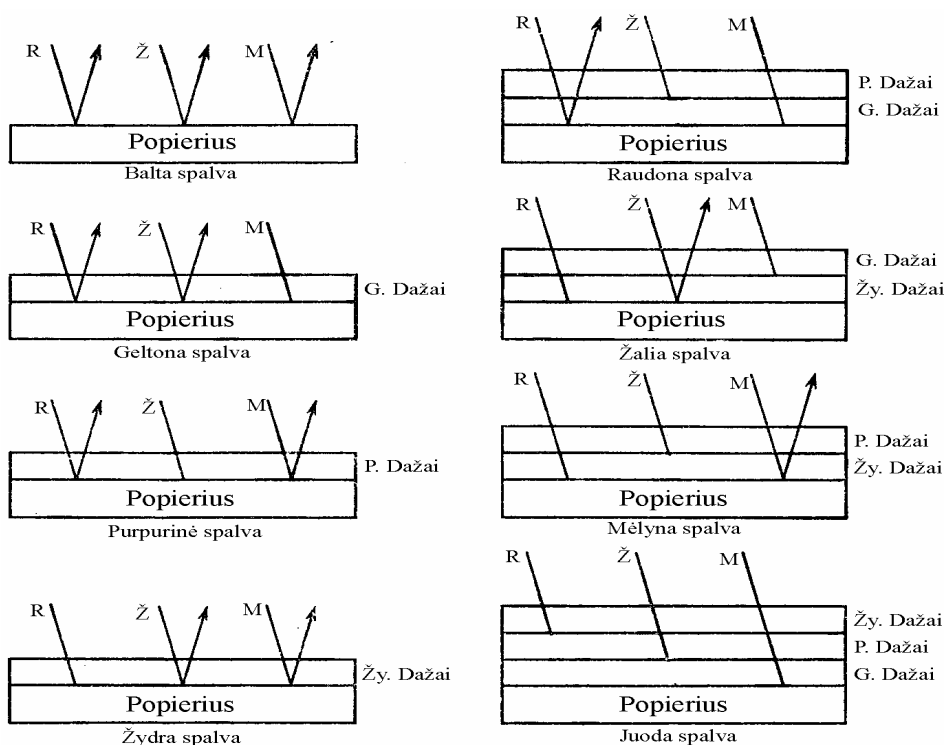
Esant trispalvei spaudai, spalvų sintezė vykdoma naudojant trejus dažus, kurių kiekvieni sugeria vieną iš pagrindinių spalvų. Dar svarbus dalykas yra tas, kad vienų spindulių sugertis ir kitų pralaidumas dažų sluoksnyje vyksta du kartus. Spinduliai iš pradžių praeina dažų sluoksnį iki medžiagos paviršiaus, o paskui nuo jo atsispindėję vėl praeina tą patį sluoksnį ir patenka į stebėtojo akį.

Siekiant, kad spindulių dalis, kuri yra praleidžiama, būtų maksimali, pralaidumo zonoje dažai turi būti skaidrūs, o medžiagos paviršius turi turėti didelį atspindžio spektrinį koeficientą. Taigi geriausia naudoti kreidinių popierių, turintį kuo didesnę baltumą.

1.6 paveiksle parodytos spalvų susidarymo schemos subtraktyvinėje sintezėje, naudojant triadinius dažus. Čia parodyta ideali sintezė, kai šviesos šaltinis susideda iš vienetinių pagrindinių spinduliavimų, dažai pralaidumo zonose yra absoliučiai skaidrūs ir visiškai sugeria vieną trečdalį spektro, o popierius visiškai atspindi krentančią šviesą. Subtraktyvinės sintezės rezultatas yra aštuonios skirtingos spalvos:

- balta, nesant nei vieno dažų (neatspausdintas popierius);
- trys papildomos spalvos, atspaudus ant popieriaus po vieną spalvą;

- trys pagrindinės spalvos, atspaudus ant popieriaus po dvi spalvas, keičiant jų išdėstymo tvarką;
- juoda spalva, atspaudus visas tris spalvas.

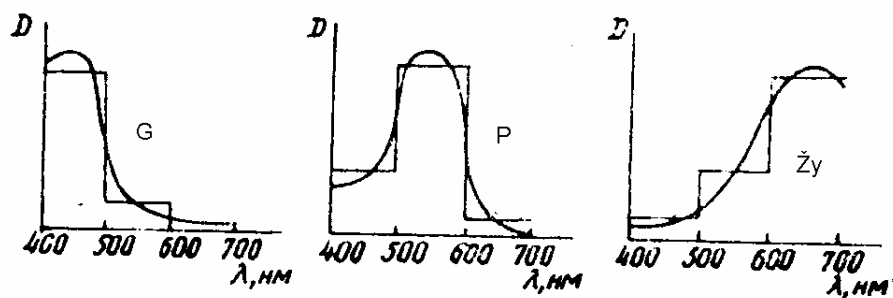


1.6 pav. Pagrindinių ir papildomų spalvų gavimo triadiniais dažais schema, esant subtraktyvinei sintezei. Spinduliai: R – raudoni, Ž – žali, M – mėlyni; dažai: G – geltoni, P – purpuriniai, Žy – žydri

Esant tokiai idealiai sintezei, atspindėję spinduliai bus tokio pat intensyvumo, kaip ir krentantys. Taigi kaip besikeistų dažų sluoksnio storis, atspindžio efektas išliks nepakitęs. Jeigu vietoje idealios medžiagos, charakterizuojančios šimtą procentinį viso spektro atspindį, paimtume, pavyzdžiui, medžiagą, atspindinčią apie aštuoniasdešimt procentų krentančios šviesos, tai visų atspindėjusių spindulių, praėjusių dažų sluoksnį, intensyvumas nebus didesnis už šį dydį. Norint gauti daugiau kitų spalvų, negu aštuonias, paminėtas anksčiau, reikia keisti pagrindinių spindulių intensyvumą. Praktikoje tai įgyvendinti neįmanoma, tačiau ir visai nereikia dėl tos priežasties, kad realių triadinių dažų, atvirkščiai negu idealių, sugeriančioji savybė sugerties zonose priklauso nuo dažų sluoksnio storio arba nuo pigmento, esančio juose, koncentracijos. Kuo plonesnis yra dažų sluoksnis, tuo didesnis kiekis praeina

spindulių sugerties zonoje ir tuo yra didesnis gautos spalvos ryškumas bei mažesnis jos sodrumas.

Didėjant paviršinei koncentracijai, didėja ir žalinga sugertis trečioje spektro zonoje. Tai lemia dažų ryškumo sumažėjimą, nes bendra sugertis auga, bei sodrumo sumažėjimą, nes sumažėja žalingo ir naudingos sugerties skirtumas. To prasmė tampa akivaizdi, jeigu pažiūrėtume į kraštutinį atvejį: esant labai didelei žalingai sugerčiai, dažai tampa pilkais.



1.7 pav. Realių dažų spektrinės kreivės ir jų optinių tankių histogramos

Sintezės supaprastinimui realių dažų spektrines kreives aproksimuosime laužtomis linijomis (1.7 pav.). Jų horizontaliosios dalys išreiškia vidutinius optinius tankius, išmatuotus duotos zonų ribose. Aproksimacijos rezultatas – histograma. Ji leidžia žiūrėti į kiekvienus realius dažus kaip į trejų idealių dažų mišinį. Iš paveikslėlio matome, kad geltoni realūs dažai veikia mūsų akis kaip idealių dažų mišinys: geltonų dažų, esant dideliame kiekiui, purpurinių – palyginti mažam kiekiui ir žydrų – labai mažam kiekiui.

Vidutiniai optiniai tankiai nustatomi kaip atvirkštiniai logaritmai pralaidumo koeficiento vidutinės reikšmės:

$$D_{vid} = -\lg \tau_{vid} . \quad (1)$$

Įvertinus sugerties pasiskirstymą per visą spektrą, darytina išvada, kad skaičiuojant spalvos reprodukovimo kiekvieną zonavą sudaromąją, reikia atkreipti dėmesį į visų trejų dažų savybes. Kiekvienoje zonoje dažų sluoksnių sugertis priklauso ne tik nuo tų dažų kiekio, kurie pagal subtraktyvinę sintezę turėtų kontroliuoti spindulius toje zonoje, bet ir nuo kitų dažų kiekio, priklausomai nuo jų žalingų tankių toje zonoje. Atspausdinto sluoksnio optinis tankis kiekvienoje iš zonų išreiškiamas sumomis:

$$D_m = D_m^g + D_m^p + D_m^{\check{z}};$$

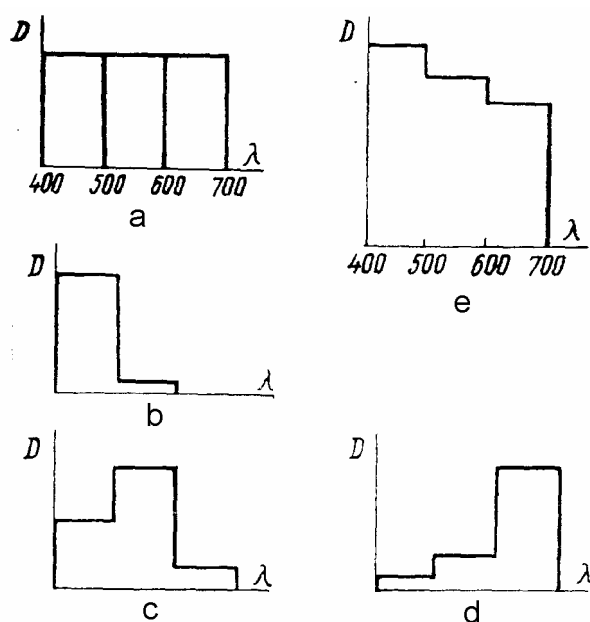
$$D_{\check{z}alios} = D_{\check{z}alios}^g + D_{\check{z}alios}^p + D_{\check{z}alios}^{\check{z}}; \quad (2)$$

$$D_p = D_p^g + D_p^p + D_p^{\check{z}}.$$

Iš to matyti, kad geltonai spalvai (1.7 pav. a) žalingos sudaromosios, išreikštos tankiais D_z^g ir D_r^g , o naudinga - D_m^g . Galima pažiūrėti, kaip gaunama achromatinė spalva idealiais ir realiais dažais.

Norint gauti pilką spalvą idealiais dažais, reikia tiesiog paimti visus triados dažus lygiomis dalimis (1.8 pav. a). Imant realius dažus, taip padaryti ne taip paprasta, kaip matyti paveiksle. Dažų kiekis reproduktivinio technikoje nusakomas jų optiniu tankiu toje zonoje, kurioje tie dažai kontroliuoja spinduliuotę (naudingos sugerties zonoje). 1.8 paveiksle b, c ir d parodytos realių dažų histogramos, paimtų vienodais kiekiais nusakyta prasme. 1.8 pav. e parodyta suminė histograma. Matyti, kad realių dažų lygių dalių mišinys duoda ne tikslią achromatinę spalvą, o turi oranžinį atspalvį. Tai paaiškinama tuo, kad dažai, kurie turi kontroliuoti spindulius žalioje zonoje, realybėje yra ne švariai purpuriniai, o turi raudoną atspalvį. Jų žalinga sudaromoji – geltona – duoda didesnę sugertį mėlynoje zonoje, tai galima traktuoti kaip geltonų dažų perteklių. Tokiu atveju reiktų mažinti šių dažų optinį tankį.

Taip mąstant lengva suprasti, kad dažų daugiazoniškumas apsunkina ir chromatinių spalvų reproduktivumą realiais dažais.



1.8 pav. Atspausių dažų histogramos, kai sugerties zonose dažų optiniai tankiai vienodi: a – idealių dažų triada; b, c, d – realių dažų histogramos; e – realių dažų suminė histograma, esant vienodiems dažų kiekiams

1.5.3 Autotipinė sintezė

Autotipinė sintezė yra adityvinės ir subtraktyvinės sintezės derinys. Atspausių taškų spalvos gaunamos subtraktyvine sinteze, o bendra sistemos spalva atsiranda visų elementų erdvinės adityvinės sintezės būdu.

Jeigu atskirų dažų, jų dvigubų ir trigubų sluoksnių ploteliai ir spalvos koordinatės žinomos, tai plotelio S spalvos koordinatės (X_S, Y_S, Z_S), adityvumo dėsnio pagrindu nustatomos iš šios lygybių sistemos:

$$\begin{aligned} X_S &= X_G \sigma_G + X_P \sigma_P + X_{\check{Z}} \sigma_{\check{Z}} + X_{P\check{Z}} \sigma_{P\check{Z}} + X_{G\check{Z}} \sigma_{G\check{Z}} + X_{GP} \sigma_{GP} + X_{GP\check{Z}} \sigma_{GP\check{Z}} + X_P \sigma_P; \\ Y_S &= Y_G \sigma_G + Y_P \sigma_P + Y_{\check{Z}} \sigma_{\check{Z}} + Y_{P\check{Z}} \sigma_{P\check{Z}} + Y_{G\check{Z}} \sigma_{G\check{Z}} + Y_{GP} \sigma_{GP} + Y_{GP\check{Z}} \sigma_{GP\check{Z}} + Y_P \sigma_P; \\ Z_S &= Z_G \sigma_G + Z_P \sigma_P + Z_{\check{Z}} \sigma_{\check{Z}} + Z_{P\check{Z}} \sigma_{P\check{Z}} + Z_{G\check{Z}} \sigma_{G\check{Z}} + Z_{GP} \sigma_{GP} + Z_{GP\check{Z}} \sigma_{GP\check{Z}} + Z_P \sigma_P. \end{aligned}$$

(3)

čia: X, Y, Z – spalvų koordinatės;

σ – dažų atspausdinimo tikimybė.

Ši lygčių sistema sudaryta spalvotai produkcijai spausdinti, kai formų rastriniai elementai išdėstyti skirtingais kampais. Taip pat gali būti naudojama kintamiems rodikliams skaičiuoti (pvz., rastrinių elementų plotelių) ir spalvų skaidymo, ir spausdinimo procesų. Dar gali būti naudojama spalvų kontrolei ir sulyginimui, pavyzdžiui, bandomųjų ir tiražinių atspaudų. Tuo atveju kontrolės objektais gali būti ne vaizdo dalys, o gradacinės rastrinės skalės su žinomomis spausdinimo elementų santykinių plotelių reikšmėmis. [3,4]

1.6. Elektrofotografinės mašinos atspaudų kokybei įtakos turintys veiksniai

Elektrofotografinės mašinos atspaudų kokybė priklauso nuo mašinos elementų pagaminimo kokybės, elementų medžiagos ir elementų surinkimo kokybės. Bendruoju atveju, kuo geresnė objekto kokybė, tuo mažesnis gedimų dažnis ir tuo mažesnė tikimybė gauti brokuotą atspaudą.

Pagal kokybę įvairūs gaminiai klasifikuojami nevienodai. Kiekviena valstybė turi savo standartus, taip pat naudojasi tarptautinių organizacijų bei kitų šalių kokybę reglamentuojančiais standartais. Priklausomai nuo poligrafinių mašinų tipo ir paskirties jų kokybė vertinama tikslumo klasėmis, kokybės lygiais, rūšimis, kokybės lygiais ir pan.

Be įtempių ir kokybės, gedimų dažniui įtakos turi temperatūra ir kiti aplinkos veiksniai.

Spaudos mašinos ir kiti elektrotechnikos gaminiai pakilus temperatūrai gali labai greitai netekti darbingumo, pvz., elektros varikliai perdega. Ypač jautrūs temperatūros poveikiui elektronikos elementai. Kai kurie iš jų, taip pat kai kurios izoliacinės medžiagos, degraduoja tiek aukštoje, tiek žemoje temperatūroje.

Kiti aplinkos veiksniai taip pat turi įtakos gedimų dažniui. Paminėtini tokie kaip oro drėgnumas, dulketumas, druskų ir kitų medžiagų priemaišos atmosferoje, vibracijos, smūgiai, elektromagnetiniai laukai ir kt. Dėl jų daugeliu atvejų padidėja gedimų dažnis. Kartais prietaisą tuo pat metu gali veikti keli tokie veiksniai. Todėl jų poveikis sumuojasi, ir gedimų dažnis gali labai padidėti.

Nepaisant paminėtų veiksnių, atspaudų kokybei įtakos turi ne laiku atliekama gedimų prevencija ir profilaktinė priežiūra, nekvalifikuota darbo jėga. [6]

1.6.1. Elektrofotografinės mašinos brokuotų atspaudų tipai ir jų priežastys

1) Netaisyklingai, su posvyrio kampu, įstačius būgną, vaizdas ant popieriaus gaunamas netolygus, sutrauktas arba ištemptas, formatai lapo kraštuose skirtingi.

2) Laiku nepakeitus ar neišvalius ant būgno esančio elektrodo (skorotrono), jis apsineša dulkėmis ir dažų smiltelėmis (dažų dulkėmis), tokiu atveju išilgai tamsaus atspaudu matomos šviesios įvairaus pločio juostos. Kuo daugiau dulkių ant elektrodo, tuo platesnės juostos bus ant spaudo.

3) Apsinešus apsauginiam elektrodo tinkleliui, nutrupėjus jo apsauginiam sluoksniui arba jam įlinkus ant atspaudu, taip pat matysime šviesias plačias juostas. Tokiu atveju apsauginį tinkelį reikia keisti.

4) Laiku neišvalius ar nepakeitus šalia elektrodo esančio guminio peilio su šepetėliais, kuris valo nuo būgno pasilikusias dažų daleles, ant peilio susikaupia ir prilimpa dažų sluoksnis, kuris gali turėti įtakos peilio trūkimui. Trūkus peiliui ant atspaudu matoma juosta tų dažų, kurių peilis nenuvalo.

5) Susidėvėjus būgnui, atspaudus jam nustatytą spaudų skaičių arba jį ilgesnį laiką apšvitinus, cilindro paviršius tampa ne toks jautrus lazerio įelektrinimui. Atspaudas gaunamas blyškus ir neatitinka normatyvų.

6) Laiku neišvalius dažų pernešimo juostos valomojo peilio, jis ilginiui užsikemša dažais, klijų likučiais ir pan. Užsikimšus peiliui, nuo pernešimo juostos nenuvalomi dažai ir ant atspaudu matosi plačios štrichuotos įvairių dažų mišinių juostos.

7) Naudojant netinkamą popierių (kietą, aštriom briaunom, su drožlėmis) deformuojamas gumuotas kaitinimo velenas, jame išsimuša grioveliai ir kaitinant vietom neprikepami dažai, ant atspaudu vietom nesimato raidžių.

8) Eksploatuojant dulkėtoį aplinkoj dažnai užsikemša virš kaitinimo veleno esantis tepalo siurbliukas, tuomet velenas gauna per daug tepalo ir atėjęs popierius slysta ir užstringa kaitinimo mazge arba nuslysta į popieriaus traktas.

9) Pamiršus įpilti tepalo, sausu režimu dirbdamas kaitinimo mazgas apsivelia dažų ir popieriaus dalelėmis ir „Fuserweb“ (kaitinimo elemento valymo juosta) nenuvalo kaitinimo elemento, dėl šios priežasties gali trūkti jo paviršius, todėl spauda gaunama suplyšusi ir sutepta arba užstringa kaitinimo mazge.

10) Trūkus „Fuserweb“ juostai, kaitinimo velenas išsitepa dažais.

Norint išvengti minėtų nepageidaujamų veiksmų, reikia imtis šių priemonių:

- 1) priimti kvalifikuotą darbo jėgą;
- 2) apmokyti darbuotojus, kaip tinkamai reikia prižiūrėti spaudos mašiną;
- 3) darbui su spaudos mašina parinkti tinkamas tam patalpas ir vietą, kuriose būtų tam tikras oro drėgnumas, būtų mažas dulkėtumas, tinkamas elektros maitinimas;
- 4) naudoti tik tai spaudos mašinai tinkamą popierių (neper kietą, be aštrių briaunų);
- 5) reguliariai profilaktiškai prižiūrėti spaudos mašiną, kalibruoti, testuoti, išvalyti pagrindinius spaudos mazgus, papildyti tepalus ir t.t.

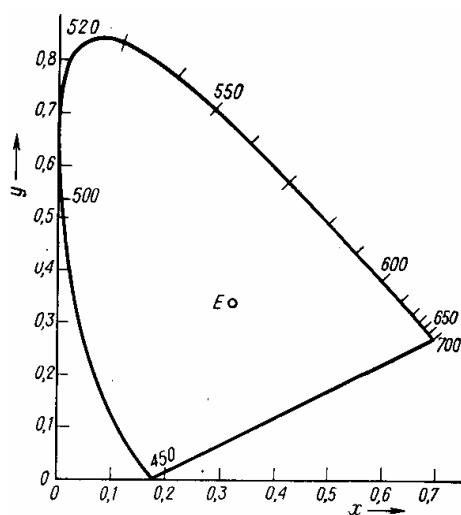
1.7. Spalvų matavimo sistemos XYZ ir CIE Lab

Svarbios yra dvi spalvų matavimo sistemos – XYZ ir CIE *Lab* sistema. Tai nustatymas, ką vadinsime balta spalva (t.y. kiek bus stimuliuojami atskiri receptoriai, esant baltai spalvai). Yra nemažai baltų taškų. Naudojami spalvų korekcijai, esant ivairiam apšvietimui (fotografuojant, filmuojant). „Tiesesnė“ spalvų erdvė.

