



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Greta Urbonaitė

**FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS TIKSLUMO TYRIMAS
UAB „AURIKA“**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis

KAUNAS, 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS TIKSLUMO TYRIMAS
UAB „AURIKA“**

Baigiamasis magistro projektas
Grafinių komunikacijų inžinerija (kodas 621H74002)

Vadovas

Prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis

Recenzentas

Dr. Valdas Miliūnas

Projektą atliko

Greta Urbonaitė

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Greta Urbonaitė

(Studento vardas, pavardė)

Grafinių komunikacijų inžinerija, kodas 621H74002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2016 . ¹

 Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Gretos Urbonaitės**, baigiamasis projektas tema „UAB „Aurika“ vidinių norminių dokumentų spausdinimo įrangos tikslumui sukūrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

TURINYS

SANTRAUKA.....	6
SUMMARY.....	7
ĮVADAS.....	14
1. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS RINKOS IR KOKYBĖS VADYBOS ANALIZĖ.....	15
1.1. Fleksografinės spaudos rinkos pokyčiai bei produktų konkurencingumas	15
1.2. Spaudos kokybę lemiantys faktoriai fleksografijoje.....	17
1.3. Fleksografija ir standartizacija.....	18
2. SPAUDOS ELEMENTŲ GEOMETRINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAI, NORMINIŲ NOMINALIŲ REIKŠMIŲ NUSTATYMO METODIKA	20
2.1. Linijų kokybinio vertinimo metodika.....	20
2.2. Atspausdinto teksto kokybinis vertinimas.....	21
2.3. Koreliacinė analizė.....	22
2.4. Bandomųjų spaudos lankų spausdinimo sąlygos.....	25
3. SPAUSDINTŲ LINIJŲ KOKYBINIS VERTINIMAS	26
3.1. Vienspalvės pozityvinės linijos.....	26
3.2. Negatyvinės linijos vienspalviame fone.....	27
3.3. Pozityvinės triadinio dengimo linijos.....	32
3.4. Negatyvinės linijos triadinio (CMK) dengimo fone.....	38
4. TEKSTO SPAUSDINIMO KOKYBINIS VERTINIMAS.....	46
4.1. Vienspalvio pozityvinio teksto kokybės vertinimas.....	46
4.2. Negatyvinio teksto vienspalviame (K) fone kokybės vertinimas	46
4.3. Pozityvinio triadinio dengimo (CMK) teksto kokybės vertinimas.....	50
Minimalus CMK dengimo teksto dydis	53
4.4. Negatyvinio teksto triadiniame (CMK100%) dengimo fone kokybinis vertinimas.....	54
4.5. Triadinio rastrinio teksto kokybės analizė.....	59
4.5.1. Pozityvinio rastrinio teksto kokybės analizė.....	59
4.5.2. Negatyvinio teksto rastriniame C50% M50% K50% fone kokybės analizė.....	62
4.6. Teksto atspausdinimo kokybės pustoniniame fone analizė.....	66
5. LINIJŲ IR TEKSTO RIBINIŲ VERČIŲ RINKINIO SUDARYMAS BEI TAIKYMAS PRAKTINĖJE VEIKLOJE	73
6. INOVACIJOS EKONOMINIO EFEKTYVUMO VERTINIMAS	76
6.1. Spausdinamosios medžiagos, laiko bei kaštų sąnaudos, neįdiegus vidinių norminių aktų.....	76
6.2. Spausdinamosios medžiagos, laiko bei kaštų sąnaudos, įdiegus vidinius norminius aktus.....	79
6.3. Medžiagų, laiko ir kaštų sumažėjimo efektas, įdiegus vidinius norminius aktus.....	80
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	83
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	85
PRIEDAI.....	87

Greta Urbonaitė. Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. habil. dr. Edmundas Kibirskštis; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Gamybos inžinerija, Technologijos mokslai

Reikšminiai žodžiai: *fleksografinė spauda, spalviniai atitraukimai, minimalus linijos plotis, minimalus teksto dydis*

Kaunas, 2016. 78 p.

SANTRAUKA

Šiame darbe analizuojama smulkių spaudos elementų spausdinimo, naudojant fleksografinę įrangą, problematika – kokybiškai atspausdintų grafinių elementų svarba, veiksniai, lemiantys spaudinio kokybę, fleksografinės spaudos standartizacija pasaulyje – jos privalumai bei taikymo ribotumas.

Ekspirimentinėje dalyje tiriama, ar UAB „Aurika“ siaurajuostėmis spaudos mašinomis spausdinta produkcija atitinka tarptautinėse normose nustatytus reikalavimus. Taikant statistinius metodus analizuojama, kokie veiksniai (elementų orientacija spaudos lanke, spausdinamoji medžiaga, spaudos mašina ir kt.) turi ryšį su bandinių spausdinimo kokybe bei nustatomas šio ryšio statistinis reikšmingumas. Atsižvelgiant į rezultatus, sprendžiama, kokios tikėtinos techninės bei metodologinės problemos yra būdingos gamybos bare.

Atsižvelgiant į nuolat augančius klientų reikalavimus spausdintos produkcijos kokybei bei detališkumui, įvertinama galimybė kurti grafinių elementų vidinių norminių dokumentų rinkinį pakuočių bei etikečių gamintojos UAB „Aurika“ lygmeniu. Atsižvelgiant į sukurtą dokumentaciją, taip pat pateikti pasiūlymai gamybos planavimo tobulinimui, kurių laikymasis gali padėti išvengti produkcijos kokybės svyravimų.

Inovacija pagrindžiama jos ekonominiu efektyvumu – apskaičiuota, kaip keičiasi laiko sąnaudos bei kaštai spausdinamajai medžiagai ir darbuotojų darbo užmokesčiui, įdiegus normines vertes bei patobulinus gamybos planavimo sistemą.

Urbonaitė, Greta. A Research of Accuracy of Flexography Printing in the Company JSC "Aurika": Master's thesis in Graphic Communication Engineering/ supervisor assoc. prof. Edmundas Kibirskštis. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study area and field: Production and Manufacturing Engineering, Technological Sciences

Key words: *fleksography, trapping, minimum rule width, minimum type size*

Kaunas, 2016. 78 p.

SUMMARY

This paper analyses the problem of small printing components printing using flexo equipment – the importance of quality of printed graphic elements, the factors that determine the quality of the print, the standardization of flexo printing in the world: its advantages and limitations of the application.

The research focuses on whether the products printed by JSC "Aurika" narrow web flexo printing machines meet the requirements of international norms. Statistical methods are applied to analyze what factors (printing direction, print material, printing machine, etc.) have a connection with the print quality of the samples. Also, the statistical significance of the connection is identified. Taking the results into consideration, the probable technical and methodological problems that are common in production are discussed.

Given the ever-growing customer requirements for the quality and detail of printed products, the ability to create the set of internal normative documents of graphic elements design of packaging and label manufacturer JSC "Aurika" is evaluated. Taking into account the established normative values, the guidelines for improving manufacturing planning are also proposed, which can help to prevent quality fluctuations in production.

The innovation is justified by its economic efficiency – the change in the time and cost of printed material costs and employee wages after introducing the set of normative documents of graphic elements design and improving production planning system is calculated.

IVADAS

Aukštos kokybės smulkių grafinių elementų spaudos procesų metu dažnai susiduriama su gauto atspaudo tikslumo problemomis. Viena pagrindinių priežasčių yra tai, jog šiuolaikinėse pakuotėse bei etiketėse talpinami dideli kiekiai informacijos: tai ne tik gaminio pavadinimas ar patrauklus grafinis vaizdas, tačiau taip pat - gamintojo informacija, kontaktinė informacija, brūkšninis kodas, QR kodas, pakuojamo produkto sudėtis, ekologiniai ir aplinkosauginiai ženklai, saugos ženklai ir įspėjimai, naudojimo instrukcijos, produkto kiekis, kita svarbi informacija. Didėjant ribotame plote pateikiamos informacijos kiekiams, tampa labai svarbi kokybiška, aukštos raiškos spauda. Tai itin aktualu etikečių gamyboje, kadangi dideli informacijos kiekiai spausdinami santykinai mažame paviršiaus plote.

Siekiant užtikrinti optimalią bei stabilią etikečių bei pakuočių kokybę, iškyla poreikis įvesti bendrąsias nuostatas (vidinius norminius aktus), kurios gali būti daug kartų panaudotos esamiems ir galimiems uždaviniams spręsti. Šios nuostatos apima dažniausiai praktinėje įmonės veikloje naudojamų dizaino elementų ribinių verčių nustatymą.

Šio darbo tikslas: ištirti UAB „Aurika“ spausdintos produkcijos grafinių elementų geometrijos kokybinius parametrus bei nustatyti veiksnius, turinčius įtakos rezultatams, nustatyti normines ribines smulkių spaudos elementų – plonų linijų bei tekstinės informacijos – vertes.

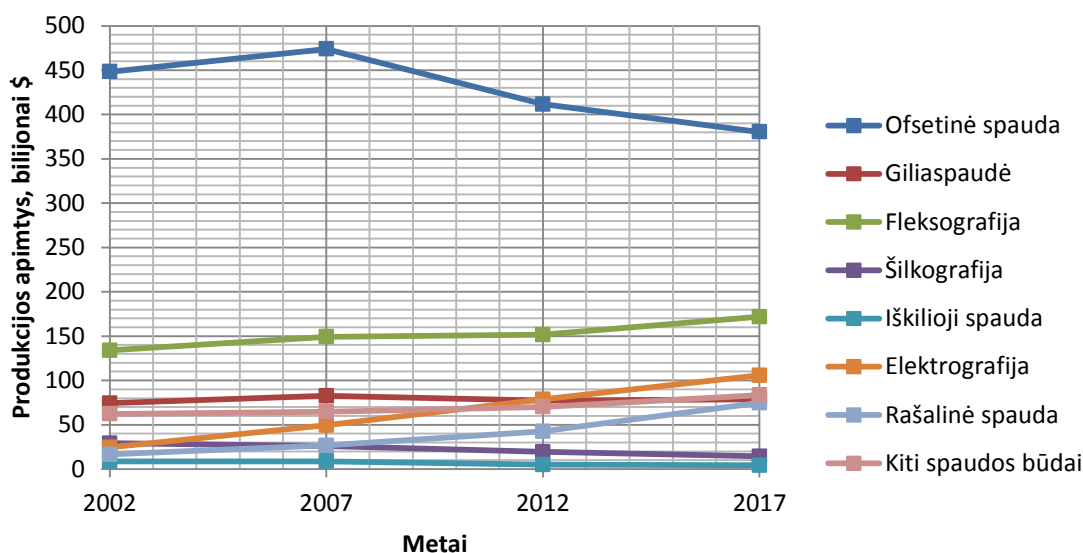
Tiksliui pasiekti iškeliami šie uždaviniai:

1. Atlikti fleksografinės spaudos rinkos, jos vystymosi tendencijų analizę bei išnagrinėti fleksografinės spaudos standartizacijos klausimą tarptautiniu lygmeniu;
2. Atlikti fleksografinės spaudos vizualinį tikslumo tyrimą visomis spaustuvės „Aurika“ turimomis siaurajuostėmis spaudos mašinomis. Tyrimo metu įvertinti svarbiausių smulkių grafinių elementų – linijų bei teksto – atkūrimo galimybes įvairiomis sąlygomis;
3. Palyginti tyrimų metu gautas reikšmes su tarptautinių standartų apibrėžiamomis vertėmis;
4. Išanalizavus tyrimų metu gautus rezultatus, atsižvelgiant į nustatytuosius reikšmingus spaudos kokybei veiksnius, sudaryti rekomenduojamų ribinių verčių dokumentą, kuris rekomenduotinas kaip įmonės vidinių norminių aktų, dalis;
5. Pateikti metodiką, kurios laikantis nustatytosios ribinės reikšmės gali būti perkeltos į kasdienę gamybinę praktiką;
6. Įvertinti pasiūlytos inovacijos ekonominį efektyvumą.

1. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS RINKOS IR KOKYBĖS VADYBOS ANALIZĖ

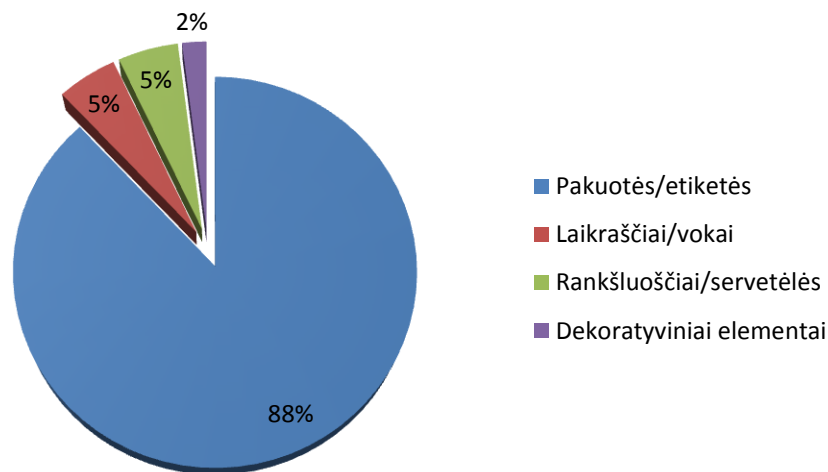
1.1. Fleksografinės spaudos rinkos pokyčiai bei produktų konkurencingumas

Strateginio bei techninio konsultavimo spaudos, pakavimo bei popieriaus gamybos pramonės organizacijos *Smithers Pira* atliktų tyrimų metu buvo siekiama išsiaiškinti pasaulines bei regionines spausdinimo pramonės tendencijas bei numatyti tolimesnes jos vystymosi kryptis ir mastus. Gauti rezultatai parodė (žr. 1 pav.), jog gana sparčiai keičiasi jėgų pusiausvyra pagal procesą [1]. Pavyzdžiui, itin sparčiai traukiasi ofsetinės spaudos rinka, tačiau fleksografijos ir skaitmeninės spaudos produkcijos mastai ir toliau sparčiai auga. Ofsetinės spaudos nuosmukis aiškinamas elektroninės leidybos populiarumu, tiražų mažėjimu. Dėl tos pačios priežasties, tapo ekonomiškai naudinga naudoti lankstesnius skaitmeninės spaudos būdus – elektrografiją ir rašalinę spaudą.



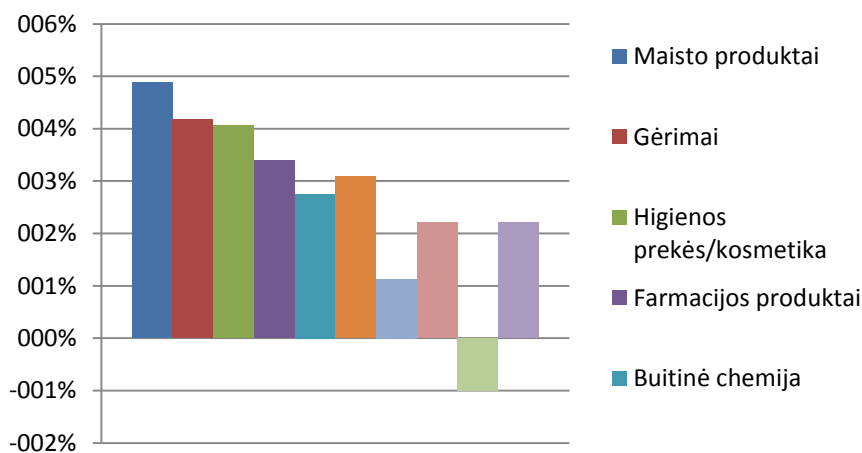
1 pav. Pasaulinės poligrafinės produkcijos apimtys pagal procesą

Tikėtina, jog fleksografinės spaudos rinkos augimas gali būti vartotojiškos kultūros bei gyventojų prieaugio didėjimo priežastis, kadangi net 88 % pasaulinės fleksografijos produkcijos sudaro pakuotės bei etiketės (žr. 2 pav.), kurios dažnai naudojamos kasdienėms, būtinosioms prekėms ženklinti ar pakuoti [2].



2 pav. Fleksografinės spaudos produkcija

Fleksografinės spaudos perspektyvumą įrodo ir *FINAT* (Europos lipnių etikečių pramonės asociacija) pateikiama ataskaita apie etikečių spausdinimo skirtingoms pramonės šakoms apimčių didėjimą 2014 m. (žr. 3 pav.). Pastebima, jog beveik visose pramonės šakose fiksuojamas ženklus etikečių produkcijos poreikio didėjimas [3]. Šie tyrimų rezultatai leidžia daryti prielaidą, jog ateityje fleksografinės spaudos rinka ir toliau plėsis.



3 pav. Etikečių gamybos augimas pagal pramonės šakas

Didėjant fleksografinės produkcijos paklausai, didėja ir pasiūla bei įmonių tarpusavio konkurencija. Įmonės konkurencingumą rinkoje lemia produkciją gaminančių ūkio subjektų struktūra, elgsena rinkoje, bei prisitaikymas prie kintančių konkurencinės aplinkos sąlygų [4].

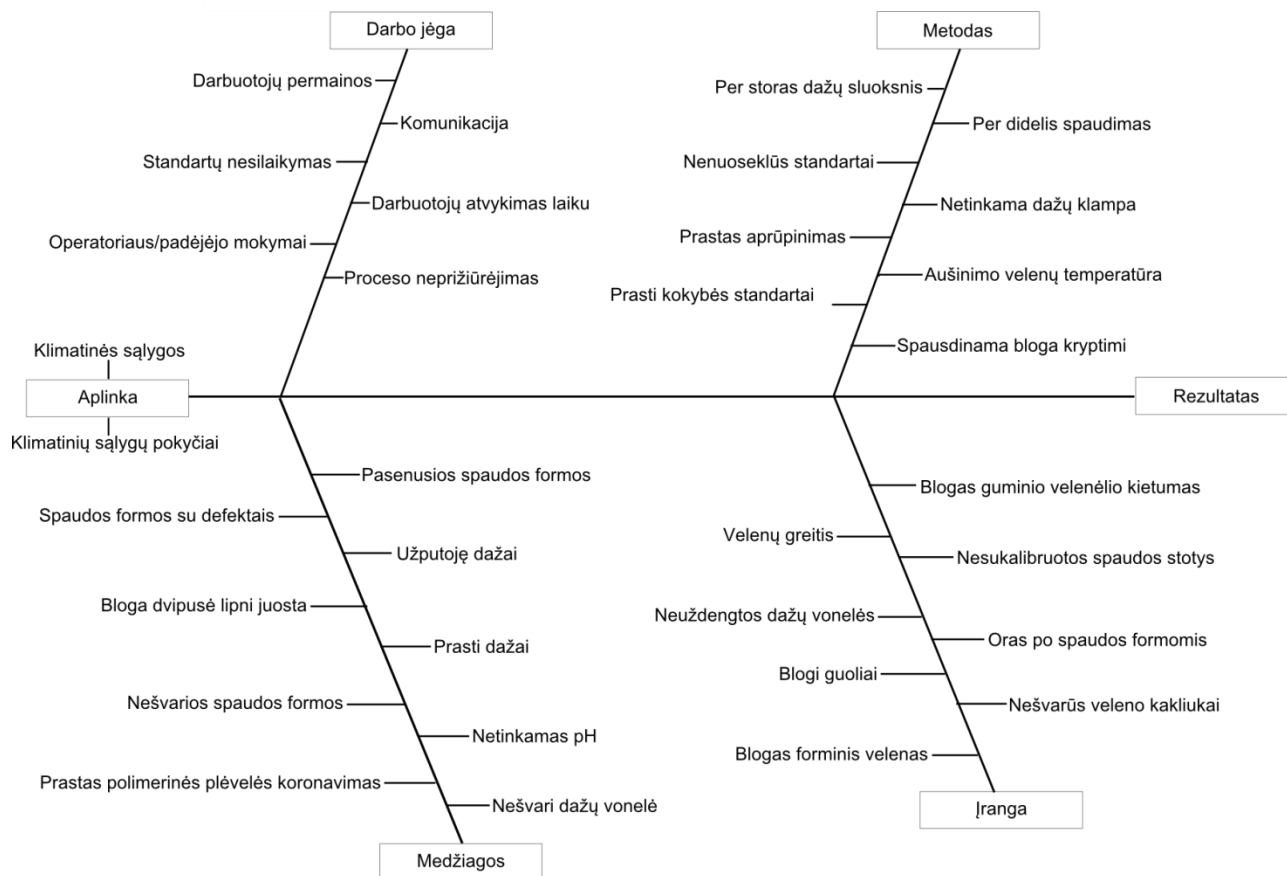
Mokslinėje literatūroje konkurencingo produkto kūrimo inžinerija dažnai vadinama kokybės inžinerija. Inžinieriaus ir statistikos specialisto Genichi Taguchi sukurtoje pramonės produkcijos kokybės gerinimo metodologijoje išskiriami trys pagrindiniai kokybės inžinerijos elementai:

1. Sisteminiis požiūris – mokslo ir inžinerijos žinių panaudojimo procesas, kurio metu sukuriamos vartotojų poreikius tenkinančios produkto funkcijos. Šiame etape vartotojo reikalavimai paverčiami projektavimo specifikacijomis;
2. Parametrų įtakos analizė – nustatomos gamybinės specifikacijos, gaminio sios dimensijos;
3. Tolerancijų nustatymas – šiame etape nustatomos gamybos tolerancijos – didžiausios leistinos kokybės charakteristikų kitimo ribos. Šis procesas reikalingas, nes dažniausiai dėl įrengimų, technologijos, medžiagų ar žmonių neįmanoma pasiekti nominalios parametro reikšmės.

Jei procesas nepajėgus gaminti produkcijos, neperžengiančios leistinų ribų, gamybinė įmonė (šiuo atveju – spaustuvė) privalo priimti sprendimą, ar jai priimtinesnės išlaidos, susijusios su reikiamos kokybės užtikrinimu, ar nuostoliai, susiję su produktais, neatitinkančiais klientų reikalavimų. Tolerancijų nustatymas yra svarbus procesas – kadangi nedidelės tolerancijos didina gamybos išlaidas, tačiau gerina produkto savybes. Didelės tolerancijos didina spaudos mašinų našumą ir darbo produktyvumą, bet daro neigiamą įtaką spaudinio kokybei ir klientų pasitenkinimo paslaugomis lygiui. Žinoma, kuo atspausdintas poligrafinis produktas tiksliau atitinka kliento lūkesčius, tuo geriau, tačiau ir tuo brangiau. Todėl praktinėje veikloje, norminant gaminių specifikacijas, tolerancijos turi būti nustatomos remiantis ekonominiais pagrindais bei ankstesne patirtimi [5].

1.2. Spaudos kokybę lemiantys faktoriai fleksografijoje

Fleksografinės spaudos kokybei įtakos turi daugybė faktorių – tik darnus ir taisyklingas darbas visuose procesuose dalyvaujančiuose (techninio dizaino, spaudos formų gamybos, spaudos) padaliniuose gali atnešti pageidaujamą galutinio produkto kokybę. Numatant, jog paruošiamieji procesai atlikti teisingai, spaudos bare atsirandančių spaudos defektų priežastis supaprastintai galima skirstyti į darbo jėgos, metodikos, įrangos, medžiagų ir aplinkos sąlygų sukeltas problemas (žr. 4 pav.) [6].



4 pav. Fleksografinės spaudos kokybę lemiantys faktoriai [6]

Remiantis šia, *fishbone* tipo diagrama, galima greitai ir efektyviai nustatyti priežastinį nekokybiško spaudinio ryšį. Tai pagalbinė priemonė, nurodanti, kuriuos gamybos nustatymus būtina nuolat stebėti. Juos kontroliuojant, galima atlikti objektyvią spaudos kokybės analizę, nustatyti spaudos mašinų kokybinius pajėgumus bei sunorminti gamybinius nustatymus.

1.3. Fleksografija ir standartizacija

Augant fleksografinės spaudos rinkai, ilgainiui atsirado ir standartizacijos poreikis, todėl 1997 m. pirmą kartą buvo išleistas *FIRST* (Fleksografijos atvaizdų reprodukovimo normos ir tolerancijos) standartas, kuris yra vienas populiariausių fleksografinės spaudos standartų pasaulyje. Šių gairių, išleistų *Flexographic Technical Assotiation* paskirtis – palengvinti komunikaciją tarp visų fleksografinės spaudos dalyvių – dizaino, techninio maketo paruošimo, spaudos formų gamybos bei spaudos padalinių. Šiame leidinyje, atsižvelgiant į fleksografinės spaudos technologijos galimybes, pateikiamos pagrindinės taisyklės, kuriomis turi vadovautis dizaino skyriaus darbuotojai [7]. Atsižvelgiant į standarto reikalavimus, sumažinami produkcijos kokybės svyravimai, stabilizuojamas ir optimizuojamas įmonės darbas. Žinoma, *FIRST* yra rekomendacinio pobūdžio dokumentas. Sparčiai tobulėjant fleksografinės spaudos techninėms galimybėms, įmonės gali įsidiesti ir savo, griežtesnius kokybės standartus. Tačiau, norint sėkmingai konkuruoti tarptautinėje rinkoje, šie

reikalavimai neturėtų būti sumažinami. Individualus spaustuvės spaudos norminių verčių rinkinys yra naudingas ir tuo, jog apima konkrečiai spaustuvei aktualius klausimus ir elementus, yra atsižvelgiama į aktualias gamybos sąlygas, įrangą, darbuotojų kvalifikaciją. Tiek tikrinant atitiktį tarptautiniams standartams, tiek planuojant sudaryti vidinį norminių verčių rinkinį, pirmiausia rengiamos bandomosios spaudos formos (angl. *fingerprint*), kuriose talpinami svarbiausi tiriamieji elementai, leidžiantys įvertinti spaudos galimybes – įvairaus storio negatyvinės ir pozityvinės linijos, skirtingo dydžio ir šriftų tekstai ir pan. Atspausdinus spaudos lankus visomis spaustuvės turimomis spaudos mašinomis, gauti rezultatai analizuojami, lyginami su žinomų standartų vertėmis, apdorojami statistiniais metodais ir, esant poreikiui, nustatomi įmonės individualūs reikalavimai [8]. Gauti rezultatai taip pat gali tapti nuoroda į spaustuvėje egzistuojančias metodologines, technines, personalo ar medžiagų problemas – pavyzdžiui, matuojant 100 % dengimo CMYK laukelius, pastebima, jog $L^*a^*b^*$ reikšmės neatitinka ISO standarte numatytų reikšmių, o tai gali reikšti tiek nekokybišką poligrafinių dažų gamintojo darbą, tiek sistemingą-metodologinę spaudėjo klaidą, parenkant netinkamo pernešimo rastrinį veleną.

Fleksografinės spaudos standartas *FIRST 5.0*, įmonėms siūlo vadovautis kokybės gerinimo ir norminimo metodologija, kurią sudaro 5 žingsniai:

1. Optimizacija – pirmasis žingsnis reikalauja, kad spaustuvininkas išanalizuotų spausdinimo procesą ir nustatytų tinkamiausius darbinis nustatymus;
2. Bandymai – šiame etape nustatomos standartinės veiklos sąlygos (siekiamybių detalizavimas ir tolerancijos), atsižvelgiant į medžiagas ir spausdinimo sąlygas;
3. Procesų kontrolė – bandinių matavimai, nustatytų siekiamybių ir tolerancijų skaičiavimai;
4. Charakterizavimas – bandymų metu gautų rezultatų įvertinimas;
5. Procesų tobulinimas – produkcijos kokybinių duomenų statistinė analizė naudojama gamybos kokybei, efektyvumui ir produktyvumui kelti [9].

Nors kiekviena spaudos mašina yra individuali ir išskirtinė – savo greičiu, stabilumu ar nusidėvėjimu, tačiau spaustuvės klientus turi pasiekti stabilios kokybės gaminiai. Todėl faktinių spausdinimo galimybių patikra yra svarbi proceso tobulinimui [10].

Taigi, pateikti žingsniai – tai gairės, kuriomis vadovaujantis, spaustuvė gali nuosekliai siekti veiklos norminimo bei produkcijos kokybės gerinimo.

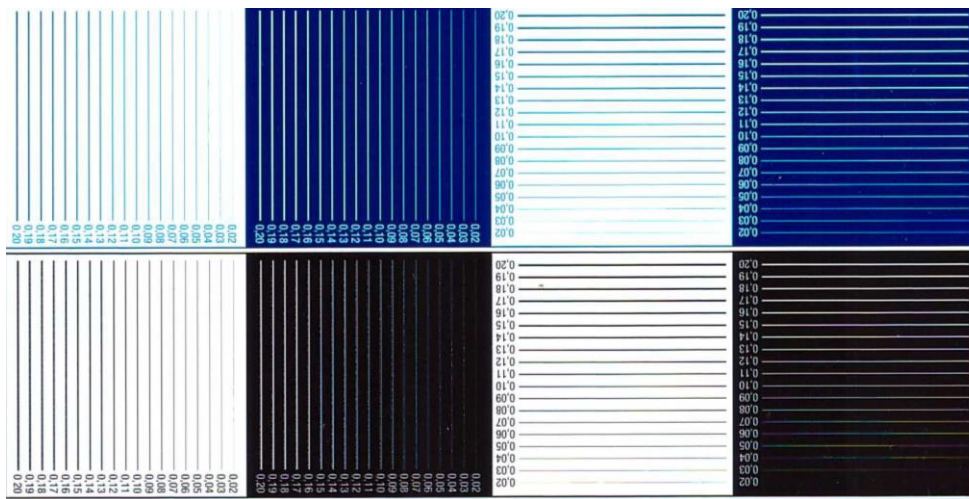
2. SPAUDOS ELEMENTŲ GEOMETRINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAI, NORMINIŲ NOMINALIŲ REIKŠMIŲ NUSTATYMO METODIKA

Siekiant patikrinti spausdinamos produkcijos kokybę, ją įvertinti bei sunorminti konkrečios spaustuvės lygmeniu, pirmiausia ruošiama bandomoji spaudos forma. Ją projektuojant būtina atsižvelgti ne tik į standartus, tokius kaip *FIRST* ar *ISO*, tačiau ir, remtis įmonės ankstesne patirtimi, vyraujančiomis tendencijomis. Svarbu nustatyti, kokie spaudos elementai turi būti patikrinti, pagerinti, sunorminti, su kokiomis problemomis ir neatitikimais įmonė susiduria dažniausiai [11]. Spaudos lankai, atspausdinti bandomąja spaudos forma, ne tik padeda įvertinti spaudos kokybę bei parengti įmonės spaudos dizaino norminius aktus, tačiau gali tapti ir svarbia priemone, identifikuojant sisteminės techninės įrangos, metodologijos, darbuotojų, žaliavų problemas. Toliau pateikiami svarbiausi spausdintos produkcijos grafiniai elementai bei jų kokybės vertinimo metodika.

2.1. Linijų kokybinio vertinimo metodika

Dėl fleksografinės spaudos dažų perdavimo principo – kuomet dažai nuo spaudos formos ant substrato perduodami slėgiu, spausdinant pozityvinius tekstus ar linijas – būdingas dažų ištryškimas į kraštus. Dėl šios priežasties, linijos bei raidės pakeičia savo geometrinius matmenis, tampa platesnės [12]. Spausdinant negatyvinius tekstus bei linijas, vyksta atvirkštinis procesas ir dėl ištryškusių dažų, grafiniai elementai susitraukia. Abejais atvejais neišvengiami tam tikri kokybiniai praradimai. Į tai privalu atsižvelgti jau grafinio dizaino kūrimo metu, todėl rekomenduotina nustatyti ribines linijų pločio vertes praktinėje veikloje dažniausiai pasitaikančiais grafinio dizaino sprendimų atvejais. Pastaruoju metu, vis dažniau naudojant daugiaspalves spaudos mašinas bei sudėtingą etikečių ir pakuočių dizaino sprendimams, tikslinga analizuoti šiuos atvejus:

1. Ploniausios kokybiškai atspausdinamos vienspalvės pozityvinės linijos;
2. Ploniausios kokybiškai atspausdinamos daugiaspalvės pozityvinės linijos (esant skirtingiems spalviniams atitraukimams);
3. Ploniausios kokybiškai atspausdinamos negatyvinės linijos vienspalviame fone;
4. Ploniausios kokybiškai atspausdinamos negatyvinės linijos daugiaspalviame fone (esant skirtingiems spalvų atitraukimams);
5. Visus šiuos atvejus tirti tiek išilgine, tiek skersine spaudos kryptimis, kadangi dėl praslydimų efekto skersine kryptimi atspausdinti elementai pakeičia matmenis.



5 pav. Linijų kokybės vertinimo bandinys

Šiam tikslui pasiekti gaminamos bandomosios spaudos formos, kuriose yra elementai su skirtingo pločio linijomis (žr. 5 pav.), o atspausdinus turimomis spaudos mašinomis, stebima, koks mažiausias linijos storis, su kuriuo dar gaunamas kokybiškas vaizdas, yra atkuriamas. Gauti rezultatai lyginami su standarto *FIRST 5.0* pateikiamomis reikšmėmis (žr. priede nr. 2). Jei gautos reikšmės yra didesnės už rekomenduotinas reikšmes, patariama peržvelgti technologinį procesą, ieškant neatitikties priežasties, kadangi gaminama produkcija pagal tarptautines normas vertinama kaip nekokybiška.

2.2. Atspausdinto teksto kokybinis vertinimas

Etikečių bei pakuočių spaudoje, vienas svarbiausių grafinių elementų yra tekstas, suteikiantis vartotojui informacijos apie produktą, jo vartojimą, sudėtines dalis ir kt. Todėl aiškiai įskaitomas tekstas yra vienas svarbiausių šių gaminių spaudos kokybės rodiklių [13]. Metodas, vertinant teksto ribines geometrines vertes, yra panašus į linijų analizę. Stebima, kokio mažiausio dydžio raidės spaudos mašinos geba atspausdinti kokybiškai. Tiesa, vertinant teksto kokybę, itin svarbu atsižvelgti į konkrečios spaustuvės poreikius, kadangi esama skirtingų rašto sistemų – lotyniškasis raidynas, kirilica, arabiškieji rašmenys. Pavyzdžiui, Europos įmonei, spausdinančiai vietinei rinkai - netikslinga tirti arabiškųjų rašmenų spausdinimo galimybių. Šiame darbe, atsižvelgiant į Lietuvos geografinę padėtį, analizuojamas tik lotyniškasis raidynas. Taip pat verta atskirai analizuoti ir serifinius bei beserifinius šriftus bei atsižvelgti į praktinėje veikloje dažniausiai naudojamas techninio dizaino variacijas. UAB „Aurika“ išskiriami šie teksto grafinio dizaino sprendimai (žr. 6 pav.):

1. Vienspalvės pozityvinės raidės;
2. Negatyvinės raidės vienspalviame fone;
3. Daugiaspalvės pozityvinės raidės;
4. Negatyvinės raidės daugiaspalviame fone, esant įvairaus dydžio spalvų atitraukimams;
5. Pustoninės pozityvinės daugiaspalvės raidės;

6. Negatyvinės raidės daugiaspalviame pustoniniame fone;
7. Vienspalvės raidės pustoniniame vienspalviame fone (esant skirtingam foniniam dengimui).



6 pav. Serifinio teksto spausdinimo kokybinis testas

Ribinės vienspalvių pozityvinių ir negatyvinių raidžių vertės yra pateikiamos *FIRST 5.0* standarte. Tačiau siekiant pasiūlyti klientams kuo geresnės kokybės spaudinius bei įgyti konkurencinį pranašumą, siūloma spaustuvei nustatyti vidines ribines vertes. Todėl tyrimų metu gauti rezultatai statistiškai apdorojami, analizuojami bei nustatomos įmonės vidinės ribinės vertės, kurias rekomenduotina įtraukti į etikečių gamintojos spaudos norminių aktų rinkinį. Taip išvengiama kiekvieno atskiuro atvejo analizės ateityje ir, iš dalies automatizuojami paruošimo spaudai procesai.

2.3. Koreliacinė analizė

Koreliacinė analizė – koreliacinės priklausomybės tarp dviejų (ar daugiau) atsitiktinių požymių ar faktorių statistiniai metodai [21]. Pats koreliacinės analizės metodas neatskleidžia ryšių tarp reikšmių atsiradimo priežasčių – jis tik kiekybiškai išmatuoja tų ryšių stiprumą [22]. Esant didelei koreliacijai tarp dviejų kintamųjų X ir Y, išskiriamos galimos trys priežastys:

1. Kintamasis X daro poveikį kintamajam Y;
2. Kintamasis Y daro poveikį kintamajam X;
3. Abu kintamieji X ir Y yra veikiami kažkokio trečio kintamojo.

Todėl analizės metu nustatytas ryšys negali būti interpretuojamas kaip priežastingumas, o tik kaip asociacijos arba ryšio matas [23].

Vienas iš tyrimų metu naudojamų analizės metodų – koreliacinė analizė. Ja siekiama išsiaiškinti, kokį poveikį turi tam tikri spausdinimo faktoriai (spaudos elementų orientacija spausdinimo krypties atžvilgiu, spausdinamoji medžiaga, spaudos mašinos ir kt.) smulkių spaudos elementų – linijų bei teksto – atkūrimui. Koreliacinių ryšių bei jų stiprumo žinojimas gali būti naudingas dėl šių priežasčių:

1. Mažiausių kokybiškai atkuriamų spaudos elementų verčių nustatymas padeda suprasti, į kuriuos faktorius galima neatsižvelgti ir kurie iš jų yra iš tiesų svarbūs – norminimo procesas supaprastinamas;
2. Lankstesnė ir patikima gamyba – žinant tam tikrų faktorių įtaką galutiniam rezultatui, galima geriau organizuoti gamybos procesus. Pavyzdžiui, spausdinamajai medžiagai neturint koreliacinio ryšio su galutinio rezultato reikšmėmis, kartojant tiražą galima jas keisti, nekeičiant dizaino elementų dydžio makete, taip pat ir negaminant naujų spaudos formų;
3. Tokios informacijos žinojimas palengvina tiek dizaino specialistų darbą, tiek klientų apsisprendimą dėl naudojamų dizaino elementų, spausdinamųjų medžiagų ir kt.;
4. Lengviau išvengti sisteminių klaidų bei padeda optimizuoti gamybos procesus.

Ryšio stiprumas yra nustatomas naudojant koreliacijos koeficientus. Tai bedimensiniai dydžiai, kintantys nuo -1 iki +1, arba nuo 0 iki +1. Pagal šio koeficiento dydį yra daromos išvados apie ryšio stiprumą – kuo koreliacijos koeficientas $|r|$ artimesnis 1, tuo ryšys tarp kintamųjų yra stipresnis. Kuo koeficientas artimesnis 0, tuo ryšys silpnesnis, arba jo visai nėra. 1 lentelėje pateikiamas ryšio, kurį aprašo koreliacijos koeficientas – interpretavimas.

1 lentelė

Koreliacijos koeficiento vertės interpretavimas

Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė										
Labai stipri	Stipri	Vidutinė	Silpna	Labai silpna	Nėra ryšio	Labai silpna	Silpna	Vidutinė	Stipri	Labai stipri
-1	nuo -1 iki -0,7	nuo -0,7 iki -0,5	nuo -0,5 iki -0,2	nuo -0,2 iki 0	0	nuo 0 iki 0,2	nuo 0,2 iki 0,5	nuo 0,5 iki 0,7	nuo 0,7 iki 1	+1

Yra skiriami du pagrindiniai koreliacijos koeficientų tipai, nustatantys ryšio stiprumą tiesiškumo arba monotoniškumo prasme.

