



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

Eglė Daujotaitė

LANKSTYMO KOKYBĖS TYRIMAS UAB „BALTO“ SPAUSTUVĖJE

**THE INVESTIGATION OF THE FOLDING QUALITY IN THE PRINTING
HOUSE "BALTO"**

Baigiamasis magistro darbas

Spaudos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H74001

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Dr. Prof. Vytautas Turla

(Vardas, pavardė)

(Data)

Eglė Daujotaitė

LANKSTYMO KOKYBĖS TYRIMAS UAB „BALTO“ SPAUSTUVĖJE

**THE INVESTIGATION OF THE FOLDING QUALITY IN THE PRINTING
HOUSE "BALTO"**

Baigiamasis magistro darbas

Spaudos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H74001

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas doc. Nikolaj Šešok

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

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas lekt. Angelika Petrėtienė

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

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS FAKULTETAS
POLIGRAFINIŲ MAŠINŲ KATEDRA

TVIRTINU

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

Katedros vedėjas

Spaudos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H74001

(Parašas)

dr. prof. V. Turla

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

....2013 m. gegužės 13 d.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Eglei Daujotaitė

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: **Lankstymo kokybės tyrimas UAB „BALTO“ spaustuvėje**
patvirtinta 2013 m. gegužės 13 d. dekanų potvarkiu Nr. 117 me

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2013 m. gegužės mėn. 28 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Statistiškai ištirti UAB „BALTO“ spaustuvės lankstymo kokybę. Tyrimas turi būti atliktas stebint skirtingų popieriaus rūšių ir gramatūrų lankstymą. Kiekvienam popieriui stebėjimą atlikti po kelis kartus ir rasti vidutinius tiriamų popierių lankstymo broko procentus. Pagal gautus rezultatus nustatyti lankstymo broko priklausomybes nuo popieriaus rūšies, gramatūros, charakteristikų ar kitų faktorių. Palyginti panašių savybių ir charakteristikų popierių padaromo broko rezultatus. Duomenų analizei naudoti statistikos metodus.

Baigiamojo darbo rengimo lietuvių kalbos konsultantė:

lekt. Angelika Petrėtienė

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

Vadovas

.....

(Paraša)

doc. Nikolaj Šešok

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

Užduotį gavau:

(Parašas)

Eglė Daujotaitė

(Vardas, pavardė)

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Mechanikos fakultetas
Poligrafinių mašinų katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.2
Data 2013-05-27

Antrosios pakopos studijų **spaudos inžinerijos** programos baigiamasis darbas

Lankstymo kokybės tyrimas UAB „BALTO“ spaustuvėje

Autorius **Eglė Daujotaitė**

Vadovas **doc. Nikolaj Šešok**

Kalba

☒ X

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama spaustuvės UAB „BALTO“ lankstymo kokybė. Aprašoma kokybės samprata, popieriaus lankstymo procesas, kombinuotų lankstymo mašinų parametrai, naudotų popierių techninės charakteristikos. Darbe pagal popieriaus rūšį ir gramatūrą yra nustatomi lankstymo broko procentai, tiriamos atsiradusio broko priklausomybės nuo popieriaus gramatūros, charakteristikų ir kitų faktorių. Gauti rezultatai pateikiami histogramomis, kurios analizuojamos pasitelkiant statistinius metodus. Remiantis gautais rezultatais buvo nustatyta UAB „BALTO“ spaustuvės lankstymo kokybė ir priežastys, lemiančios lankstymo broko atsiradimą.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, literatūros apžvalga, tyrimų metodika, rezultatai ir jų aptarimas, išvados ir rekomendacijos, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 60 p. teksto be priedų, 6 lentelės, 37 iliustracijos, 13 bibliografinių šaltinių.

Prasminiai žodžiai: popierius, lankstymas, brokas, lankstymo kokybė

Vilnius Gediminas Technical University
Mechanical faculty
Department of Polygraphic Machines

ISBN ISSN
Copies No. 2
Date 2013-05-27

Master degree studies **printing engineering** study programme final work

The investigation of the folding quality in the printing house „BALTO“

Author **Eglė Daujotaitė**

Academic supervisor **doc. Nikolaj Šešok**

Thesis language

☒ Lithuanian
☐ Foreign (English)

Annotation

In the master thesis is investigated the folding quality in the printing house “BALTO”. The concept of quality, paper folding process, combined folding machine parameters and printing papers are described. In the master thesis is determined the percent of folding defects, are investigated the spoilage dependence of paper characteristics and other factors. Results are presented as histograms and analyzed using statistical methods. Based on the results obtained were found folding quality of printing house “BALTO” and reasons that determined folding defects.

Structure: 6 parts - introduction, publications review, investigation methods, results discussion, conclusions and recommendations, references.

Thesis consists of: 60 pp. of text without appendixes, 37 figures, 6 tables, 13 bibliographical entries.

Keywords: paper, folding, folding quality, folding defects

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Eglė Daujotaitė, 20074060

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Mechanikos fakultetas

(Fakultetas)

Spaudos inžinerijos studijų programa

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2013 m. gegužės mėn. 27 d.
(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema „Lankstymo kokybės tyrimas
UAB „BALTO“ spaustuvėje”

patvirtintas 20 13 m. gegužės 13 d. dekanų potvarkiu Nr. 117me, yra
savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar
netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo
mokslininkai ir specialistai: lekt. Angelika Petrėtienė

Mano darbo (projekto) vadovas doc. Nikolaj Šešok

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų
piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs(-usi).

(Parašas)

EGLĖ DAUJOTAITĖ

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

ĮVADAS.....	11
1. KOKYBĖS SAMPRATA.....	12
2. POLIGRAFINĖS PRODUKCIJOS LANKSTYMAS.....	15
2.1. Popieriaus lankstymas.....	15
2.2. Kontrolinės lankstymo žymos.....	16
2.3. Lankstymo būdo parinkimas.....	18
2.4. Lenkimo procesų ypatybės.....	19
2.5. Popieriaus deformacijos lenkiant.....	22
2.6. Lapų bigavimas ir perforavimas.....	25
2.7. Kasetinis lankstymo būdas.....	26
2.8. Kilpos susidarymo procesas.....	27
2.9. Peilinis lankstymo būdas.....	28
3. TYRIMO METODIKA.....	29
3.1. Lankstymo įranga.....	29
3.2. Tiriamos medžiagos.....	33
3.3. Popieriaus lankstymo problemos ir prognozės.....	38
3.4. Tyrimo eiga.....	41
3.5 Lankstymo kokybės nustatymas.....	42
4. REZULTATŲ APTARIMAS.....	43
DARBO PRAKTINĖ REIKŠMĖ.....	58
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	59
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	60
PRIEDAI.....	61

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Popieriaus lapo lenkimo būdai pagal lenkimų skaičių.....	16
2 pav. Kontrolinių žymių išdėstymas spaudos lanke.....	17
3 pav. Knygos blokas.....	18
4 pav. Lenkimo proceso schema.....	19
5 pav. Idealaus lenkimo vaizdas.....	21
6 pav. Realus lapo lenkimo vaizdas.....	21
7 pav. Atsistatymo kampo priklausomybė nuo laiko.....	22
8 pav. Lenkimo deformacijos parametrai.....	23
9 pav. Popieriaus atsparumo daugkartiniam lankstymui priklausomybė nuo gramatūros.....	24
10 pav. Kasetinio tipo mašinos lankstymo mazgo kinematinė schema.....	26
11 pav. Dinaminė ir kinematinė-vektorinė lenkimo kilpos susidarymo schemas.....	27
12 pav. Peilinio tipo lankstymo mazgo kinematinė schema.....	28
13 pav. Lankstymo mašina „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“.....	29
14 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ popieriaus tiekimo mechanizmas.....	30
15 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ lankstymo velenai.....	30
16 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ lankstymo kasetė.....	31
17 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ popieriaus lankstymo mazgas.....	31
18 pav. Popieriaus paviršiai.....	34
19 pav. Broko pavyzdžiai.....	38
20 pav. Lankstymo metu padaromas produkcijos brokas pagal popieriaus rūšis.....	43
21 pav. Lankstymo metu padaromo produkcijos broko statistinių stebėjimų rezultatai.....	46
22 pav. Kreidinio popieriaus lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%).....	47
23 pav. Nedengto kreida popieriaus lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%).....	48
24 pav. Įvairios gramatūros kreidinio popieriaus <i>Galerie Fine Gloss</i> lankstymo metu padaromas brokas (%).....	49
25 pav. Įvairios gramatūros kreidinto popieriaus <i>Matt G-print</i> lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%).....	49

26 pav. Įvairios gramatūros ofsetinio (<i>Plano Plus</i>) popieriaus lankstymo metu padaromas brokas (%).....	50
27 pav. Įvairios gramatūros kreidinio <i>Multi Art Silk</i> popieriaus lankstymo metu padaromas brokas (%).....	51
28 pav. 70 g/m ² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%).....	51
29 pav. 80 g/m ² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%).....	52
30 pav. 90 g/m ² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%).....	52
31 pav. 100 g/m ² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)....	53
32 pav. 130 g/m ² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)....	53
33 pav. Ofsetinio (<i>Plano Plus</i>) popieriaus, 65 g/m ² gramatūros, statistinių stebėjimų rezultatai...	54
34 pav. Ofsetinio (<i>Plano Plus</i>) popieriaus, 80 g/m ² gramatūros, statistinių stebėjimų rezultatai...	55
35 pav. Ofsetinio (<i>Plano Plus</i>) popieriaus 65 g/m ² gramatūros padaromo broko (%) dažnių poligonas.....	56
36 pav. Ofsetinio (<i>Plano Plus</i>) popieriaus 80 g/m ² gramatūros padaromo broko (%) dažnių poligonas.....	56
37 pav. Visų popieriaus rūšių ir gramatūrų padaromo broko (%) dažnių poligonas.....	57

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Įvairių popieriaus rūšių atsparumas daugkartiniam lankstymui.....	24
2 lentelė. Mineralinių užpildų įtaka popieriaus atsparumui daugkartiniam lakstymui.....	25
3 lentelė. Lankstymo mašinos techninė specifikacija.....	32
4 lentelė. Popieriaus charakteristikos.....	34
5 lentelė. Popierių techninės charakteristikos.....	36
6 lentelė. Lankstymo broko statistinių stebėjimų rezultatai.....	46

IVADAS

Lankstymas – tai vienas iš brošiūravimo procesų, kurio metu išspausdinti leidinio lapai sulankstomi į sąsiuvinius ir sudedami taip, kad puslapiai eitų numeracijos tvarka. Brošiūravimo procesuose naudojami įvairūs lankstymo variantai, kurie yra klasifikuojami pagal: lenkimų skaičių, lenkimų tarpusavio išsidėstymą, lenkimų išsidėstymą lanke, pjovimą lankstymo metu ir vienu metu lankstomų lapų skaičių.

Yra įvairių tipų lankstymo mašinų. Jos skirstomos į: piltuvines, būgnines, peilines, kasetines ir kombinuotas. Šiame darbe atliktas tyrimas su „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ kombinuota lankstymo mašina, kai popieriaus lanko lenkimai gali būti atliekami ir kasetiniu, ir peiliniu lankstymo būdu. Tokio tipo mašinos dažniausiai naudojamos didelėse spaustuvėse siekiant sutrumpinti derinimo laiką ir padidinti darbo našumą.

Lankstymas yra svarbi brošiūravimo proceso dalis, nuo kurios priklauso tolesnių procesų ir galutinio produkto kokybė. Lankstymo metu yra padaroma įvairus brokas – popieriaus lanko sulenkimai neatitinka kontrolinių žymų vietų, lenkimo vietose susidaro raukšlės ir t. t.

Blogas popieriaus lankų sulankstymas priklauso nuo įvairių priežasčių: nuo lankstymo metu naudojamo popieriaus, mašinos konstrukcijos, jos suderinamumo ir pan.

Spaustuvei ypač svarbu žinoti, koks atspaudų kiekis yra išbrokuojamas brošiūravimo – įrišimo procesuose, kad galėtų tinkamai parinkti papildomai užsakomo popieriaus kiekį. Taip spaustuvė užsitikrina, kad spaudos lankų užteks pagaminti reikiamam produkcijos tiražui. Taip pat labai svarbu, kad užsakytas popieriaus kiekis nebūtų per didelis – nebūtų daromi papildomi atspaudai, kurie nepanaudoti išmetami į makulatūrą.

Problemos ištyrimo lygis – popieriaus lankstymo problema buvo nagrinėta A. Chadasevičiaus baigiamajame magistro darbe „Popieriaus lankstymo ypatybių tyrimas“. Darbe eksperimentiniu būdu buvo ištirtas popieriaus viengubo lankstymo tikslumas ir našumas lankstymą atliekant kasetinio tipo lankstymo mašina. Popieriaus atsparumas lankstymui buvo tirtas ir aprašytas R. Minderienės ir A. Krikštaponio (2005) straipsnyje „Fungicidinio poveikio cheminių medžiagų pritaikymas popieriaus konservavime“. Mechaninės popieriaus savybės buvo tirtos, matuojant popieriaus dvigubų lenkimų skaičių pagal standartą GOST 13525 – 280. Apie popieriaus atsparumą lankstymui ir jo gebėjimą išlaikyti stiprumą po pakartotinio lankstymo

aprašoma D. F. Caulfield ir D. E. Gunderson (1988) straipsnyje „Popieriaus stiprumo charakteristikos ir bandymai“.

Baigiamojo darbo tyrimo objektas – spaustuvės UAB „BALTO“ lankstymo mašinų kokybiškas darbas.

Šio darbo tikslas ir uždaviniai – rinkti statistinę informaciją apie spaustuvėje lankstymo metu padaromą brokuotą produkciją, nustatyti broko priklausomybę nuo popieriaus rūšies, charakteristikų, gramatūros ir kitų parametrų.

Gauti tyrimo rezultatai buvo statistiškai apdoroti ir pateikti lentelėse bei pavaizduoti histogramose, grafikuose. Atlikus gautų rezultatų analizę buvo padarytos išvados ir pasiūlytos rekomendacijos.

Darbo praktinė reikšmė – ištyrus ir nustačius, kiek atspaudų būna išbrokuojama lankstymo metu, galima tiksliau parinkti užsakomo popieriaus kiekį ir taip sutaupyti įmonės lėšas bei sumažinti popieriaus atliekas (makulatūrą).

1. KOKYBĖS SAMPRATA

Vienas iš pagrindinių įmonės sėkmės dalykų yra pateikti klientams kokybiškus produktus, kurie atitiktų jų reikalavimus. Todėl, norėdamos efektyviai dirbti šių dienų verslo aplinkos sąlygomis, organizacijos turi daug dėmesio skirti kokybei. Daugelis dėmesį kokybei supranta kaip vieną svarbiausių būdų, kuriuo vadovas gali padidinti produktų ir paslaugų vertę, kad juos atskirtų nuo konkurentų.

Vartotojui pasirenkant prekę yra labai svarbi jos kokybė. Blogos kokybės nuostoliai yra laikas perdirbimams ir klientų netekimas. „Kokybė – kai grįžta klientas, o ne prekė“ (Margaret Hilda Thacher).

Bendra kokybė gali būti pasiekta tik sudėjus atskirus jos elementus, kai galiausiai gaunamas kokybiškas produktas ar paslauga.

