



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Gytis Skunčikas
Projekto autorius

Lekt. dr. Ingrida Venytė
Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Grafinių komunikacijų inžinerija (6211EX016)

Gytis Skunčikas

Projekto autorius

Lekt. dr. Ingrida Venytė

Vadovė

Lekt. dr. Laura Gegeckienė

Recenzentė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Gytis Skunčikas

Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Gyčio Skunčiko, baigiamasis projektas tema „Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



Kaunas technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Studentui (-ei) – Gyčiui Skunčikui

1. Projekto tema –

Elektrofotografinės spaudos mašinos parametru įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas
(Lietuviškai)

Investigation of the Influence of Electrophotographic Printing Machine Parameters on the Quality of Printing on Recycled Paper Publications

(Angliškai)

2. Projekto tikslas ir uždaviniai –

Projekto tikslas – ištirti, kokią įtaką daro skaitmeninės spaudos mašinos parametru pakeitimai spaudai ant perdirbto popieriaus.

Projekto uždaviniai:

1. aptarti perdirbto popieriaus gamybos ir elektrofotografijos procesus, atlikti mokslinių tyrimų paiešką ir juos išanalizuoti;
2. mokslinio tyrimo metu ištirti perdirbto ir naujai pagaminto ofsetinio popieriaus bandinių spalvines charakteristikas, jas palyginti tarpusavyje keičiant parametru reikšmes ir aptarti rezultatus;
3. suprojektuoti skaitmeninių spaudos darbų gamybos technologinį procesą įmonės aplinkoje ir išsiaiškinti svarbiausius techninius rodiklius;
4. išnagrinėti darbų saugos ir ekologijos aspektus;
5. apskaičiuoti ir įvertinti naujai projektuojamos įmonės svarbiausius finansinius ir ekonominius rodiklius, projekto efektyvumą ir pagrįsti projekto tinkamumą.

3. Pradiniai projekto duomenys –

Išleidžiamos skaitmeninės spaudos charakteristikos pateiktos 3 lentelėje.

4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos –

Ištirti eksperimentinės spaudos kokybę, suprojektuoti pasirinktą technologiją ir atlikti skaičiavimus, nustatyti rizikos veiksnius, kurie gali kelti pavojų žmogaus sveikatai, apskaičiuoti ir pateikti rizikos veiksnių mažinimo veiksmų planą, aprašyti darbų kokybės kontrolės procesus, atlikti finansinius ir ekonominius skaičiavimus.

Projekto autorius

Gytis Skunčikas

(Vardas, Pavardė)

(parašas)

(data)

Vadovė

Lekt. dr. Ingrida Venytė

(Vardas, Pavardė)

(parašas)

(data)

Krypties studijų
programų vadovė

Doc. Regita Bendikienė

(Vardas, Pavardė)

(parašas)

(data)

Gytis Skunčikas. Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtakos spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė lekt. dr. Ingrida Venytė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Gamybos inžinerija (E10), Inžinerijos mokslai (E).

Reikšminiai žodžiai: skaitmeninė spauda, perdirbtas popierius, elektrofotografinė spauda, spaudos kokybės tyrimas.

Kaunas, 2019. 78 p.

Santrauka

Baigiamajame magistro projekte pristatoma skaitmeninės spaudos proceso eiga, spaudos kokybės ant perdirbto popieriaus analizė. Tiriamojoje dalyje išanalizuota mokslinė literatūra bei atlikti tyrimai ir išsiaiškinta, kokią įtaką spausdintuvo parametrų pakeitimas turi spaudos kokybei, spausdinant ant ofsetinio (perdirbto) popieriaus.

Technologinio projektavimo dalyje aptariami spaudos procesai, kurie reikalingi pagaminti 10-iai skirtingų poligrafinių produktų pozicijų. Sudaryta technologinio proceso schema, apskaičiuotas žaliavų sunaudojimas, laiko normos darbams atlikti, išsiaiškintas reikalingas darbuotojų ir įrenginių kiekis bei teoriškai apskaičiuoti įmonės gamybiniai plotai.

Darbų saugos dalyje išnagrinėti pagrindiniai rizikos faktoriai galintys pakenkti darbuotojų sveikatai ir pasiūlytos prevencinės priemonės pavojams išvengti. Įmonės ekologiškumas įvertintas pagal naudojamų gamtai draugiškų medžiagų vartojimą, atliekų perdirbimą.

Įmonės ekonominiai skaičiavimai atlikti norint pagrįsti veiklos pelningumą – nustatomi kaštai, gaminių savikainos ir kainos.

Baigiamojo projekto išvadose pateikiami apibendrinti rezultatai ir pasiūlymai.

Gytis Skunčikas. Investigation of the Influence of Electrophotographic Printing Machine Parameters on the Quality of Printing on Recycled Paper Publications. Master's Final Degree Project / supervisor lekt. dr. Ingrida Venytė; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Production and Manufacturing Engineering (E10), Engineering Sciences (E).

Keywords: digital press, recycled paper, print quality, electrophotographic printing.

Kaunas, 2019. Number of pages 78

Summary

The final master's thesis introduces the process of the digital printing process, the analysis of the quality of the press on the recycled paper. The research section reviews similar scientific literature and researches also explaining how the change in printer parameters affects print quality when printing on offset (recycled) paper.

The technological planning section discusses the printing processes required to produce 10 different polygraphic product positions. The scheme of the technological process is compiled, the consumption of raw materials is calculated, the time norms for the job positions are worked out, the required number of employees and equipment is clarified and the space of production area of the company are theoretically calculated.

In the work safety part, the main risk factors that could harm the health of workers and the proposed preventive measures to avoid hazards are analyzed. The environmental performance of the company has been evaluated according to the use of environmentally friendly materials and paper waste recycling.

The company's economic calculations were carried out in order to justify the profitability of the company's work – determining costs, product costs and prices.

The conclusions of the final project summarize the results and suggestions are proposed.

Turinys

Lentelių sąrašas	10
Paveikslų sąrašas	12
Įvadas.....	13
1. Techniniai – ekonominiai rodikliai.....	14
2. Mokslinio tyrimo dalis	15
2.1. Perdirbto popieriaus vartojimas ir gamybos procesas	15
2.2. Elektrofotografinės spaudos technologija	17
2.3. Mokslinių straipsnių apžvalga	18
2.4. Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų keitimo įtaka perdirbto popieriaus spaudos gaminių kokybei	21
2.4.1. Tyrimo įranga ir metodologija.....	21
2.4.2. Medžiagos ir bandinys.....	24
2.4.3. Tyrimo eiga	25
2.4.4. Tyrimų rezultatai ir jų analizė	27
2.4.5. Išvados ir rekomendacijos	34
3. Skaitmeninės spaudos gaminių gamybos technologinis projektavimas	35
3.1. Gaminama produkcija	35
3.2. Technologinio proceso projektavimas.....	35
3.3. Technologinės schemos projektavimas	36
3.4. Skaitmeninės spausdintos produkcijos darbų apimties skaičiavimas.....	37
3.5. Originalo apdorojimo baras	38
3.6. Darbų prieš spausdinimą baras	40
3.7. Spaudos baras	42
3.8. Darbų po spausdinimo baras	43
3.9. Technologinių procesų kokybės kontrolė.....	45
3.10. Įrenginių ir darbuotojų kiekio skaičiavimas	46
3.11. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas	50
4. Darbų sauga ir ekologija.....	52
4.1. Profesinės rizikos vertinimas.....	52
4.2. Rizikos analizė.....	52
4.3. Įmonės ekologinė darna.....	55
5. Projekto finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	58
5.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	58
5.2. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas	58
5.3. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas	59
5.4. Produkcijos gamybos apimties planavimas.....	59
5.5. Gamybos kaštų skaičiavimas.....	60
5.6. Tiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	60
5.7. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas.....	62
5.8. Veiklos sąnaudų skaičiavimas	67
5.9. Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos	68
5.10. Gaminių kainos apskaičiavimas	69
5.11. Projekto grynujų pinigų srautų apskaičiavimas.....	70
5.12. Investicijų efektyvumo vertinimas	71

5.13. Projekto lūžio taškas.....	73
5.14. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai.....	74
Išvados	76
Literatūros sąrašas	77
Priedai.....	79
1 priedas. Bandinio pavyzdys	79
2 priedas. Kolorimetrinių CMYK spalvų CIE L*a*b* parodymų pavyzdys	80
3 priedas. ΔE suvestinė.....	81
4 priedas. Mikroskopinės analizės iliustracijos	82
5 priedas. Linijos rastrų ploto matavimas.....	90
6 priedas. Densitometriniai matavimai	91
7 priedas. Įrenginių charakteristikos.....	92

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Svarbiausieji techniniai – ekonominiai rodikliai	14
2 lentelė. „Cyclus Offset“ ir „Serixo“ popieriaus rūšių techniniai duomenys.....	25
3 lentelė. Išleidžiamos produkcijos charakteristikos	35
4 lentelė. Gamybinė užduotis produkcijos spausdinimui	37
5 lentelė. Iliustracijų paruošimo darbų trukmės skaičiavimas.....	38
6 lentelė. Maketavimo darbų trukmės skaičiavimas.....	39
7 lentelė. Darbo imlumas lapų supjovimui į lanko formatą per metus.....	40
8 lentelė. Paruošiamųjų darbų trukmės skaičiavimas	41
9 lentelė. Spaudos cecho metinės gamybos apimtys skaičiavimas.....	42
10 lentelė. Darbo imlumas atspaudų pjaustymui per metus	43
11 lentelė. Darbo imlumas lapų lankstymui per metus	44
12 lentelė. Darbo imlumas produkcijos pakavimui per metus	44
13 lentelė. Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas.....	47
14 lentelė. Kompiuterinės įrangos darbo laiko fondo skaičiavimas.....	47
15 lentelė. Įrenginių kiekio skaičiavimas	48
16 lentelė. Reikiamų darbuotojų skaičiaus skaičiavimas	49
17 lentelė. Reikiamų darbuotojų (rankiniam darbui) skaičiaus skaičiavimas	50
18 lentelė. Įrengimų ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje.....	50
19 lentelė. Veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.....	52
20 lentelė. Rizikos įvertinimo duomenų lapas.....	54
21 lentelė. Rizikos sumažinimo veiksmų planas	55
22 lentelė. Perdirbto popieriaus žala gamtai lyginant su naujai gaminamu	56
23 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai	58
24 lentelė. Technologinių įrengimų vertė.....	58
25 lentelė. Išlaidos baldams.....	59
26 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis	59
27 lentelė. Produkcijos gamybos apimtys planavimas	60
28 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų planas.....	60
29 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui.....	62
30 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai (variklių darbui).....	62
31 lentelė. Netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui	62
32 lentelė. Netiesioginės išlaidos vandeniui.....	63
33 lentelė. Netiesioginės išlaidos apšvietimui	63
34 lentelė. Netiesioginės išlaidos šildymui	63
35 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)	63
36 lentelė. Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata.....	64
37 lentelė. Netiesioginių gamybos išlaidų paskirstymas	64
38 lentelė. Gamybos kaštai	65
39 lentelė. Veiklos darbuotojų darbo užmokestis.....	67
40 lentelė. Veiklos sąnaudos	67
41 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas	68
42 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas	68
43 lentelė. Gaminių kainų apskaičiavimas	69
44 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita	70

45 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita	71
46 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai	72
47 lentelė. Investicijų vertinimo rodikliai.....	72
48 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas	73
49 lentelė. Projekto balansas	74
50 lentelė. Projekto finansiniai ir ekonominiai rodikliai	74

Paveikslų sąrašas

1 pav. Popieriaus gamybos schema	16
2 pav. Bendras elektrofotografijos principas	17
3 pav. Tyrime naudojamų popierių charakteristikos	18
4 pav. Bandinio makete esančios „O“ raidės tyrimas.....	18
5 pav. Tyrimo rezultatų diagramos.....	19
6 pav. Tyrimo rezultatų analizė	19
7 pav. Spaudos taško analizė	20
8 pav. Skaitmeninės spaudos procesas	22
9 pav. Linijinis ir taškinis vaizdo išgavimo būdai.....	23
10 pav. Tyrimui naudota įranga	24
11 pav. Darbui priskiriamos skirtingos popieriaus gramatūros reikšmės.....	26
12 pav. Spausdintuvo parametrų pakeitimai	27
13 pav. Atskirų spalvų ΔE matavimo vidurkių palyginimas.....	28
14 pav. Spalvų pokyčių palyginimas pagal popieriaus rūšį.....	29
15 pav. 50 kartų padidinti popieriaus bandinių vaizdai.....	30
16 pav. Skaitmeniniu mikroskopu išdidinti perdirbto popieriaus bandinių fragmentai	31
17 pav. Spaudos defektai	32
18 pav. Atspaudų ant skirtingo tipo popieriaus ir skirtingų spalvų optinis tankis	33
19 pav. Gamybos technologinė schema	36
20 pav. Investicijų atsipirkimo diagrama	73
21 pav. Lūžio taško diagrama.....	73

Įvadas

Skaitmeniniai spaudos būdai itin sparčiai tobulėja su naujausių technologijų kūrimu. Diegiama draugiška vartotojui aplinka, spaudos procesai greitėja ir tampa kokybiškesni. Elektrofotografinis spaudos procesas nereikalauja daug priežiūros ar nustatymų pakeitimų, kol spaudos kokybė tenkina vartotoją bei atitinka keliamus standartus. Didelė dalis spausdintuve įdiegtų standartinių nustatymų gali būti keičiami pagal spausdintuvo operatoriaus pasirinktą korekciją, todėl net jei ir spaudos kokybė nėra tokia, kokios reikalauja užsakovas, visuomet yra galimybė ją pagerinti.

Spaudos pramonėje vienas iš būdų tausoti gamtą yra popieriaus perdirbimas ir laikui bėgant šis popieriaus tipas tampa vis populiariesnis bei dažniau naudojamas. Šiame baigiamajame darbe yra lyginama spaudos kokybė ant įprasto ofsetinio ir perdirbto popieriaus rūšių. Taip pat nagrinėjama spausdintuvo parametrų įtaką spalvinėms savybėms – taikant įvairius techninius sprendimus tirinama, ar spaudinius ant perdirbto popieriaus galima pagaminti su panašiomis spaudos kokybės charakteristikomis kaip ir ant įprasto ofsetinio popieriaus.

Tačiau perdirbus popierių, jo eksploatacinės savybės skirsis nuo neperdirbto, nes skiriasi gamybos principas, todėl prieš kitus gamybos procesus labai svarbu iširti kokybines charakteristikas, kurios gali turėti įtakos tolimesniam gaminio naudojimui.

Baigiamojo projekto metu, tiriamojoje dalyje spaudos ant perdirbto popieriaus kokybinės charakteristikos ir tinkamumas skaitmeninei spaudai bus lyginamos priklausomai nuo parinktų elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų. Technologinio projektavimo dalyje gamybai projektuojami ofsetinio naujai pagaminto, perdirbto ofsetinio, kreidinio, dekoratyvinio popieriaus ir kartono poligrafiniai gaminiai.

Baigiamojo projekto tikslas – iširti, kokią įtaką daro skaitmeninės spaudos mašinos parametrų pakeitimai spaudai ant perdirbto popieriaus.

Baigiamojo projekto uždaviniai:

1. aptarti perdirbto popieriaus gamybos ir elektrofotografijos procesus, atlikti mokslinių tyrimų paiešką;
2. išanalizuoti perdirbto ir naujai pagaminto ofsetinio popieriaus bandinių spalvines charakteristikas, palyginti jas tarpusavyje keičiant spausdintuvo parametrų reikšmes;
3. suprojektuoti skaitmeninių spaudos darbų gamybos technologinį procesą ir išsiaiškinti svarbiausius techninius rodiklius;
4. išnagrinėti darbų saugos ir ekologijos aspektus;
5. apskaičiuoti ir įvertinti naujai projektuojamos įmonės svarbiausius finansinius ir ekonominius rodiklius, projekto efektyvumą ir pagrįsti projekto tinkamumą.

1. Techniniai – ekonominiai rodikliai

1 lentelėje pateikiami svarbiausieji įmonės technologinio proceso techniniai – ekonominiai rodikliai, pagrindinė informacija apie įmonės darbo pozicijas, darbuotojų ir produkcijos kiekius. Taip pat išskirti svarbiausi ekonominiai rodikliai įmonės veiklos pelningumui pagrįsti.

1 lentelė. Svarbiausieji techniniai – ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Dydis
1.	Darbo dienų skaičius	d.	251
2.	Pamainų skaičius	vnt.	1
3.	Pramoninio - gamybinio personalo skaičius		
3.1	Pagrindiniai darbininkai	vnt.	4
3.2	Pagalbiniai darbininkai	vnt.	-
3.3	Vadovai, specialistai, tarnautojai	vnt.	3
4.	Metinė gamybos programa		
4.1	Sąlyginių spaudos lankų skaičius	tūkst. egz.	51,10
4.2	Sąlyginių spalvos atspaudų skaičius	tūkst. egz.	120,27
4.3	Baigtos produkcijos kiekis	tūkst. egz.	2107,50
5.	Gamybos kaštai	Eur	243062,98
6.	Sąlyginio gaminio savikaina	Eur	0,028
7.	Sąlyginio gaminio kaina	Eur	0,042
8.	Bendras kapitalas		
8.1	Pagrindinis kapitalas	Eur	189467
8.2	Apyvartinis kapitalas	Eur	59164,55
9.	Grynasis pelnas	Eur	9143,32
10.	Grynoji esamoji vertė	Eur	134456,09
11.	Pelningumo indeksas	-	1,66
12.	Atsipirkimo laikas	m	4,56
13.	Darbuotojo vidutinis atlyginimas	Eur	7520

2. Mokslinio tyrimo dalis

2.1. Perdirbto popieriaus vartojimas ir gamybos procesas

Produktų vartojimui didėjant mes vis sparčiau naudojame natūralius gamtos resursus. Vienas iš paprasčiausių būdų tam pristabdyti yra atliekų rūšiavimas ir perdirbimas. Perdirbdami atliekas darome didžiulę paslaugą sau patiems bei ateinančioms kartoms – mažiname globalinį atšilimą, saugome augalus, mažiname oro užterštumą ir energijos suvartojimą, sąvartynų kiekį ir k.t.

Popierius yra viena iš tų medžiagų, kuri nesunkiai gali būti perdirbta, ir net ne vieną sykį. Makulatūra, surenkama iš gyventojų ar įstaigų, per nesudėtingą perdirbimo procesą tampa naujais gaminiais. Statistiškai apskaičiuota – kiekviena perdirbta popieriaus tona sutaupo apie 17 medžių, beveik 30 tūkstančių litrų vandens ir didelį energijos kiekį. Šie skaičiai tik įrodo perdirbimo efektyvumą ir ekologinę naudą. Apie 40% popieriaus masės sudaro mediena, be to didelė dalis šio kiekio yra gaminama iš medienos atliekų ar nukritusių medžių. Tačiau norint dar labiau apsaugoti gamtą būtina tą patį popierių panaudoti ne vieną kartą. Įprasto popieriaus, pagaminto iš celiuliozės plaušų (gautų iš medienos masės) perdirbimo ciklas gali būti kartojamas iki 6 – 7 kartų. Kiekvieną kartą perdirbant popierių, jo sudėtis yra mechaniškai pažeidžiama, todėl kiekvieno ciklo metu mažėja plaušų ilgis ir tuo pačiu prastėja popieriaus charakteristikos.

Perdirbto popieriaus vartojimo ratą sudaro 6 žingsniai:

- Surinkimas. Popierius surenkamas iš žmonių, perdirbimo kompanijų ar įmonių.
- Rūšiavimas. Prieš perdirbimą popierius dar turi būti išrūšiuotas į skirtingus tipus: sumaišytas popierius, gofruoto kartono, laikraštinis ir ofisinis popierius, kraftinis (nebalinto kartono) ir nenaudotas popierius (be spaudos).
- Smulkinimas. Dauguma įmonių pačios susmulkina popierių, kad ant jų buvusi informacija nebegalėtų būti matoma. Popieriaus surinkimo kompanijos prieš transportuojant popierių perdirbti, jį supresuoja į ryšulius.
- Perdirbimas. Popierius maišomas su vandeniu kol celiuliozės plaušai atsiskiria ir sudaro gličią popieriaus masę (medienos masę). Ši masė filtruojama norint pašalinti likusius klijus ar plastiką. Vėliau šalinami dažai naudojant vandenį ir chemines medžiagas.
- Džiovinimas. Popieriaus masė išliejama ant pagrindo, kuris judėdamas pro sunkius, prispaustus velenus išsunkia vandenį. Sekantys procesai su karštais velenais išdžiovina popierių.
- Vyniojimas. Pailgas popieriaus lapas sukamas į didžiulius rulonus, kurie gali sverti net iki 20 tonų. Prieš naudojimą šis rulonas gali būti supjaustytas į mažesnius arba į lapus, tinkamus spaudai.

Plaušieną išvalyti yra sudėtinga. Medžiagos, kuriomis popierius yra užterštas skiriasi daugeliu parametru: dydžiu, tankumu, forma, paviršiaus savybėmis, tirpumu, atsparumu. Joks valymo įrenginys negali atskirti šių medžiagų nuo plaušienos vienu sykiu, todėl valymas susideda iš skirtingų procesų.

Pagrindiniai popieriaus perdirbimo procesai:

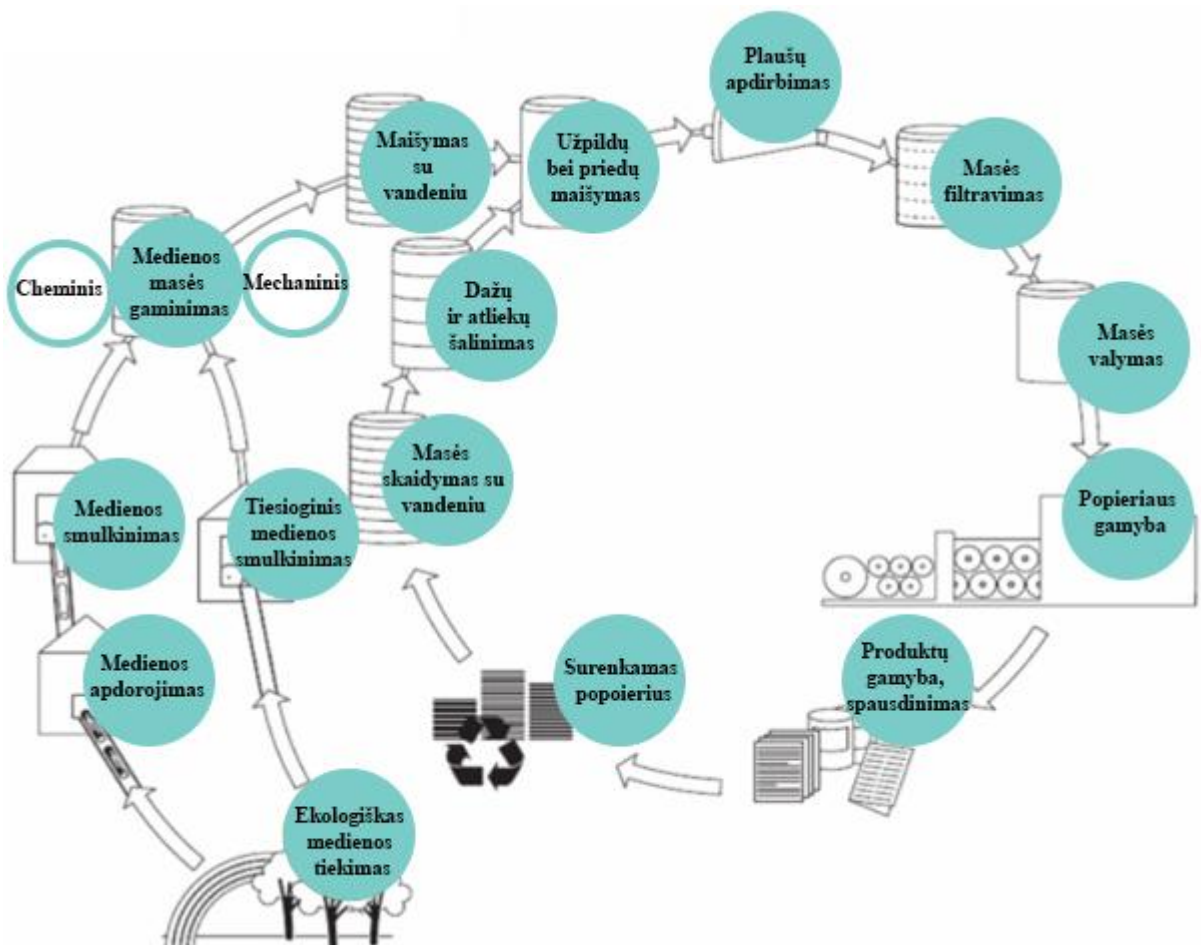
- popieriaus virimas;
- valymas (naudojant išcentrinę – centrifuginę jėgą);
- plaušų „sijojimas“ (angl. – „screening“);

- dažų pašalinimas plovimo ir nusėdimo principu;
- išskaidymas ir lipdymas;
- balinimas ir apdirbimas vandeniu.

Išrūšiuotas į atskirus tipus popierius yra maišomas tarpusavyje, malamas kartu su vandeniu. Masė yra praleidžiama pro centrifuginius ir tinklinius valymo įrenginius, tokiu būdu yra pašalinama didžioji dalis teršalų. Vėliau masė yra minkoma ir plaušai yra trinami tarpusavyje, norint pašalinti vandenį ir ištirpusius dažus. Dedama cheminių medžiagų, taip celiuliozė tampa baltesnė. Plaušai vėliau prasunkiami pro dar vieną valymo procesą, pašalinant likusias klijų ar kitų teršalų daleles. Toliau plaušiena maišoma su cheminėmis medžiagomis, prie kurių dažų likučiai prikimba ir iškelti į mišinio paviršių yra pašalinami. Plaušiena nuplaunama, presuojama, sumaišoma su chemikalais, skirtais išbalinti mišinį. Galutinė masė konvejeriu formuojama į popierių išdžiovinant vandenį [1].

Produkcija pagaminta iš perdirbtos plaušienos turi prastesnes savybes nei pagaminta iš naujos masės. Priklausomai nuo pradinės žaliavos būklės, maišomų cheminių priedų ir k.t. aspektų galime išskirti didžiausius trūkumus: sumažėjusi spaudos kokybė, popieriaus atsparumas, paviršiaus lygumas bei tamsesnė popieriaus spalva. Tokie savybių pokyčiai turi didelę įtaką gaminamai produkcijai, juos labiausiai įtakoja pažeista plaušų paviršiaus struktūra, kuri kaskart perdirbant popierių prastėja. Todėl spausdinant ant tokio popieriaus, pagal užsakovo poreikius būtina parinkti tinkamą spaudos technologiją ir nustatyti tinkamus spaudos mašinos parametrus, norint kompensuoti vizualiai pastebimus kokybės nuokrypius.

Supaprastinta popieriaus gamybos ir perdirbimo schema pavaizduota 1 pav.



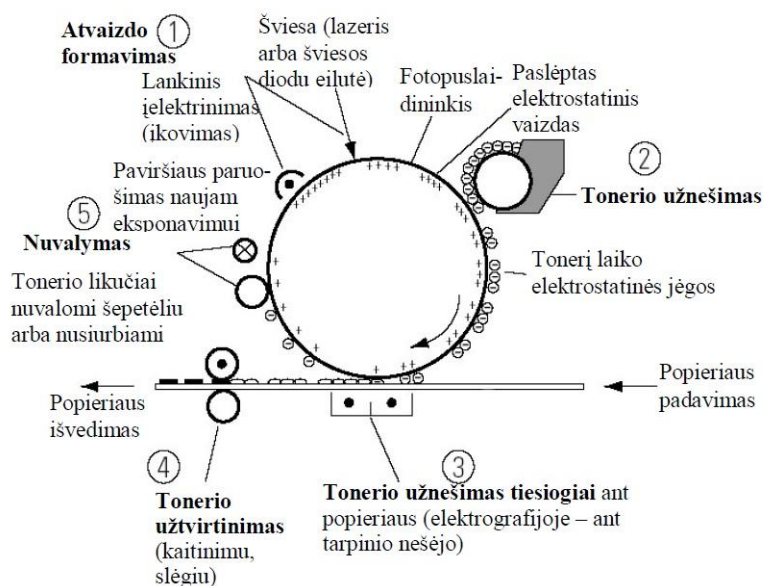
1 pav. Popieriaus gamybos schema, gamybos ciklą uždariant perdirbant popierių [1]

2.2. Elektrofotografinės spaudos technologija

Elektrofotografija (taip pat žinoma kaip kserografija) yra sudėtingas procesas, dažnai naudojamas kopijavimo ir fakso aparatuose, taip pat skaitmeniniuose spausdintuvuose. Tai viena seniausių skaitmeninės spaudos technologijų, išrasta apie 1935 metus išradėjo Chester'io Carlson'o. [2].

Ši poligrafinė vaizdo perdavimo technologija, nenaudoja materialios spaudos formos, o vietoj jos gavus skaitmeninį failą naudoja fotoreceptorius, šviesos šaltinį, elektrostatinis principus ir dažų miltelius, kad gautų spausdintą produkciją. Nematomas elektrostatinis atvaizdas ant fotopūsleidininkio formuojamas kiekvieną kartą apsisukant cilindriui, kai reikia gauti atspaudą (nesvarbu ar tai būtų vienas atspaudas ar 100 atspaudų). Šios technologijos privalumas tas, kad spaudos metu galima gauti skirtingus atspaudus, t.y. į kiekvieną atspaudą įnešti kintamos informacijos. Todėl tokia technologija leidžia labai greitai spausdinti gaminius, kurie turi skirtingas iliustracijas, tekstą, pavyzdžiui knygas ar žurnalus.

Supaprastintas technologinis paaiškinimas pateikiamas 2 pav.



2 pav. Bendras elektrofotografijos principas [3]

Elektrofotografiniai spausdintuvai gali būti vienspalviai – naudojantys tik juodos spalvos dažų miltelius, arba daugiaspalviai – naudojantys keturias pagrindines spalvas CMYK (mėlyną, raudoną, geltoną ir juodą). Skaitmeninės spaudos dažai (angl. „toner“) yra labai smulkių, sausų miltelių terpė, naudojama elektrofotografiniame arba kserografiniame procese. Ji susideda iš dervos ir apima pigmentą, vašką ir proceso priedus. Iš tikrųjų terminas „kserografija“ yra kilęs iš graikų žodžių „xeros“, „dry“ ir „grafia“ – (liet. vert. „sausas rašymas“), atspindintis, kad vaizdo rašymo procese naudojamas dažiklis, o ne rašalas. Dažų dalelės elektriškai įkraunamos, kai maišomos arba maišomos per elektrinį poveikį. Dažų sudėtis ne tik prisideda prie kokybiško atvaizdo gavimo savybių, bet ir prie sugebėjimo išlaikyti ir valdyti savo įkrovimo savybes. Dažų dalelių forma taip pat įtakoja popieriaus įkrovimo procesą, kartu ir spaudos kokybę.

2.3. Mokslinių straipsnių apžvalga

Norint tiksliai atlikti tiriamąjį darbą buvo apžvelgti kiti, jau atlikti panašaus pobūdžio tyrimai ir atlikta šios literatūros analizė. Svarbu įsitikinti tyrimo svarba ir įvertinti, ar analogiški tyrimai nebuvo atlikti užsienio ar Lietuvos mokslininkų.

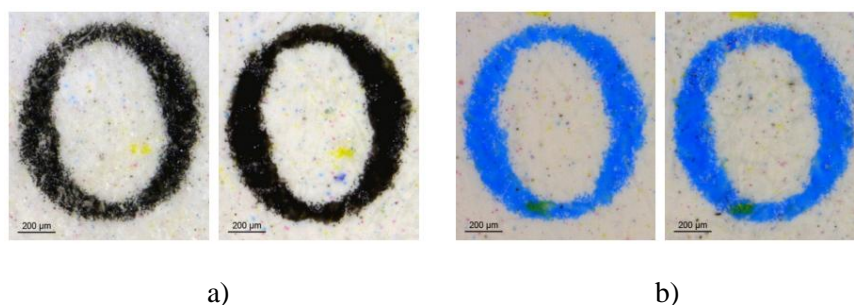
Straipsnyje „Recycled papers in everyday office use“ [4] (liet. vert. „Perdirbtas popierius kasdieniniame naudojime“) kalbama apie perdirbto popieriaus gamybos ypatumus, paminima, jog perdirbant popierių jo pluoštas – plaušeliai yra negrižtamai pažeidžiami, todėl pagal atliktus ankstesnius tyrimus išsiaiškinta, kad tą patį popierių galima perdirbti iki 7 kartų. Taip pat autoriai aptaria skaitmeninį elektrofotografinį spaudos būdą ir kartu su spausdintuvo charakteristikomis pažymi, kad naudojamo popieriaus savybės įtakoja spaudos kokybę. Įvado pabaigoje autoriai nusistato tyrimo tikslą – ar 100 % perdirbtas popierius gali atstoti įprastinį, naujai pagamintą popierių. Tyrime naudojami du popieriaus tipai pagaminti iš perdirbto pluošto ir du naujai pagaminti, ant jų spausdinama elektrofotografiniu spausdintuvu. Tiriama atspaudos kokybė – kraštų aštrumas, spaudos mikro nukrypimai. Taip pat atliekami spalvų ir pustonijų matavimai ir palyginimai su spektrofotometru, densitometru ir mikroskopu.

Tyrimas atliekamas dviejų gamintojų popierius, 100 g/m². VUP ir VCP popieriai pagaminti iš naujo pluošto, tuo tarpu RUP ir RCP – iš perdirbto. Kiekviena rūšis tiriama su kreidiniu ir nekreidiniu tipais. Popierių charakteristikos aprašytos 3 pav.

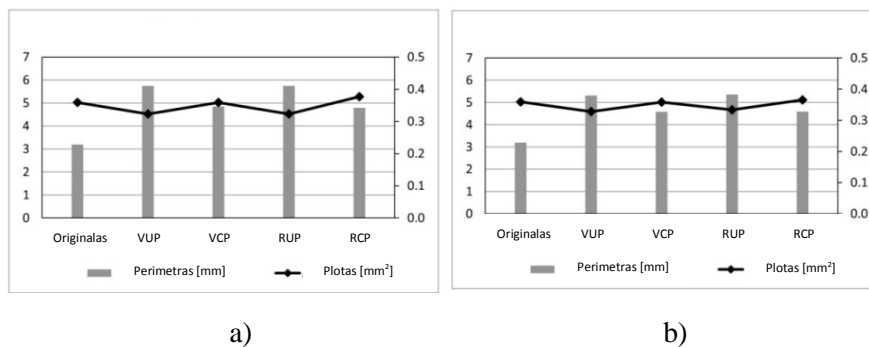
Savybės	Standartas	VUP	VCP	RUP	RCP
Gramatūra [g/m ²]	ISO 536	99,6	95,5	97,3	101,7
Storis [μm]	ISO 534	126	88	106	92
Tūrio - masės indeksas [cm ³ /g]	ISO 534	1,26	0,91	1,08	0,9
Drėgmė [%]	ISO 287	3,5	2,9	3,8	3,1
CaCO ₃ [%]	(Eq 1)	22,8	26	27,2	32,1
Molingumas [%]	(Eq 2)	0,7	15,5	4,6	8,5
Šiurkštumas (Bendtsen) [ml/min]	ISO 5636-3	159	42	213	80
Elektrinio lauko atsparumas [Ω]	ASTM D 257	3x10 ¹⁴	3x10 ¹²	1x10 ¹⁴	7x10 ¹²
Blizgumas [%]	ISO 8254-1	4,8	33,17	5,11	21,91
CIE baltumas [%]	ISO 11475	92,25	87,07	68,93	77,69
ISO ryškumas [%]	ISO2470	99,24	98,15	84	86,16
Permatomumas [%]	ISO 2471	97,59	95,67	96,69	97,98

3 pav. Tyrime naudojamų popierių charakteristikos [4]

Pirmiausia buvo atlikti matavimai, norint nustatyti spaudos tikslumą – kraštinių aštrumą pagal „O“ raidės perimetro išsiplėtimą. Matavimo objektai ir rezultatai pavaizduoti 4 pav. (a) ir (b) dalyse.