- CIE įvedė CIE *Lab* spalvų erdvę, kur elipsės pavirto (beveik) apskritimais. Joje atstumas chromatiškumo diagramoje iš esmės atitinka juslinį pokytį tarp spalvų.
- Erdvė yra trimatė, t.y. $L+a+b$
- L – šviesumas (0 – juoda, 100 – balta).
- a – padėtis tarp avietinės ir žalios (neigiamas a – žaliau, o teigiamas – purpuriškiau).
- b – padėtis tarp mėlynos ir geltonos (neigiamas – mėlyna, o teigiamas – geltona).

[13]

Seniau labiau naudota pirmoji sistema, todėl anksčiau naudotų dažų spalvos nusakomos būtent šioje sistemoje. Šiame darbe matuotos spalvos CIE *Lab* sistemoje. XYZ sistemą sudaro įsivaizduojamos sodresnės spalvos, nei esančios spektre. Suprojektavus spalvinį trikampį XYZ į plokštumą, gauta spalvinė diagrama XY (1.9 pav.), kurią sudaro kreivė. Ši diagrama parodo visas galimas spalvas.



1.9 pav. Spalvinė diagrama XY: E – baltas taškas.

1.7.1. Skirumo tarp XYZ ir *Lab* spalvų matavimo sistemų skaičiavimas

Pereinant nuo XYZ sistemos prie *Lab*, spalvinis skirtumas apskaičiuojamas:

$$\Delta E_{l,a,b} = \left[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 \right]^{1/2}; \quad (4)$$

$$\text{čia:} \quad \Delta L = L_{etalono} - L_{atspaudo};$$

$$\Delta a = a_{etalono} - a_{atspaudo};$$

$$\Delta b = b_{etalono} - b_{atspaudo};$$

Kiekviena koordinatė apskaičiuojama:

$$L = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16 \quad (5)$$

$$a = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right]; \quad (6)$$

$$b = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right] \quad (7)$$

čia: X, Y, Z – etalono ar atspaudos spalvos koordinatės;
 $X_0 = 98,04$, $Y_0 = 100,0$, $Z_0 = 118,10$ - idealaus balto etalono spalvos koordinatės.

1.8. Dažninė kontrastinė charakteristika

Dažninė-kontrastinė charakteristika plačiai naudojama vertinant sidabro halogenido fotografinį procesą, nors elektrografijoje pritaikymas yra ribotas. Tai susiję su tuo, jog elektrografinis procesas, kaip informacijos perdirbėjas, kai kuriuose savo etapuose nėra tiesinis procesas. Netiesiškumo priežastys yra:

- krūvių tankio kaita ant elektrografinio fotoreceptoriaus paviršiaus priklauso netiesiškai nuo sugertos energijos;
- normalioji sudedamoji, nulemianti elektrostatinio lauko ryškinimo procesą, nepakartoja tiesiškai krūvių pasiskirstymo ant fotoreceptoriaus;
- nusėdusių tonerio dalelių kiekis ryškinimo metu tiesiškai nepakartoja elektrostatinio lauko normaliosios sudedamosios pasiskirstymo. [4,5]

1.9. *Spalviniai elektrofotografiniai aparatai*

Atliekant tyrimą bus naudojama skaitmeninė spaudos mašina „DocuColor 5600“, kuri pavaizduota 1.10 paveiksle. Jame aiškiai ir suprantamai pavaizduotas mašinos veikimo principas. Tai CMYK keturių spalvų spaudos mašina. Jos dažai – toneris, kurį sudaro dažiklis ir nešiklis. Dažiklis – tai smulkios nudažytos dielektrinės dalelės, kurios išielektrina

kontaktuodamos su nešikliu. Nešiklis – tai dalelės, turinčios savybių, dėl kurių dažiklio dalelės įsielektrina reikiamo ženklo (pliuso arba minuso) ir dydžio krūviu.



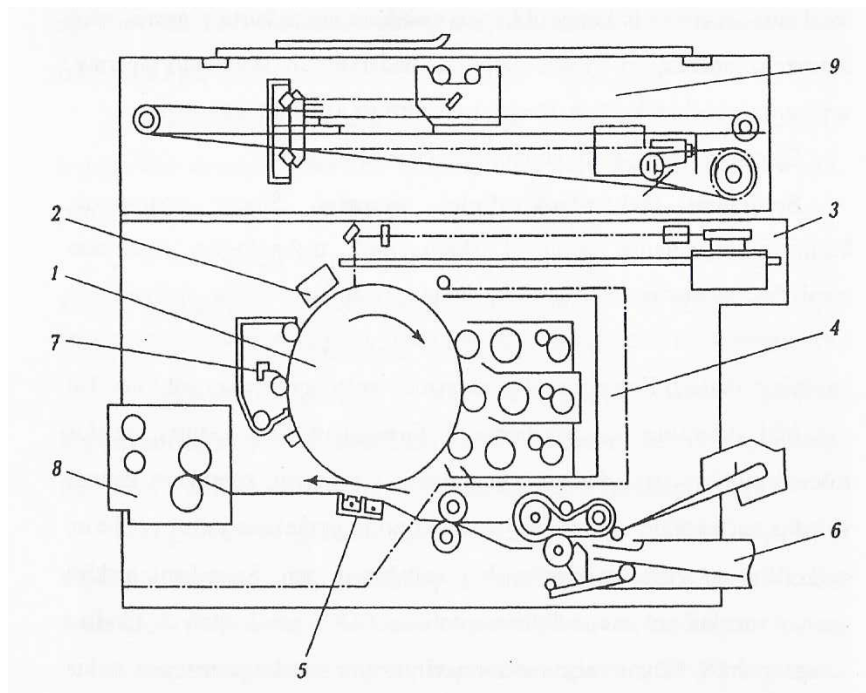
1.10 pav. „Xerox DocuColor 5000“ elektrofotografinės spaudos mašinos bendras vaizdas

Šiuose aparatuose, kuriuose naudojama tik skaitmeninė technologija, spalvotas atvaizdas gaunamas skirtuminiu būdu, t. y. suskaido spalvą į keturias pagrindines CMYK spalvas – žydrą, purpurinę, geltoną ir juodą. Keturių spalvų atvaizdai sudedami vienas ant kito. Tai gali būti atliekama įvairiais būdais:

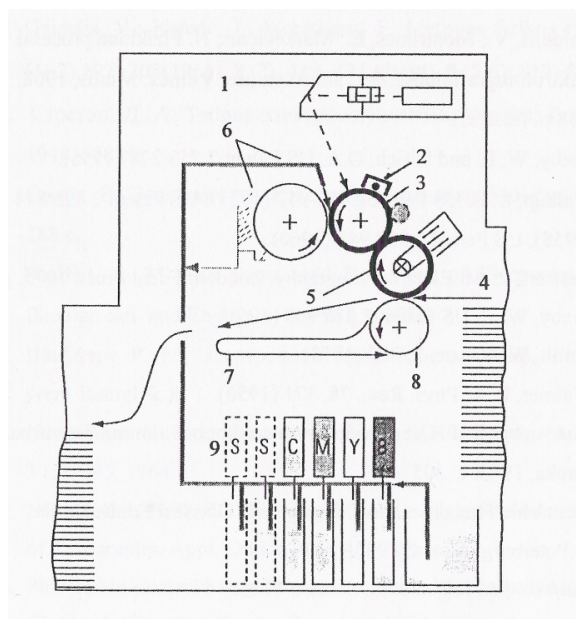
1. formuojant visus keturis vaizdus fotoreceptoriuje ir perkeltiant vienu kartu į popierių;
2. surenkant keturis vaizdus ant tarpinio cilindro ar juostos ir po to perkeltiant juos į popierių. Tokiu principu veikia jau aprašyta „DocuColor 5600“ spaudos mašina;
3. perkeltiant po vieną atskiros spalvos vaizdą ir pan.

Surenkant atskirų spalvų vaizdus ant vieno fotoreceptoriaus (1.11 pav.), spalvos tiksliau sutapatinamos, tačiau vaizdo eksponavimas yra sudėtingesnis, nes reikia eksponuoti per ryškalo sluoksnį. Dėl to sunkiau yra išgauti gerą spalvų atgaminimo kokybę. Šio trūkumo neturi aparatūra su tarpiniu cilindru (1.12 pav.). Neregimasis elektrostatinis atvaizdas, suformuotas lazerinio eksponavimo mazgu (1) ant fotoreceptoriaus (3), ryškinamas ir perkeliamas ant tarpinio (ofsetinio) cilindro (5). Ant šio cilindro sukaupiami keturi atskirų spalvų atvaizdai ir spaudžiant cilindru (8) perkeltami į popierių (4). Popieriaus apvertimo mazgas (7) leidžia spausdinti abiejose popieriaus lapo pusėse.

Spalvinių elektrofotografinių aparatų (kopijavimo aparatų, spausdintuvų, spausdinimo mašinų) naudojimas sparčiai didėja [3, 11].



1.11 pav. Spalvinio kopijavimo aparato „Conica 8010“ schema: 1 – fotoreceptorius; 2 – elektrintuvas; 3 – lazerinio eksponavimo mazgas; 4 – ryškinimo mazgai; 5 – perkėlimo elektrintuvai; 6 – popieriaus kasetė; 7 – valymo mazgas; 8 – tvirtinimo mazgas; 9 – skeneris



1.12 pav. Spalvinio kopijavimo aparato „E-Print 1000“ su tarpiniu perkėlimo cilindru schema: 1 – vaizdo formavimo mazgas (skeneris, kompiuteris); 2 – elektrintuvas; 3 – fotoreceptorius; 4 – popierius; 5 – perkėlimo cilindras; 6 – skystinio ryškinimo mazgai; 7 – popieriaus apvertimo mazgas; 8 – spaudimo cilindras; 9 – skystinio ryškalo talpos

2. TYRIMŲ METODIKA

2.1. Tyrimo objektai

Eksperimento metu buvo naudojamos populiariausios elektrofotografinės, skaitmeninės spalvotos spaudos mašinos „Xerox Docucolor 5000“ ir „Conica Minolta Bizhub pro C6500“.

„Xerox Docucolor 5000“ (2.1 pav.)

Tai lazerinė spaudos mašina galinti spausdinti 20 SRA3 spalvotų vienpusių lapų per minutę, pasižyminti aukšta spausdinamų spausdinių kokybe. Ši spausdinimo mašina turi automatinę kalibravimo sistemą, kuri leidžia sekti atspaudų kokybę. Ji gali spausdinti ant popieriaus, kurio gramatūra nuo 800–300 gr/m², taip pat ant kitų medžiagų (lipdukų, permatomos plėvelės). Šios mašinos eksploatacija ir prežiūra yra labai paprasta. Techninės charakteristikos pateiktos 2 lentelėje.

Vaizdui gauti spaudos mašinoje „DocuColor 5000“ naudojama elektrofotografijos technologija. Spalvotas vaizdas formuojasi keturiuose spaudos mazguose: žydro, purpurinio, geltono ir juodo. Ryškalas susideda iš dviejų komponentų – tonerio ir nešiklio. Tonerio dalelių dydis neviršija 2 µkm, o tai leidžia gauti geros kokybės vaizdą. Šis įrenginys turi vaizdo perkėlimo juostą, su kuria nuo keturių vaizdą formuojančių įelektrintų fotopuslaidininkų būgnų sudarytas vaizdas pernešamas į kontakto su popieriumi vietą.

Ši spaudos mašina skiriasi nuo kitos nagrinėjamos spaudos mašinos tuo, kad turi specialų įrenginį kaitinimo mazgą, kuriame ant popieriaus perneštas vaizdas padengiamas plonu lako sluoksniu. Dėl šios priežasties atspaudai, spausdinami šia mašina, gaunami blizgūs.

„Xerox DocuColor 5000“ naudoja kompanijos EFI valdiklius: „Splash G630“, „Fiery FX12“, „Fiery X12“ ir „Creo“.



2.1 pav. Spaudos mašina „Xerox DocuColor 5000“

1 lentelė. Techninės charakteristikos

Rezoliucija	600 x 600 dpi
Spalvota spauda	20 lapai/min (SRA3)
Juodai balta spauda	20 lapų/min (SRA3)
Maksimalus lapo formatas	SRA3 iki 320 x 488 mm
Minimalus lapo formatas	225 x 320 mm
Popieriaus tiekimas	102 x 152 mm
Popieriaus priėmimas	Yra 2 stalai
Mažinimas/didinimas	1 stalas
Kitos galimybės	Spalvų pasirinkimas, kontrasto pasirinkimas, galima kopijuoti, atvaizdo skaldymas, veidrodinis spausdinimas, vaizdo pasukimas, darbo išsaugojimas, spausdinimas ant plėvelės, lipdukų

Šiai mašinai kontroliuoti yra prijungtas „Creo Spire – CXP-50“ valdiklis.

„Conica Minolta Bizhup pro C6500“ (2.2 pav.)

Tai lazerinė spaudos mašina, galinti spausdinti 15 SRA3 spalvotų vienpusių lapų per minutę, pasižyminti aukšta spausdinamų spausdinių kokybe. Ši spaudos mašina beveik analogiška prieš tai aprašytai „Xerox DocuColor“, tačiau, skirtingai nei „Xerox“, ši spaudos mašina neturi kaitinimo mazge esančio mechanizmo, kuris atspaudą padengia laku, todėl „Conica Minolta“ spausdina matinius atspaudus.



2.2 pav. Spaudos mašina „Conica Minolta Bizhup Pro 6500“

3 lentelė. Techninės charakteristikos

Rezoliucija	600 x 600 dpi
Spalvota spauda	15 lapų/min (SRA3)
Juodai balta spauda	15 lapų/min (SRA3)
Maksimalus lapo formatas	SRA3 iki 320 x 488 mm
Minimalus lapo formatas	225 x 320 mm
Popieriaus tiekimas	102 x 152 mm
Popieriaus priėmimas	Yra 4 stalai
Mažinimas/didinimas	1 stalas
Kitos galimybės	Spalvų pasirinkimas, kontrasto pasirinkimas, galima kopijuoti, atvaizdo skaldymas, veidrodinis spausdinimas, vaizdo pasukimas, darbo išsaugojimas, spausdinimas ant plėvelės, lipdukų

Šiai mašinai kontroliuoti yra prijungtas „Creo Spire – CXP- 50“ valdiklis.

2.2. Eksperimentų aprašymas

2.2.1. Bandinių paruošimas

- 1) Atliekant tyrimą buvo pasirinkta dažniausiai skaitmeninėje spaudoje naudojama popieriaus rūšis.
- 2) Pagal spektrofotometro EFI programą abiem spaudos mašinoms buvo pasirinktas specialus kalibracinis lapas, pagal kurį vėliau buvo sudaromi erdviniai grafikai.
- 3) Ant kiekvieno kalibracinio lapo programiškai skaičiais ir raidėmis buvo sunumeruoti įvairių spalvų procentuotųjų kvadratėliai.
- 4) Paruošti kalibraciniai lapai buvo spausdinami prieš pradedant darbą ir po tam tikro tiražo atspaudų baigus darbą.
- 5) Ant kiekvieno kalibracinio lapo buvo surašoma data ir laikas, kada jie buvo atspausdinti.
- 6) Iš spaudos mašinų valdymo kompiuterių atminties buvo atspausdinta kiekvienos dienos spausdintos produkcijos ataskaita.
- 7) Ant gautų kalibracinių lapų buvo surašomi iš ataskaitos gauti duomenys (po kiek atspaudų buvo spausdinamas kalibracinis lapas).

2.2.2. Matavimo įrenginys ir tyrimo eiga

Gauti atspaudai buvo matuojami firmos „Gretag Macbeth“ spektrofotometru „Efi ES–1000“. Šiuo spektrofotometru galima matuoti spalvos koordinatės „Lab“, RGB, CMYK sistemose, optinį tankį ir su programine įranga gauti šviesos atspindžio koeficiento priklausomybės nuo šviesos bangos ilgio grafikus.



2.3 pav. Spektrofotometras „Efi ES–1000“

Spektrofotometro techninės charakteristikos:

- spektro analizė – holografinė difrakcija;
- spektro ribos – nuo 380 nm iki 730 nm;
- fizinė skiriamoji geba – 10 nm;
- matavimo būdas – atspindys;
- matavimo geometrija – $45^\circ / 0^\circ$ žiedinė optika, DIN 5033;
- matavimo anga – 4,5 mm;
- šviesos šaltinis – kaitrinė dujų pripildyta volframo lempa, A tipo apšvietimas;
- fiziniai filtrai – neutralūs, spindulių nepraleidžiantys; poliarizaciniai; dienos šviesos D65; UV;
- matavimo laikas – maždaug 1,5 s;
- matavimo ribos – tankis DIN 16536: 0.0D – 2.5D;
- tiesiškumas - $\pm 0.01D$;
- matavimo galvutė – pasiilginanti;
- filtro keitimas – filtro elektroninis parinkimas;
- baltos šviesos kalibravimas – automatinis;
- įrenginio tikrinimas – spektrinio kalibravimo automatinis tikrinimas;
- tankio filtro atpažinimas – rankinis ir automatinis;
- vidurkis – daugelio matavimų reikšmių vidurkio nustatymas;

- spalvos nustatymas – rankinis ar automatinis pavyzdžių priskyrimas etalonams.

Matavimo salygos:

- baltos bazė – absoliutinė, santykinė;
 - apšvietimo tipai – D50, D65, A, C, D30...D300, F1...F12, vartotojo nustatytas;
 - standartinis stebėjimo kampas - $2^{\circ}, 10^{\circ}$;
- optinio tankio standartai – DIN 16536, DIN 16536 NB, ANSI Status A, ANSI Status T, ISO Status I (SPI), vartotojo nustatytas.

Tyrimo eiga

Tyrimas buvo atliekamas spausdinant skaitmeninėmis spaudos mašinomis „Xerox DocuColor 5000“ – blizgų atspaudą spausdinanti mašina ir „Conica Minolta BizHub Pro 6500“ – matinį atspaudą spausdinanti mašina. Prieš pradedant ir baigus darbą, abi mašinos buvo sukalibruojamos ir atspausdinamas kalibracinis lapas. Kiekviena mašina buvo atspausdinta po 10 kalibracinių lapų. Iš viso – 20 kalibracinių lapų. Ant kalibracinio atspaudu buvo pasirinkti 7 charakteringiausi taškai (kvadratėliai) ir buvo stebima jų spalvinių parametrų kitimo priklausomybė nuo atspaudų skaičiaus.

Spalvinių charakteristikų ir kalibravimo laiko nustatymas buvo vertinami pagal parametrų *Lab* ir ΔE pokytį po tam tikro tiražo. Čia *L* – šviesumas (0 – juoda, 100 – balta); *a* – padėtis tarp raudonos ir žalios (neigiamas *a* – žaliau, o teigiamas – raudoniau), *b* padėtis tarp mėlynos ir geltonos (neigiamas *b* – mėlyna, o teigiamas – geltona); ΔE – suminis parametrų *Lab* pokytis.

Spalvinės charakteristikos buvo stebimos vertinant pokytį:

- 1) nuo kalibravimo iki kontrolinio spaudu atspausdinimo;
- 2) tarp vienos ir kitos dienos kontrolinių atspaudų parametrų;
- 3) viso tyrimo metu tarp parametrų *Lab* ir ΔE .