Kokybė – tai turimųjų charakteristikų visumos atitiktis reikalavimams laipsnis.

Kokybės tikslas – tam tikras su kokybe susijęs siekis ar ketinimas.

Kokybės riba – tai vertinamo produkto tikslūs techniniai rodikliai.

Produkto kokybė yra tikslus ir objektyviai išmatuojamas dydis. Kokybę atspindi produkto savybių ir požymių kiekis. Šiuo požiūriu geresnės kokybės produktai brangesni, nes pagaminti produktą, turintį daugiau savybių ir požymių, yra brangiau.

Kokybė vartotojui – tai vartotojo reikalavimų produktui atitiktis lygis. Šiuo aspektu produkto kokybė sunkiai nustatoma dėl skirtingo vartotojų skonio ir skirtingų jų poreikių (Serafinas, D. 2011).

Kokybė gamyboje apibrėžiama kaip atitikimas iš anksto numatytų parametru, kurie išreiškiami standartais, techninėmis sąlygomis, receptais ir kitais dokumentais. Bet koks nukrypimas nuo standartų yra defektas. Kokybė gamyboje pasiekama projektuojant procesą ir taikant statistinį proceso valdymą gamybos metu, prevenciškai pastebint nukrypimus nuo standartų ir tuo būdu išvengiant defektų.

Kokybės standartų kūrimas. Kad darbuotojai turėtų konkretesnių orientyrų, bendrovės rengia kokybės standartus kokybei kontroliuoti ir matuoti. Organizacija, tolydžiai tobulindama procesus, keičia savo standartus ir pateikia naujų kokybės gerinimo būdų.

Kokybės matavimas. Tam, kad užtikrintume kokybę, būtina nuolat matuoti ir, lyginant rezultatus, nustatyti kokybės kitimo tendenciją iki reikalaujamo kokybės lygio tam, kad laiku

atliktume koreguojančius veiksmus reikiamam kokybės lygiui palaikyti. Matuodama kokybę, organizacija turi apibrėžti faktinę kokybę ir idealiosios kokybės sampratą.

Vertės požiūris. Šiuo požiūriu kokybė apibrėžiama sąnaudų ir kainos sąvokomis. Kokybiškas produktas – turintis geras charakteristikas (Čereška, A.; Pauža, V. 2005).

Visapusiškas kokybės gerinimas – tai vienas aktualiausių dalykų, skatinančių sėkmingą ekonominę gamybos plėtrą. Šiuolaikinės technikos sudėtingumas, gamybinių procesų mechanizavimas ir automatizavimas, gyventojų poreikių didėjimas, kylant jų materialinei gerovei, sudaro objektyvias sąlygas planingai gerinti visų pramonės šakų produkcijos kokybę.

Siekiant sumažinti produkto gamybos sąnaudas ir išlaikyti gerą gaminio kokybę turi būti nuolat stebimi visi gamybos etapai ir tikrinama, ar produktas atitinka nustatytas ribas ar etalonus. Taip pat ir poligrafijos pramonėje yra stebimi ir kontroliuojami spaudos produkcijos gamybos etapai tam, kad į rinką patektų geros kokybės leidiniai.

Šiame magistriniame darbe atliekamas vienos iš gamybos grandžių kokybės tyrimas. Tiriama sritis – popieriaus lankstymas.

2. POLIGRAFINĖS PRODUKCIJOS LANKSTYMAS

2.1. Popieriaus lankstymas

Lankstymas – tai pospaudiminis procesas, kai popieriaus lapas lenkiamas išilgai tiesia linija pagal konkrečius matmenis ar lankstymo maketus. Lankstymas yra klasifikuojamas pagal:

- lenkimų skaičių;
- lenkimų tarpusavio išsidėstymą;
- lenkimų išsidėstymą lanke;
- pjovimą lankstymo metu;
- vienu metu lankstomų lapų skaičių (Kipphan, H. 2001).

Pagal lenkimų skaičių lankstymas būna vieno, dviejų, trijų ir keturių lenkimų. Vienas lenkimas padaro lanką iš dviejų skilčių, arba 4 psl. sąsiuvinį. Kiekvienas lenkimas du kartus padidina skilčių ir puslapių skaičių. Skilčių skaičius D sąsiuvinyje ir puslapių skaičius C priklauso nuo lenkimų skaičiaus z ir vienu metu lankstomų lapų skaičiaus N :

$$D = N \times 2Z; \quad (1)$$

$$C = N \times 2D = N2Z+1. \quad (2)$$

Pagal lenkimų tarpusavio išsidėstymą lankstymas būna:

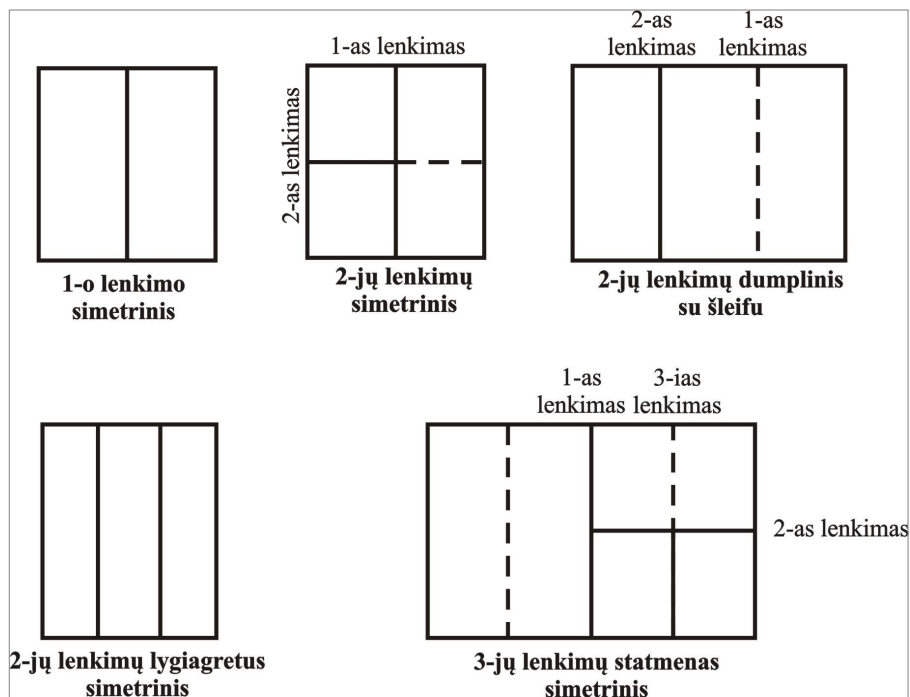
- lygiagretus;
- statmenas;
- kombinuotas.

Taip pat lankstymas gali būti simetrinis ir perslinktas. Simetrinis lankstymas –tai, kai lenkimo linija eina per lapo simetrijos ašį. Taip lankstant visi puslapiai gaunami vienodo dydžio. Esant perslinktam lankstymui, lenkimo linija eina šalia simetrijos ašies. Jeigu perslinkimas nedidelis, toks lankstymas vadinamas šleifiniu.

Pagal surinktų puslapių skaičių lapo skiltyje lankstymas būna:

- viengubas;
- dvigubas;
- keturgubas.

Tai priklauso nuo to, kiek kiekvienoje skilties pusėje yra puslapių.



1 pav. Popieriaus lapo lenkimo būdai pagal lenkimų skaičių

Pagal vienu metu lankstomų lapų skaičių lankstymas būna:

- be parinkimo – kai lankstomas vienas lapas;
- su parinkimu – kai lankstoma daugiau lapų.

Pagal pjaustymą ir jo vietą lankstymas būna:

- be pjaustymo;
- su tarpiniu pjaustymu;
- su galutiniu pjaustymu.

Tarpinis pjaustymas gali būti atliekamas po bet kurio lenkimo, tik ne po paskutinio, o galutinis – tik po paskutinio lenkimo.

2.2. Kontrolinės lankstymo žymos

Kiekvienas surinktas puslapis spaudos lanke turi savo eilės numerį, kuris vadinamas puslapiniu numeriu. Pagamintoje knygoje tai yra puslapių eilės numeris. Spaudos lanke puslapiai išdėstomi tam tikru griežtu eiliškumu, užtikrinančiu, kad bus teisinga puslapių eiga leidinyje.

Puslapių išdėstymas spaudos lanke ruošiant jį spausdinimui vadinama puslapių sąlada. Ši sąlada priklauso nuo daugelio faktorių: nuo puslapių skaičiaus sąsiuvinyje, nuo lankstymo būdo ir t. t.

Knygos ir brošiūros daromos iš dviejų, trijų ir keturių lenkimų sąsiuvinių, kurie atitinkamai turi aštuonias, šešiolika ir trisdešimt dvi skiltis.

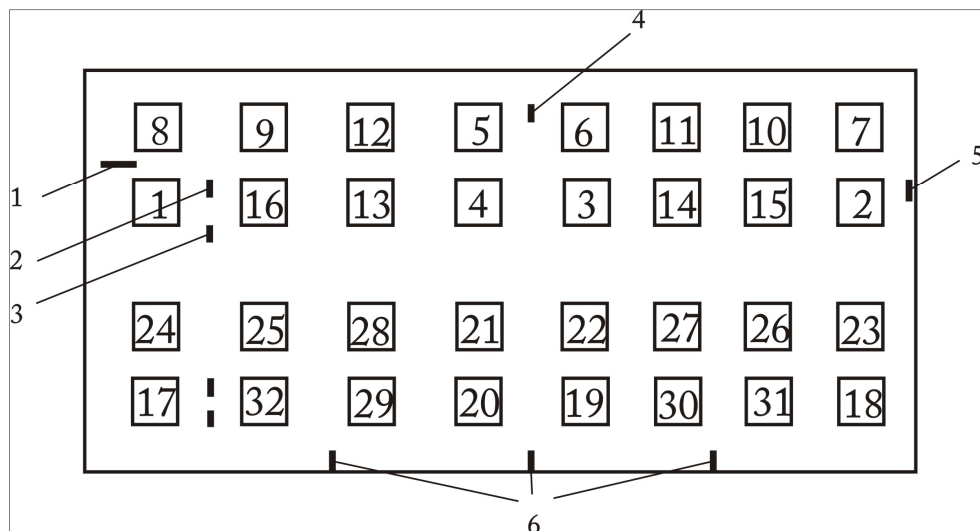
Siekiant užtikrinti brošiūravimo procesų teisingumą, kiekvienas lankas turi papildomus žymenis:

- signatūrą (lanko eilės numerį žymintis skaitmuo);
- signatūrą su žvaigždute;
- normą;
- kontrolines žymas.

Signatūra – tai skaičius reiškiantis lanko eilės numerį. Jis rašomas kairiajame apatiniame kiekvieno lanko pirmo puslapio kampe (išskyrus pirmą). Signatūra palengvina lankų patikrinimą prieš lankstymą, taip pat sąsiuvinių sutikrinimą prieš dedant juos į kaupiklį. Pagal signatūrą galima patikrinti blokų komplektavimo teisingumą.

Norma – tai autoriaus pavardė ir knygos pavadinimas arba užsakymo numeris. Jis rašomas šalia signatūros ir padeda sąsiuvinių komplektavimo teisingumui patikrinti, kad nepakliūtų sąsiuviniai iš kitų užsakymų.

Signatūra su žvaigždute – kaip ir signatūra, tai skaitmuo su žvaigždute, kuris reiškia lanko eilės numerį. Jis rašomas kairiajame apatiniame kiekvieno lanko trečio puslapio kampe ir skirtas komplektacijų teisingumui patikrinti.



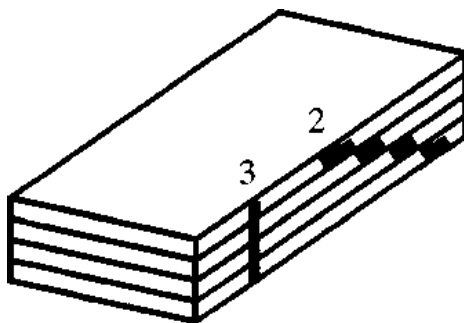
2 pav. Kontrolinių žymių išdėstymas spaudos lanke

Kontrolinės žymos skirtos lankstymo tikslumui ir komplektavimo teisingumui kontroliuoti.

Žyma 1 dedama virš pirmo puslapio viduryje ir naudojama lankstymo tikslumui kontroliuoti.

Komplektavimo teisingumui kontroliuoti dedamos dvi žymos – sąsiuvininė žyma 2 ir užsakymo žyma 3. Sąsiuvininės žymos dedamos tarp pirmo ir paskutinio puslapio ir kiekviename lanke yra perstumtos viena kitos atžvilgiu. Užsakymo žyma 3 dedama taip pat tarp pirmo ir paskutinio puslapio, bet jau visiems užsakymo lankams nustatytoje vietoje. Kai sulankstyti sąsiuviniai būna sukomplektuoti į knygų bloką, teisingumą lengva sukontroliuoti.

Žyma 4 skirta pjaustymo teisingumui patikrinti. Žyma 5 žymi trumpąją tikrąją kraštinę. Ji yra perstumta arčiau ilgosios tikrosios kraštinės (dešinė ir viršutinė kraštinės yra tikrosios, pagal jas sustumdami lapai prieš pjaustymą). Tada ir tarpiniai pjovimai bus atlikti vienodai visuose lankuose. Jei lapai prieš pjaustymą teisingai ir lygiai sudėti, tai šūsnyje iš galo šios linijos turi sudaryti liniją.



3 pav. Knygos blokas

2.3. Lankstymo būdo parinkimas

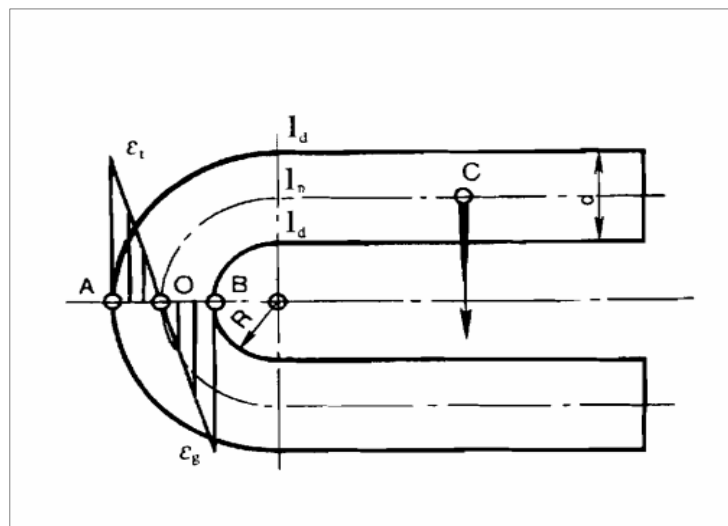
Lankstymo būdo parinkimui didžiausią įtaką turi būsimų sąsiuvinų apimtys. Sąsiuvinų apimtys priklauso nuo popieriaus storio. Popieriaus storis svyruoja nuo 50 μm iki 200 μm . Rekomenduojama dideliais tiražais spausdinamiems leidiniams, kai popieriaus storis 90 μm , lankstyti sąsiuvinius į 32 p. Esant storesniam popieriui, pablogėja lankstymo kokybė – sumažėja tikslumas, atsiranda raukšlės, sustorėja sulenkimų vietos. Todėl, kai popieriaus storis 90 μm – 120 μm , rekomenduojama lankstyti į 16 p., o kai dar storesnis į 8 p.