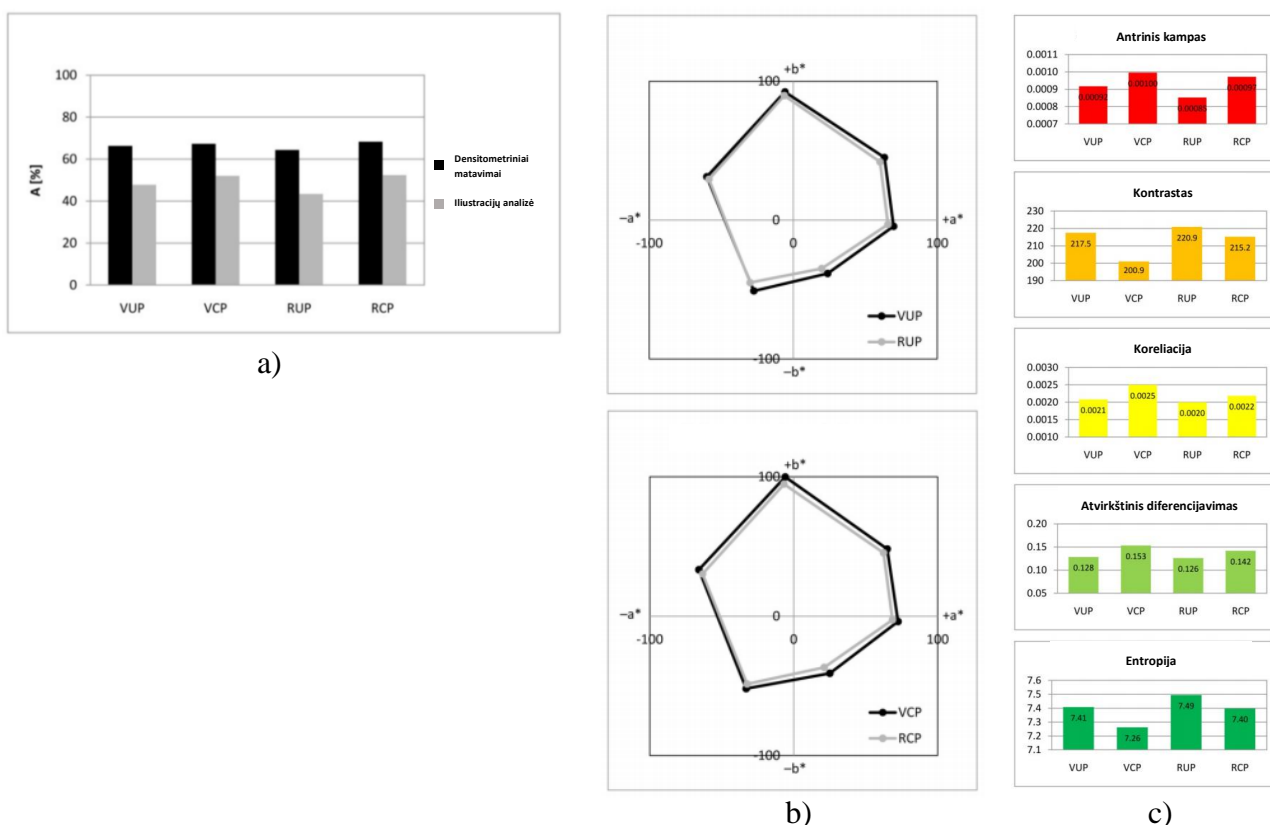
4 pav. Bandinio makete esančios „O“ raidės tyrimas. Tiriama: a) „O“ raidė atspausda naudojant juodą dažą; b) „O“ raidė atspausda naudojant žydrą dažą [4]



5 pav. Tyrimo rezultatų diagramos, spausdinant ant perdirbto nekreiduto, kreiduto ir neperdirbto kreiduto ir nekreiduto popierių. Tiriami: a) žydras spalvos atspaudos kampo aštrumas; b) juodos spalvos atspaudos kampo aštrumas [4]

Rezultatai rodo, kad tarp pasirinktų spalvų kraštinių aštrumo skirtumas beveik nejaučiamas. Akivaizdus spaudos kokybės sumažėjimas jaučiamas lyginant kreidinį ir nekreidinį popierių – pastarasis spaudą atkuria žymiai prasčiau dėl paviršiaus netolygumų ir sugeriamumo. Lyginant perdirbtą ir neperdirbtą tos pačios rūšies popierių teigiama, jog šioje tyrimo dalyje didelio skirtumo nėra.

Tolimesnėse tyrimo stadijose autoriai atliko sekančius palyginimus – pustonių (6 pav. (a)), spalvų gamos nekreidiniam ir kreidiniam popieriui (6 pav. (b)) ir antrinio kampo, kontrasto, koreliacijos, atvirkštinio diferencijavimo, bei entropinius matavimus (6 pav. (c)).



6 pav. Tyrimo rezultatų analizė. Analizuojami: a) pustonių matavimų rezultatai; b) spalvų gamos matavimai; c) kokybiniai spaudos matavimai, spausdinant žydra spalva [4]

Spalvų mikro nukrypimų tyrimai (6 pav. (c)) parodė, kad popieriaus paviršius turi didelę įtaką spaudos kokybei. Autoriai paminėjo, jog atliekant antrinio kampo, entropinius ir kontrasto matavimus, spalvų atkūrimui turi popieriaus spalva, todėl šis faktorius atsispindi rezultatuose.

Lyginant spalvų gamų tyrimų rezultatus (6 pav. (b)), perdirbtas nekreiduotas popierius turi šiek tiek mažiau tikslių atkūrimą nei nekreiduotas paprastas popierius. Skirtumai didesni mėlynoje ir raudonoje zonoje, dėl perdirbto popieriaus gelsvumo.

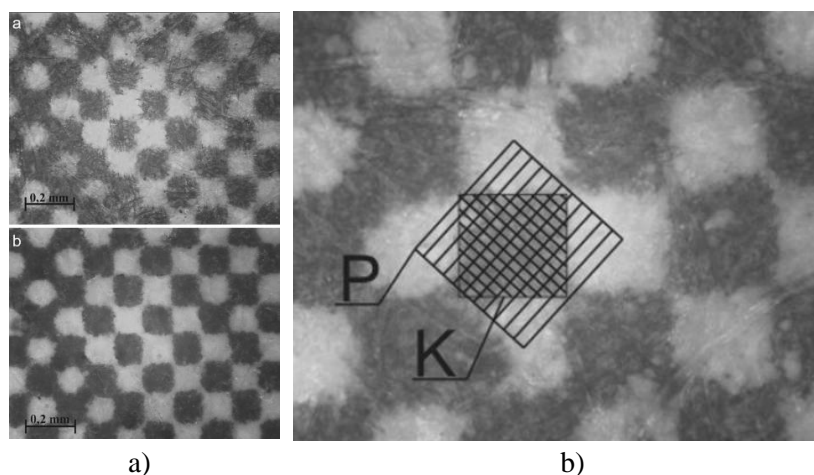
Pustonių matavimas buvo atliktas densitometru (6 pav. (a)). Rezultatai parodė, jog pustonių vertės yra didesnės ant kreiduočių popieriaus bandinių. Skirtumas tarp perdirbto ir neperdirbto popieriaus – nežymus.

Tyrimo išvadose autoriai paminėjo reikšmingus pokyčius lyginant kreidinio ir nekreidinio popieriaus tinkamumo spaudai charakteristikas. Taip pat tai, jog pustonių reikšmių nustatymas mikroskopu buvo tikslesnis negu naudojant densitometrą, nes šis skirtas labiau ofsetinės spaudos kokybei nustatyti. Apibendrinant pareiškama, kad skirtumas tarp perdirbto ir neperdirbto tos pačios rūšies popieriaus yra mažai pastebimas, todėl popierius, pagamintas iš makulatūros gali būti puiki alternatyva naujai pagamintam.

Straipsnyje „Microscopic analysis of recycled paper effect on print quality parameters“ [5] (liet. vert. „Mikroskopinė perdirbto popieriaus spaudinių kokybės analizė“) autoriai abstrakčiai aptaria popieriaus perdirbimo naudą, bei įvertina tai, jog spaudos kokybę reiktų pagrįsti įvairiais geometriniais ir optiniais rodikliais bei atsižvelgti į popieriaus savybes. Tyrimo tikslas – mikroskopinis rastrinio taško kokybės įvertinimas pagal popieriaus tipą.

Tyrimo metu naudojamos trys popieriaus rūšys – 100 % perdirbtas Cyclus Offset, dvipusio kreidavimo, 100% perdirbtas Cyclus Print ir pagamintas iš 100 % celiuliozės, dvipusio kreidavimo G-Print popierius. Visų bandinių gramatūra – 200 g/m². Spauda atliekama su „Heidelberg 7410“ ofsetine spaudos mašina. Mikrofotografijos analizuojamos per mikroskopą, sujungtu su skaitmenine kamera.

Tyrimo metu atspausdinti vienodi elementai atitinkamai ant „Cyclus Offset“ ir „Cyclus Print“ popierių (7 pav. (a)), naudojama „lpi“ („lines per inch“) sistema ir vertinamas taško procentinis išsiplėtimas (7 pav. (b)). Gauti išmatavimai parodė, kad fizinis taško padidėjimas tarp minėtų popierių yra nežymus – skirtumas tik 2 procentai.



7 pav. Spaudos taško analizė. a) raistro išsiplėtimas; b) tyrimo principas [5]

Sekančiame tyrimo etape eksperimentas buvo atliekamas ant visų trijų popieriaus tipų atspausdinus „L“ raidę ir matuojamas kojėlės plotas. Rezultatai parodė, kad nominali elemento pločio vertė tarp skirtingų popieriaus tipų svyruoja apie 5 %.

Išvadose autoriai skelbia, jog geometrinis grafinių elementų tikslumas lyginant „Cyclus Offset“ ir „Print Cycle 100%“ perdirbtus popierius yra pakankamai geras. Todėl abu perdirbto popieriaus tipai yra tinkami kokybiškai ir tiksliai spaudai.

Dar viename tyrime, pavadinimu „Influence of paper surface characteristics on digital printing quality“ [6] (liet. vert. „Popieriaus paviršiaus charakteristikų įtaka skaitmeninėje spaudoje“) autorius trumpai aptaria elektrofotografinį spaudos būdą ir pabrėžia, jog tiek spausdinimo tipas bei spausdintuvo nustatymai, tiek popieriaus paviršiaus savybės gali nulemti spaudos kokybę.

Autorius tyrimui pasirinko šešis, visiškai skirtingus popieriaus tipus, blizgumo matavimus atliko su „Novo-Gloss IQ“ goniofotometru, optinį padengimą su „S900“ spektrofotometru. Tyrimo eigoje autorius nustatė, kad didžiausią paviršiaus blizgesį turintis popierius turėjo prasčiausią optinį padengimą ir mažiausią kokybę. Tokį efektą įtakojo per nelyg žema dažų kaitinimo temperatūra skaitmeninėje spaudos mašinoje, nes lyginant su kitais popieriais, šis turėjo prasčiausią dažų padengimo kokybę, nors kaitinimo temperatūra buvo visiems bandiniams vienoda.

Išvadose autorius pasikartoja, jog popieriaus paviršiaus topografija ir tekstūra turi didelę įtaką spaudos kokybei ir tai, kad popieriaus paviršiaus šiurkštumo pakeitimai optinio tankio kokybę gali sumažinti net iki 70 %.

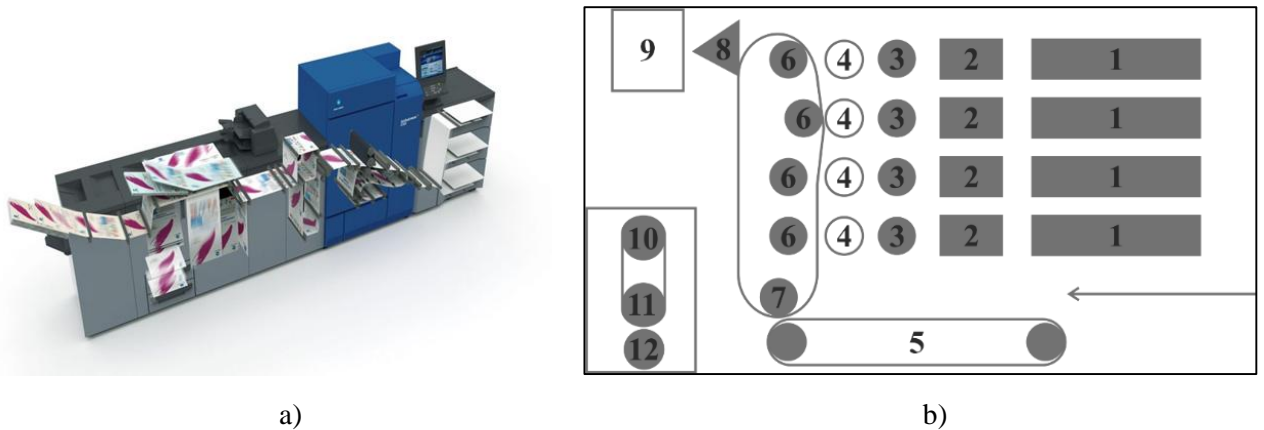
2.4. Elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų keitimo įtaka perdirbto popieriaus spaudos gaminių kokybei

Projekte buvo išskirti aktualūs tyrimai, norint ištirti procesus įtakojančius spaudos kokybę ant perdirbto popieriaus. Aptarti tyrimų tikslai, eigos bei rezultatai. Išanalizavus literatūros šaltinius susietus su spauda ant perdirbto popieriaus galime pastebėti, kad spaudos kokybei pagerinti reikalingi tolimesni išsamūs tyrimai, dėl kurių galime išskirti ir suprasti svarbiausius faktorius įtakojančius antrinį popieriaus panaudojimo mastą, kokybiškai spausdinant ant jo skaitmenine spauda. Mokslinių tyrimų, taikant įvairius „Konica Minolta“ spausdintuvo parametrų pakeitimus spausdinant ant perdirbto popieriaus rasta nebuvo, todėl išsikeltas tyrimo tikslas yra nustatyti kokią įtaką atitinkami parametrų pakeitimai daro spaudos kokybei ant ofsetinio popieriaus rūšių.

Tyrimas atliekamas norint išanalizuoti elektrofotografinės spaudos mašinos parametrų įtaką spaudos ant perdirbto popieriaus leidinių kokybei. Siekiama išanalizuoti elektrofotografinės spaudos technologiją ir sudedamąsias dalis, išsiaiškinti spausdinimo parametrų pakeitimo reikšmes spaudos proceso eigai, keičiant eksperimentinio tyrimo sąlygas. Tiriamos bandinių spaudos spalvines charakteristikos, kartu lyginant ant skirtingų popieriaus rūšių. Tyrime esamų bandinių įvertinimui panaudoti spalvų skirtumų, optinio tankio ir mikroskopinės analizės būdai.

2.4.1. Tyrimo įranga ir metodologija

Tyrimas atliekamas naudojant japonų gamintojo „Konica Minolta“ skaitmeninę spaudos mašiną „c1085/1100“ (8 pav. (a)). Šis 2015 metų modelis pasižymi itin našiu darbu, patvariomis bei ilgaamžėmis dalimis ir ekonomišku spausdinimu. Spausdintuvas naudoja elektrostatinį spaudos principą. Supaprastinta spaudos schema pavaizduota 8 pav. (b) dalyje.



8 pav. Skaitmeninės spaudos procesas. a) „Konica Minolta bizhub PRESS C1085/C1100“ spaudos mašina [7]; b) elektrografinis spaudos principas

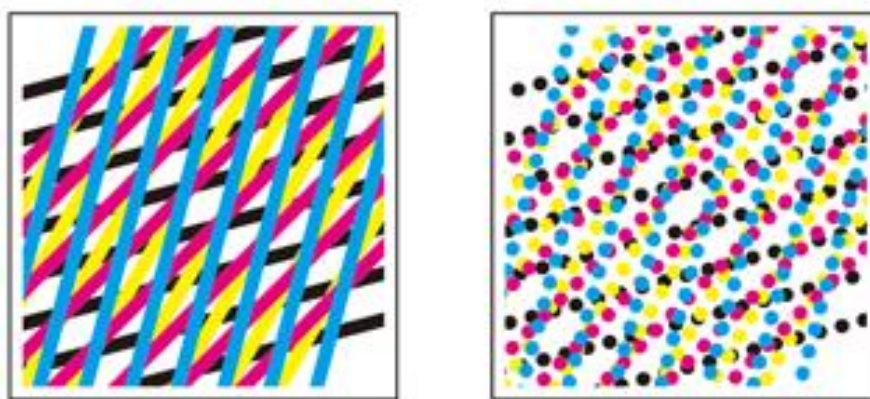
Nagrinėjant 8 iliustracijos (b) dalies schemą, spaudos procesą galima paaiškinti taip – pirmiausia aukštos įtampos lazeriai (1) ant fotorezistinio būgno (2) persiunčia norimą atvaizdą. Šie lazeriai vaizdą užrašo tam tikru kampų, skalėje nuo 0 iki 270 laipsnių. „Konica Minolta bizhub PRESS C1085/C1100“ spausdintuvo lazeriai vaizdą pagal nutylėjimą užrašo atitinkamais kampais kiekvienai spalvai: C – 45°, M – 45°, Y – 0°, K – 0°. Elektrolizatorius (3) įelektrina ant būgno suformuotą lazerinį vaizdą, o vietos, kuriose spaudos nėra, lieka neutralios, prie jų dažai nelips. Ryškinimo mazge ant magnetinio veleno suformuojamas veidrodinis spaudos atvaizdas – ten esantis ryškumas pritraukia kiekvienos spalvos dažų daleles, tuomet neigiamai įelektrintas magnetinis velenas ant savęs suformuoja spausdinamą, veidrodinį atvaizdą. Tuomet vaizdas pernešamas ant būgno (4) ir prilimpa tik prie tos vietos, kurioje vaizdas suformuotas lazeriu. Reikalinga labai didelė sinchronizacija tam, kad būgno atvaizdas sutaptų su ryškinimo mazgo atvaizdu ir su lazerio suformuotu atvaizdu.

Suformuotas vaizdas ant būgno turi būti perneštas ant transportavimo juostos transportavimo mazge. Tam kad suformuoti skirtingų spalvų taškai persineštų ant transportavimo diržo (6), reikia kad atitinkamu momentu velenas prispaustų prie būgno. Transportavimo diržo pagalba atvaizdas nešamas žemyn, kur tiekiamas atitinkamai įelektrintas popierius – popieriaus įkrovimo mazgas įkrauna visą lapo paviršių (5). 7 numeriu pažymėtas velenas prispaudžia pernešimo diržą prie lapo ir atvaizdas dengiamas ant paviršiaus. Ant diržo likusios nepanaudotos dažų atliekos yra nuvalomos specialiu peiliuku (8) ir keliauja į atliekų skyrių (9). Atvaizdas ant popieriaus pasiekęs fiksavimo mazgą su trimis velenais (10, 11, 12) yra kaitinamas ir fiksuojamas. Tarp dviejų velenų besisukantis fiksavimo diržas yra įkaitinamas viršutiniame veleno esančiomis trimis kaitinimo lempomis taip šiluma perduodama viduriniam velenui, o apatinis (12) velenas prispaudžia popierių prie įkaitinto diržo. Taip yra „prilydomi“ dažų milteliai. Prie apatinio fiksavimo veleno yra „separator“ segmentas (liet. vert. „atskyrimo mechanizmas“), kuris popieriaus lapą su užfiksuotu atvaizdu nukreipia arba toliau, jei spauda yra vienpusė, arba gražina atgal į sistemą, jei spauda dvipusė.

Spausdintuvas su standartiniais parametrais ne visada tinkamai spausdina, todėl norint gauti išgauti tenkinantį atvaizdą ant popieriaus reikia koreguoti tam tikrų procesų parametrus. Tyrime koreguojamos sekančių procesų reikšmės:

- fiksavimo veleno temperatūra (1);
- lapo įelektrinimo įtampos vertę (2);
- rastro spausdinimo principą („dot“ / „line“) (3).

1. Jei nustatysime per mažai temperatūros fiksavimo mazge – dažai tinkamai neprilips, jei nustatysime per daug – atvaizdas taps blizgus, perkaitinsime popierių. Spausdintuvas ir pats automatiškai reguliuoja veleno prisipaudimo jėgą kartų su popieriumi iš apačios pagal popieriaus tipo nurodymus – kuo storesnis popierius, tuo labiau apatinis velenas prisipaudžia prie diržo. Pagal nutylėjimą fiksavimo velenas su diržu yra įkaitinami – ofsetiniui popieriui, kurio storis 80 – 100 g/m² naudojama nuo 190 iki 209 °C ribose, tuo tarpu 300 g/m² storio popieriui temperatūra nustatoma 250–270 °C diapazone. Kreidiniam popieriui reikšmės parenkamos keliais laipsniais daugiau (kreidiniam popieriui reikia ir daugiau temperatūros ir didesnio įelektravimo, nes popierius yra sluoksniuotas su lygiu paviršiumi, todėl spaudos tašką yra sunkiau reikiamai prikepinti). Be šių procesų savybių, norint dažus prikepinti dar labiau, galima pasirinkti „Glossy“ funkciją, kuri sulėtina popieriaus praėjimą pro fiksavimo velenus, taip prailginant karščio perdavimo laiką. Gauta spauda bus blizgi. Šios funkcijos tyrime nevertinsime.
2. Jei nustatysime per mažai įtampos „2nd transfer“ mazge, tam tikri popieriaus segmentai bus netinkamai įkrauti – kuo mažesnis įelektravimas, tuo mažiau dažų prilips. Jei nustatoma didesnė įelektravimo vertė, atvaizdas bus ryškesnis, popierius geriau pritrauks dažus. Spausdintuvas įelektravimo vertę nustato automatiškai pagal parinktą popieriaus tipą, bet reikšmės galima keisti ir rankiniu būdu. Įelektravimą galima keisti taip pat ir ant būgno, tačiau tyrime šis nustatymas buvo paliktas standartiniu.
3. Spausdinant atvaizdus, galime naudoti keletą rastro („Screen“) išgavimo būdų pasirinkdami iš trijų opcijų: „Screen1 / Dot 190“, „Screen 2 / Line 200“ (9 pav.) arba „Stochastic / FM1“. Parametrus galime taikyti atskirai tekstams, grafiniams dalims bei iliustracijoms. Tyrime atskiri „dot“ ir „line“ parametrai bus nustatyti bendrai, visų elementų išgavimui. Linijinis spaudos principas paremtas spausdinant daugybę pustonųjų linijų, kurių visuma yra tinkama norint išgauti geros kokybės vaizdus su spalvų perėjimais. Taškinis spaudos būdas yra standartinis, naudojamas daugumoje ofsetinių spausdintuvų. „Stochastic“ parametras nebus tiriamas.



9 pav. Linijinis ir taškinis (iš kairės į dešinę) vaizdo išgavimo būdai [8]

- Tyrimui atlikti naudojama programinė įranga „Fiery Color Profiler Suite“ suderinama su spektrofotometru „EFI ES–1000“ (10 pav. (a)). Tai spaudos optinių savybių analizės prietaisas, kuris veikia atspindėtos šviesos matavimo principu. Su šiuo spektrofotometru galime nustatyti reikiamos spalvos atitikimą pagal ISO ir GRACoL standartus ir palyginti CMYK spalvų šviesumą bei nuokrypius L*a*b sistemoje. Taip pat prietaisu galima kalibruoti ir kurti ICC profilius, kalibruoti spaudos mašinas.

- Densitometras „Gretag D-183“ (10 pav. (b)) skirtas matuoti optinį dažų tankį (dažų intensyvumą – atspalvius) pagal šviesos tūlį, kiek šviesos yra sugerama.
- Elektroninis mikroskopas „DPM-300“ (10 pav. (c)) suderintas su „DinoCapture 2.0“ programine įranga. Naudojamas 50 ir 230 kartų vaizdo priartinimas vizualiai spaudos kokybės patikrai.



a)



b)



c)

10 pav. Tyrimui naudota įranga: a) spektrofotometras „EFI ES-1000“; b) „Gretag D-183“ densitometras; c) elektroninis mikroskopas „DPM-300“

2.4.2. Medžiagos ir bandinys

Tyrimui naudojamos „Cyclus Offset“ ir „Serixo“ popierių rūšys. „Cyclus Offset“ natūralaus atspalvio aukštos kokybės popierius, pagamintas iš 100 % perdirbtų antrinių žaliavų. Šios popieriaus rūšys yra populiarios Lietuvos rinkoje ir dažnai naudojamos spaustuose.

Savybės:

- išskirtinė išvaizda;
- natūralus baltumas;
- unikalūs paviršius ir geras neperšviečiamumas;
- plačios popieriaus panaudojimo galimybės;
- unikali ekologinė koncepcija ženkliai sumažinanti spausdintinės medžiagos poveikį aplinkai (mažiausias CO₂ išskyrimas, mažesnis 45 % vandens ir 80 % energijos sunaudojimas, lyginant su pirminio pluošto popieriumi) (2 lentelė).

Kitas popierius – „Serixo Offset“ – baltas nekreidinis ofsetinis popierius, idealiai tinkantis kasdieniam naudojimui.

Savybės:

- lygus paviršius;
- neperšviečiamumas;
- optimalus baltumas;
- puikus spaudos našumas.

100 % perdirbto „Cyclus Offset“ ir įprasto ofsetinio „Serixo“ popieriaus charakteristikos pateiktos 2 lentelėje.

2 lentelė. „Cyclus Offset“ ir „Serixo“ popieriaus rūšių techniniai duomenys [9], [10]

Standartai	ISO 536	ISO 534	ISO 11475	ISO2471	ISO 8791-2
Popieriaus rūšis	Gramatūra (g/m ²)	Storis (µm)	CIE baltumas (%)	Neperšviečiamumas (%)	Šiurkštumas (ml/min)
„Cyclus Offset“	115	135	95	>98	210
	250	275	94	99,6	500
„Serixo“	120	144	145	>94	225 ± 75
	250	285	145	-	225 ± 75

- „Serixo“ 120 g/m² (išmatuotas storis ~132 µm) ir 250 g/m² (išmatuotas storis ~282 µm).
- „Cyclus Offset 100% recycled“ 115 g/m² (išmatuotas storis ~118 µm) ir 250 g/m² (išmatuotas storis ~283 µm).

Atvaizdo maketas susideda iš:

- atskirų CMYK spalvų bloką, sudarytą iš atitinkamai išskaidytų atskirai „Cyan“ (melsvos), „Magenta“ (rausvos), „Yellow“ (geltonos) ir „Key“ (juodos) spalvos. Pažymima, kad makete spalvos sudarytos tik iš 100 % C,M,Y ir K reikšmių, tačiau spauda gaunama maišant jas tarpusavyje rastruojant. Toliau tyrime šios spalvos bus minimos kaip sudarytos iš atskirų 100% CMYK spalvų;
- CMYK spalvų figūrų su aštriais kampais, siauromis perskiriančiomis linijomis;
- RGB spalvas imituojančių figūrų, sudarytų iš tam tikrų CMYK pavienių spalvų proporcijų;
- figūros iš linijų;
- spalvotų iliustracijų;
- CMYK išskaidytų spalvų tonai (Nuo 100 iki 20 %);
- lietuviškos abėcėlės raidžių, parašytų skirtingais šriftais, dydžiais ir paryškinimu.

Bandinių formatas – A4 (297 x 210 mm). Atvaizdo PDF formato failas saugomas su spalvų profilių konversijom – *sRGB IEC61966-2.1* ir *ISO Coated v2 (ECI)*, CMYK spalvomis, 600 DPI raiška.

2.4.3. Tyrimo eiga

Iš viso atspausdinamos 6 bandinių serijos (su skirtingais nustatymais), po keturis bandinių lapus (su skirtingomis gramatūromis ir popieriaus rūšimis). Bandinio pavyzdys pridėtas 1 priede.

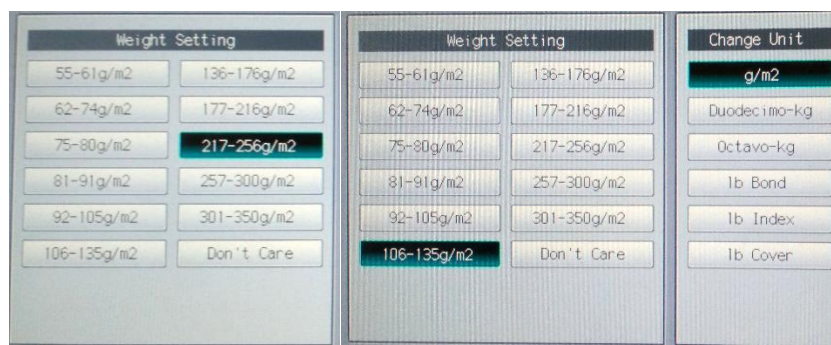
Spausdintuvo paruošimas darbui yra svarbus aspektas, kuris būtinas tiek įprastiniam darbo režimui tiek atliekant tyrimą, todėl pirmiausia spausdintuvas buvo sukalibruotas – mašinoje yra įdiegta įranga, kuri pagal numatytus standartus sukalibruoja spalvas prie tam tikros popieriaus rūšies. Šiuo atveju svarbiausia sukalibruoti spalvas ofsetinio popieriaus („Fine“) profiliui.

Svarbūs faktoriai tyrimo eigai:

- Spausdinimo procesas su naujomis „Min“ ir „Max“ reikšmėmis kartojamas, prieš tai buvusius nustatymus parinkus atgal į pradinius. Pasirenkamos mažiausios ir didžiausios nustatymų reikšmės, nes norima gauti labiausiai pastebimus kolorimetrinius pokyčius.

- „Cyclus Offset“ 250 g/m² popieriaus skirtingų pusių paviršius šiek tiek skiriasi – viena pusė pastebimai lygesnė už kitą. Tokia popieriaus ypatybė atsirado dėl savitų popieriaus gamybos procesų. Norint neiškraipyti tyrimo rezultatų, spausdinama ant lygesnės lapo pusės.
- Kiekvienu popieriaus gramatūros pasikeitimu, ją taip pat atitinkamai nustatome ir spausdintuvo darbo parametruose – popieriams su 120 ir 115 g/m² gramatūromis parenkame „106–135 g/m²“ reikšmę, 250 g/m² popieriaus rūšiai nustatoma „217–256 g/m²“ reikšmė (11 pav.).

Taip pat reikia paminėti, kad pirmiesiems ir kitiems likusiems (išskyrus paskutinę seriją) bandiniams buvo naudojamas taškinis spaudos principas („Dot 190“).



11 pav. Darbui priskiriamos skirtingos popieriaus gramatūros reikšmės

- Pirmiausia, nr. 1. bandinių grupė atspausdinama be jokių papildomų nustatymų – su numatytomis reikšmėmis (12 pav. (a)).
- Bandinių grupė nr. 2. atspausdinama spaudos fiksavimo mazgo (veleno) temperatūrą (spausdinimo režimu „Print“) tiek centrinėje, tiek šoninėse pozicijose nustatant minimalią „-20“ reikšmę (12 pav. (b)).
- Bandinių grupė nr. 3. atspausdinama spaudos fiksavimo mazgo (veleno) temperatūrą (spausdinimo režimu „Print“) tiek centrinėje tiek šonų pozicijose nustatant maksimalią „+20“ reikšmę (12 pav. (c)).
- Bandinių grupė nr. 4. atspausdinama popieriaus įelektrinimo mazgo („2nd Transfer“) reikšmes nustatant minimaliomis „-50“ reikšmėmis. Nustatymai priskiriami tik vienai – („Front“) priekinei lapo pusei ir visoms lapo dalims („Rear“, „Lead“) (12 pav. (d)).
- Bandinių grupė nr. 5. atspausdinama popieriaus įelektrinimo mazgo („2nd Transfer“) reikšmes nustatant maksimaliomis „+50“ reikšmėmis. Kaip ir prieš tai buvusiai bandinių grupei, nustatymai priskiriami tik vienai – („Front“) priekinei lapo pusei ir visoms lapo dalims („Rear“, „Lead“) (12 pav. (e)).
- Paskutinė bandinių grupė – nr. 6. atspausdinta naudojant ne taškinį („Dot 190“) spaudos principą, bet linijinį – „Line 200“. Nustatymų lentelė pavaizduota 12 pav., (f) dalyje. Likęs „Stochastic / FM1“ nustatymas naudojamas „RGB“ tipo nuotraukoms spausdinti, todėl jie nėra aktualūs tyrime.



a)

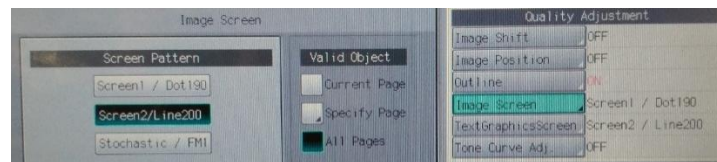
b)



c)

d)

e)



f)

12 pav. Spausdintuvo parametrų pakeitimai: a) spausdintuvo nustatymai pagal nutylėjimą; b) fiksavimo mazgo temperatūros sumažinimas; c) fiksavimo mazgo temperatūros padidinimas; d) popieriaus įelektrinimo įtampos vertės sumažinimas; e) popieriaus įelektrinimo įtampos vertės padidinimas; f) spaudos principo pakeitimas iš taškinio į linijinį

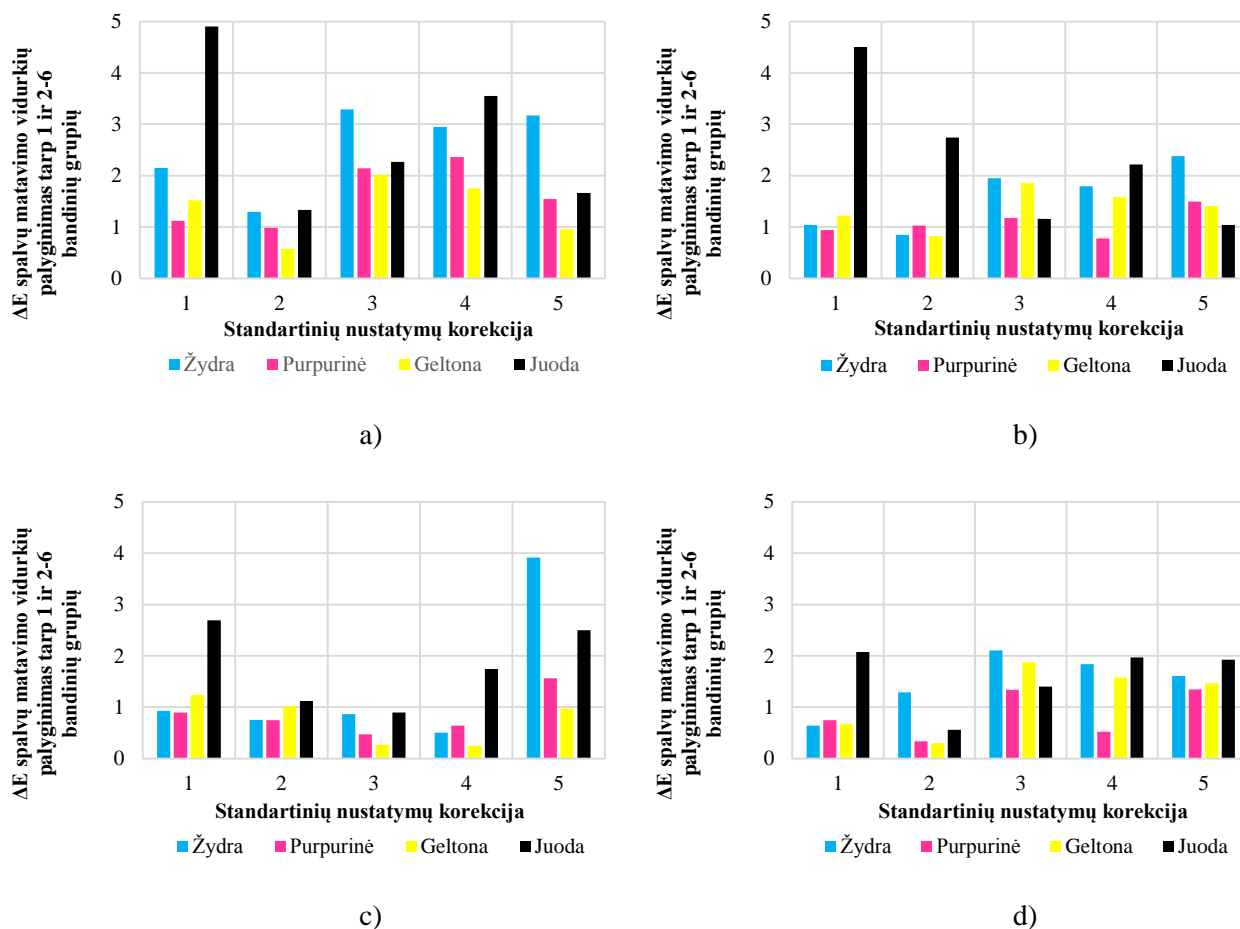
Spektrofotometru tiriamos spalvų $L^*a^*b^*$ reikšmės (2 priede pateiktas tyrimo dalies pavyzdys) ir apskaičiuojamas ΔE (spalvų skirtumas) tiriant visus bandinius. Naudojamas spaudos kokybei tikrinti tinkamas „Delta E 94“ formatas, kurio koordinatės konvertuojamos iš „Lab“ į L^*C^*h (Lch). Šioje sistemoje atspalvis atitinka ne begalinius spalvos taškus, o kampą [11]. Naudojama programinė „Fierey Color Profiler Suite“ įranga ΔE apskaičiuoja automatiškai.