Pearson'o koreliacijos koeficientas – tiesinio ryšio stiprumo matas. Jis gali būti naudojamas, kai stebimų atsitiktinių dydžių X ir Y skirstiniai yra normalieji (reikšmės yra išmatuotos intervalų arba santykių skalėje). Pearson'o koreliacijos koeficientas apskaičiuojamas taikant formulę:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N \sigma_X \sigma_Y} \quad (1)$$

čia \bar{X}, \bar{Y} – atitinkamai kintamųjų X ir Y vidurkiai, σ_X, σ_Y – jų vidutiniai kvadratiniai nuokrypiai, N – imties dydis.

Spearman'o ranginės koreliacijos koeficientas r_s apibūdina ryšio tarp X ir Y stiprumą monotoniškumo prasme, t.y. X didėjant, Y monotoniškai didėja (nebūtinai tiesiškai), kai $r_s > 0$ arba mažėja, kai $r_s < 0$. Spearman'o koreliacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n^3 - n} \quad (2)$$

Čia n – lyginamų elementų skaičius, D_i^2 – skirtumas tarp rangų poros.

Intervaliniams kintamiesiems, kuriems normalumo prielaida nėra tenkinama, ir ranginiams kintamiesiems yra skaičiuojamas Spearman'o arba Kendall'o τ -b koreliacijos koeficientas. Tyrimų metu ieškomas Spearman'o koreliacijos koeficientas, kadangi ieškomas nebūtinai tiesinis ryšys tarp pasirinktų kintamųjų.

Statistinis reikšmingumas. Atliekant koreliacinę analizę visada vertinamas ne tik koreliacijos (r) stiprumas bet ir statistinis reikšmingumas. Tai daroma siekiant įsitikinti, jog gauta koreliacija yra neatsitiktinis sutapimas. Tiek Spearman'o, tiek Pearson'o koreliacijos koeficientų reikšmingumo tikrinimui, iškeliami hipotezė apie populiacijos koreliacijos koeficiento lygybę nuliui:

$$H_0: \rho = 0, H_a: \rho \neq 0$$

Pasirenkamas reikšmingumo lygmuo α , t. y. galimybė padaryti pirmos rūšies klaidą (atmesti H_0 , kai ji teisinga), kuris paprastai esti 5 % (0,05) arba 1 % (0,01). Hipotezei H_0 tikrinti naudojama Stjudento statistika:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}; \quad (3)$$

čia r- imties Pearson'o arba Spearman'o koreliacijos koeficientas, n – imties didumas

SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences) – vienas populiariausių statistinės informacijos apdorojimo programinių paketų. Pagrindinis programos privalumas – didelė šiuolaikinių statistinių analizės metodų pasirinktis bei duomenų analizės rezultatų vizualizavimo priemonių (duomenų pateikimo lentelių, diagramų, skirstinių kreivių) įvairovė, lengvai įvaldoma dialoginė sąsaja. SPSS programinis paketas taikomas sociologijoje, psichologijoje, biologijoje, medicinoje,

rinkodaroje, kokybės valdymo procese. SPSS šiame darbe naudojama statistiniam tyrimo duomenų apdorojimui – koreliacinei analizei, faktorių statistinio reikšmingumo nustatymui bei grafinei aprašomajai statistikai.

2.4. Bandomųjų spaudos lankų spausdinimo sąlygos

Nors spausdinio kokybė yra glaudžiai susieta su paruošiamųjų procesų kokybe, tačiau net ir spaudos bare galima atlikti tam tikras manipuliacijas ir lemti galutinį rezultatą ne tik spalvų suvedimo tikslumu. Operatorius gali keisti rastrinius velenus, sąlygojančius, kokio storio dažų sluoksnis bus pernešamas ant substrato, dvipusę lipnią juostą spaudos formoms klijuoti [17]. Parenkant minkštesnę putintą juostą, pastarosios deformacijomis kompensuojamos spausdinamųjų elementų deformacijos ir išsaugomi smulkūs rastriniai elementai [18]. Visgi, šios manipuliacijos spausdinant standartinėmis CMYK spalvomis atliekamos tik išskirtiniais atvejais. Rastrinių (aniloksinių) velenų tūris parenkamas toks, jog iš tiekėjo gaunamų dažų spalvinės $L^*a^*b^*$ koordinatės atitiktų ISO 12647-2 arba FOGRA 27L - 30L standartines vertes. Dvipusę lipni juosta parenkama vidutinio kietumo – tinkanti tiek pilno dengimo elementams, tiek rastriniams vaizdams spausdinti. Bandymų metu naudojami vienodi poligrafiniai dažai, vienodo pernešimo rastriniai velenai, žaliavos visoms spaudos mašinoms – iš to pačio rulono. Siaurajuostėms spaudos mašinoms bandomosios spaudos formos klijuotos ant tų pačių forminių velenų ir atliktas vienas kljavimas visam bandymų ciklui. Taip pat vienodos ir klimatinės sąlygos – visi bandymai atlikti vienoje patalpoje esančiomis spaudos mašinomis. 1 lentelėje nurodytos tyrimų sąlygos. Spausdinamosios medžiagos bandymams buvo parinktos atsižvelgiant į tai, jog šiuo metu pasaulyje 48 % etikečių spausdinama ant lipnaus popieriaus ir 36 % lipnių polimerinių plėvelių [20]. Abi žaliavų rūšys užima didžiąją rinkos dalį, tačiau turi skirtingą paviršiaus morfologiją, o tai gali lemti spausdinimo rezultatus. Norint patikrinti šią prielaidą, bandymai atliekami ant kreiduoto lipnaus popieriaus Coat, nekreiduoto Vellum popieriaus ir vieno populiariausių polimerų etikečių spaudoje – lipnios polipropileno plėvelės.

2 lentelė

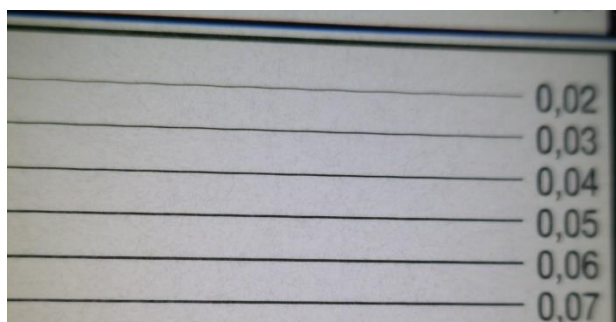
Bandymo sąlygos

Spaudos mašina	Bandymų metu naudojamos spaudos stotys	Dažų tipas	Aniloksinių velenų pernešimas, bcm		Spausdinamoji medžiaga	Oro temperatūra, °C	Santykinis oro drėgnumas, %
Gallus EM280-7 (kodas – G1) Gallus EM280-8 (kodas - G3) Gallus EM280-5 (kodas - A2) Gallus EM280-6 (kodas – A1)	1,2,3,4,5	UV	C	5,5	Coat popierius Polipropileno plėvelė Vellum popierius	23	50
			M	3,3			
			Y	2,7			
			K	4,5			
			P	6,5			

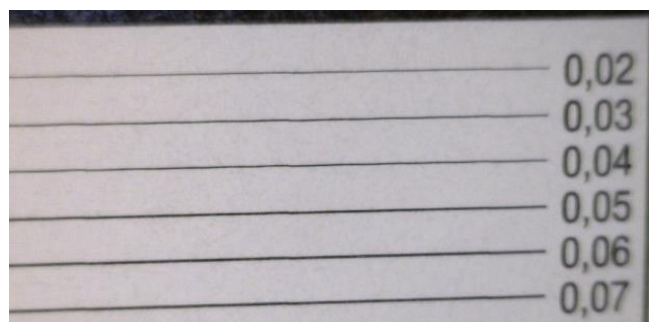
3. SPAUSDINTŲ LINIJŲ KOKYBINIS VERTINIMAS

3.1. Vienspalvės pozityvinės linijos

Spausdinant vienspalves pozityvines linijas ant abiejų rūšių popieriaus bei ant polipropileno plėvelės skirtingomis spaudos mašinomis bei linijas orientuojant skirtingomis kryptimis spausdinimo krypties atžvilgiu, vizualiai buvo įvertinta, kokio storio ploniausia linija dar atspausdinama kokybiškai – be pertrūkių.



7 pav. Vienspalvės pozityvinės linijos orientuotos išilgine kryptimi. Be pertrūkių ar kitų defektų atkuriamos 0,02 mm storio linijos



8 pav. Vienspalvės pozityvinės linijos orientuotos skersine kryptimi. Be pertrūkių ar kitų defektų atkuriamos 0,02 mm storio linijos

Tyrimo rezultatai pateikiami 3 lentelėje. Jie lyginami su *FIRST 5.0* standarto nustatomomis reikšmėmis. Pastebima, jog nei viename iš bandinių ploniausios kokybiškai atspausdintos linijos storis neviršijo standarto nustatytų reikšmių ir buvo lygios ploniausioms bandytoms linijoms (0,02 mm > *FIRST 5.0*) (7 ir 8 pav.). Taigi, galima daryti išvadą, jog visomis spaudos mašinomis, tiek skersine, tiek išilgine spaudos kryptimis, ant skirtingų spausdinamųjų žaliavų, pozityvinės linijos yra atspausdinamos kokybiškai.

3 lentelė

Ploniausios atspausdinamos linijos ant skirtingų spausdinamųjų medžiagų

Spaudos mašina/sp. kryptis		Išilginė kryptis	Skersinė kryptis
Min. linijų storis ant Vellum, mm	G1	0,02	0,02
	G3	0,02	0,02
	A1	0,02	0,02
	A2	0,02	0,02
	FIRST 5.0	0,13	0,13
Min. linijų storis ant Coat, mm	G1	0,02	0,02
	G3	0,02	0,02
	A1	0,02	0,02
	A2	0,02	0,02
	FIRST 5.0	0,13	0,13
Min. linijų storis ant PP GW, mm	G1	0,02	0,02
	G3	0,02	0,02
	A1	0,02	0,02
	A2	0,02	0,02
	FIRST 5.0	0,10	0,10

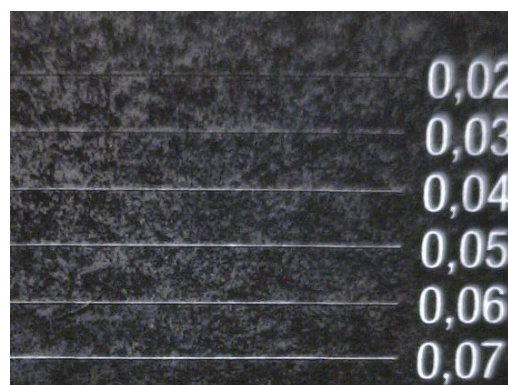
Siekiant įgyti konkurencinį pranašumą su itin aukštos raiškos spausdinta produkcija, rekomenduojama laikytis ne tik *FIRST 5.0* numatomų minimalių plonų linijų ribinių verčių, tačiau nusistatyti ir vidines rekomendacines normas bei taip efektyviau išnaudoti technines spaudos mašinų galimybes. Vienspalvių pozityvinių linijų atžvilgiu, visais atvejais, nepriklausomai nuo spausdinamosios medžiagos, linijų krypties ar spaudos įrenginio, buvo atspausdinamos linijos iki 0,02 mm – šią vertę ir nustatome kaip mažiausią ribinę vertę vienspalvių pozityvinių linijų atveju.

3.2. Negatyvinės linijos vienspalviame fone

Analogiškai buvo analizuojamos ir plonos negatyvinės linijos vienspalviame (K) fone. Vizualiai vertinant linijų spaudos kokybę, stebima, ar pastarosios išlaiko savo ilgį, keičiantis storiui, taip pat - ar jos netrūkinėja ir neišnykta. Siekiant įvertinti, ar praslydimas turi didelę įtaką plonų linijų kokybiniams parametrams, analizuojamos ploniausios kokybiškai atspausdinamos negatyvinės linijos tiek skersine, tiek išilgine spaudos kryptimis. Spausdinant šiuos dizaino elementus, pastebima ploniausių linijų spausdinimo problematika - skirtingai nuo pozityvinių linijų, 0,02 mm pločio linijos nebuvo atspausdinamos kokybiškai (žr. 9 ir 10 pav.). Taip pat – išilgine kryptimi spausdintos linijos buvo pastebimai ryškesnės, turėjo mažiau pertrūkių, esant mažam linijų pločiui.



9 pav. Vienspalvės negatyvinės linijos, orientuotos išilgine kryptimi



10 pav. Vienspalvės negatyvinės linijos, orientuotos skersine kryptimi

Keturiomis spaudos mašinomis gauti duomenys buvo lyginami su *FIRST 5.0* numatytais reikšmėmis. Rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė

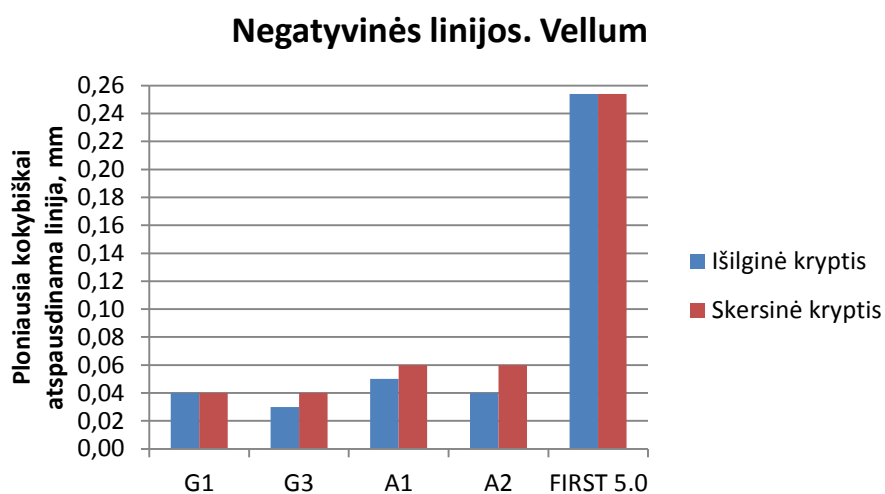
Minimalus vienspalvių negatyvinių linijų storis

Spaudos mašina/sp. kryptis		Išilginė kryptis	Skersinė kryptis
Min. linijų storis ant Vellum, mm	G1	0,040	0,050
	G3	0,030	0,040
	A1	0,050	0,050
	A2	0,070	0,070
	FIRST 5.0	0,254	0,254

Min. linijų storis ant Coat, mm	G1	0,040	0,040
	G3	0,030	0,050
	A1	0,040	0,060
	A2	0,040	0,080
	FIRST 5.0	0,254	0,254
Min. linijų storis ant PP GW, mm	G1	0,030	0,050
	G3	0,030	0,040
	A1	0,030	0,050
	A2	0,040	0,070
	FIRST 5.0	0,200	0,200

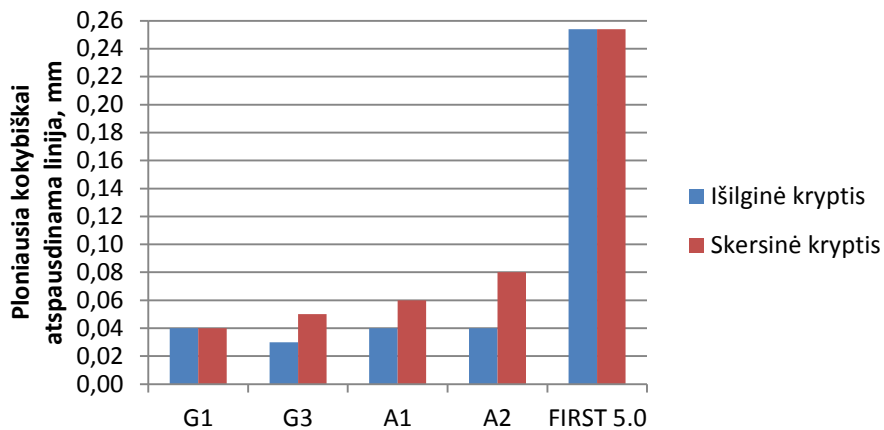
7 ir 8 pav. pateiktos lyginamosios histogramos, kuriose atsiskleidžia spaudos mašinų galimybės plonų negatyvinių linijų vienspalviame fone spausdinimui - skirtumai tarp rezultatų gautamų skersine bei išilgine kryptimis, taip pat tyrimų rezultatai lyginami su *FIRST 5.0* standarto reikšmėmis.

Vienas didžiausių skirtumų spausdinant plonas pozityvines bei negatyvines linijas yra tai, jog atkuriant plonas vienspalves negatyvines linijas, būdinga tai, kad, sudarius per didelį spaudimą tarp spausdinamosios medžiagos ir spaudos formos, dažai gali išstrykšti ir padengti paviršius, kuris neturi būti dažomas. Taip plonos negatyvinės linijos gali dar suplonėti ir net visai išnykti. Negatyvinių linijų kokybei įtakos gali turėti ir praslydimo efektas, kuomet spaudos forma šiek tiek praslysta spausdinamąja medžiaga. Histogramose 11, 12 ir 13 akivaizdu, jog visomis spaudos mašinoms, ant visų spausdinamųjų žaliavų skersine kryptimi orientuotos linijos buvo atkuriamos blogiau nei orientuotos išilgine kryptimi. Tačiau nepaisant pasireiškusių nepageidaujamų efektų, visos negatyvinės linijos vienspalviame fone atitiko *FIRST 5.0* standarto reikalavimus su didele atsarga.



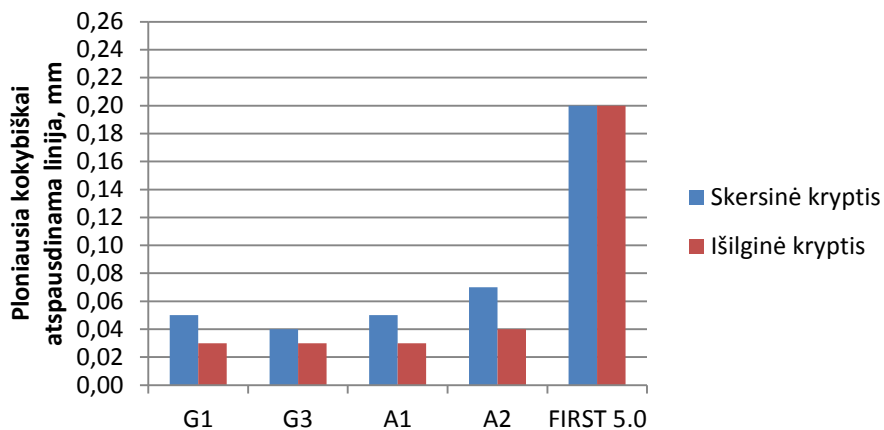
11 pav. Minimalus vienspalvių negatyvinių linijų storis skirtingoms spaudos mašinoms ant Vellum popieriaus

Negatyvinės linijos. Coat



12 pav. Minimalus vienspalvių negatyvinių linijų storis skirtingoms spaudos mašinoms ant Coat popieriaus

Negatyvinės linijos. PP GW



13 pav. Minimalus vienspalvių negatyvinių linijų storis skirtingoms spaudos mašinoms ant PP GW plėvelės

Esant tokiam dideliame skirtumui tarp *FIRST 5.0* ribinės vertės bei realiomis sąlygomis atkuriamų ploniausių linijų, įmonei rekomenduojama nusistatyti griežtesnius reikalavimus bei juos įtraukti į savo vidinę norminę dokumentaciją. Tam, pirmiausia, turėtų būti įvertinti svarbiausi atkuriamumą lemiantys veiksniai bei jų reikšmingumas.

Koreliacinei analizei atlikti, SPSS programoje buvo sudarytas bandymų rezultatų duomenų dokumentas, kurio kintamieji buvo spaudos mašinos, spausdinamoji medžiaga bei spausdinimo kryptis. Bandiniuose buvo įvertinta, kokia ploniausia linija atspausdinama kokybiškai. Analizės tikslas - įvertinti veiksnius, lemiančius vienspalvių negatyvinių linijų spausdinimo kokybę.

Apskaičiavus Spearman'o koreliacijos koeficientus bei statistinį reikšmingumą (rezultatai pateikiami 5 lentelėje), galima teigti, jog svarbiausias iš nagrinėtųjų faktorių, spausdinant plonas negatyvines vienspalves linijas, yra linijų orientacija spausdinimo krypties atžvilgiu – kryptį ir ploniausią atspausdinamą liniją sieja stiprus ir statistiškai reikšmingas (0,01 lygiu) koreliacinis ryšys.

Nustatyta, jog spaudos mašinos parinkimas taip pat turi įtakos vienspalvių negatyvinių linijų spausdinimo kokybei – šis ryšys vidutinio stiprumo ir reikšmingas 0,05 lygiu. Vertinant spausdinamosios medžiagos reikšmę ploniausiai atspausdinamoms linijoms, nustatyta, jog šiuos veiksnius sieja silpnas koreliacinis ryšys, tačiau jis nėra statistiškai reikšmingas, tad nustatant rekomendacines ribines vertes vienspalvėms negatyvinėms linijoms, jas netikslinga nustatyti atskirai kiekvienai spausdinamajai medžiagai.

5 lentelė

Vienspalvių negatyvinių linijų koreliacinė analizė

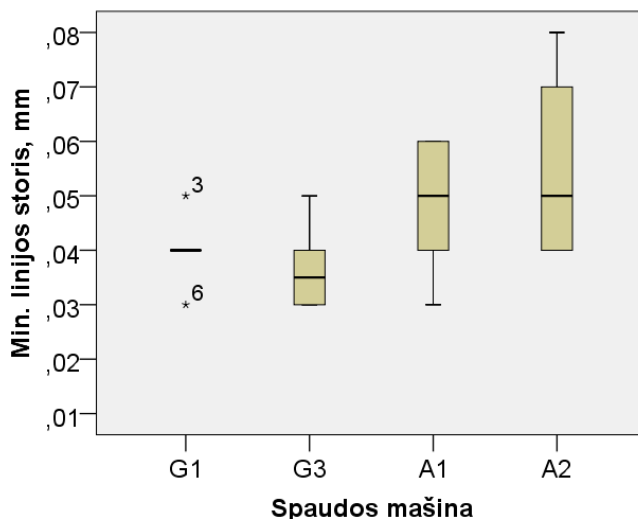
		Ploniausia atspausdinta linija
Spaudos mašina	Koreliacijos koeficientas	0,434*
	Reikšmingumas	0,034
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koeficientas	-0,127
	Reikšmingumas	0,553
Spausdinimo kryptis	Koreliacijos koeficientas	-0,686**
	Reikšmingumas	0,000

*Koreliacija yra reikšminga 0,05 lygiu

**Koreliacija yra reikšminga 0,01 lygiu

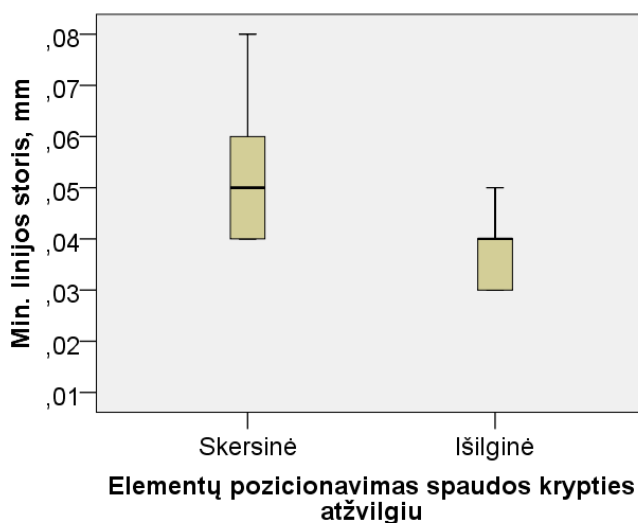
14 pav. matome ploniausios atspausdinamos negatyvinės linijos vienspalviame fone storio priklausomybes pagal spaudos mašinas. Koreliacine analize buvo nustatyta, jog jų parinkimas turėjo reikšmingą įtaką galutiniams rezultatams. Grafike pastebima, jog kokybiškiausiai plonos linijos buvo atspausdinamos G1 ir G3 spaudos mašinomis, prasčiausiai – A2 spaudos mašina. Nors vidutinės ploniausių atspausdinamų linijų reikšmės A1 ir A2 spaudos mašina buvo gautos tokios pačios – lygios 0,05 mm, tačiau A2 mašina gauti rezultatai buvo labai išsisklaidę (varijavo nuo 0,04 mm iki 0,08 mm), o tai yra nuoroda į tam tikrą proceso stabilumo trūkumą. Tuo tarpu ploniausių linijų storio vertės, atspausdintų G1 ir G3 spaudos mašinomis, svyravo nuo 0,03 mm iki 0,05 mm. Pastebima, jog *SPSS Statistics* programa G1 spaudos mašinos ribinius rezultatus, grafike pažymėtus 3 ir 6 skaitmenimis, interpretavo kaip statistines išskirtis. Tai netipinės ir retos reikšmės, kurios yra žymiai nukrypusios nuo kitų duomenų pasiskirstymo. Šie duomenys, arba tikrai atspindi tiriamojo reiškinio (kintamojo) tikrąsias savybes, arba yra matavimo klaidų arba anomalinių reiškinų padarinys. Dėl to, išskirtys dažnai neįtraukiamos į tiriamąjį modelį [24]. Taigi, statistiškai šios išskirtys gali būti interpretuojamos kaip neaprašančios reiškinio tikrųjų savybių. Tokiu atveju, G1 spaudos mašina gaunami plonų negatyvinių linijų rezultatai gali būti interpretuojami kaip itin tikslūs ir patikimi. Skirtingi tikslumo rezultatai gali būti nulemti daugybės veiksnių – nuo spaudėjų kvalifikacinio lygio, netinkamai parinktų spausdinimo nustatymų iki spaudos mašinų eksploatacijos laiko – detalių, konstrukcijų susidėvėjimo. Paskutinę prielaidą iš dalies gali patvirtinti faktas, jog A1 ir A2 spaudos mašinų eksploatacijos laikas yra ilgesnis nei G1 ir G3 spaudos mašinų, tad, tikėtina, jog pastarųjų įrenginių konstrukcija yra mažiau susidėvėjusi ir patikimesnė – taip, kaip patvirtina ir gau-

nami rezultatai. Visgi, tai yra tik hipotezė, kuriai patvirtinti ar paneigti trūksta duomenų, ji reikalauja išsamesnio tyrimo.



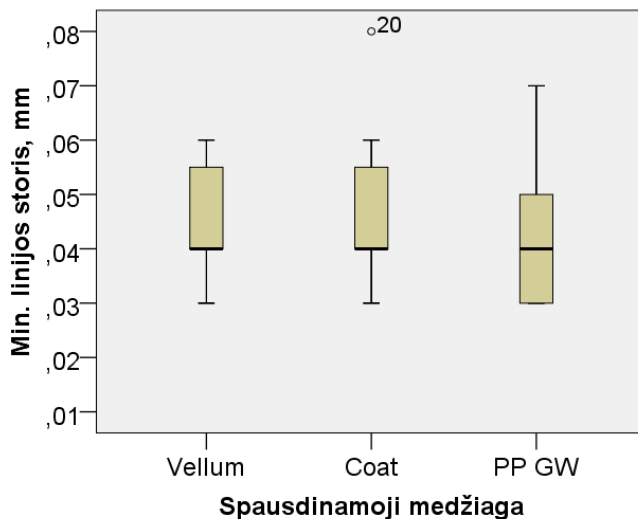
14 pav. Minimalus negatyvinių linijų vienspalviame fone storis skirtingoms spaudos mašinoms

15 pavyzdyje parodyta, kaip skyrėsi bandymų rezultatai skirtingos orientacijos negatyvinėms linijoms. Pastebima, jog išilgine spaudos kryptimi orientuotos plonos linijos buvo atkuriamos geriau – čia minimalus linijos storis varijavo nuo 0,03 mm iki 0,05 mm, tuo tarpu skersine kryptimi spausdintų negatyvinių linijų mažiausios vertės, spausdinant skirtingomis spaudos mašinomis bei ant skirtingų medžiagų svyravo 0,04÷0,08 mm intervale. Taigi, spausdinant plonas linijas skersine kryptimi proceso stabilumas mažėja. Galima daryti prielaidą, jog priežastis yra spaudos formos ir spausdinamosios medžiagos persislinkimas viena kitos atžvilgiu, dėl šios priežasties spausdinamieji elementai skersine kryptimi „išstempiami“, o plonos negatyvinės skersinės linijos gali ir visai išnykti.



15 pav. Minimalus vienspalvės negatyvinės linijos storis, esant skirtingai jų orientacijai

Koreliacine analize buvo nustatyta, jog spausdinamoji medžiaga neturi reikšmingos įtakos ploniausioms atspausdinamoms vienspalvėms negatyvinėms linijoms. Tai matome ir 16 pav. – ant visų spausdinamųjų medžiagų buvo gaunami panašūs rezultatai, kurių vidutinės reikšmės, esant skirtingai linijų orientacijai bei spausdinant skirtingais įrenginiais, visais atvejais buvo lygios 0,04 mm.



16 pav. Minimalus vienspalvės negatyvinės linijos storis skirtingoms spausdinamosioms medžiagoms

Taigi, nustatant, rekomenduotinas ribines ploniausių negatyvinių vienspalvių linijų reikšmes, jas diferencijuojame pagal linijų orientaciją bei spaudos mašiną, kadangi šie faktoriai turėjo reikšmingos įtakos gaunamiems rezultatams. Minimali rekomenduotina reikšmė nustatoma lygi didžiausiam minimaliam linijos storiui, spausdinant ant skirtingų medžiagų. Nustatytos rekomendacinės reikšmės pateiktos 6 lentelėje.

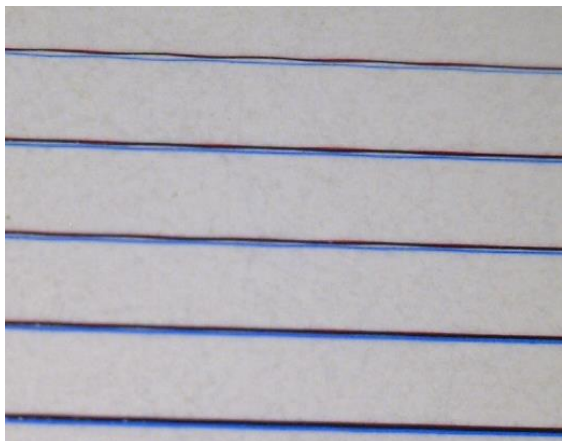
6 lentelė

Rekomenduotinos minimalios vienspalvių negatyvinių linijų storio reikšmės

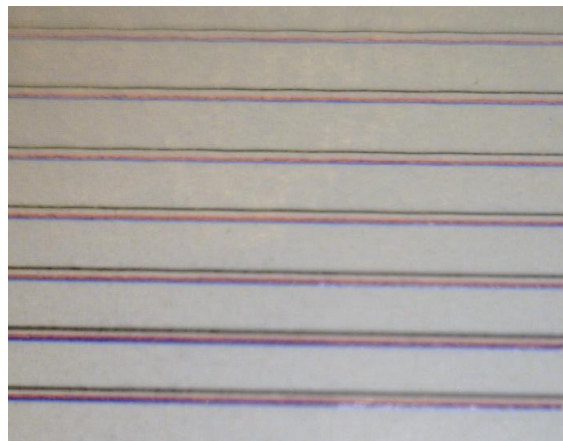
Kryptis/Spaudos mašina	G1	G3	A1	A2
Skersinė	0,05 mm	0,05 mm	0,06 mm	0,08 mm
Išilginė	0,04 mm	0,03 mm	0,05 mm	0,04 mm

3.3. Pozityvinės triadinio dengimo linijos

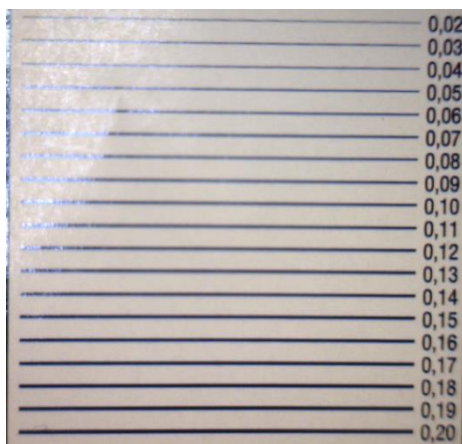
Kitas, gana dažnai praktinėje veikloje pasirenkamas dizaino sprendimas yra linijų spausdinimas dengiant dažų sluoksnius vieną ant kito ir taip išgaunant naujus linijų atspalvius. Bandyto metu buvo spausdinamos pozityvinės daugiaspalvės triadinio dengimo linijos. Tai reiškia, jog paeiliui buvo spausdinamos C, M bei K spalvų linijos. Bandiniuose ant abiejų rūšių popieriaus bei ant polipropileno plėvelės skirtingomis spaudos mašinomis bei skirtingomis spaudos kryptimis, vizualiai buvo įvertinta, kokio storio ploniausia linija dar atspausdinama kokybiškai. Skirtingai nei spausdinant vienspalves linijas, šiuo atveju itin svarbu - spalvų sutapdinimo tikslumas, kadangi net ir nedideli nuokrypiai gali lemti linijų dubliavimąsi, didelius jų storių pakitimus (žr. 17, 18, pav.).



17 pav. Triadinio dengimo linijos be spalvinių atitraukimų, spausdintos G3 spaudos mašina

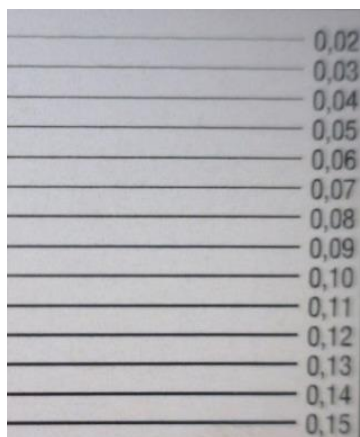


18 pav. Triadinio dengimo linijos be spalvinių atitraukimų, spausdintos A2 spaudos mašina

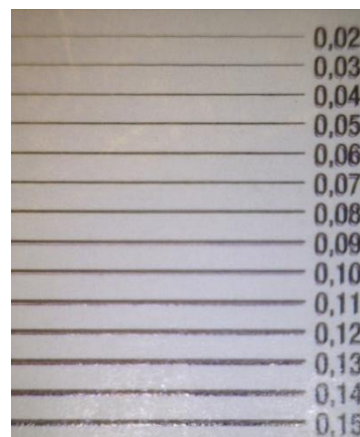


19 pav. Triadinio dengimo linijos be spalvinių atitraukimų – plika akimi linijų dubliavimasis nėra aiškiai pastebimas (G3 spaudos mašina)

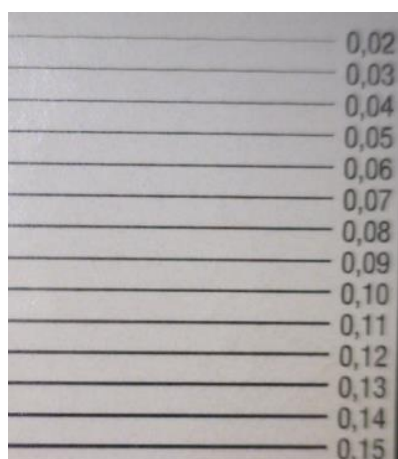
Dėl to akivaizdžiai krenta atspaudos kokybė, ir nedideli nuokrypiai sąlygoja plika akimi pastebimus pokyčius. Norint bent iš dalies išvengti šių efektų, maketo paruošimo metu daromi vienos ar kelių spalvų spalviniai atitraukimai (užlaidos). Jie, spausdinant kompensuoja tam tikrus sutapdinimo ar netinkamai parinkto spaudos formos slėgio į spausdinamąją medžiagą sukeltus neatitikimus (žr. 20-23 pav.).



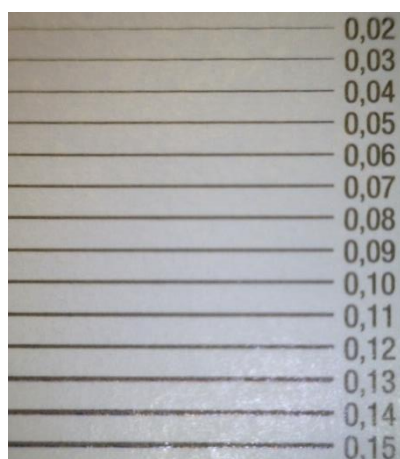
20 pav. Triadinio dengimo linijos su 0,04 mm spalviniais atitraukimais, spausdinant G3 spaudos mašina



21 pav. Triadinio dengimo linijos su 0,04 mm spalviniais atitraukimais, spausdinant A2 spaudos mašina



22 pav. Triadino dengimo linijos su 0,06 mm spalviniais atitraukimais, spausdinant G3 spaudos mašina



23 pav. Triadino dengimo linijos su 0,06 mm spalviniais atitraukimais, spausdinant A2 spaudos mašina

Pozityvinių CMK dengimo linijų tyrimo rezultatai pateikiami 7 lentelėje. Linijų atkūrimo kokybė buvo vertinama ne tik esant skirtingai jų orientacijai, spausdinamosioms medžiagoms, spaudos mašinoms, tačiau ir skirtingoms spalvinėms užlaidoms.