Lankstymo būdas parenkamas pirmoje technologinio proceso stadijoje konkrečiam leidiniui. Turi būti atsižvelgiama į sąsiuvinį apimtį, skilties formatą, įrenginių galimybe. Viengubas simetrinis lenkimas taikomas lankstyti priešlapius, viršelius, įdėklus, bilietus, sveikinimo atvirutes. 8-ių puslapių sąsiuviniams lankstyti taikomas dviejų statmenų lenkimų lankstymas, 16 p. – 3-jų lenkimų, 32 p. – 4-ių statmenų lenkimų lankstymas. Yra taikomas dviejų tipų statmenas lankstymas „europinis“ ir „vokiškas“. Šie būdai skiriasi tuo, kurioje vietoje yra šleifai.

Lankstymas su šleifu reikalingas tam, kad sulankstyta sąsiuvinį būtų galima smeigių pagalba padėti į reikiamą vietą, ir siuvant sąsiuvinius būtų galima tiksliai atversti tą vietą, kur turi būti siūlės. Šleifai padidina popieriaus atliekų kiekį 1-1,5 %.

Geriausia lankstymo kokybė, didžiausias stiprumas, bloko kompaktiškumas gaunamas, lankstant į 16 p. sąsiuvinį. Geriausia, kai trečias lenkimas sutampa su popieriaus skaidulių išilgine kryptimi. Lankstymas į 32 p. ekonomiškai geresnis – kuo didesnis puslapių skaičius, tuo mažesnis pjaustymo ir siuvimo operacijų imlumas. Lyginant su 16 psl. sąsiuviniais, 40 % sumažėja išlaidos lankstymui ir pjaustymui. Darbo užmokesčio atžvilgiu išlaidos sumažėja 50 %. Trūkumai: žemesnė lankstymo kokybė, pablogėja pjaustymo kokybė, blogesnis knygos kompaktiškumas dėl blogesnių siuvimo sąlygų.

2.4. Lenkimo procesų ypatybės



4 pav. Lenkimo proceso schema

$$l_d = \pi(R + d/2), \quad (3)$$

$$l_n = \pi(R + d). \quad (4)$$

l_d – deformuotų sluoksnių ilgis;

l_n – neutralinės linijos ilgis;

Lapą (storis d) sulenkus spinduliu R , išoriniai lapo sluoksniai veikiami tempimo deformacijų, vidiniai – gniuždymo. Santykinė tempimo deformacija lygi:

$$\varepsilon_t = \frac{l_d - l_n}{l_d} = \frac{d}{2R} + d. \quad (5)$$

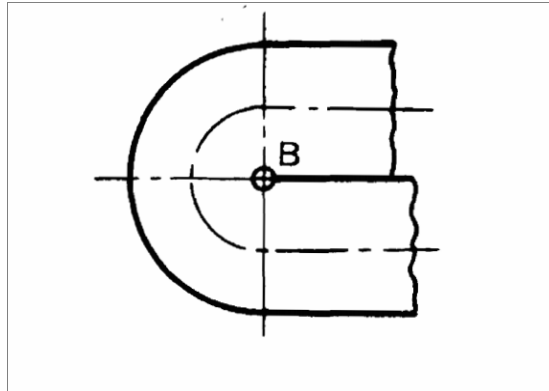
Santykinė gniuždymo deformacija s lygiai tokia pat, tik su minuso ženklu.

Absoliuti tempimo ir gniuždymo deformacija prie paviršiaus sluoksnių lygi:

$$\Delta l = l_d - l_n = \frac{d}{2}. \quad (6)$$

Šios deformacijos rodo, kad sulenkiant popierių atsiranda jo sluoksnių poslinkiai, sumažėja tankumas, padidėja poriškumas.

Apskaičiuota, kad įtempiai paviršiuje siekia 2,5 MPa. Kad lapas būtų gerai sulankstytas, reikia pridėti 5 MPa slėgį lenkimo zonoje.



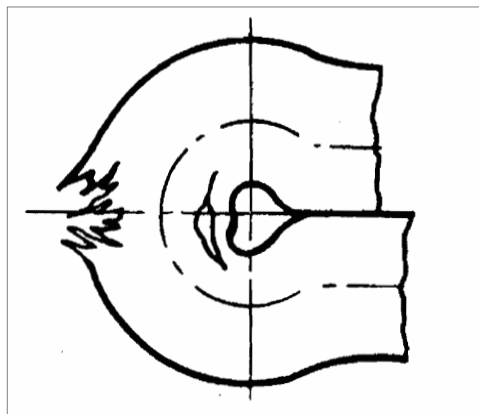
5 pav. Idealaus lenkimo vaizdas

$$\begin{aligned} R &= 0; \\ \varepsilon &= \frac{d}{2R+d} = 1.0. \end{aligned} \quad (7)$$

Tačiau šis atvejis yra nerealus, nes taške B medžiaga negali dingti.

Lapo pailgėjimas deformuojant yra apie 3 %, todėl sulenkti lapą be suirimo galima tokiu spinduliu:

$$R = 16,2 d \quad (8)$$



6 pav. Realus lapo lenkimo vaizdas

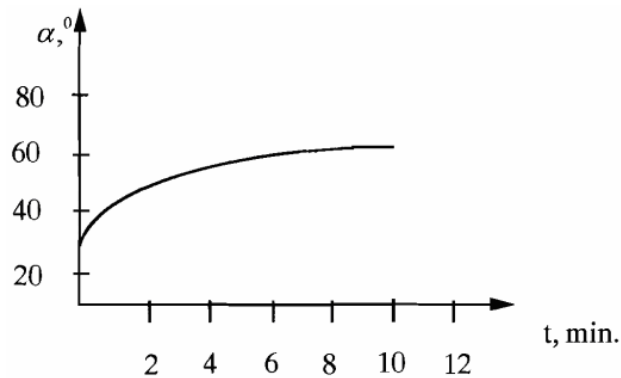
Realiai gaunamas toks vaizdas. Labai didelę reikšmę turi tai, ar išilgine ar skersine kryptimi lankstomas lapas.

2-as lenkimas: $R = d$. Tada santykinės deformacijos sumažėja 3 kartus.

Atsistatymo kampas

Dėl relaksacinių procesų sulankstytas sąsiuvinis laikui bėgant išsilanksto atgal, tačiau dėl liekamųjų deformacijų ne iki pradinės būsenos.

Kad sulankstytas lapas neišsilankstytų, reikia per pirmąsias tris minutes sąsiuvinį supresuoti.



7 pav. Atsistatymo kampo priklausomybė nuo laiko

2.5. Popieriaus deformacijos lenkiant

Lenkiant išorinė lapo dalis tempiama, vidinė spaudžiama (8 pav.). Lenkiant kampu α spinduliu r išorinės pusės ilgis bus:

$$l = \frac{2\pi \cdot (r + h)}{360} ; \quad (9)$$

čia: h – lapo storis

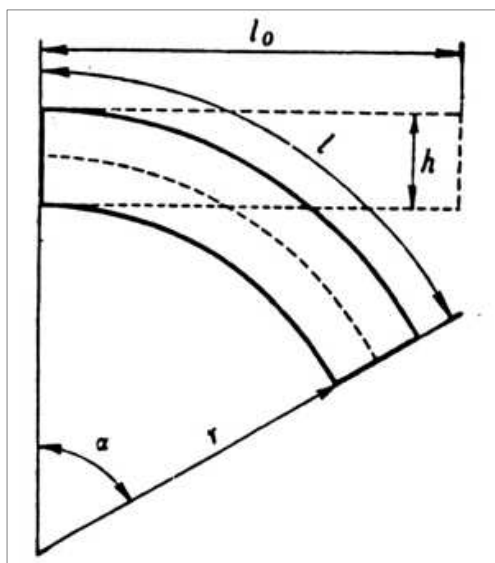
Pradinis ilgis, nesikeičiantis lenkiant, yra ties vidurine linija:

$$l_0 = \frac{2\pi \cdot \left(r + \frac{h}{2}\right)}{360} ; \quad (10)$$

todėl santykinė tempimo deformacija bus:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{h}{2r + h} . \quad (11)$$

Vidinės lapo pusės gniuždymo deformacija bus tokio paties dydžio, tik su priešingu ženklu. Iš to matyti, kad deformacija didėja, didėjant storiui ir mažėjant lenkimo spinduliui. Plonas popierius pastebimai deformuojasi tik esant mažam lenkimo spinduliui, pavyzdžiui, sulankstant popierių. Šiuo atveju deformacija viršija ribinį tįsumą, vyksta vietinis struktūros ardymas, dėl negrįžtamos deformacijos susidaro neatsitiesiantis užlankas. Vidinė pusė gniuždoma ir sutankinama. Sutankintos vietos stengiasi atsitiesti ir iš dalies atlenkia užlanką.



8 pav. Lenkimo deformacijos parametrai

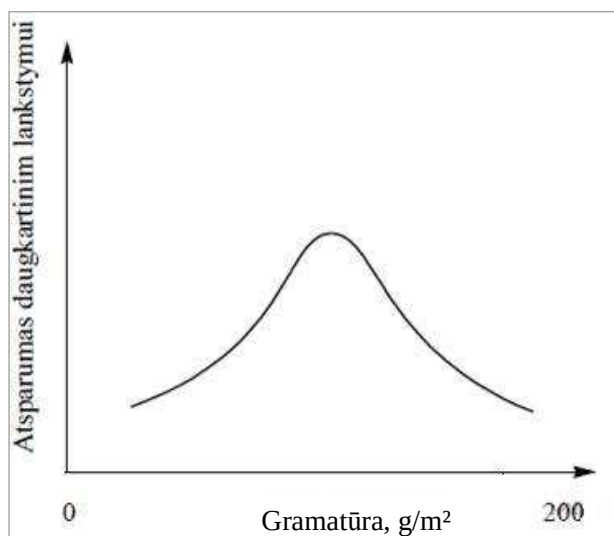
Didelę praktinę reikšmę turi popieriaus atsparumas daugkartiniam lankstymui, kuriam įtakos turi popieriaus struktūros poringumas ir plaušelių lankstumas. Atsparumas daugkartiniam lankstymui sumažėja jei popierius pagamintas iš kietų plaušelių arba turi daug užpildų, nes užpildo dalelės trina plaušelius lankstant popierių. Ši charakteristika įvertinama dvigubų lenkimų skaičiumi iki popieriaus suplyšimo. Išilgine kryptimi atsparumas lankstymui didesnis nei skersine (1 lentelė). Lapuočių celiuliozės įmaišymas į popieriaus masę, kaip priedas prie pušų celiuliozės, labai sumažina atsparumą lūžimui. Šis sumažėjimas tuo didesnis, kuo trumpesni, mažiau lankstūs ir silpnesni lapuočių celiuliozės plaušai.

Keičiantis popieriaus gramatūrai, kinta ir popieriaus atsparumas daugkartiniam lankstymui. Nedaug didėjant gramatūrai, atsparumas daugkartiniam lankstymui didėja, po to pradeda mažėti. Maksimalaus atsparumo padėtis įvairiems popieriams skirtinga ir priklauso nuo daugelio faktorių, bet daugiausia nuo popieriaus kompozicinės sudėties ir celiuliozės sumalimo

laipsnio. Kuo didesnis sumalimo laipsnis ir mažesnis vidutinis plaušų ilgis, tuo greičiau pasiekiamas maksimumas.

1 lentelė. Įvairių popieriaus rūšių atsparumas daugkartiniam lankstymui

Žaliava	Vidutinis plaušų ilgis, mm	Gramatūra, g/cm ²	Dvigubų perlenkimų skaičius	
			skersine kryptimi	Išilgine kryptimi
Eglinė balinta sulfitinė celiuliozė	1,05	80	55	157
Pušinė balinta sulfitinė celiuliozė	1,0	86	57	197
Medvilnės balinta masė	1,0	83	30	57
Linų balinta masė	1,05	81	632	807



9 pav. Popieriaus atsparumo daugkartiniam lankstymui priklausomybė nuo gramatūros

Atsparumas daugkartiniam lankstymui mažėja, jei popierius per daug supresuotas arba jame daug mineralinių užpildų (2 lentelė). Užpildas ne tik sumažina tarpplaušinės sąveikos jėgas, bet ir pjausto plaušus lankstant popierių.

2 lentelė. Mineralinių užpildų įtaka popieriaus atsparumui daugkartiniam lankstymui

Žaliava	Mineralinis užpildas	Kiekis, masės %	Dvigubų perlenkimų skaičius	
			išilgine kryptimi	skersine kryptimi
Eglinė balinta sulfitinė celiuliozė		---	157	55
	Kaolinas	25	62	35
	Kreida	40	36	23
Pušinė balinta sulfitinė celiuliozė		—	197	57
	Kaolinas	25	144	55
	Kreida	40	118	48
Medvilnės balinta masė		---	57	30
	Kaolinas	25	5	4
	Kreida	40	5	2
Linų balinta masė		---	802	632
	Kaolinas	25	196	58
	Kreida	40	48	20

Popieriaus ir įrišimo medžiagų lenkimo deformacijai tirti taikomas sąlyginis metodas. Matuojama jėga, reikalinga sulenkti tiriamos medžiagos juostelei lanku, nustatytu dydžiu.

Liekamosios deformacijos atsiranda keičiantis popieriaus struktūrai, kai jis yra tempiamas, gniuždomas arba lenkiamas. Popierių gniuždant susidaro nauji ryšiai, tempiant suyra esantys ir popierius nutrūksta.

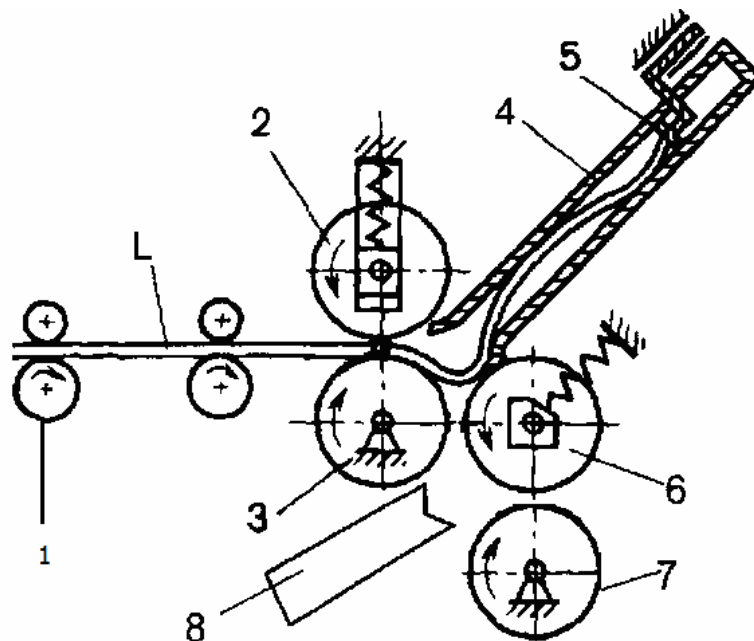
2.6. Lapų bigavimas ir perforavimas

Norint pagerinti lapų lankstymo sąlygas ir sumažinti atsistatymo kampą, naudojamas bigavimas. Bigavimas – tai išankstinis lenkimo linijų ant popieriaus padarymas bukais diskiniiais peiliais. Šie peiliai išspaudžia popierių ir sutankina jį sulenkimo vietose.