2.4.4. Tyrimų rezultatai ir jų analizė

Tyrimo metu nustatytų palyginamųjų ΔE reikšmių ir jų vidurkių suvestinė pateikta 3 priede. Standartiškai priimta, jog jei spalvų skirtumo ΔE reikšmė yra mažesnė nei 1, žmogaus akiai šis skirtumas yra visiškai nepastebimas. Vizualiai matomas skirtumas turėtų atsirasti tik kai $\Delta E > 2$. Tobulai atkurtos spalvos skirtumas yra – 0. Spalvų reikšmių skirtumas diapazone nuo 3 iki 6 yra priimtinas komercinėse spaudos veiklose, tačiau siekiant išgauti kuo tikslesnes spalvas, šis atskaitos taškas gali kisti [12]. Todėl įvairių procesų valdymas gali tiek teigiamai, tiek neigiamai paveikti reprodukcijos spalvines savybes spausdinant įvairiais spaudos būdais.

Tyrimo metu buvo iširtos skirtingų ofsetinių popierių, skirtingų spalvų ΔE reikšmės, pritaikant skirtingus skaitmeninės spaudos mašinos parametrus, kurie galimai įtakoja spausdinių kokybę. Lyginant 100 % atskirų CMYK spalvų pasikeitimus, priimant, kad atitinkamo popieriaus atspaudos etalonas yra atspausdintas nekoreguojant standartinių nustatymų, spalvų skirtumas buvo nustatytas imant ΔE etalono ir spausdinimo parametrų pokyčio (sumažinus / padidinus maksimaliai fiksavimo mazgo karštį, skirtingai įelektrinant popierių ir pakeitus spaudos taško tipą) rezultatus.

ΔE tyrimo rezultatai pateikti 13 iliustracijoje.



13 pav. Atskirų spalvų ΔE matavimo vidurkių palyginimas: a) spaudos ant „Cyclus“ 115 g/m² popieriaus; b) spaudos ant „Serixo“ 120 g/m² popieriaus; c) spaudos ant „Cyclus“ 250 g/m² popieriaus; d) spaudos ant „Serixo“ 250 g/m² popieriaus

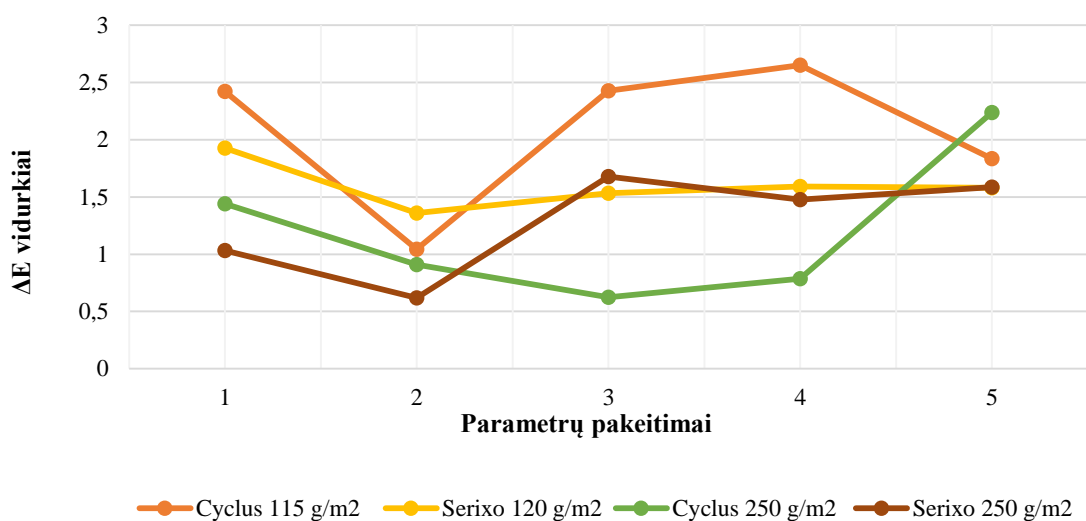
Pagal pateiktą grafiką (13 pav. (a)) matyti, kad spausdinant ant perdirbto Cyclus 115 g/m² popieriaus, didžiausią įtaką juodos spalvos nuokrypiui turėjo fiksavimo karščio sumažinimas. Šio skirtumo ΔE reikšmė lygi 4,9 ir skirtumas nuo kitų spalvų nuokrypių yra net 45%. Skirtumas tarp juodos spalvos pokyčių matomas ir vizualiai. Mažiausi nuokrypiai pastebimi padidinus fiksavimo karščio temperatūrą – tiksliausiai atvaizduota geltona spalva (ΔE = 0,57), visų spalvų ΔE vidurkis – 1,04. Didžiausi bendri spalvų nuokrypiai užfiksuoti padidinus popieriaus įelektrinimą – bendras pokytis ΔE = 2,65.

Tiriant spalvų atvaizdavimo kokybę ant neperdirbto Serixo 120 g/m² popieriaus (13 pav. (b)) didžiausi pastebimi pokyčiai matomi juodos spalvos atspaude (20 pav.), kuomet maksimaliai koreguojami kaitinimo proceso parametrai – sumažinus karštį per 20 °C spalva tapo blankesnė (vizualiai pastebimas dažų nutrupėjimas), spalvų skirtumas ΔE (4,51) yra daugiau nei 4 kartus didesnis nei likusių trijų spalvų vidurkis (1,07). Teorinis, palyginus didelis, juodos spalvos nuokrypis taip pat gautas ir padidinus kaitinimo mazgo karštį 20 °C (vizualiai matomas blizgumas), ΔE reikšmė siekia 2,74. CMY spalvų nuokrypiai nereikšmingi – bendras ΔE vidurkis – 0,89. Neatsižvelgiant į neigiamą karščio nustatymų įtaką K spalvai, didžiausią nuokrypį įtakojo popieriaus įkrovimo reikšmės padidinimas, bendras CMYK ΔE gautas 1,59. Panašų (šiekt tiek mažesni) bendrą ΔE turėjo ir bandiniai, atspausinti sumažinus įkrovimą (1,53) ir atvaizdą atspausdintus „linijiniu“ principu (1,58).

Eksperimentinis atvaizdas, atspausdintas ant storesnio perdirbto „Cyclus“ popieriaus (13 pav. (c)), palyginus su plonesniais (13 pav. (a) ir (b)) – pagamintas su spalvomis, artimesnėmis etaloninėms pradinio bandinio. (21 pav.) Dažų prikaitinimo temperatūros sumažinimas turėjo didžiausią įtaką juodai spalvai, kuri vizualiai atrodo šiek tiek blankesnė. ΔE spalvos K (2,69) yra 2,6 karto didesnis nei CMY spalvų bendras ΔE (1,02). Nors karščio padidėjimas ar įelektrinimo parametrų pakeitimai neturėjo svarios įtakos (bendri ΔE nesiekia 1), tačiau rastro atvaizdavimo tipo pakeitimas iš „dot“ į „line“ turėjo didesnę reikšmę nei kitų ant šio popieriaus keičiamų parametrų efektui – vizualiai matomas C ir K spalvų pašviesėjimas. Teoriškai C spalvos nuokrypis $\Delta E = 3,91$, K – $\Delta E = 2,5$. C spalvinės charakteristikos pasikeitė labiausiai dėl rastravimo proceso „line“ principu subtilių, kurios nustatytos pagal giluminius spausdintuvo parametrus.

Pagal gautus spalvų tyrimo rezultatus, mažiausia parametrų įtaka atvaizdo gavimui gaunama naudojant „Serixo“ 250 g/m² popierių (13 pav. (d)). Sumažinus karštį, CMYK spalvų pokyčio ΔE vidurkis siekia 1,03. Padidinus karštį, pasikeitimas dar mažesnis (bendras $\Delta E = 0,62$). Sumažinus lapo įkrovimą – bendras CMYK $\Delta E = 1,68$, padidinus – 1,48. Pakeitus spaudos tipą į linijinį pokytis taip pat nedidelis – bendras $\Delta E = 1,59$. Šios reikšmės parodo, kad „Serixo“ 250 g/m² popierius yra mažiau jautrus spausdintuvo parametrų pakeitimams nei plonesnis šios rūšies ar perdirbtas popierius.

Tarpusavyje lyginant perdirbto popieriaus „Cyclus“ ir „Serixo“ spalvines charakteristikas ir pasikeitimus reguliuojant atitinkamus spausdintuvo parametrus (14 pav.) pastebima, kad spalvų nuokrypiai didžiausi keičiant parametrus ant „Cyclus“ 115 g/m² popieriaus.



14 pav. Spalvų pokyčių palyginimas pagal popieriaus rūšį

Spalvų atkūrimo kokybę labiausiai paveikė fiksavimo mazgo karščio sumažinimas 20 °C ir popieriaus įkrovimo įtampos sumažinimas bei padidėjimas. Mažiausiai įtakos spalvų pokyčiui visiems popieriams turėjo fiksavimo mazgo karščio padidėjimas.

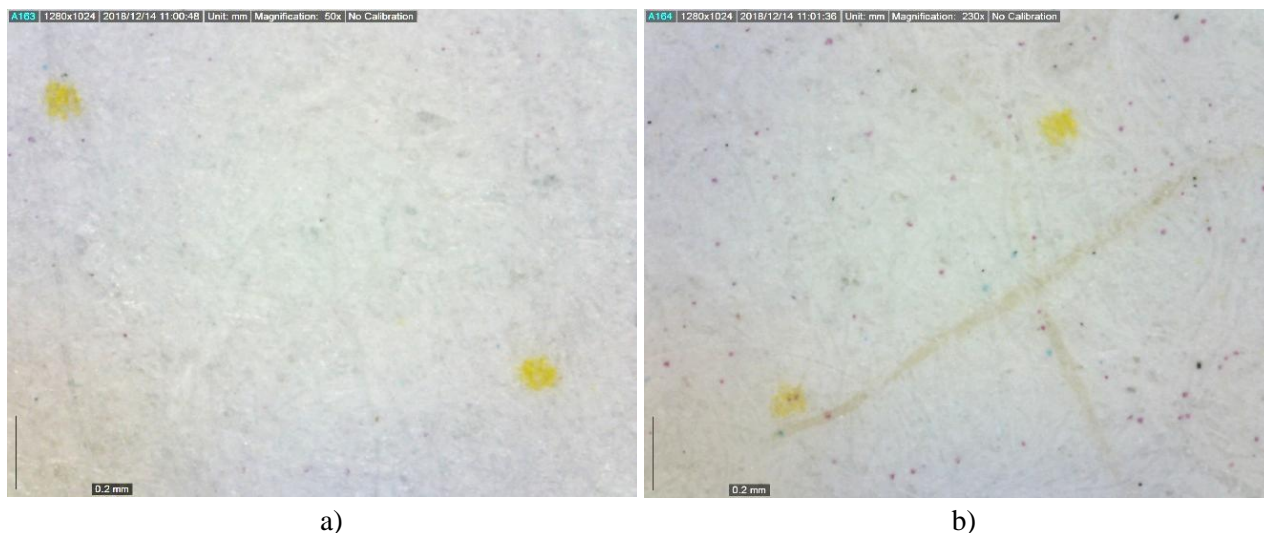
Matoma, kad popieriaus storis įtakojo tyrimo rezultatus – ΔE reikšmės ant storesnių popieriaus rūšių apskritai gautos mažesnės (išskyrus 6 „Cyclus“ bandinį, kurio reikšmingai didelė C zonos ΔE reikšmė aptarta). Šis rezultatas galimai nulemtas spausdintuvo vidinių nustatymų pritaikymu – nustatant popieriaus storį, sistema pagal nutylėjimą pritaiko atitinkamam lapo storiui reikiamas reikšmes.

Elektroniniu mikroskopu buvo analizuojama:

- popieriaus struktūra;
- spaudos defektai;
- spaudos būdų „dot“ ir „line“ rastravimas.

Iliustracijos apdorotos ir analizuotos „Adobe Photoshop CS6“ programa. Išdidinimo vertės parinktos pagal mikroskopo galimybes fokusuoti vaizdą ir išgaunamo vaizdo įvertinimo sąlygas. Vaizdai didinti 50 arba 230 kartų. Didelės kokybės iliustracijos pridėtos 4 priede.

15 iliustracijoje matomi 50 kartų išdidinti „Serixo“ (a) ir „Cyclus“ (b) popieriaus bandinių vaizdai.

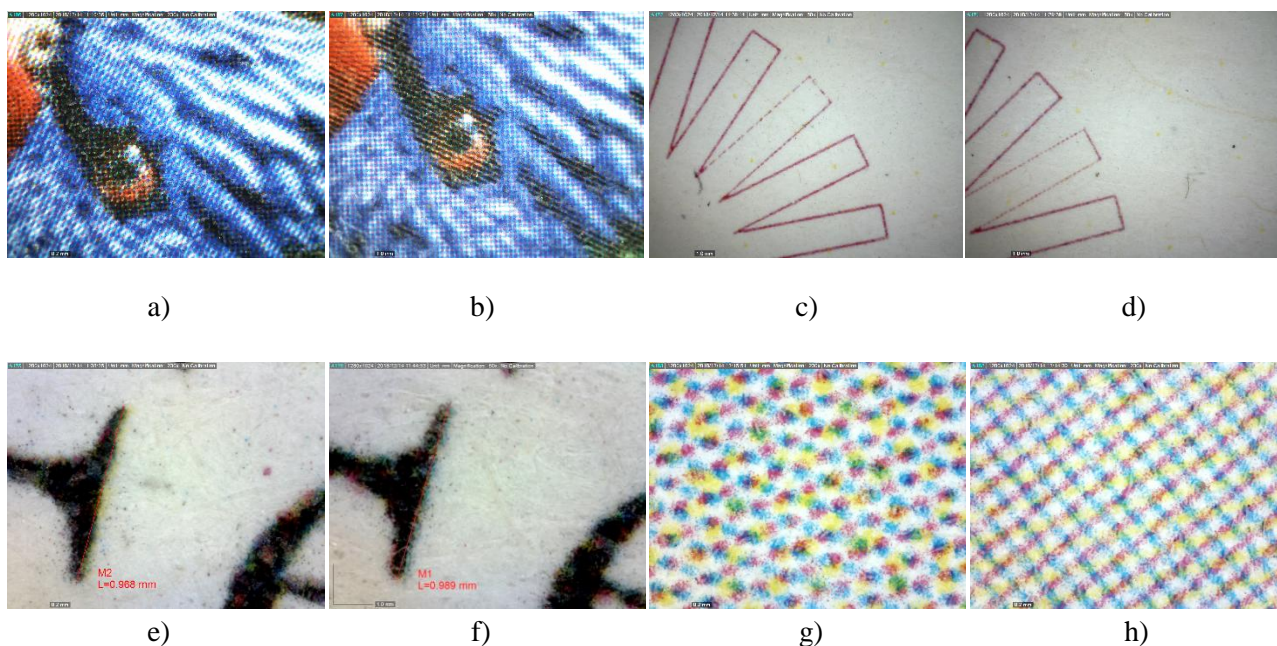


15 pav. 50 kartų padidinti „Serixo“ (a) ir „Cyclus“ (b) popieriaus bandinių vaizdai

Ofsetinis „Serixo“ popieriaus paviršius lygesnis (a), lyginant su perdirbtu popieriumi (b), šviesesnis, jame nesimato priemaišų. Perdirbto popieriaus paviršiuje matomos rusvos spalvos ir pailgos formos bei mažesnės, įvairių spalvų popieriaus priemaišos, kurios atsiranda popieriaus perdirbimo proceso eigoje. Tokios priemaišos gali ženkliai įtakoti spaudos kokybės tyrimo išvadas, sukeldamos šviesių spalvų palyginimo rezultatų iškraipymus. Todėl tiriant ΔE buvo imamas 5 bandymų vidurkis (visų popieriaus rūšių).

Nors buvo tiriamas lapo paviršiaus plotas be spaudos, tačiau iliustracijoje matomi geltonos spalvos dažų mikrotaškai. Šie taškai (matomas tik šablono fragmentas), besikartojantys tam tikra seka sudaro kodą, kuris nurodo spausdintuvo serijinį numerį, laiką bei datą, kada spauda buvo išleista. Mikrotaškų visuma dar kitaip vadinama spausdinimo įrangos identifikacijos kodu (MIC) [13]. Tai yra viena iš dokumento apsaugos priemonių. MIC požymiai nėra matomi nenaudojant vaizdų išdidinimo įrangos ir spaudos kokybei reikšmingos įtakos nedaro.

Atliekant mikroskopinę analizę spaudai tik ant perdirbto „Cyclus“ popieriaus buvo imami 115 g/m² gramatūros bandiniai atspausdinti taškiniu „Dot 190“ (16 pav. (a), (c), (e), (g)) ir linijiniu „Line 200“ (16 pav. (b), (d), (f), (h)) būdais. Didelės kokybės iliustracijos pridėtos 4 priede. Iliustracijos buvo tiriamos vaizdus didinant 230 arba 50 kartų priklausomai nuo tyrimo objekto.



16 pav. Skaitmeniniu mikroskopu išdidinti perdirbto popieriaus bandinių fragmentai. „Papūgos akis“ – (a), (b); plonos linijos – (c), (d); „E“ raidės fragmentas – (e), (f); „Dot“ ir atitinkamai „Line“ spaudos efektas – (g) ir (h)

Padidinus „akies“ iliustraciją (16 pav.) 50 kartų, matomas aiškus skirtumas – taškais atspausdintoje iliustracijoje (a) smulkios paveikslėlio dalys ir juodos spalvos rastrai atrodo ryškesni, (b) iliustracijoje mėlynos spalvos perėjimai ne tokie „aštrūs“ kaip taškinėje.

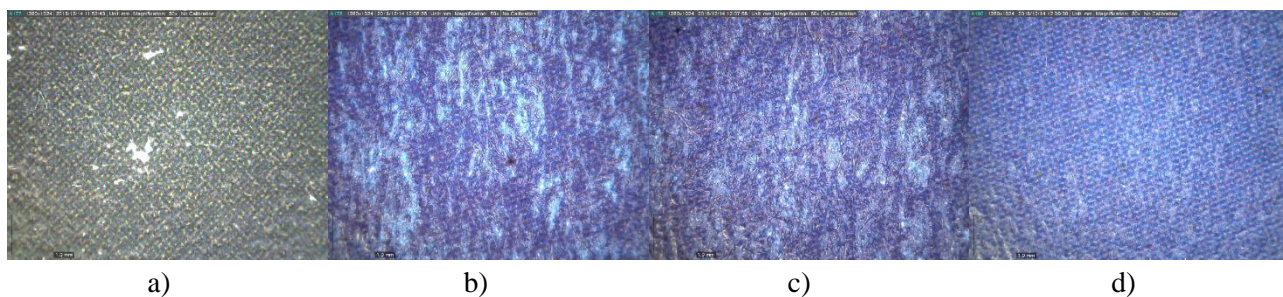
16 pav. (c) ir (d) paveiksluose matomas 50 kartų priartintas smulkus fragmentas linijos, atspausdintos naudojant tik purpurinę spalvą. Vizualiai pastebimas skirtumas matomas tik tai fragmento daliai, kuri eina $\sim \pm 45^\circ$ kampu nuo vertikalios ir horizontalios ašių. Palyginus centrinėje dalyje esančių linijų rastrų plotą (5 priedas), (c) rastrai išsiplėtę $\sim 52\%$ daugiau nei (d). Tačiau neišdidinus vaizdo šios linijos atrodo panašiai ir spaudos kokybės ženkliai neveikia. Tokių smulkių detalių spaudai didesnę reikšmę turi popieriaus paviršiaus savybės, jų netolygumas visame plote.

230 kartų priartinus „E“ raidės centrinę dalį (16 pav. (e), (f)) ir išmatavus šios dalies aukštį, galima daryti išvadas, kad spaudos parametrų „Dot - Line“ pakeitimas mažų objektų dydžiams neturi. Išmatuotas (e) iliustracijoje esančios dalies aukštis ($L = 0,968$ mm) beveik nesiskiria nuo (f) iliustracijoje išmatuotos dalies ($L = 0,989$ mm).

Priartinus 230 kartų 40 % juodos spalvos toną, kuris sudarytas iš visų CMYK spalvų, padengimo struktūros skirtumai tarp taškinės spaudos (g) ir linijinės (h) aiškiai matomi ir atitinka teorinius duomenis.

Apibendrinant mikroskopinės analizės rezultatus galime teigti, kad spausdinimo tipo pasirinkimas priklauso nuo iliustracijų pobūdžio ir reikiamų rezultatų.

17 iliustracijoje matomi 50 kartų priartinti bandiniai, kuriuose yra atsiradę plika akimi pastebimų defektų. Didelės kokybės iliustracijos pridėtos 4 priede.



17 pav. Spaudos defektai. Priartinimas 50 kartų. Juodos spalvos brokas – (a); mėlynos spalvos brokas – (b), (c); etaloninis bandinys – (d)

Spausdinant ant „Serixo“ 120 g/m² popieriaus, sumažinus 20 °C fiksavimo mazgo temperatūrą atsirado juodos spalvos defektas (a). Panašus efektas nėra matomas jokioje kitoje bandinio dalyje, tik ant juodos spalvos – dažai tinkamai neprikibę lapo paviršiuje, stipriau trinant – nusitrina. Šis defektas atsirado dėl per mažo karščio užtvirtinant dažą. Likusiuose bandiniuose juodos spalvos zonos brokuotos nebuvo.

Tiriant „Cyclus“ 115 g/m² bandinius pastebėta, kad mėlynos spalvos (C – 100, M – 100) iš RGB spalvų imitavimo skalės zonos (analogiškai ir M spalvos) fonas šiek tiek skiriasi tarp bandinių. 50 kartų mikroskopu pasididinus minėtą vietą bandiniuose, pastebima, kad šis fonas bandiniuose, kuriuose buvo padidinta popieriaus įelektrinimo vertė „+50“ (b), pasidengęs netolygiai, matomi vertikalūs pašviesėjimai. Panašus atsiradęs efektas matomas ir išsididinus bandinį, kur popieriaus įelektrinimo vertė buvo sumažinta per 50 vienetų (c). Nepadengtos dažais vietos mažiau kontrastuoja nei (b) iliustracijoje, bet vizualiai kokybė prastesnė nei etaloniniam bandinyje su standartiniais nustatymais (d).

Atidžiau vizualiai nagrinėjant bandinius, atspausdintus ant „Cyclus“ 115 g/m² popieriaus, 3 nr. bandinyje matomas didesnis nei kituose bandiniuose K spalvos zonos blizgumas, tuo tarpu mažiausiai ši zona blizgi 2 bandinyje. Šis efektas skaitine reikšme įvertintas naudojant spektrofotometrinę analizę (13 pav.). Spaudos fiksavimo mazgo karščio reguliavimas tiesiogiai įtakoja spaudos blizgesį – kuo didesnis karštis, tuo spauda blizgesnė ir atvirkščiai. Blizgesys taip pat suteikia atvaizdui ryškumą, kontrastingumą, sodrumą. Reiškinyms labiausiai pastebimas juodos spalvos zonose, tačiau matomas ir kitose spalvose.

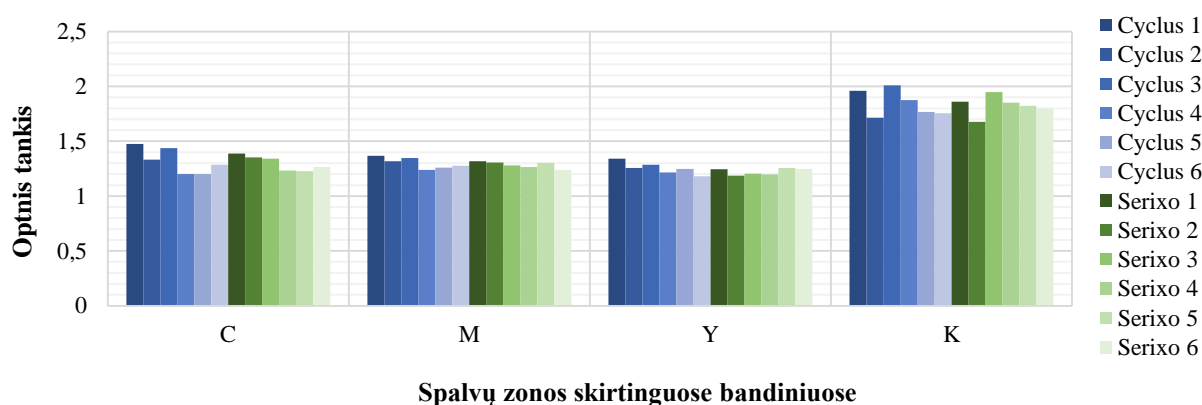
Nors mikroskopinė purpurinės spalvos objekto analizė parodė, kad spaudos tipas („dot“ arba „line“) turi įtakos plonomis linijoms, pakrypusioms tik tam tikru kampu (16 pav. (c), (d)) tačiau vizualiai tarpusavyje lyginant bandinius, pastebima, kad Y spalvos objektas („ratas“) su itin plonomis linijomis geriausiai matomas 6 bandinyje iš visų. Tai pastebima visose popieriaus rūšyse. 16 pav. (e) ir (f) dalyse matoma, kad simbolio kontūras spausdinant taškiniu būdu užsibaigia geltonos spalvos rastrais, tuo tarpu linijinės spaudos bandinyje – mėlynais. Galime daryti išvadą, kad spaudos būdo iš „dot“ į „line“ pakeitimas keičia rastrų išdėstymą, todėl kitoks dažų dengimas turi įtakos smulkiems objektams. Ir nors tiriant spalvų ΔE reikšmes ir jas analizuojant šis, išskirtinai geltonai spalvai priskiriamas reiškinys, rezultatuose neatsispindi, tačiau galima teigti, kad linijinis spaudos būdas yra tinkamesnis spaudos darbams, kuriuose yra šviesios spalvos plonų linijų, į kurių sudėtį įeina Y spalvos dažų.

Densitometru išmatuotos atskirų CMYK spalvų zonos ir gautos optinio tankio reikšmės (6 priedas). Iš jų galime spręsti, kiek šviesos atspindi atitinkama spalvos zona ir palyginti reikšmes tarp skirtingų

tos paties popieriaus bandinių bei atskirai bandinių grupes su skirtingais popieriais. Optinis tankis matuojamas 5 kartus kiekvienoje zonoje ir imamas reikšmių vidurkis. Prieš matavimus densitometras sukalibruotas pagal popieriaus baltumą vietose be spaudos.

Spalvos optinio tankio tyrimas išskiriamas nuo bendros $L^*a^*b^*$, norint išsiaiškinti ar tyrime keičiami parametrai daro įtaką bendram dažų padengimui lapo paviršiuje, rastro išsiplėtimui ar dažomųjų miltelių kiekiui, kartu lyginant popieriaus rūšies įtaką.

Bandyje analizė atlikta nesiremiant standartinėmis spalvų optinio tankio reikšmėmis, nes šios kinta nuo spaudos gaminio tipo, spausdinimo tipo, popierių. 18 pav. pavaizduotame grafike horizontalios ašies reikšmės įvardintos pirma popieriaus rūšies pavadinimo raide – „Cyclus“ arba „Serixo“ ir skaičiumi nuo 1 iki 6, priklausomai nuo bandinio eiliškumo.



18 pav. Atspaudų ant skirtingo tipo popieriaus ir skirtingų spalvų optinis tankis

Atlikus matavimus, iš grafiko (18 pav.) aiškiai matomas didžiausias optinis tankis juodoje (K) spalvoje lyginant su kitomis spalvomis – visų bandinių matavimai svyruoja nuo 1,68 iki 2,01 (vidurkis – 1,83) ir yra apytiksliai 43% didesnis nei likusių spalvų optinių tankių vidurkiai (C – 1,31, M – 1,29, Y – 1,24). Šis efektas atsiranda, nes 100 % K spalva sudaryta iš visų 4 – CMYK spalvų ir popieriaus paviršius yra dengiamas dažais daugiausiai lyginant su kitomis spalvomis, dėl to optinio tankio reikšmės kinta drastiškiau už CMY spalvų reikšmes.

Pastebima, kad lyginant tarpusavyje popierių rūšis, parametru pakeitimai turėjo labai panašią įtaką ant abiejų rūšių – imant matavimų vidutines reikšmes atskiroms spalvoms, skirtumai svyruoja tik 0,02 - 0,03 ribose – „Cyclus“ popieriaus bandinių visos spalvų zonos turi nežymiai didesnę optinį tankį. Galime daryti prielaidą, kad popieriaus atspalvis gali nežymiai paveikti spaudos iliustracijų spalvų optinius tankius.

Rezultatus analizuojant atsižvelgus į parametru pakeitimų įtaką, visose „Cyclus“ popieriaus rūšies, pirmojo bandinio (etaloninis bandinys) CMY spalvų zonose pastebimas didesnis optinis tankis nei kituose bandiniuose (su pakeistais parametrais). Lyginant su bendru likusių spalvų vidurkiu, šio bandinio minėtų zonų optiniai tankiai: C spalvoje – 14 %, M ir Y spalvose – 6 % didesni nei likusiose zonose. Šis tendencingas (bandiniuose ant „Serixo“ popieriaus pastebimas analogiškas efektas) rezultatas parodo, kad keičiant tyrime minėtus spausdintuvo parametrus, korekcijos sumažino CMY spalvų šviesos atspindėjimą dėl suprastėjusio dažų padengimo lapo paviršiuje.

Tačiau skirtingai nei CMY spalvų zonose, „Cyclus“ popieriaus (analogiškai ir „Serixo“) juodos spalvos optinio tankio vidurkis tarp visų bandinių didžiausias 3 bandinyje (1,96), kurio spaudos procese dažai buvo užtvirtinti su pakelta temperatūra. Šis parametras suteikė spaudai blizgumo, todėl atspindėta daugiau šviesos.

2.4.5. Išvados ir rekomendacijos

- Atlikus spektrofotometrinę analizę išsiaiškinta, kad „Cyclus“ 115 g/m² popieriaus bandiniui didžiausią įtaką K spalvai turėjo fiksavimo karščio sumažinimas ir skirtumas nuo kitų spalvų nuokrypių yra net 45% – spalva nublukus. Analogiškai antrame „Serixo“ 120 g/m² bandinyje atsirado dar labiau pastebimas brokas. Tokie neatitikimai atsirado dėl per maža temperatūra fiksuotų dažų lapo paviršiuje. Spalvų ant storesnio „Cyclus“ popieriaus kokybei, kaip ir ant plonesnio turėjo temperatūros sumažinimas. Šioje tyrimo stadijoje pastebėtas ir kitas žymus nuokrypis – spaudos būdi iš „dot“ į „line“ pakeitimas turėjo didesnę reikšmę nei kitų ant šio popieriaus keičiamų parametru – vizualiai matomas C ir K spalvų pašviesėjimas. Šis reiškinys pastebimas ir mikroskopinėje analizėje. Galime teigti, kad rastravimo tipo pakeitimas turi įtakos spaudos spalvinėms charakteristikoms. Lyginant popierių rūšis su skirtingais storiais tarpusavyje taikant atitinkamus spausdintuvo parametrus pastebima, kad spalvų nuokrypiai didžiausi keičiant spausdintuvo parametrus ir spausdinant ant „Cyclus“ 115 g/m² popieriaus dėl jo nedidelio storio ir paviršiaus savybių. Patvirtinta, kad ΔE vizualiai nepastebimas, kai nesiekia 2, tačiau spaudoje aiškiai matomas kai virš 2.
- Mikroskopine analize palyginti bandiniai atspausti skirtingai rastruojant ir išsiaiškinta, kad padengimo struktūros skirtumai tarp taškinės spaudos ir linijinės aiškiai matomi ir atitinka teorinius duomenis. Rastravimo tipo pasirinkimas priklauso nuo iliustracijų pobūdžio ir norimų rezultatų – juodos spalvos rastrai (tamsios iliustracijos dalys) atrodo ryškesnės kai spausdinama taškiniu būdu, linijinis spaudos būdas yra tinkamesnis spaudos darbams, kuriuose yra plonų linijų. 17 pav. (b) ir (c) dalyse matomas spaudos „subangavimas“ B spalvos zonoje ant plono perdirbto popieriaus dėl padidintos ir sumažintos įelektrinimo įtampos. Pastarasis spausdintuvo parametras turi neigiamą poveikį spaudos spalvų kokybei, todėl siūloma jį palikti standartiniu.
- Bandinius ištyrus densitometru ir nustačius atspindėtos šviesos vertes, aiškus skirtumas lyginant bandinius ant skirtingų popieriaus rūšių nepastebimas, tačiau nustatyta, kad optinio tankio reikšmės sumažėja pakeitus bet kurį nagrinėjamą spausdintuvo parametru išskyrus K spalvos zoną 3 bandinyje, kai yra pakeliama fiksavimo mazgo temperatūra 20 laipsnių – šis parametras suteikė spaudai blizgumo, todėl atspindėta daugiau šviesos.
- Iš gautų ΔE vidurkių grafikų analizės rezultatų galime teigti, kad popieriaus rūšis lyginant pagal gamybos būdą turi mažesnę reikšmę, negu lyginant pagal jų storį. Tam įtaką turi giluminiai spausdintuvo parametrai, kurie pritaiko atitinkamas (standartines) reikšmes priklausomai nuo nurodytos popieriaus gramatūros.