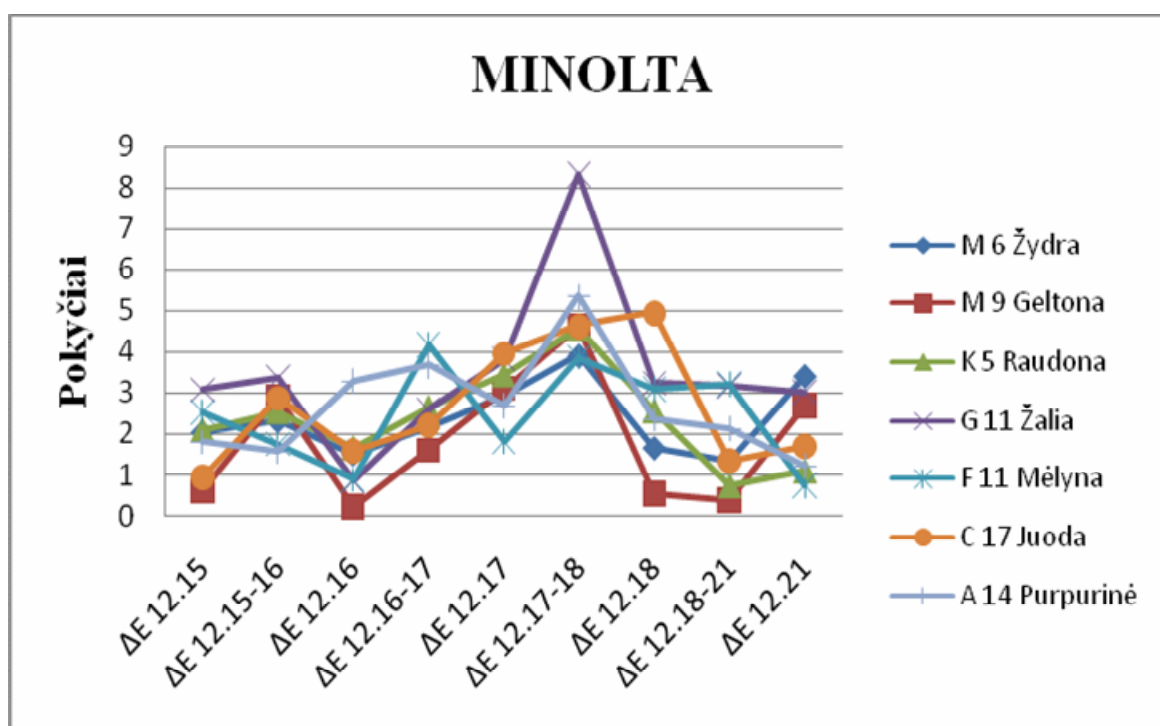
Matavimo eiga:

- 1) spektrofotometras USB jungtimi prijungiamas prie kompiuterio, kuriame yra įdiegta „Efi Color Verifier“ programa, su kuria ir atliekami matavimai. Įjungus programą programiškai sukalibruojamas spektrofotometras ir matavimams parenkama *Lab* koordinatinių sistema;
- 2) bandymui imamas kalibracinis lapas, kurio formatas SRA3 (320 x 450), ir ant pasirinktų charakteringiausių plotelių uždedamas spektrofotometras taip, kad lęšiukas būtų per spalvos kvadratėlio vidurį. Paspaudus spektrofotometro mygtuką jis užfiksuoja esamas spalvos koordinates;
- 3) užfiksuoti spalvos duomenys rodomi kompiuteryje;
- 4) sudarant erdvinis spalvinių koordinatinių grafikų, spektrofotometras programiškai sukalibruojamas ir uždedamas ant kalibracinio lapo;
- 5) perbraukus išilgai kalibraciniam lapui per kiekvieną spalvinių kvadratėlių eilę duomenys parodomi kompiuteryje.

Taip buvo ištirta 140 pasirinktų charakteringiausių spalvos plotelių ir iš 2106 spalvinių kvadratėlių buvo sudaromi erdviniai grafikai.

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

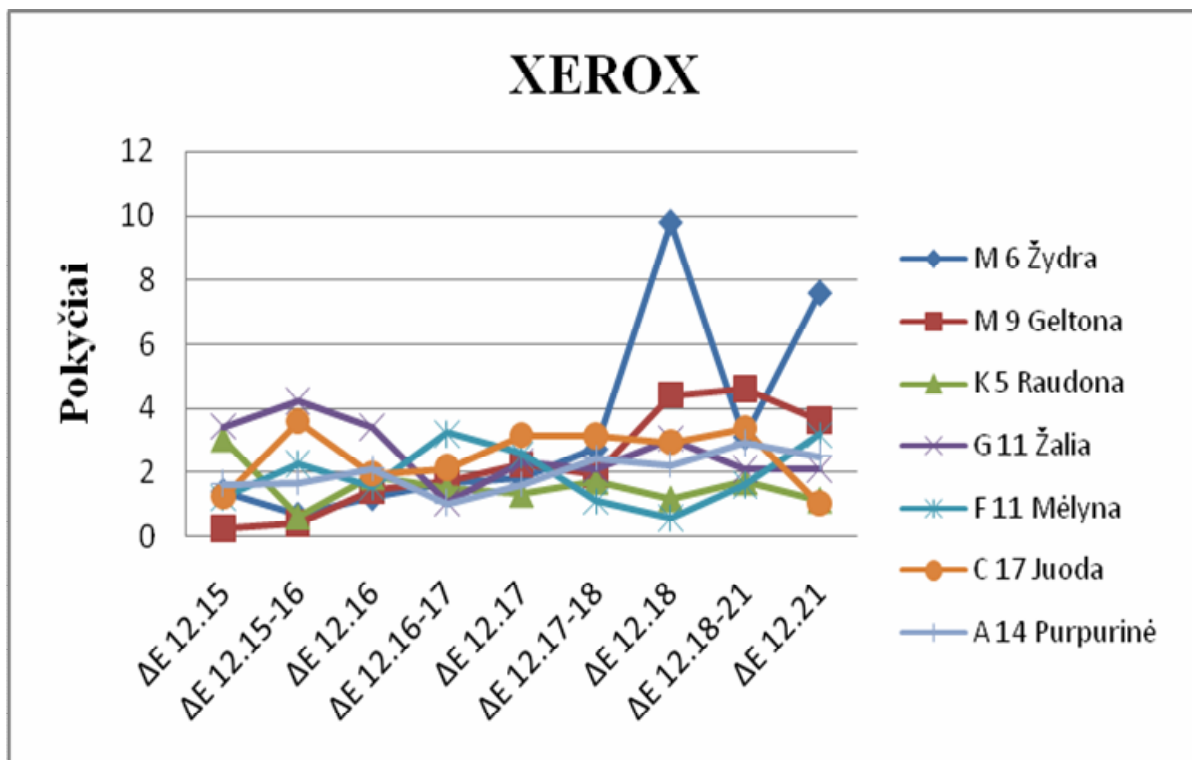
Spaudos mašinų spalvos pokyčių sumos ΔE pateiktos 1 ir 2 pav. Iš grafikų matyti, kad „Minolta“ greičiau išsibalansuoja atspausdinus tą patį kiekį atspaudų nei „Xerox“. Tai reiškia, kad „Minolta“ reikia kalibruoti kas ~ 1200 spaudų, o „Xerox“ užtenka sukalibruoti ~ 3000. Iš 3 ir 4 pav. matyti, kad „Minolta“ turi geresnes spalvos reprodukovimo savybes, spalvos gaunamos tikroviškesnės, „Xerox“ spausdinama šiek tiek kitokiu principu. Ši mašina atspausdintą atspaudą padengia plona blizgia plėvele, kuri suteikia spaudiniui ryškumo ir šiek tiek iškreipia vaizdą. Dėl to šia mašina atspausdinti spaudai yra ryškesnių spalvų, kontrastiškesni, tačiau mažiau tikroviški.



3.1 pav. Spaudos mašinos „Minolta BizHub C6500“ gautų spaudinių spalvos suminių pokyčių ΔE grafikas

Pokytis pirmąjį tyrimo dieną, atspausdus 200 atspaudų, taškuose G11, K5, M6 pakito nežymiai ir tolygiai. Galima daryti prielaidą, kad geltonos spalvos spaudos mazgas buvo mažai apkrautas. Tuo tarpu taškuose C17 ir M9 pokytis šokteli 2-iem punktais. Kitu periodu mašinai atspausdus 2049 lapus, matomas staigus kreivės F11 pokytis. Kadangi F11 taško pagrindinė dedamoji yra žydra spalva, tikriausiai tos spalvos cilindras buvo labiausiai apkrautas, kaip ir purpurinės spalvos spaudos mazgas, nes, kaip matyti iš grafiko, pokyčiai

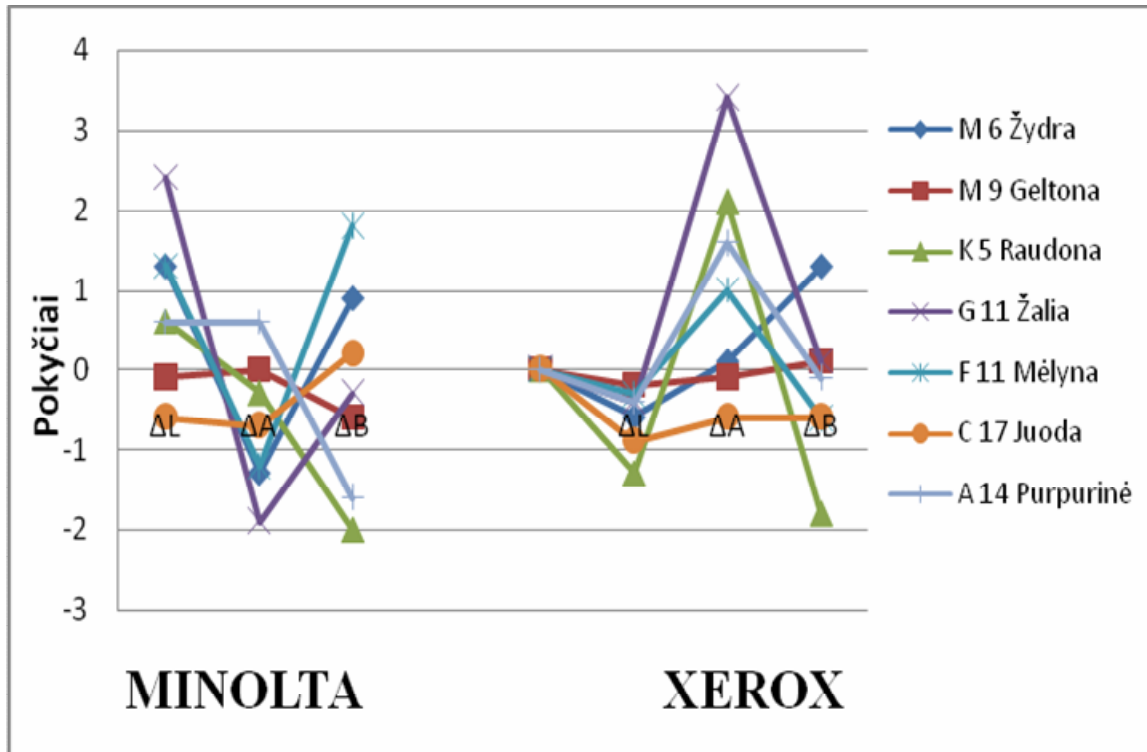
tačien tuose taškuose panašūs. Įdomus momentas pastebimas žiūrint į grafiką tarp 12.17 ir 12.18 dienos, kai kreivė G11 ir A14 viršija leistiną 5 ΔE ribą atspausdinus 1649 lapus. Veiksniai, nulėmę tokį pokytį, galėtų būti: didelis spausdinamų gaminių atspalvių intensyvumas, naudotas netinkamas skaitmeninei spaudai popierius, pačios mašinos savikalibracinės sistemos sutrikimas, skirtingų popieriaus medžiagų naudojimas įvairiai įtakojančias spaudos mazgų nuovargį, aplinkos veiksniai, cilindų mechaninis nusidėvėjimas, spaudėjo aplaidumas nepastebint akivaizdaus pirminių atspaudų skirtumo (broko) ir laiku nesustabdant tiražo. Spaudos mazgai 12.18 dieną buvo pakeisti naujais. Kaip matyti iš turimo grafiko, nuo to momento esant dideliems tiražams, pokytis nebuvo labai ryškus, spauda buvo kokybiška.



3.2 pav. Spaudos mašinos „Xerox DC 5000“ gautų spaudinių spalvos suminių pokyčių ΔE grafikas.

Kaip ir prieš tai nagrinėtame grafike matome spaudos mašinos „Xerox“ analogišką grafiką, tačiau čia gautų spaudinių kreivės kinta labai nežymiai ir tendencingai, nenukrypsta nuo pirminių kalibracinių ΔE atspaudų, išskirtinis yra vienas netendencingas nukrypimas nuo likusių reikšmių - 12.18 dieną kreivėje M6 pokytis pasiekia beveik 10 ΔE viršijančią visas leistinas normos ribas, tai galėjo atsitikti dėl daugelio priežasčių: buvo spausdintas didelis

tiražas, kurio metu žydros spalvos intensyvumas pakito dėl mazgo volelių nusitrynimio arba pačio lazerio prizmės dulkėtumo.

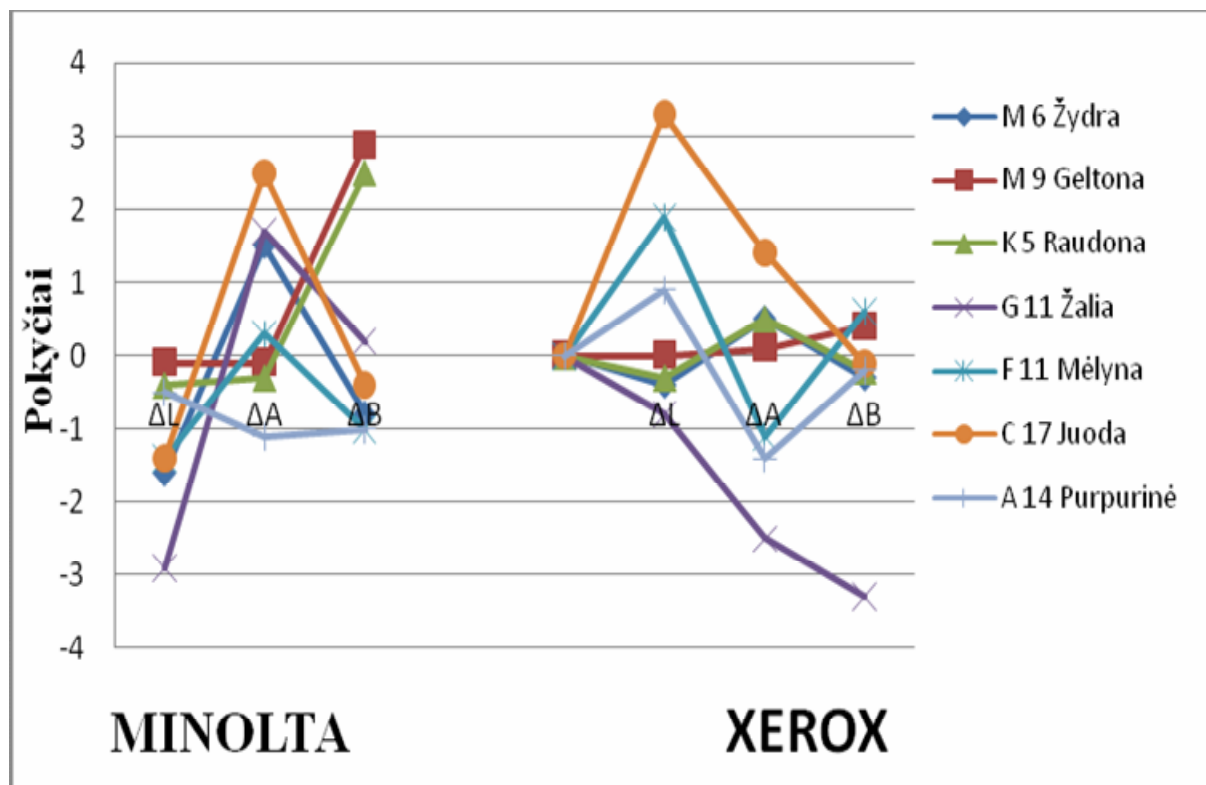


3.3 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo pirmąjį tyrimo dieną grafikas

Nagrinėjant „Minolta“ spaudinių grafiką, matyti, kad atspausdinus 208 atspaudus, parametru ΔL , Δa , Δb pokytis buvo mažiausias spalvoms C17, M9. Iš to galime spręsti, kad šių spalvų dedamųjų mazgai buvo mažai apkrauti, atspauduose buvo mažiau naudojama juodos ir geltonos spalvos. Didžiausias pokytis matomas spalvoms G11, M6 ir spalvai K5 taške Δb . Iš to sprendžiame, kad spausdinant tiražą, pagrindinės spalvų dedamosios buvo žydra ir purpurinė.

Nagrinėjant „Xerox“ spaudos mašinos atspausdintų spaudinių grafiką, matyti tik šiek tiek didesni parametru ΔL , Δa , Δb pokyčiai, nors buvo atspausdinta beveik 5 kartus daugiau atspaudų (1146). Tai reiškia, jog ši spaudos mašina mažiau išsiderina spausdinant tą patį atspaudų kiekį. Matyti, kad charakteringos spalvos, kaip ir „Minolta“, yra G11, K5 ir M6, tačiau spalvos G11 ir K5 didesnę pokytį turėjo parametras Δa . Kadangi „Minolta“ atspaudai

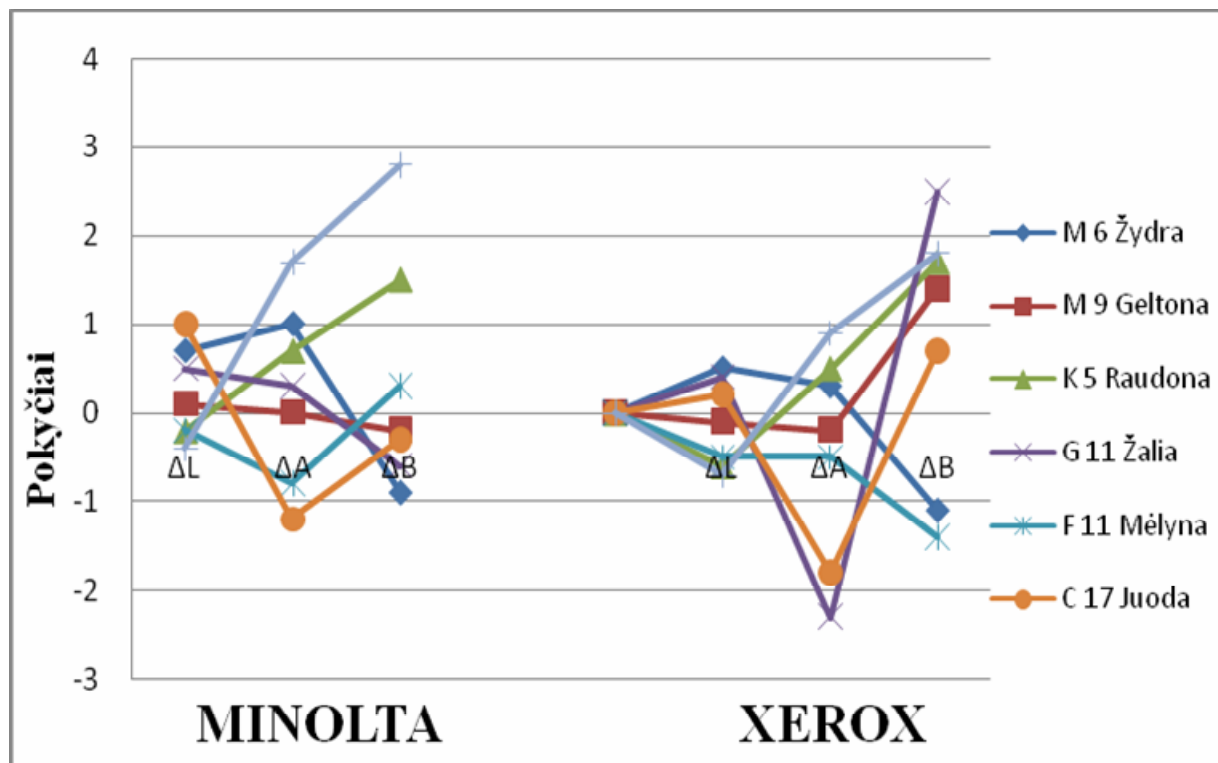
yra matiniai, jie tikroviškesni nei „Xerox“. „Xerox“ atspaudai padengti plonu blizgaus lako sluoksniu, nes kaitimo mazge fiksacijai naudojami įkaitinti, specialiu tepalu sutepti, gumuoti velenai, kurie po fiksacijos ir suteikia blizgesio. Lakavimas padidina matomąją spalvos sodrį. Žiūrint į tokį atspaudą pasireiškia veidrodinio atspindžio efektas. Jis pasireiškia tuo, kad eliminuojama išsklaidyta šviesa, patenkanti į mūsų akį arba matavimo prietaisą. Todėl stebint „Xerox“ atspaudus ir lyginant juos su „Minolta“ atspaudais, jie atrodo tamsesni, išryškintos pagrindinės dedamosios spalvos, tai matyti ir nagrinėjamame grafike – parametro Δa pokytis taške skiriasi 5 padalomis.



3.4 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp pirmos ir antros tyrimo dienos grafikas

Nagrinėjant „Minolta“ parametru ΔL , Δa , Δb pokytį tarp pirmos ir antros tyrimo dienos, skirtingai nei pirmą jo dieną, atspaudus 2049 atspaudus, matomi kitų spalvų (C17, M9) taip pat ir G11 didesni pakitimai. Tokius rezultatus matome todėl, kad per tą laiką buvo spausdinta daugiau nespaltvotų atspaudų, nes matomas ženklus juodos spalvos kreivės pakitimas lyginant su praeitos dienos šios spalvos kreivės pokyčiu.