Perforacija atliekama antro ir trečio lenkimų vietose, dėl to susilpnėja skerspjūvis lenkimo vietoje. Perforavimas dar naudinga tuo, kad darant daugiau lenkimų, per skylutes pasišalina oras, mažiau susidaro raukšlių, taip pat sulenkimo vietos būna plonesnės.

Trūkumai: neteisingai sulanksčius perlankstyti neįmanoma, susidaro labai daug popieriaus dulkių, kurios teršia aplinką.

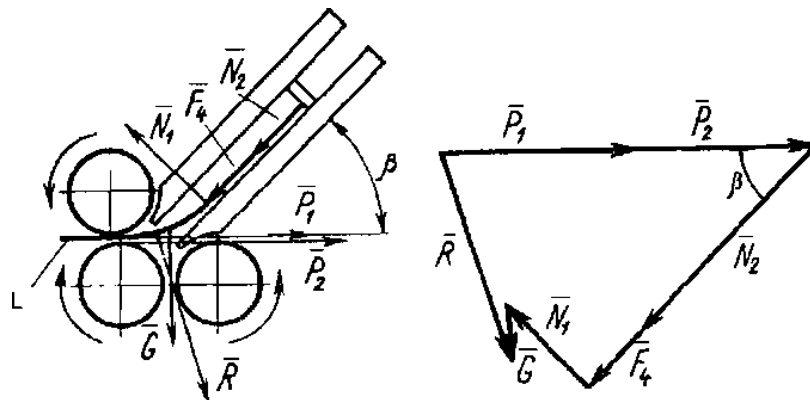
2.7. Kasetinis lankstymo būdas



10 pav. Kasetinio tipo mašinos lankstymo mazgo kinematinė schema: 1 – transporterio velenėliai; 2, 3 – tiekimo velenėliai; 4 – kasetė; 5 – atrama; 3, 6, 7 – lankstantys velenėliai; 8 – antra kasetė; L – lankstomas lapas

Lapą L transporterio velenėliai priveda prie tiekimo velenėlių 2, 3. Toliau lapas keliauja į kasetę 4, kol atsiremia į atramą 5 ir truputį persilenkia. Tarp velenėlių 3 ir 6 susidaro kilpa, kurią velenėliai pagriebia ir sulenkia. Jeigu kasetė 8 uždaryta, sulenkto lapas velenėliais 6, 7 išvedamas į priėmimo įrenginį. Jei kasetė 8 atvira, kilpa vėl susidaro, kurią velenėliai 6, 7 sugriebia ir prieš išvesdami į sulenkimo įrenginį dar sykį sulenkia.

2.8. Kilpos susidarymo procesas



11 pav. Dinaminė ir kinematinė-vektorinė lenkimo kilpos susidarymo schemas: a – kilpos susidarymo schema; b – lenkimo metu veikiančių jėgų daugiakampis

Viskas priklauso nuo veikiančių jėgų proporcijų ir kasetės polinkio kampo β .

$$\mathbf{R} = \mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2 + \mathbf{N}_2 + \mathbf{F}_4 + \mathbf{N}_t + \mathbf{G} \quad (12)$$

Esmė – $\mathbf{R}$ kryptis turi pakliūti tarp velenų 3 ir 6.

$\mathbf{P}_j$ – trinties jėga tarp velenėlio 2 ir popieriaus.

$\mathbf{P}_2$ – trinties jėga tarp velenėlio 3 ir popieriaus.

$\mathbf{N}_2$ – reakcijos jėga nuo atramos 5 į popieriaus kraštą.

$\mathbf{F}_4$ – popieriaus trinties į kasetės sienelę jėga.

$\mathbf{N}_t$ – kasetės apatinės sienelės reakcija į popierių.

$\mathbf{G}$ – popieriaus lapo tarp velenėlių 2, 3 ir kasetės 4 svoris.

Sudėjus visas jėgas vektoriškai, jų atstojamoji $\mathbf{R}$ turi eiti tiesiai tarp velenėlių 3 ir 6. Tada ši jėga ir sudaro popieriaus kilpą, kuri yra sugriebiama ir sulenkiamą. Kad taip įvyktų, tarp minėtų jėgų turi būti tam tikros proporcijos. Jos priklauso nuo popieriaus charakteristikos, atstumo tarp velenėlių 2, 3 ir kasetės 4, kasetės polinkio kampo β .

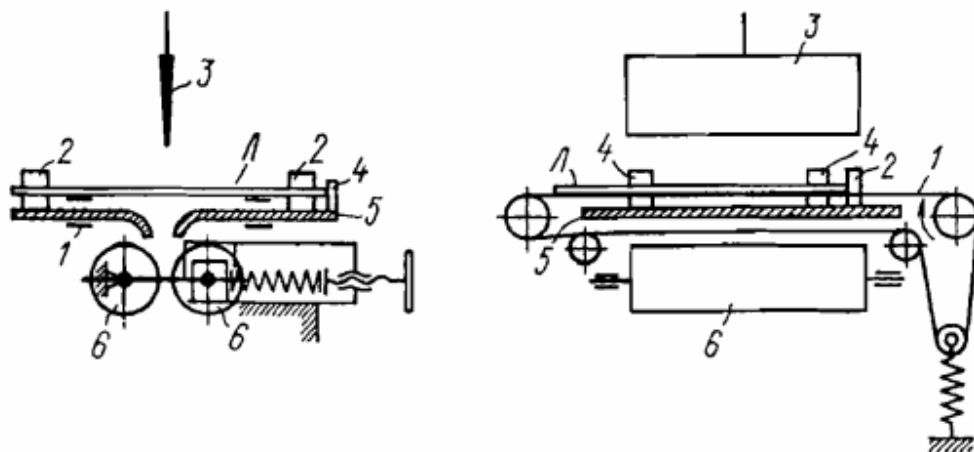
Popieriaus pasipriešinimas lenkimui mažėja, didinant atstumą tarp velenėlių ir kasetės, todėl šis atstumas yra reguliuojamas. Kuo storesnis ir tankesnis popierius, tuo atstumas didesnis. Esant minkštam popieriui atstumas mažinamas.

Nuo kampo P daugiausia priklauso jėgų N_t ir F_4 dydis. Kampas P parenkamas ribose tarp 30° ir 45° .

Jeigu keletas kasečių išdėstomos vienoje plokštumoje viena po kitos, gauname lygiagretų lankstymą. Kitas kasetes išdėsčius statmenai prieš tai buvusioms, gaunamas statmenas lenkimas.

2.9. Peilinis lankstymo būdas

Lapas juostiniu konvejeriu pristumiamas prie atramos 2, nuo smūgio atšoka, bet juostinio konvejeriu vėl prispaudžiamas prie atramos. Skersinio tiekimo įrenginiu tokiu pat būdu pristumiamas prie šoninių atramų 4. Tada peilis 3 leidžiasi žemyn, įstumia popierių tarp velenėlių 6, kurie jį pagavę sulenkia. Peilis neturi liesti velenėlių per popierių, kad jų nesugadintų ir pats nediltų. Sinusinis peilio judėjimo dėsnis.



12 pav. Peilinio tipo lankstymo mazgo kinematinė schema: 1 – juostinis konvejeris; 2 – priekinės atramos; 3 – peilis; 4 – šoninės atramos; 5 – stalas su grioveliu; 6 – velenėliai

3. TYRIMO METODIKA

Darbe buvo renkama statistinė informacija apie UAB „BALTO“ spaustuvėje lankstymo metu padaromą brokuotą produkciją. Stebėjimai atlikti dirbant su skirtingomis popieriaus rūšimis ir popieriaus gramatūromis. Gauti rezultatai buvo pateikti histogramomis, kurios analizuojamos pasitelkiant statistinius metodus. Vertinant rezultatus papildomai buvo sudarytos trys statistinių skirstinių lentelės. Lentelės sudarytos iš intervalų (13) ir dažnių n_1 (n_1 – reikšmių skaičius, priklausantis intervalui), o intervalus pakeitus jo vidurio taškais ir juos sujungus tiesių atkarpomis, gaunamas dažnių poligonas.

Remiantis gautais rezultatais buvo nustatytos lankstymo metu atsirandančio broko priklausomybės nuo popieriaus rūšies, charakteristikų, gramatūrų ir kitų faktorių.

$$[\alpha_{i-1}; \alpha_i) \quad (13)$$

3.1. Lankstymo įranga

UAB „BALTO“ spaustuvėje yra dvi „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ kombinuoto lankstymo mašinos. Ši įranga – tai naujas profesionalus lankstymo lygis. Mašinos derinimo laikas sutrumpėja dėl efektyvios komponentų automatizacijos ir ergonomiško veikimo, bendrą našumą didina visapusiška darbo srautų integracija ir maksimalus lankstumas.



13 pav. Lankstymo mašina „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“

Lankstymo mašinos charakteristikos:

- Efektyviai automatizuoti komponentai sutrumpina derinimo laiką ir didina našumą.
- Darbo optimizavimas intuityvaus valdymo būdu.
- Vakuuminė lapų transportavimo juosta su lapo nukreipimo funkcija.
- Galima sumontuoti plokščiojo tiekimo įrenginį, apvalaus-nepertraukiamo tiekimo įrenginį ir paletinio tiekimo įrenginį.
- Moduliniai išvedimo įrenginiai.
- Darbinis plotis: 78 cm.



14 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ popieriaus tiekimo mechanizmas

Popieriaus tiekimo mechanizmas yra ekonomiškąs, nedidelių matmenų, lengvai valdomas.

Popieriaus lankstymo mazgas susideda iš lankstymo kasečių, lankstymo velenų bei peilių. Lankstymo velenai pagaminti iš plieno ir poliuretano žiedų.



15 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ lankstymo velenai



16 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ lankstymo kasetė



17 pav. Lankstymo mašinos „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ popieriaus lankstymo mazgas

3 lentelė. Lankstymo mašinos techninė specifikacija

	Popieriaus tiekimo mechanizmas			Lankstymo sekcija			
	Nepertraukiamas sukimasis		Dėklas	Lygiagretus lankstymas	Pirmasis statmenas lenkimas	Antrasis statmenas lenkimas	Trečiasis statmenas lenkimas
Maksimalus popieriaus formatas aukštis x plotis (cm)	78 x 128	78 x 128	78x128		78 x 58	58 x 39	39 x 30
Minimalus popieriaus formatas aukštis x plotis (cm)	14 x 18	14 x 18	14 x18		14 x 10	14 x 10	14 x 10
Lapų sulenkimų skaičius				4 ar 6			
Maksimalus pirmojo lenkimo ilgis (cm)				62/67			
Minimalus lenkimo ilgis (cm)				5.5/3.5			
Maksimalus greitis				230	200	200	200
Minimalus greitis				25	25	25	25
Maksimalus popieriaus šūsnies aukštis (cm)	8	80	120				
Lankstymo veleno skersmuo (mm)				44	44	44	44

3.2. Tiriamos medžiagos

Lankstymo kokybei nustatyti UAB „BALTO“ spaustuvėje buvo pasirinktos populiariausios ir daugeliui užsakymų naudojamos kreidinio ir kreida nedengto popieriaus rūšys.

Popieriaus struktūrą charakterizuoja jo storis, gramatūra, tankis ir akytumas. Storis – pagrindinė lakštinių medžiagų charakteristika, turinti įtakos daugeliui popieriaus savybių. Didėjant storiui didėja stiprumas, atsparumas deformacijoms, sumažėja peršviečiamumas ir kt.

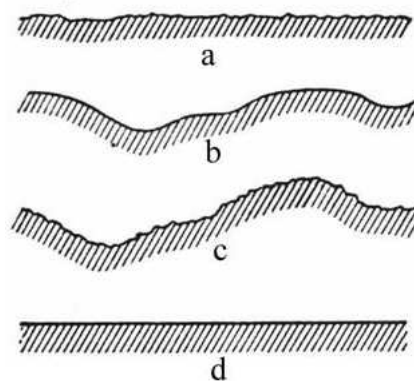
Poligrafijoje naudojamas popierius, kurio storis 0,03–0,25 mm. Dažniausiai naudojamas 0,07–0,1 mm storio. Storesnis popierius (storis iki 3 mm) vadinamas kartonu.

Popieriaus rūšys ir savybės priklauso nuo plaušelių sudėties, jų kilmės, apdorojimo būdo, užpildų, klijingumo, liejimo ir apdorojimo technologijos. Popieriaus gaminimo mašinos popierių pagamina nekreiduoatą. Kreidinis popierius gaunamas, kai popieriaus pagrindas daugiau ar mažiau padengiamas kreidavimo medžiaga, nuo kurios popieriaus paviršius pasidaro lygesnis ir baltesnis. Dengiamuoju kreidos sluoksniu galima padengti vieną popieriaus pagrindo pusę arba abi puses. Danga gali būti vienasluoksnė ir dvisluoksnė. Popieriaus sudėtyje gali būti medienos masės arba jis gali būti pagamintas iš balintos celiuliozės (Niskanen, K. 2008).

Popierius geriausiai lankstosi, kai lenkimo kryptis sutampa su medienos ir celiuliozės plaušų kryptimis. Išilgine kryptimi popierius yra stipresnis negu skersine, standumas lenkimui didesnis. Kai lenkimo kryptis nesutampa su lenkimo kryptimi – lenkimas būna nelygus ir gali susidaryti raukšlės. Tai dažniau pasitaiko, kai popierius yra didesnės gramatūros. Kad lenkimas būtų kokybiškas, reikalinga perforacija arba bigavimas.

Lenkimo kokybė ir jo tikslumas žymia dalimi priklauso nuo rifliuoto veleno kontakto su popieriumi. Nelygus ar slidus popieriaus paviršiaus reljefas blogina lenkimo sąlygas.

Popieriaus paviršiaus reljefą charakterizuoja lygumas ir glotnumas, priklausantys nuo mikro ir makro nelygumų. Lygus paviršius yra be makronelygumų, glotnus be mikronelygumų. Makronelygumais vadinami nelygumai, kurie atsikartoja dideliu atstumu ($> 1 \text{ mm}^2$). Pagal šias charakteristikas popierius skirstomas į keturias grupes (18 pav.):



18 pav. Popieriaus paviršiai: a – lygus neglotnus, b – nelygus glotnus, c – nelygus neglotnus, d – lygus glotnus.