7 lentelė

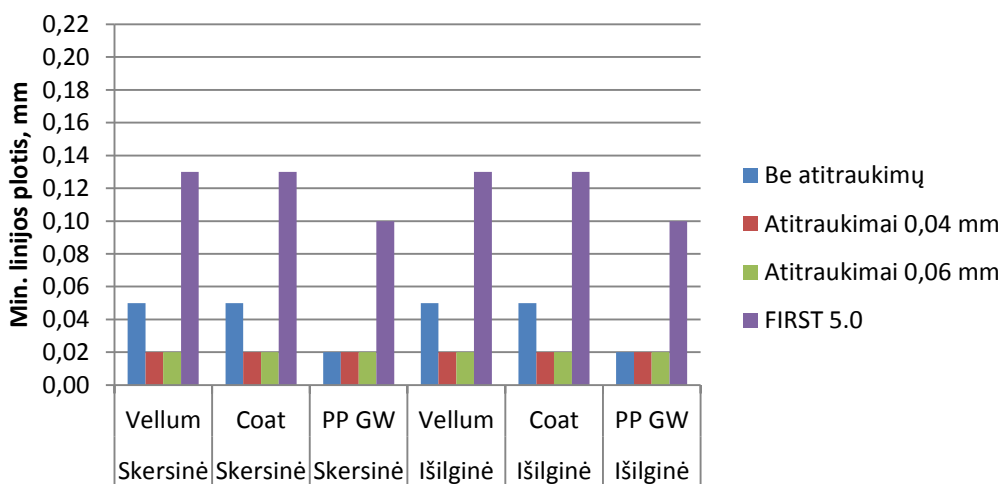
Minimalus linijų storis, esant skirtingiems spalviniams atitraukimams

		CMK (be atitraukimų)	CMK (atitraukimas 0,04 mm)	CMK (atitraukimas 0,06 mm)	FIRST 5.0, mm
Kryptis	Žaliava	Min. storis, mm	Min. storis, mm	Min. storis, mm	
Gallus EM280-7 (G1)					
Skersinė	Vellum	0,05	0,02	0,02	0,13
Skersinė	Coat	0,05	0,02	0,02	0,13
Skersinė	PP GW	0,02	0,02	0,02	0,10
Išilginė	Vellum	0,05	0,02	0,02	0,13
Išilginė	Coat	0,05	0,02	0,02	0,13
Išilginė	PP GW	0,02	0,02	0,02	0,10
Gallus EM280-8 (G3)					
Skersinė	Vellum	0,02	0,02	0,02	0,13
Skersinė	Coat	0,02	0,02	0,02	0,13
Skersinė	PP GW	0,15	0,02	0,02	0,10
Išilginė	Vellum	0,09	0,02	0,02	0,13
Išilginė	Coat	0,05	0,02	0,02	0,13
Išilginė	PP GW	0,05	0,02	0,02	0,10
Gallum EM280-6 (A1)					
Skersinė	Vellum	0,13	0,02	0,02	0,13
Skersinė	Coat	0,08	0,02	0,02	0,13
Skersinė	PP GW	0,2	0,02	0,02	0,10
Išilginė	Vellum	0,07	0,02	0,02	0,13
Išilginė	Coat	0,06	0,02	0,02	0,13
Išilginė	PP GW	0,05	0,02	0,02	0,10

Gallus EM280-5 (A2)					
Skersinė	Vellum	0,2	0,02	0,02	0,13
Skersinė	Coat	0,2	0,02	0,02	0,13
Skersinė	PP GW	0,05	0,02	0,02	0,10
Išilginė	Vellum	0,2	0,02	0,02	0,13
Išilginė	Coat	0,2	0,02	0,02	0,13
Išilginė	PP GW	0,02	0,02	0,02	0,10

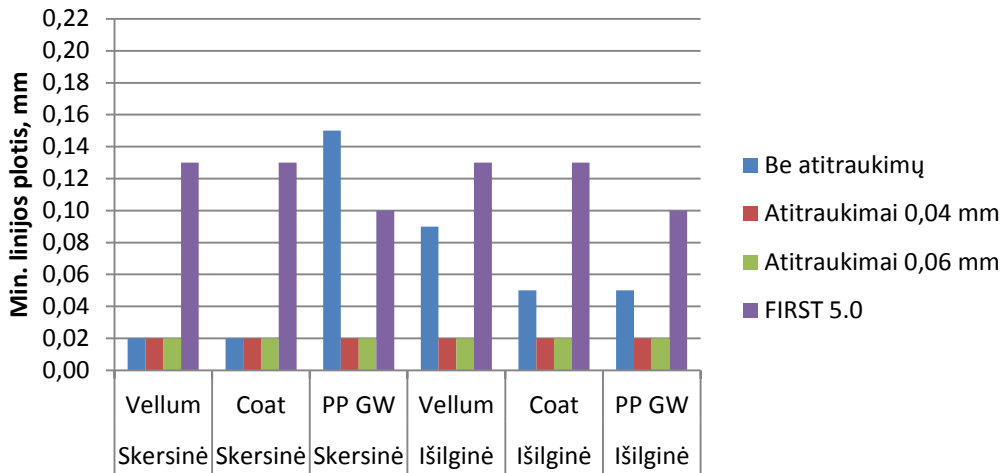
Pirmiausia, visi rezultatai lyginami su *FIRST 5.0* standarto nustatomomis reikšmėmis. Pastebima, jog nei viename iš bandinių ploniausios kokybiškai atspausdintos linijos storis neviršijo standarto nustatytų reikšmių, juos spausdinant G1 spaudos mašina (žr. 24 pav.). Spausdinant G3 ir A1 spaudos mašinomis, standarto reikšmės buvo netenkinamos po vieną kartą – kuomet nebuvo atlikti spalviniai atitraukimai (25,26 pav.), o A2 įrenginiu gauti bandiniai buvo itin netikslūs – daugeliu atvejų, kuomet nebuvo atlikti spalviniai atitraukimai ploniausios atkuriamos linijos vertė viršijo *FIRST 5.0* nustatytas reikšmes (27 pav.). Visgi, visais atvejais jos nebuvo viršytos, kuomet make-tuose buvo atlikti spalviniai atitraukimai. Todėl galima daryti išvadą, jog visomis spaudos mašinomis, tiek skersine, tiek išilgine spaudos kryptimis, ant skirtingų spausdinamųjų žaliavų, pozityvinės linijos yra atspausdinamos kokybiškai, kuomet techninio dizaino paruošimo metu pritaikomi reikiami spalviniai atitraukimai.

G1



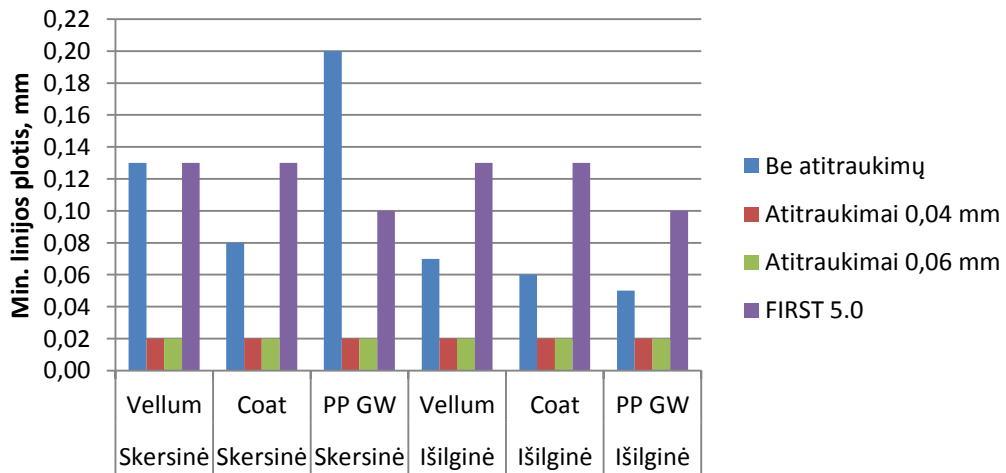
24 pav. G1 įrenginiu atspausdintų pozityvinių linijų minimalaus storio palyginimas su *FIRST 5.0* rekomenduojamomis reikšmėmis

G3



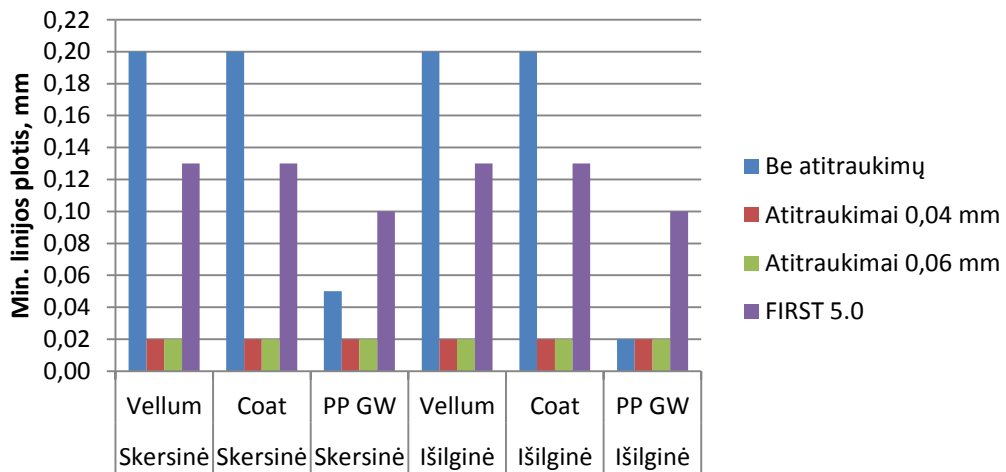
25 pav. G3 įrenginiu atspausdintų pozityvinių linijų minimalaus storio palyginimas su *FIRST 5.0* rekomenduojamomis reikšmėmis

A1



26 pav. A1 įrenginiu atspausdintų pozityvinių linijų minimalaus storio palyginimas su *FIRST 5.0* rekomenduojamomis reikšmėmis

A2



27 pav. A2 įrenginiu atspausdintų pozityvinių linijų minimalaus storio palyginimas su *FIRST 5.0* rekomenduojamomis reikšmėmis

Siekiant nustatyti ryšius, jų stiprumą bei tikėtiną priežastingumą prognozuojant, kas galėjo lemti tokį rezultatų pasiskirstymą, buvo atlikta koreliacinė analizė (žr. 8 lentelę).

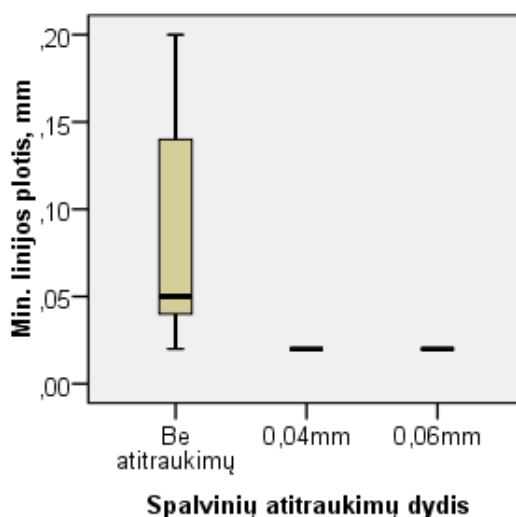
8 lentelė

Koreliacinė analizė CMK pozityvinės linijos – be spalvinių atitraukimų

		Ploniausia atspausdinta linija
Spaudos mašina	Koreliacijos koeficientas	0,130
	Reikšmingumas	0,276
Spalvinių atitraukimų dydis	Koreliacijos koeficientas	-0,723**
	Reikšmingumas	0,00
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koeficientas	-0,089
	Reikšmingumas	0,456
Spausdinimo kryptis	Koreliacijos koeficientas	0,011
	Reikšmingumas	0,926

Apskaičiavus Spearman'o koreliacijos koeficientus bei jų reikšmingumus, matome, jog nei spausdinamoji medžiaga, nei spausdinimo kryptis, nei spaudos mašinos pasirinkimas reikšmingo ryšio su ploniausia atspausdinama linija neturi, tačiau stiprų ir reikšmingą (0,01 lygiu) ryšį turi spalvinių atitraukimų dydis makete.

28 pavyzdyje parodyta, kaip skyrėsi tyrimų rezultatai, kuomet pozityvinių CMK dengimo linijų maketas buvo paruoštas su skirtingomis užlaidomis. Matome, jog minimalus linijos plotis, atitraukiant dvi spalvas 0,04 mm ir 0,06 mm iš abiejų pusių, yra lygus 0,02 mm. Dėmesį reikėtų atkreipti į tai, jog esant mažiems linijų pločiams šiuo atveju, antra ir trečia spalvos visai nėra dengiamos, jos makete atsiranda tik tuomet, kai linijų plotis yra didesnis nei atitinkamai 0,08 mm ir 0,12 mm. Taigi, ploniausia atspausdinama CMK dengimo linija iš tiesų yra vienspalvė linija. Tačiau pastebėta, jog bandiniai su užlaidomis buvo atspausdinti be defektų visame tiriamajame linijų pločio diapazone, o bandiniai, kurių makete spalviniai atitraukimai nebuvo numatyti, minimalus atkuriamas linijos plotis svyravo plačiose ribose (žr. 28 pav.).

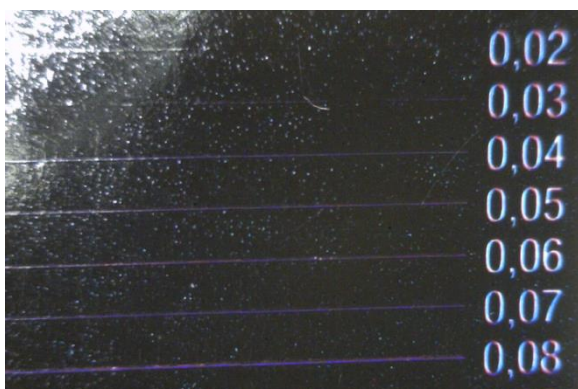


28 pav. Minimalaus linijų pločio priklausomybė nuo spalvinių atitraukimų vertės

Visgi, tampa akivaizdu, jog spalviniai atitraukimai kompensuoja spalvinio sutapdinimo tikslumo trūkumus. Dėl šios priežasties siūloma visuomet naudoti spalvinius atitraukimus dengiant vieną ant kito daugiau nei vieną dažų sluoksnį. Tuomet rekomenduotina ribinė apatinė vertė visoms spaudos mašinoms bei spausdinamosioms medžiagoms nustatoma lygi 0,02 mm.

3.4. Negatyvinės linijos triadinio (CMK) dengimo fone

Spausdinant negatyvines linijas triadiniame fone, spalvų sutapdinimas bei tinkamas slėgio į spausdinamąją medžiagą parinkimas tampa dar opesniu klausimu nei spausdinant tokias pat pozityvines linijas. Netinkamai suderinus šiuos nustatymus, linijos gali net pranykti arba turėti vienos ar kelių dengiamų dažų atspalvių (žr. 29 ir 30 pav.).

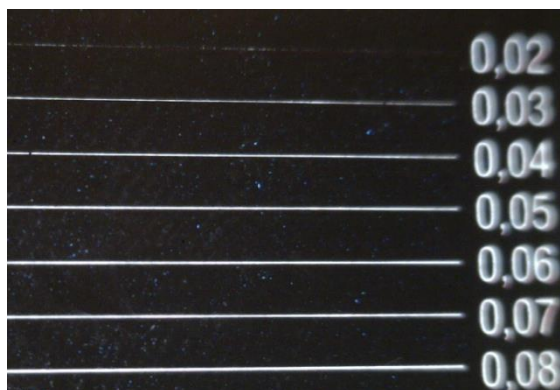


29 pav. Negatyvinės linijos triadinio dengimo fone, be užlaidų, orientuotos išilgine kryptimi

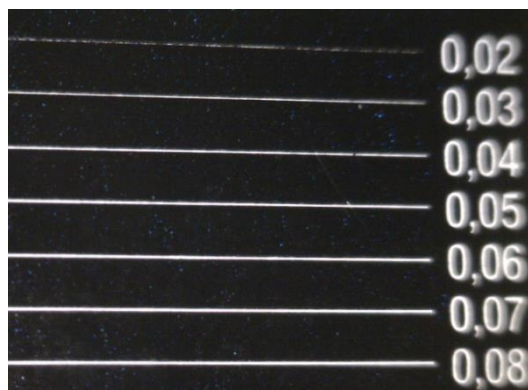


30 pav. Negatyvinės linijos triadinio dengimo fone, be užlaidų, orientuotos skersine kryptimi

Siekiant bent iš dalies išvengti šių efektų, kaip ir pozityvinių linijų atveju, makete atliekami spalvų atitraukimai. 31 pavyzdyje matome, jog rezultatai pagerėjo jau su 0,04mm dydžio atitraukimais, linijos tapo nebe apatinių dažų sluoksnių spalvos ar jų subtraktyvios sudėties rezultatas, o baltos. Taip pat pakankamai kokybiškai buvo atspausdintos jau 0,04 mm storio linijos išilgine kryptimi. Toliau didinant spalvinius atitraukimus, pastebimas dar didesnis linijų kokybės gerėjimas – su 0,06 mm užlaidomis, G3 spaudos mašina jau atspausdinamos ir 0,03 mm storio linijos išilgine kryptimi (žr. 32 pav.).



31 pav. Triadinio dengimo negatyvinės linijos su 0,04 mm spalviniais atitraukimais, orientuotos išilgine kryptimi



32 pav. Triadinio dengimo negatyvinės linijos su 0,06 mm spalviniais atitraukimais, orientuotos skersine kryptimi

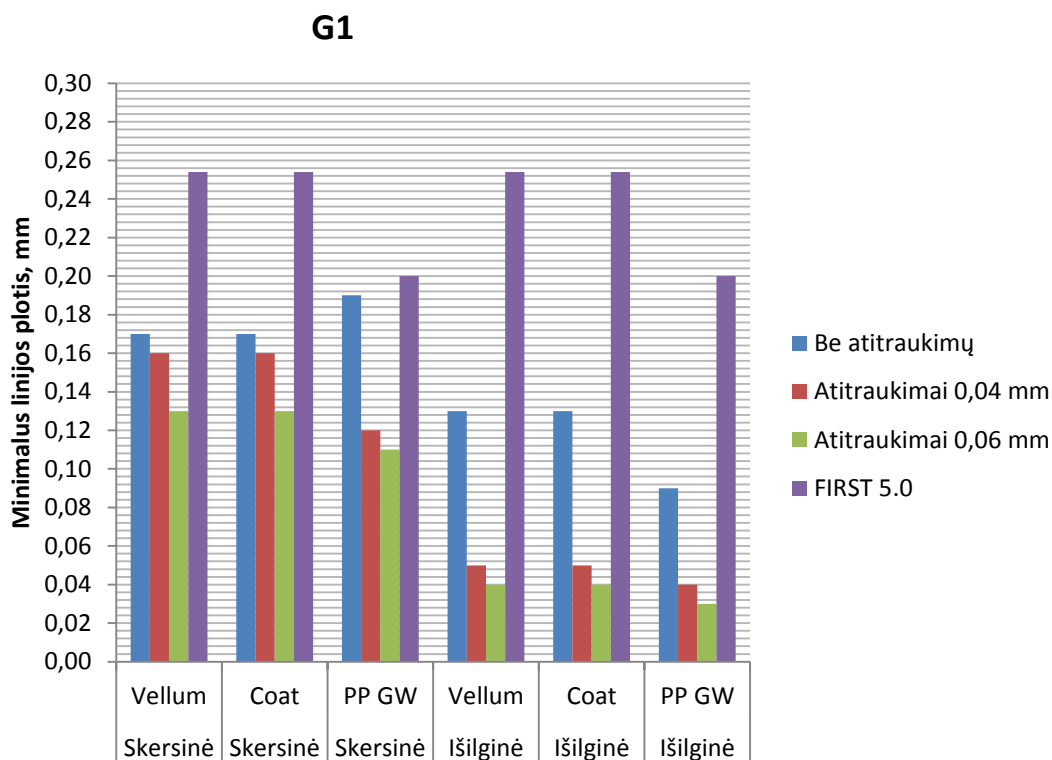
Kaip ir pozityvinės triadinės, taip ir negatyvinės linijos triadinio dengimo fone buvo analizuotos naudojant skirtingus spalvinius atitraukimus – 0,00 mm, 0,04 mm ir 0,06 mm. Siekta nustatyti, kokio dydžio įtaką plonų linijų spausdinimui turi šis paruošimo spaudai elementas. Buvo stebima, kokias ploniausias linijas įmanoma kokybiškai atspausdinti, keičiantis spaudos įrenginiams, spausdinamosioms medžiagoms, spausdinamųjų elementų orientacijai bei spalvinių atitraukimų dydžiui. Bandymų rezultatai pateikiami 9 lentelėje bei lyginami su *FIRST 5.0* numatytais ribinėmis vertėmis.

9 lentelė

Minimalus linijų storis, esant skirtingiems spalviniams atitraukimams

Kryptis	Spausdinamoji medžiaga	CMK (be atitraukimų)	CMK (atitraukimas 0,04 mm)	CMK (atitraukimas 0,06 mm)	FIRST 5.0, mm
		Min. storis, mm	Min. storis, mm	Min. storis, mm	
Gallus EM280-7 (G1)					
Skersinė	Vellum	0,170	0,160	0,130	0,254
Skersinė	Coat	0,170	0,150	0,120	0,254
Skersinė	PP GW	0,190	0,120	0,110	0,200
Išilginė	Vellum	0,130	0,050	0,040	0,254
Išilginė	Coat	0,130	0,050	0,040	0,200
Išilginė	PP GW	0,090	0,040	0,030	0,200
Gallus EM280-8 (G3)					
Skersinė	Vellum	0,140	0,060	0,050	0,254
Skersinė	Coat	0,130	0,060	0,060	0,254
Skersinė	PP GW	0,190	0,100	0,050	0,200
Išilginė	Vellum	0,120	0,080	0,050	0,254
Išilginė	Coat	0,120	0,040	0,030	0,254
Išilginė	PP GW	0,110	0,040	0,040	0,254
Gallus EM280-6 (A1)					
Skersinė	Vellum	0,200	0,180	0,120	0,254
Skersinė	Coat	0,200	0,170	0,140	0,254
Skersinė	PP GW	0,200	0,190	0,180	0,200
Išilginė	Vellum	0,200	0,070	0,050	0,254
Išilginė	Coat	0,180	0,070	0,040	0,254
Išilginė	PP GW	0,180	0,080	0,040	0,200
Gallus EM280-5 (A2)					
Skersinė	Vellum	0,200	0,180	0,160	0,254
Skersinė	Coat	0,200	0,150	0,110	0,254
Skersinė	PP GW	0,200	0,100	0,070	0,200
Išilginė	Vellum	0,200	0,170	0,120	0,254
Išilginė	Coat	0,200	0,170	0,130	0,254
Išilginė	PP GW	0,120	0,110	0,100	0,200

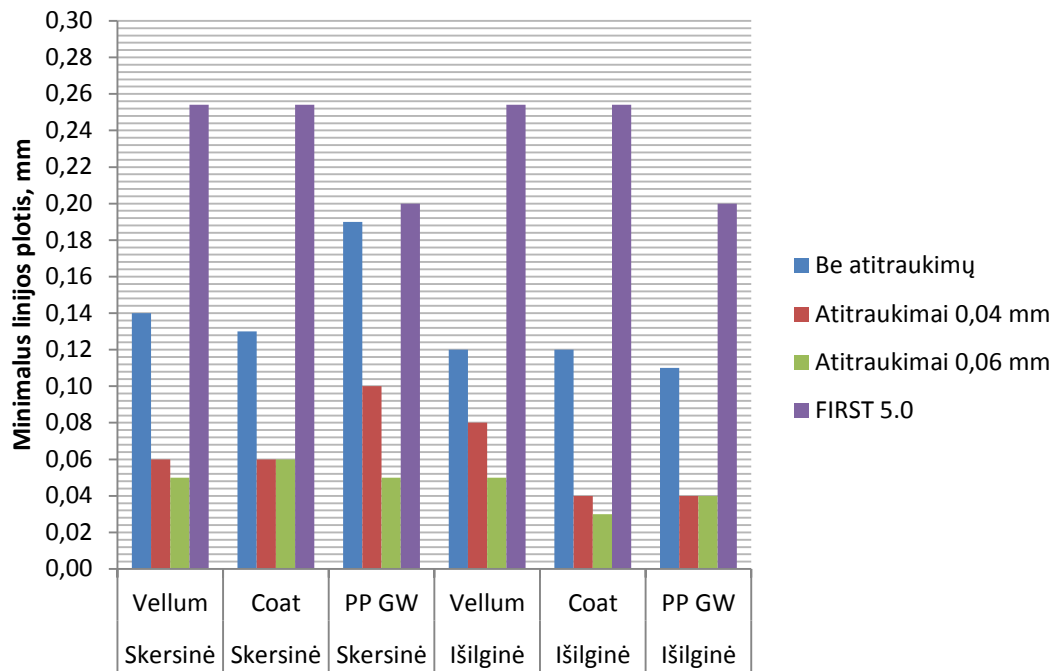
33, 34, 35 ir 36 pavyzdžiuose grafiškai parodyta, kaip keičiasi rezultatai, keičiant nurodytus spausdinimo arba dizaino nustatymus. Matome, jog nė vienu atveju rezultatai neviršijo *FIRST 5.0* nustatytų reikšmių. Taigi, šių linijų kokybė, atsižvelgiant į tarptautines normas, yra pakankamai gera.



33 pav. Minimalus kokybiškas linijos plotis, spausdinant G1 spaudos mašina

Gautiems tyrimų rezultatams būdingos tam tikros tendencijos – tai leidžia daryti prielaidą, jog tam tikri veiksniai gali determinuoti plonų negatyvinių linijų triadiniame fone kokybę. Grafikuose akivaizdu, jog skersine orientuotos linijos buvo atspausdinamos prastesne kokybe nei išilgine kryptimi orientuotos. Tuo tarpu spaudoje ant skirtingų spausdinamųjų medžiagų tokios tendencijos nėra identifikuojamos. Dar vienas ryškus rezultatų bruožas, pastebimas ir analizuojant linijų vaizdą, padidintą mikroskopu – didinant spalvinių atitraukimų vertes, gerėja plonų linijų atspaudų kokybė – vis plonesnė linija yra gerai matoma.

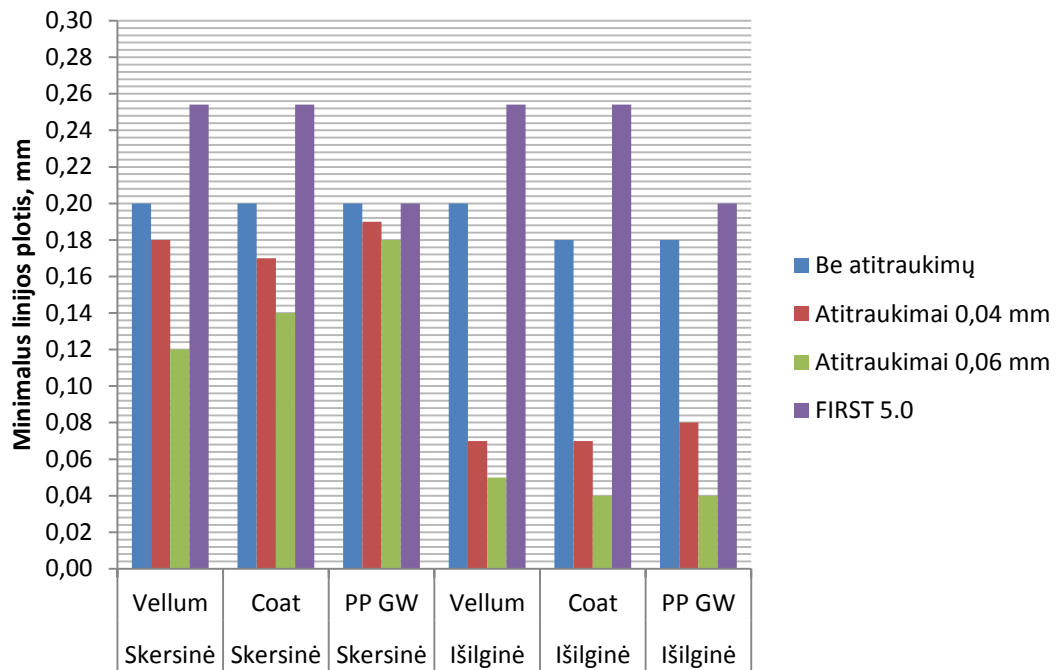
G3



34 pav. Minimalus kokybiškas linijos plotis, spausdinant G3 spaudos mašina

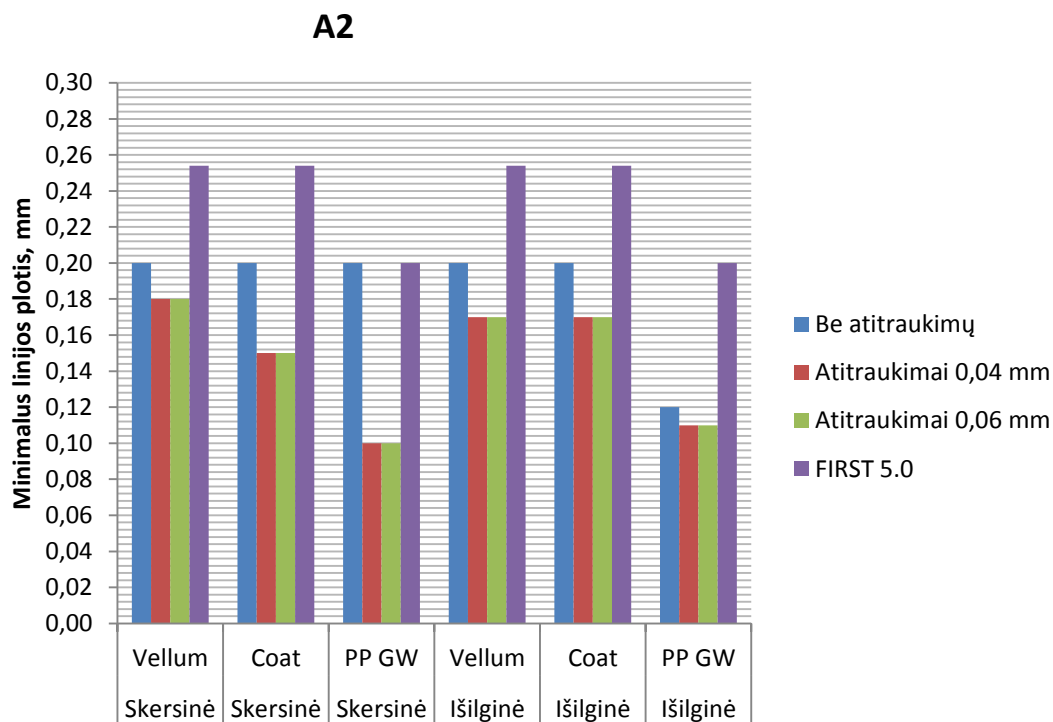
Grafikuose matomi akivaizdūs skirtumai tarp spaudos mašinų – G1 ir G3 įrenginiais atspausdinamos plonesnės negatyvinės linijos triadinio dengimo fone nei A1 ir A2 spaudos mašinomis.

A1



35 pav. Minimalus kokybiškas linijos plotis, spausdinant A1 spaudos mašina

A2 spaudos mašina gauti rezultatai išskirtiniai tuo, jog ploniausia atspausdinama linija be atitraukimų yra gana artima *FIRST 5.0* standarto reikšmėms, o spausdinant ant PP GW plėvelės – šios reikšmės yra lygios. Tai reiškia, jog nors standarto sąlyga dar yra tenkinama, tačiau – tai pavojinga riba, kadangi atsiradus nedideliems sutapdinimo netikslumams – net ir 0,2 mm pločio linija gali tapti nekokybiška.



36 pav. Minimalus kokybiškas linijos plotis, spausdinant A2 spaudos mašina

Ryšių stiprumui įvertinti, apskaičiuoti Spearman'o koreliacijos koeficientai bei reikšmingumai (žr. 10 lentelę). Buvo nustatyta, jog plonų negatyvinių triadinio dengimo linijų atkūrimo kokybė turi reikšmingą, vidutinio stiprumo ryšį su spaudos mašinos parinkimu, spausdinimo kryptimi bei spalvinių atitraukimų vertėmis (0,01 lygiu). Tuo tarpu spausdinamoji medžiaga neturėjo reikšmingos įtakos tyrimo rezultatams.

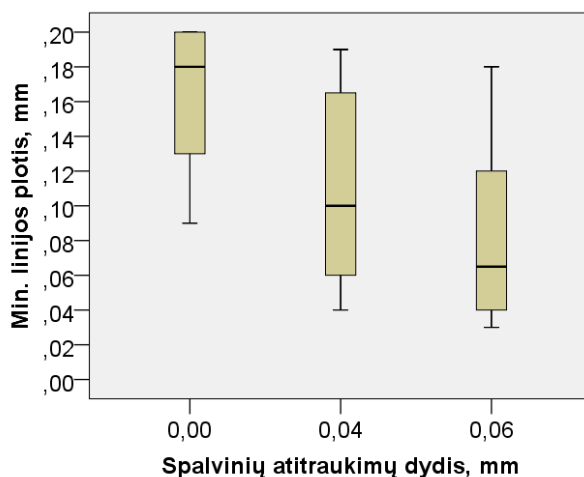
10 lentelė

Negatyvinių triadinių linijų koreliacinė analizė

		Ploniausia atspausdinama linija
Spaudos mašina	Koreliacijos koef.	0,368**
	Reikšmingumas	0,001
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koef.	-0,132
	Reikšmingumas	0,270
Spausdinimo kryptis	Koreliacijos koef.	-0,412**
	Reikšmingumas	0,00
Spalvinių atitraukimų dydis	Koreliacijos koef.	-0,601**
	Reikšmingumas	0,00

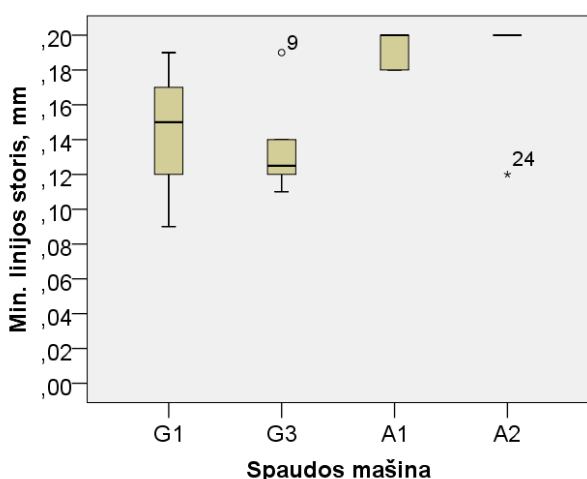
** Koreliacija yra reikšminga 0,01 lygiu

Stačiakampėje 37 diagramoje parodyta, koks buvo ploniausių kokybiškų negatyvinių linijų triadinio dengimo fone pasiskirstymas pagal spalvinių atitraukimų dydį. Ploniausios linijos atspausdinamos, kuomet spalviniai atitraukimai lygūs 0,06 mm. Tuo tarpu linijoms jų nepritaikius – rezultatai kito ir svyravo intervale 0,09÷0,20 mm – todėl planuojant etiketės dizainą rekomenduojama į tai atsižvelgti ir padaryti pakankamus atitraukimus.

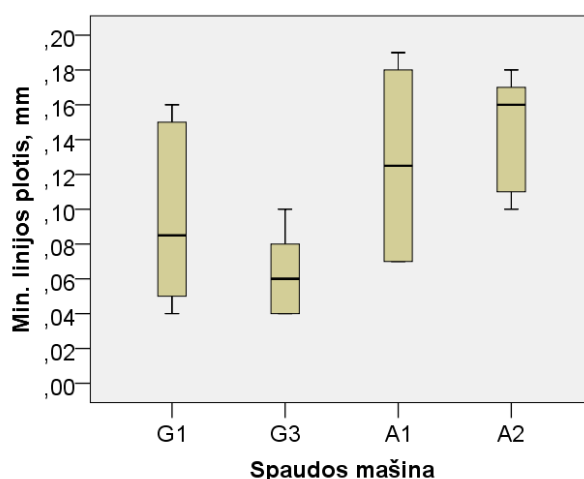


37 pav. Negatyvinių linijų atkartojamumo priklausomybė nuo spalvinių atitraukimų dydžio

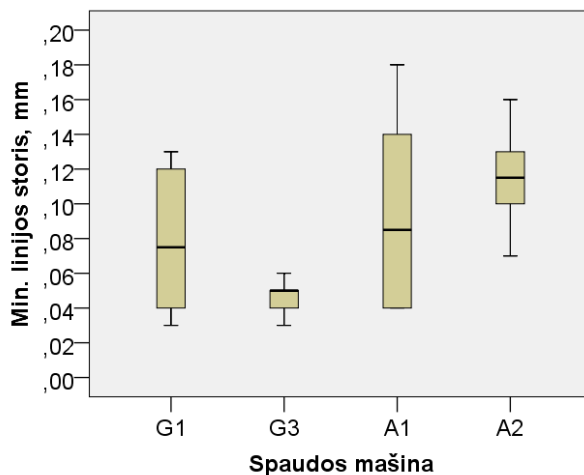
Box plot tipo diagramose 38, 39 ir 40, parodyta, kaip keičiasi minimalus atspausdinamas linijos plotis nuo spaudos mašinos. Didžiausiu stabilumu, spausdinant šio tipo linijas išsiskyrė G3 spaudos mašina, kurios rezultatai keičiant spausdinamąsias medžiagas buvo mažiausiai išsi-sklaidę. Tai, jog didelė rezultatų sklaida nebuvo gauta ir spausdinant skirtingomis kryptimis orientuotas linijas, rodo, jog įrenginys funkcionuoja patikimai – pasiekiamas aukšto tikslumo išilginis sutapdinimas, o praslydimas – nedidelis.



38 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyviniams linijoms be spalvinių atitraukimų skirtingoms spaudos mašinoms

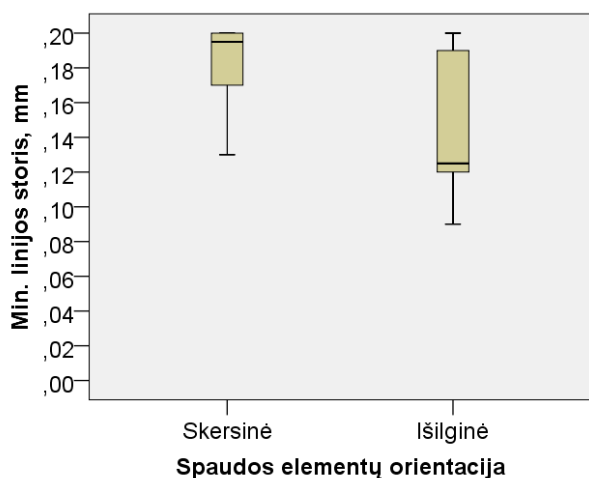


39 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyviniams linijoms su 0,04 mm spalviniais atitraukimais skirtingoms spaudos mašinoms

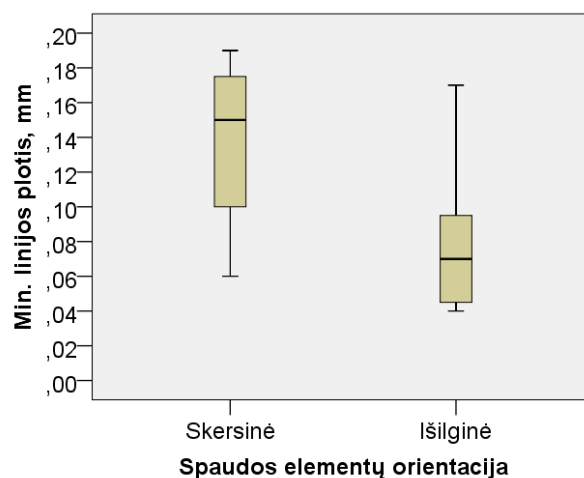


40 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyvinėms linijoms su 0,06 mm spalviniais atitraukimais skirtingoms spaudos mašinoms

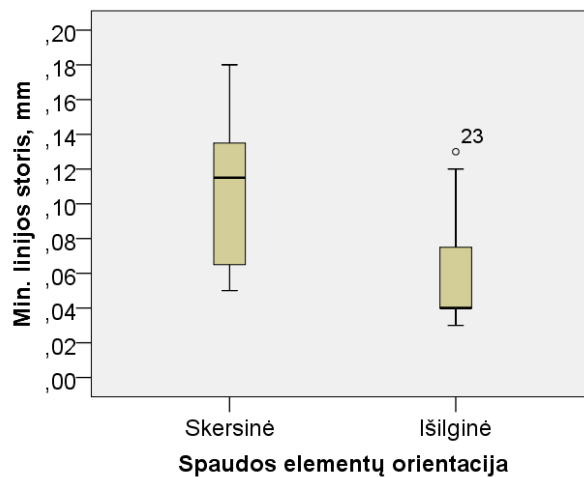
Analizuojant linijas pagal jų orientavimo kryptį (41, 42 ir 43 pav.), taip pat pastebima, jog didinant spalvinių atitraukimų dydį, atkuriamos vis plonesnės linijos. Tačiau užlaidos visiškai nekompensuoja skirtumų tarp išilgine bei skersine kryptimi spausdintų linijų – visais atvejais skersine kryptimi orientuotos linijos buvo atkuriamos blogiau. Tai galima aiškinti tuo, jog šios krypties linijų atkūrimas yra nulemtas ne tik spaudos formos slėgio parinkčių į spausdinamąją medžiagą, tačiau ir praslydimo efekto bei išilginio sutapdinimo tikslumo, kuris nėra toks stabilus kaip skersinis sutapdinimas.