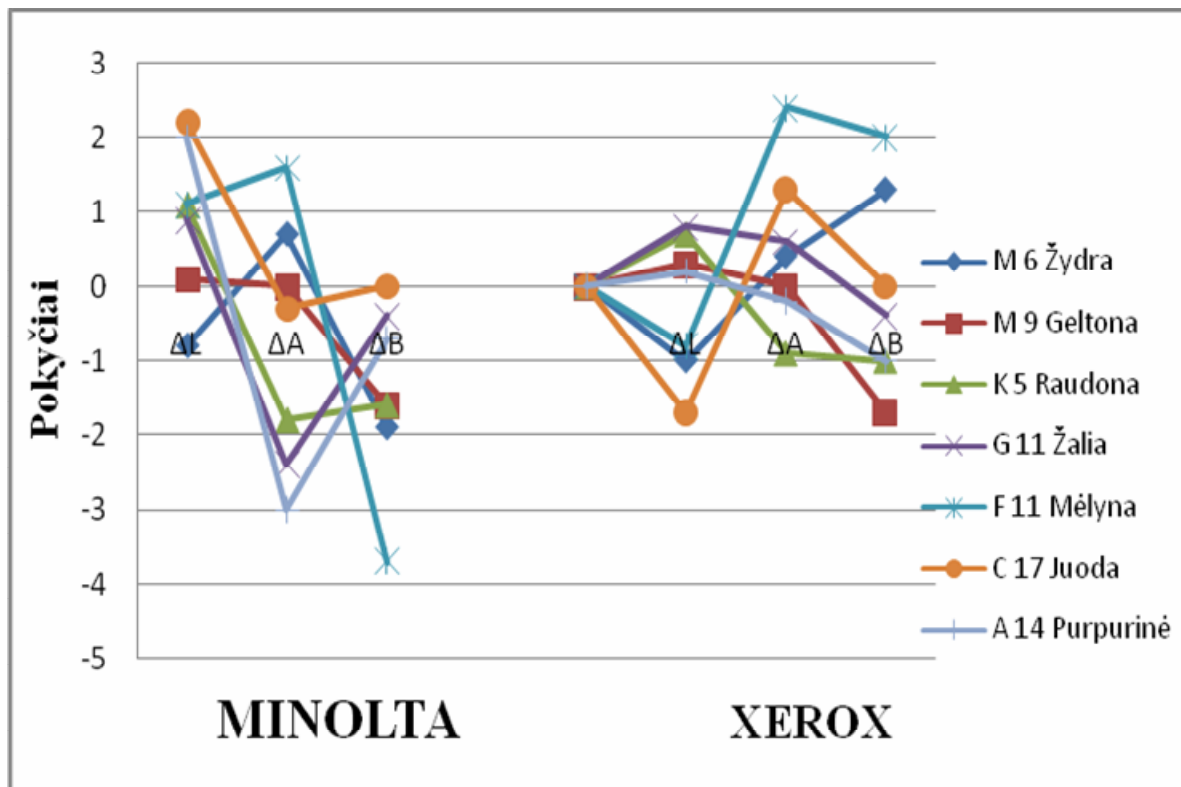
Šiame paveiksle matome pokyčių grafiką, kai spaudos mašina nakčiai buvo išjungta. Matyti, kad įjungus mašiną, ji nesugeba programiškai susikalibruoti į gamyklinį režimą. Pokyčiai, spausdinant su nekalibruota mašina, ilgainiui pradeda didėti.



3.5 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametrų ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibavimo antrąjį tyrimo dieną grafikas.

Nagrinėdami spaudos mašinos „Conica Minolta“ grafiką, matome, jog atspausdinus 2049 atspaudus didžiausią nuokrypį turėjo spalva F11, nes, skirtingai nei prieš tai buvusiame grafike, spausdinant atspaudus dominavo žydros spalvos komponentė. Kadangi visų kitų spalvų komponentės buvo naudojamos maždaug po lygiai, dėl to jų pokyčiai buvo kur kas mažesni. Taip pat tolygesniam spalvų panaudojimui įtakos galėjo turėti mašinos sukalibravimas rankiniu būdu. Pažymėtina, kad palyginę 3.4 pav. grafiką (kuriame spaudos mašina pati automatiškai susikalibravo), kur buvo atspausdinta 313 spaudų, matome, kad spaudos mašinos, atspausdusios 2049 spaudus po rankinio sukalibravimo, grafikas kur kas stabilesnis. Tai dar kartą patvirtina teoriją, kad automatinis kalibravimas yra pakankamai netikslus lyginant su rankiniu kalibravimu.

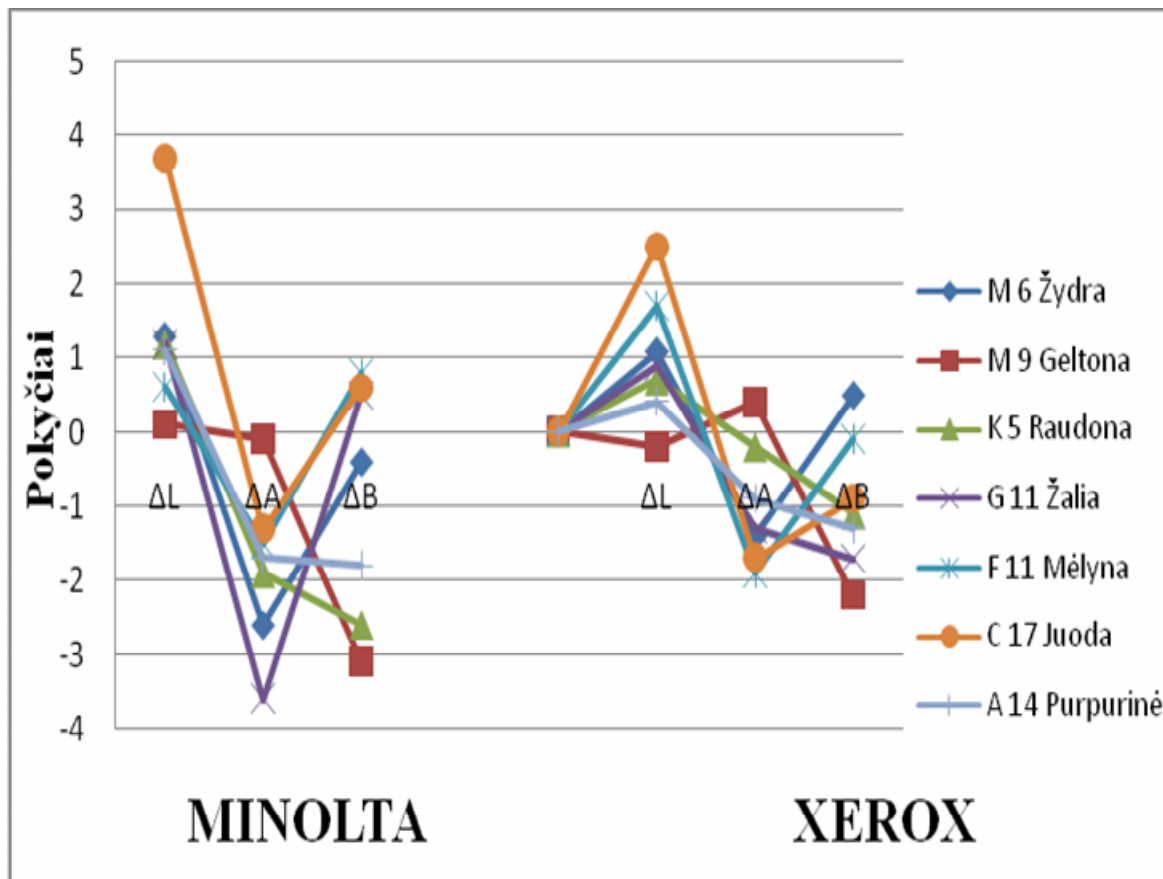
Nagrinėjan spaudos mašinos „Xerox“ grafiką po 359 atspaudų matome, kad labiausiai apkrauti mazgai buvo juodos C17 ir mėlynos spalvos G11 mazgai. Tačiau, skirtingai nei „Minolta“ atveju, „Xerox“ spalvos M9; G11; C17; F11 reikšmėje Δb kinta į priešingas puses, taip yra dėl to, kad „Xerox“ spauda padengiama laku.



3.6 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp antros ir trečios tyrimo dienos grafikas

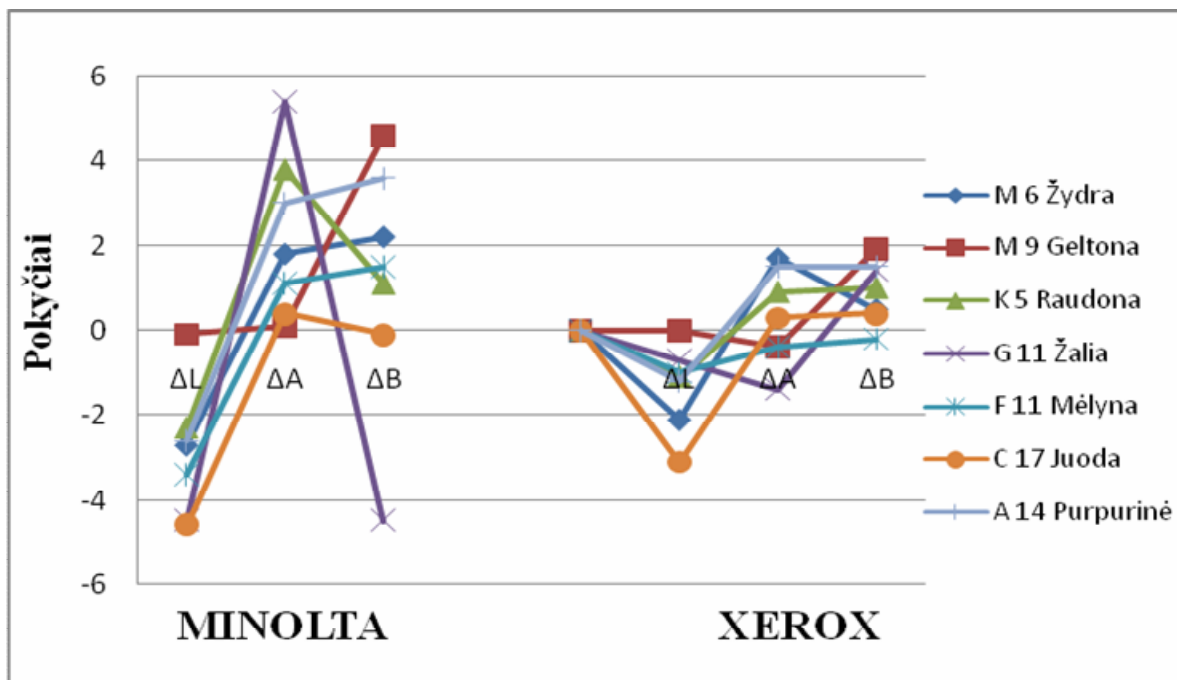
Šis „Minolta“ ir „Xerox“ grafikas turi nemažai skirtumų, lyginant su 3.2 pav. pavaizduotu „Minolta“ ir „Xerox“ grafiku. Šie grafikai gauti atspausdinus ypač mažą spaudų kiekį. Su „Minolta“ buvo atspausdinti 2 atspaudai, o „Xerox“ spaudos mašina – 3 atspaudai. Dėl tokio ypatingai mažo spaudų skaičiaus galima priimti, kad spaudos mašinomis buvo nespausdinta. Lyginant šiuos du grafikus su 3.2 pav. grafikais, galime prieiti prie tokios išvados, jog kiekvieną kartą įjungus spaudos mašiną jos savikalibravimas yra skirtingas ir nestabilus, tačiau neviršija suminės leistinos ΔE ribos, kuri lygi 5. Todėl palyginus tarpusavyje 3.1 pav., 3.4 pav. ir 3.6 pav., prieiname išvadą, kad įjungus spaudos mašinas po pristovos jomis galima atspausdinti tam tikrą skaičių spaudų nenukrypstant nuo leistinų normų, tačiau nustatyti tikslų tokių spaudų skaičių yra labai sudėtinga, nes spaudos mašinos savikalibravimo paklaidos labai nevienodai ir nenuspėjamai svyruoja tam tikrame intervale.

Dėl šios priežasties patartina iškart įjungus spaudos mašiną ją sukalibruoti rankiniu būdu prieš didesnių tiražų spausdinimą ir leistina spausdinti tik labai nedidelius vienetinius spaudus nekalibruojant mašinų.



3.7 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibavimo trečiąją tyrimo dieną grafikas.

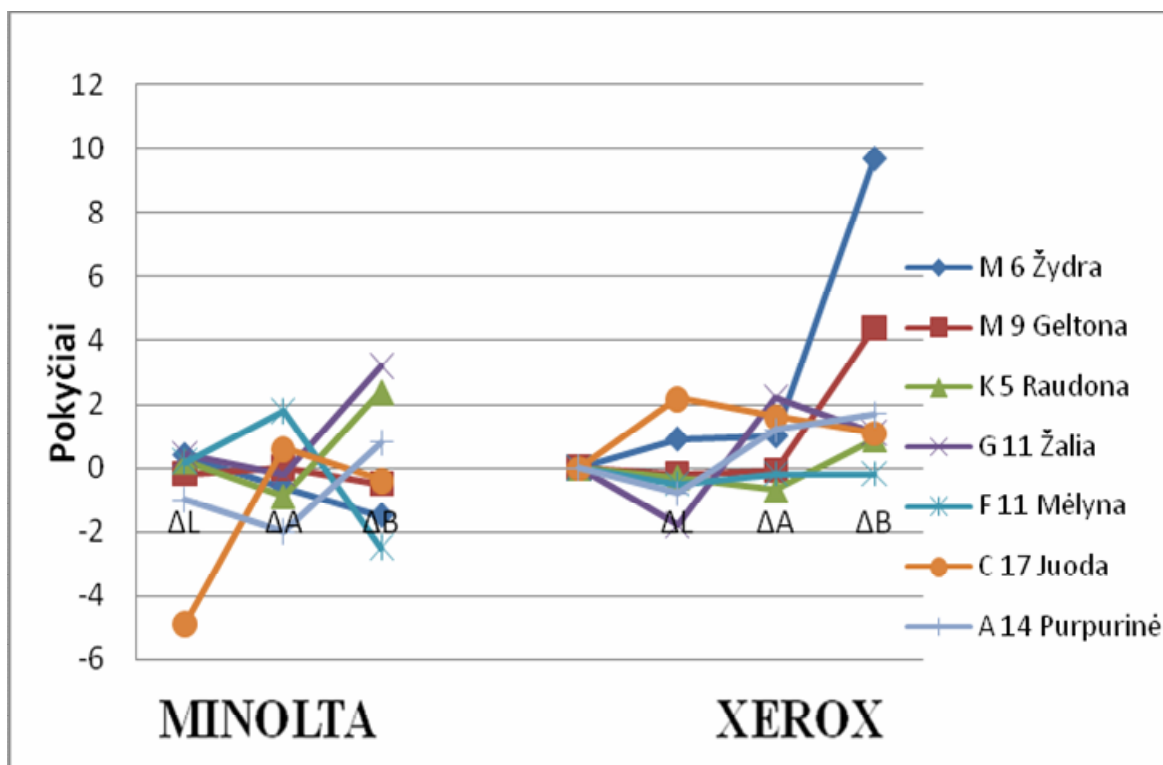
Nagrinėjant „Minolta“ ir „Xerox“ grafikus matoma dominuojanti spalva C17, iš to sprendžiama, kad buvo spausdinta nemažai juodai baltų atspaudų arba atspaudų, kuriuose buvo naudojama daug juodos spalvos. Su spaudos mašina „Minolta“ trečią tyrimo dieną buvo atspausdinti 1654 atspaudai, toks kiekis atspaudų turėjo įtakos tokių parametru ΔL , Δa , Δb pokyčiams. Su spaudos mašina „Xerox“ atspausdinta beveik 3,5 karto daugiau atspaudų, t. y. 5662, o parametru ΔL , Δa , Δb pokyčiai pastebimai mažesni, grafikas gaunamas daug stabilesnis. Tokį „Minolta“ nestabilumą gali lemti spaudos mazgų nusidėvėjimas ar lazerio prizmės dulkėtumas.



3.8 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp trečios ir ketvirtos tyrimo dienos grafikas.

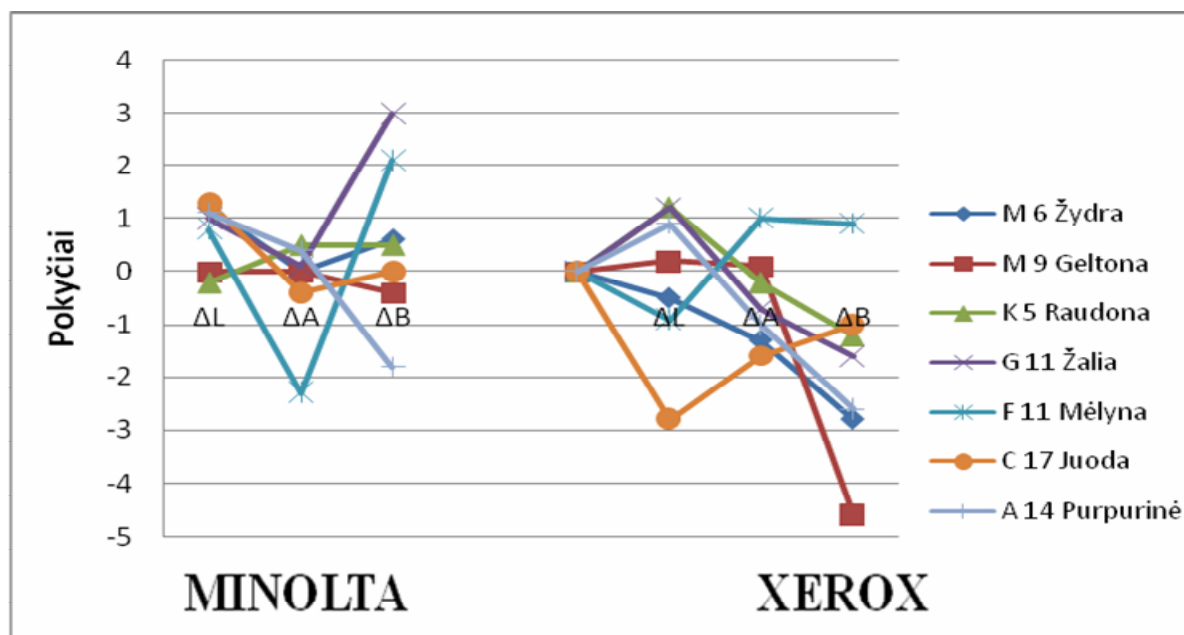
Nagrinėdami „Conicos Minolta“ grafiką, matome didelius visų spalvų parametru nuokrypius. Šis grafikas gautas atspausdus vos 43 spaudus. Lyginant su prieš tai buvusiais tarp dienų gautais grafikais, šis grafikas pagal savo pokyčio ir atspausdų spaudų santykį yra su didžiausiais pokyčiais. Šis grafikas pagal nuokrypius pranoksta net grafiką, kuris buvo gautas atspausdinus 2049 spaudus. Didžiausią pokytį turinti spalva yra G11, tačiau ir kitos spalvos turi ne daug mažesnę pokyčio diapozoną. Palyginę šį grafiką su 3.1 pav grafiku, matome, kad būtent šią dieną spalva G11 ir A14 viršija leistiną ΔE ribą. Kadangi atspausdus vos 43 atspausdus matomi tokie dideli pokyčiai, priiname prie išvados, kad tokį nukrypimą nuo normų gali lemti spaudos mazgų nusidėvėjimas. Tokiais atvejais kalibravimas padeda labai trumpam arba iš viso nesureguliuoja spaudos mašinos. Tokia problema išsprendžiama pakeičiant visų CMYK spalvų įelektrinančius būgnus.

Skirtingai nei „Minolta“, „Xerox“ atspausdino 4 spaudus, tačiau jo nuokrypiai yra žymiai mažesni ir atsirandantys dėl netikslios savikalibracijos.



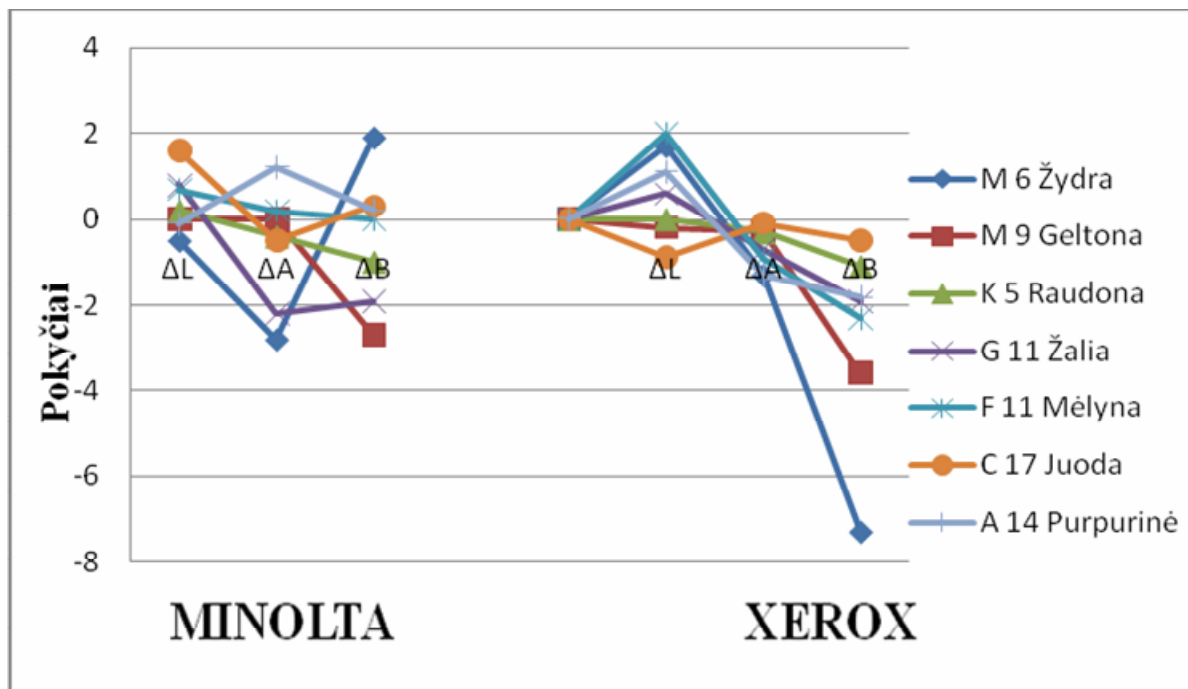
3.9 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , ΔA ir ΔB pokyčių tarp mašinų sukalibavimo ketvirtąjį tyrimo dieną grafikas.