4 lentelė. Popieriaus charakteristikos

Popieriaus pavadinimas	Popieriaus charakteristikos
Book Cream	Tai nekreidinis, purus, kreminio atspalvio popierius su medienos mase. Popierius yra neskaidrus ir standus.
Galerie Art Gloss	Tai yra triskart kreiduotas blizgus kreidinis popierius, pagamintas iš grynų balintos celiuliozės. Ant popieriaus lengva spausdinti, reikia mažai dažų, norint išgauti intensyvias iliustracijų spalvas. Popierių lengvą lankstyti.
Galerie Fine Gloss	Tai blizgus kreidinis popierius, kurio baltas ir lygus paviršius tiksliai perteikia spausdinamų iliustracijų spalvas ir detales.
Galerie Fine Silk	Tai švelniai matinis kreidinis popierius, lygiu matiniu paviršiumi. Ant šio popieriaus išgaunama bekompromisė spaudos kokybė.
Matt G-Print	Tai viena puse kreiduotas, be medienos masės, purus, matiniu paviršiumi popierius. Mažai atspindintis paviršius suteikia aukštą kokybę vaizdams. Lengvai lankstomas.
Multi Art Gloss	Tai kreiduotas baltas, be medienos masės, lygiu ir blizgiu paviršiumi popierius.
Multi Art Silk	Tai kreiduotas baltas, be medienos masės, lygiu ir matiniu paviršiumi popierius.
Munken Cream	Tai purus, nekreidinis, kreminio atspalvio popierius, dažniausiai naudojamas knygų leidyboje.
Munken lynx	Tai nedengtas kreida, lygaus paviršiaus ir natūralaus balto atspalvio popierius.
Munken pure	Tai iškirtinai lygaus paviršiaus, nekreidinis, kreminio atspalvio popierius,

	padedanti tiksliai atkurti iliustracijas ir suteikiantis leidiniui natūralumo
Ofsetinis (plano plus)	Tai nedengtas kreida, be medienos masės popierius. Jis yra baltas ir didelio storio.
Snowbright	Tai nekreidinis, didelio storio popierius. Jo spalva yra pereinama nuo kreminės iki mėlynai baltos spalvos.

5 lentelė. Popierių techninės charakteristikos

Popieriaus pavadinimas	Popieriaus rūšis	Popieriaus gramatūra (gsm)	Popieriaus storis (µm)	Popieriaus neskaidrumas (%)	Popieriaus baltumas (CIE arba %)	Popieriaus purumas (cm ³ /g)	Popieriaus šiurkštumas (PPS, µm)	Medienos masė
Book Cream	Nedengtas	60 gsm	127	93,0	75 %	2,0	–	Su medienos mase
		70gsm	140	93,0	75 %	2,0	–	
		80 gsm	153	93,0	75 %	2,0	–	
Galerie Art Goss	Kreidinis	70 gsm	74	92,0	128	1,06	–	Be medienos masės
Galerie Fine Gloss	Kreidinis	80 gsm	78	95,0	134	0,98	–	Be medienos masės
		90 gsm	88	95,0	134	0,98	–	
		130 gsm	99	96,0	134	0,98	–	
Galerie Fine Silk	Kreidinis	80 gsm	74	95,0	–	0,98	–	Be medienos masės
		150 gsm	137	96,0	–	0,98	–	
Matt G-print	Kreidinis	80 gsm	77	92,0	117	0,98	2,8	Be medienos masės
		90 gsm	87	93,5	117	0,98	2,8	
		100 gsm	98	96,0	117	0,99	2,8	
		115gsm	113	98,0	117	1,00	3,0	
		130 gsm	129	98,0	117	1,02	3,0	
		150 gsm	150	98,5	117	1,03	3,0	
		170 gsm	172	99,0	117	1,04	3,0	
Multi Art Gloss	Kreidinis	130 gsm	91	95,0	122	0,77	0,7	Be medienos masės
Multi Art Silk	Kreidinis	70 gsm	82	92,0	122	0,87	0,7	Be medienos masės
		115 gsm	94	94,5	122	0,82	0,7	
		130 gsm	107	95,0	122	0,85	0,7	
		170 gsm	141	97,5	122	0,85	0,7	
Munken Cream	Nedengtas	90 gsm	135	93,0	62	1,5	–	Be medienos masės
		100 gsm	150	93,0	62	1,5	–	
Munken lynx	Nedengtas	150 gsm	225	96,0	116	1,5	–	Su medienos mase

Munken pure	Nedengtas	90 gsm	117	90,0	62	1,5	–	Su medienos masės
		100 gsm	130	92,0	62	1,5	–	
		120 gsm	149	94,0	62	1,5	–	
Ofsetinis (Plano Plus)	Nedengtas	65 gsm	82	86	143	1,26	–	Su medienos mase
		70 gsm	90	89	143	1,28	–	
		80 gsm	103	91	143	1,28	–	
		90 gsm	116	92	143	1,28	–	
		100 gsm	128	–	143	1,28	–	
		120 gsm	134	–	143	1,28	–	
Snowbright	Nedengtas	65 gsm	138	75,0	–	2,0	–	Su medienos mase
		70 gsm	154	75,0	–	2,0	–	
		80 gsm	160	75,0	–	2,0	–	

3.3. Popieriaus lankstymo problemos ir prognozės

Kokybiškas lankstymas:

- lenkimai eina per kontrolines žymes;
- nėra nuokrypių vaizdo vietose;
- nėra susidariusių raukšlių lenkimo vietose;
- stiprūs sulenkimai (laikui bėgant sąsiuvinis neturi išsilankstyti) (Kipphan, H. 2001).



19 pav. Broko pavyzdžiai

Ir lankstymo būdas, ir popieriaus savybės (gramatūra, storis, sudėtis) turi įtakos lankstymo kokybei.

Lankstymo metu padaromo broko prognozė yra svarbi siekiant sutaupyti lėšas ir užtikrinti, kad bus gautas nustatytas tiražas. Tikslūs rezultatai gali būti gaunami tik stebint ir suskaičiavus viso tiražo išbrokuotą spaudos lankų skaičių, ir stebėjimus atlikus bent kelis kartus. Taip bus

nustatyta ar parenkamas tikslus papildomų popieriaus lapų skaičius ir sužinoma ar užteks spaudos lankų iki reikiamo produkcijos tiražo arba neliks nereikalingų atspaudų.

Popieriaus lankstymo kokybė priklauso nuo parametrų:

- Nuo popieriaus rūšies, sudėties ir gramatūros – tos pačios popieriaus rūšies gramatūros dydis yra tiesiogiai proporcingas popieriaus storiui. Kuo didesnė gramatūra, tuo storesnis popierius, o tai lemia skirtingą lenkimo kilpos susidarymą ir lenkimo tikslumą. Gramatūros dydis lemia mašinos parametrų nustatymus, tokius kaip: tarpas tarp velenų, greitis, tiekimo mazgo tarpelis. Popieriaus paviršiaus šiurkštumas skirtingai turi įtakos sąlyčiui su lenkimo velenais. Slidesnis popierius labiau praslysta susidarant lenkimo kilpai, tai lemia blogesnę lankstymo kokybę. Brangesni popieriai yra kalandruojami, tokių popierių paviršiaus storis yra vienodas, atliekant lenkimą lenkimo linija įsirežia vienodai per visa plotą.
- Nuo lankstymo būdo ir lenkimų skaičiaus (Kipphan, H. 2001).
- Nuo lankstymo mašinos parametrų ir suderinimo – *greitis* yra vienas iš svarbiausių faktorių, turinčių įtakos lenkimo tikslumą. Dėl per daug didelio velenų greičio atsiranda praslydimai. Dėl blogo sąlyčio su popieriaus paviršiumi, lakštas kreivai atsimuša į kasetės atramą, dėl to atsiranda poslinkiai popieriaus šoninių kraštinių atžvilgiu. Esant mažesniems greičiams, lėčiau susidaro lenkimo kilpa, o tai lemia prastesnę sulenkimo kokybę didesnės gramatūros popieriui (150 g/m²).

Esant dideliame greičiui, veikiant inercinėms jėgoms, mažesnės gramatūros popierius labiau deformuojasi. Atsimušęs į šoninę kasetės atramą labiau susibanguoja ir išsilenkia. Dėl to atsiranda lenkimo paklaidos.

Tarpas tarp velenų. Nuo popieriaus storio atitinkamai reikia keisti ir tarpą tarp velenų. Dėl didelio spaudimo lenkimo kokybė būna prasta, popieriaus sulenkta kraštinė deformuojasi ir skylinėja.

Popieriaus tiekimo ir transportavimo mazgas. Tam, kad tiksliai ir po vieną būtų tiekiami popieriaus lapai iš kilpos, reikalingas oro srautas, galintis juos sukelti ir pakedenti, taip pat vakuumas, kuris reikalingas lapui tiekti į lankstymo mazgą. Kuo didesnės gramatūros popierius lankstomas, tuo intensyvesnis įpūtimo ir vakuumo srautas turi būti tiekiamas. Dėl pernelyg didelio oro srauto mažesnės gramatūros popierius glamžomas, šoninės kraštinės pradeda plyšinėti. Toks lapas automatiškai brokuojamas.

- Nuo aplinkos pokyčių – optimalios popieriaus sandėliavimo sąlygos: temperatūra 20 °C; oro santykinė drėgmė 60 %. Temperatūra ir santykinė oro drėgmė – tarpusavy susiję aplinkos veiksniai, lemiantys galimą popieriaus deformaciją. Dėl drėgmės gali atsirasti raukšlių, popieriaus paviršius tampa grublėtas, kinta formatas; dėl išliekamųjų deformacijų toks popierius tampa netinkamas naudoti.
- Nuo žmogiškųjų faktorių – net ir kvalifikuoti darbuotojai, turintys ilgametę darbo patirtį, padaro klaidų, lemenčių broko atsiradimą.

3.4. Tyrimo eiga

Tyrimo metu buvo stebimas dviejų „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ mašinų lankstymo procesas.

Lankstymo mašiną sudaro: popieriaus tiekimo mechanizmas, lankstymo kasetės, peilinės lankstymo pavaros, transportavimo įrenginys, sąsiuvinų dėtuvai. Popieriaus lapas keliauja į kasetę, kol atsiremia į atramą ir truputį persilenkia. Tarp velenėlių susidaro kilpa, kurią velenėliai pagriebia ir sulenkia. Kasetė būna uždaryta, todėl sulenkimas lapas išvedamas į priėmimo įrenginį. Antram ir trečiam lenkimams taikomas dviejų statmenų lenkimų lankstymas, atliekamas peiliniu lankstymo būdu – peilis leidžiasi žemyn, įstumia popierių tarp velenėlių, kurie jį pagavę sulenkia. Antrojo lenkimo metu lankui atliekama perforacija, kad susilpnėtų skerspjūvis lenkimo vietoje ir sulenkimo vieta būtų plonesnė. Sulankstytas sąsiuvinis keliauja transporteriu į dėtuvą.

Lankstymo procesas buvo stebimas, kai lankai buvo lenkiami 3 kartus, t. y. sulankstomas 16 p. sąsiuvinis. Stebėjimui buvo pasirinkti įvairios rūšies ir gramatūros popieriai. Kiekvienam popieriui stebėjimai buvo atlikti po kelis kartus, iš viso tyrimas buvo atliktas 101 kartą. Taip buvo ištirti 36 skirtingų rūšių ir gramatūrų popieriai – 12 skirtingų popierių įvairios gramatūros.

Tyrimo metu buvo skaičiuojama, kiek lankų iš spaudos cecho atvežama į lankstymą ir kiek buvo pagaminta sulankstytų sąsiuvinų. Taip buvo paskaičiuota, kiek procentų kiekvieno užsakymo atspaudų išbrokuota lankstymo metu.

3.5 Lankstymo kokybės nustatymas

Lankstymo kokybė yra vertinama atliekant statistinius stebėjimus. UAB „BALTO“ spaustuvėje naudojami vidiniai nustatyti lankstymo kokybės standartai. Sulankstytuose sąsiuviniuose negali būti jokių raukšlių lenkimo vietose. Leistinos nuokrypių nuo kontrolinių žymių ribos:

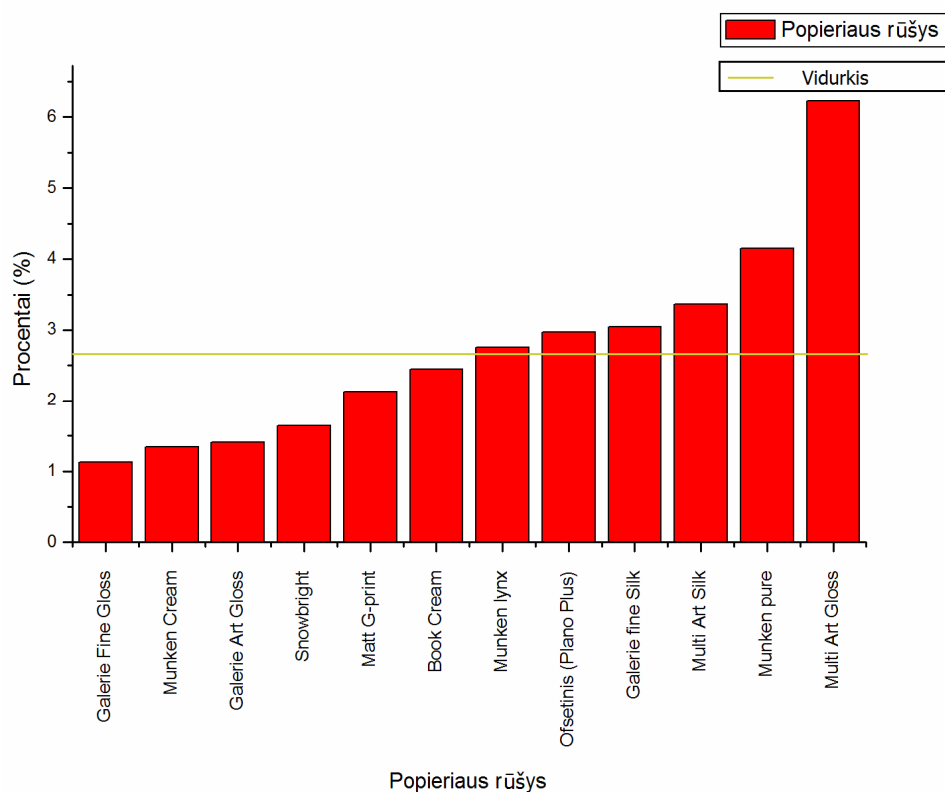
- tekstinei spaudai – 2 mm;
- grafinei spaudai – 1 mm.

Grafinei spaudai leestina nuokrypio riba yra mažesnė, nes lankuose esančių grafinių objektų pasislinkimas bet kokia kryptimi yra labiau pastebimas nei teksto.

Spaustuvėje yra priimta, kad leistinas lankstymo metu išbrokuotų atspaudų kiekis būtų iki 3 %. Kai kuriais atvejais, priklausomai nuo popieriaus, riba gali būti 5 %, tačiau jei yra viršijamos šios ribos yra sprendžiama atsiradusi problema ir ieškoma alternatyvų pagerinti lankstymo kokybę.

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Renkant statistinius duomenis apie lankstymo metu išbrokuotų atspaudų skaičių susidaro didelė duomenų sklaida, todėl kiekvienai popieriaus rūšiai ir gramatūrai yra paskaičiuotas vidutinis broko procentas ir duomenys pateikti histogramomis.



20 pav. Lankstymo metu padaromas produkcijos brokas pagal popieriaus rūšis

Nepriklausomai nuo popieriaus gramatūros, UAB „BALTO“ spaustuvėje mažiausiai broko lankstymo metu padaroma naudojant kreidinių blizgų *Galerie Fine Gloss* popierių. Blogiausia lankstymo kokybė gaunama esant kreidiniam blizgiu paviršiumi *Multi Art Gloss* popieriui. Šis popierius lyginant su kitais kreidiniais popieriais yra plonesnis, jo paviršius lygus ir slidus, tai blogina lankstymo kokybę. „Knyginių“ nedengtų kreida popierių lankstymo kokybė yra vidutinė ir visų šių popierių padaromas brokas yra panašus (*Snowbright* – 1,64 %, *Book Cream* – 2,45 %, *Munken lynx* – 2,76 %). Bendras visų popieriaus rūšių ir gramatūrų lankstymo metu padaromo broko vidurkis yra 2,72 %.