41 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyvinėms linijoms be spalvinių atitraukimų, esant skirtingai spaudos elementų orientacijai



42 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyvinėms linijoms su 0,04 mm spalviniais atitraukimais, esant skirtingai spaudos elementų orientacijai



43 pav. Minimalus linijos storis triadinėms negatyvinėms linijoms su 0,06 mm spalviniais atitraukimais, esant skirtingai spaudos elementų orientacijai

Rekomenduotinos triadinių negatyvinių linijų ribinės vertės pateiktos 11 lentelėje. Jos buvo parinktos, atsižvelgiant į nustatytus reikšmingus veiksnius CMK 100% foninio dengimo negatyvinių plonų linijų spausdinime:

11 lentelė

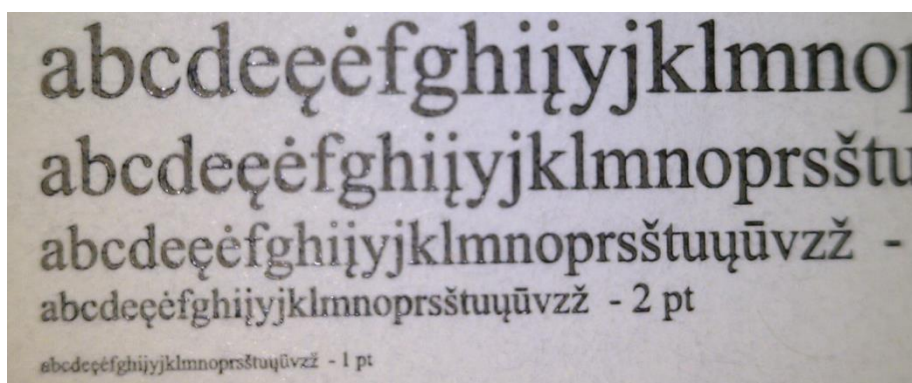
Nustatytos triadinių negatyvinių linijų ribinės vertės

Kryptis/Spaudos mašina	G1	G3	A1	A2
Skersinė	0,13 mm	0,06 mm	0,18 mm	0,16 mm
Išilginė	0,04 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,13 mm

4. TEKSTO SPAUSDINIMO KOKYBINIS VERTINIMAS

4.1. Vienspalvio pozityvinio teksto kokybės vertinimas

Atliekant pozityvinio teksto kokybės vertinimą, buvo ieškomas mažiausias dar taisyklingai atspausdintas tekstas – abėcėlė. Nustatant mažiausią įskaitomą tekstą, įvertinta, ar visos alfabeto raidės, įskaitant ir lietuviškas raides, turi visus reikalingus elementus bei šerifus - ar grafiniai elementai nėra susilieję, neiškraipyta jų geometrija dėl spausdinamosios medžiagos paviršiaus morfologijos. Gauti rezultatai pateikiami 12 lentelėje. Palyginus šias reikšmes su *FIRST 5.0* numatyta 6 pt minimalaus teksto dydžio reikšme, matome, jog visos spaudos mašinos kokybiškai atspausdino net 2 pt dydžio tekstą, taigi, vienspalvis pozityvinis tekstas atspausdinamas pakankamu tikslumu (žr. 44 pav.).



44 pav. Vienspalvis pozityvinis tekstas

12 lentelė

Pozityvinio vienspalvio teksto skaitomumas

Spausdinamoji medžiaga	Skaitomumas pagal spaudos mašiną, pt				FIRST 5.0, pt
	G1	G3	A1	A2	
Vellum popierius	2	2	2	2	6
Coat popierius	2	2	2	2	6
PP GW plėvelė	2	2	2	2	6

Vienspalvio pozityvinio teksto atveju rekomenduotina ribinė vertė visoms spaudos mašinoms ir spausdinamosioms medžiagoms nustatoma – 2 pt, kadangi bandymų metu jokie nuokrypiai nuo šios reikšmės, varijuojant kintamaisiais, pastebėti nebuvo.

4.2. Negatyvinio teksto vienspalviame (K) fone kokybės vertinimas

Negatyvinio teksto atveju, spaudos formose iškilūs elementai yra teksto fonas, o įdubę – tekstinė informacija. Kaip ir spausdinant negatyvines linijas - išryškėja dažų ištryškimo už spausdinamųjų elementų problematika. Tiesa, tekstinė informacija yra kur kas sudėtingesnis dizaino elementas nei linijos – jame gausu skirtingo pločio linijų, orientuotų visomis kryptimis, raidžių plotis,

priklausomai nuo parenkamo šrifto yra kintantis. Spausdinant pagrindinės negatyvinio teksto probleminės vietos yra:

1. Serifai
2. Suplonėjimai
3. Taškai, nosinės raidės, varnelės

45 pav. raudona spalva pažymėtos teksto 2 pt dydžio *Times New Roman* šrifto vietos, kurias spausdinant kyla minėtos problemos – elementų išnykimas. Nors tekstas vis dar skaitomas intuityviai, tačiau nustatoma, jog tokios kokybės tekstas, kuomet atsiranda išnykusių raidžių elementų, yra nepriimtinas. Tekstas laikomas kokybiškai atspausdintu tuomet, kai visa abėcėlė yra atkuriama tiksliai.



45 pav. Vienspalvis negatyvinis tekstas. Dingę raidžių elementai, spausdinant 2 pt dydžio šrifto

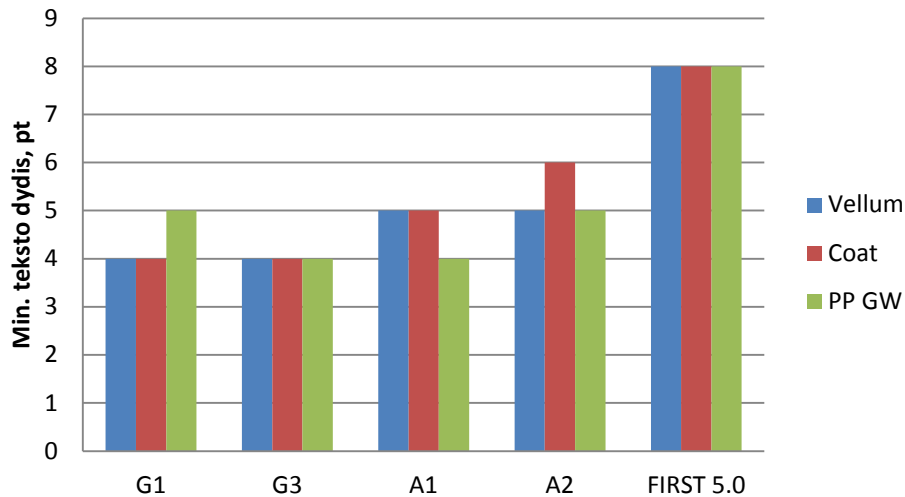
Vienspalvio negatyvinio teksto skaitomumo analizė buvo atliekama analogiškai pozityviam tekstui, tačiau dėl dažų ištryškimo, negatyvinio teksto skaitomumas kiek prastesnis nei pozityvinio. Bandymų rezultatai pateikiami 13 lentelėje.

13 lentelė

Mažiausias kokybiškai atspausdinamas vienspalvio negatyvinio teksto dydis

Spausdinamoji medžiaga	Mažiausias kokybiškai atspausdintas tekstas, pt				FIRST 5.0, pt
	G1	G3	A1	A2	
Vellum popierius	4	4	5	5	8
Coat popierius	4	4	5	6	8
PP GW plėvelė	5	4	4	5	8

46 pav. matome, jog visomis spaudos mašinomis, tiek ant dengto bei nedengto popieriaus, tiek ant polipropileno plėvelės atspausdinti negatyviniai tekstai įskaitomi ir nepraranda savo šrifto elementų net ir esant iki 4 pt mažesniai šrifto dydžiui nei nurodyta *FIRST 5.0* standarte. Tai rodo gana aukštą negatyvinio teksto spaudos kokybės lygį.



46 pav. Vienspalvio negatyvinio teksto skaitomumo palyginimas su *FIRST 5.0* specifikacijų reikšmėmis

Siekiant nustatyti reikšmingus faktorius vienspalvio negatyvinio teksto kokybei bei nustatyti vidines normines vertes šiam dizaino elementui, buvo atlikta koreliacinė analizė, kurios metu apskaičiuotas Spearman'o koreliacijos koeficientas bei jo reikšmingumas. Rezultatai pateikiami 14 lentelėje

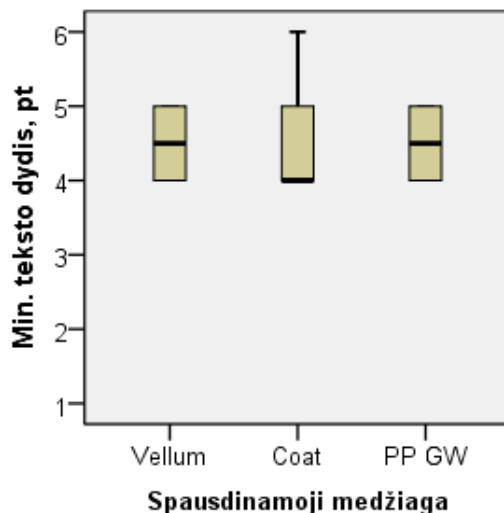
14 lentelė

Vienspalvio negatyvinio teksto koreliacinė analizė

		Minimalaus kokybiško vienspalvio negatyvinio teksto dydis
Spaudos mašina	Koreliacijos koef.	0,702*
	Reikšmingumas	0,011
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koef.	0,000
	Reikšmingumas	1,000

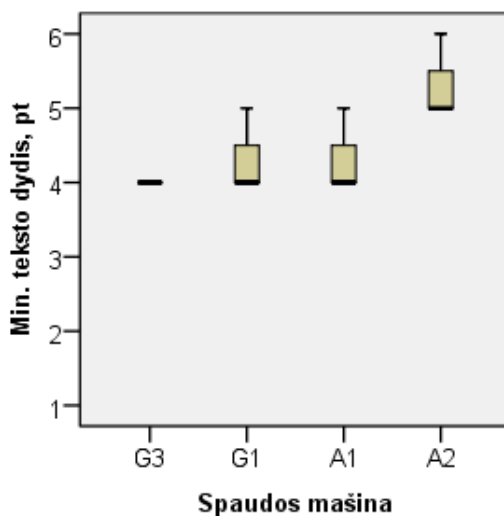
Apskaičiuota, jog spaudos mašinos parinkimas turi reikšmingą ryšį (0,05 lygiu) su gaunamu mažiausio įskaitomo teksto dydžiu. Tuo tarpu spausdinamoji medžiaga reikšmės neturėjo.

47 pav. esanti minimalaus atspausdinamo teksto priklausomybė nuo parenkamos spausdinimo medžiagos, įrodo koreliacinės analizės rezultatus – ant visų spausdinimo medžiagų buvo gauti beveik identiški rezultatai, svyruojantys nuo 4 pt iki 5 pt, su vienintele išimtimi, spausdinant ant Coat popieriaus, lygia 6 pt.



47 pav. Minimalaus atkuriamo vienspalvio negatyvinio teksto dydžio priklausomybė nuo spausdinamosios medžiagos

48 pav. parodyta vienspalvio negatyvinio teksto minimalaus dydžio priklausomybė nuo spaudos mašinos. Buvo gauta, jog spausdinant G1 spaudos mašina, rezultatai, nepriklausomai nuo spausdinamosios medžiagos išliko stabilūs ir mažiausias kokybiško teksto dydis buvo lygus 4 pt. Tuo tarpu A2 įrenginiu spausdinamas tekstas buvo atkuriamas prasčiau, jo minimalus dydis svyravo 5÷6 pt ribose.



48 pav. Minimalaus atkuriamo vienspalvio negatyvinio teksto dydžio priklausomybė nuo spaudos mašinos

Pagal šią diagramą nustatome įmonės vidines apatines ribines vienspalvio negatyvinio teksto reikšmes skirtingoms spaudos mašinoms (žr. 15 lentelę). Siekiant minimalios rizikos, apatinės vertės nustatomos pagal gautą prasčiausią rezultatą spaudos mašinai.

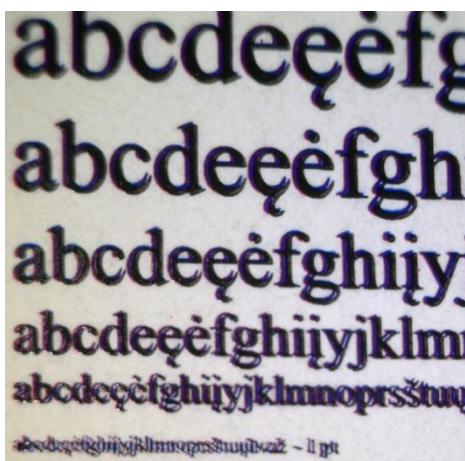
15 lentelė

Vienspalvio negatyvinio teksto rekomenduojamos apatinės ribinės vertės

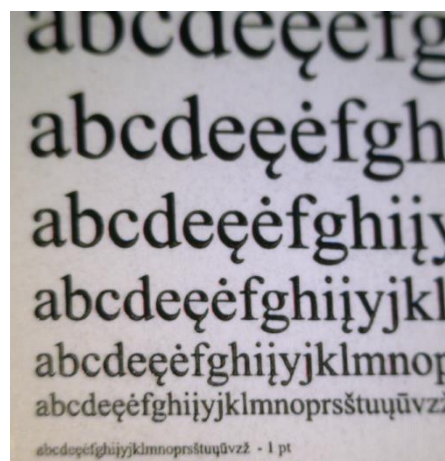
Spaudos mašina	Ribinė vertė, pt
G1	4
G3	5
A1	5
A2	6

4.3. Pozityvinio triadinio dengimo (CMK) teksto kokybės vertinimas

Norint suteikti etiketės raidėms tam tikrą atspalvį arba pageidaujant, jog jos būtų ryškesnės, naudojamas triadinis dengimas, kuomet viena ant kitos paeiliui užnešamos kelios (šiuo atveju – trys) spalvos. Pozityvinis triadinio dengimo tekstas, esant dideliame šrifto dydžiui didelių problemų spausdinant nesukelia, tačiau tekstui mažėjant, pradeda ryškėti neidealaus sutapdinimo sąlygoti raidžių susidvejinimai (žr. 49 pav.). Dėl šios priežasties maketo paruošimo metu viena ar kelios spalvos yra atitraukiamos tam tikru atstumu nuo bazinės spalvos kraštų. 50 pav. atsiskleidžia, kaip pagerėja teksto atspausdinimo kokybė, kuomet atliekami spalviniai atitraukimai.



49 pav. CMK triadinis tekstas be spalvinių atitraukimų



50 pav. CMK triadinis tekstas su 0,04 mm spalviniais atitraukimais

16 lentelėje pateikiami tyrimų metu gauti duomenys, nurodantys mažiausią kokybiškai atspausdinamą teksto dydį.

16 lentelė

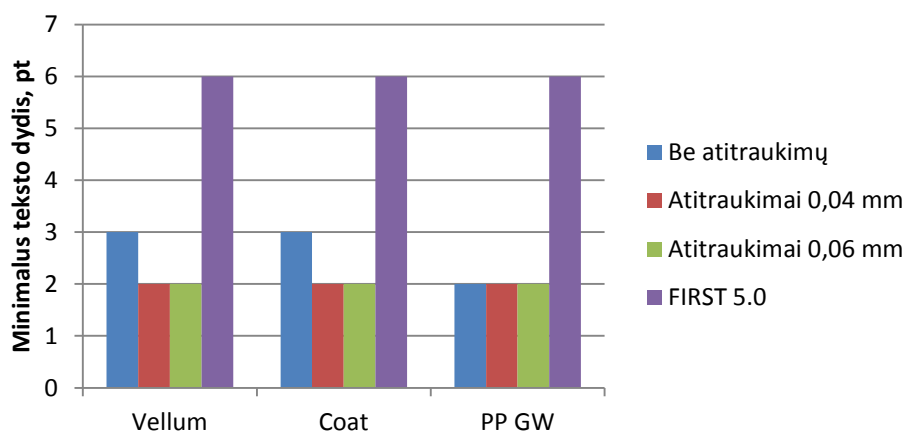
Minimalus kokybiškai atspausdinamo negatyvinio triadinio teksto dydis

Spausdinamoji medžiaga	CMK (be atitraukimų)	CMK (atitraukimas 0,04 mm)	CMK (atitraukimas 0,06 mm)	FIRST 5.0, pt
	Min. teksto dydis, pt	Min. teksto dydis, pt	Min. teksto dydis, pt	
Gallus EM280-7 (G1)				
Vellum	3	2	2	6
Coat	3	2	2	6
PP GW	2	2	2	6
Gallus EM280-8 (G3)				
Vellum	2	2	2	6
Coat	4	2	2	6
PP GW	4	2	2	6
Gallus EM280-6 (A1)				
Vellum	2	2	2	6
Coat	4	2	2	6
PP GW	3	2	2	6

Gallus EM280-5 (A2)				
Vellum	3	5	2	6
Coat	3	2	2	6
PP GW	5	2	2	6

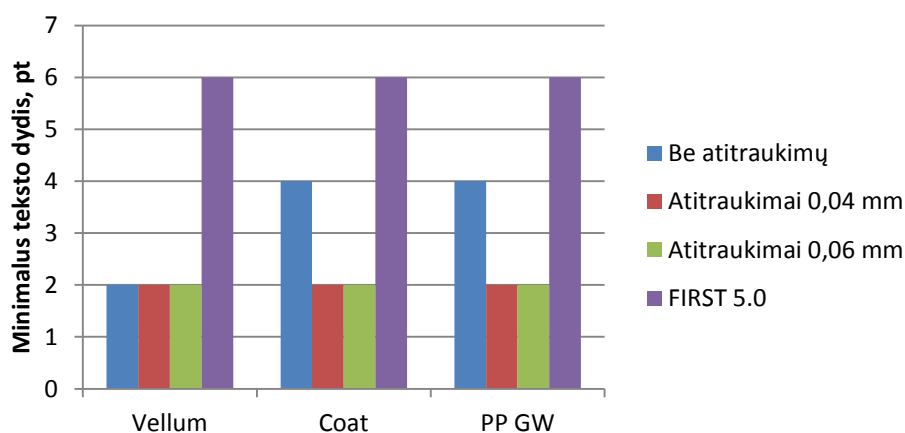
51-54 pav. esančiose histogramose tyrimų metu gauti rezultatai lyginami su *FIRST 5.0* standarto reikšmėmis. Matome, jog net ir be spalvinių atitraukimų, spausdinant visomis spaudos mašinomis ant skirtingų medžiagų, minimalaus kokybiškai atspausdinamo teksto reikšmės neviršijo tarptautinėse normose nurodytų minimalių verčių. Lyginant skirtingomis spaudos mašinomis atspausdintus tekstus, pastebima, jog stabiliausi rezultatai ant skirtingų spausdinamųjų medžiagų buvo pasiekiami G1 spaudos mašina, tuo tarpu prasčiausi – A2 spaudos mašina.

CMK pozityvinis tekstas (G1)



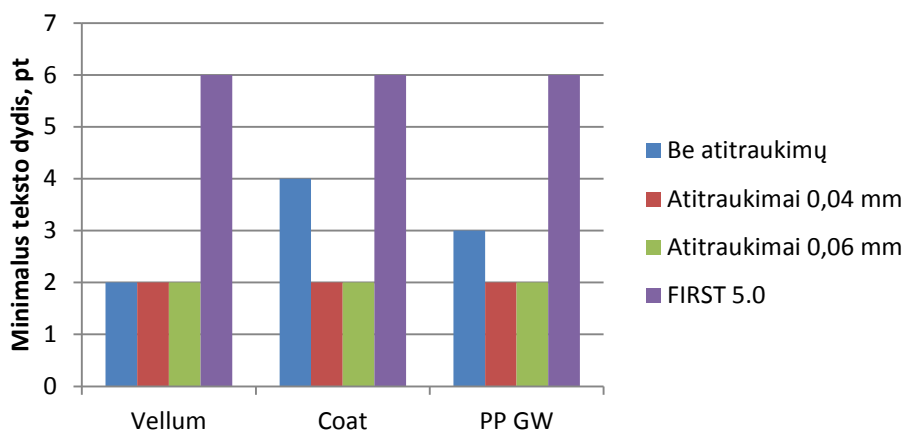
51 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo pozityvinio triadinio dengimo teksto dydis spaudos mašina G1

CMK pozityvinis tekstas (G3)



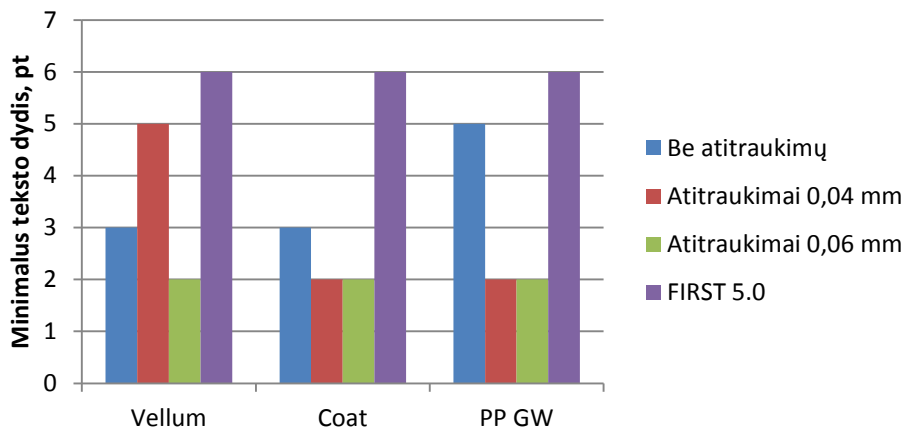
52 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo pozityvinio triadinio dengimo teksto dydis spaudos mašina G3

CMK pozityvinis tekstas (A1)



53 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo pozityvinio triadinio dengimo teksto dydis spaudos mašina A1

CMK pozityvinis tekstas (A2)



54 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo pozityvinio triadinio dengimo teksto dydis spaudos mašina A2

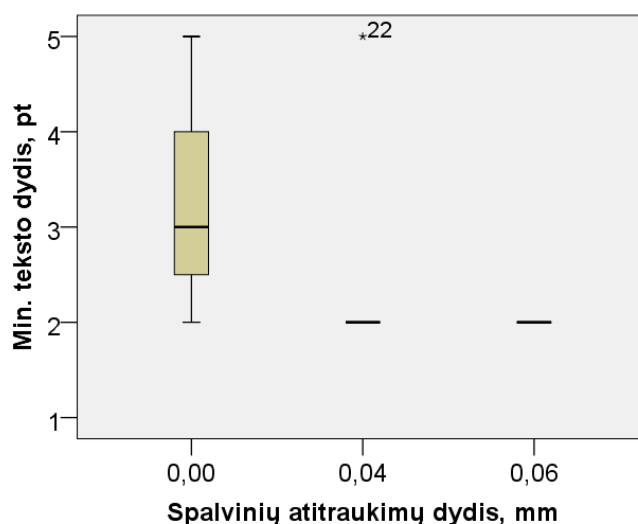
Koreliacine analize buvo nustatyti reikšmingi veiksniai pozityvinio triadinio teksto spausdinimui (17 lentelė) – apskaičiuota, jog spalvinių atitraukimų dydis turi stiprą ir statistiškai reikšmingą ryšį su mažiausiu atkuriamu elementu. Spausdinamajai medžiagai šis ryšys fiksuojamas nebuvo, o spaudos mašinos turi silpną tačiau statistiškai nereikšmingą koreliacinį ryšį su minimaliu kokybiškai atspausdinamu teksto dydžiu.

Koreliacinė triadinio 100% dengimo pozityvinio teksto analizė

		Minimalaus kokybiško pozityvinio CMK100% teksto dydis
Spaudos mašina	Koreliacijos koeficientas.	0,194
	Reikšmingumas	0,256
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koeficientas	0,017
	Reikšmingumas	0,923
Spalvinių atitraukimų dydis	Koreliacijos koeficientas	-0,657
	Reikšmingumas	0,000**

** - koreliacija reikšminga 0,01 lygiu

55 pavyzdyje parodyta, kaip kito minimalus atkuriamas tekstas, keičiant spalvinių atitraukimų dydį – be atitraukimų spausdinto teksto rezultatai buvo išsisklaidę ir svyravo 2÷5 pt intervale, tuo tarpu jau su 0,04 mm dydžio spalviniais atitraukimais kokybiškai atspausdinama 2 pt dydžio tekstinė informacija. Toliau didinant spalvinių atitraukimų dydį – rezultatai nekito. Taigi, galime daryti išvadą, jog spalviniai atitraukimai yra būtini, ruošiant maketą spaudai, kadangi jie kompensuoja kitų veiksnių sukeltus netikslumus spausdinant.



55 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo 100proc. Dengimo triadinio teksto dydžio priklausomybė nuo spalvinių atitraukimų dydžio

Nustatomas minimalus dydis CMK dengimo pozityviniam tekstui – jis parenkamas atsižvelgiant į spalvinių atitraukimų svarbą bei jų teikiamus privalumus (18 lentelė).

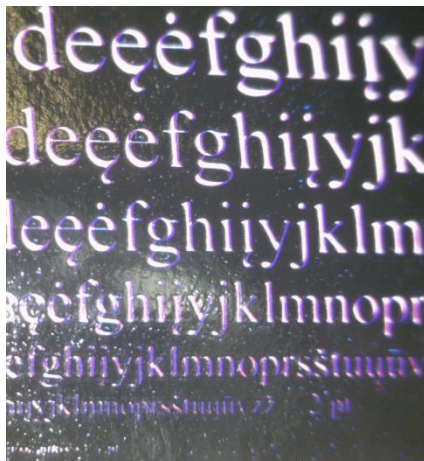
Minimalus CMK dengimo teksto dydis

	G1	G3	A1	A2
Minimalus CMK pozityvinio teksto dydis	2 pt*			

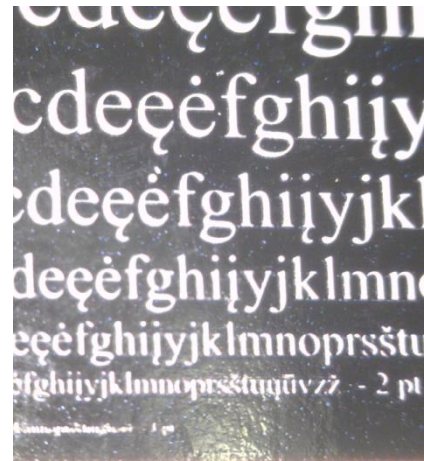
*- spalvinių atitraukimų dydis lygus 0,06mm

4.4. Negatyvinio teksto triadiniam (CMK100%) dengimo fone kokybinis vertinimas

Negatyvinis, triadinio dengimo tekstas – taip pat dažnas dizaino sprendimas etikečių gamyboje. Kaip ir spausdinant šio tipo linijas, negatyvinio teksto kokybė yra jautri net tik per dideliam ar per mažam spaudos formos slėgiui į spausdinamąją medžiagą, tačiau ir spalvų sutapdinimo tikslumui. Jei sutapdinimas yra netikslus, raidžių kraštuose matomi prieš tai dengtų dažų atspalviai, o mažos raidės gali ir visiškai jais persidengti (žr. 56 pav.). Svarbu įvertinti šį efektą ir maketo paruošimo spaudai metu atlikti pakankamo dydžio spalvinius atitraukimus. 56-59 pavyzdžiuose aki-vaizdu, kaip keičiasi atspaudo kokybė, didinant atitraukimų dydį nuo 0,00 mm iki 0,08 mm.

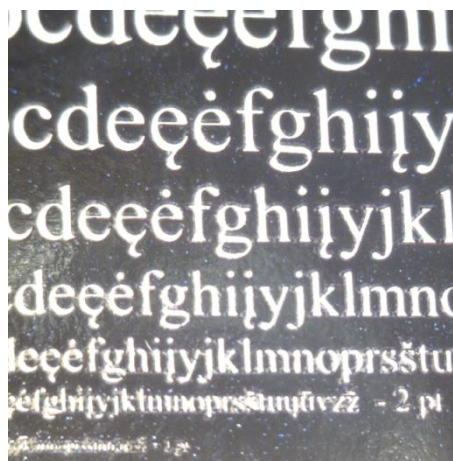


56 pav. Triadinis CMK negatyvinis tekstas be spalvinių atitraukimų (1÷7 pt)

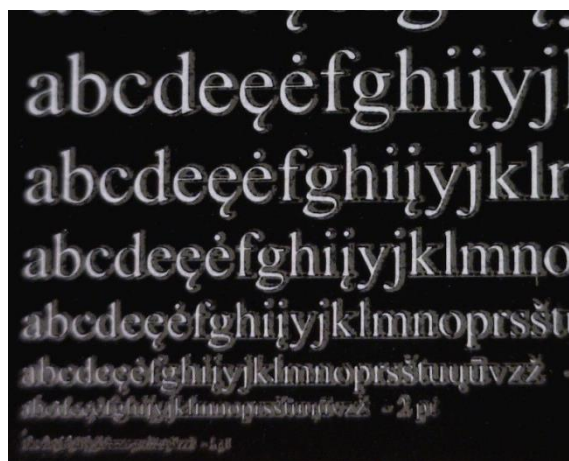


57 pav. Triadinis CMK negatyvinis tekstas, kai spalviniai atitraukimai lygūs 0,04 mm (1-6 pt)

Nors tekstas ir tampa geriau skaitomas, padidinus spalvinių atitraukimų vertes, tačiau kartu atsiranda ir neigiamas efektas, kuris išryškėja 59 pav., kur atitraukimų dydis lygus 0,08 mm – tai aiškiai matomas pilkas “šešėlis” aplink tekstą. Taigi, didelius spalvinius atitraukimus reikia rinktis tik išskirtiniais atvejais, kuomet būtinas geras itin mažo teksto skaitomumas, o klientas yra informuotas apie tikėtinus estetinio vaizdo patrauklumo praradimus. 19 lentelėje pateikiami tyrimų metu gauti duomenys apie mažiausią kokybiškai atspausdinamą teksto dydį.



58 pav. CMK negatyvinis tekstas su 0,06mm dydžio spalviniais atitraukimais



59 pav. CMK negatyvinis tekstas su 0,08mm dydžio spalviniais atitraukimais

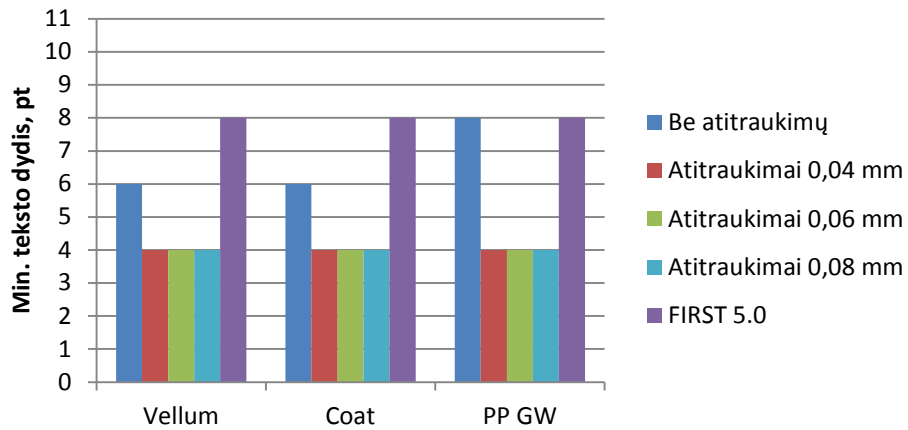
19 lentelė

Mažiausias kokybiškai atspausdinamas CMK dengimo negatyvinio teksto dydis

Spausdinamoji medžiaga	CMK (be atitraukimų)	CMK (atitraukimai 0,04 mm)	CMK (atitraukimai 0,06 mm)	CMK (atitraukimai 0,08mm)	FIRST 5.0, pt
	Min. teksto dydis, pt	Min. teksto dydis, pt	Min. teksto dydis, pt	Min. teksto dydis, pt	
Gallus EM280-7 (G1)					
Vellum	6	4	4	4	8
Coat	6	4	4	4	8
PP GW	8	4	4	4	8
Gallus EM280-8 (G3)					
Vellum	5	6	5	4	8
Coat	9	6	4	4	8
PP GW	10	6	5	4	8
Gallus EM280-6 (A1)					
Vellum	7	6	6	4	8
Coat	8	7	5	4	8
PP GW	7	7	6	4	8
Gallus EM280-5 (A2)					
Vellum	8	7	7	5	8
Coat	8	8	7	5	8
PP GW	10	5	5	5	8

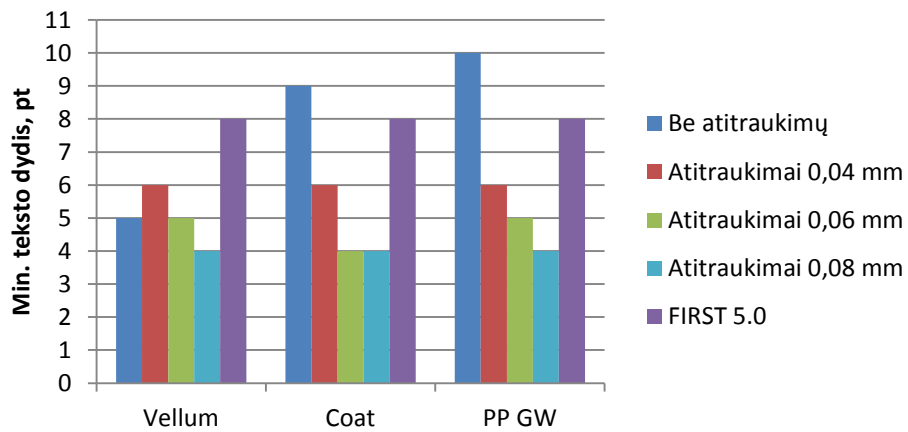
60-63 pav. grafikuose pastebima, jog makete be spalvinių atitraukimų, smulkus tekstas buvo atspausdinamas ne taip gerai, kaip maketuose su atitraukimais. Kai kuriais atvejais šios vertės netgi neatitikdavo *FIRST 5.0* standarte nurodytų verčių. Todėl galima daryti išvadą, jog atitraukimus būtina dėti visuomet – kitu atveju spausdinamas tekstas, tikėtina, bus nekokybiškas.

CMK negatyvinis tekstas (G1)



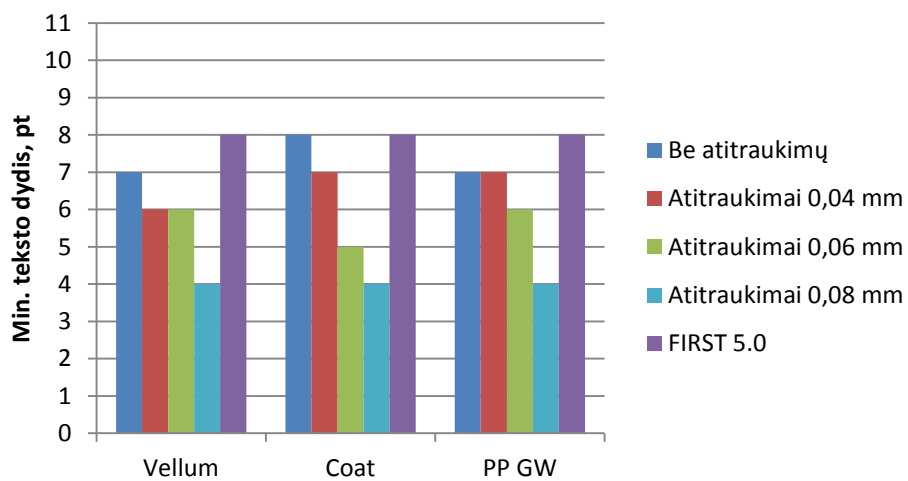
60 pav. Mažiausio negatyvinio teksto CMK dengimo fone, atspausdinto G1 spaudos mašina, analizė

CMK negatyvinis tekstas (G3)



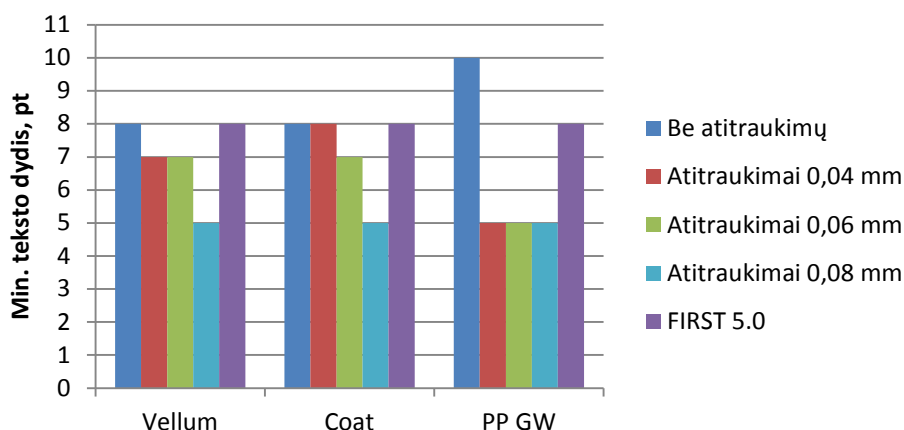
61 pav. Mažiausio negatyvinio teksto CMK dengimo fone, atspausdinto G3 spaudos mašina, analizė

CMK negatyvinis tekstas (A1)



62 pav. Mažiausio negatyvinio teksto CMK dengimo fone, atspausdinto A1 spaudos mašina, analizė

CMK negatyvinis tekstas (A2)



63 pav. Mažiausio negatyvinio teksto CMK dengimo fone, atspausdinto A2 spaudos mašina, analizė

Koreliacine analize nustatomi reikšmingi veiksniai mažo dydžio teksto atkūrimui (20 lentelė). Apskaičiuota, jog stiprus ryšys sieja spalvinių atitraukimų dydį su kokybišku smulkaus teksto atkūrimu. Taip pat vidutiniškai stiprus ir statistiškai reikšmingas ryšys sieja ir su spaudos mašinos pasirinkimu. Tuo tarpu spausdinamosios medžiagos koreliacinis ryšys su minimaliu negatyviu teksto dydžiu yra artimas nuliui (0,038), taigi, numatome, jog spausdinamoji medžiaga nėra reikšmingas veiksnys smulkaus negatyvinio teksto atkūrimui.

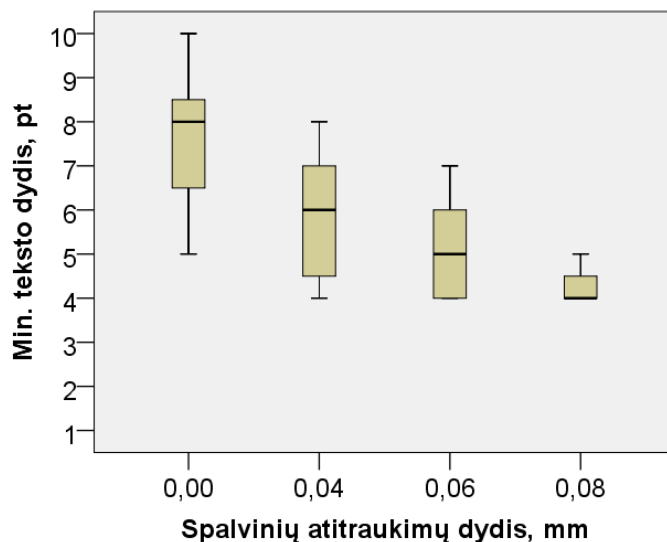
20 lentelė

Negatyvinio triadinio teksto kokybės koreliacinė analizė

		Minimalaus kokybiško negatyvinio CMK100% teksto dydis
Spaudos mašina	Koreliacijos koeficientas.	0,476**
	Reikšmingumas	0,01
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koeficientas	0,038
	Reikšmingumas	0,798
Spalvinių atitraukimų dydis	Koreliacijos koeficientas	-0,725**
	Reikšmingumas	0,000

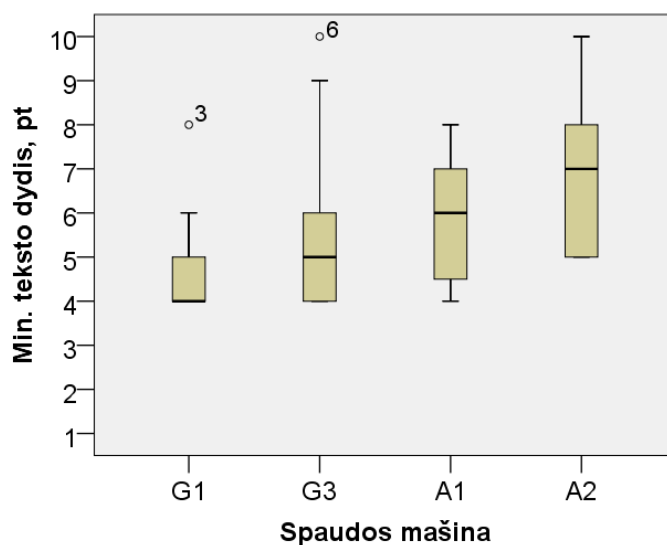
** - koreliacija reikšminga 0,01 lygiu

64 pav. parodyta, kaip kito atkuriamas minimalus tekstas, keičiant spalvinių atitraukimų dydžius. Akivaizdu, jog didinant spalvinius atitraukimus, lengvai skaitomas tampa vis mažesnio dydžio tekstas, o taip pat rezultatų sklaida mažėja – tai reiškia, jog vis mažiau įtakos turi tokie veiksniai kaip spausdinamoji medžiaga ar spaudos įrenginys. Taigi, spalviniais atitraukimais kompensuojami dėl įvairių priežasčių atsirandantys spausdinimo netikslumai.