Nagrinėdami „Minolta“ grafiką, matome, kad po spaudos mazgų pakeitimo ir atspaudus 3264 atspaudus, grafikas tapo kur kas stabilesnis ir panašus į 3.3 pav. pavaizduotą „Minolta“ grafiką. Išskirtinė tik spalva C17, tai galėjo būti dėl to, kad buvo apkrautas juodos spalvos mazgas. Tai yra vienas iš tarpusavyje savo reikšmėmis panašiausių nagrinėjamų grafikų, taip galėjo atsitikti, nes „Xerox“ spauda buvo panaši į „Minolta“ spaudą dėl „Xerox“ kaitinimo mazgo netolygaus suteptimo ar laiku nepapildyto tepalo, dėl ko spauda gaunama matinė, nebelieka šviesos sklaidos efekto, kai „Xerox“ spauda yra padengta plonu tepalo plėvelės sluoksniu. Be to, kaitinimo mazge galėjo įvykti deformacija, kuri vėliau turėjo įtakos spaudai.



3.10 pav. Spaudos mašinų „Minolta Bizhub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , ΔA ir ΔB pokyčių tarp ketvirtos ir penktos tyrimo dienos grafikas.

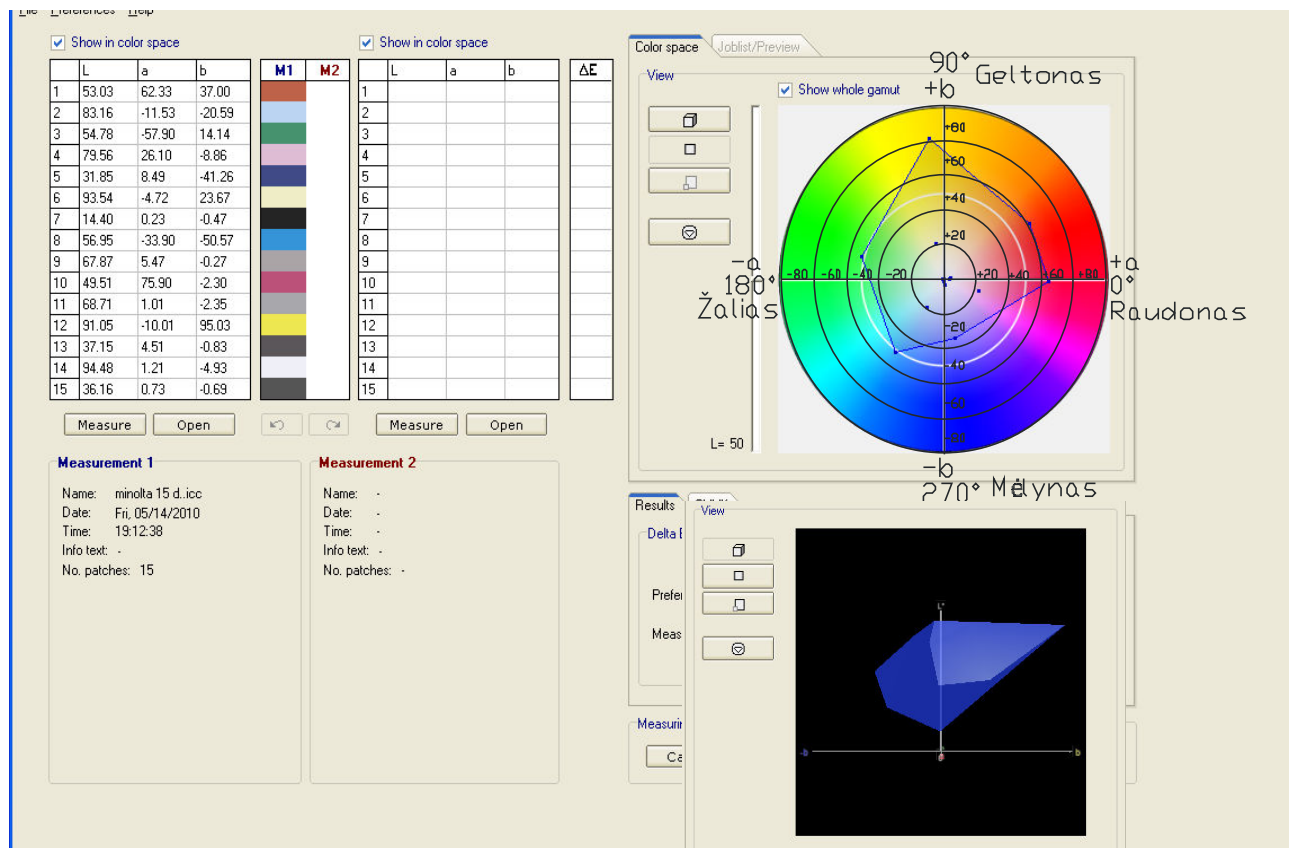
Taškų K5, M9, C17, M6 pokyčiai kinta tolygiai ir stabiliai, išlaikydami pastovumą, nenukrypdami nuo normos. Jau ne kartą galima pastebėti, kad pokyčiai taške F11 kinta nemažame - iki 4 žingsnių - intervale. Tai galėtų būti dėl to, jog šis taškas yra sudarytas iš dedamųjų - žydros ir geltonos spalvų. Žydra ir geltona yra problematinės spalvos, ypač padengimuose iki 30 procentų, nes gali taip paveikti spalvą, jog iš tamsiai žalsvai pilkos gali gautis purpurinis atspalvis, o tai jau traktuotina kaip brokas. Tai matyti ir vienoje iš „Xerox“ kreivių M9, kur dedamoji yra geltonos spalvos ir jos pokytis artėja prie neleistinos ribos -4,5. Tam įtakos taip pat turėjo spaudos mazgo apkrovimas, nes tuo laikotarpiu buvo atspausdinta per 2000 atspaudų su intensyviu geltonos spalvos padengimu per visą spaudos plotą.



3.11 pav. Spaudos mašinų „Minolta BizHub C6500“ grafikas iš kairės ir „Xerox DC5000“ grafikas iš dešinės, gautų spaudinių parametru ΔL , Δa ir Δb pokyčių tarp mašinų sukalibravimo penktąjį tyrimo dieną grafikas.

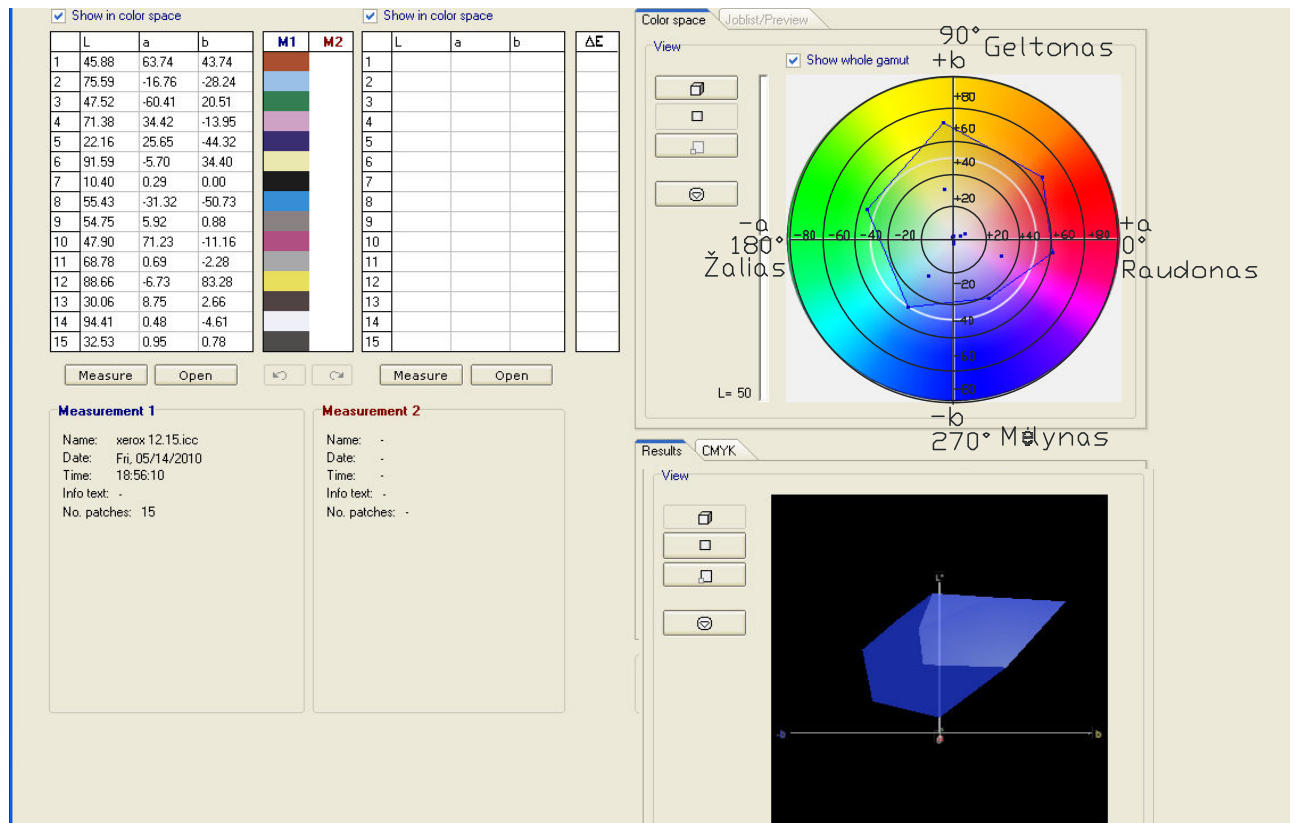
Nagrinėdami „Xerox“ spaudos mašinos atspausdintų spaudinių grafiką, matyti tik šiek tiek didesni parametru ΔL pokyčiai.

Taip pat kaip ir ankstesniuose nagrinėtuose grafikuose, ir šiame įtakos pokyčiams turi visi jau išvardyti veiksniai, pavyzdžiui, mazgų apkrovimas nagrinėjamu momentu, mazgų nusidėvėjimas, savikalibracijos netikslumai, naudojamų medžiagų nekokybiškumas, kaitinimo mazgų netolygus sutepinėjimas, šviesos sklaidos efektas, matavimo įtaisų paklaidos (densitometrų ir spektrofotometrų). Šiame grafike į akis krenta viena reikšmė, išsiskirianti iš visų kitų reikšmių, – tai kreivės M6 Δb pokytis, artėjantis prie 8 padalos, kuri yra neleistina.



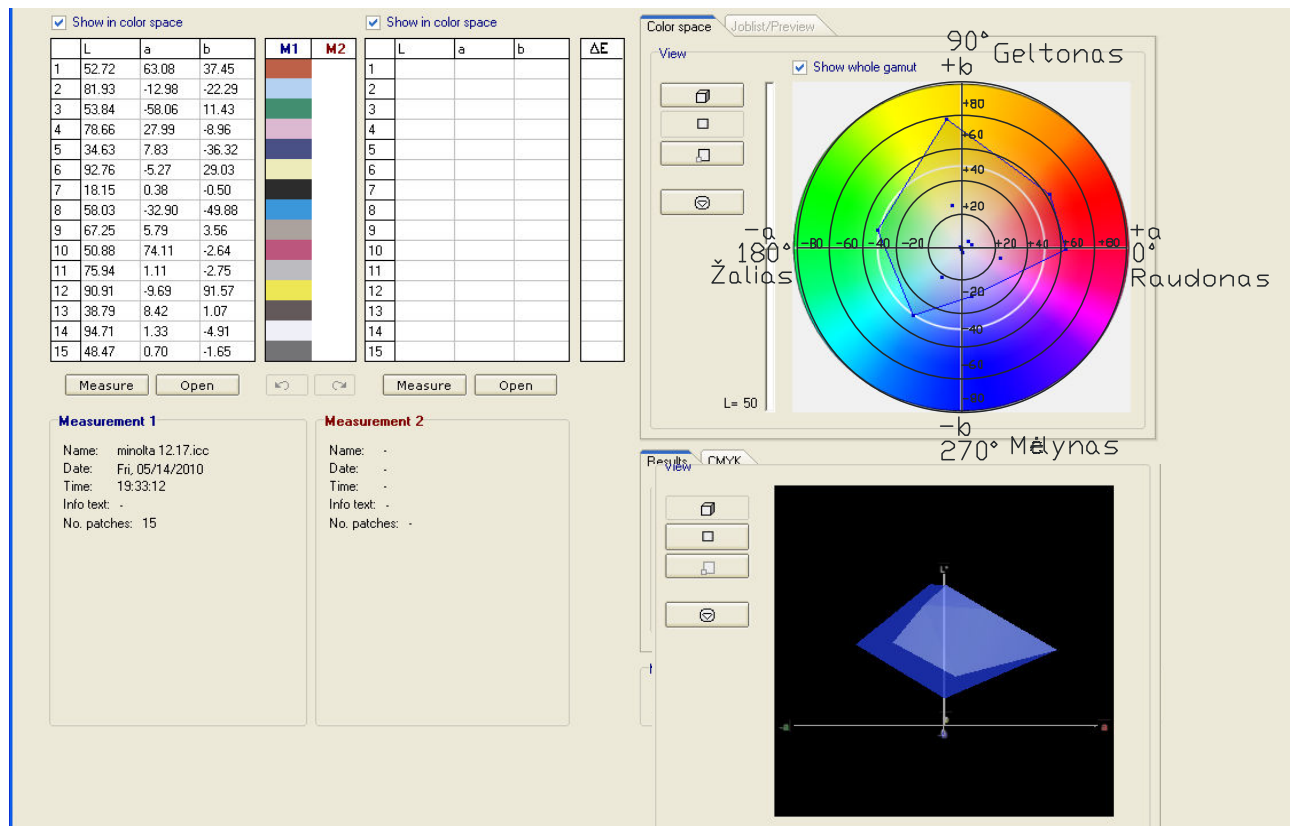
3.12 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ pirmos tyrimo dienos (12.15 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Šis grafikas lyginant su anksčiau nagrinėtu spaudos mašinos „Minolta“ kreivės pavidalo grafiku yra daugiau informatyvus parametrų reikšmių vizualine prasme. Skirtingai nei anksčiau nagrinėti grafikai šis garfikas buvo sudarytas iš visų ant kalibracinio atspaudu gautų spalvų ir atspalvių gamos. Iš plokštuminio grafiko matyti kokių spalvų diapozone spaudos mašina dirbo pirmąją tyrimo dieną, o erdvinis grafikas suteikia galimybę pavaizduoti ir parametą *L* kuris nusako spavos šviesumą.



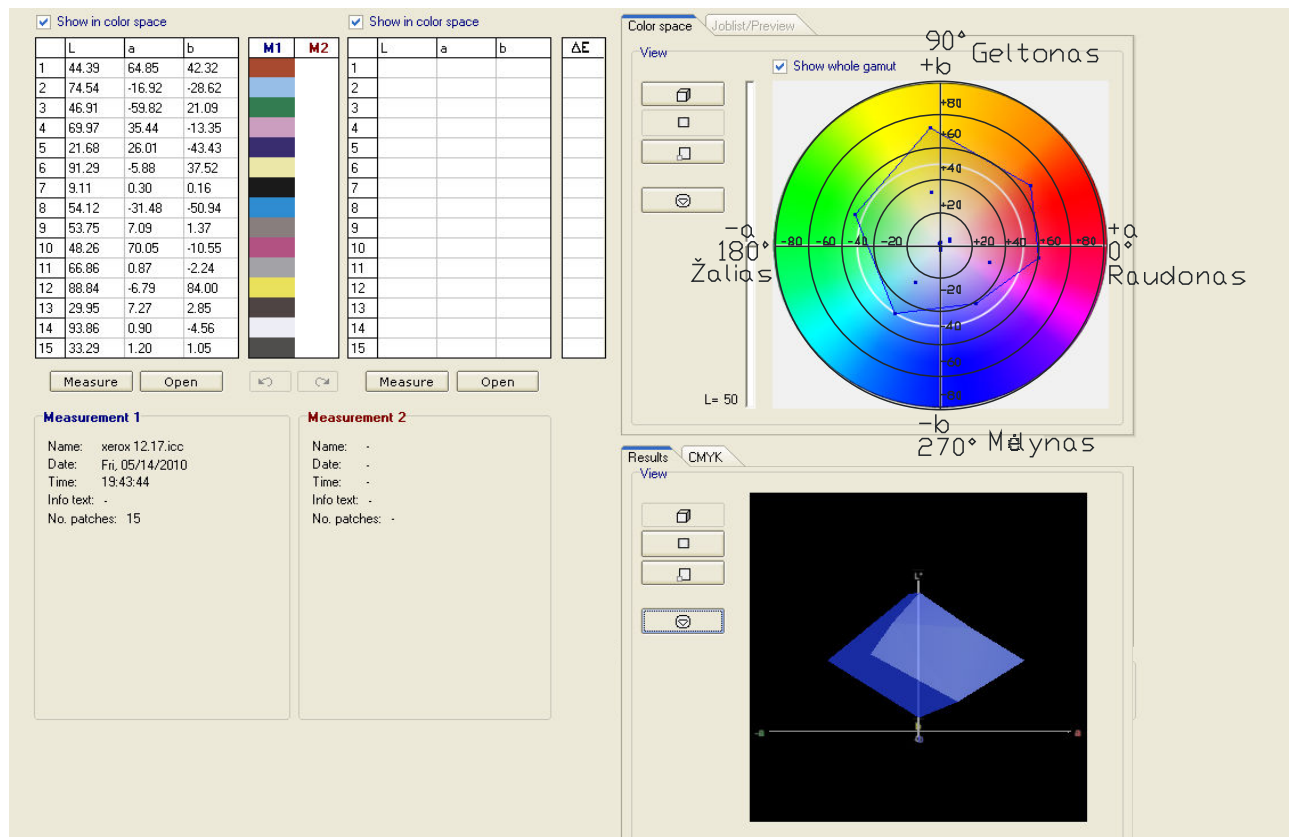
3.13 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ pirmos tyrimo dienos (12.15 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Šiame spaudos mašinos „Xerox“ grafike matomi darbinio spalvų diapozono skirtumai lyginant su prieš tai nagrinėtu „Minoltos“ grafiku. Gautos reikšmės tik dar karta patvirtina, kad „Xerox“ atspaudai gaunami tamsesni nei „Minoltos“, dėl jau minėtų priežasčių kaip sklaida kaitinimo mazgu ypatumai savikalibracijos tikslumai.