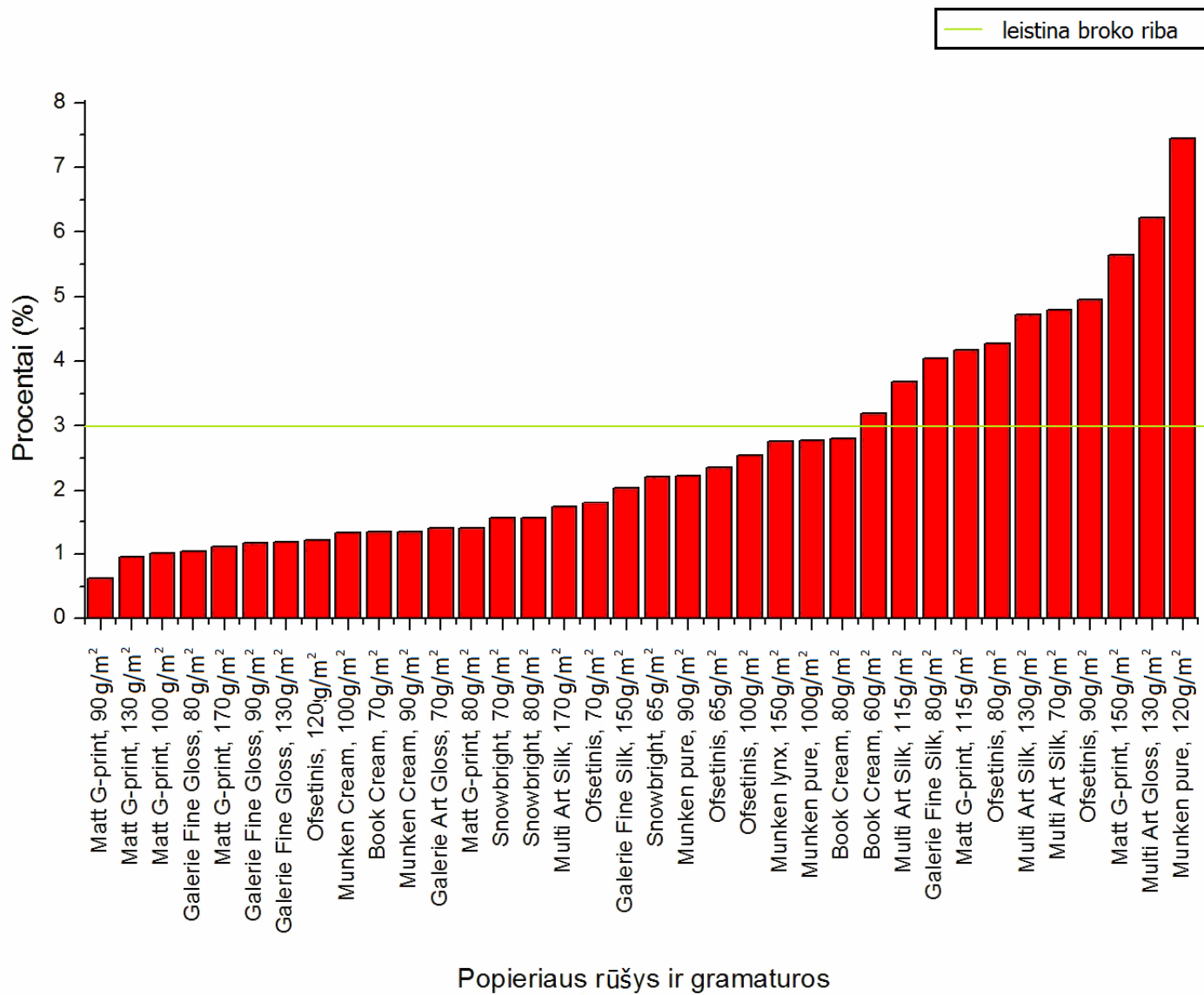
Tyrimo metu buvo nustatytas vidutinis 36 skirtingų popieriaus rūšių ir gramatūrų lankstymo metu padaromo broko procentas. Statistinio stebėjimo metu surinktų duomenų rezultatai pateikti lentelėje.

6 lentelė. Lankstymo broko statistinių stebėjimų rezultatai

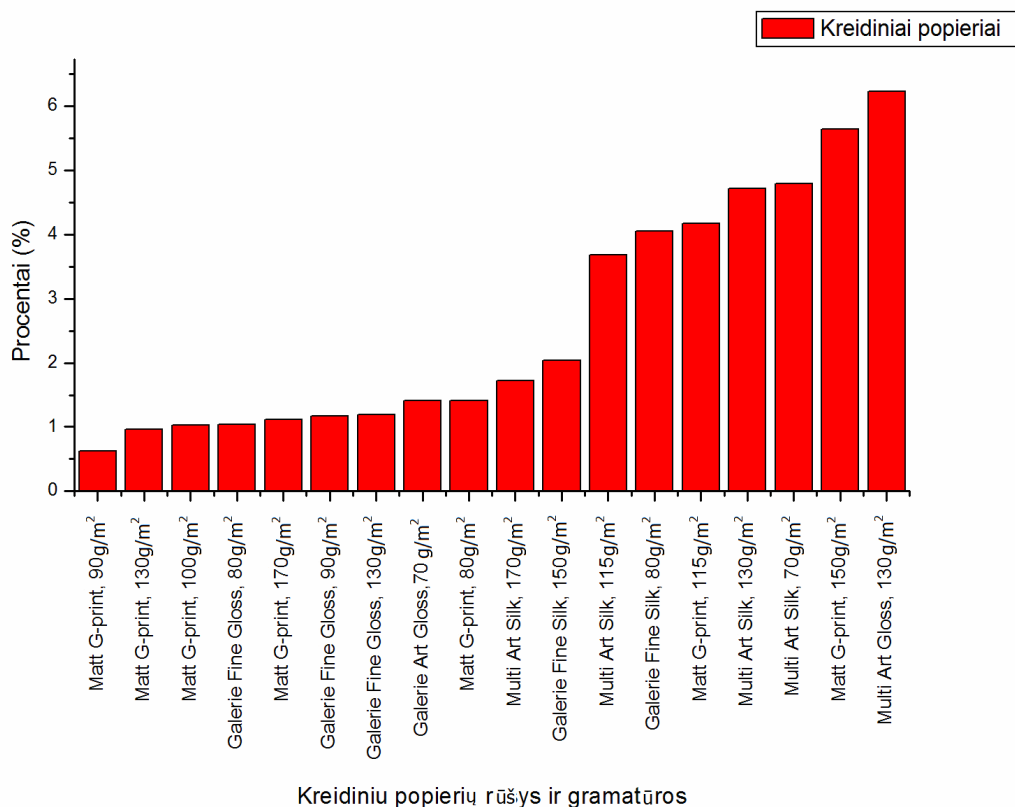
Popieriaus pavadinimas	Gramatūra, g/m²	Brokas (%)
Matt G-print	90	0,62
Matt G-print	130	0,96
Matt G-print	100	1,02
Galerie Fine Gloss	80	1,04
Matt G-print	170	1,11
Galerie Fine Gloss	90	1,17
Galerie Fine Gloss	130	1,19
Ofsetinis (Plano Plus)	120	1,22
Munken Cream	100	1,33
Book Cream	70	1,35
Munken Cream	90	1,35
Galerie Art Gloss	70	1,41
Matt G-print	80	1,41
Snowbright	70	1,57
Snowbright	80	1,57
Multi Art Silk	170	1,73
Ofsetinis(Plano Plus)	70	1,81
Galerie Fine Silk	150	2,04
Snowbright	65	2,21
Munken pure	90	2,23
Ofsetinis (Plano Plus)	65	2,36
Ofsetinis (Plano Plus)	100	2,54
Munken lynx	150	2,76
Munken pure	100	2,77

Book Cream	80	2,8
Book Cream	60	3,19
Multi Art Silk	115	3,68
Galerie Fine Silk	80	4,05
Matt G-print	115	4,17
Ofsetinis(Plano Plus)	80	4,28
Multi Art Silk	130	4,72
Multi Art Silk	70	4,79
Ofsetinis(Plano Plus)	90	4,96
Matt G-print	150	5,64
Multi Art Gloss	130	6,23
Munken pure	120	7,45

Spaustuvėje pagal vidinius nuostatus lankstymo metu padaromo broko leistina riba yra 3 %. Statistinių stebėjimų metu atlikto tyrimo rezultatai rodo, kad bendras visų popieriaus rūšių ir gramatūrų broko vidurkis yra 2,72 %. Tai parodo, kad spaustuvėje bendra lankstymo kokybė yra gera, nes nėra viršijama nustatyta riba, tačiau pažiūrėjus atskirai į kiekvieno popieriaus rezultatus matyti, kad kai kurioms popieriaus rūšims lankstymui reikia skirti daugiau nei 3 procentus papildomų atspaudų, o kai kurioms galima sumažinti.



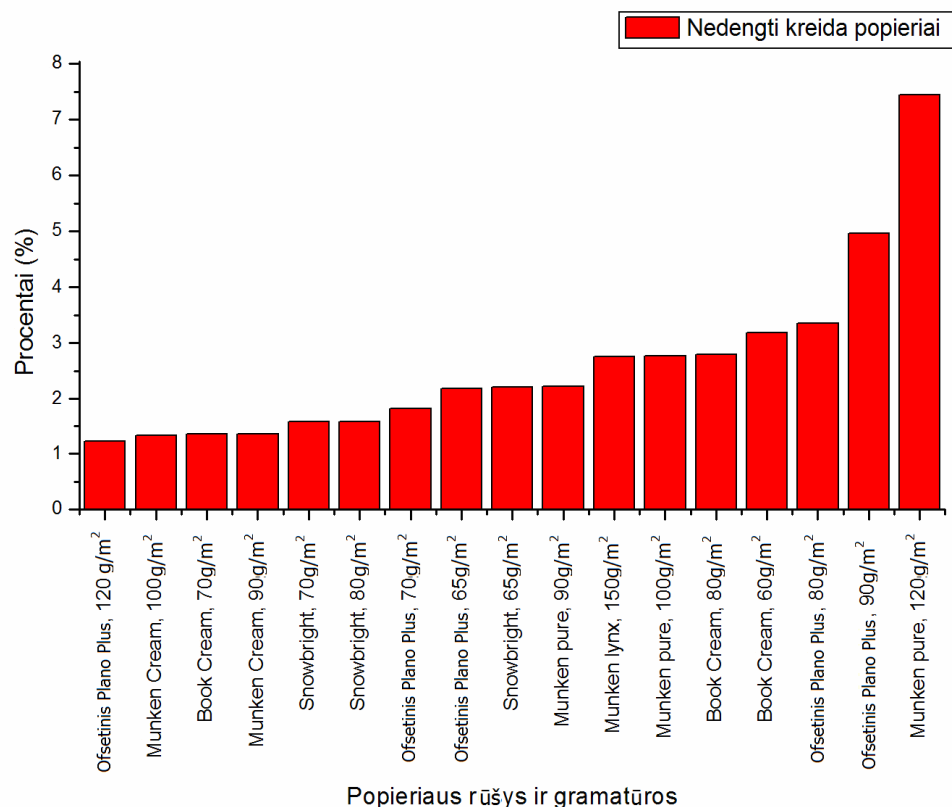
21 pav. Lankstymo metu padaromo produkcijos broko statistinių stebėjimų rezultatai



22 pav. Kreidinio popieriaus lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%)

Mažiausiai lankstymo metu atspaudų broko padaroma kreidinio blizgaus popieriaus *Galerie Fine Gloss* 80 – 130 g/m². Šios rūšies popieriui, nepriklausomai nuo gramatūros, broko lankstymo metu padaroma nedaug – nuo 1,04 % iki 1,19 %. Tos pačios rūšies kreidinio matinio popieriaus *Galerie Fine Silk* broko lankstymo metu padaroma daugiau, kai popieriaus gramatūra yra mažesnė (80 g/m² – 4,05 %), esant didesnei gramatūrai – broko padaroma mažiau.

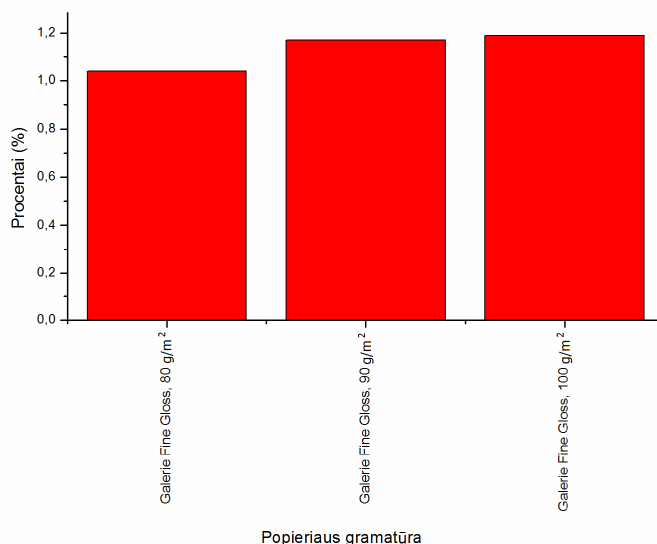
Multi Art Silk popieriaus rūšies gramatūrai didėjant mažėja padaromas lankstymo brokas (70 g/m² – 4,79 %, 170 g/m² – 1,73 %). Vienos pusės kreiduoto popieriaus *Matt G-print* brokas yra netolygiausiai pasiskirstęs intervale nuo 0,62 % iki 5,64 %. *Matt G-print* popierius yra be medienos masės, todėl lengvai lankstomas. Tik esant didelei 150 g/m² gramatūrai šis popierius sunkiai lenkiasi ir atsiranda didesnis procentas broko. Daugiausia brokuotų sąsiuvinių padaroma esant *Multi Art Gloss* 130 g/m² popieriui. Šis popierius yra lygaus ir blizgaus paviršiaus, todėl sąlytis su lankstymo velenais gali būti blogas – popierius praskysta, o didesnė gramatūra apsunkina lenkimo kilpos susidarymą.