64 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo triadinio negatyvinio teksto priklausomybė nuo spalvinių atitraukimų dydžio

65 pav. parodyta, kaip keitėsi minimalus atkuriamas tekstas, keičiant spaudos įrenginius. Rezultatai rodo, jog geriausi rezultatai pasiekiami G1 spaudos mašina – t.y. atkuriamas mažiausio dydžio šriftas, o rezultatų sklaida, keičiant spalvinių atitraukimų dydžius bei spausdinamąsias medžiagas – pati mažiausia – svyravimų amplitudė - vos 2 pt. Dideli kokybės svyravimai pastebimi spausdinant A2 įrenginiu – čia rezultatų svyravimų amplitudė siekė 5 pt, o mažiausias atkuriamas tekstas buvo 5 pt dydžio.



65 pav. Minimalaus gerai atspausdinamo teksto dydžio priklausomybė nuo spaudos mašinos

Įvertinus spausdinimo įrangos, spalvinių atitraukimų bei spausdinamosios medžiagos įtaką negatyvinio teksto triadinio dengimo fone kokybei, sudaroma minimalių rekomenduojamų teksto dydžių lentelė (21 lentelė).

Rekomenduotinos ribinės 100% dengimo triadinio negatyvinio teksto vertės

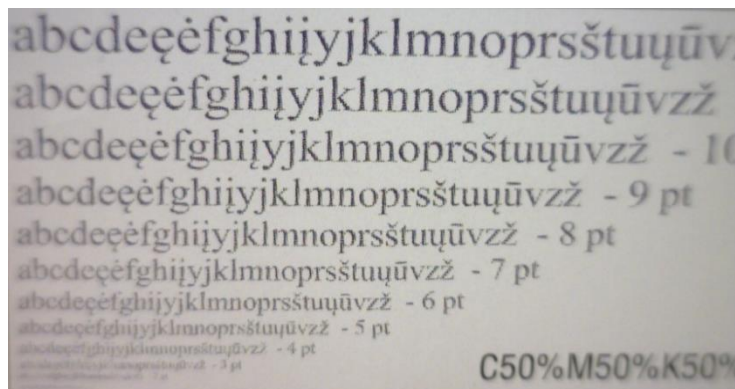
	G1	G3	A1	A2
Kai spalviniai atitraukimai 0,08mm	4 pt	4 pt	4 pt	5 pt
Kai spalviniai atitraukimai 0,06mm	4 pt	5 pt	6 pt	7 pt

4.5. Triadinio rastrinio teksto kokybės analizė

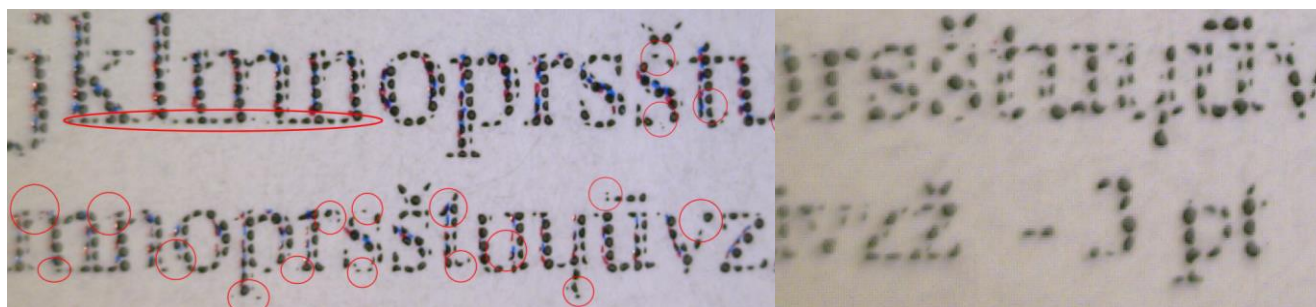
Taip pat praktinėje veikloje naudojamas etikečių dizaino elementas – tekstas, atspausdintas ne pilnu, o pustoniniu - rastriniu dengimu. Tai dažniausiai daroma, siekiant išgauti specifinius raidžių atspalvius, išvengiant spaudinio spalvingumo didinimo. Rastrinių raidžių spausdinimas dažnai yra rizikingas pasirinkimas, kadangi smulkios rastrinės raidės yra prasčiau įskaitomos, atskirų raidžių geometrija tampa nestabili, kadangi ir nedideli spalvų suvedimo netikslumai gali sąlygoti nekokybišką mažo daugiaspalvio rastrinio teksto atkūrimą. Taip pat reikšmingas veiksnys gali būti tai, jog rastriniai taškai yra gana toli vienas nuo kito, o tai gali paveikti teksto detališkumo savybes. Šio bandymo tikslas yra ištirti, koks yra mažiausias įskaitomas tekstas, kuomet naudojamos pozityvinės bei negatyvinės raidės su rastriniu dengimu C50%; M50%; Y50% bei spalviniais atitraukimais, lygiais 0,06 mm. Keturiomis skirtingomis spaudos mašinomis atspausdinti bandinių duomenys analizuojami *SPSS Statistics* programa - apskaičiuojamas Spearman'o koreliacijos koeficientas, kuriuo nustatoma, ar egzistuoja ryšys tarp teksto kokybės įvertinimų bei kintamų faktorių – spaudos mašinos, spausdinamosios medžiagos. Rezultatų patikimumui įvertinti, apskaičiuojamas statistinis reikšmingumas.

4.5.1. Pozityvinio rastrinio teksto kokybės analizė

Į rastrinį pozityvinį tekstą žvelgiant plika akimi (66 pav.), 20-30 cm nuotoliu, tekstas atrodo kaip pilno dengimo pilkas tekstas. Tiesa, mažiausio dydžio tekstai iš tokio nuotolio nėra gerai matomi, todėl analizei naudojamas mikroskopas *Dino Capture*. Padidinus vaizdą matome, jog spausdinant mažu šriftu, rastriniai taškai yra nutolę vienas nuo kito, dėl to raidės tampa iškreiptos geometrijos, o esant 3-4 pt teksto dydžiui, jis tampa beveik neįskaitomas (68 pav.). Teksto dydžiui didėjant, raidės storėja, todėl pradeda matytis spalvos, kurios buvo atitrauktos 0,06mm atstumu nuo kraštų. Nors 5-6 pt dydžio tekstas vis dar turi netikslumų, dingusių elementų – serifų, raidžių suplonėjimų ir kt., jis jau yra perskaitomas be didelių pastangų (67 pav.).



66 pav. C50%M50%K50% pozityvinis tekstas



67 pav. Pozityvinis C50%M50%K50% tekstas – dingstantys raidžių elementai (5-6 pt)

68 pav. Pozityvinis C50%M50%K50% tekstas – dingstantys raidžių elementai (3-4 pt)

Išanalizavus bandyminius spaudos lankus, buvo nustatytos ribinės pustoninio teksto atkuriamumo vertės, kuomet tekstas atspausdinamas kokybiškas (aiškiai skaitomas tekstas be dingusių elementų raidėse), kuomet vidutine kokybe (tekstas dar skaitomas intuityviai, tačiau raidės nėra taisyklingos formos), bei didžiausias teksto dydis, kuomet atspausdintas tekstas atspausdinamas dar yra neįskaitomas (rastriniai taškai pernelyg nutolę vienas nuo kito, o raidžių geometrija praradusi reikalingą formą) (22 lentelė).

22 lentelė

Pustoninio teksto kokybės vertinimas

Spausdinamoji medžiaga	Minimalus kokybiškai atspausdinto teksto dydis, pt	Minimalus vidutine kokybe atspausdinto teksto dydis, pt	Didžiausias nekokybiškai atspausdinto teksto dydis, pt
Gallus EM280-7 (G1)			
Vellum	7	6	5
Coat	7	5	4
PP GW	7	5	4
Gallus EM280-8 (G3)			
Vellum	7	5	4
Coat	7	5	4
PP GW	6	4	3
Gallus EM280-6 (A1)			
Vellum	7	6	5
Coat	7	5	4
PP GW	7	6	6

Gallus EM280-5 (A2)			
Vellum	7	6	5
Coat	7	5	4
PP GW	7	6	5

Atlikus pozityvinio rastrinio teksto koreliacinę atkuriamumo analizę (rezultatai apėikiami 23 lentelėje), galima daryti išvadas, jog statistiškai reikšmingą ryšį ir įtaką spausdinimo kokybei turi teksto dydis (koreliacijos koeficientas lygus -0,903), o spausdinamoji medžiaga bei pasirinkta spaudos mašina reikšmingos įtakos neturėjo.

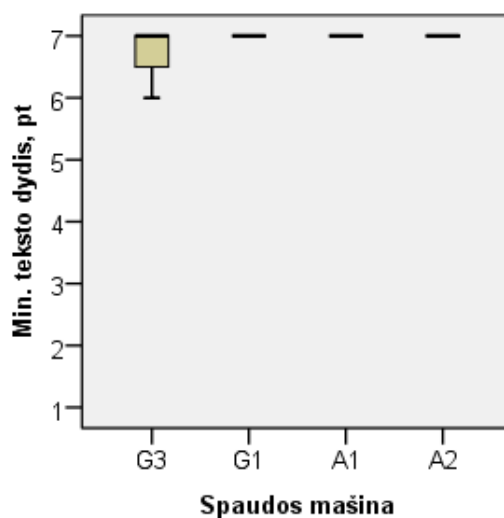
23 lentelė

Rastrinio pozityvinio teksto kokybės koreliacinė analizė

		Įvertis
Spaudos mašina	Koreliacijos koef.	0,041
	Reikšmingumas	0,628
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koef.	-0,026
	Reikšmingumas	0,753
Teksto dydis	Koreliacijos koef.	-0,903**
	Reikšmingumas	0,00

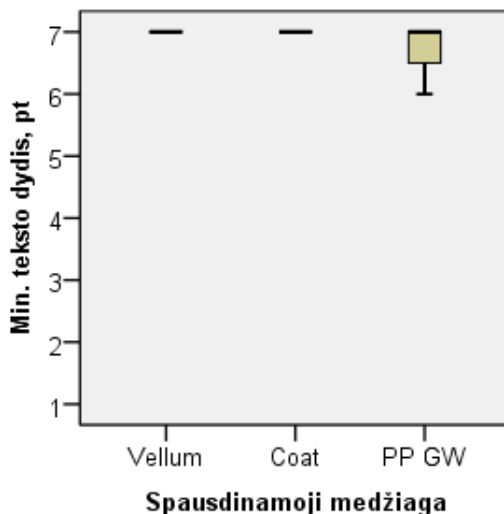
** Koreliacijos koeficientas reikšmingas 0,01 lygyje

Tai atsiskleidžia ir duomenis analizuojant grafiškai – 69 pavyzdyje parodyta mažiausio gerai atspausdinamo rastrinio teksto priklausomybė nuo spaudos mašinos parinkimo. Tik G3 mašina gauta nedidelė rezultatų sklaida. Likusiomis spaudos mašinomis nebuvo gautas joks skirtumas tarp bandinių atspausdintų ant skirtingų spausdinamųjų medžiagų ir mažiausias gerai atspausdinamas tekstas visada buvo lygus 7 pt.



69 pav. Mažiausio pozityvinio rastrinio teksto priklausomybė nuo spaudos mašinos

Analogiškai lyginant rezultatus pagal spausdinamąsias medžiagas, pastebima, jog rezultatų sklaida labai maža arba jos visai nėra (žr. 70 pav.). Tai įrodo koreliacine analize gautus rezultatus - pozityvinio rastrinio teksto skaitomumui reikšmingos įtakos neturėjo nei spaudos mašina, nei spausdinamoji medžiaga.



70 pav. Mažiausio rastrinio pozityvinio teksto priklausomybė nuo spausdinamosios medžiagos

Nustatant ribines standartines reikšmes, numatoma, jog kokybiško teksto sąlyga tenkinama tik tuomet, kuomet raidės disponuoja visais grafiniais elementais. Atsižvelgiant į tai, jog spausdinamosios medžiagos parinkimas beveik neturėjo ryšio su spausdinimo rezultatu, parenkamos rekomendacinės vertės (24 lentelė):

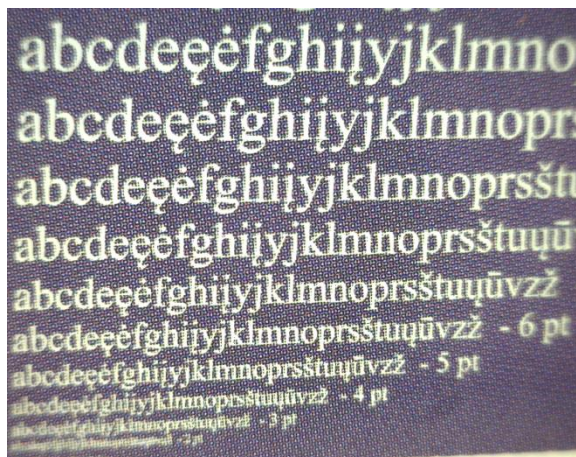
24 lentelė

Rekomenduotinas minimalus pozityvinio rastrinio dengimo teksto dydis

	G1	G3	A1	A2
Min. rastrinio (C50%M50%Y50%) teksto dydis, pt	7			

4.5.2. Negatyvinio teksto rastriniame C50% M50% K50% fone kokybės analizė

Kaip ir spausdinant pozityvinį tekstą, negatyviniame tekste taip pat svarbus yra spalvų sutapdinimo tikslumas. Visgi, nedidelius netikslumus kompensuoja 0,06 mm dydžio spalviniai atitraukimai, tad didžiausią įtaką negatyvinio rastrinio teksto kokybei daro rastrinių taškų išsidėstymas. Pastebima, jog kuo tekstas yra mažesnis, tuo labiau tarpeliai tarp rastrinių taškų iškreipia raidžių geometriją (71 ir 72 pav.).



71 pav. Negatyvinis C50%M50%K50% tekstas



72 pav. Negatyvinis C50%M50%K50% tekstas. Dėl sutapdinimo netikslumo bei rastrinių taškų išsidėstymo pablogėjęs mažo dydžio teksto skaitomumas (3÷7pt)

25 lentelėje pateikiamas teksto kokybės vertinimas, kuris buvo atliktas, atsižvelgiant į tuos pačius kriterijus, kaip ir vertinant rastrinį pozityvinį tekstą.

25 lentelė

Rastrinio negatyvinio teksto kokybės vertinimas

Spausdinamoji medžiaga	Minimalus kokybiškai atspausdinto teksto dydis, pt	Minimalus vidutine kokybe atspausdinto teksto dydis, pt	Didžiausias nekokybiškai atspausdinto teksto dydis, pt
Gallus EM280-7 (G1)			
Vellum	8	6	5
Coat	6	5	4
PP GW	8	5	4
Gallus EM280-8 (G3)			
Vellum	7	5	4
Coat	7	5	4
PP GW	6	5	4
Gallus EM280-6 (A1)			
Vellum	8	5	4
Coat	7	5	4
PP GW	6	5	4
Gallus EM280-5 (A2)			
Vellum	10	6	5
Coat	8	6	5
PP GW	9	7	6

Reikšmingų veiksnių nustatymui - atlikta koreliacijos analizė (26 lentelė). Nustatyta, jog nors spaudos mašinos parinkimas turi labai silpną ryšį su gautais rezultatais (koreliacijos koeficientai atitinkamai - 0,109 ir -0,040), tačiau šis ryšys nėra statistiškai reikšmingas. Tuo tarpu spausdinamosios medžiagos ryšys su spaudos kokybės įvertinimu yra artimas nuliui – tai rodo, jog statistiškai ryšys apskritai nėra aptinkamas. Nustatyta, jog stiprus ryšys sieja teksto dydį su įverčiu (kore-

liacijos koeficientas: -0,899), šis ryšys yra ne tik stiprus, bet ir statistiškai reikšmingas, kadangi reikšmingumas - 0,00<0,01.

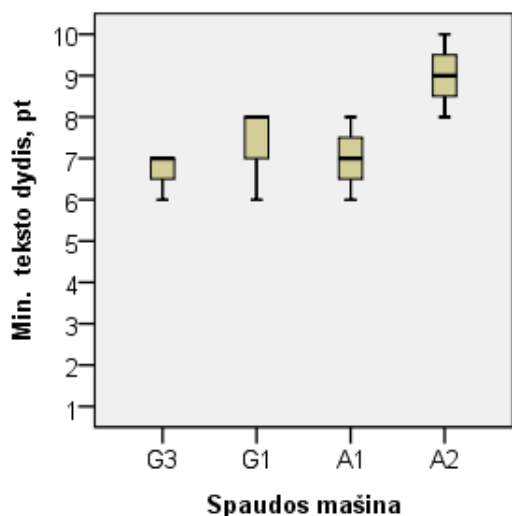
26 lentelė

Rastrinio negatyvinio teksto kokybės koreliacinė analizė

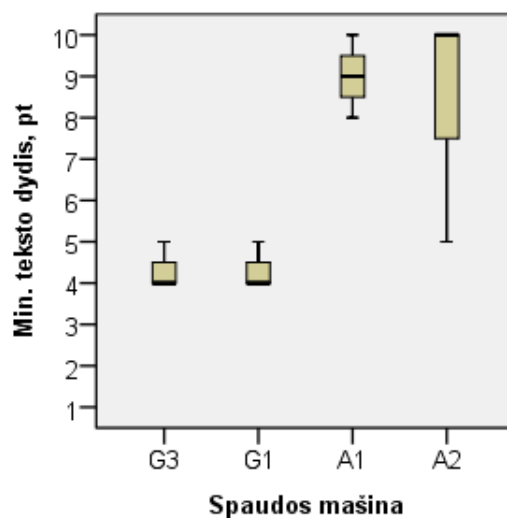
		Įvertis
Spaudos mašina	Koreliacijos koef.	0,109
	Reikšmingumas	0,195
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koef.	-0,040
	Reikšmingumas	0,630
Teksto dydis	Koreliacijos koef.	-0,899**
	Reikšmingumas	0,00

** Koreliacijos koeficientas reikšmingas 0,01 lygiu

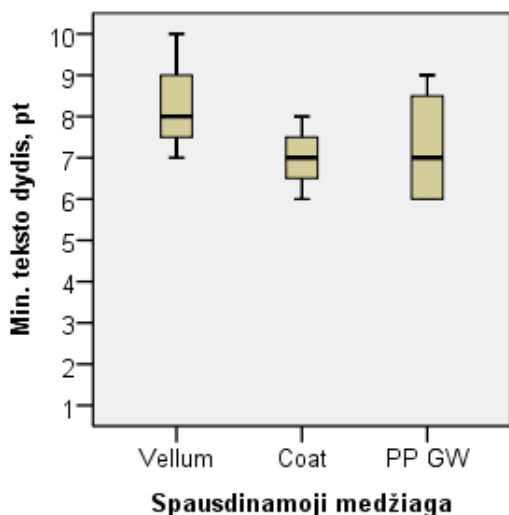
Lyginant minimalų atkuriamo negatyvinio teksto rastriniame fone dydį su minimaliu negatyvinio pilno dengimo teksto dydžiu, kai spalviniai atitraukimai yra lygūs 0,06 mm. (žr. atitinkamai 73 ir 74 bei 75 ir 76 pav.), pastebima, jog rastrinio teksto atveju, rezultatai pasiskirstę gana tolygiai tarp skirtingų spaudos mašinų, tuo tarpu spausdinant pilno dengimo tekstą, rezultatai priklausė nuo pasirinktos spaudos mašinos. Tiesa, G3 ir G1 įrenginiais kokybiški tekstai buvo gaunami, esant mažesniai šrifto dydžiui nei analogiškai spausdinant rastrinius tekstus. Vertinant rezultatų sklaidą, pastebima, jog rezultatai spausdinant ta pačia spaudos mašina, tačiau ant skirtingų medžiagų varijuoja 1-2 pt ribose, taigi, spausdinamosios medžiagos įtaka nėra didelė tiek spausdinant rastriniu, tiek pilnu dengimu. Išimtis galėtų būti A2 spaudos mašina, kadangi ja spausdinant pilno dengimo tekstus, rezultatų sklaida buvo itin didelė (5÷10 pt ribose). Kadangi panašių reiškinių nepastebėta spausdinant kitomis spaudos mašinoms, tikėtina, jog tai ne spausdinamosios medžiagos įtaka, o netinkamai parinktų spausdinimo nustatymų ar spaudos mašinos konstrukcijos nepatikimumo rezultatas.



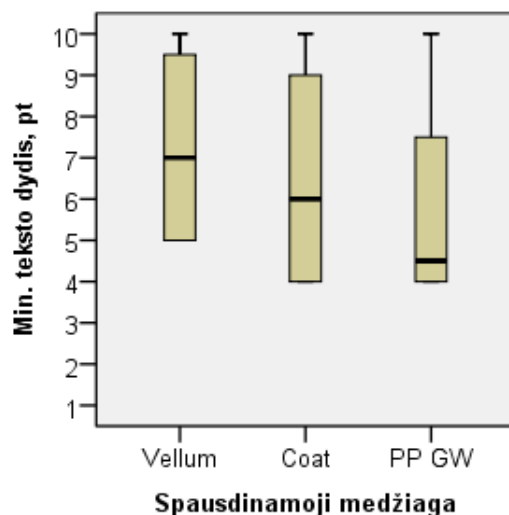
73 pav. Minimalaus atkuriamo rastrinio teksto (su 0,06 mm spalviniais atitraukimais) dydžio priklausomybė nuo spaudos mašinos



74 pav. Pilno dengimo negatyvinis tekstas su 0,06 mm spalviniais atitraukimais



75 pav. Mažiausio rastrinio teksto (su 0,06 mm spalviniais atitraukimais) priklausomybė nuo spausdinamosios medžiagos



76 pav. Pilno dengimo negatyvinis tekstas su 0,06 mm spalviniais atitraukimais

Rezultatus lyginant tarp skirtingų spausdinamųjų medžiagų, pastebima, jog ant Vellum popieriaus tiek rastrinio, tiek pilno raidžių dengimo atveju prireikė didžiausio teksto dydžio, jog jis būtų atspausdintas kokybiškai. Tuo tarpu ant Coat popieriaus bei PP GW plėvelių rezultatai abejais atvejais išliko beveik identiški. Taigi, galima daryti prielaidą, jog taip nutiko todėl, jog Vellum popierius yra šiurkštesnio paviršiaus bei geriau sugeriantis poligrafinius dažus, todėl dažai šiek tiek išsiliejo į kraštus ir uždengdami negatyvinio teksto elementus. Tuo tarpu spausdinant ant kreidoto lygaus popieriaus Coat bei PP GW plėvelės, pagrindinis UV dažų užsitvirtinimo mechanizmas buvo UV apšvitos sukelta polimerizacija ir dažai neišsiliejo į kraštus, arba išsiliejo mažiau. Dar viena išvada, kurią galima daryti iš 75 ir 76 grafikų yra, jog spausdinant pilno dengimo tekstą rezultatų sklaida buvo didesnė, taigi, spaudos mašina turėjo didesnę įtaką spaudinio kokybei.

Visgi, atlikti bandymai bei jų analizė leidžia daryti išvadas, jog praktinėje veikloje, nustatant ribines vertes, galima neatsižvelgti į planuojamą parinkti spausdinamąją medžiagą.

Nors apskaičiuotasis ryšys tarp spaudos mašinos parinkimo bei mažiausio gerai skaitomo teksto verčių buvo statistiškai nereikšmingas, tačiau 1 pt ar 2 pt teksto dydžių skirtumai gali būti reikšmingi klientų lūkesčiams pateisinti, taigi, nustatomos ribinės reikšmės kiekvienai spaudos mašinai (27 lentelė).

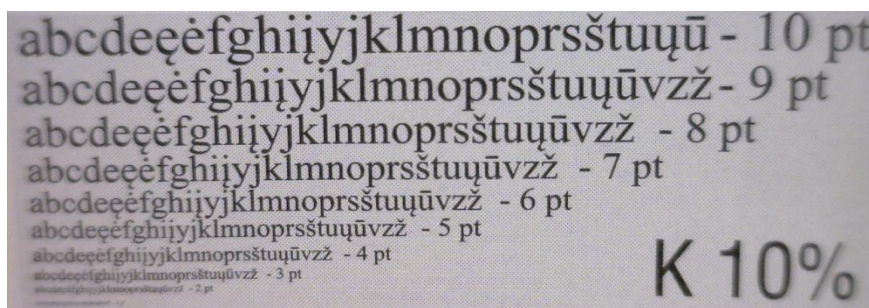
27 lentelė

Rekomenduotinas minimalus negatyvinio rastrinio dengimo teksto dydis

	G1	G3	A1	A2
Min. rastrinio (C50%M50%Y50%) teksto dydis, pt	8	7	8	10

4.5. Teksto atspausdinimo kokybės pustoniniame fone analizė

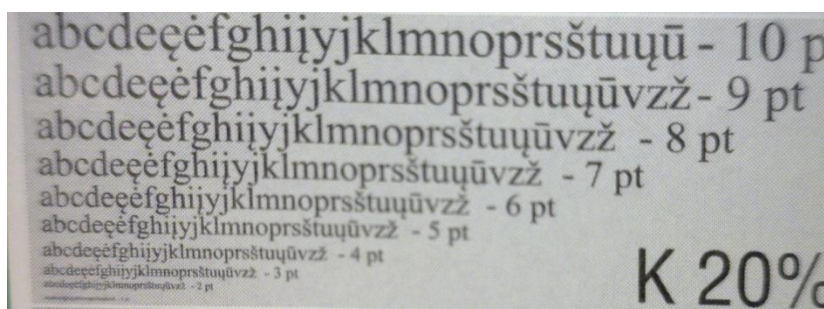
Kuriant grafinį etiketės dizainą, klientai pageidauja ne tik anksčiau aprašytųjų sprendimų, kuomet tekstas talpinamas baltame fone, tačiau ir teksto, patalpinto tam tikrame pustoniniame fone. Toks sprendimas suteikia aibę dizaino galimybių, kaip įdomiai ir netradiciškai vartotojui pateikti etiketę. Tačiau spausdinant 100 proc. dengimo tekstą rastriniame fone, atsiranda tam tikrų keblumų, kadangi didinant rastinio fono dengimą, pastebimas mažo teksto kokybės prastėjimas. Taip nutinka todėl, kad santykinai dideli rastriniai taškai iškraipo mažų raidžių geometriją, su jomis susiliedami, todėl tekstas tampa neįskaitomas. Jei esant 10 proc. foniniam dengimui aiškiai įskaitomas net mažas – vos 2 pt tekstas (78 pav.), tai foniniam dengimui pasiekus 60 proc. – net ir 5 pt tekstas nėra tinkamas pasirinkimas (88 pav.). Kaip kinta teksto kokybė, keičiant foninį dengimą, parodyta 77-88 pav. – raudona spalva pažymėtos teksto vietos, kurių atspausdinti kokybiškai tyrimu metu nepavyko dėl fone esančių rastrinių taškų sukeltamų raidžių geometrijos iškreipimų.



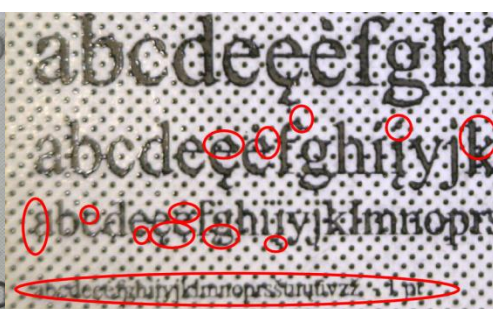
77 pav. 100% dengimo tekstas 10% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



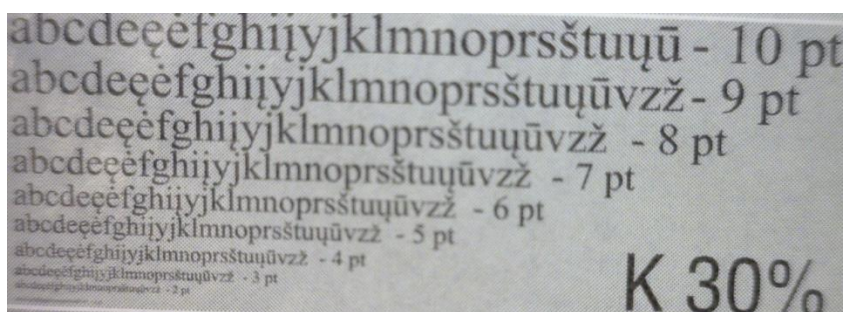
78 pav. 100% dengimo tekstas 10% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷5Pt)



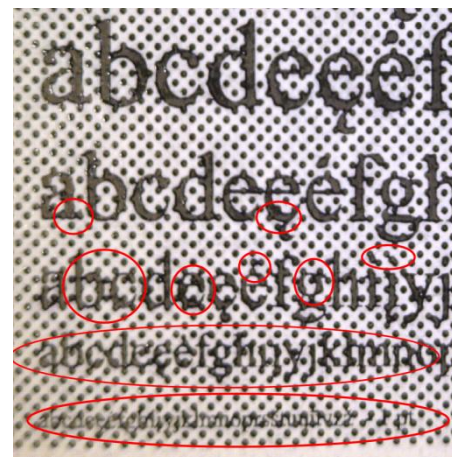
79 pav. 100% dengimo tekstas 20% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



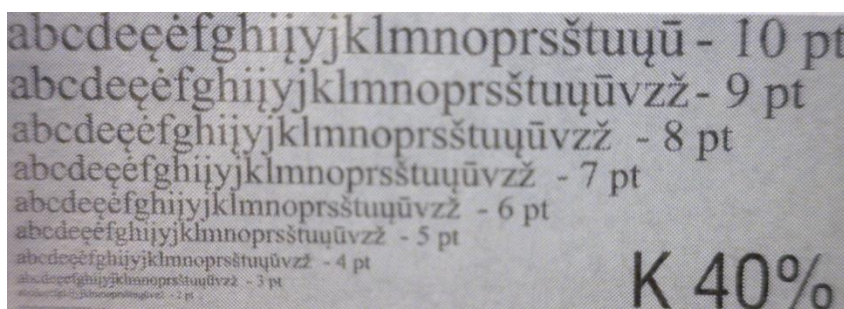
80 pav. 100% dengimo tekstas 20% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷5Pt)



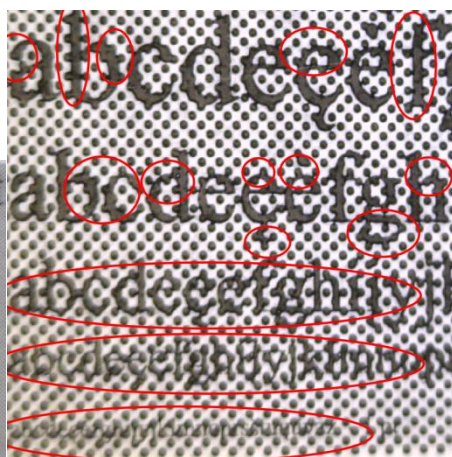
81 pav. 100% dengimo teksta 30% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



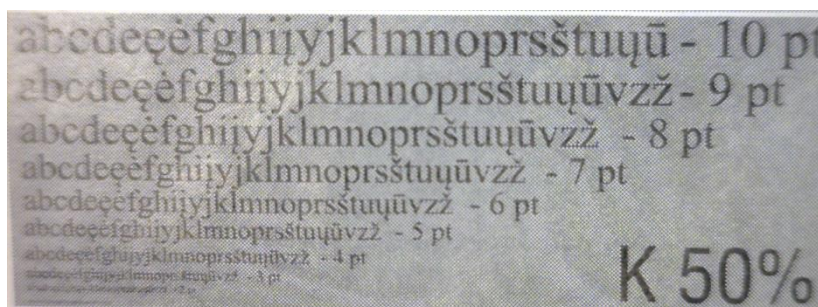
82 pav. 100% dengimo teksta 30% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷5Pt)



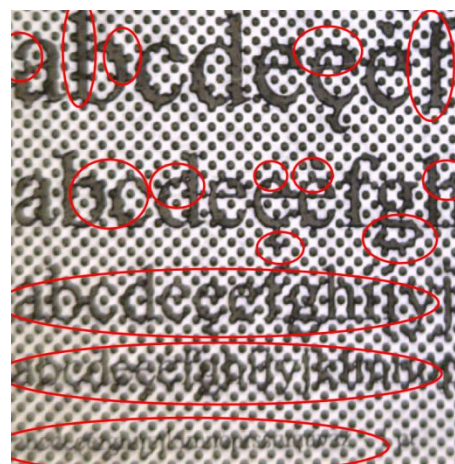
83 pav. 100% dengimo teksta 50% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



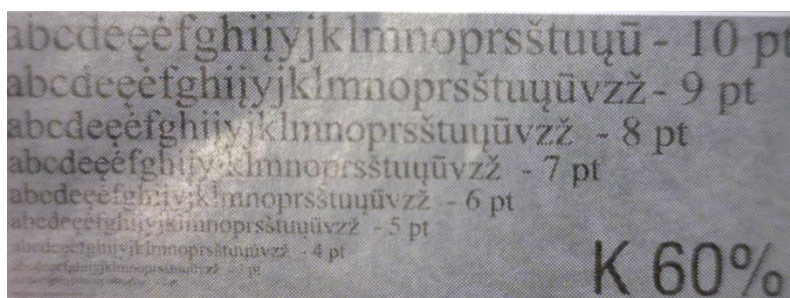
84 pav. 100% dengimo teksta 50% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷5Pt)



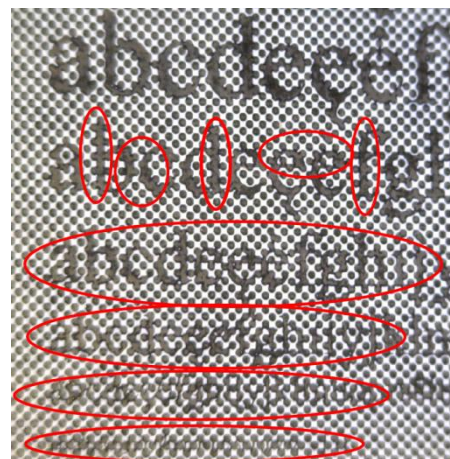
85 pav. 100% dengimo teksta 50% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



86 pav. 100% dengimo teksta 50% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷5Pt)



87 pav. 100% dengimo tekstas 60% dengimo fone – vaizdas matomas plika akimi



88 pav. 100% dengimo tekstas 60% dengimo fone – vaizdas, per mikroskopą (1÷6Pt)

Šiuo bandymu siekiama nustatyti, koks yra mažiausias įskaitomas tekstas (šriftas – *Times New Roman*), esant skirtingam rastriniam foniniam dengimui, išanalizuoti, ar egzistuoja tokia priklausomybė bei nustatyti jos pobūdį. Bandymų metu naudotos trys skirtingas paviršius bei dažų sugeriamumo savybes turinčios spausdinamosios medžiagos – Vellum, Coat popierius bei PP GW plėvelė. Dėl šių savybių galima daryti prielaidą, jog fone esantys rastriniai taškai esant grubiam bei sugeriančiam medžiagos paviršiui gali išsilieti ir tokiu būdu pabloginti smulkaus teksto skaitomumą. Spausdinant skirtingomis spaudos mašinomis, tikėtini tam tikri skirtumai tarp sudaromo slėgio tarp spausdinamosios medžiagos bei spaudos formos, todėl dažai gali išstrykšti už spausdinamųjų elementų ribų skirtingai, tad teksto kokybė spausdinant skirtingomis spaudos mašinomis gali kisti. Šiuo bandymu tikrinamos šios prielaidos – nustatoma, ar rezultatams turi įtakos spausdinamosios medžiagos savybės bei naudotas spausdinimo įrenginys. *SPSS Statistics* programoje suvedami bandymai, varijuojant kintamiesiems, nurodytiems 28 lentelėje. Kiekvieno dydžio teksto kokybė 1pt žingsniu vertinama „Gerai“, „Vidutiniškai“ arba „Blogai“.

28 lentelė

Teksto pustoniniame fone kokybės tyrimo kintamieji

Spaudos mašina	Spausdinamoji medžiaga	Foninis dengimas	Teksto dydis	Įvertis
G1	Vellum	10%	1 pt	Gerai
G3	Coat	20%	2 pt	Vidutiniškai
A1	PP GW	30%	3 pt	Blogai
A2		40%	4 pt	
		50%	5 pt	
		60%	6 pt	
			7 pt	
			8 pt	
			9 pt	
			10 pt	
			11 pt	
			12 pt	

Skaičiuojamas koreliacijos koeficientas bei jo reikšmingumas analizuojamiems faktoriams (žr. 29 lentelę). Nustatoma, kurie faktoriai yra statistiškai reikšmingi teksto rastriniame fone kokybiniam vertinimui bei ryšio stiprumas. Nustatyta, jog stipri bei statistiškai reikšminga priklausomybė sieja teksto kokybę su jo dydžiu (koreliacijos koeficientas - -0,758, reikšmingumas – $0,000 < 0,01$), taip pat reikšminga, tačiau vidutinio ryšio stiprumu yra susieta teksto kokybė su foniniu dengimu (koreliacijos koeficientas – 0,424, reikšmingumas - $0,000 < 0,01$). Pagal bandymo rezultatus apskaičiuota, jog spaudos mašina bei spausdinamoji medžiaga neturėjo didelės įtakos spausdinamo teksto kokybei, juos sieja silpnas ir statistiškai nereikšmingas ryšys.

29 lentelė

Teksto puostoniniame fone kokybės koreliacinė analizė

		Atspausdinto teksto kokybės įvertis
Spaudos mašina	Koreliacijos koef.	0,014
	Reikšmingumas	0,744
Spausdinamoji medžiaga	Koreliacijos koef.	-0,044
	Reikšmingumas	0,289
Foninis dengimas	Koreliacijos koef.	0,424**
	Reikšmingumas	0,000
Teksto dydis	Koreliacijos koef.	-0,758**
	Reikšmingumas	0,000

** - koreliacija reikšminga 0,01 lygiu

30 lentelėje pateikiami mažiausio teksto dydžio, kuris įvertintas „gerai“, rezultatai, esant skirtingam foniniam rastriniam dengimui.