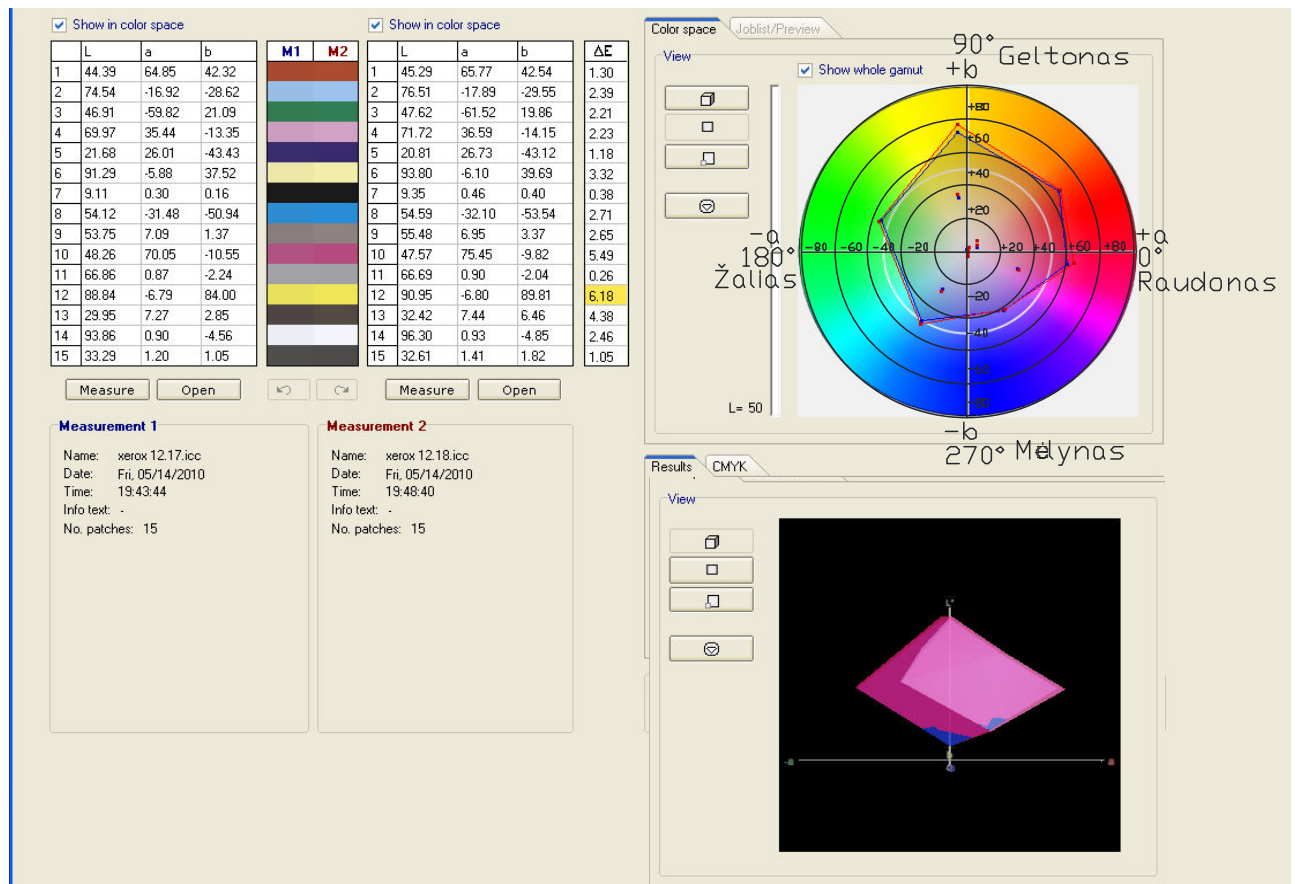
3.14 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ trečios tyrimo dienos (12.17 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Lyginant šį grafiką su pirmos tyrimo dienos „Minoltos“ grafiku matomi dideli parametrų *Lab* nukrypimai, būtent dėl šių nukrypimų spausdinant blankesnes spalvas jos yra stipriai iškraipomos ir vietoj šviesiai pilkos atspausdinus gausime šviesiai rausvą spalvą.



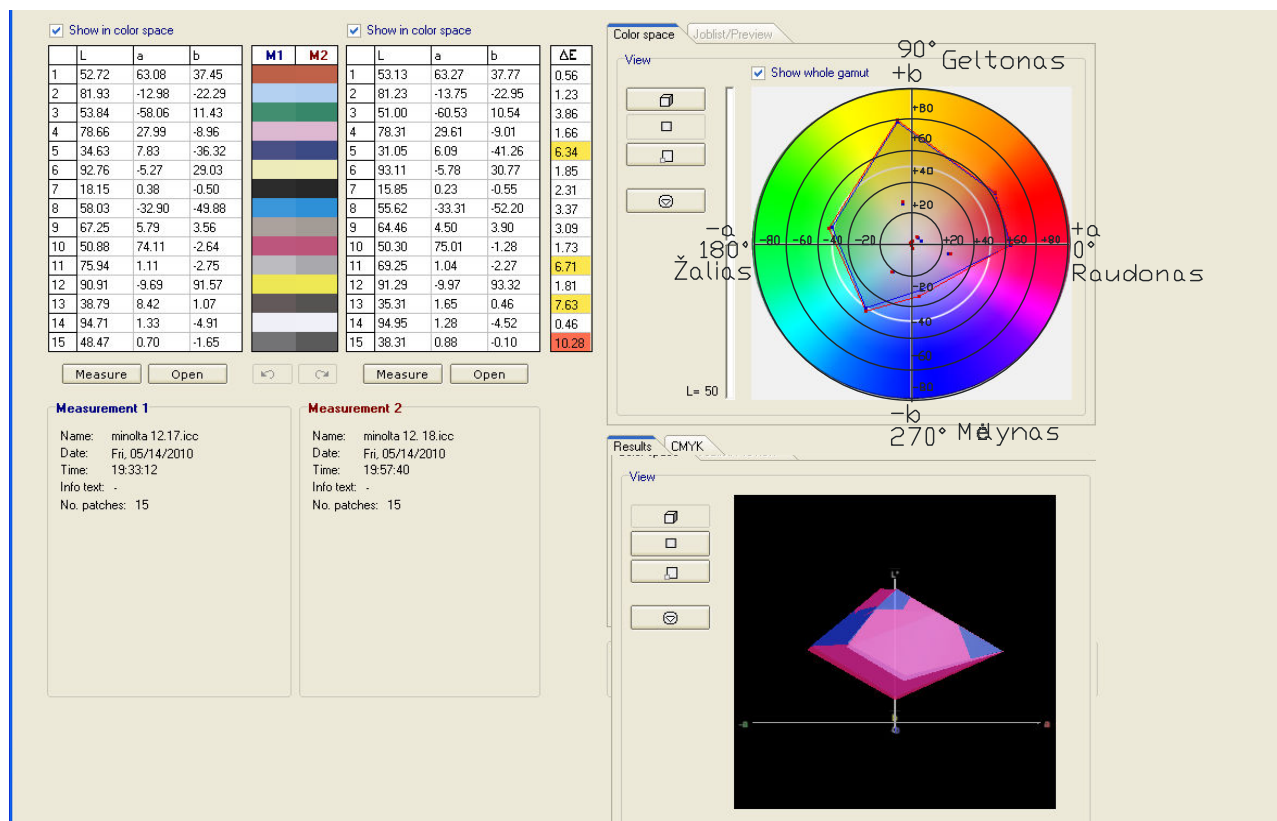
3.15 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ trečios tyrimo dienos (12.17 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Šiame grafike matomas, kur kas didesnę grafiko formos stabilumą ir nedidelį nukrypimą lyginant su pirmos tyrimo dienos spaudos mašinos „Xerox“ grafiku.



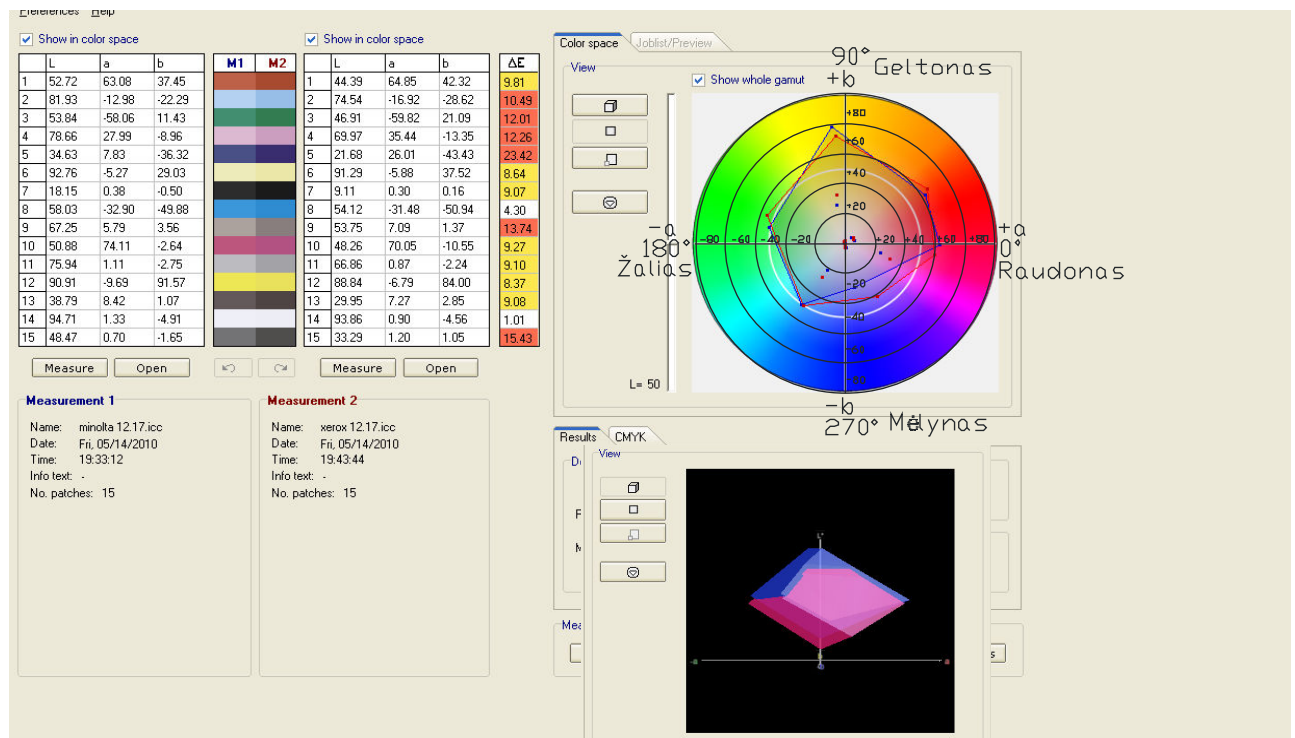
3.16 pav. Spaudos mašinos „Xerox“ trečios ir ketvirtos tyrimo dienos (12.17; 12.18 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Palyginę 17 ir 18 dienos sudarytus „Xerox“ rodiklius, matome, kad ΔE reikšmės yra leistinose ribose, tik šiek tiek daugiau pakitusi geltonos spalvos reikšmė. Kitos reikšmės vizualiai nesiskiria, todėl tiek spaudėjo, tiek klientų, atsiimančių produkciją, plika akimi pokyčiai nebūtų matomi.



3.17 pav. Spaudos mašinos „Minolta“ trečios ir ketvirtos tyrimo dienos (12.17; 12.18 d.) parametrų *Lab* erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai.

Šiame paveikslėlyje matyti palyginimas dienų, kai buvo pakeisti „Minolta“ spaudos mazgai iš nusidėvėjusių, bet dar tinkamų naudoti, į visiškai naujus, kad nenukentėtų gaminių kokybė, nes tuo metu, kai buvo atliekamas tyrimas su spaudos mašinomis, spaustuvė dirbo pilnu pajėgumu (sezono metu). Palyginimo kreiveje matyti, kad nemažai atspalvių nukrypę nuo leistinos ribos, kurios dedamoji yra juoda spalva. Tai reiškia, kad labiausiai buvo nusidėvėjęs juodos spalvos mazgas, kuris yra vienas pagrindinių mazgų, gaunant tolygius dengimus kiekvieno atspaudo eigoje.



3.18 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ trečios tyrimo dienos (12.17d.) parametrų *Lab* palyginimas, erdvinis (apatinis) ir plokštuminis (viršutinis) visos spalvų paletės grafikai

Palyginus „Minolta“ profilį su „Xerox“ spalvų profiliu, matomi didžiuliai skirtumai. Skiriasi visų dedamųjų spalvų pokytis tarp profilių, tai daugiausia lemia šviesos sklaidos efektas. Kaip jau buvo anksčiau minėta, „Xerox“ ir „Minolta“ spaudos principas užbaigimo etape, t. y. kaitinimo mazge, šiek tiek skiriasi, nes „Xerox“ atspauduose užnešamas plonas tepalo sluoksnis.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Spaudos mašinų savikalibravimasis yra nepakankamas ir neleidžia gauti stabilaus spalvų reproduktivumo. Todėl nesvarbu, kiek buvo nenaudojamos, prieš pradėdant darbą, jas būtina sukalibruoti rankiniu būdu.

2. Spaudos mašiną „Conica Minolta“ būtina kalibruoti kas ~1200 atspaudų, o „Xerox DC 5000“ – kas ~3000 atspaudų.

3. Spaudos mašinos „Xerox“ reprodukuojamų spalvų sodris didesnis palyginti su „Minolta“, tai lemia spaudo padengimas laku, kuris sukelia veidrodinį efektą, eliminuojama patenkanti į matavimo prietaisus išsklaidyta šviesa.

4. Spalvų reproduktivumo kokybei didelę įtaką turi tinkama mašinos spaudos mazgų priežiūra, laiku atliekami profilaktiniai remontai ar mazgų pakeitimas, spaudos mašinos darbo aplinka (drėgnumas, dulketumas), tinkamų medžiagų naudojimas, tam tikras naudojamo popieriaus drėgnumas.

5. Spausdinant gaminius kuriuose perėjimai tarp spalvų yra ryškūs, patartina spausdinti su spaudos mašina „Conica Minolta Bizhub pro C6500“. Spausdinant didelį tiražą ar kontrastingesnius atspaudus, patartina spausdinti su spaudos mašina „Xerox Docucolor 5000“.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Šperbelis G., Sidaravičius J. Rašalinio spausdintuvo spalvų gamos tyrimas // 8-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo - Lietuva be ateities“, įvykusios Vilniuje 2005 m. balandžio 21–22 d., medžiaga: mechanika, medžiagų inžinerija, pramonės inžinerija ir vadyba. Vilnius: Technika, 2005.
2. Umbrasas E., Sidaravičius J. Atsitiktiniu ir sisteminiu faktorių laminavimo įtakai tyrimas // 11-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2008 m. balandžio 21–22 d., medžiaga: mechanika, medžiagų inžinerija, pramonės inžinerija ir vadyba. Vilnius: Technika, 2008.
3. Sidaravičius, D., Montrimas, E. Fizikiniai teoriniai informacijos registravimo ir spausdinimo procesų pagrindai. Vilnius: Technika, 2005, p. 205.
4. Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение. Москва: Мир книги, 1995. 315 с.
5. Харин О., Сувейздис Э. Электрофотография для цифровой печати . Москва: МГУП, 1999. 438 с.
6. Medekšas H. Gaminių kokybė ir patikimumas. Kaunas, Technologija, 2003. p. 210.
7. E. A. Totoraitis, K. Slivinskas. Diplominių projektų ir baigiamųjų darbų metodikos nurodymai. Vilnius: Technika, 1996.
8. L. D. Brazdžiukienė, V. Celiešienė, A. Kaulakienė. Baigiamasis studijų darbas. Kalbininkų patarimai: teorija ir tvarkyba. Vilnius: Technika, 2005.
9. Conica Minolta. IC-304 Print Controller for bizhub Pro C6500 Printer. Version 1.0. User Guide. English. p. 226
10. Conica Minolta. Bizhub Pro C6500/C6500e. User manual. Conica Minolta Business Solutions Europe GmbH Printed in Germany.
11. Brodsky, M. H.; Cardona, M. Phys. Stat. Solidi, p 16.

PRIEIGOS PER INTERNETĄ:

12. Kserografija: [Prieiga per internetą] http://www.pfk.ff.vu.lt/lectures/E.Kuokstis/kfp/L9_a.doc

13. CIE *Lab* spalvų erdvė [Prieiga per internetą] http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_color_space

14. Spalvos ir jų suvokimas [Prieiga per internetą] http://web.vu.lt/ff/m.vengris/images/lempos/paskaitu_skaidres_pdf/spalvos_ir_kolorimetrija.pdf

15. Spektrofotmetras Efi [Prieiga per internetą] http://www.efi.com/fiery/products/efi_es-1000/ES1000_Sales_Sheet_UK.pdf

PRIEDAI

1 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės pirmos tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.15 15:31:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	55,9	91,6	52,8	51,4	50,2	24,7	49,0
A	-35,8	-10,5	63,5	-58,9	-27,7	-1,3	73,5
B	45,6	83,4	39,8	13,3	-42,0	0,7	3,8

Xerox 2009.12.15 15:31:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	54,3	89,1	45,7	46,3	43,1	15,9	47,2
A	-37,9	-7,1	63,6	-58,1	-23,9	-7,8	68,4
B	-38,3	77,2	44,7	19,6	-38,3	1,0	2,5

2 lentelė. Spaudos mašinų Minolta ir Xerox spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės pirmos tyrimo dienos (darbo pabaigoje) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.15 20:26:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	57,2	91,5	53,4	53,8	51,5	24,1	49,6
A	-34,5	-10,5	63,2	-57,0	-26,5	0,6	74,1
B	-46,5	82,8	37,8	13,0	-43,8	-0,9	2,2

Xerox 2009.12.15 20:26:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	53,7	88,9	44,4	45,9	42,8	15,0	46,8
A	-38,0	-7,0	65,7	-61,5	-24,9	-7,2	70,0
B	-39,6	77,3	42,9	19,7	-37,7	0,4	2,4

3 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės antros tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.16 07:50:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	55,6	91,4	53,0	50,9	50,1	22,7	49,1
A	-36,0	-10,4	62,9	-58,7	-26,8	-3,1	73,0
B	-45,7	85,7	40,3	13,2	-42,8	-0,5	1,2

Xerox 2009.12.16 07:50:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	53,3	88,9	44,1	45,1	44,7	18,3	47,7
A	-38,5	-7,1	66,2	-59,0	-23,8	-8,6	68,6
B	-39,3	77,7	42,7	16,4	-38,3	0,3	2,2

4 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės antros tyrimo dienos (darbo pabaigoje) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.16 21:00:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	56,3	91,5	52,8	51,4	49,9	23,7	48,7
A	-37,0	-10,4	63,6	-59,0	-26,0	-1,9	74,7
B	-44,8	85,5	41,8	12,6	-43,1	0,2	4,0

Xerox 2009.12.16 21:00:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	53,8	88,8	43,5	45,5	44,2	18,5	47,0
A	-38,8	-6,9	66,7	-56,7	-23,3	-6,8	69,5
B	-38,2	79,1	44,4	18,9	-36,9	1,0	4,0

5 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės Trečios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.17 07:54:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	55,5	91,6	53,9	52,3	51,0	25,9	50,7
A	-37,7	-10,4	61,8	-56,6	-27,6	-1,6	71,7
B	-42,9	83,9	40,2	12,2	-39,4	-0,2	3,3

Xerox 2009.12.17 07:54:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	52,8	89,1	44,2	46,3	43,4	16,8	47,2
A	-39,2	-6,9	65,8	-57,3	-25,7	-8,1	69,3
B	-39,5	77,4	43,4	18,5	-38,9	1,0	3,0

6 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės Trečios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.17 21:00:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	56,8	91,7	55,1	53,5	51,6	29,6	51,8
A	-35,1	-10,3	59,9	-53,0	-26,1	-0,3	70,0
B	-42,5	80,8	37,6	12,7	-40,2	-0,8	1,5

Xerox 2009.12.17 21:00:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	53,9	88,9	44,9	47,2	45,1	19,3	47,6
A	-37,8	-7,3	65,6	-56,0	-23,8	-6,4	68,4
B	-40,0	75,2	42,3	16,8	-38,8	-0,1	1,7

7 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės ketvirtos tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.18 07:50:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	54,1	91,6	52,8	49,0	48,2	25	49,2
A	-36,9	-10,4	63,7	-58,4	-27,2	-0,7	73,0
B	-44,7	85,4	38,7	8,2	-41,7	-0,7	5,1

Xerox 2009.12.18 07:50:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	51,8	88,9	43,8	46,5	44,1	16,2	46,4
A	-39,5	-6,9	66,5	-54,6	-23,4	-6,7	69,9
B	-40,5	77,1	43,3	18,2	-38,6	0,5	3,2

8 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės ketvirtos tyrimo dienos (darbo pabaigoje) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.18 21:30:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	54,5	91,4	53,0	49,4	48,4	20,1	48,2
A	-36,3	-10,4	62,8	-58,2	-29,0	-1,3	71,0
B	-43,2	84,9	41,1	11,4	-39,2	-0,3	5,9

Xerox 2009.12.18 21:30:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	52,7	88,7	43,5	44,7	43,6	18,4	45,6
A	-40,5	-6,8	65,8	-56,8	-23,2	-8,3	71,1
B	50,2	81,5	44,2	19,3	-38,4	1,6	4,9

9 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės penktos tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.21 08:25:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	55,7	91,4	52,8	50,4	49,2	21,4	49,3
A	-36,3	-10,4	63,3	-58,3	-26,7	-0,9	71,4
B	-43,8	84,5	41,6	14,4	-41,3	-0,3	4,1

Xerox 2009.12.21 08:25:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	52,2	88,9	44,7	45,9	42,7	15,6	46,5
A	-39,2	-6,9	65,6	-56,1	-24,2	-6,7	70,1
B	47,4	76,9	43,0	17,7	-39,3	0,6	2,3

10 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmės penktos tyrimo dienos (darbo pabaigoje) kalibraciniame lape.