Skaitmeninės spaudos technologijos progresuoja ir tampa vis sudėtingesnes, bet kartu ir intuityviau valdomos. Spausdintuvo parametrai, kurie buvo keičiami vykdant tyrimą yra tik dalis iš daugybės, kuriuos operatorius gali pritaikyti pagal poreikius ir norimą rezultatą. Tyrimo rezultatai parodė, kad koreguojant svarbių spaudos procesų parametru standartines reikšmes gaunamas rezultatas nebūtinai atitiks lūkesčius – sumažinus dažų fiksavimo karštį spauda neprilips, greit nusitrints, padidinus – per daug blizgės ir panašiai, todėl reikia atsakingai koreguoti šių ir panašių funkcijų reikšmes norint patenkinti užsakovo prašymą ar tikslingai siekiant spaudos darbe išgauti norimą efektą.

3. Skaitmeninės spaudos gaminių gamybos technologinis projektavimas

3.1. Gaminama produkcija

Technologiniame projektavime pasirinkta skaitmeninės spaudos gamybos būdas. Skaitmeninė spauda yra vienas iš daugelio poligrafinių gaminių gaminimo būdų, kuris užtikrina greitą, nebrangią ir kokybišką spaudą. Tai toks procesas, kurio metu galutinė spaudos produkcija yra gaunama tiesiai iš bylos, išvengiant darbu imlių ir neautomatizuotų operacijų [14]. Kitaip tariant, tai labai sparčiai tobulėjanti spaudos technologija, suteikianti galimybę vartotojui nesunkiai – tiesiai iš kompiuterio atspausdinti pageidaujamą gaminį. Spaudos srityje ši technologija yra labai paplitusi dėl labai plačių panaudojimo galimybių ir palyginus nebrangaus eksploataavimo.

3.2. Technologinio proceso projektavimas

3 lentelėje pateiktos išleidžiamos produkcijos charakteristikos – pavadinimas, formatas, užsakymų skaičius per metus, tiražas, spalvingumas, iliustracijų pobūdis bei nurodomas popieriaus tipas.

3 lentelė. Išleidžiamos produkcijos charakteristikos

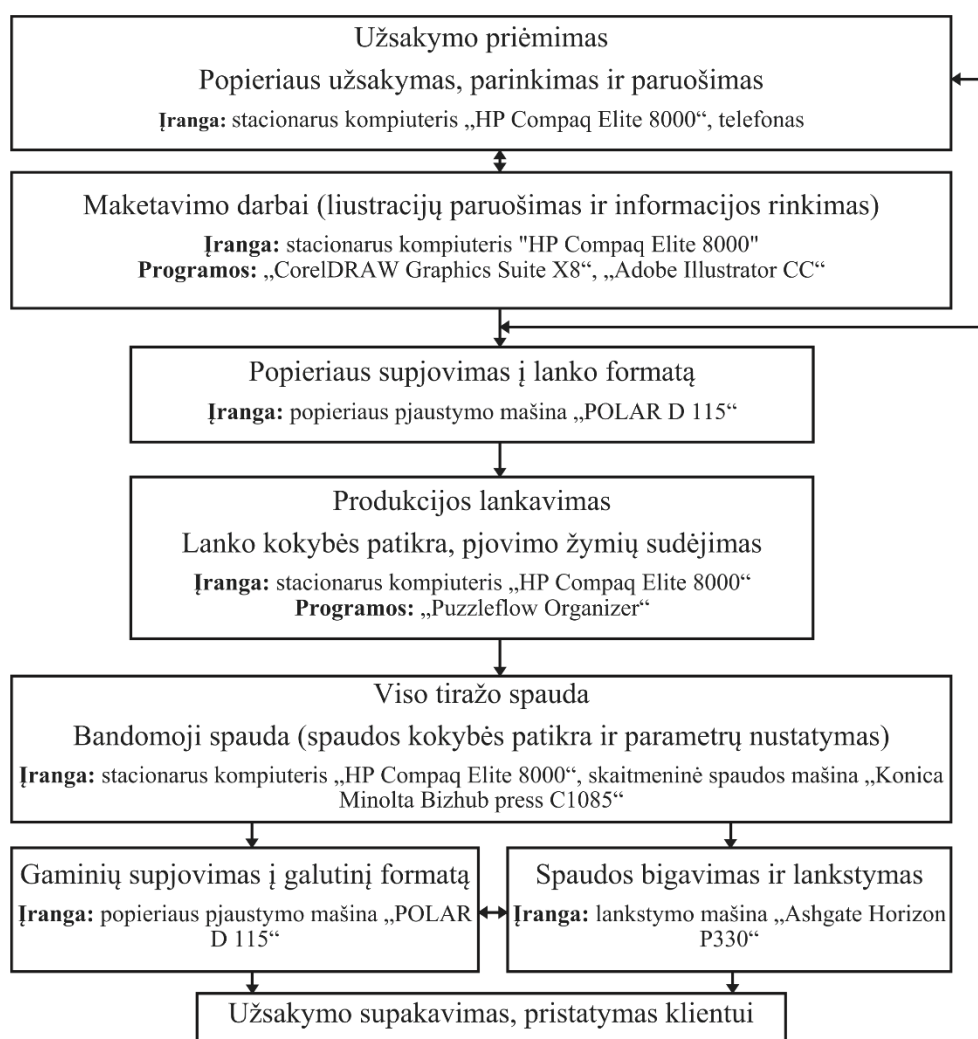
Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavadinimų sk. per metus	Puslapių skaičius	Tiražas, vnt.	Spausdinimo būdas	Spalvingumas	Šrifto keglėlis, punktais	Iliustr. užimamas plotas, %	Teksto užimamas plotas, %	Iliustracijų pobūdis	Produkcijos popierius g/m ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Vienpusė vizitinė	9x5	1500	1	1000	Skaitmeninė spauda	1+0	6÷10	30	10	Vektorinė iliustracija + tekstas	350 perdirbtas popierius
2	Dvipusė vizitinė	9x5	2000	2	200		4+4	6÷10	40	10	Vektorinė iliustracija + tekstas	350 perdirbtas popierius
3	A5 vienpusė skrajutė	14,8x21	1200	1	100		4+0	10÷14	50	50	Vektorinė iliustracija + tekstas	150 kreidinis popierius
4	A3 vienpusis plakatas	29,7x42	500	1	50		4+0	22÷36	80	20	Vektorinė iliustracija + tekstas	250 kreidinis popierius
5	Dvipusis A3 lankstinukas su lenkimu	29,7x42	200	2	50		4+4	22÷36	70	30	Vektorinė iliustracija + tekstas	250 ofsetinis popierius
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7	300	2	100		4+4	12÷14	70	30	Vektorinė iliustracija + tekstas	170 kreidinis popierius
7	Kainos kortelė, vienpusė	9x5	150	1	30		4+0	6÷10	5	20	Fonas + tekstas	275 kartonas
8	Skirtukas, dvipusis	5x15	100	2	50		1+1	8÷12	70	30	Vektorinė iliustracija + tekstas	350gsm perdirbtas popierius
9	A6 kvietimas, vienpusis	10,5x14,8	200	1	50		4+0	10÷11	80	20	Vektorinė iliustracija + tekstas	Dekoratyvinis popierius
10	Vienpusis plakatas A4	21,0x29,7	300	1	10		4+0	12÷18	70	30	Vektorinė iliustracija + tekstas	250gsm kreidinis popierius

Maketai tarpusavyje pasižymi panašiomis charakteristikomis. Produkcijos popierius pasirinktas pagal standartus. Daugiausiai gaminamam produktui – vizitinėms kortelėms buvo pasirinktas perdirbtas popierius, kurio kaina yra didesnė nei įprasto kreidinio popieriaus, tačiau priimama ekologiška idėja. 9 gaminiui parinktas dekoratyvinis popierius. Dėl didelio pavadinimų skaičiaus popieriaus rūšis gali skirtis, tačiau žaliavos kaina, formatas, storis nesikeičia.

Produkcijos formatai nustatyti taip pat pagal dažniausiai užsakomus, standartinius poligrafinių gaminių dydžius. 5 ir 6 gaminiai po spausdinimo dar bus lankstomi.

3.3. Technologinės schemos projektavimas

Projektuojamoje dalyje gaminama dažnai spaustuose užsakoma produkcija – vizitinės, skrajutės, plakatai, kortelės ir lankstinukai. Naudojamas kreidinis, ofsetinis, ofsetinis perdirbtas, dekoratyvinis popierius ir kartonas.



19 pav. Gamybos technologinė schema

Schemoje (19 pav.) pavaizduota poligrafinių gaminių gamybos procesų eiga spaustuose. Įrenginių charakteristikos pateiktos 7 priede. Vadybininkas gavęs užsakymą iš kliento preliminariai įvertina maketo kokybę ir pagal ją – jeigu yra netikslumų failą siunčia dizaineriui, jeigu maketas padarytas tvarkingai – maketavimo procesas yra praleidžiamas. Vadybininkas taip pat sužiūri popieriaus likutį bei reikalingą kiekį ir tuomet, jį paruošia arba užsako iš popieriaus tiekėjų. Jeigu klientas maketavimą

patiki spaustuvei, įmonės dizaineris pagal kliento norus, suteiktą informaciją ruošia maketą – vykdoma iliustracijų paieška, vedamas tekstas. Procesas derinamas su įmonės vadybininku ir klientu.

Prieš spaudą didelio lapo formatai yra supjaunami į mažesnius, tinkamus skaitmeninės spaudos mašiniui. Spaudos lankavimas atliekamas spaudos operatoriaus, nes šie du procesai yra artimi vienas kitam.

Atliekant bandomąją spaudą yra įvertinama spaudos kokybė – spalvos, lankavimo tikslumas, spaudos dvipusis atitikimas. Įgudęs spaudos operatorius, dėl gero pasiruošimo, bandomąją spaudą dažniausiai įskaičiuoja į bendrą tiražą, nes prisitaisoma yra iš pirmo karto, nesugadinant lapų. Toks faktorius taip pat vertinamas technologiniuose skaičiavimuose. Bandomosios spaudos proceso laikas yra įtrauktas į laiko normas, reikalingas nustatyti spausdintuvo parametrus.

Pagal leidinio savybes, jei lapas yra lenkiamas, tuomet po spaudos proceso darbas siunčiamas į gamybos skyrių spaudos lankstymui. Priklausomai nuo maketo, lenkimų skaičių ar popieriaus rūšies šis procesas gali būti atliktas prieš galutinį pjovimą arba po jo. Spaudos gaminius supjovus į galutinį formatą, jie yra pakuojami į dėžes ir atiduodami ar pristatomi klientui.

3.4. Skaitmeninės spausdintos produkcijos darbų apimties skaičiavimas

4 lentelėje apskaičiuotas bendras visų spaudos gaminių metinės produkcijos kiekis ir metinis popieriaus sunaudojimas, atsižvelgiant į spaudos lanko dalį, tiražą ir pavadinimų skaičių.

4 lentelė. Gamybinė užduotis produkcijos spausdinimui

Eil. nr.	Produkcijos pav.	Formatas, cm ir lanko dalis	Pav. sk. per metus	Produkcijos apimtis spaudos lankais	Tiražas tūkst. egz.	Vidutinis spalvinumas	Privedimo koeficientas	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. egz.		Metinis spalvinių atspaudų kiekis, tūkst. egz.	
								fizinių	sąlyginių	fizinių	sąlyginių
1	2	3	4	5	6	7	8	9=4×5×6	10=8×9	11=7×9	12=8×11
1	Vienpusė vizitinė	9x5/24	1500	0,042	1,00	0,5	0,25	62,50	15,63	31,25	7,81
2	Dvipusė vizitinė	9x5/24	2000	0,083	0,20	4	0,25	33,33	8,33	133,33	33,33
3	A5 vienpusė skrajutė	14,8x21/4	1200	0,250	0,10	2	0,25	30,00	7,50	60,00	15,00
4	A3 vienpusis plakatas	29,7x42/1	500	1,000	0,05	2	0,25	25,00	6,25	50,00	12,50
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	29,7x42/1	200	2,000	0,05	4	0,25	20,00	5,00	80,00	20,00
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7/2	300	1,000	0,10	4	0,25	30,00	7,50	120,00	30,00
7	Kortelė, vienpusė	9x5/24	150	0,042	0,03	2	0,25	0,19	0,05	0,38	0,09
8	Skirtukas, dvipusis	5x15/16	100	0,125	0,05	1	0,25	0,63	0,16	0,63	0,16
9	A6 kvietimas, vienpusis	10,5x14,8/8	200	0,125	0,05	2	0,25	1,25	0,31	2,50	0,63
10	Vienpusis plakatas A4	21x29,7/2	300	0,500	0,01	2	0,25	1,50	0,38	3,00	0,75
Viso:								204,396	51,099	481,08	120,271

Produkcijos apimtis spaudos lankais apskaičiuota pagal (1) formulę:

$$LASL = N_{psl} \times N_D; \quad (1)$$

N_{psl} – leidinio puslapių skaičius;

N_D – vienoje lapo pusėje telpančių puslapių skaičius.

Privedimo koeficientui apskaičiuoti imamas standartinis 64x90 cm pradinis lapo formatas, kuris pjaunamas į keturias dalis (32x45 cm) su minimaliomis arba be jokių paklaidų (be apipjovimo).

3.5. Originalo apdorojimo baras

5 lentelėje pavaizduotas iliustracijų paieškos ir paruošimo darbų trukmės skaičiavimas.

5 lentelė. Iliustracijų paruošimo darbų trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavadinimų sk. per metus	Puslapių sk. leidinyje	Laiko norma iliustracijų paieškai, h	Laiko norma iliustracijų paruošimui, h	Darbo imlumas iliustracijų paieškai, h	Darbo imlumas iliustracijų paruošimui, h	Metinė laiko norma iliustracijų paieškai ir paruošimui, h
1	2	3	4	5	6	7	8=4x5x6	9=4x5x7	10=8+9
1	Vienpusė vizitinė	9x5	1500	1	0,05	0,05	75	75	150
2	Dvipusė vizitinė	9x5	2000	2	0,05	0,05	200	200	400
3	A5 vienpusė skrajutė	14,8x21	1200	1	0,08	0,1	96	120	216
4	A3 vienpusis plakatas	29,7x42	500	1	0,1	0,2	50	100	150
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	29,7x42	200	2	0,1	0,2	40	80	120
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7	300	2	0,2	0,25	120	150	270
7	Kainos kortelė, vienpusė	9x5	150	1	0,02	0,03	3	4,5	7,5
8	Skirtukas, dvipusis	5x15	100	2	0,08	0,1	16	20	36
9	A6 kvietimas, vienpusis	10,5x14,8	200	1	0,05	0,1	10	20	30
10	Vienpusis plakatas A4	21x29,7	300	1	0,1	0,1	30	30	60
Viso:							640	799,5	1439,5

Maketuotojas atlieka paruošiamąjį darbą – derinant galutinio spaudos gaminio išvaizdą su užsakovu yra planuojamas dizainas, technologinis išpildymas priklausomai nuo darbų po spaudos procesų ir galutinės idėjos.

Priklausomai nuo užsakovo, maketuotojas gali tik pataisyti ar pritaikyti jau atsiųstą maketą sekančioms operacijoms arba pagal poreikius idėją įgyvendinti nuo pradžios, bendradarbiaujant su klientu bei vadybininku. Šiame darbe priimame labai nedideles laiko normas atskirų pavadinimų iliustracijų paieškai, paruošimui ir maketavimui, nes dažniausiai užsakovas į spaustuvę kreipiasi jau turėdamas failus su maketais, todėl dizaineriui tereikia patikrinti ar šie yra padaryti pagal reikalavimus. Taip pat užsakovo maketai dažnai yra persiunčiami tiesiai į gamybos padalinį, vadybininkui preliminariai nustačius, kad jie yra tinkamai sumaketuoti.

Dirbama kompiuteriu, dažniausiai naudojama „CorelDRAW Graphics Suite X8“ maketavimo programa. Tai vektoriais paremta programa, kurios vaizdus galima nesunkiai koreguoti nesugadinant kokybės. Retai, bet taip pat yra naudojama „Adobe Photoshop“ rastrinė maketavimo programa. Laiko norma dizaino planavimui bei maketavimo darbams parinkta atsižvelgiant į gaminio sudėtingumą, spalvingumą.

6 lentelė. Maketavimo darbų trukmės skaičiavimas

Eil. nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavad. sk. per metus	Puslapių sk. viename leidinyje	Laiko norma puslapio paruošimui, val.		Metinė laiko norma produkcijos paruošimui, val.	
					tekstas	maketavimas	tekstas	maketavimas
1	2	3	4	5	6	7	8=4×5×6	9=4×5×7
1	Vienpusė vizitinė	9x5	1500	1	0,01	0,01	15	15
2	Dvipusė vizitinė	9x5	2000	2	0,01	0,01	40	40
3	A5 vienpusė skrajutė	14,8x21	1200	1	0,04	0,06	48	72
4	A3 vienpusis plakatas	29,7x42	500	1	0,06	0,08	30	40
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	29,7x42	200	2	0,05	0,08	20	32
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7	300	2	0,08	0,01	48	6
7	Kainos kortelė, vienpusė	9x5	150	1	0,01	0,03	1,5	4,5
8	Skirtukas, dvipusis	5x15	100	2	0,05	0,08	10	16
9	A6 kvietimas, vienpusis	10,5x14,8	200	1	0,05	0,08	10	16
10	Vienpusis plakatas A4	21x29,7	300	1	0,05	0,08	15	24
Viso:							237,5	265,5

6 lentelėje apskaičiavome kiek apytiksliai laiko reikės per metus, norint atskiram gaminiui paruošti tekstinę informaciją. Laiko normos nustatytos pagal gaminio formatą, sudėtingumą ir spalvingumą.

3.6. Darbų prieš spausdinimą baras

Šis skyrius apima popieriaus supjovimą į spaudai reikalingą lapo formatą (SRA3) ir maketų lankavimą.

7 lentelė. Darbo imlumas lapų supjovimui į lanko formatą per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Gramatūra, g/m ²	Lapo formatas, cm	Popieriaus lapų kiekis per metus*, tūkst. vnt.	Lapo dalių skaičius po pjovimo	Laiko norma 1000 lapų supjaustymui (LP), h	Metinė laiko norma lapų pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7	8=5×7
1	Vienpusė vizitinė	350	64x90	62,50	4	0,4	25,00
2	Dvipusė vizitinė	350	64x90	16,67	4	0,4	6,67
3	A5 vienpusė skrajutė	150	64x90	30,00	4	0,2	6,00
4	A3 vienpusis plakatas	250	64x90	25,00	4	0,4	10,00
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	250	64x90	10,00	4	0,4	4,00
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	170	64x90	15,00	4	0,2	3,00
7	Kainos kortelė, vienpusė	275	64x90	0,19	4	0,4	0,08
8	Skirtukas, dvipusis	350	64x90	0,31	4	0,4	0,13
9	A6 kvietimas, vienpusis	350	64x90	1,25	4	0,4	0,50
10	A4 vienpusis plakatas	250	64x90	1,50	4	0,4	0,60
Viso							55,967

7 lentelėje apskaičiavome, kiek laiko užtruks popieriaus supjovimas į spaudos formatą per metus planuojamam produkcijos kiekiui. Paprastai popierius būna atvežamas iš tiekėjų 640x900 mm formatu, ir jį reikia perpjauti į skaitmeninės spaudos mašinos dažniausiai naudojamą – 320x450 formatą. Popierius pjaunamas į keturias dalis dvejetainiais pjūviais, bei išpjauta lapų kipa kaip įmanoma mažiau apipjaustoma iš keturių pusių tam, kad visų lapų kraštai būtų lygūs. Į giljotiną dedamos kipos aukštis negali viršyti 165 mm. Atsižvelgiant į popieriaus gramatūrą ir mašinos automatizacijos laipsnį laiko normai vienam pjūviui (parinkta 60 s vertė), apskaičiuojame laiko normą 1000 lapų supjaustymui (LP), h pagal (2) formulę:

$$LP = \frac{N_{ssl} \times N_{ps} \times l_p}{60}; h, \quad (2)$$

N_{ssl} – šūsnių skaičius;

N_{ps} – pjūvių skaičius;

l_p – laiko norma vienam pjūviui, min.

Popieriaus pjovimas atliekamas su popieriaus pjaustymo mašina „POLAR D 115“. Dažnai naudojamas popierius kartais būna supjaunamas į rezervą, taip taupant laiką, tačiau į skaičiavimus šis faktorius nėra įtrauktas.

8 lentelė. Paruošiamųjų darbų trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Formatas, cm ir lanko dalis	Pavad. sk. per metus	Vidutinis spalvingumas	Laiko norma lankavimui, h	Lankavimo metinė laiko norma, h
1	2	3	4	5	6	7=4×6
1	Vienpusė vizitinė	9x5	1500	1+0	0,05	75
2	Dvipusė vizitinė	9x5	2000	4+4	0,05	100
3	A5 vienpusė skrajutė	14,8x21	1200	4+0	0,10	120
4	A3 vienpusis plakatas	29,7x42	500	4+0	0,10	50
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	29,7x42	200	4+4	0,20	40
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7	300	4+4	0,20	60
7	Kainos kortelė, vienpusė	9x5	150	4+0	0,10	15
8	Skirtukas, dvipusis	5x15	100	1+1	0,20	20
9	A6 kvietimas, vienpusis	10,5x14,8	200	4+0	0,10	20
10	Vienpusis plakatas A4	21x29,7	300	4+0	0,10	30
Viso:						530

Maketų lankavimo metinė laiko norma apskaičiuota 8 lentelėje. Laiko norma atskiram pavadinimui buvo parinkta pagal maketų kiekį lanke ir atsižvelgiant ar spauda vienpusė, ar dvipusė. Taip pat atsižvelgiant į tai, kad dažnai pasitaiko tokio pat formato ir spalvingumo darbų, kuriuos galima dėlioti į vieną spaudos lanką. Spaudos lankavimas atliekamas naudojant „Puzzleflow Organizer“ programą, kuri pagal pateiktus duomenis, automatiškai sudėlioja maketus lanke, uždeda pjovimo žymes.

Lankavimą atlieka skaitmeninės spaudos operatorius, kadangi tai labai susijęs su spausdinimu procesas. Į lankavimo laiko normą taip pat įtraukta lanko kokybės patikra.

3.7. Spaudos baras

9 lentelėje apskaičiuota metinė užduotis spausdinimo darbams.

9 lentelė. Spaudos cecho metinės gamybos apimties skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas ir formatas, cm	Pavadinimų sk. per metus	Apimtis spaudos lankais, tūkst. egz.	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. egz.	Laiko norma parametrų nustatymui, h	Laiko norma 1000 atsp. spausdinimui, h	Metinė užduotis paruošimui ir spausdinimui, h
1	2	3	4	5	6	7	8=3×6+5×7
1	Vienpusė vizitinė, 9x5	1500	0,042	62,500	0,200	0,430	326,875
2	Dvipusė vizitinė, 9x5	2000	0,083	33,333	0,200	0,430	414,333
3	A5 vienpusė skrajutė, 14,8x21	1200	0,250	30,000	0,100	0,430	132,900
4	A3 vienpusis plakatas, 29,7x42	500	1,000	25,000	0,100	0,430	60,750
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu, 29,7x42	200	2,000	20,000	0,100	0,430	28,600
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais, 21x29,7	300	1,000	30,000	0,100	0,430	42,900
7	Kainos kortelė, vienpusė, 9x5	150	0,042	0,188	0,100	0,430	15,081
8	Skirtukas, dvipusis, 5x15	100	0,125	0,625	0,200	0,430	20,269
9	A6 kvietimas, vienpusis, 10,5x14,8	200	0,125	1,250	0,100	0,430	20,538
10	Vienpusis plakatas A4, 21x29,7	300	0,500	1,500	0,100	0,430	30,645
Viso:							1092,890

Vertinant laiko normą spausdintuvo parametrų nustatymui, bei paruošimą spausdinimui atsižvelgiama į vidutinį vienam darbui tenkantį laiką – apie 5 min. Sudėtingesniems darbams – 10

min. Į šį laiką taip pat įskaičiuotas spausdintuvo aptarnavimas dažais, darbinės temperatūros pasiekimo laikas ir bandomosios spaudos patikra. Pagal skaitmeninės spaudos mašinos „Bizhub PRESS C1100“ charakteristikas (maksimalus spausdinimo greitis – 100 vnt. A4 vienpusių lapų per minutę), galime apskaičiuoti, kad 1000 padidinto A3 formato lankų bus atspausdinta per 0,34 h. Imant 75 proc. šio našumo vertės, 1000 atspaudų bus atspausta per 0,43 h.

Pagal 9 lentelės duomenis, bendras apytikslis pateiktų gaminių spausdinimosi ir pritaikymo laikas gautas 1092 valandos. Tačiau tai – paskaičiuotas kaip nepertraukiamas spausdintuvo naudojimas. Spausdintuvo aptarnavimas užima taip pat didelę dalį darbo laiko – kalibravimas, valymas, dalių keitimas, dažų pildymas, popieriaus įdėjimas ir kiti svarbūs faktoriai įtakoja operatoriaus pilną užimtumą.

3.8. Darbų po spausdinimo baras

10 lentelėje paskaičiuota metinė laiko norma gaminių galutiniam supjovimui pagal gaminio sudėtingumą – reikalingą pjūvių kiekį galutiniam formatui.

10 lentelė. Darbo imlumas atspaudų pjaustymui per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Gramatūra, g/m ²	Lapo formatas, cm	Popieriaus lapų kiekis per metus, tūkst. vnt.	Lapo dalių skaičius po pjovimo	Laiko norma 1000 lapų supjaustymui (LP), h	Metinė laiko norma lapų pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7	8=5×7
1	Vienpusė vizitinė	350	32x45	62,50	24	1,280	80,00
2	Dvipusė vizitinė	350	32x45	16,67	24	1,280	21,33
3	A5 vienpusė skrajutė	150	32x45	30,00	4	0,320	9,60
4	A3 vienpusis plakatas	250	32x45	25,00	1	0,320	8,00
5	Dvipusis lankstinukas A3, 1 lenk.	250	32x45	10,00	1	0,320	3,20
6	Dvipusis lankstinukas A4, 2 lenk.	170	32x45	15,00	2	0,240	3,60
7	Kainos kortelė, vienpusė	275	32x45	0,19	24	1,120	0,21
8	Skirtukas, dvipusis	350	32x45	0,31	16	1,120	0,35
9	A6 kvietimas, vienpusis	350	32x45	1,25	8	0,960	1,20
10	A4 vienpusis plakatas	250	32x45	1,50	2	0,480	0,72
Viso							128,213

Kuo mažesnis gaminio formatas – tuo daugiau pjūvių lanke reikės atlikti. Laiko norma 1000 lapų supjaustymui apskaičiuojama pagal tą pačią formulę (2) kaip ir lapų prieš spaudą supjovimui. Tik

laiko norma vienam pjūviui imama didesnė (1,2 minutės), nes sudėtingesnis darbas reikalauja daugiau laiko skaičiavimams. Taip pat storesnio popieriaus šūsnų skaičius bus didesnis, nei pjaunant gaminius iš plono popieriaus.

Bendra metinė laiko norma gaminių lankstymui paskaičiuota sudedant mašinos pritaissymo laiką, su bendru tiražo lankstymo laiku. Skaičiavimai pavaizduoti 11 lentelėje.

11 lentelė. Darbo imlumas lapų lankstymui per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Lapo formatas, cm	Popieriaus lapų kiekis per metus, tūkst. vnt.	Lenkimų skaičius	Laiko norma 1000 lapų lankstymui, h	Vidutinė laiko norma įrenginio pritaissymui per metus, h	Metinė laiko norma lapų lankstymui, h
1	2	3	4	5	6	7	$8=4 \times 6 + 7$
1	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	29,7x42	10	1	0,1	16,6	17,6
2	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	21x29,7	15	2	0,2	25,0	28,0
Viso:							45,6

Produkcijos lankstymas atliekamas su lankstymo mašina „Ashgate Horizon P330“. Ši mašina pajėgi lankstyti 200 A4 formato lapų (1 lenkimas) per minutę greičiu. Greitis sumažėja, jai atsiranda papildomas lenkimas – būtent 2 numeriu pažymėtas gamins bus lankstomas lėčiau, nes turi du lenkimus. Apytikslė laiko norma mašinos pritaissymui per metus paskaičiuota pagal abiejų gaminių lenkimų skaičių priklausomai nuo pavadinimų skaičiaus per metus. Pritaissymui reikia apie 5 minučių, todėl papildomai prie pagrindinės operacijos prisideda atitinkamai 3,3 ir 5 val.

Lankstymo darbus gali atlikti popieriaus pjovėjas, nes šis technologinis procesas nėra sudėtingas ir neužima daug laiko.

12 lentelė. Darbo imlumas produkcijos pakavimui per metus

Eil. Nr.	Leidinio pavadinimas	Pavadinimų skaičius	Tiražas, vnt.	Produkcijos sk. viename pake, vnt.	Pakų kiekis, vnt.	Laiko norma vienam pakui supakuoti, h	Metinė užduotis pakavimui, h
1	2	3	4	5	$6=(3 \times 4)/5$	7	$8=6 \times 7$
1	Vienpusė vizitinė	1500	1000	2000	750	0,15	112,5
2	Dvipusė vizitinė	2000	200	2000	200	0,15	30,00
3	A5 vienpusė skrajutė	1200	100	400	300	0,08	24,00
4	A3 vienpusis plakatas	500	50	100	250	0,05	12,50
5	Dvipusis lankstinukas A3, su vienu lenkimu	200	50	50	200	0,05	10,00

Eil. Nr.	Leidinio pavadinimas	Pavadinimų skaičius	Tiražas, vnt.	Produkcijos skaičius viename pake, vnt.	Pakų kiekis, vnt.	Laiko norma vienam pakui supakuoti, h	Metinė užduotis pakavimui, h
6	Dvipusis lankstinukas A4, su dviem lenkimais	300	100	100	300	0,05	15,00
7	Kainos kortelė, vienvpusė	150	30	2000	2,25	0,15	0,34
8	Skirtukas, dvipusis	100	50	200	25	0,12	3,00
9	A6 kvietimas, vienvpusis	200	50	400	25	0,1	2,50
10	A4 vienvpusis plakatas	300	10	200	15	0,08	1,20
Viso:					2067,25	0,98	211,04

Pabaigtus gaminti gaminius užsakovas atsiima tvarkingai supakuotus. Pakavimui naudojamos dėžės. 12 lentelėje apskaičiuotas darbo imlumas produkcijos pakavimui per metus, atsižvelgiant į telpantį produkcijos kiekį vienoje pakuotėje, tiražą ir pavadinimų skaičių.

3.9. Technologinių procesų kokybės kontrolė

Kokybiško produkto gamybos procesą būtina prižiūrėti ir kiekviename žingsnyje įvertinti ar galutinis produktas bus kokybiškas, pagamintas pagal standartus.

Kokybės patikra pradedama paruošiamųjų darbų – maketavimo bare. Dizaineris prieš siųsdamas maketus spaudos operatoriui privalo patikrinti ar maketas (failas) yra paruoštas tvarkingai. Būtina įvertinti spalvų profilius, failo formatą, puslapių atitikimą, vizualiai įvertinti išpildymą. Spaudos failas (standartiškai „PDF“ formatu) privalo turėti užlaidas (min. 2 mm iš visų pusių). Esant klaidoms ar neatitikimams – ištaisyti juos ir pašalinti esamus trūkumus.

Darbų prieš spaudą bare būtina tvarkingai supjauti popierių į tikslų formatą. Dažnai pasitaikantys nukrypimai, pastebimi tik atspausdinus gaminius – šiukšlės spaudoje ar netikslūs lapo kraštai. Šiukšlės dažniausiai atsiranda naudojant natūralų popierių, kurio plaušai nesunkiai atsiskiria pjaustant popierių į formatą. Nepaisant to, kad naudojama skaitmeninė spaudos mašina turi šiukšlių nuputimo funkciją, ir kitus saugiklius nuo šio pašalinio efekto, plaušai iš kitos šiukšlės vis tiek pakliūna ant perkėlimo būgnų, diržo, kaitinimo mazgo ir galutinėje spaudoje šis brokas aiškiai matomas. Apsisaugoti nuo šio efekto, galima pjaustant popierių naudoti aštresnį peilį (profilaktiškai keisti, ir valyti). Prieš dedant popierių į spaudos stalčių jį kuo geriau išpurenti. Taip pat profilaktiškai valyti spaudos mašinos cilindrų ir diržus. Formato netikslumams būtina profilaktiškai kalibruoti peilio poziciją ir išlaikyti koncentraciją nustatant pjovimo formatą ir popieriaus poziciją ant pjovimo stalo.

Spaudos bare kokybės kontrolė atliekama įvertinant spalvų atitikimą, maketo teisingą išdėstymą lanke, pjovimo žymių ir kitų reikalingų žymių buvimą, lanko pusių idealų atitikimą (nuokrypis negali būti didesnis nei 1 mm). Atkurti norimas spalvas spaudoje – vienas svarbiausių kokybės rodiklių. Tai priklauso nuo dizainerių sukurtų maketų, spalvų tipo, užsakovo poreikių, spausdinimo būdo, spausdinimo mašinos tikslumo, nustatymų ir k.t. Kuo tikslesnei spalvai atkurti reikalinga spalvų

kalibracija spausdinimo mašinoje. Spalvas taip pat galima koreguoti makete arba spausdinimo mašinoje įvedant didesnes kiekvienos iš spalvos (CMYK) reikšmių vertes ar koreguojant kitus nustatymus.

Spaudos kokybės patikrinimui naudojamas kontrolinis lapas – įvertinimas atliekamas vizualiai spaudos operatoriaus ir esant netikslumams iš naujo yra taisomas lankas arba maketas siunčiamas atgal korekcijoms į maketavimo skyrių. Jei spauda yra kokybiška – kontrolinis lapas yra įskaičiuojamas į bendrą tiražą.