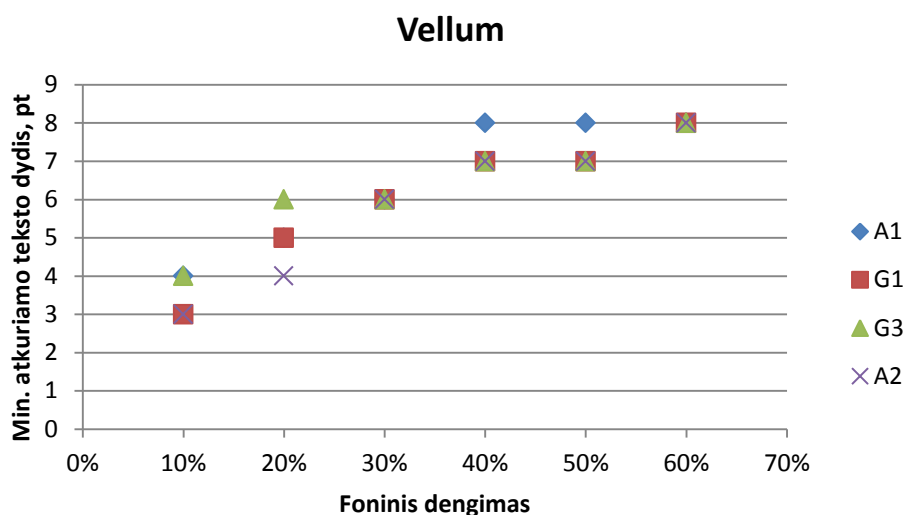
30 lentelė

Teksto skaitomumas, esant skirtingam foniniam dengimui

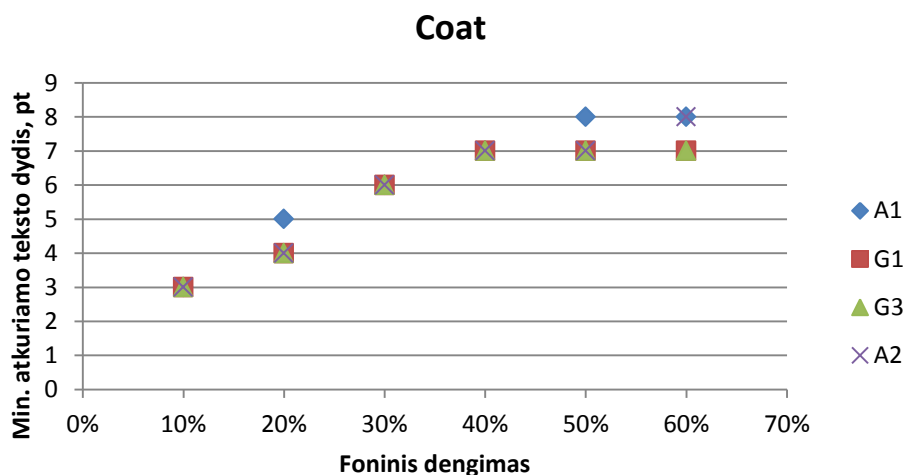
Foninis rastrinis dengimas	Spausdinamoji medžiaga	Min. gerai atspausdinamas tekstas, pt			
		G1	G3	A1	A2
10%	Vellum	3	4	4	3
20%		5	5	5	4
30%		6	6	6	6
40%		7	7	8	7
50%		7	7	8	7
60%		8	8	8	8
10%	Coat	3	3	3	3
20%		4	4	5	4
30%		6	6	6	6
40%		7	7	7	7
50%		7	7	8	7
60%		7	7	8	8

10%	PP GW plėvelė	2	3	3	3
20%		4	5	4	4
30%		6	6	6	6
40%		7	6	7	7
50%		7	7	7	8
60%		8	7	8	8

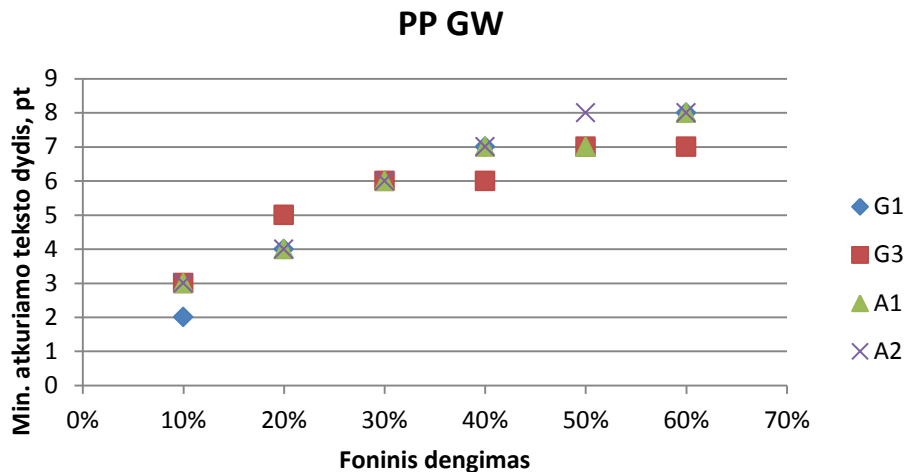
89, 90 ir 91 pavyzdžiuose matome minimalaus kokybiškai atkuriamo teksto dydžio priklausomybę nuo foninio dengimo, spausdinant skirtingomis spaudos mašinomis. Minimalaus atkuriamo teksto dydis priklauso nuo foninio dengimo – kuo pastarasis didesnis, tuo labiau blogėja smulkaus teksto kokybė – t.y. įmanoma atkurti tik didesnio šrifto tekstą. Lyginant skirtingomis spaudos mašinomis gautus rezultatus, pastebima, jog rezultatų sklaida yra nedidelė arba jos visai nėra (0÷1 pt).



89 pav. Mažiausio įskaitomo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo ant Vellum popieriaus

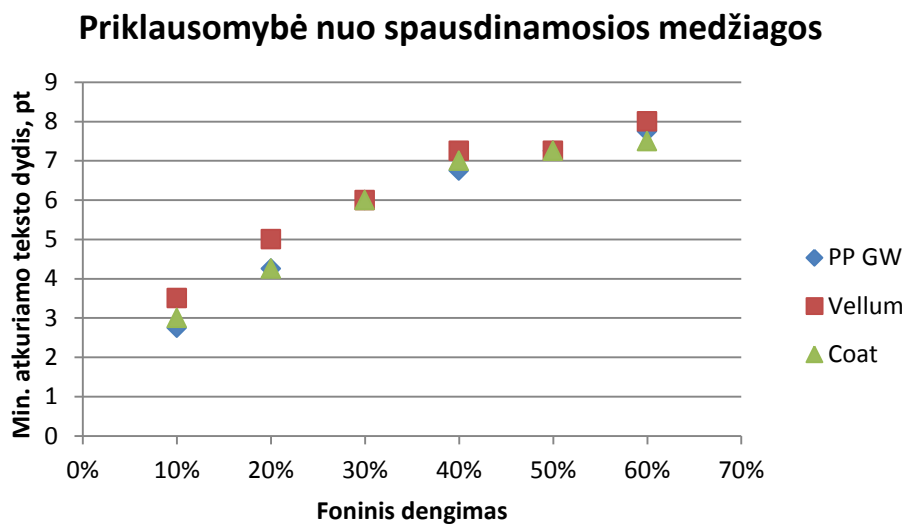


90 pav. Mažiausio įskaitomo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo ant Coat popieriaus



91 pav. Mažiausio įskaitomo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo ant PP GW plėvelės

92 pav. parodyta minimalaus atkuriamo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo skirtingoms spausdinamosioms medžiagoms. Diagramoje pastebima, jog rezultatų sklaida ant skirtingų medžiagų yra nedidelė arba jos visai nėra ir svyruoja 0÷1 pt.

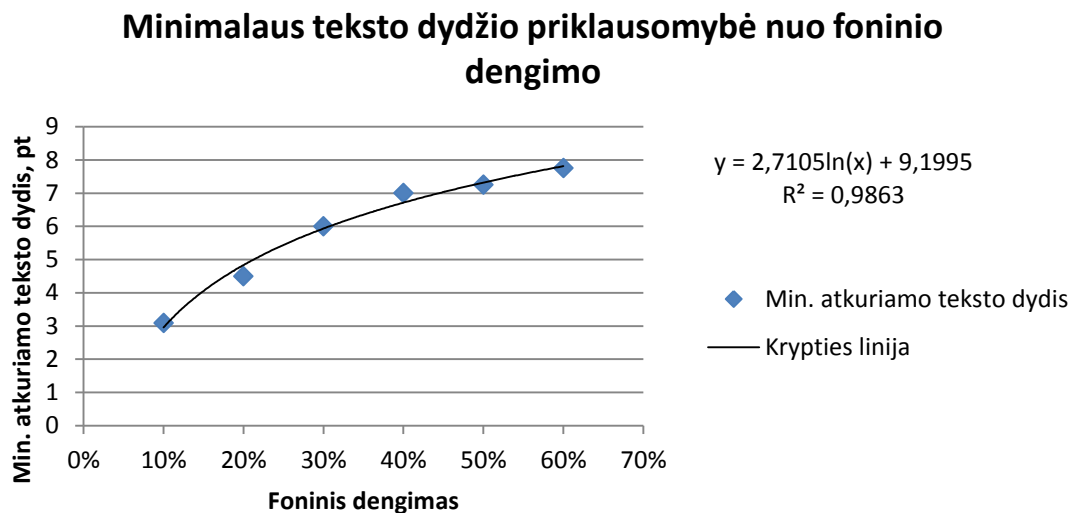


92 pav. Minimalaus atkuriamo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo ant skirtingų spausdinamųjų medžiagų

Apskaičiavus koreliacijos koeficientus bei faktorių statistinį reikšmingumą, buvo nustatyta, jog spaudos mašina bei spausdinamoji medžiaga neturi reikšmingos įtakos smulkaus teksto atkūrimo kokybei, o sudarytos 89-92 pav. diagramos patvirtino, jog rezultatų sklaida buvo maža arba jos nebuvo visai. Tai leidžia aprašyti bendrinį atvejį šiam dizaino sprendimui. Todėl sudaryta bendroji minimalaus atkuriamo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo (93 pav.). Pagal bandymų rezultatus buvo parinkta ir aprašyta krypties linija. Pagal determinacijos koeficientą nustatyta, jog reikšmingai tiksliausiai aprašo logaritminė krypties linija. Determinacijos koeficientas (R^2) yra svarbiausia modelio tikimo duomenims charakteristika – ji lygina skirtumus tarp Y reikšmių, kai atsižvelgiama į regresijos modelį, su skirtumais tarp Y reikšmių, kai į modelį neatsižvelgiama. Koe-

ficientas įgyja reikšmes iš intervalo [0;1]. Kuo koeficiento reikšmė didesnė, tuo modelis geriau tinka duomenims [25]. Šiuo atveju, logaritminės krypties linijos determinacijos koeficiento (R^2) reikšmė yra artimiausia 1 (0,9863), taigi krypties linija yra labai patikima, o pats reiškinytis gali būti aprašomas funkcija:

$$\text{Min. tekstodydis} = 2,7105\ln(\text{foninis dengimas}) + 9,1995 \quad (3)$$



93 pav. Minimalaus kokybiškai atspausdinamo teksto dydžio priklausomybė nuo foninio dengimo

5. LINIJŲ IR TEKSTO RIBINIŲ VERČIŲ RINKINIO SUDARYMAS BEI TAIKYMAS PRAKTINĖJE VEIKLOJE

Atlikus linijų bei teksto tikslumo tyrimą turimomis spaudos mašinomis, buvo sudaryta ribinių verčių lentelė 31, kuria rekomenduojama naudotis dizaineriams, kuriantiems etiketes, bei techniniams redaktoriams, paruošiantiems maketus fleksografinėi spaudai. Šios vertės padeda suprasti turimos įrangos galimybes bei limitus, sumažinti dizaino klaidų skaičių, kuomet pagal paruoštą maketą pagamintomis spaudos formomis neįmanoma kokybiškai atspausdinti etiketės.

31 lentelė

Rekomenduotinos minimalios grafinių elementų vertės skirtingoms spaudos mašinoms

	Gallus EM280-7 (G1)	Gallus EM280-8 (G3)	Gallus EM280-6 (A1)	Gallus EM280-5 (A2)
Min. pozityvinės vienspalvės linijos storis, mm	0,02			
Min. pozityvinės triadinės linijos storis, mm	0,02*			
Min. negatyvinės linijos vienspalviame fone storis, mm				
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05		0,06	0,08
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	0,03	0,05	0,04
Min. negatyvinės linijos triadinio dengimo fone storis, mm				
<i>Skersine kryptimi</i>	0,13	0,06	0,18	0,16
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	0,05	0,05	0,13
Min. vienspalvio pozityvinio teksto dydis, pt	2			
Min. triadinio pozityvinio teksto dydis, pt	2**			
Min. vienspalvio negatyvinio teksto dydis, pt	4	5		6
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt:				
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,08mm</i>	4			5
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,06mm</i>	4	5	6	7
Min. rastrinio pozityvinio teksto dydis, pt	7			
Min. rastrinio negatyvinio teksto dydis, pt	8	7	8	10
Min. teksto dydis 10% dengimo fone, pt	3	4		3
Min. teksto dydis 20% dengimo fone, pt	5			4
Min. teksto dydis 30% dengimo fone, pt	6			
Min. teksto dydis 40% dengimo fone, pt	7		8	7
Min. teksto dydis 50% dengimo fone, pt	7		8	
Min. teksto dydis 60% dengimo fone, pt	8			
Min. teksto dydis, esant kitam foniniam dengimui	Min. teksto dydis = $2,7105 \ln(\text{foninis dengimas}) + 9,1995$			

* - spalviniai atitraukimai $\geq 0,04$ mm

** - spalviniai atitraukimai lygūs 0,06mm

Taip pat spaudos vidiniai norminiai aktai gali būti pritaikomi ir kasdienėje gamybinėje veikloje – planuojant etikečių gamybą. Pastebima, jog daugeliu atvejų geresni spaudos tikslumo rezultatai pasiekiami spaudos mašinomis G1 bei G3, o A1 ir A2 tikslumas – mažesnis. Siekiant optimizuoti gamybinę veiklą, siūloma maketus skirstyti į tikslumo klases bei taip sėkmingiau paskirstyti gaminių srautus, planuojant spausdinimą. Tokiu būdu būtų išvengta klaidų, kuomet itin detalus bei sudėtingas (1 tikslumo klasės) gaminys bandomas spausdinti spaudos mašinomis, kurios techniškai nėra pajėgios susidoroti su užduotimi. Klaidingai priskyrus gaminį, sunaudojama daug spausdinamosios medžiagos, kitų žaliavų, laiko, o laukiamas rezultatas nėra pasiekiamas ir gaminys perkeliamas gaminti kitai spaudos mašinai. Taigi, šiuo atveju etiketės savikaina, priklausomai nuo spausdinamo tiražo, gali išaugti neleistinai daug. Vadovaujantis 32 lentelėje pateiktomis maketų skirstymo į tikslumo klases gairėmis, galima išvengti anksčiau paminėtų klaidų, optimizuoti gamybą, sumažinti savikainą bei sumažinti priklausomybę nuo individualių darbuotojų profesionalumo.

Tikslumo klasė nustatoma pagal tai, ar makete yra bent vienas spaudos elementas, kurį aprašo 1 tikslumo klasė. Jei taip – gaminys priskiriamas pirmajai tikslumo klasei, jei ne - tuomet jis priklauso antrajai tikslumo klasei.

32 lentelė

Maketų tikslumo klasės

	1 tikslumo klasė	2 tikslumo klasė
Irenginiai, kuriais galima atspausdinti gaminį	G1;G3	A1;A2
Min. negatyvinės linijos vienspalviame fone storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05	Nuo 0,08
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	Nuo 0,05
Min. negatyvinės linijos triadinio dengimo fone storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,13	Nuo 0,18
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,05	Nuo 0,13
Min. vienspalvio negatyvinio teksto dydis, pt	5	Nuo 6
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt	5	Nuo 7
Min. teksto rastrinio dengimo fone dydis, pt	8	Nuo 10

Maketų tikslumo klasių taikymas yra tinkamesnis kasdieninei gamybinei veiklai, o išskirtiniams grafinio dizaino atvejams sudaroma minimalių įmanomų atspausdinti spaudos elementų reikšmių lentelė, aprašanti atvejus, kuomet klientas pageidauja itin plonų linijų arba itin mažo teksto etiketėje. Lentelėje atsispindi, kokia ploniausia tam tikro dizaino linija ar mažiausias tekstas gali būti atspausdinamas įmonės turima įranga bei nurodoma, kuri spaudos mašina geba atlikti šią užduotį. Taigi, išskirtinio detališkumo atvejais, rekomenduotina atsižvelgti būtent į 33 lentelę.

Dizaino elementų atkuriamumo ribos

	Min. reikšmė	Spaudos mašina
Min. pozityvinės vienspalvės linijos storis, mm	0,02	visos
Min. pozityvinės triadinės linijos storis, mm	0,02	visos
Min. negatyvinės linijos vienspalviame fone storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05	G1;G3
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,03	G3
Min. negatyvinės linijos triadinio dengimo fone storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,06	G3
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	G1
Min. vienspalvio pozityvinio teksto dydis, pt	2	visos
Min. triadinio pozityvinio teksto dydis, pt	2**	visos
Min. vienspalvio negatyvinio teksto dydis, pt	4	G1
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt:		
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,08mm</i>	4	G1;G3;A2
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,06mm</i>	4	G1
Min. rastrinio pozityvinio teksto dydis, pt	7	visos
Min. rastrinio negatyvinio teksto dydis, pt	7	G3
Min. teksto dydis 10% dengimo fone, pt	3	G1;A2
Min. teksto dydis 20% dengimo fone, pt	4	A2
Min. teksto dydis 30% dengimo fone, pt	6	visos
Min. teksto dydis 40% dengimo fone, pt	7	G1;G3;A2
Min. teksto dydis 50% dengimo fone, pt	7	G1;G3
Min. teksto dydis 60% dengimo fone, pt	8	visos

* - spalviniai atitraukimai $\geq 0,04$ mm

** - spalviniai atitraukimai lygūs 0,06mm

6. INOVACIJOS EKONOMINIO EFEKTYVUMO VERTINIMAS

Siekiant įvertinti, kokią ekonominę naudą gali suteikti spausdinamųjų elementų ribinių verčių nustatymas skirtingoms spaudos mašinoms, jų klasifikavimas bei taikymas gamybos planavime – buvo sumodeliuotos dvi gamybinės situacijos. Pirmojoje – neįdiegus ribinių spausdinamųjų elementų verčių, apskaičiuotas galimas spausdinamosios medžiagos sunaudojimas bei su tuo susiję kaštai, laiko, skirto pasiruošimui, spaudos mašinos derinimui bei kokybiško tiražo spausdinimui sąnaudos, darbuotojų atlyginimai tiražo spausdinimui. Modeliuojant antrąją situaciją – skaičiuojami tie patys dydžiai, tik numatoma, jog vidinės norminės reikšmės yra įdiegtos ir planuojant gamybos procesus jų yra laikomasi. Produkcijos techninės charakteristikos pateikiamos 34 lentelėje.

34 lentelė

Spausdinamos produkcijos techninės charakteristikos

Gaminio nr.	Tikslumo klasė	Etiketės plotis, m	Etiketės aukštis, m	Stulpelių skaičius	Spalvingumas	Spausdinamoji medžiaga	Tiražas, vnt.	Rulono plotis, m	Tiesiniai metrai, m
1	Pirma	0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	4000	0,21	210
		0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	57500	0,21	3019
		0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	400000	0,21	21000
2	Antra	0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	4000	0,21	210
		0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	57500	0,21	3019
		0,1	0,1	2	4	Coat S2000N	400000	0,21	21000

Visos spausdinamos etiketės turi tam tikras vienodas charakteristikas – formatą, išdėstymą spaudos lanke, spalvingumą, popierių. Tačiau gaminiai skiriasi savo dizaino sprendimais – pastarieji suskirstomi į dvi kategorijas (tikslumo klases):

- Pirma – lipnioje etiketėje naudojami itin smulkūs dizaino elementai;
- Antra – naudojami vidutiniškai detalūs dizaino elementai;

Absoliutiniai bei santykiniai rezultatai bei jų priklausomybės vertinamos spausdinant mažus (4000 vnt.), vidutiniškai didelius (57 500 vnt.) bei didelius tiražus (400 000 vnt.).

6.1. Spausdinamosios medžiagos, laiko bei kaštų sąnaudos, neįdiegus vidinių norminių aktų

35, 36 ir 37 lentelėse parodyti laiko bei medžiagų sąnaudų skaičiavimai planuojamiems gaminiams nediegiant norminių verčių. Analizei buvo pasirinkta praktinėje veikloje retkarčiais susidaranti situacija, kuomet nepavykus gaminio kokybiškai atspausdinti viena spaudos mašina, darbas perkeliamas kitai spaudos mašinai. Pavyzdžiui, iš patirties yra žinoma, jog G3 įrenginiu dažniau pavyksta išgauti norimą spausdinio rezultatą nei spaudos mašina A2. Taigi, nustatyta, jog jei

A2 įrenginio nepavyksta priderinti kokybiškai spaudai ilgiau nei 1 val., darbas stabdomas ir perkeliamas kitai spaudos mašinai.

Apytikslės nuobiros priderinimui parinktos atsižvelgiant į gaminio tikslumo klasę – kuo etiketės dizainas yra sudėtingesnis, tuo daugiau spausdinamosios medžiagos bus sunaudojama priderinimui.

Popieriaus rulonų keitimo kartai svarbūs tuo, jog kiekvieną kartą juos keičiant spaudos mašina turi būti stabdoma, o tai sąlygoja popieriaus nuobiras iš naujo įjungiant darbinį režimą – įvertinus popieriaus juostos ilgį spaudos mašinoje bei sutapdinimo korekcijas, numatome, jog kiekvienas popieriaus rulonas sąlygoja apie 90 m popieriaus nuobirų. Stabdymų skaičių nustatome, įvertinant, jog vienas popieriaus rulonas yra 2 km ilgio popieriaus juosta. Taigi, nuobiros, keičiant popieriaus ruloną apskaičiuojamos:

$$M_{rul} = 90 \times n \quad (4)$$

Spausdinamosios medžiagos sąnaudos gaminiui pagaminti:

$$M = M_{tir.} + M_{prid.A2} + M_{prid.G3} + M_{rul}. \quad (5)$$

Spausdinamosios medžiagos sunaudojimas kvadratiniais metrais:

$$S = M \times P \quad (6)$$

Kaštai spausdinamajai medžiagai:

$$K_{medžiagoms} = K_{kv.m} \times S \quad (7)$$

Čia, M_{rul} – nuobiros, keičiant popieriaus ruloną, m; n – reikalingi rulonų keitimo kartai; M – spausdinamosios medžiagos kiekis gaminiui pagaminti, m; $M_{tir.}$ – tiesiniai kokybiško tiražo metrai, m; $M_{prid.A2}$ – tiesiniai metrai priderinimui A2 spaudos mašina, m; $M_{prid.G3}$ – tiesiniai metrai priderinimui G3 spaudos mašina, m; $M_{rul.}$ – tiesiniai metrai sunaudojami popieriaus rulonų keitimo metu, m; S – spausdinamosios medžiagos sunaudojimas kvadratiniais metrais, m^2 ; P – popieriaus rulono plotis, m; $K_{medžiagoms}$ – kaštai spausdinamajai medžiagai, eur.; $K_{kv.m}$ – popieriaus kvadratinio metro kaina, eur.;

35 lentelė

Popieriaus sunaudojimas bei kaštai be vidinių norminių aktų

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai, m	A2	G3	Rulonų keitimo kartai	Nuobiros, keičiant popieriaus ruloną, m	Viso sunaudota popieriaus, m	Viso kvadratinų metrų, m	Vieno kv. m. kaina, eur.	Viso kaina, eur.
		Nuobiros priderinimui, m	Nuobiros priderinimui, m						
1	2	3	4	5	6=90*5	7=2+3+4+6	8=7*0,21	9	10=8*9
1	210	1000	400	0	0	1610	338,1	0,33	112,70
	3019	1000	400	1	90	4508,75	946,8	0,33	315,61
	21000	1000	400	11	990	23390	4911,9	0,33	1637,30

2	210	200	0	0	0	410	86,1	0,33	28,70
	3019	200	0	1	90	3308,75	694,8	0,33	231,61
	21000	200	0	11	990	22190	4659,9	0,33	1553,30

36 lentelėje matome, jog A2 spaudos mašina priderinti pirmos tikslumo klasės etikečių spaudai nepavyko valandą, todėl nuspręsta gaminių perkelti spausdinti kitam įrenginiui. Tuo tarpu antros tikslumo klasės gaminius pavyko priderinti spausdinti A2 spaudos mašina, tad jie nebuvo perkelti. Apskaičiuojamos laiko sąnaudos rulonų keitimui, priderinimui bei kokybiško tiražo spausdinimui abejoms spaudos mašinoms bei visas spausdinimui skirtas laikas:

$$t_{rul} = t_{rul1} \times n \quad (8)$$

$$t_{tir} = \frac{M_{tir}}{v} \quad (9)$$

$$t_{visas} = t_{par} + t_{prid} + t_{tir} + t_{rul} \quad (10)$$

Čia,

t_{rul} – visas laikas spausdinamosios medžiagos rulonų keitimui, min.; t_{rul1} – laikas vienam spausdinamosios medžiagos rulono pakeitimui ($t_{rul1}=5$ min), min; t_{tir} – laikas kokybiško tiražo spausdinimui, min; v – spaudos mašinos darbinis greitis kokybiško tiražo spausdinimo metu, m/min; t_{visas} – visa gaminių gamybos trukmė, min; t_{par} – laikas spaudos mašinos paruošimui, min.

Pastebima, jog gamybos perkėlimas sąlygoja papildomus kaštus susijusius su spausdinamosios medžiagos nuostoliais (iš naujo atliekamas priderinimas), laiko nuostoliais (pakartotinis dažų aparato paruošimas, laikas priderinimui).

36 lentelė

Laiko sąnaudos bervidinių norminių aktų

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai, m	A2						G3					Visas spausdinimui skirtas laikas, min
		Laikas spaudos mašinos paruošimui, min	Laikas priderinimui, min	Gaminys perkeliamas kitai spaudos mašinai	Laikas keičiant ruloną, min	Laikas tiražo spausdinimui, min	Visas spaudos mašinos darbo laikas, min	Laikas spaudos mašinos paruošimui, min	Laikas priderinimui, min	Laikas keičiant ruloną, min	Laikas tiražo spausdinimui, min	Visas spaudos mašinos darbo laikas, min	
1	2	3	4	5	6	7=2/60*	8=3+4+6+7	9	10	11	12=2/60**	13=9+10+11+12	14=8+13
1	210	10	60	Taip	0	0	70	10	20	0	3,5	33,5	104
	3019	10	60	Taip	0	0	70	10	20	5	50,3	85,3	155
	21000	10	60	Taip	0	0	70	10	20	55	350,0	435,0	505
2	210	10	15	Ne	0	3,5	29	0	0	0	0	0,0	29
	3019	10	15	Ne	5	50,3	80	0	0	0	0	0,0	80
	21000	10	15	Ne	55	350,0	430	0	0	0	0	0,0	430

*-jei gaminys perkeliamas kitai spaudos mašinai laikas tiražo spausdinimui lygus 0 min.;

**-jei gaminys nebuvo perkeltas, laikas tiražo spausdinimui lygus 0

Patiriami laiko nuostoliai, perkeliant gaminį kitam spaudos įrenginiui tiesiogiai susiję ir su darbuotojų apmokėjimo nuostoliais. 37 lentelėje pagal produkcijos gaminimo laiką apskaičiuojamos išlaidos darbuotojų apmokėjimui, numatant, jog vienu metu su spaudos mašina dirba du darbuotojai – spaudėjas, bei jo padėjėjas, o jų bendras valandinis įkainis lygus 10 eurų.

$$Soc. draudimas = Val. įkainis \times 0,31 \quad (11)$$

$$Darbo vietu kaina gaminiui = (Val. įkainis + Soc. draudimas) \times t_{visas} \quad (12)$$

37 lentelė

Išlaidos darbuotojų darbo užmokesčiui, spausdinant tiražą be vidinių norminių aktų

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai, m	A2					G3					Išlaidos darbuotojų darbo užmokesčiui, spausdinant tiražą, eur.
		Visas spaudos mašinos darbo laikas, min.	Darbuotojų skaičius	Darbuotojų valandinis įkainis	Soc. Draudimas	Darbo vietų kaina, gaminiui eur.	Visas spaudos mašinos darbo laikas	Darbuotojų skaičius	Darbuotojų bendras valandinis įkainis, eur.	Soc. draudimas eur.	Darbo užmokestis, spausdinant tiražą, eur.	
1	2	3	4	5	6=5*0,31	7=3/60	8	9	10	11=10*0,31	12=8/60	13=7+12
1	1567	70	2	10	3,1	15,28	34	2	10	3,1	7,31	22,60
	29	70	2	10	3,1	15,28	85	2	10	3,1	18,63	33,91
	232	70	2	10	3,1	15,28	435	2	10	3,1	94,98	110,26
2	1553	29	2	10	3,1	6,22	0,0	0	10	3,1	0,00	6,22
	25	80	2	10	3,1	17,53	0,0	0	10	3,1	0,00	17,53
	228	430	2	10	3,1	93,88	0,0	0	10	3,1	0,00	93,88

6.2. Spausdinamosios medžiagos, laiko bei kaštų sąnaudos, įdiegus vidinius norminius aktus

Gamybos praktikoje taikant tyrimų metu nustatytas ribines spausdinamųjų elementų vertes ir atsižvelgiant į jas gamybos planavimo metu, tikėtina, jog bus išvengiamos situacijos, kuomet spaudos mašinai priskiriami gaminiai, kuriuos ji atspausdinti nėra techniškai pajėgi. Šiuo atveju tai įvertinama iš karto ir gaminys spausdinamas įrenginiu su pakankamomis tikslumo charakteristikomis. Taip išvengiami anksčiau minėti gaminių perkėlimai. 38 ir 39 lentelėse apskaičiuojamas teorinis popieriaus sunaudojimas, laiko sąnaudos, kaštai darbuotojų darbui apmokėti, kuomet spaudos vidiniai norminiai aktai integruoti į gamybos procesus.

Popieriaus sunaudojimas bei kaštai, įdiegus vidinius norminius aktus

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai tiraže, m	Nuobiros priderinimui, m	Techniniai sustabdymai rulonų keitimui	Nuobiros, keičiant popieriaus ruloną, m	Viso sunaudota popieriaus, tiesiniai metrai, m	Sunaudota popieriaus kv. m.	Vieno kv. m. kaina, eur.	Viso kaina, eur.
1	2	3	4	5=4*90	6=2+3+5	7=6*0,21	8	9=7*8
1	210	400	0	0	610	128,1	0,33	42,70
	3019	400	1	90	3509	736,8	0,33	245,61
	21000	400	11	990	22390	4701,9	0,33	1567,30
2	210	200	0	0	410	86,1	0,33	28,70
	3019	200	1	90	3309	694,8	0,33	231,61
	21000	200	11	990	22190	4659,9	0,33	1553,30

39 lentelė

Laiko ir darbuotojų užmokesčio sąnaudos įdiegus vidinius norminius aktus

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai tiraže, m	Laikas spaudos mašinos paruošimui, min	Laikas priderinimui, min	Laikas keičiant ruloną, min	Laikas tiražo spausdinimui, min.	Visas spausdinimui skirtas laikas, min.	Darbuotojų skaičius	Darbuotojų valandinis įkainis, eur.	Soc. Draudimas, eur.	Darbo užmokestis, spausdinant tiražą, eur.
1	2	3	4	5	6=2/60	7=3+4+5+6	8	9	10=9*0,31	11=(9+10)* (7/60)
1	210	10	20	0	4	34	2	10	3,1	7,31
	3019	10	20	5	50	85	2	10	3,1	18,63
	21000	10	20	55	350	435	2	10	3,1	94,98
2	210	10	15	0	4	29	2	10	3,1	6,22
	3019	10	15	5	50	80	2	10	3,1	17,53
	21000	10	15	55	350	430	2	10	3,1	93,88

6.3. Medžiagų, laiko ir kaštų sumažėjimo efektas, įdiegus vidinius norminius aktus

40 lentelėje apskaičiuotas santykinis kaštų popieriui, darbuotojų apmokėjimui, laiko sąnaudų padidėjimas, kuomet nesilaikoma vidiniuose norminiuose dokumentuose nustatytų rekomendacijų.

Spausdinant antros tikslumo klasės etiketes – jokie pokyčiai nefiksuojami, kadangi tokie darbai pakankama kokybe atspausdinami visomis tirtomis spaudos mašinomis (taip pat ir A2). Spaudos mašinos parinkimas tampa svarbus, kuomet spausdinami didelio tikslumo gaminiai. 40 lentelėje matome, jog netinkamai parinkus įrenginį, jį reikia keisti, o tai sąlygoja didesnę spausdinamųjų medžiagų poreikį – pavyzdžiui, kuomet tiražas sudaro 210 metrų – spausdinamosios medžiagos sunaudojimas gali padidėti net iki 62 proc., laiko kaštai padidėja 68 proc., o darbo vietų,

tiesiogiai susijusių su tiražo spausdinimu, kaina dėl padidėjusių laiko kaštų pakyla net 84 proc. Matome, jog didėjant tiražams sąnaudų padidėjimas tampa mažiau reikšmingas – pavyzdžiui, spausdinant 21 000 m tokio pat formato etikečių, popieriaus kaštų padidėjimas dėl gaminio perkėlimo kitam įrenginiui siekia vos 4 proc., o išlaidos darbuotojų užmokesčiui – 14 proc.

40 lentelė

Spaudos norminių verčių įdiegimo efektas

Gaminio nr.	Tiesiniai metrai tiraže, m	Kaštai popieriui be norminimo, eur	Kaštai popieriui norminant	Laikas be norminimo, min.	Laikas su norminimu, min.	Darbo vietų kainos be norminimo, eur.	Darbo vietų kainos norminant, eur.	Popieriaus kaštų taupymas	Laiko taupymas	Užmokesčio darbuotojams taupymas	Bendras lėšų taupymas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	210	112,70	42,70	104	34	22,60	7,31	62%	68%	68%	63%
	3019	315,61	245,61	155	85	33,91	18,63	22%	45%	45%	24%
	21000	1637,30	1567,30	505	435	110,26	94,98	4%	14%	14%	5%
2	210	28,70	28,70	29	29	6,22	6,22	0%	0%	0%	0%
	3019	231,61	231,61	80	80	17,53	17,53	0%	0%	0%	0%
	21000	1553,30	1553,30	430	430	93,88	93,88	0%	0%	0%	0%

Atliktų tyrimų rezultatų analizės metu nustatytos ribinės smulkių elementų spaudos vertės bei reikšmingi, jų kokybę lemiantys faktoriai. Ekonominio vertinimo dalyje modeliuojant skirtingas situacijas, buvo siekiama įvertinti, kokį ekonominį efektą gali duoti nustatytų ribinių verčių įvertinimas gamybos planavimo procesuose. Buvo nustatyta, jog:

1. Tik spausdinant aukštos raiškos, sudėtingus spaudos elementus (pirmos tikslumo klasės) svarbus yra spaudos mašinos parinkimas, todėl rekomenduotina tokius gaminius spausdinti G1 arba G3 spaudos mašinomis, kuriomis įmanoma išgauti aukštesnę smulkių elementų spaudos kokybę nei įrenginiais A1 ir A2;
2. Kadangi nebuvo atlikti tyrimai, kuriais būtų galima nustatyti, kodėl pasiekiamas skirtingas tikslumas skirtingomis spaudos mašinomis, negalima atmesti tikimybės, jog priežastis gali būti ne tik įrenginio konstrukcija ar jos susidėvėjimas, tačiau ir skirtingas operatorių kompetencijos lygis. Šiuo atveju rekomenduojama peržvelgti darbuotojų kompetencijų kėlimo bei motyvavimo sistemas;
3. Apskaičiuota, jog didėjant tiražams, patiriami nuostoliai dėl gaminių perkėlimo absoliutiniais dydžiais išlieka tokie patys, tačiau procentinis sąnaudų padidėjimas tampa mažesnis;
4. Netinkamas gamybos planavimas gali sąlygoti didelius kiekius spausdinamosios medžiagos nuobirų. Tai reikšminga tiek finansiniu požiūriu, tiek aplinkosauginiu, kadangi taip sukuriama atliekos, kurių galima išvengti, kyla pagaminamos produkcijos savikaina;

5. Dėl netinkamo gamybos planavimo patiriami itin dideli laiko nuostoliai – jei gamybos srautas iš karto planuojamas optimaliai, išvengiama didelių įrenginio prastovų, laikas būtų išnaudojamas efektyviai. Laiko trukmė, kuri skiriama neefektyviam priderinimui gali būti naudojama kito, mažesnio tikslumo, gaminio spausdinimui;
6. Su laiko sąnaudomis tiesiogiai susijęs ir darbuotojų apmokėjimo klausimas, todėl buvo apskaičiuota, kiek įmonei kainavo tiesiogiai su spausdinimo procesu susijusių darbuotojų darbas kol buvo atspausdintas kokybiškas tiražas. Tiražui tiesiniais metrais svyruojant nuo 210 iki 21000 m, kaštai darbuotojų apmokėjimui, neatsižvelgiant į standarto rekomendacijas, gali išaugti nuo 14 iki 84 proc.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Atlikta situacijos analizė rodo, jog fleksografinė spauda, ypač ant etikečių bei pakuočių, užima vis tvirtesnes pozicijas tiek Europos, tiek pasaulinėje rinkoje;
2. Išnagrinėjus bandomuosius spaudos lankus bei gautąsias minimalias kokybiškai atspausdinamo teksto dydžių bei linijų storio reikšmes lyginant su *FIRST 5.0* standarto reikšmėmis, nustatyta, jog UAB „Aurika“ spaudos mašinomis galima išgauti gana aukštos kokybės spaudinius, atitinkančius tarptautinius reikalavimus;
3. Nustatyta, jog spaudos mašinos parinkimas turėjo reikšmingą ryšį su ploniausios atspausdinamos linijos rezultatais beveik visais grafinio dizaino sprendimų atvejais (išskyrus vienspalves pozityvines linijas). Atkuriant tekstinę informaciją spaudos mašinos parinkimas turėjo įtakos tik negatyvinio teksto vienspalviame bei daugiaspalviame (100 proc.) dengimo fone atvejais. Tokie rezultatai nulemti skirtingo spaudos formos prispaudimo prie spausdinamosios medžiagos slėgio bei skirtingo išilginio sutapdinimo tikslumo;
4. Spausdinamosios medžiagos pasirinkimas tiek spausdinant plonas linijas, tiek mažo dydžio tekstą, reikšmingų rezultatų pokyčių nesąlygoja. Tačiau būtų neteisinga daryti išvadas, jog spausdinamosios medžiagos paviršiaus morfologija neturi įtakos spaudos elementų atkartojimui, kadangi tirtos spausdinamosios medžiagos – Coat, Vellum popierius bei PP GW plėvelė priskirtinos prie gana lygaus paviršiaus medžiagų. Todėl tikslinga tokius pačius testus atlikti ant popieriaus turinčio išskirtines morfologines savybes (pavyzdžiui, dekoratyvinio reljefinio popieriaus Martele Blanc ar kt.);
5. Spalvinių atitraukimų dydis turi reikšmingos įtakos, kuomet spausdinamas negatyvinės linijos ar tekstas triadinio dengimo fone bei pozityvinis triadinio dengimo tekstas. Tai svarbus elementas, kompensuojantis spalvinio sutapdinimo netikslumus, todėl spalviniai atitraukimai turi būti taikomi visuomet, kuomet spausdinami keli dažų sluoksniai. Geriausi rezultatai tyrimų metu buvo gaunami, kai užlaidų dydis siekė 0,06 mm.
6. Spausdinant negatyvines linijas (tiek vienspalves, tiek daugiaspalves) reikšmingą įtaką gaunamiems ploniausios linijos rezultatams turėjo grafinio elemento orientavimo kampas spausdinamajame lanke. Nustatyta, jog skersine kryptimi linijos atkuriamos blogiau nei išilgine. Taip nutinka dėl spaudos formos persislinkimo spausdinamosios medžiagos atžvilgiu. Dėl šio efekto, sudarant rekomenduotinas ribines vertes, skersinėms bei išilginėms linijoms taip pat taikomi skirtingi reikalavimai;
7. Analizuojant vienspalvio teksto pustoninio dengimo fone skaitomumo kitimą, keičiant foninio dengimo vertes, pastebima, jog pastarajam didėjant, mažo dydžio tekstas tampa neįskaitomas. Sudaryta logaritminė priklausomybė, aprašanti šį reiškinį. Ją taikant, galima apskaičiuoti, kokio mažiausio dydžio tekstas gali būti spausdinamas, esant konkrečiam foniniam dengimui;