23 pav. Nedengto kreida popieriaus lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%)

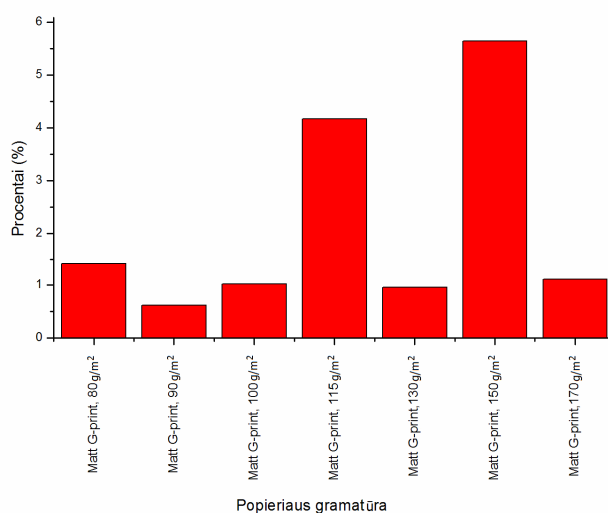
Lankstant sąsiuvinius iš kreida nedengtų popierių, geriausia kokybė yra ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus 120 g/m² – 1,22 % padaromo broko, blogiausia tokios pat 120 gramatūros *Munken pure* popieriaus – 7,45 % brokuotos produkcijos. *Munken pure* popieriaus sudėtyje yra medienos masės. Tai popieriui suteikia standumo, tvirtumo ir suprastėja lankstymo kokybė. Nedaug brokuotų sąsiuvinų susidaro lankstant *Munken Cream* ir *Snowbright* popierius. Šių dviejų rūšių nedengtas kreida popierius nepriklausomai nuo gramatūros yra lankstomas kokybiškai ir padaroma mažai broko (*Munken Cream*: 90 g/m² – 1,35%, 100 g/m² – 1,33%; *Snowbright*: 65 g/m² – 2,21 % 70 g/m² – 1,57 %, 80 g/m² – 1,57 %). *Snowbright* popierius yra su medienos mase ir didelio storio, tačiau šie faktoriai nelemia lankstymo kokybės. *Snowbright* popieriaus paviršius nėra slidus, todėl turbūt susidaro geras sąlytis su lankstymo velenais ir popieriaus lenkimai yra tikslūs. Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus brokuotų sąsiuvinų procentas labai kinta priklausomai nuo gramatūros. Geriausiai lankstomas 120 gramatūros ofsetinis (*Plano Plus*) popierius (1,22 % broko), gera lankstymo kokybė yra esant ir mažai šio popieriaus gramatūrai (70 g/m² – 1,8 1% ir

60 g/m² – 2,18 % broko), daugiausia broko atsiranda esant dažniausiai naudojamoms ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus gramatūroms 80 g/m² ir 90 g/m² (3,36 % ir 4,96 %).



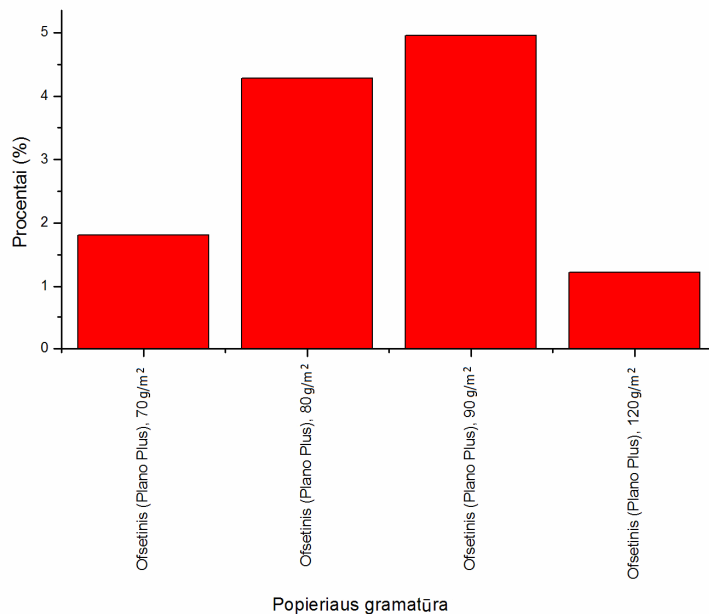
24 pav. Įvairios gramatūros kreidinio popieriaus *Galerie Fine Gloss* lankstymo metu padaromas brokas (%)

Kreidinio blizgaus popieriaus *Galerie Fine Gloss* lankstymo metu padaromas brokas didėja didėjant popieriaus gramatūrai, tačiau brokuotų sąsiuvinių procentas yra labai panašus, nepriklausomai nuo popieriaus gramatūros. Šis popierius yra be medienos masės ir nestoras, todėl jo lankstymo kokybė yra gera.



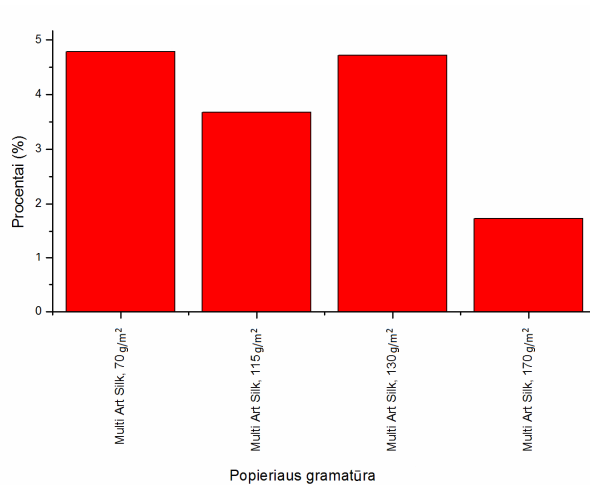
25 pav. Įvairios gramatūros kreiduito popieriaus *Matt G-print* lankstymo metu padaromas produkcijos brokas (%)

Kreiduoto popieriaus *Matt G-print* daugiausia produkcijos broko lankstymo metu padaroma 115 g/m² (4,17 %) ir 150 g/m² (5,64 proc) popieriams, mažiausiai 90 g/m² (0,62 %). Esant nedidelei popieriaus gramtūrai broko lankstant atspaudus padaroma mažiausiai. Lyginant su kitais popieriais *Matt G-print* popieriaus lankstymo kokybė yra gera. Šio popieriaus rūšis 115 g/m² ir 150 g/m² nėra dažnai naudojama spaustuvėje, todėl broko gali padaugėti dėl netinkamo lankstymo mašinos suderinimo ir nustatymų.



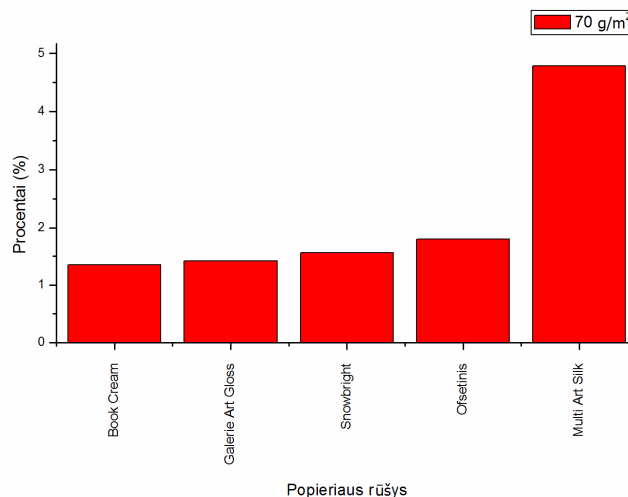
26 pav. Įvairios gramatūros ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus lankstymo metu padaromas brokas (%)

Kai ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus gramatūra yra mažiausia (70 g/m²) ir didžiausia (120 g/m²) šių stebėjimų atveju – produkcijos broko lankstymo metu padaroma nedaug (nuo 1,22 % iki 1,81 %). Populiariausių ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus gramatūrų 80 g/m² ir 90 g/m² brokas lankstant spaudos lankus padaromas maždaug 2~3 kartus didesnis nei 70 g/m² ir 120 g/m² popieriams. Šis 80 g/m² ir 90 g/m² popierius yra seniai ir dažnai naudojamas spaustuvėje, ir lankstymo mašinos operatoriai turėtų žinoti reikiamus mašinos sureguliuavimo parametrus. Laikui bėgant vyksta lankstymo mašinos nusidėvėjimas ir galbūt kai kurioms popieriaus rūšims reiktų atnaujinti suderinimo nustatymus.



27 pav. Įvairios gramatūros kreidinio *Multi Art Silk* popieriaus lankstymo metu padaromas brokas (%)

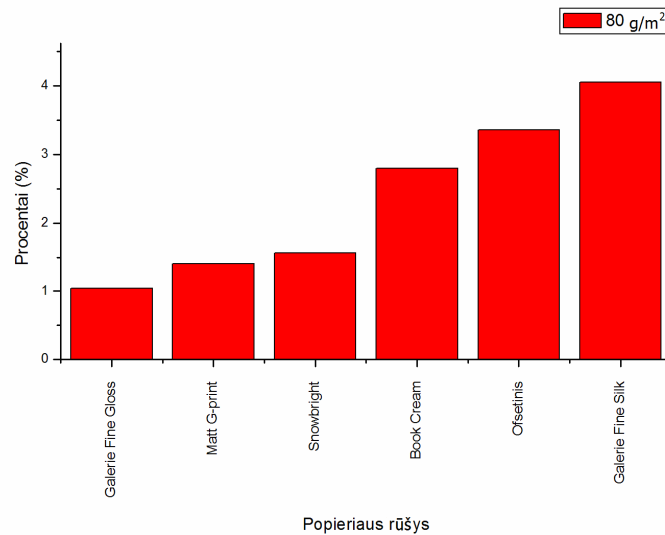
Lankstymo metu kreidinio matinio *Multi Art Silk* popieriaus brokas mažėja didėjant popieriaus gramatūrai. *Multi Art Silk* 70 g/m² – 4,79 proc. lankstymo broko, *Multi Art Silk* 170 g/m² – 1,73 %. Šio popieriaus UAB „BALTO“ spaustuvėje lankstymo kokybė yra vidutiniška. Daugiausia brokuotų lankų būna esant mažai 70 g/m² šio popieriaus gramatūrai. Tai gali lemti lygus popieriaus paviršius, nes susidaro blogas sąlytis su lankstymo velenais, o dėl mažos gramatūros popierius dar lengviau praslysta tarp velenų.



28 pav. 70 g/m² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)

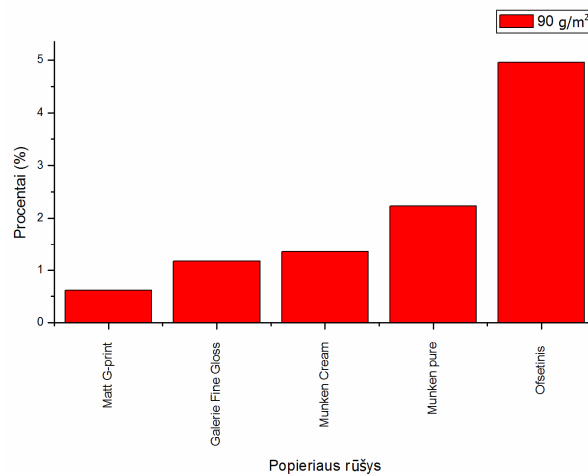
Esant skirtingoms popieriaus rūšims ir tai pačiai 70 g/m² gramatūrai, brokas lankstymo metu padaromas panašus, nuo 1,35 % iki 1,57 %, išskyrus kreidinį matinį *Multi Art Silk* popierių. Šio

popieriaus lankstymo metu padaromas brokas siekia iki 4,79 %. Šis popierius yra nestoras, lygaus paviršiaus, todėl gali būti blogas sąlytis su lankstymo velenais. *Multi Art Silk* 70 g/m² yra retai naudojamas, dėl to sunku jam nustatyti tinkamus lankstymo mašinos suderinimo parametrus.



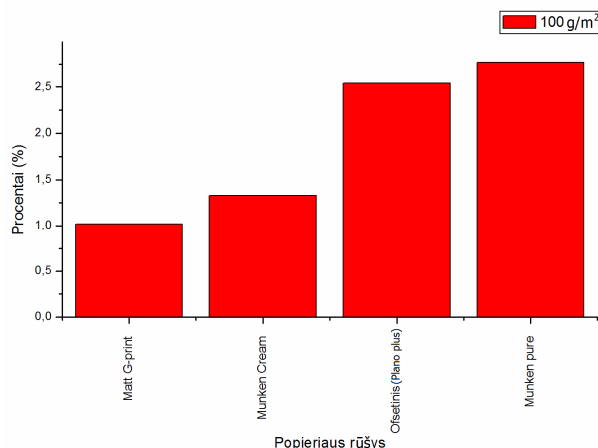
29 pav. 80 g/m² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)

Kai popieriaus gramatūra yra 80 g/m², mažiausiai brokuotos produkcijos lankstymo metu padaroma su kreidiniu blizgiu popieriumi *Galerie Fine Gloss* (1,04 %), o su tos pačios rūšies kreidiniu popieriumi, tik matiniu paviršiumi, padaroma daugiau brokuotos produkcijos (*Galerie Fine Silk* – 4,05 %).



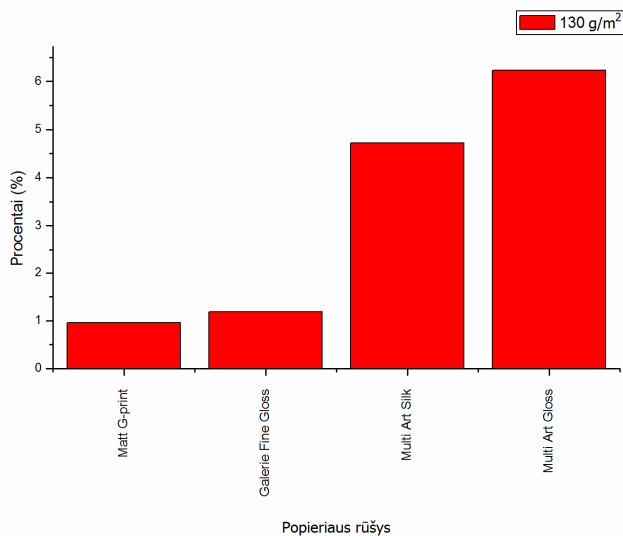
30 pav. 90 g/m² gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)

Popieriaus gramatūrai esant 90 g/m^2 mažiausiai lankstymo broko padaroma vienos kreidutos pusės popieriui *Matt G-print*, daugiausia – ofsetiniam (*Plano Plus*) popieriui (4,98 %). Kitų šios gramatūros popierių lankstymo kokybė yra gera, brokuotos produkcijos procentas nesiekia 3 %.



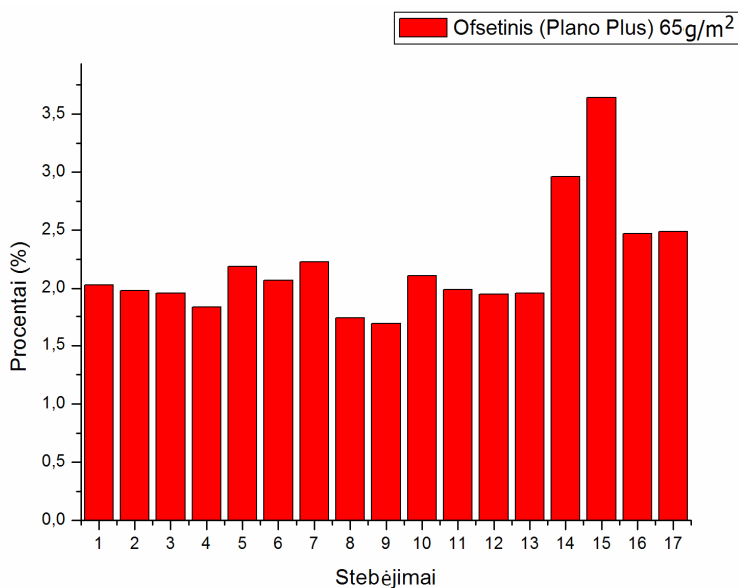
31 pav. 100 g/m^2 gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)

Kai popieriaus gramatūra yra 100 g/m^2 , tai lankstymo metu padaromas brokas kaip ir esant 90 g/m^2 mažiausias yra kreiduto popieriaus *Matt G-print* (1,02 %), o nedengto kreida *Munken pure* popieriaus padaromas produkcijos brokas yra maždaug du kartus didesnis – 2,54 %. *Munken pure* popierius yra storas ir su medienos mase – tai lemia blogesnę lankstymo kokybę.