Darbu po spaudos bare svarbu spaudos gaminį tiksliai supjauti pagal reikalingą galutinį formatą. Tam tikslui spaudos lanke uždedamos pjovimo žymės, kurios privalo būti tikslios, aiškiai matomos. Galutinį gaminio įvertinimą atlieka pjovėjas ir pakuotojas. 1 vienetas spaudos gaminio (viršijantis tiražą) yra priklijuojamas prie pakuotės, todėl prieš pat atiduodant pakuotę klientui paskutinė kokybės kontrolė atliekama pardavimų vadybininko.

3.10. Įrenginių ir darbuotojų kiekio skaičiavimas

Šioje dalyje atliekamas reikiamų įrengimų darbo laiko, jų kiekio ir juos aptarnaujančio personalo skaičiavimai. Įrengimų skaičiavimui reikalingi šie pradiniai duomenys:

- režiminis įrenginio darbo laiko fondas F_r ;
- įrengimų laiko ir išdirbio normos, atliekant technologines operacijas;
- įrengimų apkrovimo dydis.

Rėžiminio įrenginio darbo laiko fondo skaičiavimas pagal (3) formulę:

$$F_r = ((D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A) \times p, h \quad (3)$$

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv} \quad (4)$$

D_k – metinis kalendorinių dienų skaičius.

$D_{iš}$ – metinis išėiginių dienų skaičius.

$D_{šv}$ – metinis šventinių dienų skaičius.

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv} = 365 - 105 - 9 = 251 \text{ diena.}$$

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

$D_{pršv} = 7 \text{ d.}$ prieššventinių dienų skaičius.

$A = 1 \text{ h.}$ prieššventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas, $p = 1$ pamainų skaičius.

Rėžiminis įrenginio darbo laikas dirbant kita įranga:

$$F_r = ((251 \times 8) - 7 \times 1) \times 1 = 2001 \text{ h.}$$

Rėžiminis įrenginio darbo laikas dirbant su kompiuterine įranga:

$$F_r = ((251 \times 7,4) - 7 \times 1) \times 1 = 1850,4 \text{ h.}$$

13 lentelė. Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Fr, h	Te, m	Įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų, h					n, %	Įrenginio technologių sustojimų laikas per metus f_{is} , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas F_m , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu F_{mp} , h
				dėl remonto				dėl apžiūrų				
				f_k	f_t	f_p	t_{rem}	f_o				
1	2	3	4	5	6	7	8=5+6+7	9	10	11	12=3-8-9-11	13=3-8
1	Skaitmeninis spausdintuvas	2001	5	10	20	15	45	10	0,25	4,6	1941,4	1956
2	Pjovimo mašina	2001	9	5	15	10	30	8	0,25	4,6	1958,4	1971
3	Lankstymo mašina	2001	7	5	10	8	23	6	0,25	4,6	1967,4	1978

13 lentelėje pateiktas valandų skaičius (pagal 2019 darbo laiko normas) dirbant su gamybine įranga. Taip pat nustatytas vidutinis įrenginių tarnavimo laikas, įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų. Lentelėje nurodomas trijų įrenginių – skaitmeninio spausdintuvo, pjovimo mašinos ir lankstymo mašinos metinis darbo laiko fondas su jį aptarnaujančiu personalu. Apytiksliai apskaičiavus įrenginių prastovas dėl remontų ir apžiūrų, gauti rezultatai parodo, jog skaitmeninio spausdintuvo ir jį aptarnaujančio personalo metinis darbo laiko fondas yra mažesnis nei pjaustymo įrenginio ir lankstymo mašinos ir jų personalo. Taip yra todėl, nes spausdintuvas turi greičiau susidėvinčias detales, įmantresnę technologiją, todėl šio įrenginio patikra ilgesnė ir remontas sudėtingesnis. Lankstymo mašina yra rečiau naudojama ir paprastesnė, todėl metinis darbo laiko fondas gautas didžiausias iš trijų aptartų įrengimų.

14 lentelė. Kompiuterinės įrangos darbo laiko fondo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Fr, h	Te, m	Įrenginių prastovos dėl apžiūrų f_o , h	n, %	Įrenginio papildomų sustojimų laikas per metus f_{ps} , h	Įrenginio darbo laikas per metus F_m , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu F_{mp} , h
1	2	3	4	5	6	7	8=3-5-7	9=3-7
1	Kompiuteris maketavimui	1850,4	5	40	0,25	4,6	1805,8	1845,8
2	Kompiuteris lankavimui	1850,4	5	40	0,25	4,6	1805,8	1845,8

14 lentelėje nurodyti kompiuteriai, kurie bus naudojami atlikti panašioms operacijoms – maketavimui bei lankavimui. Todėl metinis įrengimų darbo laiko fondas yra vienodas.

T_e – įrenginių tarnavimo laikas, metais.

f_k – kapitalinis remontas, h. (Priklausomai nuo įrenginio, kapitalinis remontas yra atliekamas vieną kartą į 6–10 metų. Skaičiavimuose kapitalinio remonto laikas yra išdalinamas visam pasirinktam laikui tarp remontų).

f_t – einamasis remontas, h. (Yra atliekamas vieną kartą į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas).

f_p – patikrinimas, h. (Yra vykdomas tris kartus į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas. Į lentelę yra įrašomas bendras trijų patikrinimų laikas).

t_{rem} – metinis remonto laikas, h.

$$t_{rem} = f_k + f_t + f_p, h \quad (5)$$

f_o – apžiūros, h. (Yra atliekamas septynis kartus į metus. Į lentelę yra įrašomas bendras septynių patikrinimų laikas).

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

t_{ps} – įrenginio papildomų sustojimų laikas, h.

t_{ts} – įrenginio technologinių sustojimų laikas, h.

$$f_{ts} = f_{ps} = \frac{F_r \times n}{100}, h \quad (6)$$

F_m – metinis įrenginio darbo laiko fondas, h.

F_{mp} – metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, h.

Įrenginių kiekis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{ir} = M / (F_m \times k_{bn}) \quad (7)$$

15 lentelė. Įrenginių kiekio skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Metinė laiko norma, M, h	Metinis įrenginių darbo laiko fondas, F _m , h	Normų vykdymo koeficientas, k _{bn}	Įrenginių kiekis	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	6=3/(4×5)	7
1	Skaitmeninis spausdintuvas	1092,89	1941,4	1,1	0,512	1
2	Pjovimo mašina	184,18	1958,4	1,1	0,085	1
3	Lankstymo mašina	45,6	1967,4	1,1	0,021	1
4	Kompiuteris maketavimui	1942,5	1805,8	1,1	0,978	1
5	Kompiuteris lankavimui	530	1805,8	1,1	0,267	1

15 lentelėje metinė laiko norma kompiuteriui maketavimui susideda iš metinės laiko normos iliustracijų paieškai ir paruošimui bei teksto rinkimo ir jo sumaketavimo. Taip pat ir pjovimo mašinos – sudedamas laikas popieriaus supjovimo į lanko formatą, bei galutinis gaminio supjovimas. Visos kitos reikšmės paimtos tiesiai iš ankščiau apskaičiuotų metinių laiko normų. Kompiuteris maketavimui yra ganėtinai apkrautas palyginus su kitais įrenginiais, tačiau normų neviršija, todėl priimame toliau kaip vieną įrenginį.

16 lentelė. Reikiamų darbuotojų skaičiaus skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, F_{mp}, h	Apskaičiuotas įrenginių kiekis, N_{ir}	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, F_{ef}, h	Darbuotojų skaičius	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	$6=(3 \times 4)/5$	7
1	Skaitmeninio spausdintuvo operatorius	1956	0,512	1591,34	0,63	1
2	Lankavimo operatorius	1845,8	0,267	1591,34	0,31	
3	Lankstymo mašinos operatorius	1978	0,085	1720,86	0,02	1
4	Pjovimo mašinos operatorius	1971	0,026	1720,86	0,09	
5	Maketuotojas-dizaineris	1845,8	0,978	1591,34	1,13	1

16 lentelėje apskaičiuota, kiek aptarnaujančio personalo (darbuotojų) reikės, norint efektyviai ir be didelio krūvio pagaminti nurodytus gaminius.

Skaitmeninio spausdintuvo operatorius dėl nedidelio darbo laiko fondo gali kartu atlikti ir darbų lankavimą, todėl priimamas tik 1 darbuotojas, bei pjovimo mašinos operatorius turės pakankamai laiko, kad galėtų dirbti ir prie lankstymo mašinos.

Maketuotojas - dizaineris turės pakankamai didelę apkrovą – teoriškai turėtumėme priimti 2 darbuotojus, tačiau krūvis viršijamas labai nedaug, todėl jei dizaineris nespėtų įvykdyti paskirtų užduočių, jam būtų siūloma dirbti viršvalandžius.

Reikiamas darbuotojų skaičius apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_{darb} = (F_{mp} \times N_{ir}) / F_{ef} \quad (8)$$

Pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_{ef} = F_r(1 - k_n), h \quad (9)$$

F_{ef} – pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas, h.

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

17 lentelė. Reikiamų darbuotojų (rankiniam darbui) skaičiaus skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinė laiko norma, M, h	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, F _{ef} , h	Darbuotojų skaičius	
				Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5=3/4	6
1	Sandėlio darbuotojas-pakuotojas	211,04	1858,4	0,11	1

17 lentelėje laiko normą padalinus iš darbuotojo darbo laiko fondo gautas labai nedidelis darbuotojo užimtumas – priimame 1 darbuotoją, kuris bus kartu ir sandėlio darbininkas.

Reikiamas darbuotojų skaičius apskaičiuojamas pagal (10) formulę:

$$R_{darb} = M / F_{ef} \quad (10)$$

3.11. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas

Žinant reikiamą įrenginių kiekį yra parenkami atitinkami baldai ir apskaičiuojamas įrenginių ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje (18 lentelė).

18 lentelė. Įrengimų ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m	Užimamas plotas, m ²	
				vieno	visų
1	2	3	4	5	6=3x5
Administracinės patalpos					
1	Kompiuterio stalas	4	0,7x1,5	1,05	4,20
2	Kėdė	6	0,5x0,5	0,25	1,50
3	Spinta	3	1,6x0,4	0,64	1,92
4	Spintelė	3	0,4x0,6	0,24	0,72
5	Sofa	1	1,2x2	2,40	2,40
6	Stalas	1	0,7x1,5	1,05	1,05
7	Virtuvės stalas	2	0,7x1,5	1,05	2,10
8	Virtuvės kėdė	6	0,5x0,5	0,25	1,50
Viso:					15,39
Gamybinės patalpos spaudos paruošimui					
1	Kompiuterio stalas	2	0,7x1,5	1,05	2,10
2	Kėdė	1	0,5x0,5	0,25	0,25
3	Spinta	1	1,6x0,4	0,64	0,64
4	Spintelė	1	0,4x0,6	0,24	0,24
Viso:					3,23
Gamybinės patalpos spaudos gamybai					
1	Spaudos mašina	1	2,5x1,5	3,75	3,75
2	Kėdė	1	0,5x0,5	0,25	0,25
3	Stelažas popieriui	2	0,5x2	1,00	2,00

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m	Užimamas plotas, m ²	
				vieno	visų
4	Stalas	1	0,7x1,5	1,05	1,05
Viso:					7,05
Gamybinės patalpos darbams po spaudos					
1	Giljotina	1	2x2,8	5,60	5,6
2	Lankstymo įrenginys	1	1,1x0,6	0,66	0,66
3	Stelažas popieriui ir gaminiam	2	1x2,5	2,50	5,00
4	Stalas pakavimui	2	0,7x1,5	1,05	2,10
5	Kėdė	6	0,5x0,5	0,25	1,50
6	Stalas	2	0,7x1,5	1,05	2,10
Viso:					16,96

Pradinėje projektavimo stadijoje galima apytiksliai apskaičiuoti reikiamą gamybinių ir administracinių patalpų plotus:

$$S_1 = K_y \sum S_M \quad (11)$$

S_1 – reikalingas cecho plotas, m², S_M – įrenginių ir baldų užimamas plotas, m²;

K_y – koeficientas, įvertinantis technologinio cecho ploto ir pagrindinių įrengimų bei baldų užimamo ploto santykį. Priimame, kad $K_y = 4$

$$S_2 = \sum S_M + (K_{\check{z}} \times N_{\check{z}}) \quad (12)$$

S_2 – administracijai (maketavimo, dizaino ir pan. patalpoms) reikalingas plotas, m²;

$K_{\check{z}}$ – pagal sanitarines normas vienam asmeniui skiriamas min. plotas, m² (minimalus $K_{\check{z}} = 6$ m²).

$N_{\check{z}}$ – darbuotojų skaičius projektuojamoje patalpoje.

Reikalingas administracinės patalpos plotas:

$$S_1 = 15,39 + (6 \times 4) = 39,39 \text{ m}^2$$

Reikalingas gamybinės patalpos spaudos paruošimui plotas:

$$S_2 = 3,23 + (6 \times 1) = 19,38 \text{ m}^2$$

Reikalingas gamybinės patalpos spaudos gamybai plotas:

$$S_3 = 4 \times 7,05 = 28,2 \text{ m}^2$$

Reikalingas gamybinės patalpos darbams po spaudos plotas:

$$S_4 = 4 \times 16,96 = 67,84 \text{ m}^2$$

Bendras apskaičiuotas plotas:

$$S = 39,39 + 19,38 + 28,2 + 67,84 = 154,81 \text{ m}^2$$

Bendras suprojektuotų patalpų plotas:

$$S = 175,51 \text{ m}^2$$

4. Darbų sauga ir ekologija

4.1. Profesinės rizikos vertinimas

Darbo aplinkoje darbų sauga turi būti užtikrinta vadovaujantis „Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymu“ (IX-1672). Šiame dokumente teigiama:

„1. Kiekvienam darbuotojui privalo būti sudarytos saugios ir sveikatai nekenksmingos darbo sąlygos, neatsižvelgiant į įmonės veiklos rūšį, darbo sutarties rūšį, darbuotojų skaičių, įmonės rentabilumą, darbo vietą, darbo aplinką, darbo pobūdį, darbo dienos ar darbo pamainos trukmę, darbuotojo pilietybę, rasę, tautybę, lytį, seksualinę orientaciją, amžių, socialinę kilmę, politinius ar religinius įsitikinimus. 2. Darbuotojo teisę turėti saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas garantuoja Lietuvos Respublikos Konstitucija, šis Įstatymas ir kiti darbuotojų saugos ir sveikatos norminiai teisės aktai. Saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas darbuotojams privalo sudaryti darbdaviai. [...]. (3 straipsnis, 1, 2 dalys) [15].

Vadovaujantis įstatymais darbo vieta privalo būti saugi ir darbdavys pirmiausia turi užtikrinti, jog pavaldiniai dirbdami išvengtų nelaimingų atsitikimų, sveikatos sutrikimų, traumų. Darbo vietos saugumui įvertinti atliekama rizikos analizė.

4.2. Rizikos analizė

Pagrindiniai rizikos analizės etapai:

- pavojų identifikavimas,
- pažeidžiamų asmenų identifikavimas,
- rizikos lestinumo nustatymas.

Pavojų identifikavimo dalis skirta išskirti pagrindinius veiksnius, galinčius darbo vietoje pakenkti darbuotojo sveikatai. Šie veiksniai yra išskaidomi į atskiras grupes tikslesniam įvertinimui: fizikinius, mechaninius, cheminius ir psichofiziologinius.

Duomenys pateikti 19 lentelėje.

19 lentelė. Veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Fizikinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas					
Darbo vietos aplinka (patalpų mikroklimatas)	Ar veikia karštis, šaltis, skersvėjis, drėgmė. Poveikio trukmė. Ar tinkama vėdinimo sistema.		×		×
Darbo vietos apšvietimas	Ar yra natūralus apšvietimas, ar pakankamas darbo vietos ir praėjimų apšvietumas, ar nėra akinimo, stroboskopinio efekto		×		×
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Ar yra tinkami evakuaciniai išėjimai, durys, ar tinkamai pažymėti. Gaisro gesinimo priemonės		×		×

Triukšmas	Triukšmo poveikio dydis (per dieną, per savaitę), didžiausias momentinis garso slėgis		×	×	
Vibraciją keliančios mašinos	Vibracijos intensyvumas, poveikio trukmė		×	×	
Elektros lauko įtampa	Ar tinkama izoliacija, įžeminimas ir kt.		×		×
Elektrostatinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė		×		×
Mechaninių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas					
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	Ar uždengtos mašinų dalys, ar tinkama apsauga		×	×	
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Ar tinkama įrankių apsaugų konstrukcija		×		×
Transportavimo įranga	Ar gresia pavojus darbuotojui būti sužalotam		×		×
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Ar gresia pavojus nukristi ir kt.		×		×
Fiziškai pavojingos medžiagos	Susižeidimo tikimybė įsijpaujant		×	×	
Psichofiziologinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas					
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Darbo galia (W), vienkartinio keliamo krovinio masė (kg), smulkių stereotipinių plaštakos ir pirštų judesių skaičius per pamainą		×		×
Darbo sunkumas (Statinis darbas)	Statinio krūvio dydis per pamainą prilaikant svorį (kg×s) viena ranka, dviem rankomis, dalyvaujant liemens ir kojų raumenims)		×		×
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	Įrangos išdėstymas matavimo lauko pasiekiamumo zonų horizontalioje ir vertikalioje plokštumose (1,2,3 zona)		×		×
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis (kg) (iki 4,5 kg, iki 9,0 kg, virš 9,0 kg)	×		×	
Darbo poza	Laisvas, nelaisvas, stovint, sėdint, darbas nuolat pasilenkus, darbas atsitūpus, ant kelių, aukštoje apribotoje erdvėje, pamainos laiko dirbant nepatogioje pozijoje dalis		×		×
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Vaikščiojimai, susiję su technologiniu procesu (km)	×		×	
Darbo įtampa (Dėmesys)	Vienu metu stebimų darbo proceso objektų skaičius, koncentravimo trukmė, informacinių signalų skaičius (per val.)		×		×
Darbo įtampa (Regos analizatoriai)	Stebimo objekto dydis (mm), objekto dydis (mm)	×		×	
Cheminių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas					
Procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių ilgalaikis poveikis sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	Galimybė patekti medžiagoms į organizmą įkvepiant, per odą ir kt., kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis		×		×
Dulkės (popieriaus plaušas)	Dulkių koncentracija ar tinkama ir pakankama ventilacija		×		×

Labiausiai pažeidžiami asmenys yra gamybos darbuotojai: pjovėjas, spaudėjas bei sandėlininkas. Šie darbininkai turi didžiausią riziką susidurti su pavojais kenkiančiais sveikatai. Dirbant su judančiais

mechanizmais labiausiai padidėja mechaninių ir fizinių veiksnių sukeltų pavojų rizika. Administracijos darbuotojai gali susidurti labiau su psichofiziologinių veiksnių sukeltų pavojų rizika.

Didžiausias rizikas kelia naudojami įrenginiai, todėl nustatant rizikos leistinumus kiekvienos pavojingos darbo vietos pavojus lyginame su normatyvinių dokumentų reikalavimais. Rizika priklauso nuo galimų pavojų. Rizikos tikimybės skaičiavimuose (20 lentelė) įvertiname pavojaus poveikio dydį, tikimybę ir apskaičiuojame galimą rizikos dydį pagal (13) formulę:

$$\text{Rizikos dydis} = \text{Pavojaus dydis} \times \frac{\text{Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė}}{\text{Pasekmės}} \quad (13)$$

20 lentelė. Rizikos įvertinimo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka (nepakanka)	Galimi trūkumai	Pavojaus dydis (balais)	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)
Spausdinimas	Mechaniniai	Mašina apsaugota kaip reikalaujama standartuose ir naudojimo instrukcijose	TAIP	Neatliktas profilaktinis techninis aptarnavimas	1	1	1	1
Įrenginių naudojimas	Triukšmas	Yra klausos apsaugos priemonių	NE	Nenustatytas mašinų skleidžiamas triukšmas pagal leistinus dydžius	2	1	2	4
Popieriaus pjaustymas	Mechaniniai	Operatorius kasdien tikrina popieriaus pjaustymo mašinos automatinų priemonių veiką	NE	Neužfiksuoti mašinos tikrinimo rezultatai-neaišku ar toks tikrinimas iš tikrųjų atliktas	2	3	1	6
Įrengimų valymo darbai	Kenksmingi chemikalai	Saugos priemonių naudojimas	NE	Neaišku ar naudojamos pirštinės atitinka reikalavimus	1	2	1	2
Medžiagų kėlimas	Kėlimas rankomis	Personalas apmokytas saugiai dirbti, dinaminio ir statinio darbo dydžiai neviršija leistinų pagal higienos normas dydžių	NE	Dėl didelio darbo krūvio keliami sunkūs svoriai	2	2	2	8
Padėklų saugojimas produktų sandėliavimas	Krintantys padėklai	Yra speciali vieta padėklams sustatyti	NE	Nestabili padėklų stirta	2	2	2	8
	Sugadinti padėklai	Atsargumo priemonių nesiiimta	NE	Naudojami pažeisti padėklai	2	2	1	4

21 lentelė. Rizikos sumažinimo veiksmų planas

Veikla	Reikalingi veiksmai	Veiksmų prioritetai, atsižvelgiant į rizikos dydį (balais)	Atsakingas	Veiksmų atlikimo terminas	Veiksmų atlikimo data
Spausdinimas	Saugiai elgtis su įranga, profilaktiškai atlikti techninius patikrinimus, neardyti	Trečiaeilis (1)	Vadovas	Iki sekančio techninio aptarnavimo	Kiekvieną pamainą
Įrenginių naudojimas	Naudoti triukšmą mažinančias apsaugos priemones	Pirmaeilis (4)	Vadovas	Nedelsiant, kai tik būtina	Kiekvieną pamainą
Popieriaus pjaustymas	Išlaikyti koncentraciją, patikrinti saugiklių būklę	Pirmaeilis (6)	Vadovas	Nedelsiant Kas savaitę	Kiekvieną pamainą
Įrengimų valymo darbai	Naudoti saugią aprangą, tinkamas pirštines, kitas apsaugos priemones	Antraeilis (2)	Vadovas	Nedelsiant, kai tik būtina	Kas kart prireikus
Medžiagų kėlimas	Įvertinti savo pajėgumus, išklaudyti darbų instruktažą, kelti mažesniais kiekiais	Pirmaeilis (8)	Vadovas	Nedelsiant, kai tik būtina	Kiekvieną pamainą
Padėklų saugojimas, produktų sandėliavimas	Sandėliuoti paletes pagal saugos reikalavimus, profilaktiškai tikrinti keltuvo būklę.	Pirmaeilis (4 - 8)	Vadovas	1 diena	Kiekvieną pamainą

21 lentelėje aprašyti reikalingi veiksmai norint išvengti dažniausiai pasitaikančių nelaimingų atsitikimų darbo vietoje. Gamybinėje įmonėje svarbu laikų atlikti technines įrenginių patikras, laikytis tvarkos bei darbų saugos reikalavimų ir išlaikyti koncentraciją. Atsiradus rizikai siūloma kuo ankstyvesnėje stadijoje ją pašalinti taikant įvairius sprendimo būdus. Imantis prevencinių priemonių, tokių kaip – darbuotojų darbų saugos instruktavimas, perspėjamųjų nuorodų įrengimas ar bendros tvarkos palaikymas galima išvengti potencialių nelaimingų atsitikimų.

Kadangi darbų saugai įmonėje atskiro asmens paskirta nėra, todėl už darbuotojus ir jų instruktavimą yra atsakingas įmonės vadovas.

4.3. Įmonės ekologinė darna

Popierius yra viena iš tų medžiagų, kuri nesunkiai gali būti perdirbta ir net ne vieną sykį. Makulatūra, surenkama iš gyventojų ar įstaigų, per nesudėtingą perdirbimo procesą tampa naujais gaminiais.

Viena iš pagrindinių įmonės veiklos kryptų, kuri taip pat yra viena iš globalių ekologinių problemų sprendimo būdų yra perdirbtų medžiagų, šiuo atveju – perdirbto popieriaus naudojimas spaudos darbams. Todėl tiek naudojimas tokios medžiagos, tiek likučių, nuopjovų ir k.t. makulatūros pridavimas atitinkamoms įstaigoms perdirbimui suteikia draugiškos aplinkai įmonės vardą.

Popieriaus perdirbimo pramonę Lietuvoje galima skirstyti į dvi dalis – įmones, kurios surenka popierių ir tas, kurios jį perdirba. Pagrindinę popieriaus produkciją Lietuvoje gamina AB “Grigeo”.

Ši įmonė taip pat ir surenka iš spaustuvių atliekų popierių. Prisidedant prie gamtos tausojimo siūloma įmonei sudaryti sutartį su šia perdirbimo įmone, taip prisidedant prie švarios aplinkos.

AB „Grigeo” yra pirmoji popieriaus gamybos įmonė Lietuvoje, gavusi kokybės vadybos sistemos ISO 9001 sertifikata. Vadovaujantis šia sistema, užtikrinama nuolatinė aukšta įmonės gaminamos produkcijos kokybė. 2012 m. įmonė gavo ir ISO 14001 aplinkos vadybos sertifikata, bei bendrovės gaminamiems sanitarinio – buitinio popieriaus produktams buvo suteiktas Europos Sąjungos ekologinis ženklas – „ES Gėlė“. AB Grigiškės yra pirmoji įmonė Lietuvoje, kurios gaminiami aplinkos apsaugos agentūra suteikė šį ženklą. ES ekologinis ženklas suteikiamas prekėms ir paslaugoms, kurios atitinka ES ženklinimo ekologiniu ženklu sistemos aplinkosaugos reikalavimus [16].

Kasmet Lietuvoje vienam šalies gyventojui tenka vidutiniškai apie 20 kilogramų popieriaus ir kartono atliekų, iš kurių išrūšiuojama ir perdirbama mažiau nei 4 kilogramai [17]. Šį rodiklį būtina didinti kuo plačiau skleidžiant informaciją apie perdirbimo naudą. Makulatūrai perdirbti taip pat yra naudojami resursai, turintys neigiamą įtaką aplinkai – popieriaus transportavimui naudojamas kuras, gamybai – vanduo ir energetiniai išteklių. Tačiau šie procesai yra kur kas efektyvesni ir labiau tausojantys aplinką, nei gaminant naują popierių iš medienos masės.

1 tona perdirbto popieriaus sutaupo apie:

- 15 medžių;
- 3200 Kw/h el. energijos;
- 40000 litrų vandens;
- 4 kubinius metrus sąvartyno vietos.

Pagal „Environmental Paper Network” asociacijos surinktus duomenis ir poveikio skaičiuoklę [18] galime apytiksliai paskaičiuoti ir palyginti, kiek mažesnę žalą aplinkai daro 1 tona 100 % perdirbto popieriaus lyginant su naujai gaminamu. Rezultatai pateikti 22 lentelėje.

22 lentelė. Perdirbto popieriaus žala gamtai lyginant su naujai gaminamu

Užterštumas	Naujai gaminamas popierius	100% perdirbtas popierius	Skirtumas
Medienos sunaudojimas (tonomis)	4	0	4
Energijos suvartojimas (MW)	9,7	6,5	3,2
Šiltnamio dujos (kg)	2540	1600	940
SO2 dujos (kg)	12,25	11,34	0,91
NOx (kg)	4,54	3,63	0,91
Sveikatai žalingos medžiagos (kg)	2,72	1,36	1,36
Į ora išleidžiami teršalai (kg)	3,36	0,45	2,91
Lakiosios medžiagos (kg)	3,36	0,91	2,45
Nuotekinis vanduo (litrais)	86500	44000	42500
Biocheminis deguonies suvartojimas (kg)	4,54	3,18	1,36
Cheminis deguonies suvartojimas (kg)	9,07	13,15	-4,08

Iš pateiktų duomenų matome, jog beveik visose grafose 100 % perdirbto popieriaus gamyba turi mažesnes vertes ir daro mažesnę poveikį aplinkai lyginant su naujai gaminamu popieriumi iš medienos masės. Išskyrus cheminio deguonies suvartojime matome padidėjusią vertę, kuri išauga dėl

to, kad popieriaus valymo metu į nuotekinį vandenį išleidžiama didesnis kiekis vandens su organinės kilmės medžiagų atliekomis.

Popierius yra vienas didžiausių atliekų šaltinių, todėl labai svarbu mažinti gamybos apimtį ir atliekas efektyviai panaudoti pakartotinai. Popierių po truputį keičia skaitmeniniai informacijos šaltiniai – kompiuteriai, telefonai, kuriuose informacija yra atnaujinama automatiškai, todėl tai turi dar didesnę teigiamą poveikį mažinant popieriaus naudojimą ir tuo pačiu poveikį gamtai. Tačiau popierius, kaip žaliava ateityje visiškai neišnyks, nes jis naudojamas ne tik informacijos perdavimui, bet ir buitiniam naudojimui. Todėl reikia imtis visų įmanomų priemonių, jog jo gamyba ir naudojimas būtų kuo draugiškesnis aplinkai.

Skaitmeninės spaudos technologija taip pat palyginus su kitomis yra saugi ir efektyvi energetiniu atžvilgiu. Spaudos mašina nedarbo režime tausoja energiją, optimaliai naudojami dažai (dažų milteliai), kurių 99 % atliekų yra surenkama atgal bei perdirbama. Gaunami nedideli spaudos pritaikymo virštiražiai ir maža broko tikimybė.

Įmonės veikla oro neteršia. Nuotekos yra tik komunalinės, leidžiamos į miesto vandentiekį, kur yra išvalomos. Cheminiai preparatai naudojami labai retai ir labai mažais kiekiais įrengimų ir patalpų valymui, todėl dėl mažo vartojimo nėra vertinamos kaip pavojingos aplinkai.

5. Projekto finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

5.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto investicijų skaičiavimas pradedamas nuo kaštų, reikalingų ilgalaikiam turtui įsigyti, skaičiavimo.

23 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai,		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	Eur	Struktūra	Eur
1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	189467	1. Akcininkų nuosavybė	100019,658
2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	3352,658	2. Paskolos	100000
3. Kiti kaštai (patalpų nuoma)	7200		
Viso kaštų:	200019,658	Viso šaltinių:	200019,658

23 lentelėje išskirtos pagrindinės pinigų sumos, kurios reikalingos norint įkurti spaustuve – įrenginiams, žaliavoms ir patalpų nuomai. Nuomos suma nurodyta pirmiesiems metams, likusių metų išlaidos nuomai įskaičiuotos į veiklos kaštus. Įmonės turtui įsigyti bus naudojami tiek savo turimos lėšos, tiek imama paskola.

5.2. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Skaičiuojant projekto kaštus, į juos įtraukiama įrangos įsigijimo suma. Į technologinių įrengimų vertę įskaityti priedai už garantijas, komplektavimą, tiekimo, pristatymo ir montavimo išlaidos bei PVM.

24 lentelė. Technologinių įrengimų vertė

Eil. Nr.	Įrengimo pavadinimas	Vieneto kaina	Kiekis	Vertė, Eur
1.	Stacionarus kompiuteris „HP Compaq Elite 8000“	340	5	1700
2.	Giljotina popieriui „POLAR D 115“	58925	1	58925
3.	Skaitmeninės spaudos mašina „Bizhub Press c1085“	116842	1	116842
4.	Lankstymo mašina „Ashgate Horizon P330“	12000	1	12000
Viso:				189467

24 lentelėje aprašyti pagrindiniai įrengimai, be kurių spaustuve negalėtų pilnai funkcionuoti ir vykdyti atitinkamų procesų, reikalingų produkcijai pagaminti. Į kompiuterių kainą įtraukiama ir išlaidos monitoriams. Spausdintuvas perkamas tik su svarbiausiomis sekcijomis – specialių priedų nėra perkama.

Technologinio proceso projektavimo metu apskaičiuota, kad įmonės gamybinėms paskirtims reikalingi 2 kompiuteriai (15 lent.). Dar trys kompiuteriai įsigijami papildomai – po vieną direktoriui, vadybininkui ir buhalterijos darbuotojui.

Taip pat apskaičiuojamos baldų įsigijimo išlaidos (25 lentelė). Pateiktos vidutinės, standartinių baldų rinkos kainos.

25 lentelė. Išlaidos baldams

Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Vertė, Eur	
		Vieno	Visų
1	2	3	4=2×3
Kompiuterio stalas	6	45	270
Kėdė	14	25	350
Spinta	4	80	320
Spintelė	4	35	140
Sofa	1	110	110
Stalas	6	32	192
Virtuvės stalas	2	55	110
Virtuvės kėdė	6	18	108
Stelažas popieriui	2	250	500
Stelažas popieriui ir gaminiams	2	170	340
Viso:			2440

5.3. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikį pirmaisiais projekto gyvavimo metais galima nustatyti apytiksliai, remiantis formule:

$$AL_1 = B_{GK1} / 360 \times n_{ap} \quad (13)$$

čia: n_{ap} – apyvartos trukmė, dienomis; B_{GK1} – pirmųjų metų gamybos kaštai, Eur.

Pagal 1 formulę apskaičiuojamas apyvartinių lėšų poreikis kiekvieniems kitiems projekto metams (naudojant atitinkamų metų gamybos kaštus) (26 lentelė).

Apyvartinio kapitalo/lėšų papildomas poreikis nustatomas pagal formulę:

$$\Delta AL_i = AL_i - AL_{i-1} \quad (14)$$

26 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
Gamybos kaštai, Eur	–	50289,866	59164,548	59164,548	56206,321	50289,866
Apyvartinių lėšų metinis poreikis, Eur	–	8381,644	9860,758	9860,758	9367,720	8381,644
Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, Eur	–	5028,987	1479,114	0,000	-493,038	-986,076
Apyvartinės lėšos, Eur	3352,658	–	–	–	–	–

5.4. Produkcijos gamybos apimties planavimas

Atliekant gamybos planavimo procesą, yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui penkerių metų laikotarpiui, pradedant rinkos įsisavinimu ir baigiant pardavimo masto smukimu. 27 lentelėje pateiktas gamybos apimties planas imant, kad brandos metais (2 ir 3)

įsisavinimo koeficientas bus lygus 1. Pirmais metais gamyba mažesnė dėl įėjimo į rinką, paskutiniai – įvertinamas pardavimų smukimas.

27 lentelė. Produkcijos gamybos apimties planavimas

Projekto metai	Įsisavinimo koeficientas	Gaminama produkcija									
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
I	0,8	1200000	320000	96000	20000	8000	24000	3600	4000	8000	2400
II	1	1500000	400000	120000	25000	10000	30000	4500	5000	10000	3000
III	1	1500000	400000	120000	25000	10000	30000	4500	5000	10000	3000
IV	0,9	1350000	360000	108000	22500	9000	27000	4050	4500	9000	2700
V	0,8	1200000	320000	96000	20000	8000	24000	3600	4000	8000	2400

5.5. Gamybos kaštų skaičiavimas

Kai žinomas gamybos ir pardavimų planas, toliau galima skaičiuoti žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kitų išteklių poreikį, reikalingą planuojamai gamybos apimčiai įvykdyti. Remiantis apskaičiuotu išteklių poreikiu natūriniais vienetais ir jų verte, sudaromas gamybos kaštų planas: apskaičiuojamos tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos penkiems projekto gyvavimo metams atskirai.