8. Nustatyta, jog gamyboje naudojamų spaudos mašinų tikslumo charakteristikos skiriasi, jas galima diferencijuoti į didesnio (Gallus EM280-7 (G1), Gallus EM280-8 (G3) bei mažesnio (Gallus EM280-6 (A1), Gallus EM280-5 (A2) tikslumo įrenginius. Siūloma gaminių maketus, atsižvelgiant į juose naudojamus grafinio dizaino elementus, taip pat skirstyti į didelio bei mažesnio tikslumo gaminius (pirmą bei antrą tikslumo klases). Įdiegus šią naujovę būtų geriau paskirstomi gaminių srautai bei išvengiama dalies gamybos planavimo klaidų;
9. Spaudos elementų ribinių reikšmių norminimas – svarbus ekonominiu požiūriu. Apskaičiuota, jog taupomi ne tik kaštai spausdinamajai medžiagai (pasirinktiems gaminiams popieriaus su taupymas siekė iki 62 %), laiko ištekliai (iki 68 %), krenta darbo vietų kaina spausdinamam tiražui (iki 68 %). Taigi, grafinių elementų norminimas gali padėti taupyti išteklius, laiką, bei didinti gamybos efektyvumą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Waite N. Overview of the Global Printing Industry // International Graphic Communication and industry salon 2013. 2013;
2. Moran R. Demand & Direction. Flexo to Dominate Package Print for Foreseeable Future//Flexo Magazine p. 10-13. 2015 nr. 1.- ISSN 1051 7324;
3. FINAT's RADAR Report & Analysis Looks at Converters, Brand Owners. FINAT informacija//Flexo Magazine p. 16-18. 2015 nr. 1.- ISSN 1051 7324;
4. Liučvaitienė A., Paleckis K. Konkurencinio pranašumo formavimas globalioje rinkoje: teorinės prielaidos ir vertinimo galimybės//Contemporary issues in business, management and education. Vilnius: Technika, 2011.- ISSN 2029 7963;
5. Vanagas P. Kokybės funkcijos išskleidimas. Kaunas: Vitae Litera, 2008. -p. 29. – ISBN 978 9955 686 69 9;
6. Flexography: Principles & Practices 5th Edition. Foundation of Flexographic Technical Association. New York. 1999;
7. FIRST 4.0 supplemental flexographic printing design guide//Flexographic technical association informacija;
8. Finger Print. Interactive Tech informacija [interaktyvus], [žiūrėta: 2015 m. balandžio 11 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.iictech.com/fingerprint>>;
9. Mark R. Put M. FIRST first. What's New in 5.0//Flexo Magazine p. 18-21. 2014, nr. 11.- ISSN 1051-7324;
10. Testing the Limits. Best Practices for press fingerprinting. Carey Color Inc. Informacija//Flexo Magazine p. 69-76. 2013 nr. 10.- ISSN 1051-7324;
11. Pritchard G. Standardize your print process [interaktyvus], [žiūrėta: 2015 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://the-print-guide.blogspot.de/search/label/Proofing>>;
12. FIRST 4.0 supplemental flexographic printing design guide//Flexographic technical association informacija;
13. Sudi H. Packaging as a communication tool: Why Package Text Messages? [interaktyvus], [žiūrėta: 2015 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.business-times.co.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=330:packaging-as-a-communication-tool-why-package-text-messages&catid=37:column&Itemid=60>;
14. Margelevičius J., Koloristikos metrologija//Paskaitų konspektas, 2011;
15. Meyer K.H. Technik des Flexodruck. St. Gallen: Rek & Thomas Medien, 2006. ISBN 10:3905330-17-2;
16. Dabkevičius A., Spaudos mašinos//Paskaitų konspektai. 2013;
17. Malm B. Pressroom Standardization. Choosing a Workhorse for Spots & Combos//Flexo Magazine p. 52-55. 2010 nr. 10.- ISSN 1051-7324;
18. Dabkevičius A. Fleksografinės spaudos technologija//Paskaitų konspektas, 2013;
19. Montgomery, D. C., Design and Analysis of Experiments (4th ed.), New York: Wiley, 1997. –ISBN-1118146921;
20. Llewellyn W. Global Label Market: State Of the Industry. Regional, Sector Based Analysis & Expectations//Flexo Magazine p. 13-19. 2014 nr. 3.- ISSN 1051-7324;

21. Duomenų analizės metodai. Analizė.lt informacija [interaktyvus], [žiūrėta: 2016 m. balandžio 11d.]. Prieiga per internetą: <<http://analize.lt/analize.html>>
22. Stumbrys D. Būtų vertę Vilniuje įtakojančių veiksnių statistinė analizė [interaktyvus], [žiūrėta: 2016 m. balandžio 11d.]. Prieiga per internetą: <http://www.butastau.lt/gallery/paveiksleliai/statistine_analize/statistine_analize.pdf>
23. Koreliacija. Koreliacinė analizė ir priežastingumas [interaktyvus], [žiūrėta: 2016 m. balandžio 13 d.]. Prieiga per internetą: <<https://ksavera.wordpress.com/2009/11/23/koreliacine-analize-koreliacija-ir-priezastingumas>>;
24. Statistinė duomenų analizė. LiDA informacija [interaktyvus], [žiūrėta: 2016 m. balandžio 14d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lidata.eu/index.php?file=files/mokymai/sda/sda.html&course_file=sda_V.html>
25. Taikomoji regresinė analizė socialiuose tyrimuose. LiDA informacija [interaktyvus], [žiūrėta: 2016 m. balandžio 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lidata.eu/index.php?file=files/mokymai/trast/trast.html&course_file=trast_2_1_4.html>

PRIEDAI

Tyrimų metu naudota įranga ir jos charakteristikos

1 lentelė

Spaudos mašinos *Gallus EM 280-7* techninės charakteristikos

Spaudos sekcijų skaičius	7
Fleksografinės mašinos konstrukcijos tipas	Linijinis
Dažų aparato tipas	Atvirojo tipo
Forminių ir aniloksinčių velenų tipas	Pilnaviduriai velenai
Maksimalus spausdinimo greitis, m/min	150
Maksimalus spausdinamos medžiagos plotis, mm	282
Maksimalus spaudos plotis, mm	280
Džiovinimas	UV , karštas oras
Galimi apdirbimo būdai	Dvipusė spauda, iškirtimas, pjovimas, perforavimas, lakavimas



1 pav. Gallus EM 280-7

Spaudos mašinos *Gallus EM 280-8* techninės charakteristikos

Spaudos sekcijų skaičius	8
Fleksografinės mašinos konstrukcinjos tipas	Linijinis
Dažų aparato tipas	Uždarojo tipo
Forminių ir aniloksinų velenų tipas	Pilnaviduriai velenai
Maksimalus spausdinimo greitis, m/min	150
Maksimalus spausdinamos medžiagos plotis, mm	282
Maksimalus spaudos plotis, mm	280
Džiovinimas	UV, karštas oras
Galimi apdirbimo būdai	Dvipusė spauda, iškirtimas, pjovimas, perforavimas, lakavimas, spauda ant lipnios pusės – klijų neutralizavimas, šaltas folijavimas, šilkografija, laminavimas.



2 pav. Gallus EM 280-8

Spaudos mašinos *Arsoma EM 280-6* techninės charakteristikos

Spaudos sekcijų skaičius	6
Fleksografinės mašinos konstrukcinjos tipas	Linijinis
Dažų aparato tipas	Atvirojo tipo
Forminių ir aniloksinų velenų tipas	Pilnaviduriai velenai
Maksimalus spausdinimo greitis, m/min	80
Maksimalus spausdinamos medžiagos plotis, mm	282
Maksimalus spaudos plotis, mm	280
Džiovinimas	UV, karštas oras
Galimi apdirbimo būdai	Iškirtimas, pjovimas, perforavimas, lakavimas.

Spaudos mašinos *Arsoma EM 280-5* techninės charakteristikos

Spaudos sekcijų skaičius	5
Fleksografinės mašinos konstrukcinjos tipas	Linijinis
Dažų aparato tipas	Atvirojo tipo
Forminių ir aniloksinųjų velenų tipas	Pilnaviduriai velenai
Maksimalus spausdinimo greitis, m/min	80
Maksimalus spausdinamos medžiagos plotis, mm	282
Maksimalus spaudos plotis, mm	280
Džiovinimas	UV, karštas oras
Galimi apdirbimo būdai	Iškirtimas, pjovimas, perforavimas, lakavimas.

3 pav. *Arsoma EM 280-6*

Spausdinamųjų medžiagų charakteristikos

Kreidinis popierius Raflacoat PLUS PEFC/RP51/ White Glassine 85

5 lentelė

Raflacoat popieriaus techninės charakteristikos

Charakteristika	Vertė
Visas storis	154 μm
Popierius	
Gramatūra	80 g/m^2
Storis (be silikoninio pagrindo)	70 μm
Tempiamasis stipris mašinine kryptimi	5.8 kN/m
Tempiamasis stiprus skersine kryptimi	2.8 kN/m
Skaistis	90 %
Šiurkštumas	1,0 μm
Neperšviečiamumas	89 %
Blizgumas	64 %
Standumas mašinine kryptimi	0,23 mNm
Standumas skersine kryptimi	0,13 mNm
Klijai	
Kompozicija	Akriilo dispersija vandenyje
Silikonizuotas pagrindas	
Gramatūra	79 g/m^2
Storis	69 μm
Tempiamasis stipris mašinine kryptimi	8.2 kN/m
Tempiamasis stipris skersine kryptimi	3.3 kN/m
Neperšviečiamumas	40 %

Popierius Fasson PB Vellum Extra S2000 BG40 White

6 lentelė

Popieriaus Vellum techninės charakteristikos

Charakteristika	Vertė
Visas storis	237 μm (+/- 10%)
Gramatūra	73 g/m^2
Popieriaus storis	71 μm
Silikonizuoto popieriaus gramatūra	60 g/m^2
Silikonizuoto popieriaus storis	55 μm
Adhezijos jėga 90°	300 N/m
Klijų tipas	Akriilo dispersija vandenyje

PP GW S692N – blizgi polipropileno plēvelē

7 lentelē

Popieriaus Vellum tehninēs charakteristikos

Charakteristika	Vertē
Visas storis	132 μm (+/- 10%)
Gramatūra	59 g/m^2
PP plēvelēs storis	57 μm
Silikonizuoto popieriaus gramatūra	61 g/m^2
Silikonizuoto popieriaus storis	54 μm
Adhezijas jēga 90°	7 N/25 mm
Klijū tipas	Akrilo dispersija vandenyje

Rekomendacijos geometrinių elementų norminimui UAB „Aurika“

- Atlikus spaudos tikslumo tyrimą vizualiai buvo įvertinta plonų linijų spausdinimo kokybė įvairiais dizaino sprendimų atvejais. Atlikus koreliacinę analizę, buvo nustatyta, kokie veiksniai koreliuoja su linijų spausdinimo kokybe. Rezultatai pateikiami 1 lentelėje („-“ reikšmingas koreliacinis ryšys neaptiktas, „+“ aptiktas reikšmingas koreliacinis ryšys)

1 lentelė

	Spausdinimo kryptis	Spaudos mašina	Spausdinamoji medžiaga	Spalvinių atitraukimų dydis
Vienspalvės pozityvinės (K) linijos	-	-	-	
Negatyvinės linijos vienspalviame (K) fone	+	+	-	
Triadinio dengimo pozityvinės (CMK) linijos	-	+	-	-
Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone	+	+	-	+

- Nustatytos rekomendacinės, 2 lentelėje nurodytos, minimalios linijų pločio reikšmės tirtoms spaudos mašinoms;

2 lentelė

	Gallus EM280-7 (G1)	Gallus EM280-8 (G3)	Gallus EM280-6 (A1)	Gallus EM280-5 (A2)
Min. pozityvinės vienspalvės linijos storis, mm	0,02			
Min. pozityvinės triadinės linijos storis, mm	0,02*			
Min. negatyvinės vienspalvės linijos storis, mm				
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05		0,06	0,08
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	0,03	0,05	0,04
Min. negatyvinės triadinės linijos storis, mm				
<i>Skersine kryptimi</i>	0,13	0,06	0,18	0,16
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	0,05	0,05	0,13

* - spalviniai atitraukimai $\geq 0,04$ mm

** - spalviniai atitraukimai lygūs 0,06mm

3. Vizualiai įvertinus atspausdinto teksto kokybę įvairiais dizaino sprendimų atvejais, taip pat buvo atlikta koreliacinė analizė - nustatyta, kokie veiksniai koreliuoja su linijų spausdinimo kokybe. Rezultatai pateikiami 3 lentelėje;

3 lentelė

	Spaudos mašina	Spausdinamoji medžiaga	Spalvinių atitraukimų dydis	Foninis dengimas
Vienspalvis (K) pozityvinis tekstas	-	-		
Negatyvinės raidės vienspalviame (K) fone	+	-		
Triadinio dengimo (CMK) pozityvinis tekstas	-	-	+	
Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone	+	-	+	
Pustoninis triadinis pozityvinis tekstas (C50%M50%K50%)	-	-		
Negatyvinis tekstas triadiniam pustoniniame fone (C50%M50%K50%)	-	-		
Vienspalvis tekstas pustoniniame fone (kintant foniniam dengimui)	-	-		+

4. 4 lentelėje pateikiamos nustatytos rekomenduotinos mažiausios teksto dydžio vertės, esant skirtingiems dizaino sprendimams.

4 lentelė

	Gallus EM280-7 (G1)	Gallus EM280-8 (G3)	Gallus EM280-6 (A1)	Gallus EM280-5 (A2)
Min. vienspalvio pozityvinio teksto dydis, pt	2			
Min. triadinio pozityvinio teksto dydis, pt	2**			
Min. vienspalvio negatyvinio teksto dydis, pt	4	5		6
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt:				
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,08mm</i>	4			5
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,06mm</i>	4	5	6	7
Min. rastrinio pozityvinio teksto dydis, pt	7			
Min. rastrinio negatyvinio teksto dydis, pt	8	7	8	10
Min. teksto dydis 10% dengimo fone, pt	3	4		3
Min. teksto dydis 20% dengimo fone, pt	5			4
Min. teksto dydis 30% dengimo fone, pt	6			
Min. teksto dydis 40% dengimo fone, pt	7		8	7
Min. teksto dydis 50% dengimo fone, pt	7	8		
Min. teksto dydis 60% dengimo fone, pt	8			
Min. teksto dydis, esant kitam foniniam dengimui	Min. teksto dydis = $2,7105 \ln(\text{foninis dengimas}) + 9,1995$			

** - spalviniai atitraukimai lygūs 0,06mm

5. Išskirtiniams atvejams, kuomet klientas pageidauja itin plonų linijų etiketėje arba itin mažo teksto, buvo sudaryta minimalių įmanomų atspausdinti spaudos elementų reikšmių lentelė. Žr. 5 lentelę.

5 lentelė

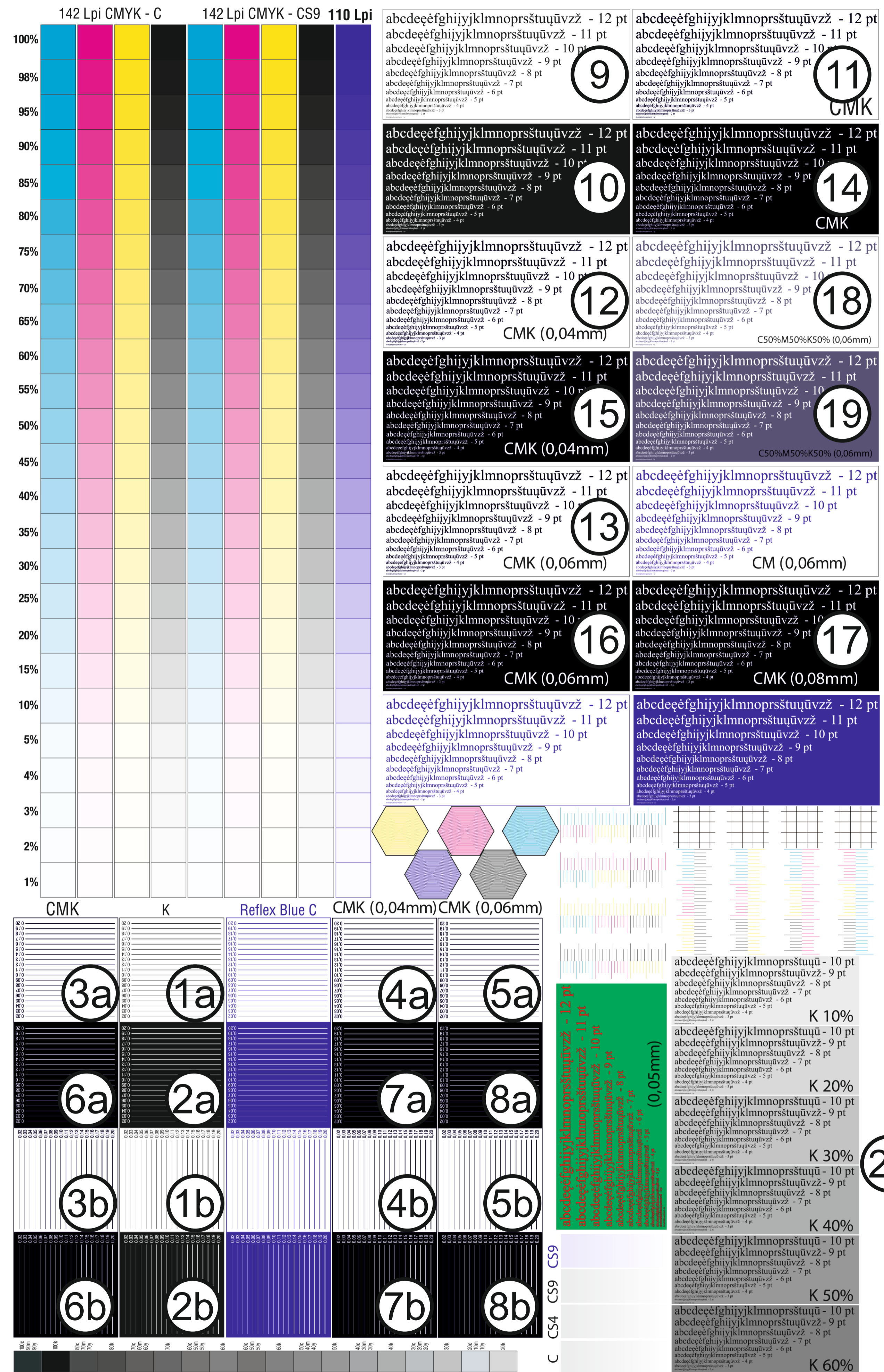
	Min. reikšmė	Spaudos mašina
Min. pozityvinės vienspalvės linijos storis, mm	0,02	visos
Min. pozityvinės triadinės linijos storis, mm	0,02	visos
Min. negatyvinės vienspalvės linijos storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05	G1;G3
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,03	G3
Min. negatyvinės triadinės linijos storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,06	G3
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04	G1
Min. vienspalvio pozityvinio teksto dydis, pt	2	visos
Min. triadinio pozityvinio teksto dydis, pt	2**	visos
Min. vienspalvio negatyvinio teksto dydis, pt	4	G1
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt:		
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,08mm</i>	4	G1;G3;A2
<i>Kai spalviniai atitraukimai 0,06mm</i>	4	G1
Min. rastrinio pozityvinio teksto dydis, pt	7	visos
Min. rastrinio negatyvinio teksto dydis, pt	7	G3
Min. teksto dydis 10% dengimo fone, pt	3	G1;A2
Min. teksto dydis 20% dengimo fone, pt	4	A2
Min. teksto dydis 30% dengimo fone, pt	6	visos
Min. teksto dydis 40% dengimo fone, pt	7	G1;G3;A2
Min. teksto dydis 50% dengimo fone, pt	7	G1;G3
Min. teksto dydis 60% dengimo fone, pt	8	visos

* - spalviniai atitraukimai $\geq 0,04$ mm

** - spalviniai atitraukimai lygūs 0,06mm

6. Pastebima, jog daugeliu atvejų geresni spaudos tikslumo rezultatai pasiekiami spaudos mašinomis G1 bei G3, o A1 ir A2 tikslumas – mažesnis. Siekiant optimizuoti gamybinę veiklą, siūloma maketus skirstyti į tikslumo klases bei taip sėkmingiau paskirstyti gaminių srautus, planuojant spausdinimą. Tokiu būdu būtų išvengta klaidų, kuomet itin detalus bei sudėtingas (1 tikslumo klasės) gaminybės bandomas spausdinti spaudos mašinomis, kurios techniškai nėra pajėgios susidoroti su užduotimi. Klaidingai priskyrus gaminį, sunaudojama daug spausdinamosios medžiagos, kitų žaliavų, laiko, o laukiamas rezultatas nėra pasiekiamas ir gaminybės perkeliama gaminti kitai spaudos mašinai. Taigi, šiuo atveju etiketės savikaina, priklausomai nuo spausdinamo tiražo, gali išaugti neleistinai daug. Vadovaujantis 6 lentelėje pateiktomis maketų skirstymo į tikslumo klases gairėmis, galima išvengti anksčiau paminėtų klaidų, optimizuoti gamybą, sumažinti savikainą bei sumažinti priklausomybę nuo individualių darbuotojų profesionalumo.

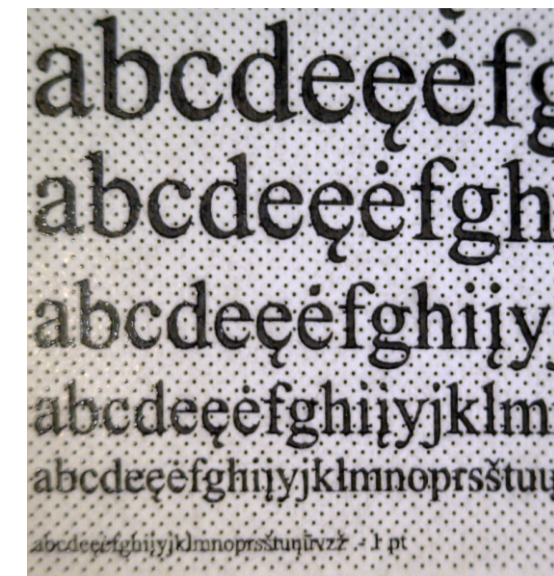
	1 tikslumo klasė	2 tikslumo klasė
Įrenginiai, kuriais galima atspausdinti gaminį	G1;G3	A1;A2
Min. negatyvinės vienspalvės linijos storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,05÷0,08	Nuo 0,08
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,04÷0,05	Nuo 0,05
Min. negatyvinės linijos triadinio dengimo fone storis, mm		
<i>Skersine kryptimi</i>	0,13÷0,18	Nuo 0,18
<i>Išilgine kryptimi</i>	0,05÷0,13	Nuo 0,13
Min. negatyvinio teksto vienspalviame fone dydis, pt	5÷6	Nuo 6
Min. triadinio negatyvinio teksto dydis, pt	5÷7	Nuo 7
Min. rastrinio negatyvinio teksto dydis, pt	8÷10	Nuo 10



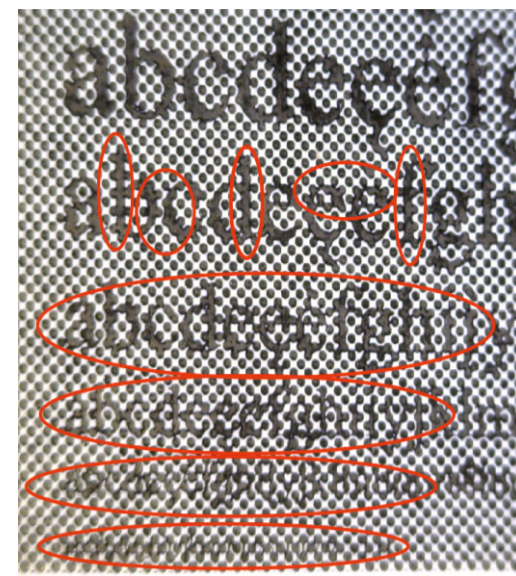
- 1a. Vienspalvės linijos, orientuotos skersine kryptimi;
- 1b. Vienspalvės linijos, orientuotos išilgine kryptimi;
- 2a. Negatyvinės linijos vienspalviame fone (K), orientuotos skersine kryptimi;
- 2b. Negatyvinės linijos vienspalviame (K) fone, orientuotos išilgine kryptimi;
- 3a. Triadinio dengimo (CMK) linijos, orientuotos skersine kryptimi;
- 3b. Triadinio dengimo (CMK) linijos, orientuotos išilgine kryptimi;
- 4a. Triadinio dengimo (CMK) linijos su 0,04mm spalviniais atitraukimais, orientuotos skersine kryptimi;
- 4b. Triadinio dengimo (CMK) linijos su 0,04mm spalviniais atitraukimais, orientuotos išilgine kryptimi;
- 5a. Triadinio dengimo (CMK) linijos su 0,06mm spalviniais atitraukimais, orientuotos skersine kryptimi;
- 5b. Triadinio dengimo (CMK) linijos su 0,06mm spalviniais atitraukimais, orientuotos išilgine kryptimi;
- 6a. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone, orientuotos skersine kryptimi;
- 6b. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone, orientuotos išilgine kryptimi;
- 7a. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone su 0,04mm spalviniais atitraukimais, orientuotos skersine kryptimi;
- 7b. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone su 0,04mm spalviniais atitraukimais, orientuotos išilgine kryptimi;
- 8a. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone su 0,06mm spalviniais atitraukimais, orientuotos skersine kryptimi;
- 8b. Negatyvinės linijos triadinio dengimo (CMK) fone su 0,06mm spalviniais atitraukimais, orientuotos išilgine kryptimi;
9. Vienspalvis (K) tekstas;
10. Negatyvinis tekstas vienspalviame (K) fone;
11. Triadinio dengimo (CMK) tekstas;
12. Triadinio dengimo (CMK) tekstas su 0,04mm spalviniais atitraukimais;
13. Triadinio dengimo (CMK) tekstas su 0,06mm spalviniais atitraukimais;
14. Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone;
15. Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone su 0,04mm spalviniais atitraukimais;
16. Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone su 0,06mm spalviniais atitraukimais;
17. Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone su 0,08mm spalviniais atitraukimais;
18. Pustoninio dengimo (C50%M50%K50%) tekstas su 0,06mm spalviniais atitraukimais;
19. Negatyvinis tekstas pustoninio dengimo (C50%M50%K50%) fone su 0,06mm spalviniais atitraukimais;
20. Vienapalvis tekstas (K) pustoninio dengimo (nuo 10% iki 60%) fone.

Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas		Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“	
M DM-4/4	Studentas	G. Urbonaitė		Laida
	Vadovas	E. Kibirskis		Tiriamieji grafiniai elementai
	Kat. ved.	K. Juzėnas		
Priėmimo etapas	Gamybos inžinerijos katedra		2016 - GI - MBP - 01	Lapas
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			Lapų
				1 1

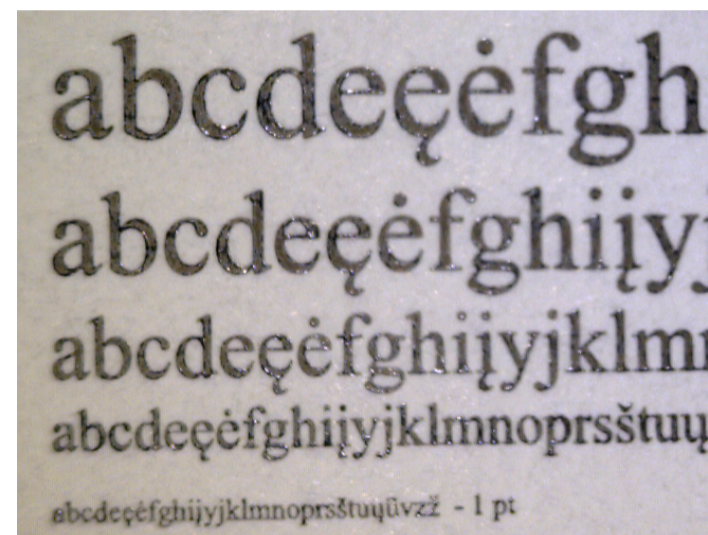
Spausdinto teksto kokybės analizė



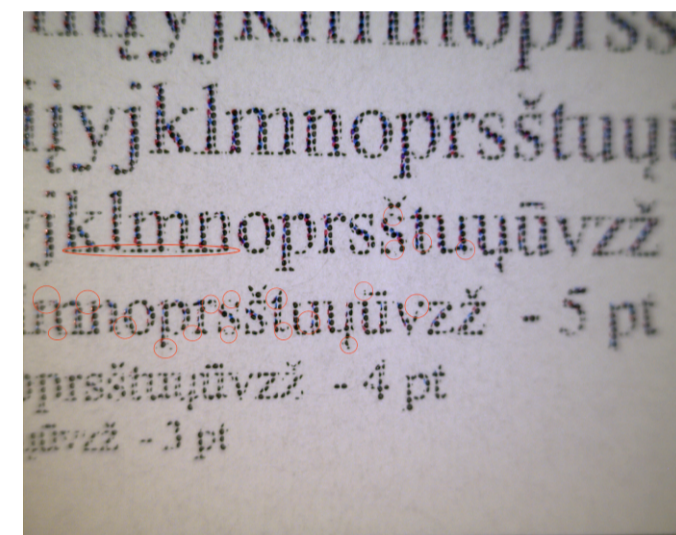
Tekstas 10 proc. dengimo fone



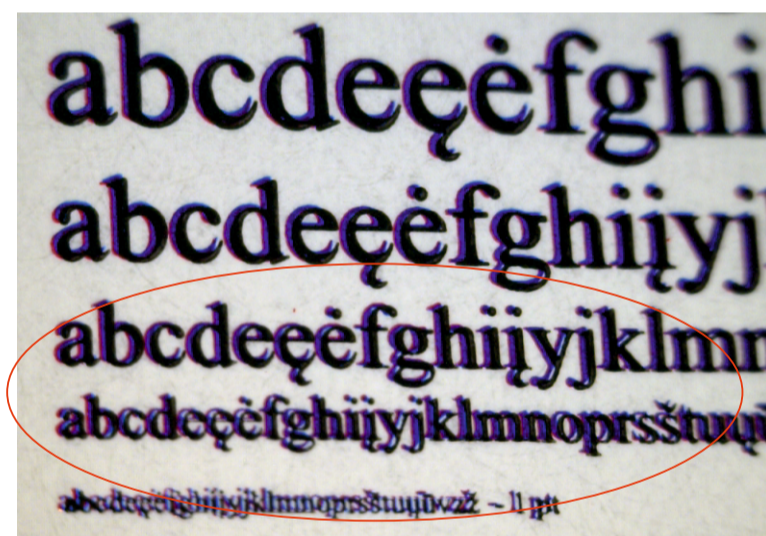
Tekstas 60 proc. dengimo fone



Vienspalvis pozityvinis tekstas



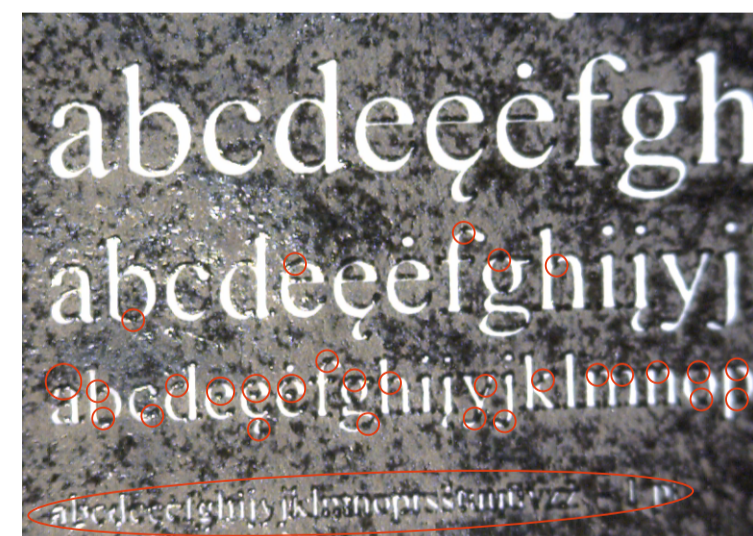
Pozityvinis C50%M50%K50% dengimo tekstas



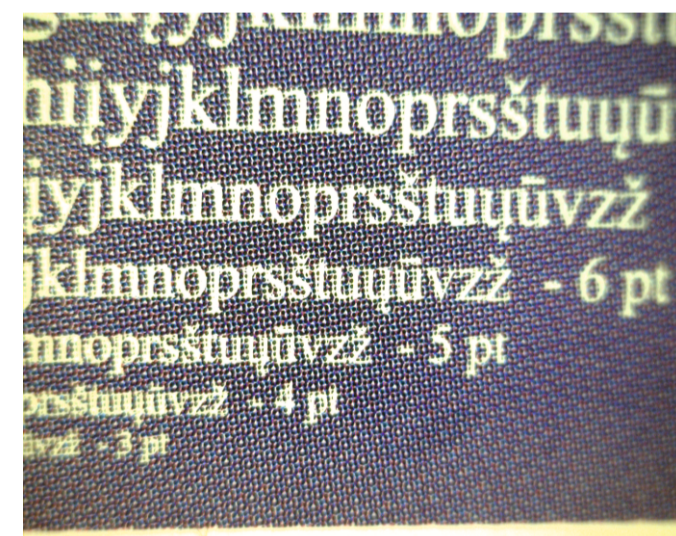
CMK dengimo tekstas be spalvinių atitraukimų



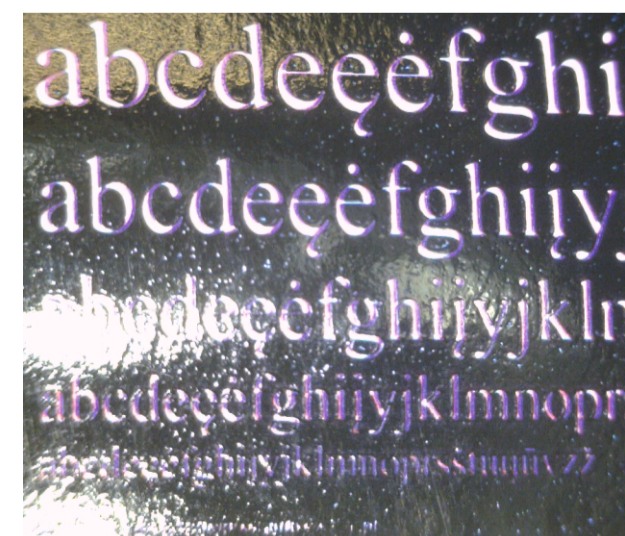
CMK dengimo tekstas su 0,06 mm spalviniais atitraukimais



Negatyvinis tekstas vienspalviame fone



Negatyvinis tekstas C50%M50%K50% dengimo fone

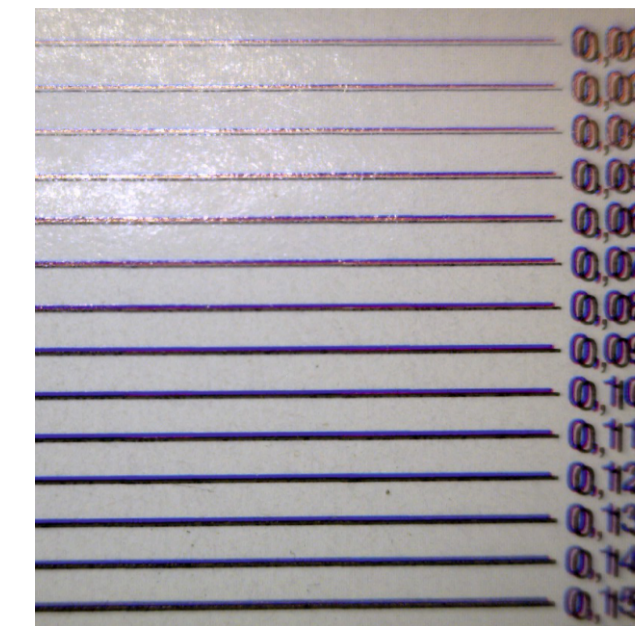


Negatyvinis tekstas CMK dengimo fone be spalvinių atitraukimų

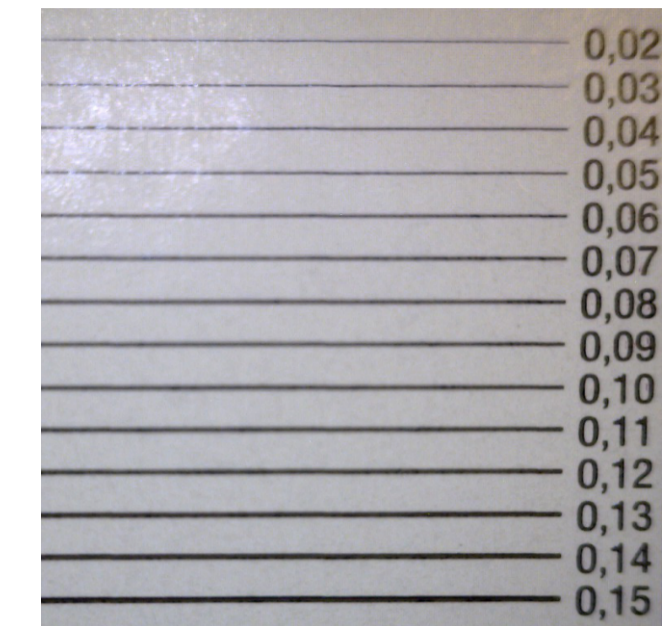


Negatyvinis tekstas CMK dengimo fone kai spalviniai atitraukimai 0,06 mm

Spausdintų plonų linijų kokybės analizė



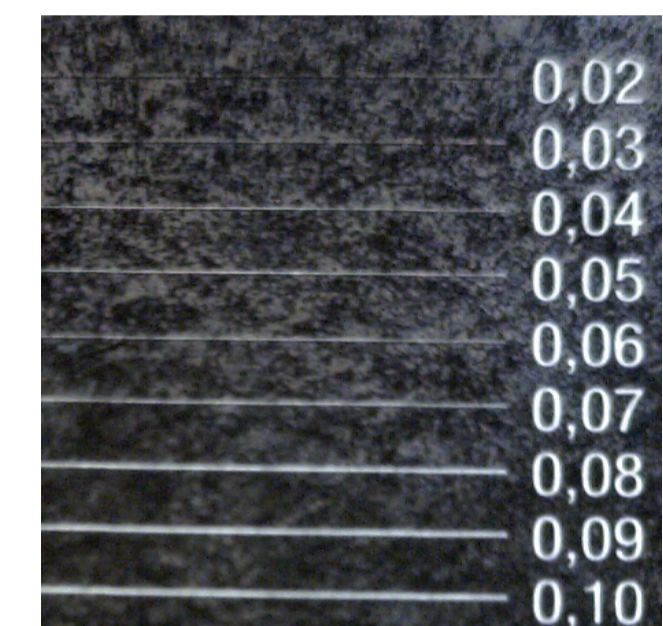
Pozityvinės CMK dengimo linijos be spalvinių atitraukimų