Minolta 2009.12.21 21:25:00							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	55,2	91,4	53,0	51,2	49,9	23,0	49,2
A	-33,5	-10,4	62,9	-56,1	-26,9	-0,4	72,6
B	-45,7	81,8	40,6	12,5	-41,3	-0,6	4,3

Xerox 2009.12.21 21:25:00

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
L	53,9	88,7	44,7	46,5	44,7	14,7	47,6
A	-37,9	-6,6	65,3	-55,4	-23,3	-6,6	68,8
B	-40,1	73,3	41,9	15,8	-37,0	0,1	0,5

11 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmių pokyčiai pirmą tyrimo dieną.

Minolta 12.15							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	1,3	-0,1	0,6	2,4	1,3	-0,6	0,6
ΔA	-1,3	0	-0,3	-1,9	-1,2	-0,7	0,6
ΔB	0,9	-0,6	-2	-0,3	1,8	0,2	-1,6
Xerox 12.15							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-0,6	-0,2	-1,3	-0,4	-0,3	-0,9	-0,4
ΔA	0,1	-0,1	2,1	3,4	1	-0,6	1,6
ΔB	1,3	0,1	-1,8	0,1	-0,6	-0,6	-0,1

12 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* reikšmių pokyčiai tarp pirmos tyrimo dienos (darbo pabaigos) ir antros tyrimo dienos (darbo pradžios).

Minolta 12.15 -12.16

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-1,6	-0,1	-0,4	-2,9	-1,4	-1,4	-0,5
ΔA	1,5	-0,1	-0,3	1,7	0,3	2,5	-1,1
ΔB	-0,8	2,9	2,5	0,2	-1	-0,4	-1

Xerox 12.15 -12.16

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-0,4	0	-0,3	-0,8	1,9	3,3	0,9
ΔA	0,5	0,1	0,5	-2,5	-1,1	1,4	-1,4
ΔB	-0,3	0,4	-0,2	-3,3	0,6	-0,1	-0,2

13 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai antrą tyrimo dieną.

Minolta 12.16							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	0,7	0,1	-0,2	0,5	-0,2	1	-0,4
ΔA	1	0	0,7	0,3	-0,8	-1,2	1,7
ΔB	-0,9	-0,2	1,5	-0,6	0,3	-0,3	2,8

Xerox 12.16

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	0,5	-0,1	-0,6	0,4	-0,5	0,2	-0,7
ΔA	0,3	-0,2	0,5	-2,3	-0,5	-1,8	0,9
ΔB	-1,1	1,4	1,7	2,5	-1,4	0,7	1,8

14 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai tarp antros tyrimo dienos (darbo pabaigos) ir trečios tyrimo dienos (darbo pradžios).

Minolta 12.16-12.17							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-0,8	0,1	1,1	0,9	1,1	2,2	2
ΔA	0,7	0	-1,8	-2,4	1,6	-0,3	-3
ΔB	-1,9	-1,6	-1,6	-0,4	-3,7	0	-0,7

Xerox 12.16-12.17

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-1	0,3	0,7	0,8	-0,8	-1,7	0,2
ΔA	0,4	0	-0,9	0,6	2,4	1,3	-0,2
ΔB	1,3	-1,7	-1	-0,4	2	0	-1

15 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai trečią tyrimo dieną.

Minolta 12.17							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	1,3	0,1	1,2	1,2	0,6	3,7	1,1
ΔA	-2,6	-0,1	-1,9	-3,6	-1,5	-1,3	-1,7
ΔB	-0,4	-3,1	-2,6	0,5	0,8	0,6	-1,8

Xerox 12.17

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	1,1	-0,2	0,7	0,9	1,7	2,5	0,4
ΔA	-1,4	0,4	-0,2	-1,3	-1,9	-1,7	-0,9
ΔB	0,5	-2,2	-1,1	-1,7	-0,1	-0,9	-1,3

16 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai tarp trečios tyrimo dienos (darbo pabaigos) ir ketvirtos tyrimo dienos (darbo pradžios).

Minolta 12.17-12.18							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-2,7	-0,1	-2,3	-4,5	-3,4	-4,6	-2,6
ΔA	1,8	0,1	3,8	5,4	1,1	0,4	3
ΔB	2,2	4,6	1,1	-4,5	1,5	-0,1	3,6

Xerox 12.17-12.18

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-2,1	0	-1,1	-0,7	-1	-3,1	-1,2
ΔA	1,7	-0,4	0,9	-1,4	-0,4	0,3	1,5
ΔB	0,5	1,9	1	1,4	-0,2	0,4	1,5

17 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai ketvirtą tyrimo dieną.

Minolta 12.18							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	0,4	-0,2	0,2	0,4	0,2	-4,9	-1
ΔA	-0,6	0	-0,9	-0,2	1,8	0,6	-2
ΔB	-1,5	-0,5	2,4	3,2	-2,5	-0,4	0,8

Xerox 12.18

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	0,9	-0,2	-0,3	-1,8	-0,5	2,2	-0,8
ΔA	1	-0,1	-0,7	2,2	-0,2	1,6	1,2
ΔB	9,7	4,4	0,9	1,1	-0,2	1,1	1,7

18 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai tarp ketvirtos tyrimo dienos (darbo pabaigos) ir penktos tyrimo dienos (darbo pradžios).

Minolta 12.18-12.21							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	1,2	0	-0,2	1	0,8	1,3	1,1
ΔA	0	0	0,5	0,1	-2,3	-0,4	0,4
ΔB	0,6	-0,4	0,5	3	2,1	0	-1,8

Xerox12.18-12.21

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-0,5	0,2	1,2	1,2	-0,9	-2,8	0,9
ΔA	-1,3	0,1	-0,2	-0,7	1	-1,6	-1
ΔB	-2,8	-4,6	-1,2	-1,6	0,9	-1	-2,6

19 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametru *Lab* reikšmių pokyčiai penktą tyrimo dieną.

Minolta 12.21							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	-0,5	0	0,2	0,8	0,7	1,6	-0,1
ΔA	-2,8	0	-0,4	-2,2	0,2	-0,5	1,2
ΔB	1,9	-2,7	-1	-1,9	0	0,3	0,2

Xerox 12.21

	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔL	1,7	-0,2	0	0,6	2	-0,9	1,1
ΔA	-1,3	-0,3	-0,3	-0,7	-0,9	-0,1	-1,3
ΔB	-7,3	-3,6	-1,1	-1,9	-2,3	-0,5	-1,8

20 lentelė. Spaudos mašinos „Minolta“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 suminių pokyčių reikšmės viso tyrimo eigoje.

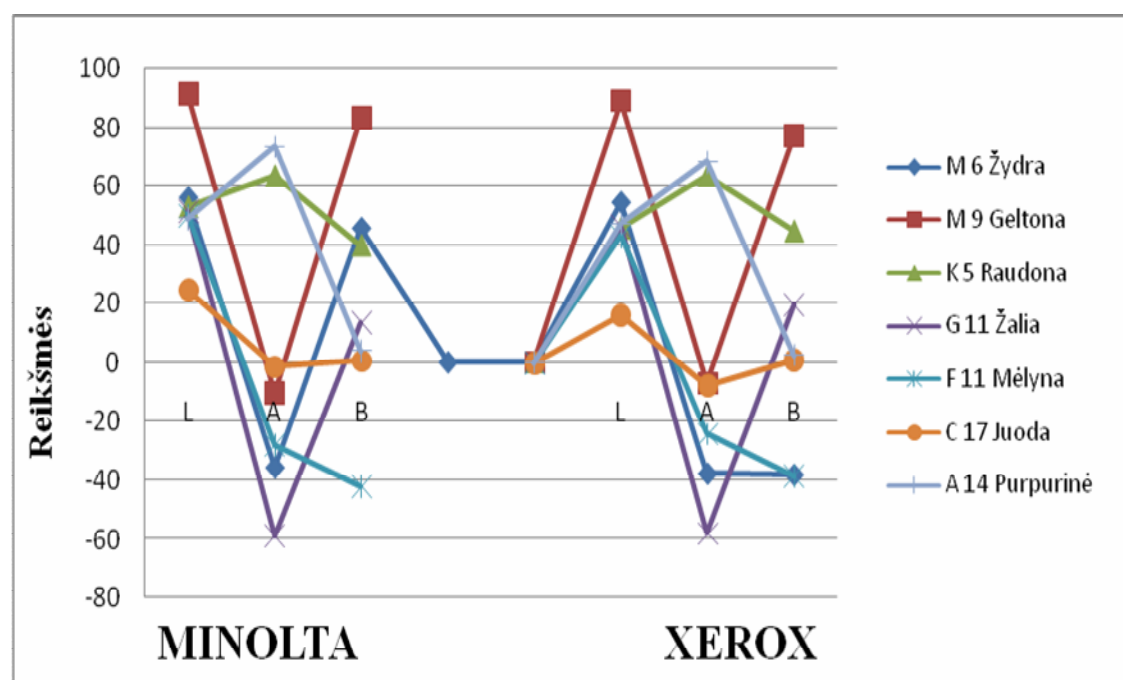
Minolta							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔE 12.15	2,046949	0,608276	2,109502	3,075711	2,523886	0,943398	1,811077
ΔE 12.15-16	2,334524	2,903446	2,54951	3,367492	1,746425	2,893095	1,568439
ΔE 12.16	1,516575	0,223607	1,667333	0,83666	0,877496	1,590597	3,3
ΔE 12.16-17	2,177154	1,603122	2,64764	2,594224	4,178516	2,22036	3,672874
ΔE 12.17	2,93428	3,103224	3,436568	3,827532	1,802776	3,967367	2,709243
ΔE 12.17-18	3,920459	4,602173	4,576024	8,346257	3,875564	4,618441	5,359104
ΔE 12.18	1,664332	0,538516	2,570992	3,231099	3,08707	4,952777	2,374868
ΔE 12.18-21	1,341641	0,4	0,734847	3,163858	3,215587	1,360147	2,147091
ΔE 12.21	3,420526	2,7	1,095445	3,014963	0,728011	1,702939	1,220656

21 lentelė. Spaudos mašinos „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 suminių pokyčių reikšmės viso tyrimo eigoje.

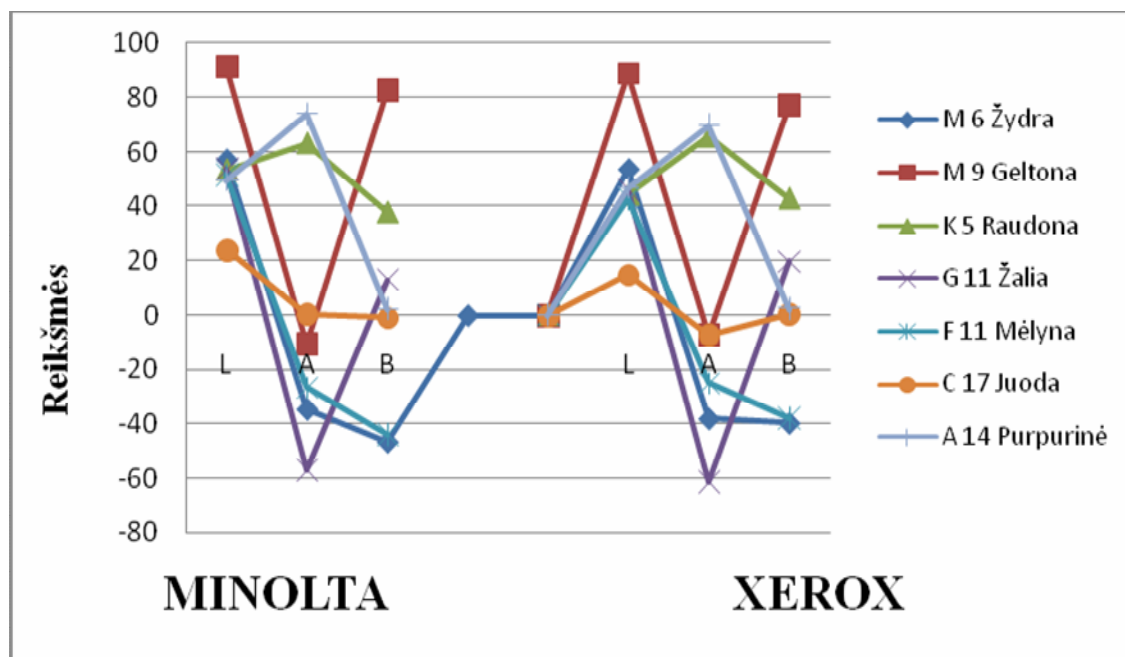
Xerox							
	M 6	M 9	K 5	G 11	F 11	C 17	A 14
ΔE 12.15	1,43527	0,24494	3,056141	3,424909	1,204159	1,236932	1,652271
ΔE 12.15-16	0,707107	0,412311	0,616441	4,216634	2,275961	3,586084	1,676305
ΔE 12.16	1,24499	1,417745	1,870829	3,420526	1,568439	1,941649	2,130728
ΔE 12.16-17	1,688194	1,726268	1,516575	1,077033	3,224903	2,140093	1,03923
ΔE 12.17	1,849324	2,244994	1,319091	2,321637	2,55147	3,154362	1,630951
ΔE 12.17-18	2,747726	1,941649	1,737815	2,1	1,095445	3,140064	2,437212
ΔE 12.18	9,792855	4,405678	1,178983	3,04795	0,574456	2,93428	2,22935
ΔE 12.18-21	3,127299	4,605432	1,708801	2,118962	1,618641	3,376389	2,927456
ΔE 12.21	7,607233	3,618011	1,140175	2,111871	3,17805	1,034408	2,477902

22 lentelė. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ atspaudų skaičius kiekvieną tyrimo dieną

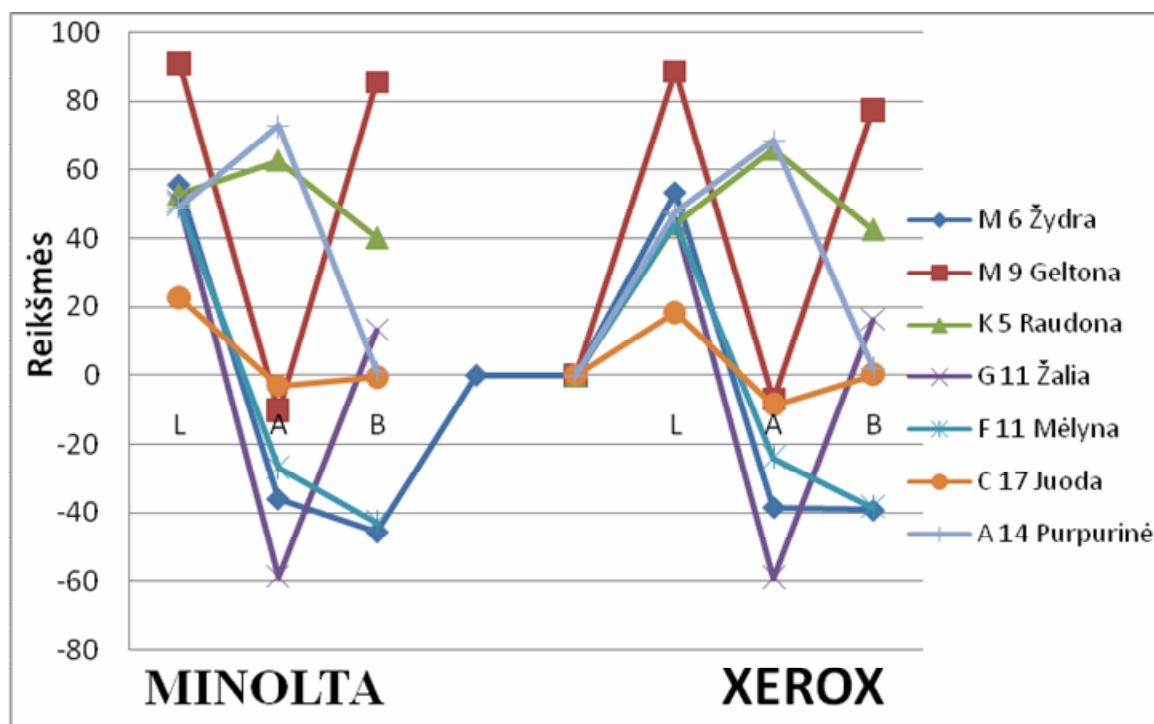
	09.12.15 15:31:00	09.12.15 20:26:00	09.12.16 07:50:00	09.12.16 21:00:00	09.12.17 07:54:00	09.12.17 21:00:00	09.12.18 07:50:00	09.12.18 21:30:00	09.12.21 08:25:00	09.12.21 21:25:00
Atspauda i Minolta	0	208	313	2049	2	1654	43	3264	24	2698
atspauda i Xerox	0	1146	0	359	3	562	4	2177	15	1138



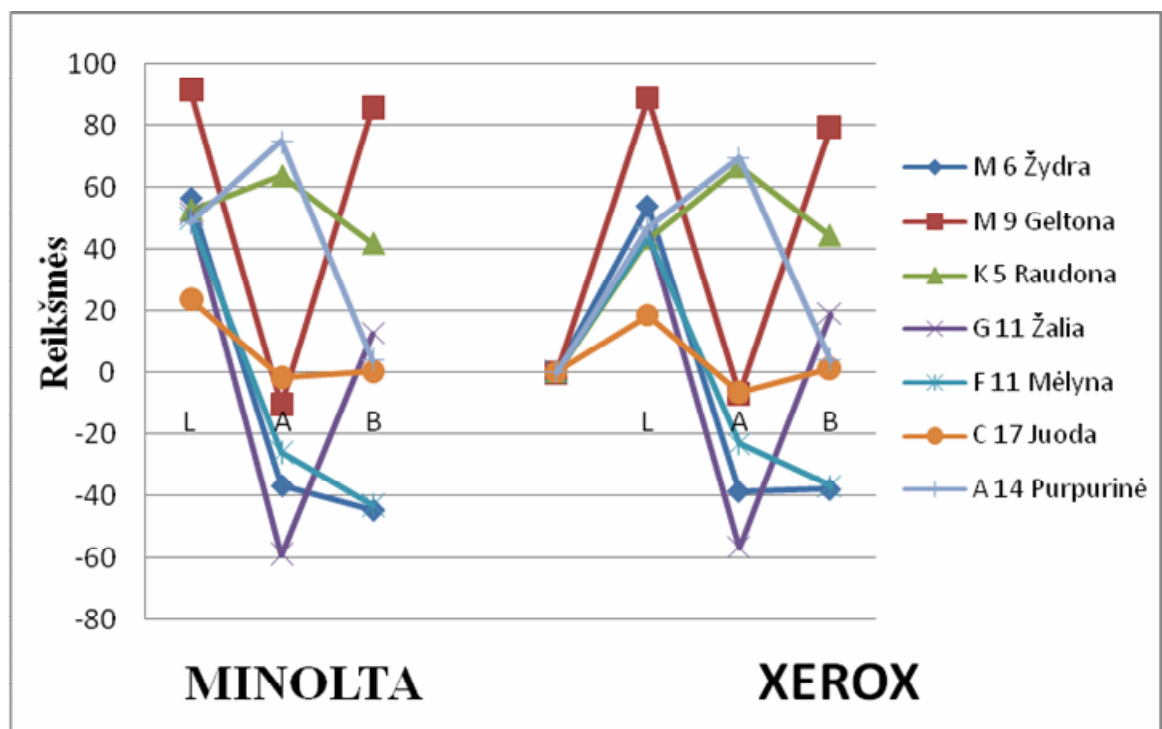
1 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* pirmosios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) grafikas



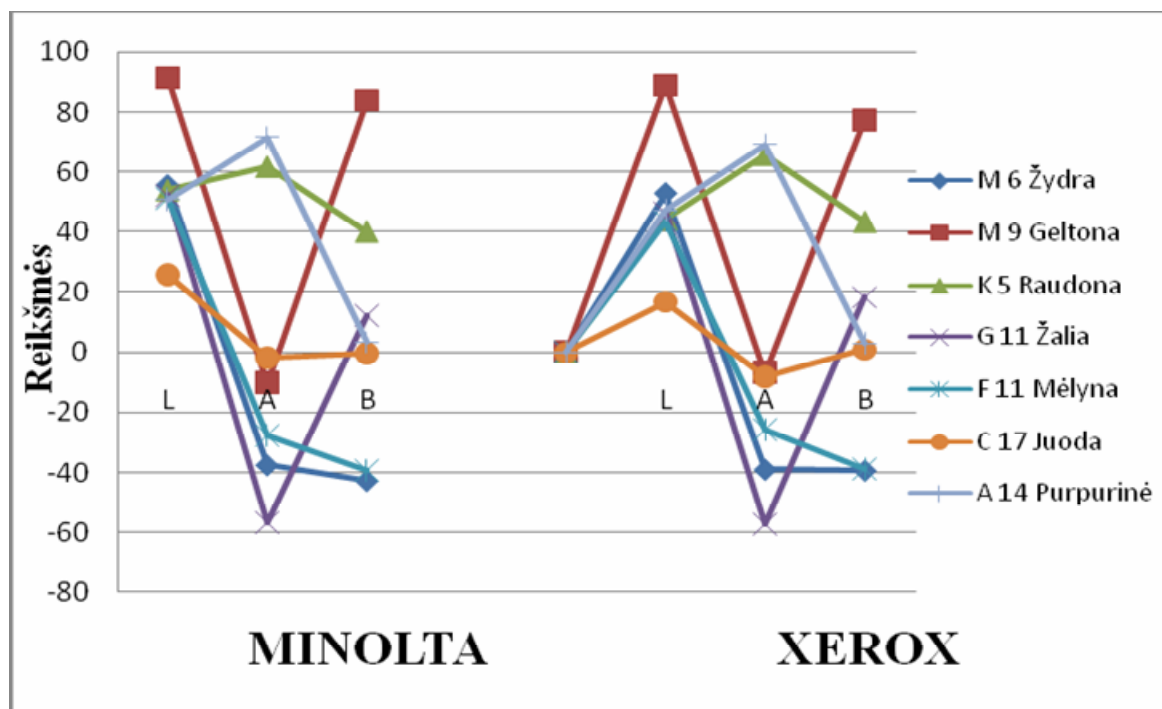
2 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* pirmosios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) grafikas