5.6. Tiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Tiesioginėms gamybos išlaidoms priskiriami visi pagrindinių medžiagų kaštai, išlaidos pagrindinių darbuotojų darbo užmokesčiui bei energija sunaudota technologiniams procesams vykdyti.

28 lentelėje paskaičiuotos reikalingos išlaidos pagrindinėms medžiagoms – dažų ir popieriaus preliminarus sunaudojimas gaminant 10 produktų rūšių penkis metus pagal numatytą gamybos planą. Brandos metų (2 ir 3 metų) skaičiavimai pavaizduoti išsamiai.

28 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų planas

Medžiagos, žaliavos pavadinimas / gaminys	Gamybos planas, vnt.	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, natūriniais vnt.	Medžiagos kaina, Eur / vnt.	Medžiagos poreikis, natūriniais vienetais	Medžiagų kaštai, Eur	
					Viso, Eur	Gaminio kaina, Eur / vnt.
1 ir 5 metai						
Vienpusė vizitinė	1200000				4200,00	0,0035
Dvipusė vizitinė	320000				1408,33	0,004401
A5 skrajutė	96000				845,00	0,008802
A3 plakatas	20000				1075,00	0,05375
Dvipusis lankstinukas A3	8000				365,00	0,045625
Dvipusis lankstinukas A4	24000				580,00	0,024167
Kainos kortelė	3600				135,50	0,037639
Skirtukas	4000				192,50	0,048125
A6 kvietimas	8000				245,00	0,030625
Plakatas A4	2400				135,00	0,05625
2 ir 3 metai						
Vienpusė vizitinė	1500000					
Popierius		62500	0,07		4375,00	0,004

Dažai			25	35	875,00	
Iš viso:	-	-	-	-	5250,00	
Dvipusė vizitinė	400000					
Popierius		16666,67	0,07		1166,67	0,004
Dažai			25	24	600,00	
Iš viso:	-	-	-	-	1766,67	
A5 skrajutė	120000					
Popierius		30000	0,03		900,00	0,009
Dažai			25	6	150,00	
Iš viso:	-	-	-	-	1050,00	
A3 plakatas	25000					
Popierius		25000	0,05		1250,00	0,054
Dažai			25	4	100,00	
Iš viso:	-	-	-	-	1350,00	
Dvipusis lankstinukas A3	10000					
Popierius		10000	0,03		300,00	0,045
Dažai			25	6	150,00	
Iš viso:	-	-	-	-	450,00	
Dvipusis lankstinukas A4	30000					
Popierius		15000	0,04		600,00	0,024
Dažai			25	5	125,00	
Iš viso:	-	-	-	-	725,00	
Kainos kortelė	4500					
Popierius		187,5	0,07		13,13	0,036
Dažai			25	6	150,00	
Iš viso:	-	-	-	-	163,13	
Skirtukas	5000					
Popierius		312,5	0,07		21,88	0,044
Dažai			25	8	200,00	
Iš viso:	-	-	-	-	221,88	
A6 kvietimas	10000					
Popierius		1250	0,12		150,00	0,03
Dažai			25	6	150,00	
Iš viso:	-	-	-	-	300,00	
Plakatas A4	3000					
Popierius		1500	0,05		75,00	0,058
Dažai			25	4	100,00	
Iš viso:	-	-	-	-	175,00	
4 metai						
Vienpusė vizitinė	1350000				4712,50	0,003
Dvipusė vizitinė	360000				1575,00	0,004
A5 skrajutė	108000				935,00	0,009
A3 plakatas	22500				1200,00	0,053
Dvipusis lankstinukas A3	9000				395,00	0,044
Dvipusis lankstinukas A4	27000				640,00	0,024
Kainos kortelė	4050				136,81	0,034
Skirtukas	4500				194,69	0,043
A6 kvietimas	9000				260,00	0,029
Plakatas A4	2700				142,50	0,053

29 lentelėje paskaičiuoti atsiskaitymai su darbuotojais, kurie tiesiogiai susiduria su produkcijos gamyba įmonėje.

29 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Pagrindinis fondas, tūkst. Eur	Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	Su darbuotojais susijusios išlaidos, tūkst. Eur
1	2	3	4=2x3x12 mėn.	5=1,79 % nuo 4	6=4+5
Skaitmeninės spaudos operatorius - lankuotojas	1	600	7,2	0,129	7,329
Pjovėjas- lankstymo aparato operatorius	1	580	6,96	0,125	7,085
Sandėlininkas - pakuotojas	1	560	6,72	0,120	6,840
Viso:					21,254

30 lentelėje paskaičiuotos išlaidos elektros energijai, reikalingos pastoviam gamybinės įrangos darbui užtikrinti atsižvelgiant į preliminarų darbo valandų skaičių.

30 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai (variklių darbui)

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Įrengimų skaičius	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius per metus, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, Eur
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8=6x7
1	„HP Compaq Elite 8000“	5	0,73	1800	1314	0,114	149,800
2	Giljotina popieriui „POLAR D 115“	1	4,5	1800	8100	0,114	923,400
3	Skaitmeninės spaudos mašina „Bizhub Press c1085“	1	5,8	1700	10368	0,114	1180,580
4	Lankstymo mašina „Ashgate Horizon P330“	1	0,6	20	12	0,114	1,368
Iš viso:							2255,148

5.7. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Skaičiuojant netiesiogines darbo išlaidas priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai darbo, medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos/sąnaudos. 31 lentelėje apskaičiuojamas dizainerio darbo užmokestis.

31 lentelė. Netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Pagrindinis fondas, tūkst. Eur	Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	Su darbuotojais susijusios išlaidos, tūkst. Eur
1	2	3	4=2x3x12 mėn.	5=1,79 % nuo 4	6=4+5
Dizainerė/is	1	600	7,2	0,129	7,329
Viso:					7,329

Toliau apskaičiuojamos netiesioginės išlaidos buitiniam vandeniui (32 lentelė), patalpų apšvietimui (33 lentelė) bei šildymui (34 lentelė). Šildymo ir vandens mazgų eksploataavimo išlaidos įtrauktos į kainą.

32 lentelė. Netiesioginės išlaidos vandeniui

Rodikliai	Reikšmė
Vandens tarifas, Eur/m ³	1,33
Gamybiniai cechai:	
Vandens poreikis, m ³	114,00
Išlaidos vandeniui, Eur	151,62

Vandens sunaudojimas nėra didelis, nes įmonėje nedaug darbuotojų, vanduo naudojamas tik asmeniniams poreikiams.

33 lentelė. Netiesioginės išlaidos apšvietimui

Eil. Nr.	Išlaidų pavadinimas	Patalpų plotas, m ²	Apšvietimo norma, W/m ²	Energijos kiekis patalpoms apšviesti, kWh	1 kWh kaina. Eur	Išlaidos apšvietimui per metus, Eur
1	2	3	4	5	6	7
1	Patalpų apšvietimas	114	50	5700	0,114	649,80
2	Eksploatacija					19,95
Viso:						669,75

34 lentelė. Netiesioginės išlaidos šildymui

Eil. Nr.	Patalpos	Patalpų plotas, m ²	1 m ² apšildymo išlaidos per mėnesį, eur	Mėnesių skaičius	Metinės išlaidos, eur
1	2	3	4	5	6
1	Gamybinės patalpos	114	1,26	6	861,84

Išlaidos gamybos skyriaus šildymui paskaičiuotos tik šaltajam metų periodui – 6 mėnesiams.

Įrangos amortizaciniai atsiskaitymai paskaičiuoti metams (35 lentelė) (projekto 5 metų periode kasmet suma bus ta pati).

35 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, eur	Viso, eur	Normatyvinė pagr. priemonių eksploataavimo trukmė, metai (T)	Likvidacinė vertė	Amortizacija	Likutinė vertė
Ilgalaikis materialusis turtas							
„HP Compaq Elite 8000“	5	340	1700	15	170,0	102,00	1598,00
Giljotina popieriui „POLAR D 115“	1	58925	58925	30	5892,5	1767,75	57157,25

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, eur	Viso, eur	Normatyvinė pagr. priemonių eksploataavimo trukmė, metai (T)	Likvidacinė vertė	Amortizacija	Likutinė vertė
Skaitmeninės spaudos mašina „bizhub press c1085“	1	116842	116842	30	11684,2	3505,26	113336,74
Lankstymo mašina „Ashgate Horizon P330“	1	12000	12000	30	1200,0	360,00	11640,00
Viso:		188107	189467		18946,7	5735,01	183731,99
Ilgalaikis nematerialusis turtas							
Corel Draw X8	1	630	630	5	63,0	113,40	516,60
Adobe Iliustrator CC	1	598	598	5	59,8	107,64	490,36
Operacinė sistema Windows 10	2	145	290	5	29,0	52,20	237,80
Viso:	-	-	380452	-		273,24	380178,76

36 lentelė. Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata

Išlaidų rūšys	Suma, Eur
1. Darbo užmokestis	7200,00
2. Atskaitymai VSD, GF ir IDIF	129,00
3. Energija ir šildymas	1683,21
4. Amortizaciniai atskaitymai	6008,25
Viso:	15020,46

37 lentelė. Netiesioginių gamybos išlaidų paskirstymas

Rodikliai	Viso	Gaminiai									
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
	100	43,5	25	19	3	2	5	0,5	0,5	1	0,5
Netiesioginės gamybos išlaidos, Eur	15020,46	6533,90	3755,12	2853,89	450,61	300,41	751,02	75,10	75,10	150,20	75,10

Išsiaiškinus pagrindines gamybos tiesiogines ir netiesiogines išlaidas galima apskaičiuoti gamybos kaštus. 38 lentelėje aprašyto gaminio gamybinė savikaina parodo vieno gaminio gamybos išlaidas ir apskaičiuojama, dalinant visą gaminio gamybos kaštų sumą iš jo gamybos apimtį.

38 lentelė. Gamybos kaštai

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, Eur										
	Gaminiai										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Iš viso
1. Tiesioginės gamybos išlaidos, iš viso	16204,249	9312,787	7077,718	1117,534	745,023	1862,557	186,256	186,256	372,511	186,256	37251,148
1.1. Pagrindinės medžiagos	4981,475	2862,917	2175,817	343,550	229,033	572,583	57,258	57,258	114,517	57,258	11451,667
1.2. Medžiagų transportavimo ir sandėliavimo išlaidos	996,295	572,583	435,163	68,710	45,807	114,517	11,452	11,452	22,903	11,452	2290,333
1.4. Elektros energija *	980,989	563,787	428,478	67,654	45,103	112,757	11,276	11,276	22,551	11,276	2255,148
1.5. Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	9082,800	5220,000	3967,200	626,400	417,600	1044,000	104,400	104,400	208,800	104,400	20880,000
1.6. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	162,690	93,500	71,060	11,220	7,480	18,700	1,8700	1,8700	3,740	1,870	374,000
2. Gamybinės netiesioginės išlaidos	6533,9001	3755,1150	2853,8874	450,6138	300,4092	751,0230	75,1023	75,1023	150,2046	75,1023	15020,460
3. Iš viso gamybos kaštų, tūkst.Eur:	22738,149	13067,902	9931,606	1568,148	1045,432	2613,580	261,358	261,358	522,716	261,358	52271,608
3.1. – iš jų, be medžiagų ir energijos išlaidų, tūkst.Eur	16775,685	9641,198	7327,311	1156,944	771,296	1928,240	192,824	192,824	385,648	192,824	38564,793
3.2. – iš jų, be medžiagų ir energijos išlaidų, %	43,5	25	19	3	2	5	0,5	0,5	1	0,5	100
4. Produkcijos gamybos planas, tūkst.vnt.	1500000	400000	120000	25000	10000	30000	4500	5000	10000	3000	2107500
5. Gaminio gamybinė savikaina, Eur	0,015	0,033	0,083	0,063	0,105	0,087	0,058	0,052	0,052	0,087	–

Pirmi metai											
Viso gamybos kaštų, eur	19327,427	11107,717	8441,865	1332,926	888,617	2221,543	222,154	222,154	444,309	222,154	44430,867
4. Produkcijos gamybos planas, vnt.	1200000	320000	96000	20000	8000	24000	3600	4000	8000	2400	–
Gaminio gamybinė savikaina, eur	0,016	0,035	0,088	0,067	0,111	0,093	0,062	0,056	0,056	0,093	–
Antri metai											
Viso gamybos kaštų, eur	22738,149	13067,902	9931,606	1568,148	1045,432	2613,580	261,358	261,358	522,716	261,358	52271,608
4. Produkcijos gamybos planas, vnt.	1500000	400000	120000	25000	10000	30000	4500	5000	10000	3000	–
Gaminio gamybinė savikaina, eur	0,015	0,033	0,083	0,063	0,105	0,087	0,058	0,052	0,052	0,087	–
Treti metai											
Viso gamybos kaštų, eur	22738,149	13067,902	9931,606	1568,148	1045,432	2613,580	261,358	261,358	522,716	261,358	52271,608
4. Produkcijos gamybos planas, vnt.	1500000	400000	120000	25000	10000	30000	4500	5000	10000	3000	–
Gaminio gamybinė savikaina, eur	0,015	0,033	0,083	0,063	0,105	0,087	0,058	0,052	0,052	0,087	–
Ketvirtį metai											
Viso gamybos kaštų, eur	21601,242	12414,507	9435,025	1489,741	993,161	2482,901	248,290	248,290	496,580	248,290	49658,028
4. Produkcijos gamybos planas, vnt.	1350000	360000	108000	22500	9000	27000	4050	4500	9000	2700	–
Gaminio gamybinė savikaina, eur	0,016	0,034	0,087	0,066	0,110	0,092	0,061	0,055	0,055	0,092	–
Penkti metai											
Viso gamybos kaštų, eur	19327,427	11107,717	8441,865	1332,926	888,617	2221,543	222,154	222,154	444,309	222,154	44430,867
4. Produkcijos gamybos planas, vnt.	1200000	320000	96000	20000	8000	24000	3600	4000	8000	2400	–
Gaminio gamybinė savikaina, eur	0,016	0,035	0,088	0,067	0,111	0,093	0,062	0,056	0,056	0,093	–

5.8. Veiklos sąnaudų skaičiavimas

Skaičiuojant veiklos sąnaudas į jas yra įtraukos pardavimų sąnaudos (reklama ir prekių išvežimas) bei administracinės ir bendrosios sąnaudos, tokios kaip: administracijos darbuotojų užmokestis, mokesčiai, išlaidos už elektra, transportą, remontą, nuomą. Veiklos darbuotojų užmokesčio skaičiavimai pateikti 39 lentelėje. Veiklos sąnaudų skaičiavimų suvestinė pateikta 40 lentelėje.

39 lentelė. Veiklos darbuotojų darbo užmokestis

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Pagrindinis fondas, tūkst. Eur	Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	Su darbuotojais susijusios išlaidos, tūkst. Eur
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4=2×3×12 mėn.</i>	<i>5=1,79 % nuo 4</i>	<i>6=4+5</i>
Direktorius/ė	1	900	10,8	0,193	10,993
Buhalterė	1	600	7,2	0,129	7,329
Vadybininkė/as	1	600	7,2	0,129	7,329
Viso:					25,651

40 lentelė. Veiklos sąnaudos

Išlaidų rūšys	Suma, Eur
1. Pardavimų sąnaudos:	
1.1.Reklama ir skelbimai	1568,15
1.2.Prekių išvežimas	2613,58
2. Bendrosios ir administracinės sąnaudos:	
2.2.Administracijos darbuotojų darbo užmokestis	25200,00
2.3.Atskaitymai VSD, GF ir IDIF	451,08
2.4.Energija	592,65
2.5.Administracijos transporto remonto ir išlaikymo išlaidos	800,00
2.6.Ryšių paslaugos	500,00
2.7.Nuoma	7200,00
2.8.Mokesčiai ir rinkliavos (kelių mokestis)	522,72
Iš viso:	39448,17

Reklamai skirta 3 %, prekių išvežimui 5 %, mokesčiams 1 % nuo parduodamos produkcijos gamybos kaštų sumos.

Veiklos sąnaudos yra netiesioginės, pastovios išlaidos, kurias atskiriems gaminiams paskirstome proporcingai jų gamybos kaštų struktūrai (41 lentelė). Skaičiavimai atlikti atskirai pirmiems metams ir kartu brandos (2 ir 3 metams) bei kartu 4 ir 5 metams.

41 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas

Rodikliai	Iš viso	Gaminiai									
		1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	9G	10G
1, 5 metai											
Gamybos kaštai %	100	43,5	25	19	3	2	5	0,5	0,5	1	0,5
Veiklos sąnaudos, Eur	39448,17	17159,96	9862,04	7495,15	1183,45	788,96	1972,41	197,24	197,24	394,48	197,24
Pard. planas, tūkst. vnt.	1686	1200	320	96	20	8	24	3,6	4	8	2,4
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	0,014	0,031	0,078	0,059	0,099	0,082	0,055	0,049	0,049	0,082
2, 3 metai											
Veiklos sąnaudos, Eur	39448,17	17159,96	9862,04	7495,15	1183,45	788,96	1972,41	197,24	197,24	394,48	197,24
Pard. planas, tūkst. vnt.	2107,5	1500	400	120	25	10	30	4,5	5	10	3
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	0,011	0,025	0,063	0,047	0,079	0,066	0,044	0,039	0,039	0,066
4 metai											
Veiklos sąnaudos, Eur	39448,17	17159,96	9862,04	7495,15	1183,45	788,96	1972,41	197,24	197,24	394,48	197,24
Pard. planas, tūkst. vnt.	1896,75	1350	360	108	22,5	9	27	4,05	4,5	9	2,7
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	0,013	0,028	0,069	0,053	0,088	0,073	0,049	0,044	0,044	0,073

5.9. Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudoms priskiriamos palūkanos už banko paskolas. Rekomenduotina ieškoti pigesnių investicijų padengimo šaltinių, todėl siekiant sumažinti kapitalo kainą, tikslinga imti ilgalaikę paskolą.

Metinės palūkanos, esant paprastiems procentams, apskaičiuojamos pagal formulę:

$$P = \frac{K}{N} \times 100 \quad (15)$$

Čia: P – metinės palūkanos, tūkst. Eur.

K – banko paskolos dydis, tūkst. Eur.

N – palūkanų norma, proc.

Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas pateikiamas 42 lentelėje.

42 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
1. Paskolos suma, Eur	100000	80000	60000	40000	20000
2. Metinė palūkanų norma, proc.	5	5	5	5	5
3. Palūkanos, Eur	5000	4000	3000	2000	1000
4. Paskolos padengimas, Eur	20000	20000	20000	20000	20000

5.10. Gaminių kainos apskaičiavimas

Kad būtų galima planuoti realizacines pajamas, reikia nustatyti gaminių kainas. Gaminių kainos skaičiuojamos remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma.

43 lentelė. Gaminių kainų apskaičiavimas

Gaminys	Gaminio gamybinė savikaina, Eur.	Gaminiui priskirtos veiklos sąnaudos, Eur.	Palūkanos	Gaminio pilnoji savikaina, Eur.	Pelnas (antkainis)		Gaminio kaina, Eur.	Gamybos apimtis	Pardavimo pajamos	Gamybos kaštai
					Pelnin-gumo %	Eur.				
1 metai										
1G	0,016	0,013	0,002	0,031	50 %	0,015	0,046	1200000	55133,582	36755,721
2G	0,035	0,027	0,004	0,066	50 %	0,033	0,099	320000	31685,967	21123,978
3G	0,088	0,069	0,010	0,167	60 %	0,100	0,268	96000	25686,757	16054,223
4G	0,067	0,053	0,008	0,127	60 %	0,076	0,203	20000	4055,804	2534,877
5G	0,111	0,088	0,013	0,211	50 %	0,106	0,317	8000	2534,877	1689,918
6G	0,093	0,073	0,010	0,176	50 %	0,088	0,264	24000	6337,193	4224,796
7G	0,062	0,049	0,007	0,117	60 %	0,070	0,188	3600	675,967	422,480
8G	0,056	0,044	0,006	0,106	60 %	0,063	0,169	4000	675,967	422,480
9G	0,056	0,044	0,006	0,106	60 %	0,063	0,169	8000	1351,935	844,959
10G	0,093	0,073	0,010	0,176	60 %	0,106	0,282	2400	675,967	422,480
2 metai										
1G	0,015	0,011	0,001	0,028	50 %	0,014	0,042	1500000	62457,158	41638,105
2G	0,033	0,025	0,003	0,060	50 %	0,030	0,090	400000	35894,919	23929,946
3G	0,083	0,062	0,006	0,152	60 %	0,091	0,242	120000	29098,814	18186,759
4G	0,063	0,047	0,005	0,115	60 %	0,069	0,184	25000	4594,550	2871,593
5G	0,105	0,079	0,008	0,191	50 %	0,096	0,287	10000	2871,593	1914,396
6G	0,087	0,066	0,007	0,160	50 %	0,080	0,239	30000	7178,984	4785,989
7G	0,058	0,044	0,004	0,106	60 %	0,064	0,170	4500	765,758	478,599
8G	0,052	0,039	0,004	0,096	60 %	0,057	0,153	5000	765,758	478,599
9G	0,052	0,039	0,004	0,096	60 %	0,057	0,153	10000	1531,517	957,198
10G	0,087	0,066	0,007	0,160	60 %	0,096	0,255	3000	765,758	478,599
3 metai										
1G	0,015	0,011	0,001	0,027	50 %	0,014	0,041	1500000	61804,658	41203,105
2G	0,033	0,025	0,002	0,059	50 %	0,030	0,089	400000	35519,919	23679,946
3G	0,083	0,062	0,005	0,150	60 %	0,090	0,240	120000	28794,814	17996,759
4G	0,063	0,047	0,004	0,114	60 %	0,068	0,182	25000	4546,550	2841,593
5G	0,105	0,079	0,006	0,189	50 %	0,095	0,284	10000	2841,593	1894,396
6G	0,087	0,066	0,005	0,158	50 %	0,079	0,237	30000	7103,984	4735,989
7G	0,058	0,044	0,003	0,105	60 %	0,063	0,168	4500	757,758	473,599
8G	0,052	0,039	0,003	0,095	60 %	0,057	0,152	5000	757,758	473,599
9G	0,052	0,039	0,003	0,095	60 %	0,057	0,152	10000	1515,517	947,198
10G	0,087	0,066	0,005	0,158	60 %	0,095	0,253	3000	757,758	473,599
4 metai										
1G	0,016	0,013	0,001	0,029	50 %	0,015	0,044	1350000	59446,797	39631,198
2G	0,034	0,027	0,001	0,063	50 %	0,032	0,095	360000	34164,826	22776,551

3G	0,087	0,069	0,004	0,160	60 %	0,096	0,256	108000	27696,286	17310,178
4G	0,066	0,053	0,003	0,121	60 %	0,073	0,194	22500	4373,098	2733,186
5G	0,110	0,088	0,004	0,202	50 %	0,101	0,304	9000	2733,186	1822,124
6G	0,092	0,073	0,004	0,169	50 %	0,084	0,253	27000	6832,965	4555,310
7G	0,061	0,049	0,002	0,112	60 %	0,067	0,180	4050	728,850	455,531
8G	0,055	0,044	0,002	0,101	60 %	0,061	0,162	4500	728,850	455,531
9G	0,055	0,044	0,002	0,101	60 %	0,061	0,162	9000	1457,699	911,062
10G	0,092	0,073	0,004	0,169	60 %	0,101	0,270	2700	728,850	455,531
5 metai										
1G	0,016	0,014	0,000	0,031	50 %	0,015	0,046	1200000	55383,575	36922,383
2G	0,035	0,031	0,001	0,066	50 %	0,033	0,099	320000	31829,641	21219,760
3G	0,088	0,078	0,002	0,168	60 %	0,101	0,269	96000	25803,229	16127,018
4G	0,067	0,059	0,002	0,127	60 %	0,076	0,204	20000	4074,194	2546,371
5G	0,111	0,099	0,003	0,212	50 %	0,106	0,318	8000	2546,371	1697,581
6G	0,093	0,082	0,002	0,177	50 %	0,088	0,265	24000	6365,928	4243,952
7G	0,062	0,055	0,001	0,118	60 %	0,071	0,189	3600	679,032	424,395
8G	0,056	0,049	0,001	0,106	60 %	0,064	0,170	4000	679,032	424,395
9G	0,056	0,049	0,001	0,106	60 %	0,064	0,170	8000	1358,065	848,790
10G	0,093	0,082	0,002	0,177	60 %	0,106	0,283	2400	679,032	424,395

5.11. Projekto grynujų pinigų srautų apskaičiavimas

44 lentelėje pateiktos pelno (nuostolio) ataskaita, pelno paskirstymo ataskaita ir apskaičiuoti grynieji pinigų srautai.

Bendras pelnas skaičiuojamas kaip pardavimų apimties ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas. Veiklos pelnas (nuostolis) apskaičiuojamas iš bendrojo pelno atimant veiklos sąnaudas. Grynasis pelnas – tai pelnas liekantis įmonei, atskaičius pelno mokestį, kuris Lietuvos respublikoje sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos.

44 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita

Metai	1	2	3	4	5
Rodikliai	Suma, Eur.	Suma, Eur.	Suma, Eur.	Suma, Eur.	Suma, Eur.
1. Pardavimo pajamos	128814,016	145924,809	144400,309	138891,405	129398,099
2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	84495,911	95719,783	94719,783	91106,202	84879,042
3. Bendras pelnas	44318,105	50205,026	49680,526	47785,203	44519,057
4. Veiklos sąnaudos	31558,540	39448,175	39448,175	35503,357	31558,540
5. Veiklos pelnas	12759,566	10756,851	10232,351	12281,846	12960,518
7. Pelnas prieš apmokestinimą	12759,566	10756,851	10232,351	12281,846	12960,518
8. Pelno mokestis	1913,935	1613,528	1534,853	1842,277	1944,078
9. Grynasis pelnas	10845,631	9143,324	8697,499	10439,569	11016,440

Pinigų srautų ataskaitoje parodomi per ataskaitinį laikotarpį gauti ir išleisti pinigai. Prognozuojant pinigų srautus atskirai nustatomi pinigų srautai iš įmonės veiklos, pinigų srautai iš investicinės veiklos, pinigų srautai iš finansinės veiklos. Apskaičiuojant investicijų efektyvumą, įvertinami kiekvieno laikotarpio grynujų pinigų srautai iš įmonės veiklos bei pinigų srautai iš investicinės veiklos. Pinigų srautai iš įmonės veiklos apskaičiuojami prie grynojo pelno pridėdant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas; atimant papildomas investicijas į apyvartinį kapitalą bei eliminavus finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas. Įmonės finansinės būklės ataskaita pateikta 45 lentelėje.

45 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita

Eil. Nr.	Rodikliai	„0“ metais	1 metais	2 metais	3 metais	4 metais	5 metais
I.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)	-	10845,631	9143,324	8697,499	10439,569	11016,440
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos	-	273,240	273,240	273,240	273,240	273,240
1.3.	Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	10162,058	4443,087	1306,790	0,000	-435,597	-871,193
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas*						
	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1+1.2+1.3+1.4)	-10162,058	6675,784	8109,773	8970,739	11148,406	12160,873
II.	Pinigų srautai iš investicinės veiklos						
2.1.	Ilgalaikio turto perleidimas (įsigijimas)	193425,000	-	-	-	-	380178,760
2.2.	Grynieji pinigų srautai iš investicinės veiklos	-193425,000	-	-	-	-	380178,760
III.	Bendri metiniai pinigų srautai (I+II)	-203587,058	6675,784	8109,773	8970,739	11148,406	392339,633

5.12. Investicijų efektyvumo vertinimas

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas T – tai laikas per kurį diskontuoti projekto grynieji pinigų srautai padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant diskontuotus GPS ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui.

Atsipirkimo laikas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T = T_{t-1} + \frac{BGPS_{t-1}}{GPS_t} \quad (16)$$

T_{t-1} – metai prieš visišką išmokų padengimą,

$BGPS_{t-1}$ – suminis pinigų srautas prieš visišką išmokų padengimą.

GPS_t – visiško padengimo metų grynasis pinigų srautas.

Diskontuotų pinigų srautų skaičiavimas pateiktas 46 lentelėje.

46 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai

Metai	Projekto GPS		Diskontuoti	
	Metiniai GPS	Bendri GPS	Metiniai GPS	Bendri GPS
0	-203587,06	-203587,06	-203587,06	-203587,06
1	6675,78	-196911,27	6357,89	-197229,17
2	8109,77	-188801,50	7355,80	-189873,36
3	8970,74	-179830,76	7749,26	-182124,10
4	11148,41	-168682,36	9171,82	-172952,28
5	392339,63	223657,28	307408,37	134456,09

Kadangi projekto įgyvendinimas trunka 5 metus, tai projektas priimtinas, jei $T < 5$ metai. Apskaičiuotas T yra $4,56 < 5$, todėl investicijos laikomos efektyviomis.

Susumavus grynuosius pinigų srautus gaunamas GEV (grynosios esamosios vertės) rodiklis (134456,09 Eur.), pagal kurį galime teigti, kad tokia suma padidės įmonės turtas.

Investicijų vertinimo lentelėje (47 lentelė) pateikti svarbiausi rodikliai, kurie yra reikalingi norint įvertinti investicijas.

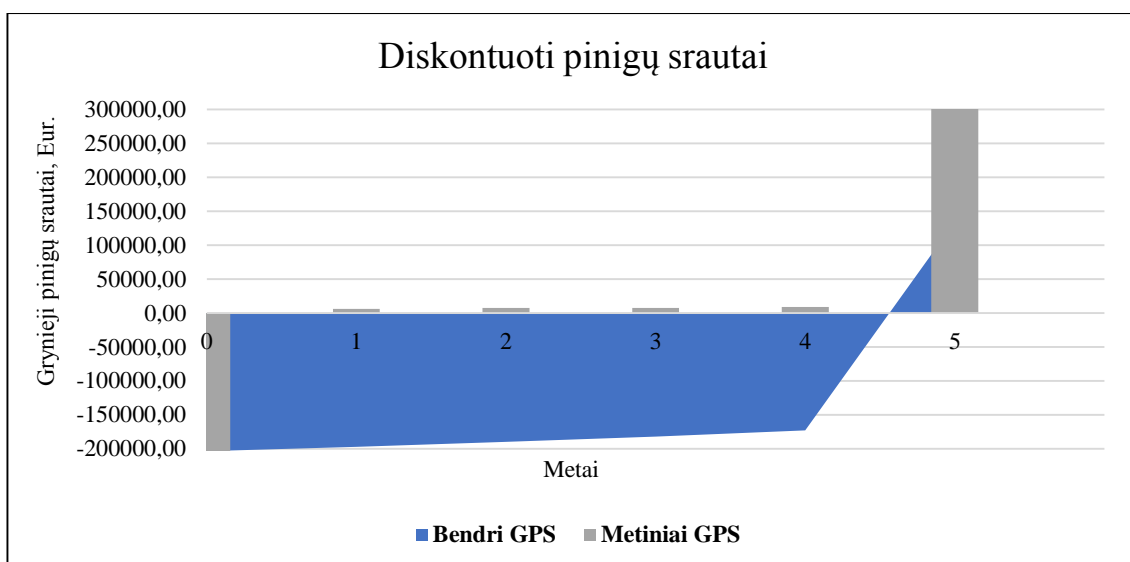
- diskontuotas investicijų atsipirkimo laikas (T);
- grynoji esamoji vertė (GEV);
- vidinė pelno norma (IRR);
- pelningumo indekso skaičiavimas (PI).

47 lentelė. Investicijų vertinimo rodikliai

T	4,56
IRR	17 %
GEV	134456,09
MIRR	16,2 %
PI	1,66

Iš pateiktų duomenų matome, kad gautas pelningumo indeksas – $1,66 > 1$, todėl projekto įgyvendinimas yra priimtinas. Remiantis diskontuotų pinigų lentele nubraižomas investicijų atsipirkimo grafikas (20 pav.).

Pagal diagramos duomenis galime teigti, kad projekto investicijos atsipirks po 4 metų ir 6 mėnesių.



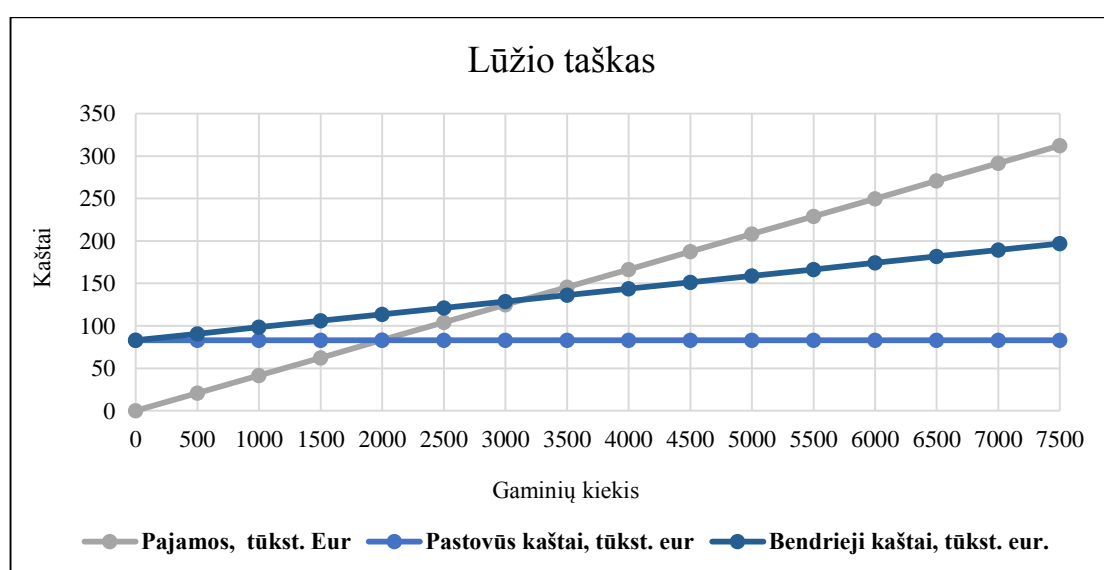
20 pav. Investicijų atsipirkimo diagrama

5.13. Projekto lūžio taškas

Lūžio taškas (arba lūžio momentas) – tai tokia gamybos ir pardavimų apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios bendriesiems gamybos kaštams (kintamų ir pastovių kaštų sumai), o įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio taško grafiką galima nustatyti, kokį kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla taptų pelninga. Lūžio taškas randamas imant pirmojo gaminio – vizitinės (daugiausiai gaminamo) brandos – antrų metų rodiklius (48 lentelė, 21 pav.).

48 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas

Rodikliai	Rodikliai
Pastoviųjų kaštų suma, Eur	83172,75
Gaminio kaina, Eur	0,0416
Gaminio kintamieji kaštai, Eur	0,015
Lūžio taškas, vnt.	3141043
Gamybos apimtis, vnt.	1500000



21 pav. Lūžio taško diagrama

Lūžis įvyksta pagaminus 3141043 vnt. vizitinių kortelių. Pardavus tokį kiekį gaminių gaunamos 130,787 tūkst. eurų pajamos, kurios kartu su gamybos apimčių didėjimu toliau auga.