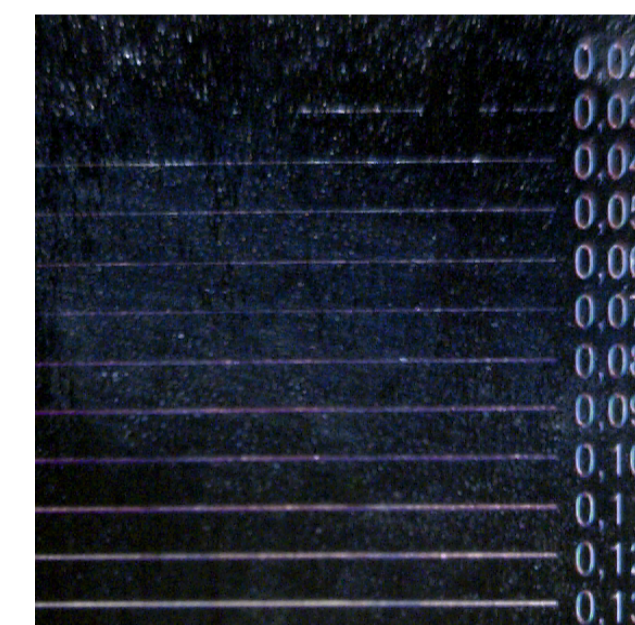
Pozityvinės CMK dengimo linijos, kai spalviniai atitraukimai - 0,06 mm



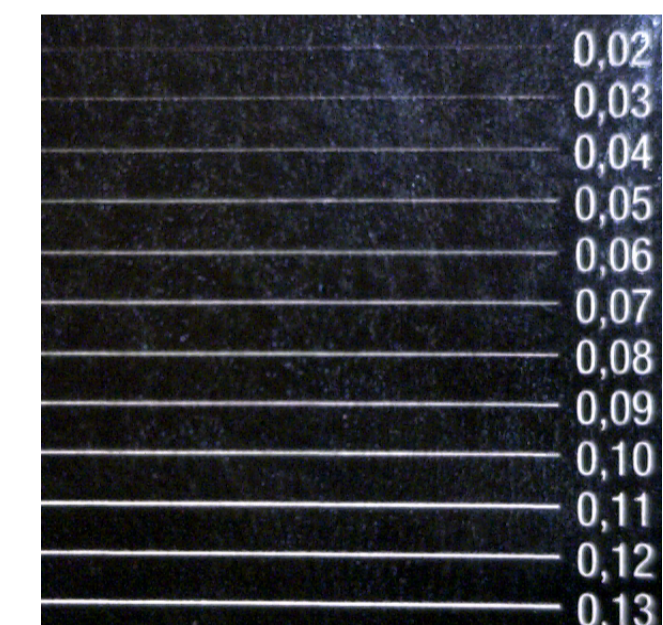
Negatyvinės linijos K fone, orientuotos išilgine kryptimi



Negatyvinės linijos K fone, orientuotos skersine kryptimi



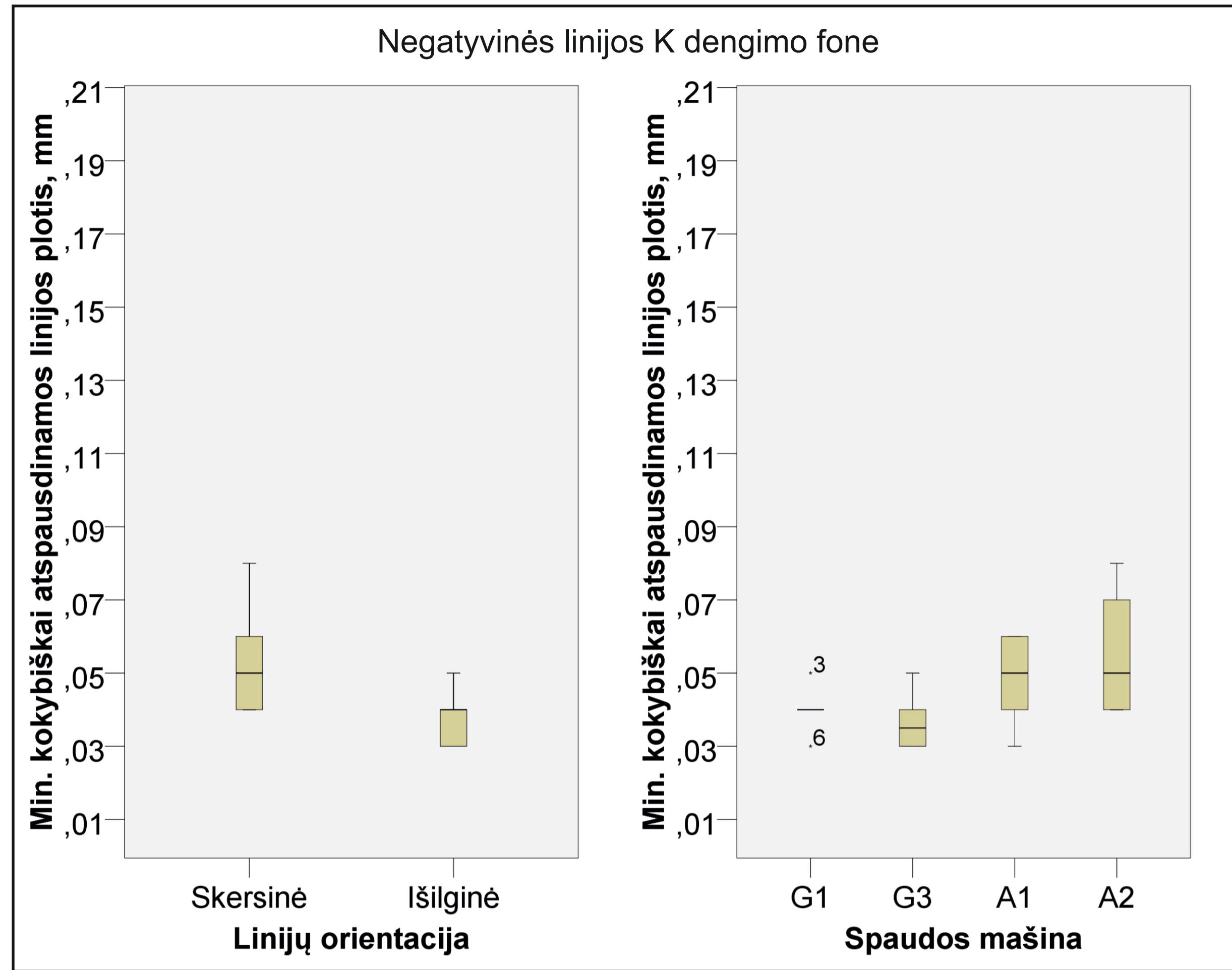
Negatyvinės linijos CMK dengimo fone be spalvinių atitraukimų



Negatyvinės linijos CMK dengimo fone, kai spalviniai atitraukimai - 0,06 mm

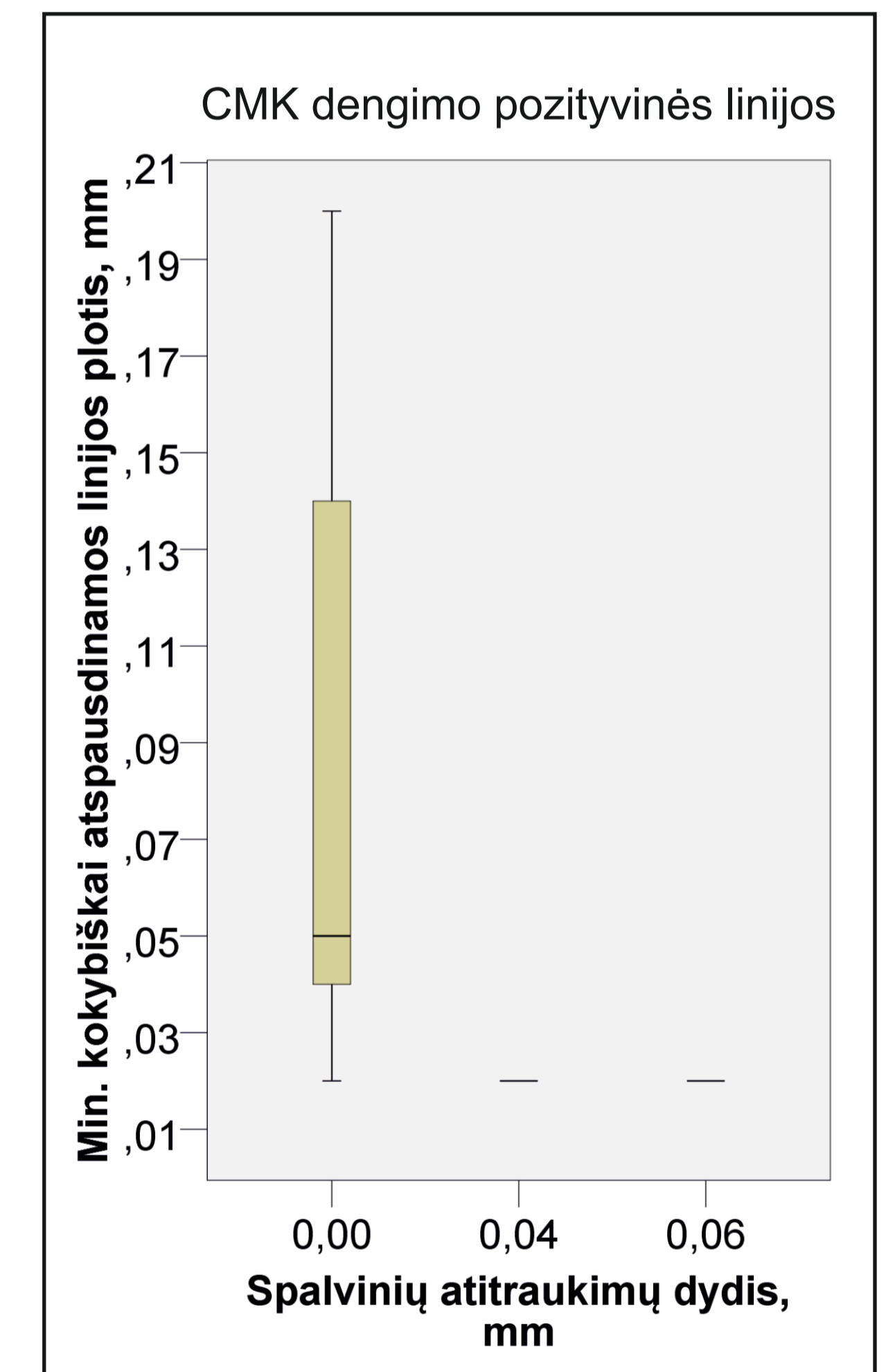
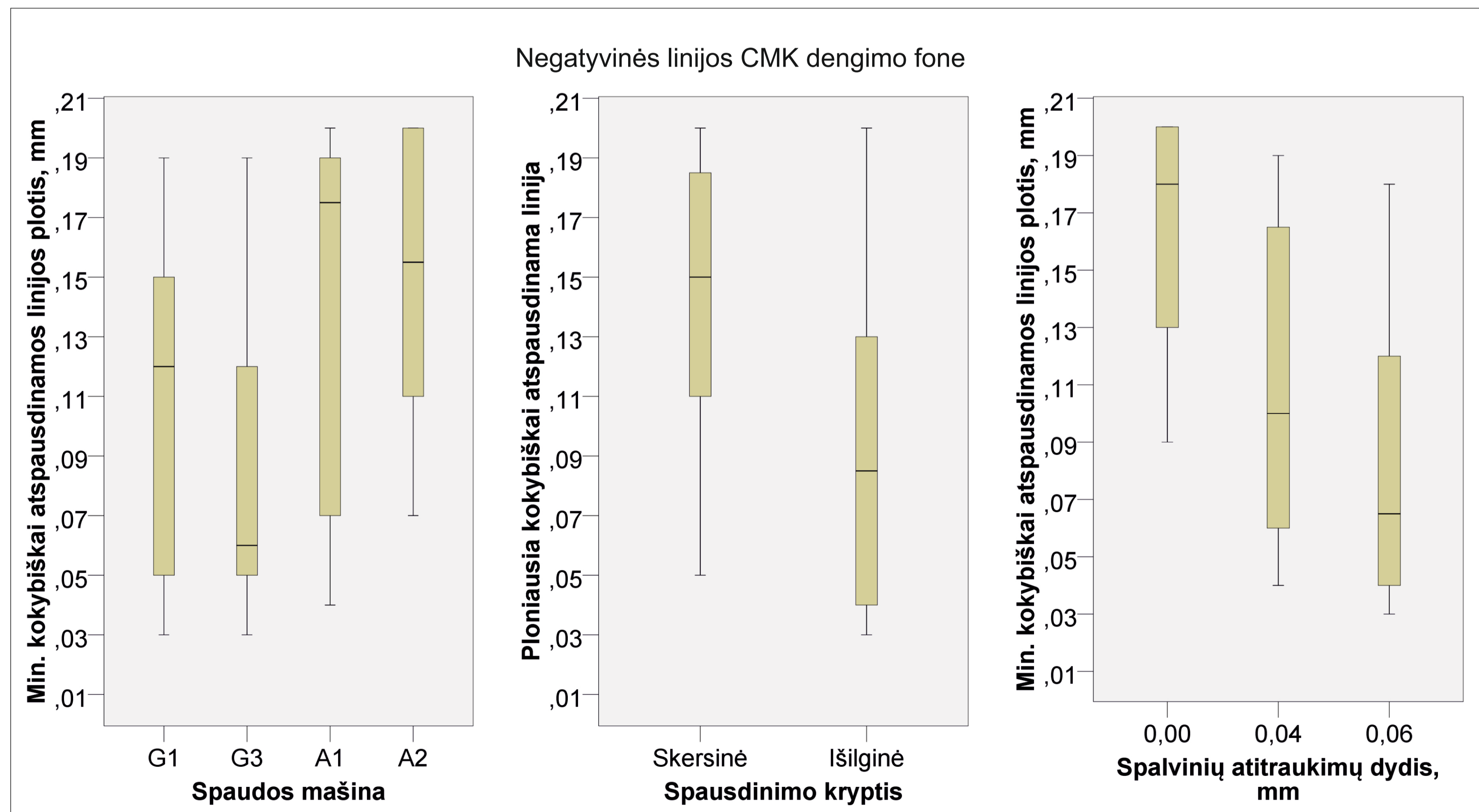
Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas			Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“	
M DM-4/4	Studentas	G. Urbonaitė			Laida
	Vadovas	E. Kibirskis			Teksto bei linijų spausdinimo fleksografinė spaudos technologija problematika
	Kat. ved.	K. Juzėnas			
Prelapas	Gamybos inžinerijos katedra				Lapas
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			2016 - GI - MBP - 01	Lapy
					1 1

Linijų atkūrimo kokybinė analizė



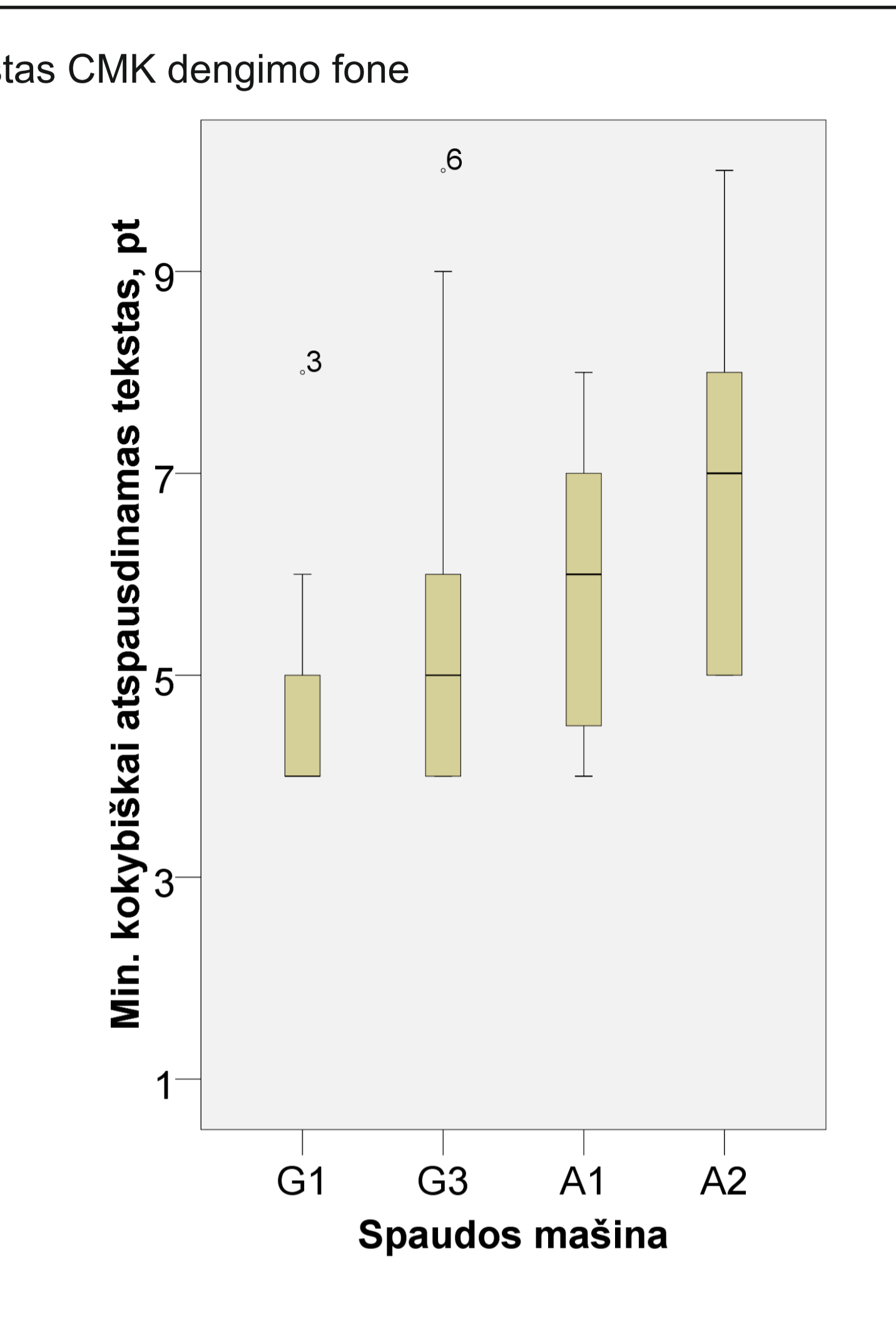
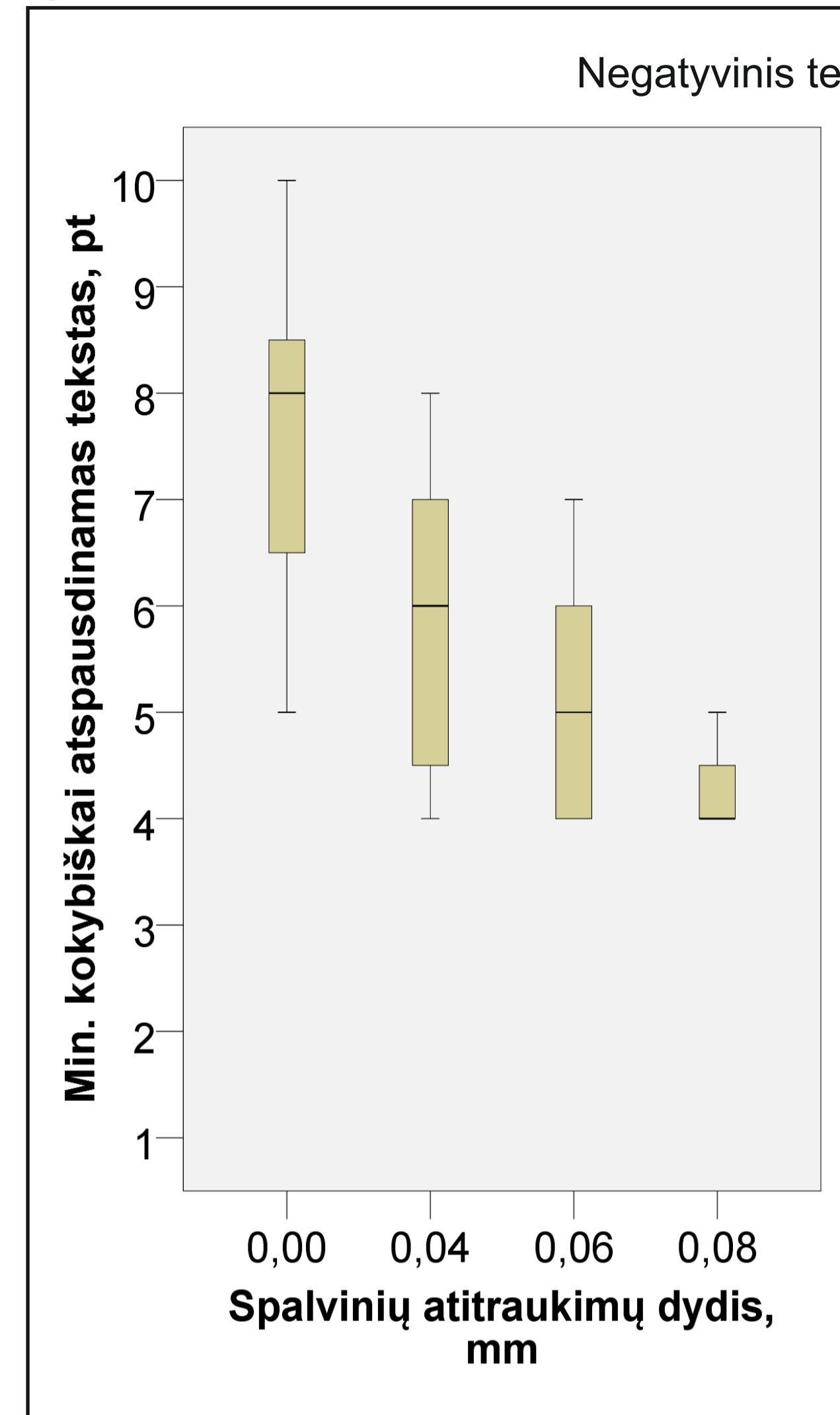
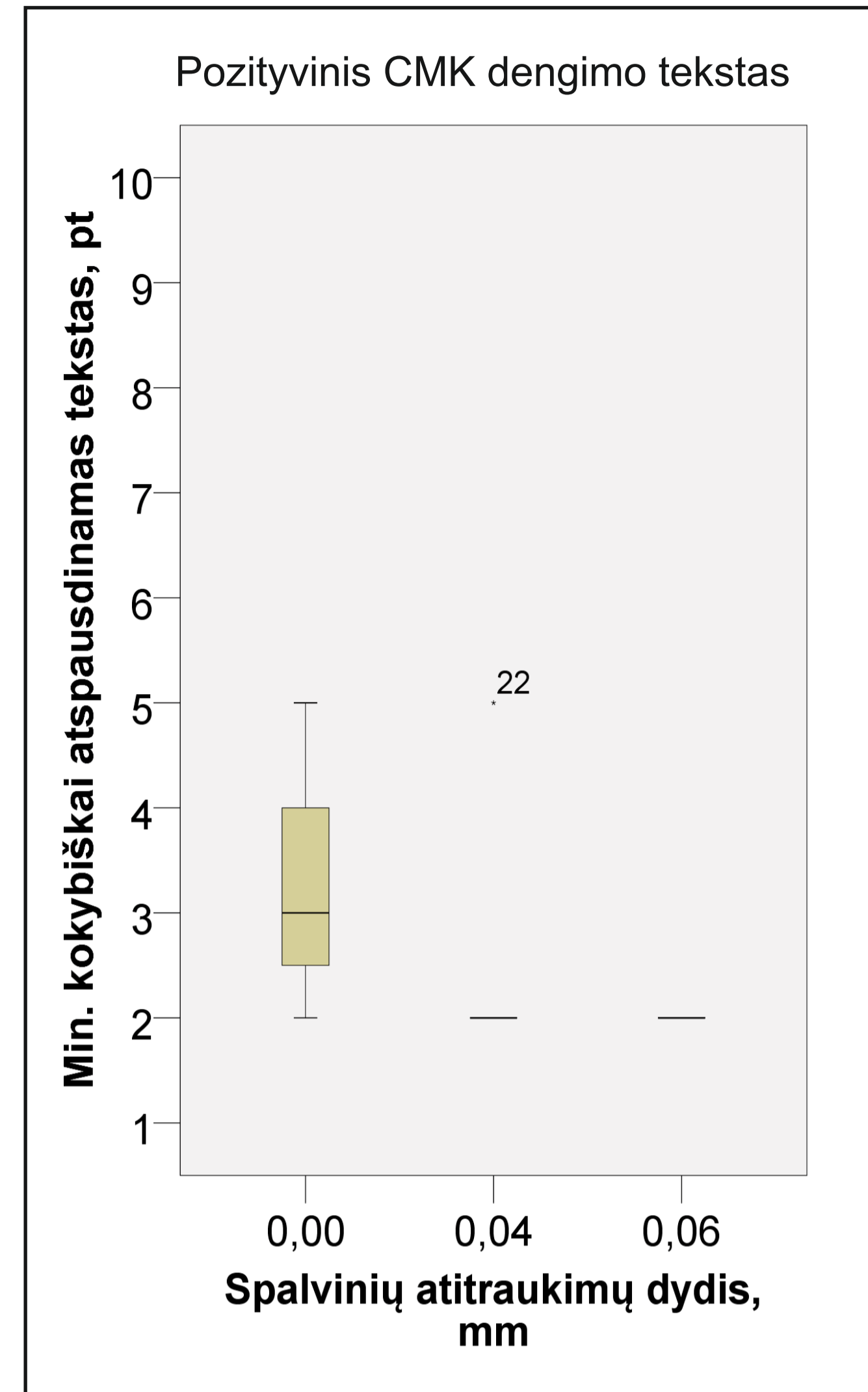
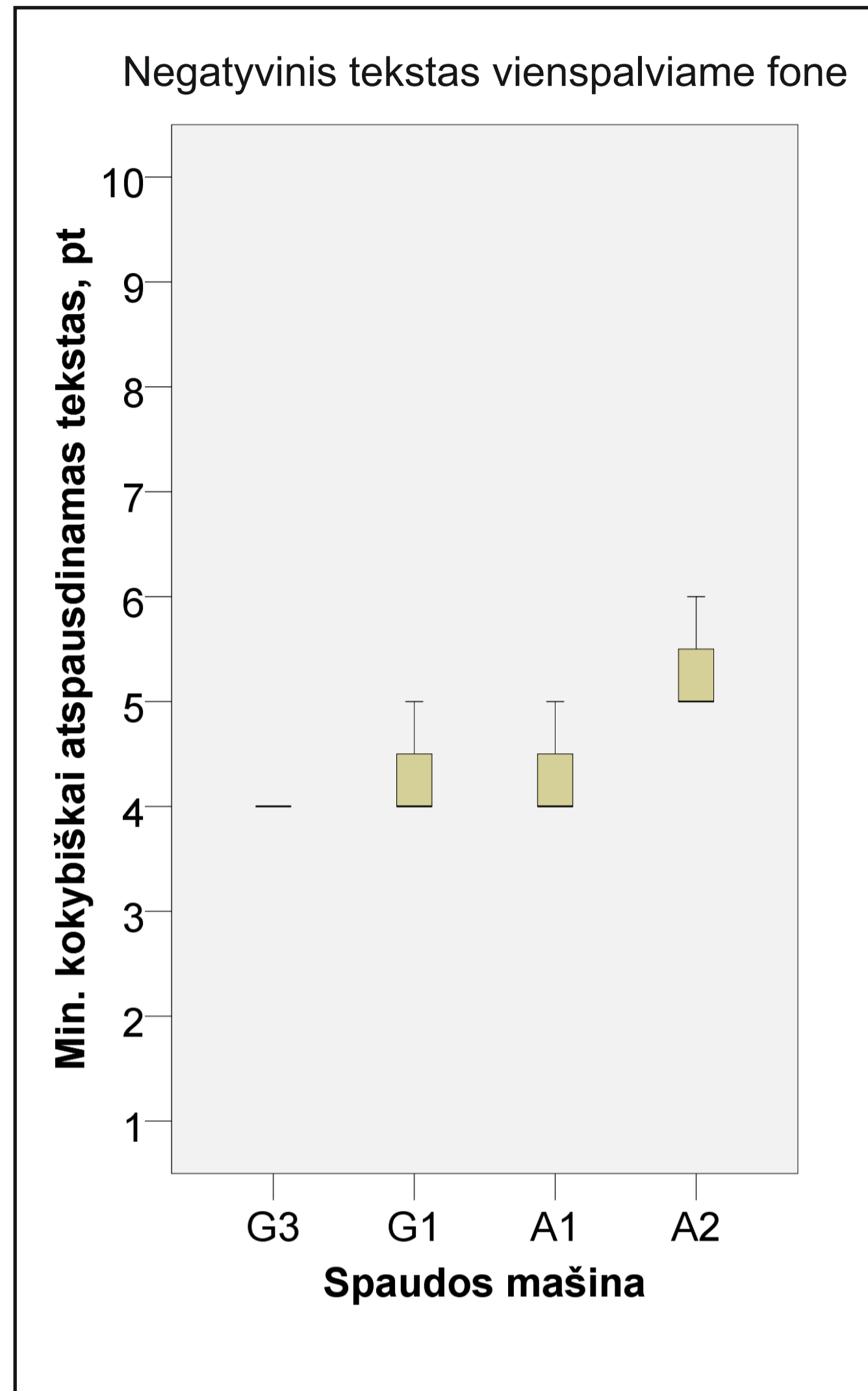
Veiksnių reikšmingumas linijų atkūrimui

	Linijų orientacija	Spaudos mašina	Spausdinamoji medžiaga	Spalvinių atitraukimų dydis
Vienspalvės pozityvinės linijos	-	-	-	
Negatyvinės linijos vienspalviame fone	+	+	-	
Triadinio dengimo pozityvinės linijos	-	-	-	+
Negatyvinės linijos triadinio dengimo fone	+	+	-	+

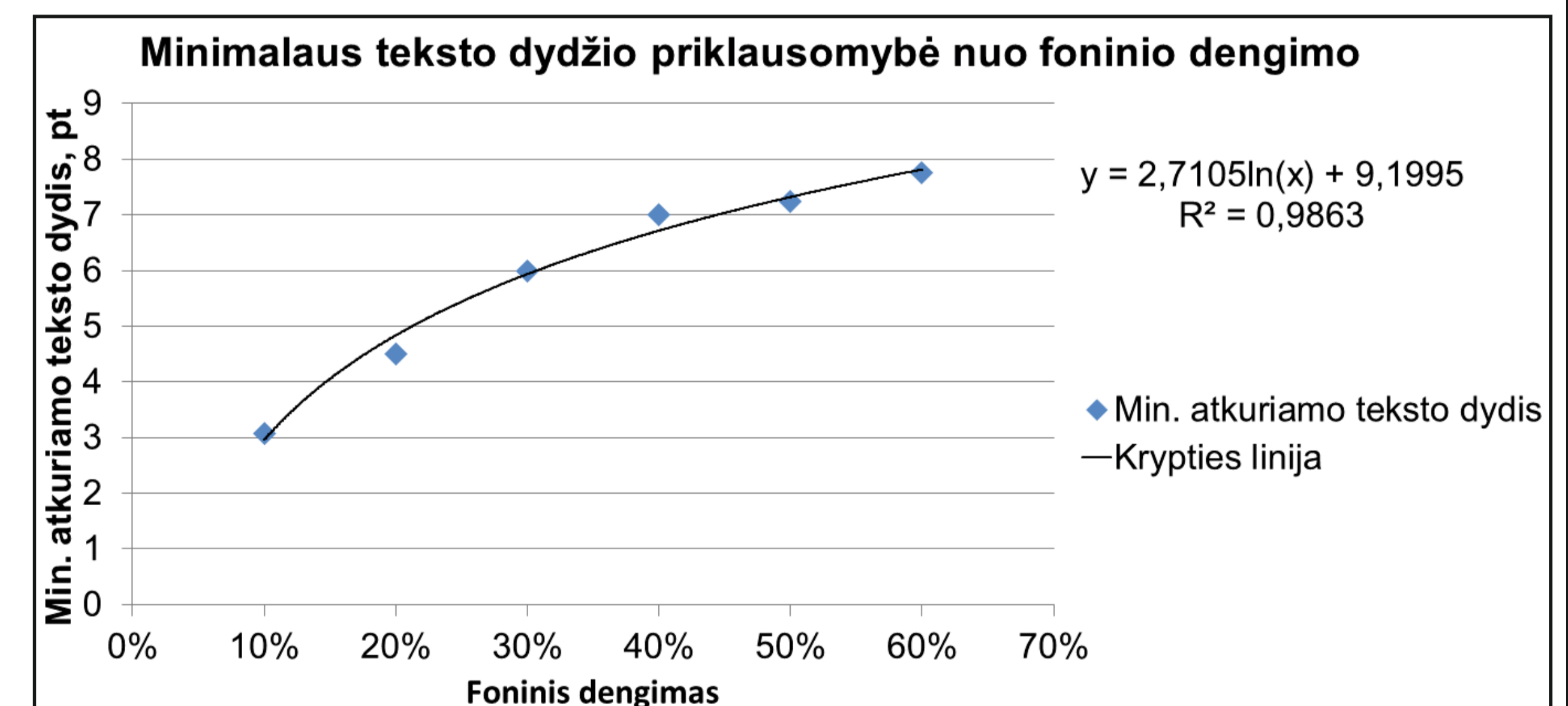


Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas			Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“	
M DM-4/4	Studentas	G. Urbonaitė			Laida
	Vadovas	E. Kibirskis			Linijų kokybinis vertinimas
	Kat. ved.	K. Juzėnas			
					0
Pretapas	Gamybos inžinerijos katedra				Lapas
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			2016 - GI - MBP - 01	Lapų
					1 1

Teksto atkūrimo kokybinis vertinimas



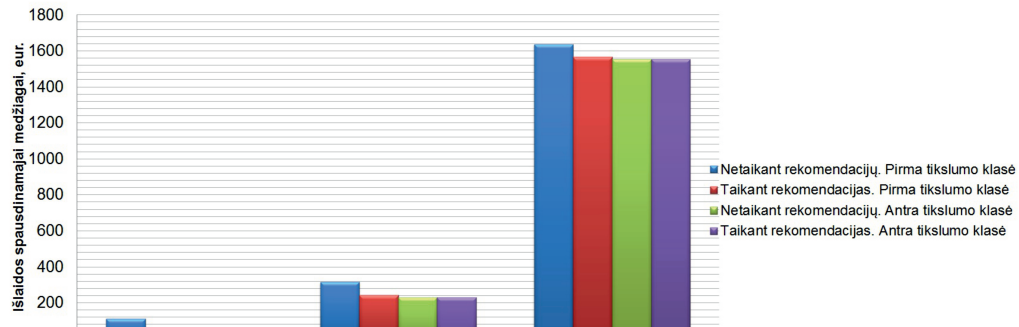
	Spaudos mašina	Spausdinamoji medžiaga	Spalvinių atitraukimų dydis	Foninis dengimas
Vienspalvis (K) pozityvinis tekstas	-	-	✖	✖
Negatyvinis tekstas vienspalviame (K) fone	+	-	✖	✖
Negatyvinis tekstas vienspalviame (K) fone	-	-	+	✖
Negatyvinis tekstas triadinio dengimo (CMK) fone	+	-	+	✖
Pustoninis triadinis pozityvinis tekstas (C50%M50%K50%)	-	-	✖	✖
Negatyvinis tekstas triadiniam pustoniniame fone (C50%M50%K50%)	-	-	✖	✖
Vienspalvis pozityvinis tekstas pustoniniame fone (kintant foniniam dengimui)	-	-	✖	+



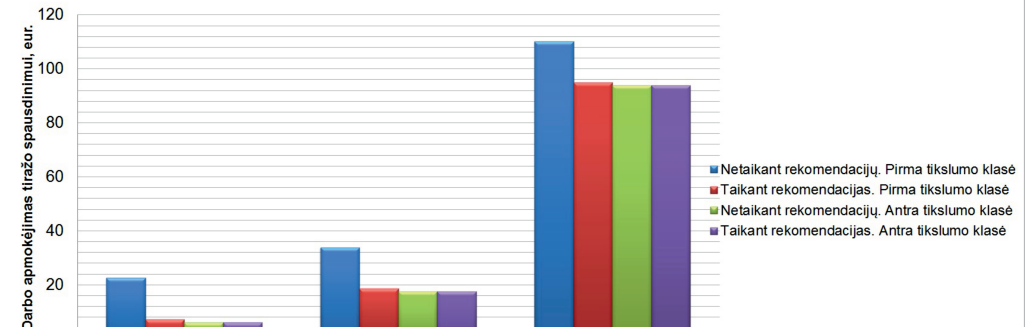
Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas			Fleksografinės spaudos tikslumo tyrimas UAB „Aurika“	
M DM-4/4	Studentas	G. Urbonaitė			Laida
	Vadovas	E. Kibirskis			Teksto kokybinis vertinimas
	Kat. ved.	K. Juzėnas			
					0
Prelapas	Gamybos inžinerijos katedra				Lapas
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			2016 - GI - MBP - 01	Lapų
					1 1

Inovacijos ekonominis pagrindimas

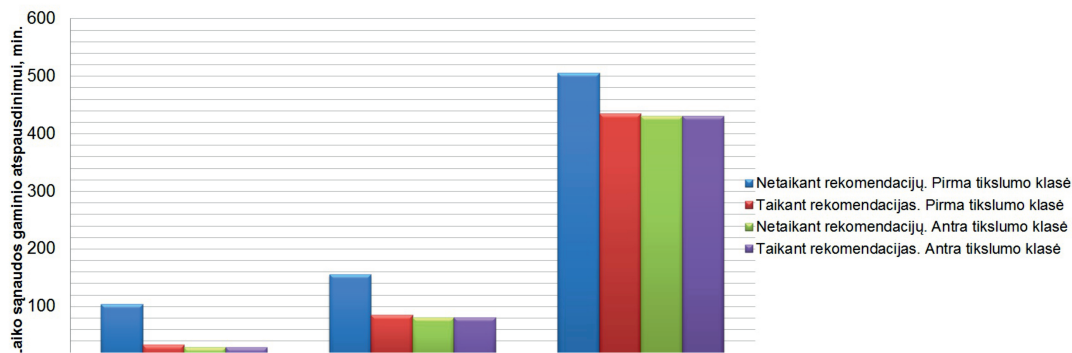
Išlaidos spausdinamajai medžiagai



Darbo vietų kaina tiražo spausdinimui



Laiko sąnaudos



Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas			UAB „Aurika“ vidinių norminių dokumentų spausdinimo įrangos tikslumui sukūrimas	
M DM-4/4	Studentas	G. Urbonaitė			Laida
	Vadovas	E. Kibirkštis			Inovacijos ekonominis pagrindimas
	Kat. ved.	K. Juzėnas			
Priėmė					0
MBP	Gamybos inžinerijos katedra LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			2016 - GI - MBP - 01	Lapas 1 1