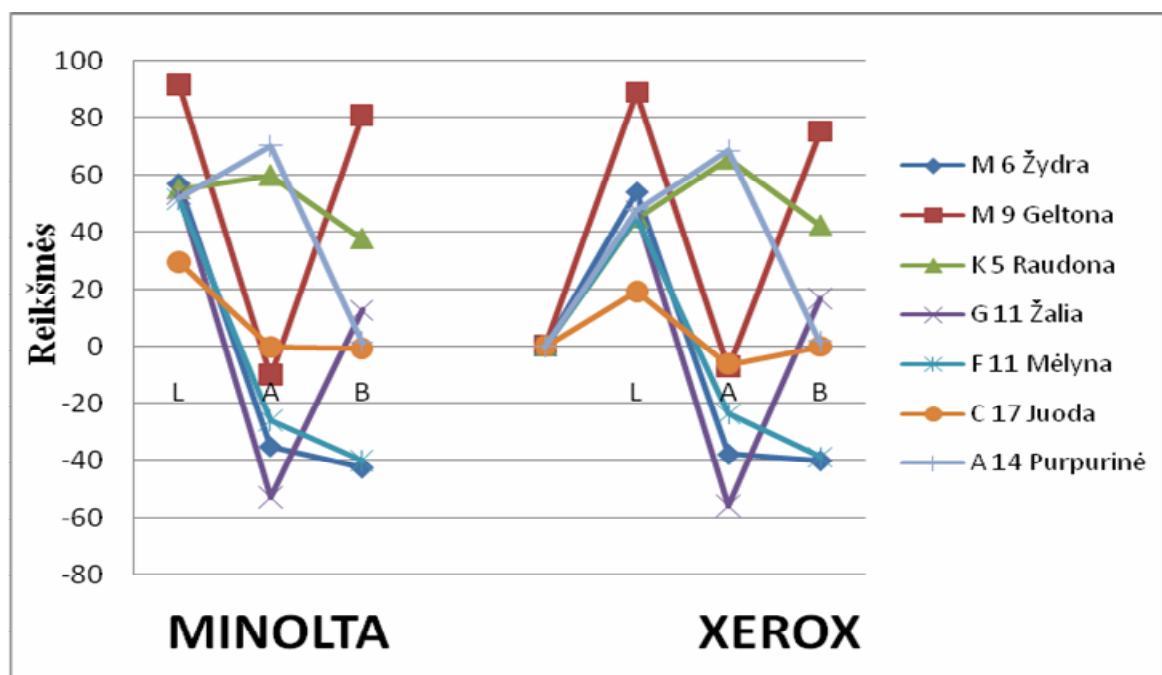
3 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* antrosios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) grafikas



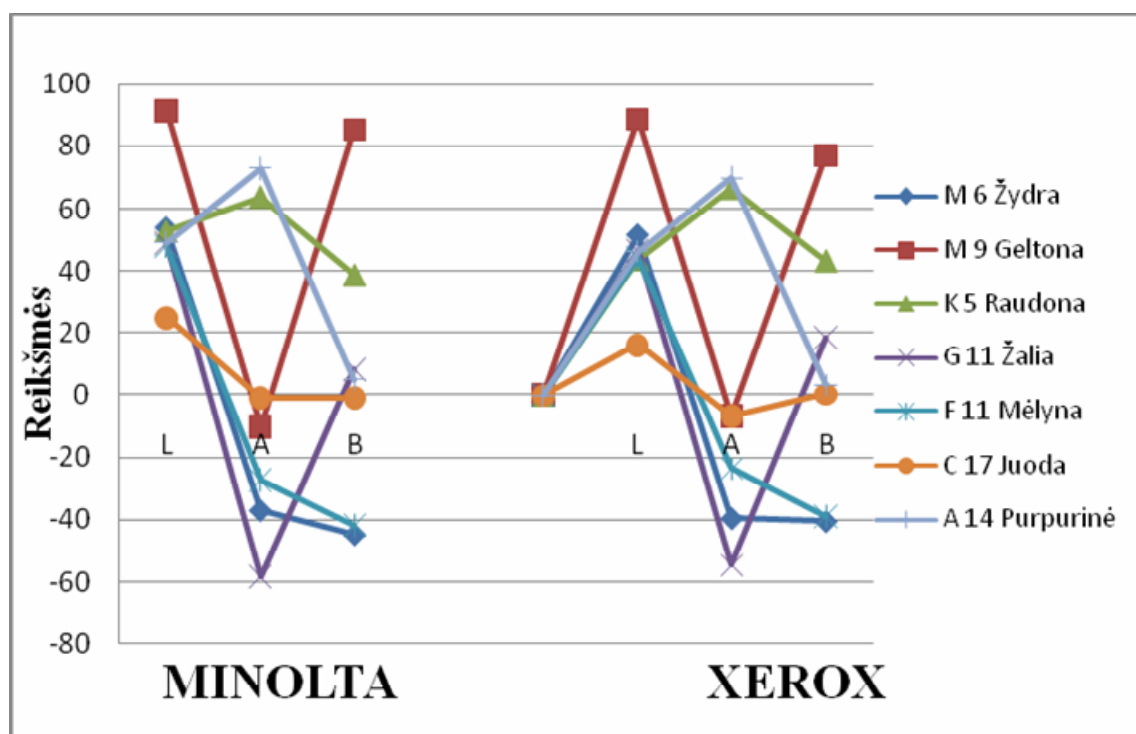
4 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* antrosios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) grafikas



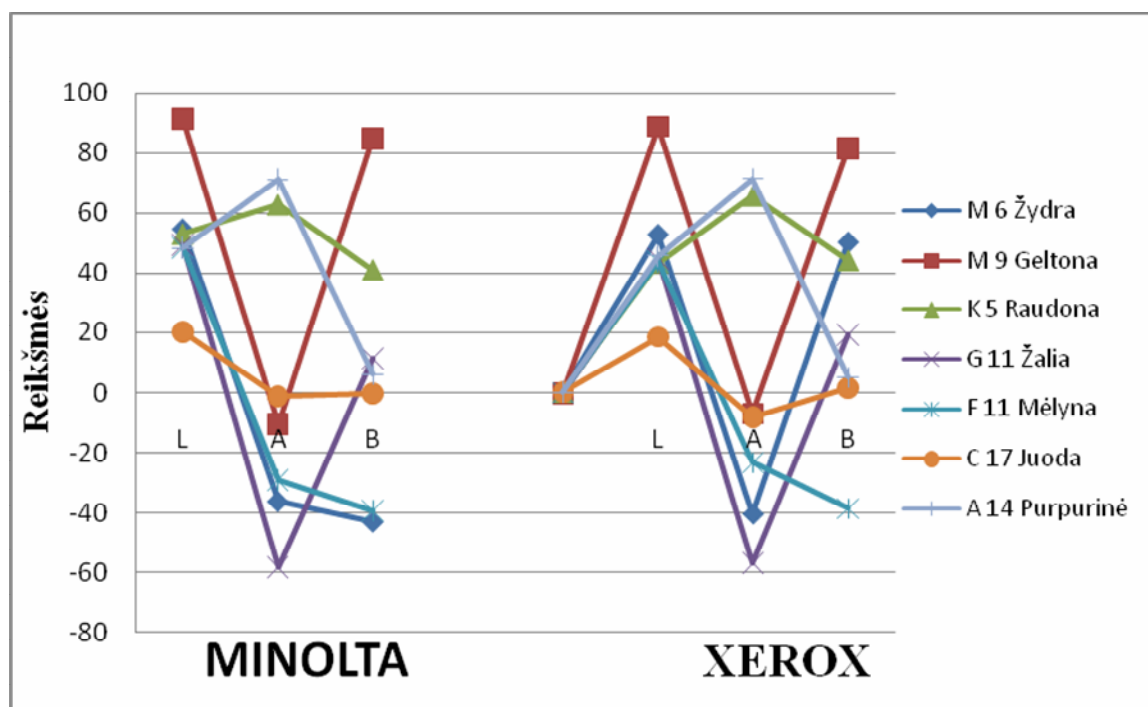
5 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* trečiosios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) grafikas



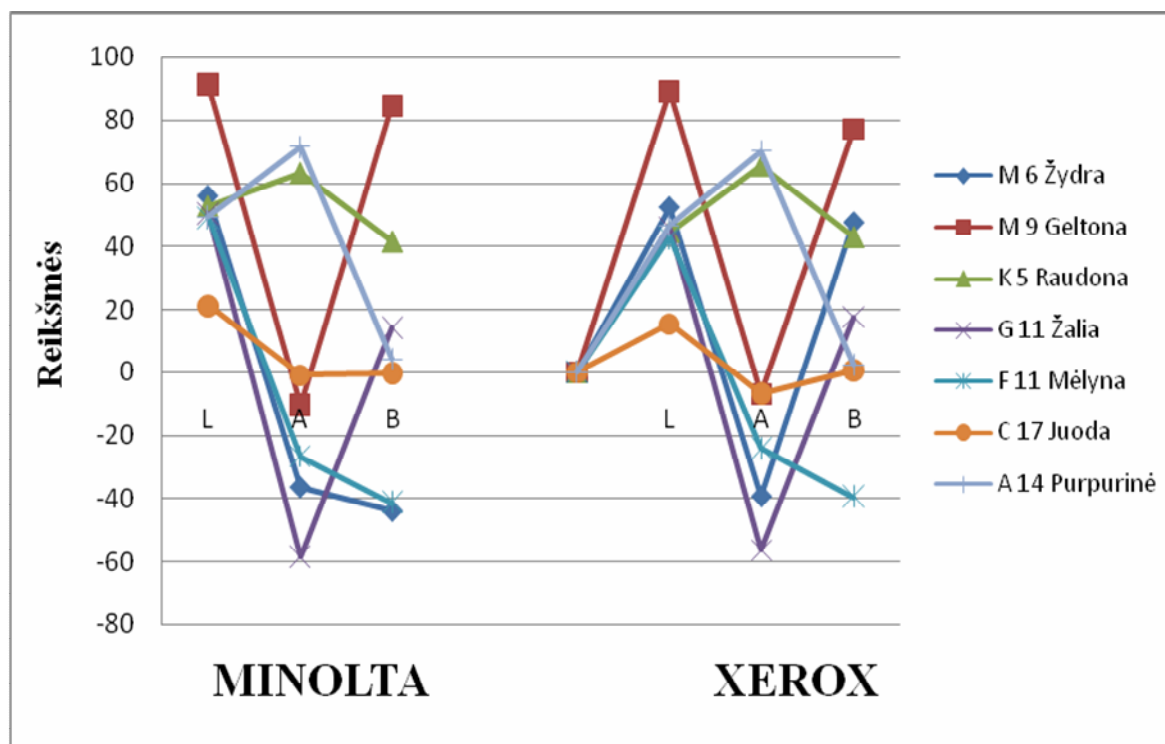
6 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametru *Lab* trečiosios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) grafikas



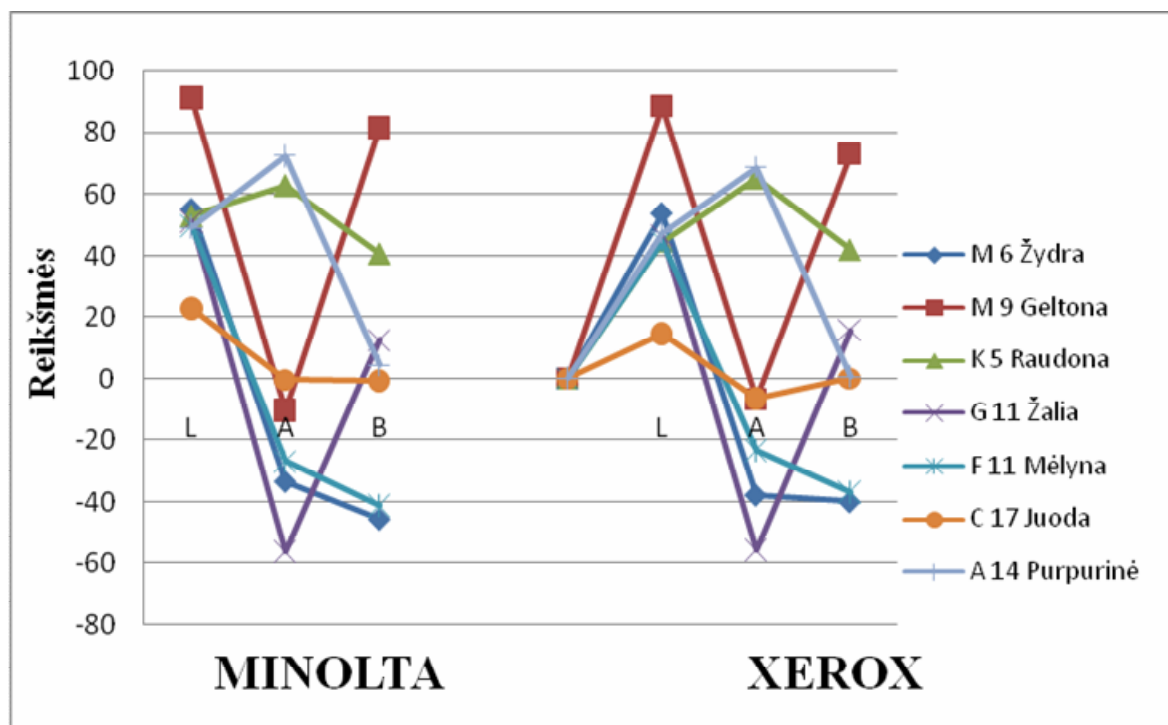
7 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametru *Lab* ketvirtosios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) grafikas



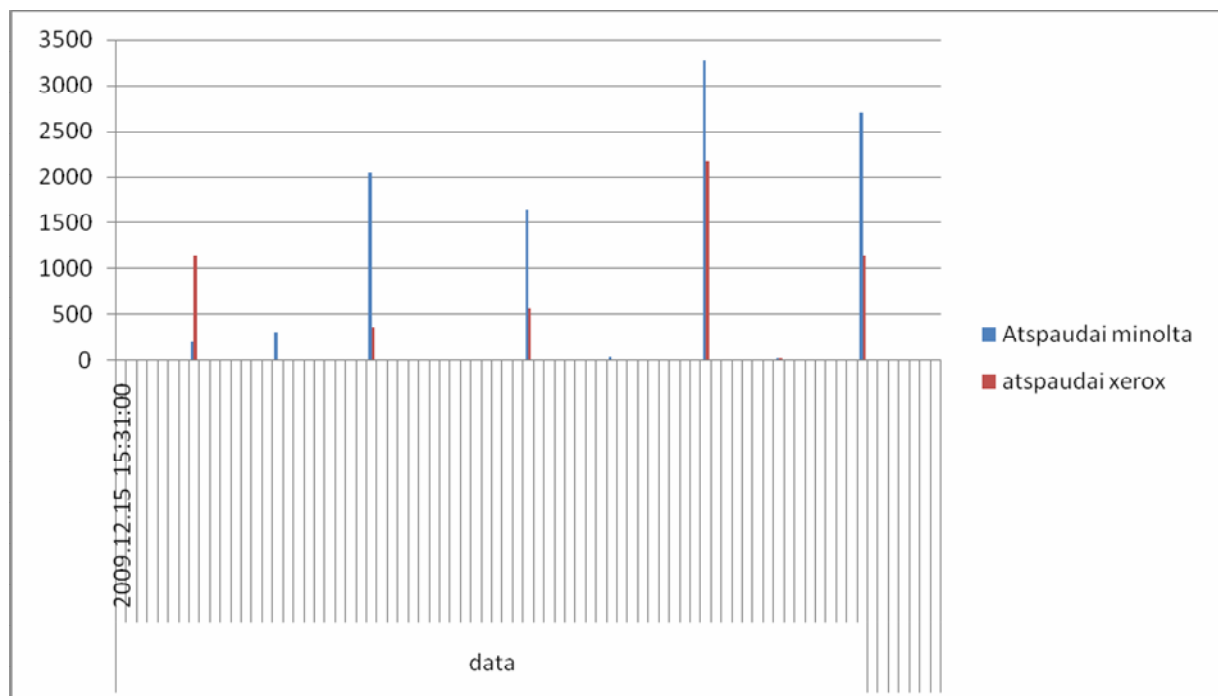
8 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametru *Lab* ketvirtosios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) grafikas



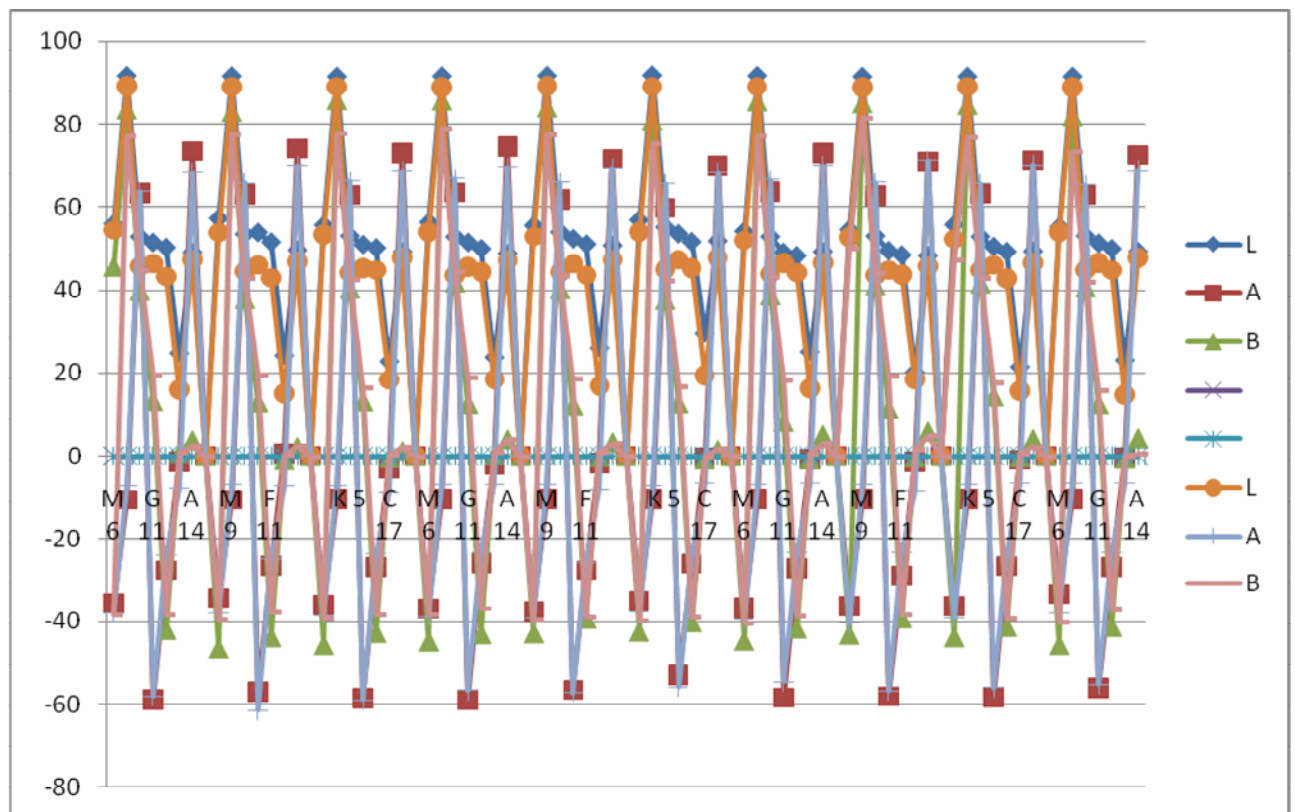
9 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametru *Lab* penktosios tyrimo dienos (prieš darbo pradžią) grafikas



10 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ gautų spaudinių parametų *Lab* penktosios tyrimo dienos (darbo pabaigoje) grafikas



11 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ atspaudų kiekio viso tyrimo metu diagrama



12 pav. Spaudos mašinų „Minolta“ ir „Xerox“ spalvų M6; M9; K5; G11; F11; C17; A14 parametrų *Lab* viso tyrimo metu grafikas