Projekto balansas parodo kiekvienų projekto metų grynuosius pinigų srautus (GPS) ir būsimuosius GPS, t.y. sukauptus po atitinkamų metų. Projekto balansas pateiktas 49 lentelėje.

49 lentelė. Projekto balansas

Projekto gyvavimo metai	0	1	2	3	4	5
0	-203587,06	-203587,06	-203587,06	-203587,06	-203587,06	-203587,06
1	-	6675,78	6675,78	6675,78	6675,78	6675,78
2	-	-	8109,77	8109,77	8109,77	8109,77
3	-	-	-	8970,74	8970,74	8970,74
4	-	-	-	-	11148,41	11148,41
5	-	-	-	-	-	392339,63
Būsimieji GPS	-203587,06	-196911,27	-188801,50	-179830,76	-168682,36	223657,28

5.14. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai brandos stadijoje pateikti 50 lentelėje.

50 lentelė. Projekto finansiniai ir ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Projekte
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:	
Vienpusė vizitinė	1500000
Dvipusė vizitinė	400000
Skrajutė	120000
Plakatas	25000
Dvipusis lankstinukas A3	10000
Dvipusis lankstinukas A4	30000
Kainos kortelė	4500
Skirtukas	5000
Kvietimas	10000
Plakatas	3000
2. Realizacinės pajamos, tūkst. Eur	145,925
3. Įmonės personalas, žmonėmis:	7
Tame skaičiuje darbininkai	4
4. Darbo našumas, tūkst. Eur	
Dirbančiojo	20,846
Darbininko	36,481
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, Eur:	
Dirbančiojo	7520
Darbininko	7080
6. Gamybos kaštai, tūkst. Eur	52271,608
7. Gaminio pilnoji savikaina, Eur:	
Vienpusė vizitinė	0,027759
Dvipusė vizitinė	0,059825

Rodikliai	Projekte
Skrajutė	0,151556
Plakatas	0,114864
Dvipusis lankstinukas A3	0,191440
Dvipusis lankstinukas A4	0,159533
Kainos kortelė	0,106355
Skirtukas	0,095720
Kvietimas	0,095720
Plakatas	0,159533
8. Grynasis pelnas, Eur	9143,324
9. Investicijų apimtis, Eur	-203587,06
10. Bendrasis pelningumas, %	34,40
11. Veiklos pelningumas, %	7,37
12. Grynasis pelningumas, %	6,27
13. Investicijų grąža (rentabilumas) %	4,58
14. Veiklos rentabilumas, %	9,97
15. Apyvartos trukmė, dienos	0,03
16. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, Eur	34,40
17. Projekto investicijų diskontuotas atsipirkimo laikas, metais	4,56
18. Projekto grynoji esamoji vertė, Eur	134456,09
19. Vidinė pelno norma, %	17
20. Pelningumo indeksas	1,66

Išvados

1. Aptarus perdirbto popieriaus gamybos procesus išsiaiškinta, kad produkcijos perdirbimas reikalauja daug resursų, todėl lyginant su naujai gaminamu popieriumi ekonomiškai šis žaliavos gavimo būdas yra brangesnis. Dėl paviršiaus morfologinių savybių perdirbto popieriaus paviršiaus struktūra gali daryti įtaką spaudos kokybei spausdinant su skaitmenine spaudos įranga. Atlikus mokslinių tyrimų analizę galima teigti, kad skirtumas tarp perdirbto ir neperdirbto tos pačios rūšies popieriaus yra nežymus, tačiau turintis įtaką spaudos kokybei. Popieriaus paviršiaus pakitimai optinio tankio kokybę gali sumažinti net iki 70 %.
2. Mokslinio tyrimo metu atliktos spektrofotometrinės analizės rezultatai parodė, kad spausdintuvo parametrų pakeitimai turi įtaką spalvų atkūrimui – nukrypimai nuo su standartiniais parametrais atspausdintų bandinių buvo didesni naudojant perdirbtą popierių. Spalvų atkūrimo kokybę labiausiai paveikė fiksavimo mazgo karščio sumažinimas 20 °C (rezultatų skirtumas nuo kitų spalvų nuokrypių yra iki 45% tiriant juodą spalvą) ir popieriaus įkrovimo įtampos sumažinimas bei padidinimas. Mažiausiai įtakos spalvų pokyčiui visiems bandiniams turėjo fiksavimo mazgo karščio padidinimas. Skaitmeniniu mikroskopu išdidinti perdirbto popieriaus bandinių fragmentai parodė, kad juodos spalvos rastrai atrodo ryškesni kai spausdinama taškiniu būdu, linijinis spaudos būdas yra tinkamesnis spaudos darbams, kuriuose yra plonų linijų.
3. Suprojektavus naujai kuriamos spaustuvės technologinius procesus apskaičiuota, kad numatomą metinį produkcijos kiekį galės pagaminti 4 gamybos ir 3 administracijos darbuotojai. Pagrindiniams technologiniams procesams atlikti apskaičiuotas reikalingas pagrindinių įrenginių kiekis – 5 vnt. stalinių kompiuterių, 1 spaudos mašina, 1 popieriaus pjovimo mašina ir 1 produkcijos lankstymo įrenginys. Bendras apskaičiuotas administracinių ir gamybinių patalpų plotas gautas 154,81 m². Bendras suprojektuotų patalpų plotas – 175,51 m².
4. Įvertinus darbuotojų profesinę riziką nustatyta, kad labiausiai pažeidžiami asmenys yra gamybos darbuotojai – pjovėjas, spaudėjas bei sandėlininkas. Už darbuotojų instruktažą įmonėje atsakingas direktorius. Nustatant projektuojamos įmonės ekologinį efektyvumą išsiaiškinta, kad skaitmeninės spaudos technologija palyginus su kitomis yra saugi ir efektyvi energetiniu atžvilgiu. Spaudos mašina nedarbo režime tausoja energiją, optimaliai naudojami dažai, gaunami nedideli spaudos pritaikymo virštiražiai ir maža broko tikimybė. Įmonės veikla oro neteršia. Nuotekos yra tik komunalinės, leidžiamos į miesto vandentiekį, kur yra išvalomos. Naudojamos draugiškos aplinkai žaliavos.
5. Apskaičiavus projektuojamos įmonės svarbiausius finansinius ir ekonominius rodiklius nustatyta, kad įmonės pradiniam kapitalui reikės 100020 Eur. asmeninių finansų 100000 Eur. banko paskolos. Gautas galutinis įmonės pelningumo indeksas yra 1,66>1, todėl projekto įgyvendinimas yra priimtinas. Atlikus diskontuotų pinigų srautų analizę apskaičiuotas įmonės atsipirkimo laikas – po 4,56 metų, todėl laikoma, kad investicija yra efektyvi.

Literatūros sąrašas

1. Internetinis šaltinis. Popieriaus pluošto perdirbimo procesas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-02-15]. Prieiga per: <https://www.pmc1.com/Applications/the-papermaking-process/>
2. Internetinis šaltinis. Elektrofotografija [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-02-15]. Prieiga per: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Chester_Carlson
3. KABELKAITĖ A. Elektrofotografijos iliustracija. Iš: *Žiniasklaidos technologijos II dalis*. Paskaitų konspektas. Kaunas, 48 p.
4. GRILJ, S., MUCK, T., HLADNIK A., ir G. SVETEC, D. Mokslinis straipsnis. Recycled papers in everyday office use. [Žiūrėta 2019-02-23]. Prieiga per: <https://www.researchgate.net/publication/262298144>. Liubliana, Slovėnija: 2011.
5. KIBIRKŠTIS E., KABELKAITĖ A., MARKOWSKI L. ir MILIŪNAS V. Mokslinis straipsnis. Microscopic analysis of recycled paper effect on print quality parameters. [Žiūrėta 2019-02-23]. Prieiga per: <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.ktu.edu/doi/abs/10.1002/jemt.22243>. Kaunas, Lietuva. 2013.
6. ATAEFFARD M. Mokslinis straipsnis. Influence of paper surface characteristics on digital printing quality. [Žiūrėta 2019-02-23]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/272982227_Influence_of_paper_surface_characteristics_on_digital_printing_quality. Teheranas, Iranas. 2014.
7. Iliustracija. Spausdintuvas „Bizhub press c1085 c1100“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-10]. Prieiga per: <http://www.smechannels.com/konica-minolta-gives-printing-businesses-a-strategic-boost-with-bizhub-press-c1085c1100/>
8. Iliustracija. Rastravimo tipai [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-10]. Prieiga per: <https://manuals.konicaminolta.eu/bizhub-PRESS-C1100-C1085/EN/contents/id11-101250547.html>
9. Internetinis šaltinis. Techninė informacija. „Cyclus Offset“ popieriaus charakteristikos [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-11]. Prieiga per: <http://www.antalis.lt/business/product.htm?mhId=1985>
10. Techninė informacija. „Serixo“ popieriaus charakteristikos [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <http://www.antalis.lt/business/product.htm?mhId=1994>
11. Delta E rodiklis [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-16]. Prieiga per: <http://zschuessler.github.io/DeltaE/learn/>
12. Literatūros šaltinis. Delta E matavimo principai [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-16]. Prieiga per: https://www.viewsonic.com/uk/products/lcd/pdf/ti_delta_E.pdf
13. BUCK P. Mokslinis straipsnis. *Reverse Engineering the Machine Identification Code*. [Žiūrėta 2019-03-16]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/325976319_Reverse_Engineering_the_Machine_Identification_Code. Olandija, Enschede. 2018.
14. KABELKAITĖ A. Skaitmeninė spauda. Iš: *Žiniasklaidos technologijos II dalis*. Paskaitų konspektas. Kaunas, 41 p.
15. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.215253/BWMrxGDtpM>
16. Internetinis šaltinis. Aplinkosaugos reikalavimai [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-20]. Prieiga per: http://www.lsd.lt/Veiklos_planai/LSTTK70.pdf

17. Internetinis šaltinis. Popieriaus perdirbimo statistika Lietuvoje [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-22]. Prieiga per: <http://www.diena.lt/naujienos/lietuva/salies-pulsas/faktai-apie-popieriu-kodel-jis-prilygsta-pleienui-702315>
18. Internetinis šaltinis. Poveikio aplinkai skaičiuoklė [interaktyvus]. [Žiūrėta 2019-03-22]. Prieiga per: <https://calculator.environmentalpaper.org>

Priedai

1 priedas. Bandinio pavyzdys

Bandiniai tarpusavyje skiriasi popieriaus gramatūra ir rūšimi.

The chart includes the following elements:

- Color Bars:** C-100 (Cyan), M-100 (Magenta), Y-100 (Yellow), K-100 (Black).
- Resolution Patterns:** Line patterns, halftone patterns, and a target symbol.
- Grayscale and Color Gradients:** Two columns of grayscale and color gradients.
- Text Samples:**
 - Row 1: Aa Aą Bb Cc Čć Dd Ee Eę Èè Ff Gg Hh Ii Įį Yy Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Rr Ss Šš Tt Uu Ūū Vv Zz Žž (Times New Roman, 12 pt)
 - Row 2: Aa Aą Bb Cc Čć Dd Ee Eę Èè Ff Gg Hh Ii Įį Yy Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Rr Ss Šš Tt Uu Ūū Vv Zz Žž (Times New Roman, 12 pt, bold)
 - Row 3: Aa Aą Bb Cc Čć Dd Ee Eę Èè Ff Gg Hh Ii Įį Yy Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Rr Ss Šš Tt Uu Ūū Vv Zz Žž (Arial, 14 pt)

2 priedas. Kolorimetrinių CMYK spalvų CIE L*a*b* parodymų pavyzdys

Tyrimo rezultatų analizėje spalvų erdvės grafikas nėra tikslus dėl priimto tyrimo metodo ir programinės įrangos neatitikimų. Taip pat nustatytos pagal nutylėjimą tolerancijos ribos yra nereikšmingos, jos tyrimo eigoje panaudotos nebuvo. Suvestinėje pateikiami tiriami 100%, 70%, 40%, 20%, 10% CMY spalvų ir 10%, 20%, 40%, 60%, 80% juodos spalvos pustoniai, tačiau bandymo metu su kolorimetru buvo skenuojamos 100% CMYK spalvos po 5 kartus. Šis teorinis rodmuo tyrimo rezultatams įtakos neturėjo.

Colorimetric summary according to ISO 12647-7



Print created by:	-	Measuring device:	X-Rite Eye-One
Last calibration:	-	Measurement conditions:	-
Proofing system:	-	Measuring underlay:	-
Control strip:	Ugra Fogra-MediaWedge V3.0a	Printer:	-
Delta E format:	dE 94	Proof profile:	-
Reference profile:	-	Proofing substrate:	-
Reference data:	-	Colorant:	-
Reference printing conditions:	-	Job ID/Name	- / -

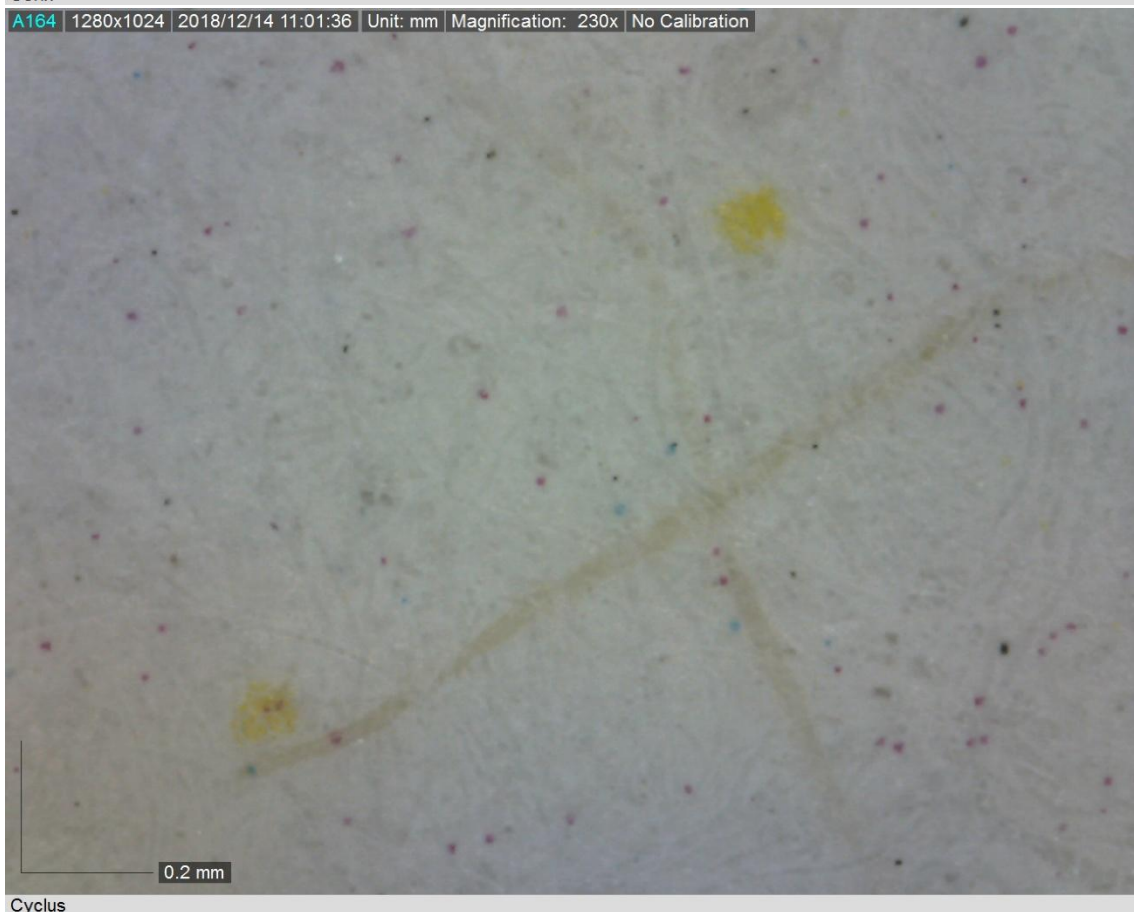
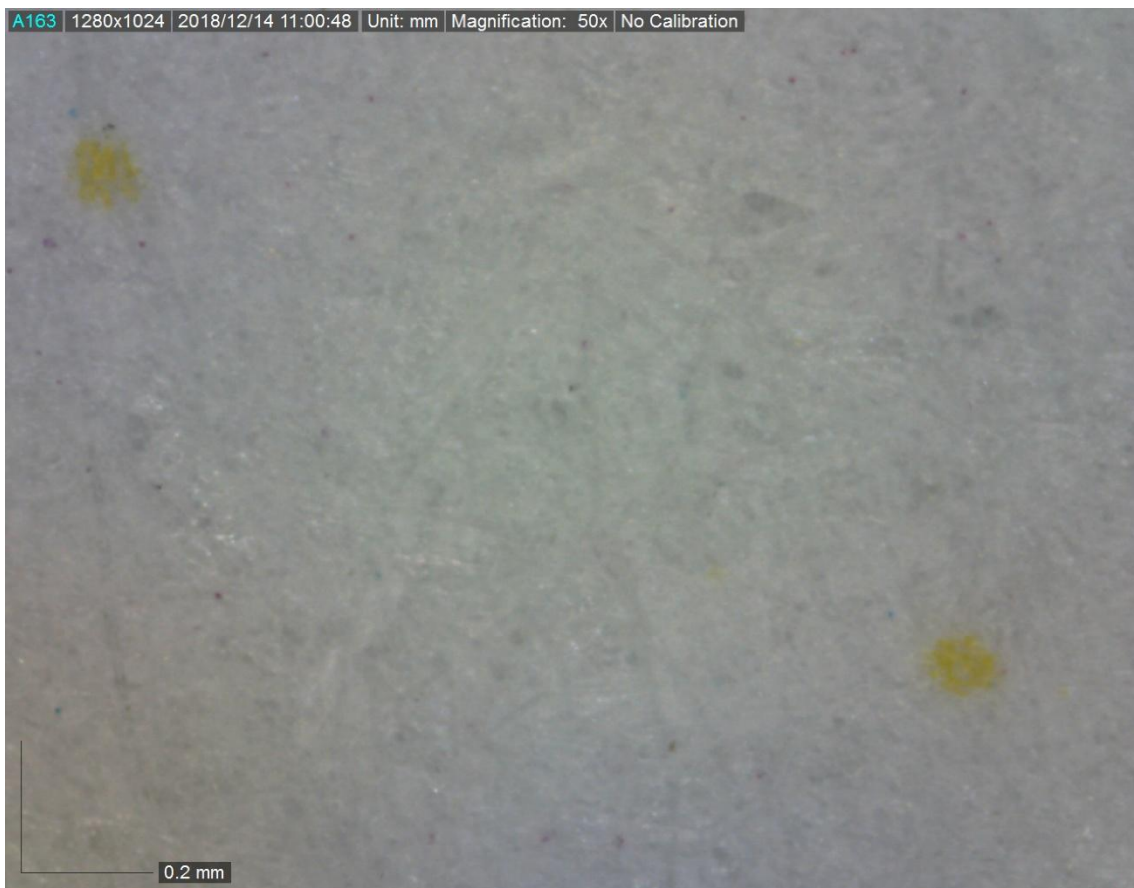
Criteria	Difference	Tolerance	Status	Overall Result
Average all patches	0.62 dE	3.00	Passed	NOT PASSED
Maximum all patches	1.88 dE Patch 1	6.00	Passed	
Paper white	- dE	3.00	-	
Cyan	1.88 dE Patch 1	5.00	Passed	
Magenta	0.54 dE Patch 6	5.00	Passed	
Yellow	0.44 dE Patch 11	5.00	Passed	
Black	- dE	5.00	-	
Hue difference - CMYK	1.23 dH	2.50	Passed	
Hue difference - CMYRGBK	1.23 dH	4.00	Passed	
Hue dif. average gray	0.00 dH	1.50	Passed	
Tone value diff.	- %	10.00	-	

Measuring data analysis					Reference			Measured			Color difference				Tone value diff.	Result	
Patch ID	C	M	Y	K	L*	a*	b*	L*	a*	b*	Delta E	dL*	da*	db*			dH*
1	100	0	0	0	50.38	-28.43	-49.29	52.12	-26.93	-49.14	1.88	1.74	1.50	0.15	1.23	-	Passed
2	70	0	0	0	50.50	-28.49	-49.65	51.86	-27.59	-48.96	1.41	1.36	0.90	0.70	0.43	-	Passed
3	40	0	0	0	50.83	-28.29	-49.41	51.34	-28.83	-48.99	0.63	0.51	0.54	0.43	0.68	-	Passed
4	20	0	0	0	50.44	-29.08	-49.13	51.83	-28.12	-48.11	1.45	1.39	0.96	1.02	0.30	-	Passed
5	10	0	0	0	50.77	-28.17	-49.32	51.79	-27.98	-48.37	1.07	1.02	0.19	0.95	0.31	-	Passed
6	0	100	0	0	47.21	69.34	-1.06	47.34	69.55	-2.13	0.54	0.13	0.21	1.07	1.06	-	Passed
7	0	70	0	0	47.33	69.46	-1.39	47.21	69.74	-2.09	0.37	0.12	0.28	0.70	0.69	-	Passed
8	0	40	0	0	46.97	69.94	-1.92	47.17	69.43	-1.92	0.23	0.20	0.51	0.00	0.02	-	Passed
9	0	20	0	0	47.20	69.84	-1.69	47.01	70.22	-1.88	0.22	0.18	0.38	0.18	0.17	-	Passed
10	0	10	0	0	47.05	69.75	-1.68	46.80	70.46	-1.65	0.30	0.25	0.71	0.02	0.04	-	Passed
11	0	0	100	0	87.33	-5.56	84.14	87.06	-5.32	82.56	0.44	0.27	0.24	1.59	0.14	-	Passed
12	0	0	70	0	86.86	-5.12	84.52	86.91	-5.29	84.52	0.09	0.04	0.17	0.00	0.17	-	Passed
13	0	0	40	0	86.96	-5.17	84.64	86.97	-5.23	83.33	0.28	0.01	0.06	1.31	0.15	-	Passed
14	0	0	20	0	86.80	-5.01	84.47	86.96	-5.10	83.60	0.25	0.16	0.09	0.87	0.14	-	Passed
15	0	0	10	0	87.03	-5.35	85.10	87.04	-5.01	83.15	0.42	0.01	0.34	1.94	0.22	-	Passed
16	0	0	0	10	14.29	0.35	0.34	14.06	0.57	1.05	0.76	0.23	0.22	0.71	0.23	-	Passed
17	0	0	0	20	14.40	0.61	0.77	14.17	0.33	1.00	0.42	0.23	0.28	0.22	0.35	-	Passed
18	0	0	0	40	14.23	0.59	0.36	13.77	0.01	0.93	0.92	0.46	0.58	0.57	0.77	-	Passed
19	0	0	0	60	14.00	0.82	0.58	14.06	0.32	0.80	0.55	0.06	0.50	0.22	0.53	-	Passed
20	0	0	0	80	14.00	0.56	0.58	14.12	0.58	0.65	0.14	0.12	0.01	0.08	0.04	-	Passed

3 priedas. ΔE suvestinė

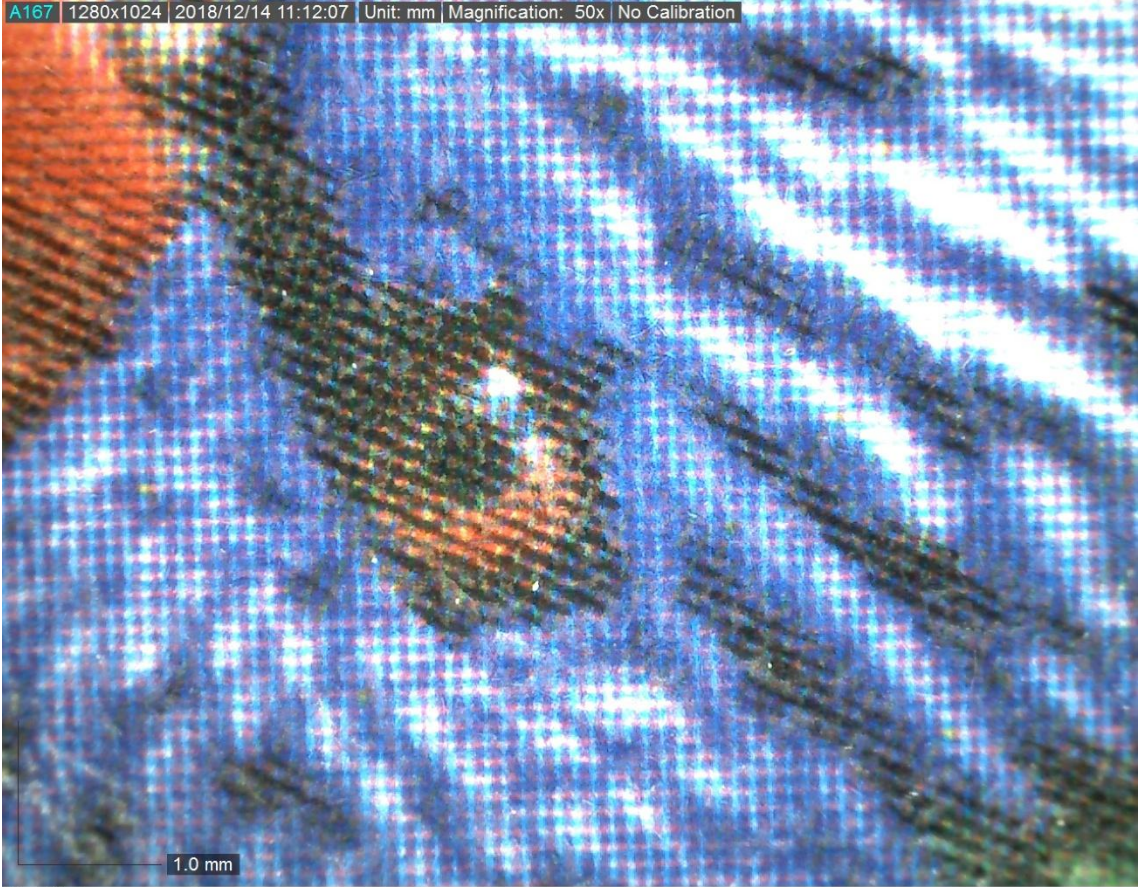
Popieriaus rūšis 100% spalva	Cyclus 115 g/m ²						Serixo 120 g/m ²						Cyclus 250 g/m ²						Serixo 250 g/m ²					
	Karštis -	Karštis+	Itampa-	Itampa+	Line200	Line200	Karštis -	Karštis+	Itampa-	Itampa+	Line200	Line200	Karštis -	Karštis+	Itampa-	Itampa+	Line200	Line200	Karštis -	Karštis+	Itampa-	Itampa+	Line200	Line200
C	2,32	1,29	3,48	3,08	3,36	3,02	0,77	0,75	2,46	1,93	3,02	3,96	1,23	0,89	0,52	0,65	3,96	3,96	0,78	1,88	2,39	2,19	1,41	1,41
	1,98	1,15	2,94	2,63	3,07	1,86	1,09	0,63	1,89	1,74	1,86	4,41	1,66	0,82	1,07	0,38	4,41	4,41	0,31	1,41	2,38	1,97	1,75	1,75
	1,96	1,54	2,76	2,77	3,24	2,22	1,22	1,07	2,2	2,19	2,98	3,99	0,8	0,62	0,63	0,35	3,99	3,99	0,66	0,63	1,89	1,37	1,63	1,63
	2,31	1,21	3,81	3,05	3,17	0,99	0,99	0,81	1,46	1,63	1,62	4,3	0,34	0,8	1,23	0,81	4,3	4,3	0,77	1,45	2,16	1,89	2,04	2,04
	2,16	1,29	3,47	3,2	3,02	1,13	0,98	0,98	1,73	1,47	2,41	2,9	0,62	0,63	0,87	0,34	2,9	2,9	0,67	1,07	1,71	1,77	1,22	1,22
	1,04	1,02	1,07	1,49	0,91	0,97	0,88	0,88	1,06	0,84	1,09	1,66	0,86	0,39	0,35	0,67	1,66	1,66	0,43	0,54	1,39	0,48	1,38	1,38
M	1,17	1,09	2,46	2,2	1,92	1,06	1,06	1,06	1,33	0,71	1,38	1,34	0,52	0,42	0,55	0,45	1,34	1,34	0,85	0,37	0,99	0,57	1,46	1,46
	1,36	0,9	2,94	3,42	1,77	1	1,11	1,31	0,73	0,73	1,63	1,37	1,31	1,27	0,21	0,84	1,37	1,37	0,83	0,23	1,75	0,53	1,27	1,27
	1,33	1,06	3,05	2,53	2,11	0,64	1,17	1,11	0,86	1,78	1,78	2,08	0,82	0,38	0,97	0,32	2,08	2,08	0,61	0,22	1,74	0,56	1,53	1,53
	0,69	0,83	1,2	2,16	1,02	1,04	0,92	1,07	0,74	1,59	1,59	1,37	0,96	1,26	0,27	0,93	1,37	1,37	1	0,3	0,81	0,48	1,09	1,09
	1,42	0,58	1,89	1,68	0,76	1,29	0,99	0,99	1,94	1,49	1,25	0,86	1,25	1,01	0,22	0,25	0,86	0,86	0,5	0,44	2,2	2,07	1,27	1,27
	1,63	0,48	1,84	1,74	0,61	1,31	0,66	0,66	1,97	1,63	1,21	1,18	1,22	1,19	0,24	0,11	1,18	1,18	1	0,09	1,75	1,27	1,26	1,26
Y	1,49	0,78	2,2	1,75	0,87	1,33	0,62	0,62	1,67	1,42	1,44	1,07	1,21	0,84	0,25	0,1	1,07	1,07	0,73	0,28	2,02	1,53	1,39	1,39
	1,13	0,35	2,09	1,79	1,06	1,18	0,73	0,73	1,82	1,59	1,44	0,7	0,9	1,03	0,33	0,18	0,7	0,7	0,68	0,25	1,54	1,28	1,55	1,55
	1,91	0,67	2,04	1,78	1,48	0,99	1,1	1,88	1,77	1,69	1,69	1,03	1,63	1,04	0,3	0,6	1,03	1,03	0,44	0,42	1,87	1,73	1,85	1,85
	4,58	0,99	1,46	5,93	1,64	4,06	2,1	0,88	1,57	1,03	1,03	1,77	2,26	0,58	1,24	2,03	1,77	1,77	2,25	0,76	1,12	1,85	2,13	2,13
	5,13	1,65	1,76	2,93	1,59	5,13	2,56	0,87	2,59	0,8	2,99	4,07	2,99	0,52	0,29	1,47	4,07	4,07	1,66	0,42	0,91	1,67	1,81	1,81
	4,91	0,87	2,95	2,26	1,65	4,27	2,98	1,05	2,96	1,08	1,08	2,34	3,08	1,91	0,88	0,99	2,34	2,34	1,93	0,92	1,78	1,6	1,91	1,91
K	4,89	1,39	1,91	3,32	2,25	4,56	3,15	1,3	1,98	1,12	1,12	3,04	1,68	0,53	1,65	0,83	3,04	3,04	2,26	0,55	1,32	2,37	1,85	1,85
	5,02	1,75	3,25	3,31	1,18	4,51	2,91	1,68	1,98	1,16	1,16	2,36	3,45	2,05	0,41	3,4	2,36	2,36	2,28	0,14	1,87	2,36	1,91	1,91
	ΔE atskirų spalvų matavimo vidurkiai																							
	C (žydra)	2,146	1,296	3,292	2,946	3,172	1,04	0,848	1,948	1,792	2,378	0,93	0,752	0,864	0,506	0,506	3,912	3,912	0,638	1,288	2,106	1,838	1,61	1,61
	M (purpurinė)	1,118	0,98	2,144	2,36	1,546	0,942	1,028	1,176	0,776	1,494	0,894	0,744	0,47	0,642	0,47	1,564	1,564	0,744	0,332	1,336	0,524	1,346	1,346
	Y (geltona)	1,516	0,572	2,012	1,748	0,956	1,22	0,82	1,856	1,58	1,406	1,242	1,022	0,268	0,248	0,248	0,968	0,968	0,67	0,296	1,876	1,576	1,464	1,464
K (juoda)	4,906	1,33	2,266	3,55	1,662	4,506	2,74	1,156	2,216	1,038	2,692	1,118	0,894	1,744	1,744	2,5	2,5	2,076	0,558	1,4	1,97	1,922	1,922	

4 priedas. Mikroskopinēs analizēs ilustrācijas





Dot Cyclus



Line Cyclus

A169 1280x1024 2018/12/14 11:15:06 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



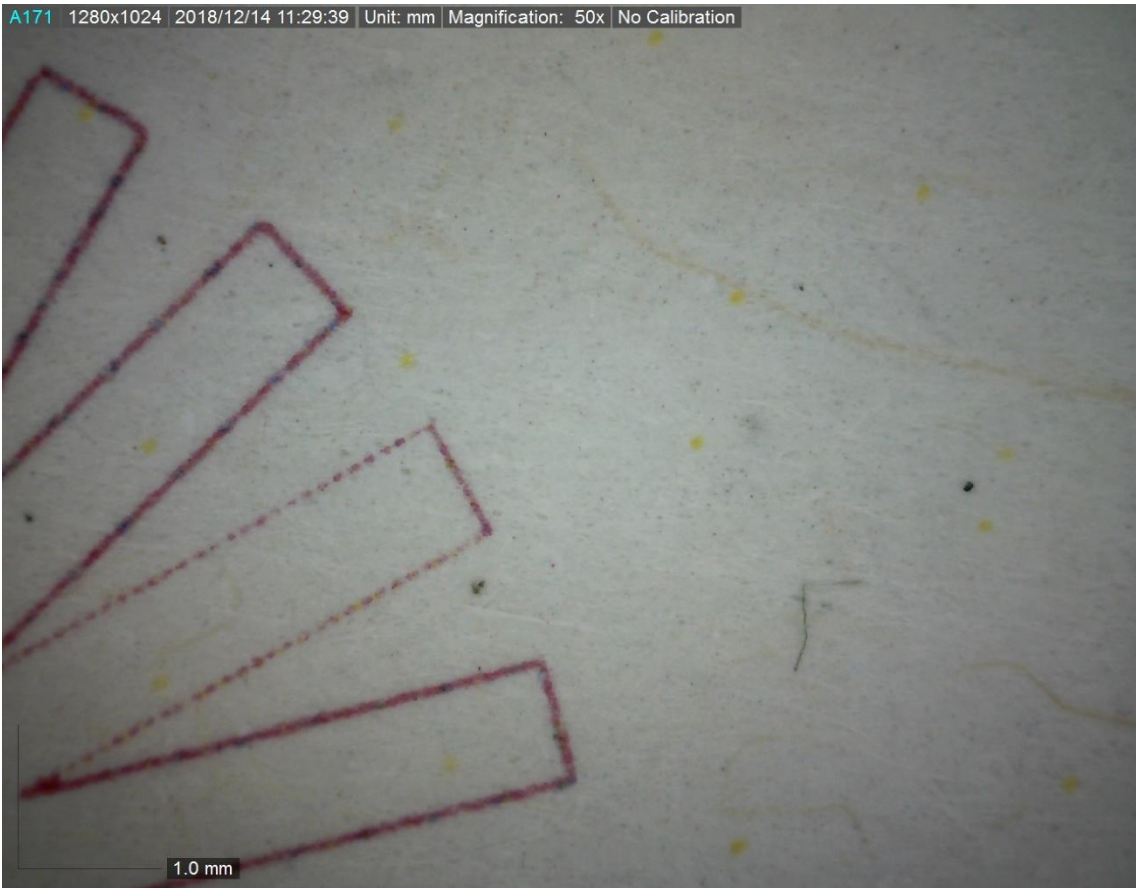
Line Serix

A170 1280x1024 2018/12/14 11:17:50 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



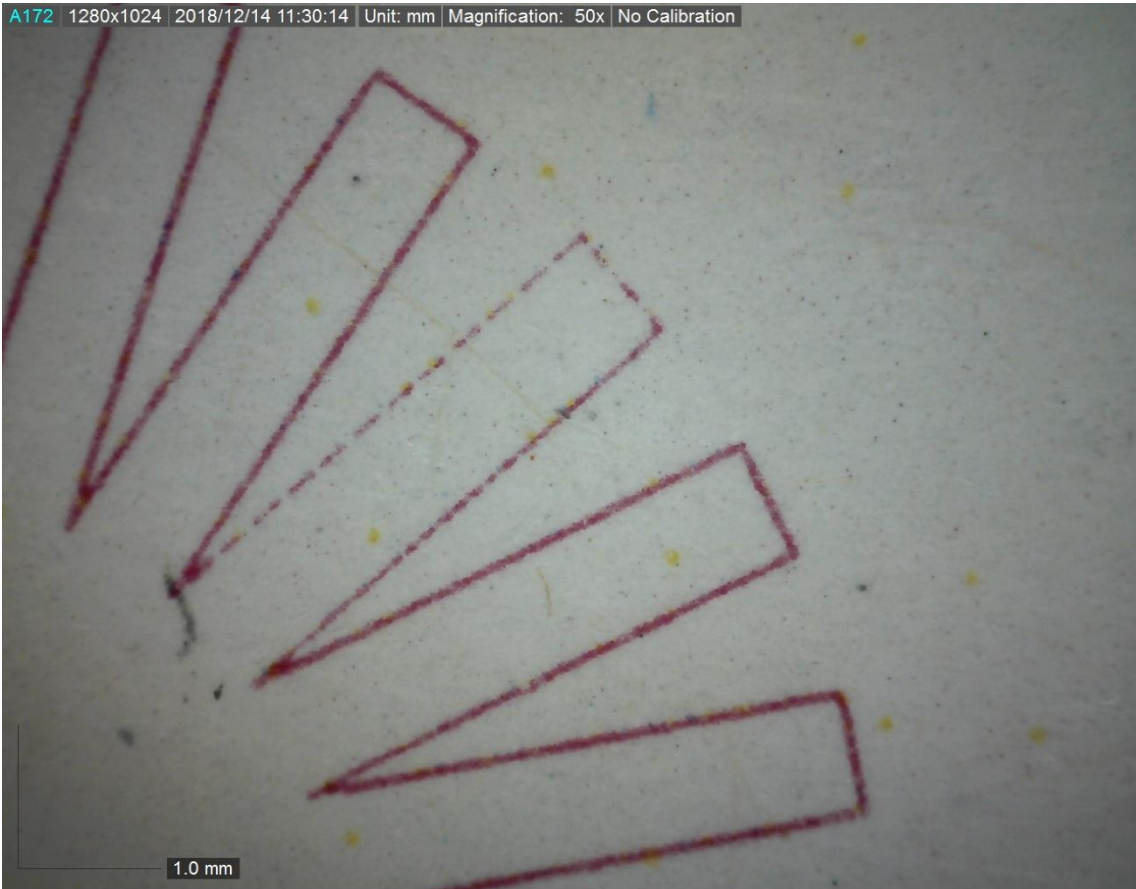
Dot Serix

A171 1280x1024 2018/12/14 11:29:39 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



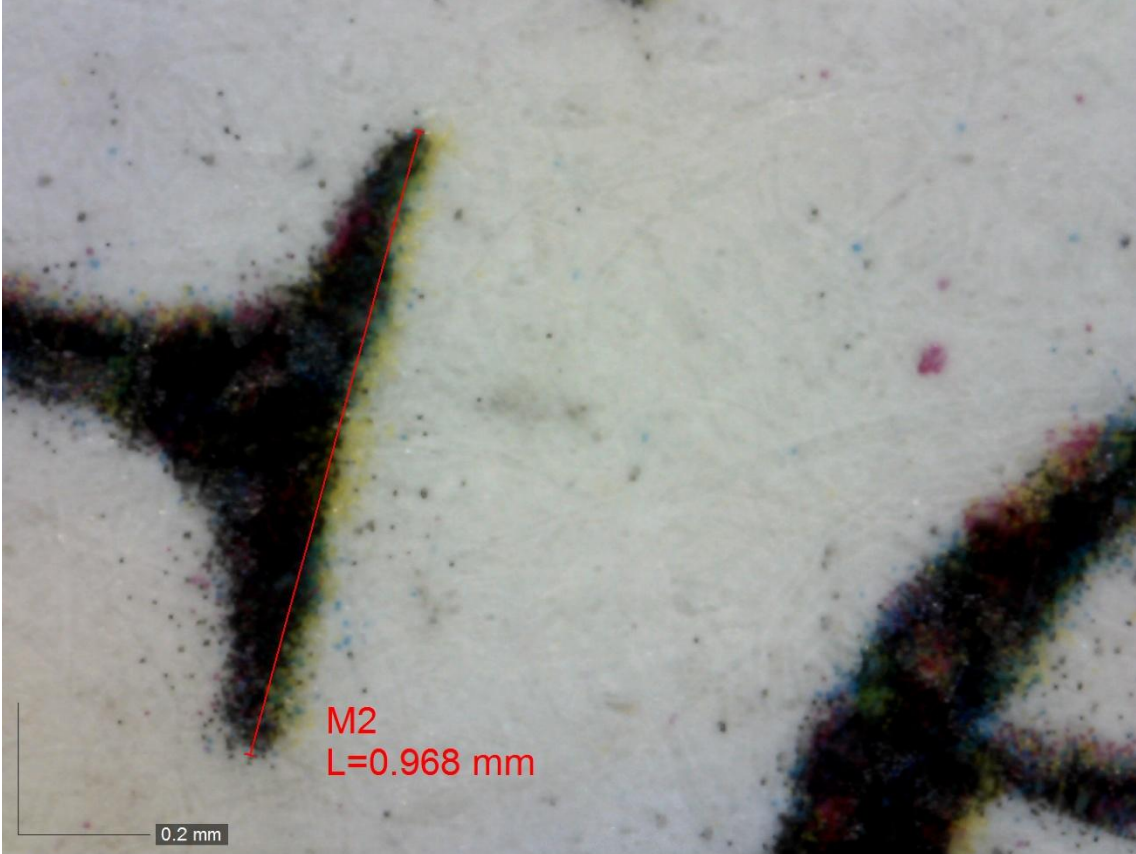
Line Cyclus

A172 1280x1024 2018/12/14 11:30:14 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



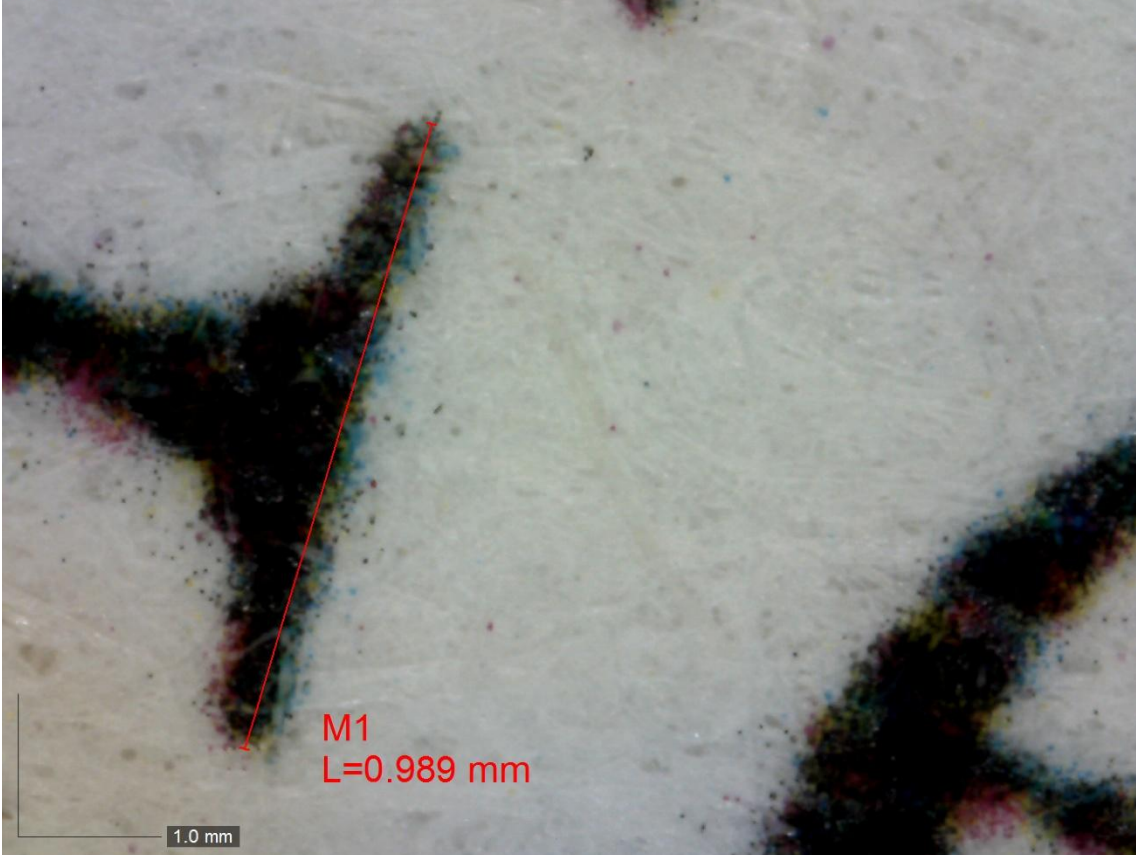
Dot Cyclus

A175 1280x1024 2018/12/14 11:38:25 Unit: mm Magnification: 230x No Calibration



Dot Cyclus E

A176 1280x1024 2018/12/14 11:44:53 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



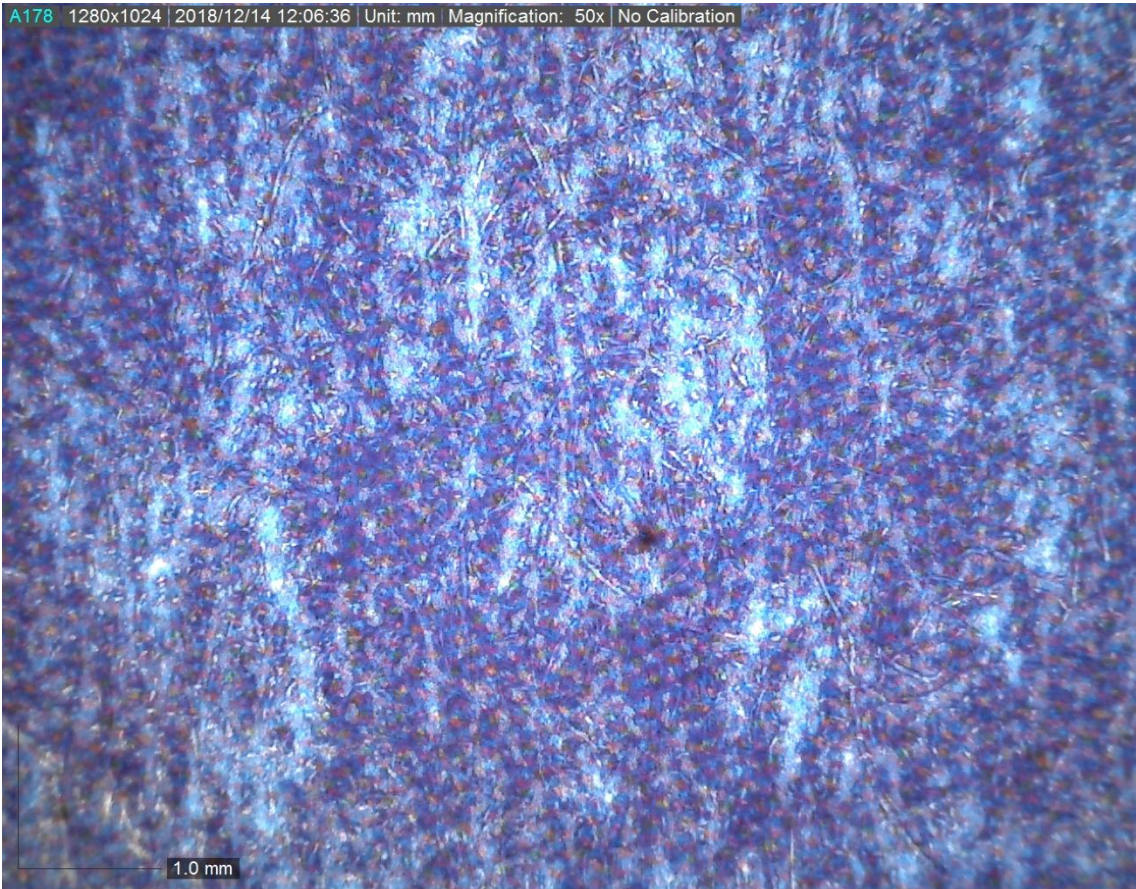
Line Cyclus E

A177 1280x1024 | 2018/12/14 11:52:43 | Unit: mm | Magnification: 50x | No Calibration



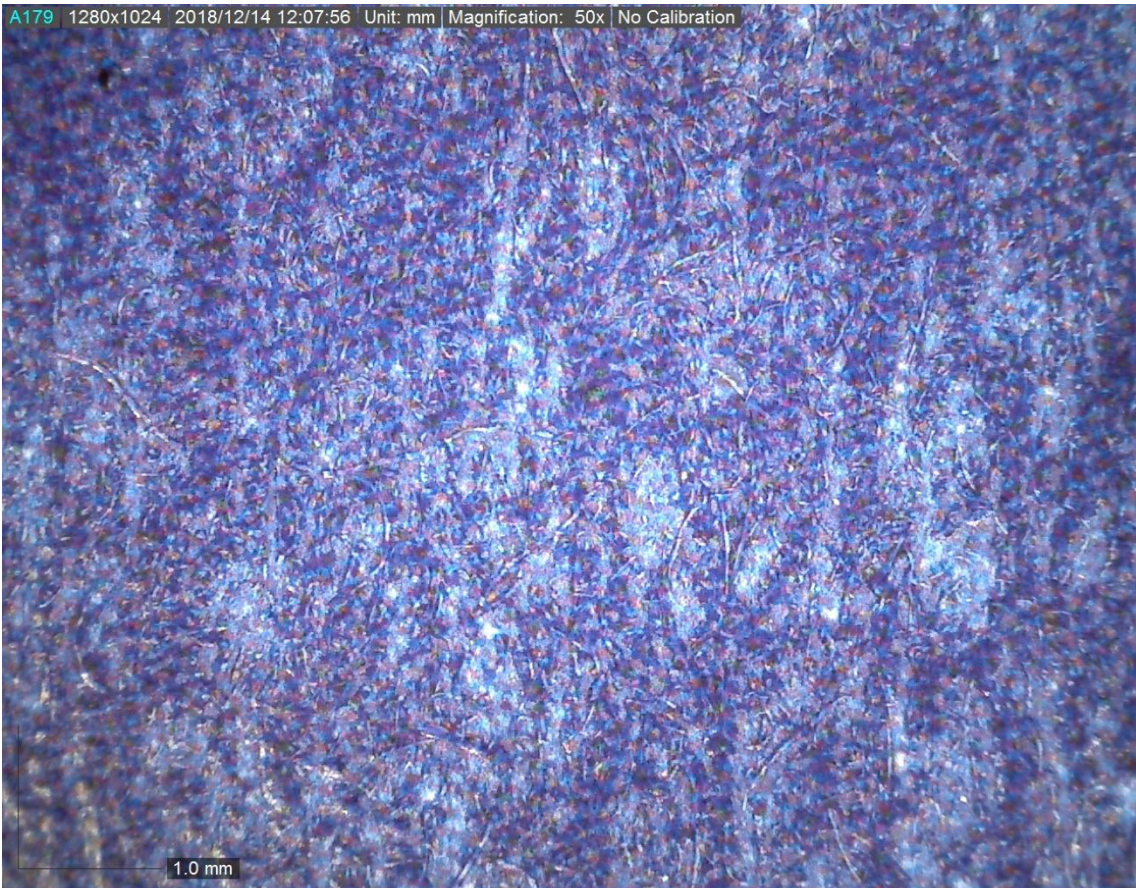
Serix Pl. 2 K

A178 1280x1024 | 2018/12/14 12:06:36 | Unit: mm | Magnification: 50x | No Calibration



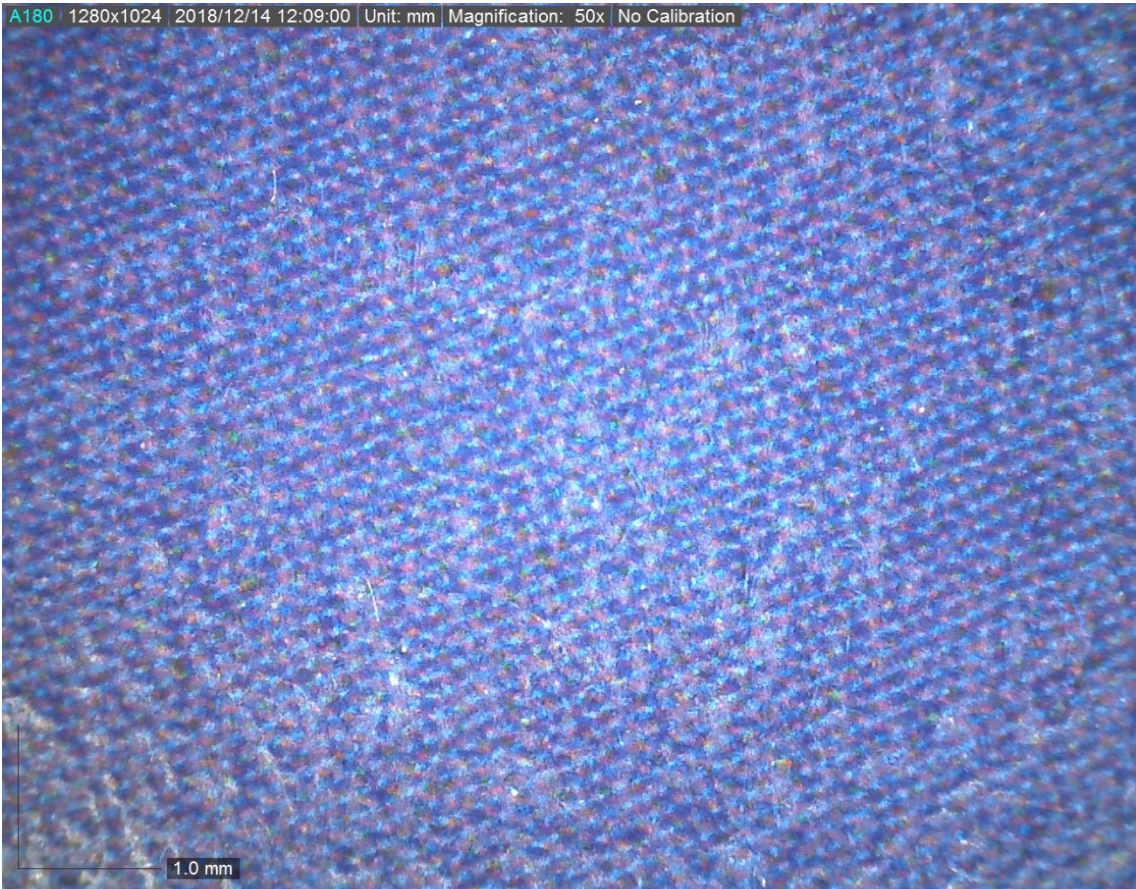
Cyclus pl. 5 c100,m100

A179 1280x1024 2018/12/14 12:07:56 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



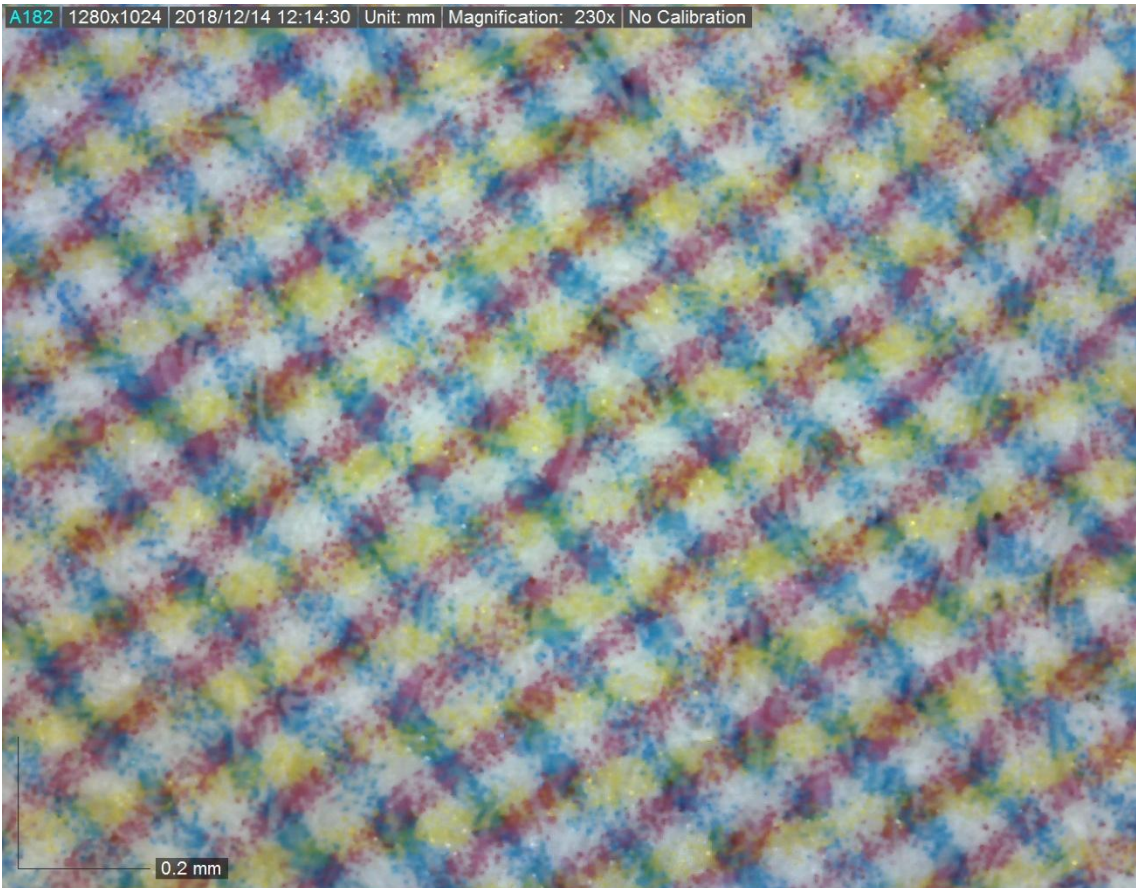
Cyclus pl. 4 c100, m100

A180 1280x1024 2018/12/14 12:09:00 Unit: mm Magnification: 50x No Calibration



Cyclus pl. 1 c100,m100

A182 1280x1024 2018/12/14 12:14:30 Unit: mm Magnification: 230x No Calibration



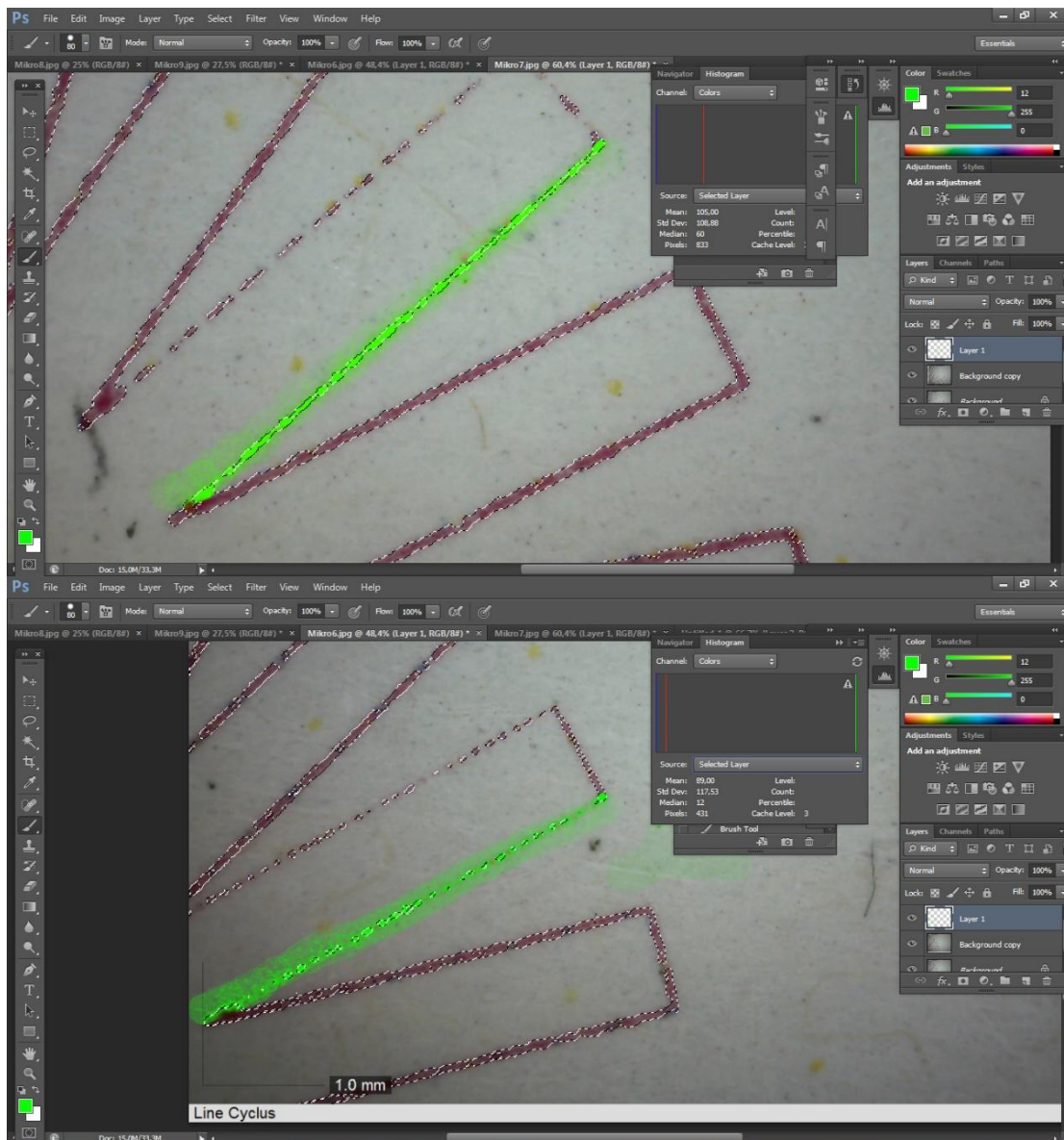
cyclus pl. line 40% K

A183 1280x1024 2018/12/14 12:15:51 Unit: mm Magnification: 230x No Calibration



cyclus pl. dot 40% K

5 priedas. Linijos rastrų ploto matavimas



6 priedas. Densitometriniai matavimai

"Cyclus" 115 g/m ²	1			2			3			4			5			6					
	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	
	1,49	1,36	1,38	1,92	1,35	1,3	1,24	1,7	1,42	1,22	1,3	2,02	1,15	1,26	1,2	1,87	1,79	1,27	1,28	1,22	1,73
	1,48	1,35	1,33	1,94	1,33	1,32	1,26	1,71	1,43	1,34	1,29	2	1,2	1,26	1,24	1,87	1,76	1,3	1,33	1,18	1,73
	1,5	1,38	1,31	1,97	1,35	1,31	1,29	1,73	1,48	1,37	1,28	2,01	1,23	1,23	1,2	1,85	1,8	1,26	1,25	1,17	1,77
	1,46	1,36	1,37	1,98	1,31	1,32	1,24	1,7	1,4	1,35	1,29	2,02	1,19	1,22	1,22	1,88	1,17	1,29	1,25	1,15	1,75
	1,44	1,39	1,31	1,98	1,32	1,34	1,25	1,73	1,45	1,35	1,26	2	1,23	1,23	1,22	1,9	1,24	1,27	1,24	1,27	1,18
Vidurkis:	1,474	1,368	1,34	1,958	1,332	1,318	1,256	1,714	1,436	1,346	1,284	2,01	1,2	1,24	1,216	1,874	1,766	1,286	1,276	1,18	1,756

"Sernio" 120 g/m ²	1			2			3			4			5			6					
	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	C	M	Y	K	
	1,35	1,31	1,25	1,84	1,36	1,29	1,17	1,62	1,37	1,27	1,2	1,91	1,25	1,25	1,21	1,87	1,81	1,26	1,23	1,24	1,78
	1,39	1,3	1,25	1,87	1,32	1,3	1,18	1,65	1,33	1,27	1,18	1,95	1,21	1,28	1,2	1,81	1,84	1,27	1,23	1,24	1,82
	1,4	1,32	1,24	1,85	1,35	1,31	1,2	1,7	1,34	1,27	1,22	1,96	1,25	1,28	1,21	1,9	1,24	1,32	1,27	1,24	1,8
	1,4	1,34	1,25	1,87	1,37	1,31	1,18	1,71	1,33	1,28	1,21	1,97	1,23	1,27	1,18	1,81	1,82	1,26	1,25	1,23	1,79
	1,39	1,32	1,23	1,87	1,36	1,32	1,2	1,7	1,33	1,3	1,21	1,94	1,23	1,24	1,19	1,87	1,82	1,27	1,24	1,27	1,81
Vidurkis:	1,386	1,318	1,244	1,86	1,352	1,306	1,186	1,676	1,34	1,278	1,204	1,946	1,234	1,264	1,198	1,852	1,822	1,266	1,238	1,248	1,8

7 priedas. Įrenginių charakteristikos

1. Skaitmeninės spaudos mašina „Konica Minolta bizhub PRESS C1100/C1085“



Skaitmeninės spaudos aparatas „Konica Minolta bizhub PRESS C1100/C1085

„Konica Minolta bizhub PRESS C1100/C1085“ techninės charakteristikos

Tipas		Konsolės tipas	
Rezoliucija		1,200 dpi (Atitinka 3,600 dpi) × 1,200 dpi	
Gradiacija		8-bit / 256 Gradiacija	
Procesorius		Core i5 2400 3.1 GHz	Pentium G850 2.9 GHz
Sistemos atmintis		4 GB	
Išplėstinė atmintis		Iki 14GB su IC-602C arba UK-105.	
Diskas		1.5 TB	
Maks. spaudos plotas		321 mm × 480 mm	
Popieriaus dydžiai		SRA3, A3, B4, SRA4, SRA4S, A4, A4S, B5, B5S, A5, A5S, B6S, A6S, 13x19, 12x18, 11x17, 9x11, 8 1/2x14, 8 1/2x14S, 8 1/2x11, 8 1/2x11S, 5 1/2x8 1/2, 5 1/2x8 1/2S, 8 1/2x13, 8 1/4x13, 8 1/8x13 1/4, 8x13, 8K, 16K, 16KS	
Darbinei temp. pasiekti laikas		480 sekundžių arba mažiau	
Nepertraukiamo spausdinimo greitis	Vienpusė spauda	100 lapų/min	85 lapų /min
		arba 5,192 lapų /h. (A4)	arba 4,413 lapų /h (A4)
	Dvipusė spauda	100 lapų /min	85 lapų /min
		arba 5,148 lapų /h. (A4)	arba 4,382 lapų /h. (A4)
Popieriaus storis		55 g/m ² to 350 g/m ² (Natūraliam popieriui ir spalvotam)	
		80 g/m ² to 350 g/m ² (Kreidiniam popieriui)	
Energijos šaltinis		Inch: AC208 to 240V 24A 60 Hz	
		Metric: AC220 to 240V 25A, 50 Hz / 60 Hz	
Energijos sunaudojimas		Colinė sistema: 5,760W arba mažiau	
		Metrinė sistema: 6,000W arba mažiau	
Dydis		900 mm* ¹ × 950 mm* ² × 1,319 mm* ³	
		35.43"* ¹ × 37.40"* ² × 51.93"* ³	
Svoris		Apie 430 kg	

Informacijos šaltinis: https://www.biz.konicaminolta.com/production/c1100_c1085/spec.html

2. Stacionarus kompiuteris „HP Compaq Elite 8000“



Stacionarus kompiuteris „HP“

„HP Compaq Elite 8000“ techninės charakteristikos

Procesorius: Intel Core 2 Quad Q8400 / 2.66 GHz -64-bit
Laikinoji atmintis: 4 MB
Pagrindinė plokštė: Intel Q45 Express -Data Bus Speed: 1333 MHz
RAM: 2 GB / 16 GB (maks.) DDR3
Kietasis diskas: 1 x 500 GB

Informacijos šaltinis: <https://www.cnet.com/products/hp-compaq-elite-8000/specs>

3. Popieriaus pjaustymo mašina „POLAR D 115“



Popieriaus pjaustymo mašina

„POLAR D 115“ techninės charakteristikos

Pjovimo plotis 1,150 mm
Pjovimo gylis 1,150
Kipos aukštis 165 mm
Saugus suspaudimas 30 daN
Suspaudimas, min 180 daN
Suspaudimas, max 4,000 daN
Peilio grįžimas (0 - ...) 130 mm/sec
Mažiausias nupjovimas 25 mm

Informacijos šaltinis: <http://www.polar-mohr.com/en/cutting-machine-polar-d-115/164734.html>

4. Lankstymo mašina „Ashgate Horizon P330“



Lankstymo mašina

„Ashgate Horizon P330“ techninės charakteristikos

Lankstymo tipai	Vienas lenkimas, paralelinis lenkimas, mažasis lenkimas, akordiono tipo lenkimas, lenkimas laiškui, „Gate“ tipo lenkimas
Standartiniai dydžiai	A3 (11" x 17") / A4 (8.5" x 11") / B4 (10" x 14") / B5 (7" x 10")
Lapų dydžiai	Max. 310(W) x 432(L) mm (12.2" x 17") Min. 125(W) x 130(L) mm (5" x 5.2")
Popierių tipai	Nuo 53 iki 157 gsm, blizgus ir kreidinis popierius
Greitis	240 lapų/min. (A4 / vienas lenkimas)
El. energijos sunaudojimas	50 / 60 Hz, 600 W
Dydis	Pagr. dalies: 1,060(W) x 517(D) x 624(H) mm (41.8" x 20.4" x 24.6")
Darbinė aplinka	Temperatūra nuo +10 C iki +45 C, drėgmė nuo 20 % iki 80 %

Informacijos šaltinis: <https://www.ashgate.co.uk/our-products/friction-suction-feed-holders/horizon-p330>