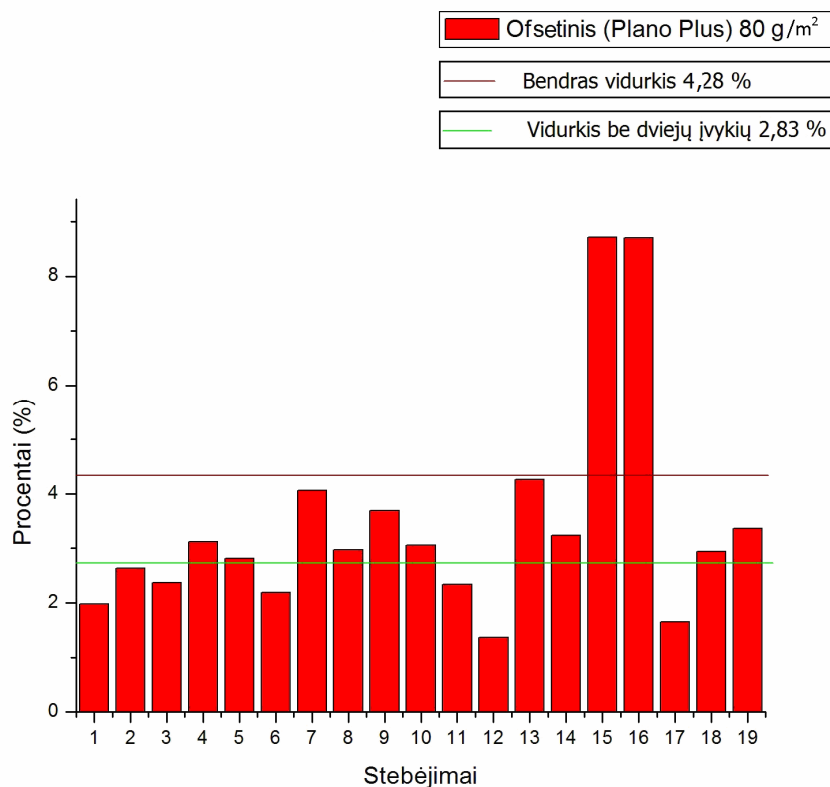
32 pav. 130 g/m^2 gramatūros, įvairių popieriaus rūšių, lankstymo metu padaromas brokas (%)

Popieriaus gramatūrai esant 130 g/m^2 mažiausiai produkcijos broko lankstymo metu padaroma su vienos pusės kreidutu popieriumi *Matt G-print* (0,96 %), daugiausia – su gausiai 3 kartus kreidutu popieriumi *Multi Art Gloss* (6,23 %). Šio popieriaus storis ir lygus paviršius apsunkina lenkimo kilpos susidarymą ir blogina kontaktą su lankstymo velenais.



33 pav. Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus, 65 g/m^2 gramatūros, statistinių stebėjimų rezultatai

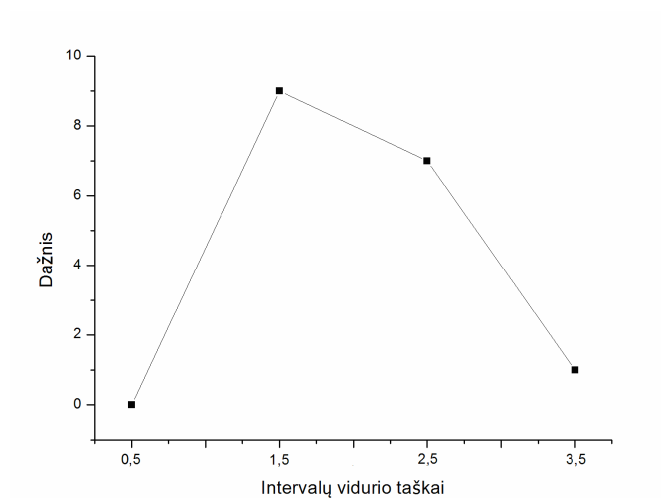
Ofsetinio (*Plano Plus*) 65 g/m^2 popieriaus lankstymo metu padarytas produkcijos brokas vienodai pasiskirsto maždaug nuo 1,5 % iki 2,5 %. Yra keletas atvejų, kai brokuotos produkcijos padaryta daugiau (2,96 %, 3,64 %).



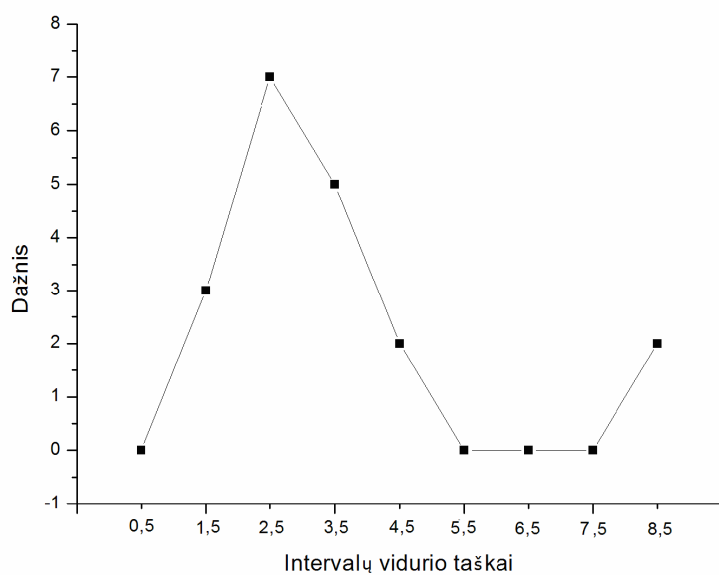
34 pav. Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus, 80 g/m² gramatūros, statistinių stebėjimų rezultatai

Ofsetinis (*Plano Plus*) popierius 80 g/m² gramatūros yra dažnai naudojamas spausdinant brošiūras arba knygas. Lankstymo metu padarytas produkcijos brokas yra labai įvairus - nuo 1,37 % iki 8,71 %. Bendras šio popieriaus lankstymo broko vidurkis yra 4,28 %. Dviem atvejais yra stipriai viršijamas leistinas procentas lankstymo metu padaromam brokui. Šie atvejai yra išskirtiniai, dažnai nepasitaikantys ir įvykti galėjo dėl įvairiausių priežasčių. Jei laikytume, kad tie du statistiniai stebėjimai neįvyko, tai bendras ofsetinio (*Plano Plus*) 80 g/m² popieriaus lankstymo broko vidurkis būtų 2,83 %.

UAB „BALTO“ spaustuvėje dažnai naudojamas nekreidinis ofsetinis (*Plano plus*) popierius 65 g/m² ir 80 g/m² gramatūrų. Kadangi šių popierių lankstymo stebėjimų rezultatų sklaida yra didelė, buvo sudaryti dažnių poligonai, kurie tiksliau parodo lankstymo kokybės rezultatus. Intervalų vidurio taškai – tai padaromo broko procentas, o dažnis – kaip dažnai pasikartoja šis procentas.

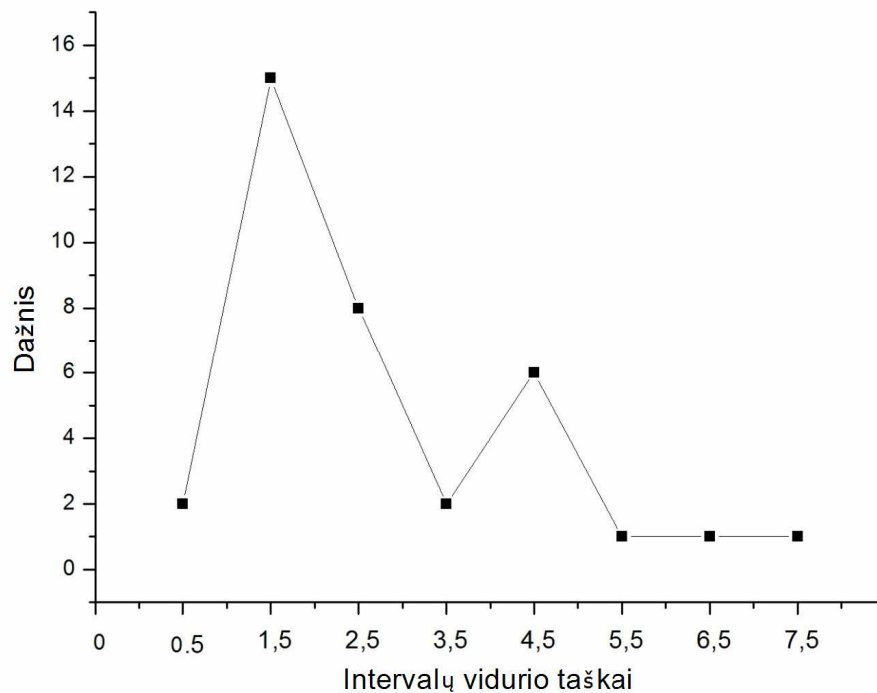


35 pav. Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus 65 g/m² gramatūros padaromo broko (%) dažnių poligonas



36 pav. Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus 80 g/m² gramatūros padaromo broko (%) dažnių poligonas

Iš pasikartojančio broko procento dažnių matyti, kad abiejų gramatūrų ofsetinio (*Plano plus*) popieriaus lankstymo kokybė yra gera. Sąsiuvinių broko dažniausiai padaroma iki ~2,5 %, tik kelis kartus pasitaikė didesnis brokuotų atspaudų skaičius. Popieriaus gramatūrai esant 65 g/m² padaromo broko procentas neviršija 4 %. 80 g/m² gramatūros popieriaus ~89,5 % visų stebėjimų metu broko padaroma iki 5 procentų. Tarp 5 ir 7 procentų nepasitaikė nė vieno broko atvejis, tik dviem išskirtiniais atvejais brokas siekė 8 %.



37 pav. Visų popieriaus rūšių ir gramatūrų padaromo broko (%) dažnių poligonas

Visų popieriaus rūšių ir gramatūrų dažnio poligono aukščiausias taškas (16) yra ties 1,5, t.y. daugiausia popierių yra lankstoma kokybiškai ir padaromo broko procentas yra nuo 1 iki 2.

Atliekant statistinį stebėjimą gauti rezultatai parodo, kad spaustuvės BALTO lankstymo kokybė yra pakankamai gera. Iš 36 tiriamų popierių 15-kos padaromas brokas nesiekia 2 %, 8 popierių brokuotos produkcijos padaroma iki 3 %, kitais atvejais pasitaikė daugiau nekokybiškai sulankstytų sąsiuvinių. Maždaug 69,5 % tiriamų skirtingų rūšių ir gramatūrų popierių lankstymo metu brokuotų atspaudų padaroma iki 3 %. Lankstymo broko nuo 3 iki 6 procentų padaroma ~ 25 %, ir tik 5,5 % visų tiriamų popieriaus rūšių broko procentas yra tarp 6 ir 8.

Darbo praktinė reikšmė

Remiantis atlikto tyrimo rezultatais buvo nustatytas UAB „BALTO“ spaustuvės lankstymo proceso padaromas broko kiekis. Spaustuvė, žinodama, kiek sąsiuvinių būna išbrokuojama atspaudų lankstymo metu, gali tiksliau parinkti užsakomo popieriaus kiekį. Papildomą popieriaus kiekį parenkant pagal tam tikrą popieriaus rūšį ir gramatūrą, bus taupomos įmonės lėšos ir neišmetami į makulatūrą nepanaudoti atspaudai bei užtikrinta, kad nepritrūks spaudos lankų iki reikiamo tiražo.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Pagal vidines BALTO spaustuvės nustatytas ribas, 3 % broko neviršija popieriai – *Matt G-print* 80 g/m², 90 g/m², 100 g/m², 130 g/m²; *Galerie Fine Gloss* 90 g/m², 130 g/m²; *Book Cream* 80 g/m², 90 g/m²; *Munken Cream* 90 g/m², 100 g/m²; *Galerie Art Gloss* 70 g/m²; *Snowbrigt* 65 g/m², 70 g/m² ir 80 g/m²; *Multi Art Silk* 170 g/m²; ofsetinis (*Plano Plus*) 65 g/m²; 70 g/m², 100 g/m², 120 g/m²; *Galerie Fine Silk* 150 g/m²; *Munken pure* 90 g/m², 100 g/m², *Munken lynx* 150 g/m².
2. *Galerie Fine Gloss*, *Galerie Art Gloss*, *Munken Cream* ir *Snowbrigt* popieriaus rūšys nepriklausomai nuo gramatūros, charakteristikų ar techninių duomenų yra lankstomos kokybiškai ir neviršija nustatyto broko procento.
3. Pagal statistinius duomenis šiuo metu nustatytos 3% ribos nesiekia ir neviršija, todėl galima sumažinti papildomų atspaudų kiekį popieriams: *Matt G-print* 80 g/m², 90 g/m², 100 g/m², 130 g/m², 170 g/m², *Galerie Fine Gloss* 80 g/m², 90 g/m², 130 g/m², ofsetiniam (*Plano plus*) 120 g/m², *Munken Cream* 90 g/m², 100 g/m², *Book Cream* 70 g/m², *Snowbrigt* 70 g/m², 80 g/m². Šioms popieriaus rūšims ir gramatūroms leistiną broko ribą galima sumažinti iki 1,5%.
4. Popieriaus rūšis, kurios lankstymo metu viršija šiuo metu nustatytą leistiną 3% ribą galima pakeisti panašių savybių ir charakteristikų popieriais, taip sumažinant brokuotų sąsiuvinių kiekį ir išlaidas. *Multi Art Gloss* galima keisti į *Galerie Fine Gloss* arba *Galerie Art Gloss*, *Munken pure* popierių į *Munken Cream*.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. „BALTO“ spaustuvės lankstymo mašinų „Heidelberg Stahlfolder TH/KH“ techniniai pasai
2. Čereška, A.; Pauža, V. 2005. *Kokybės analizė ir valdymas*. Vilnius: Technika. 9–14 p.
3. *Fungicidinio poveikio cheminių medžiagų pritaikymas popieriaus konservavime* [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. lapkričio 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.ldm.lt/Spauda/a_met_minderiene.htm
4. Janušauskaitė, S. et al. 2010. *Diferencialinės lygtys ir tikimybių teorija*. Mokomoji knyga. Kaunas: Technologija. 139 p.
5. Kipphan, H. 2001. *Handbook Print Media Technologies and Production Methods*. Germany: „Springer“ . 811 p.
6. *Kokybės vadybos teorijos praktinis taikymas* [interaktyvus], [žiūrėta 2013m. sausio 12d.]. Prieiga per internetą: <http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/MOKOMOJI-KNYGA-Kokybes-vadybos-teorijos-praktinis-taikymas.pdf>
7. *Heidelberg* [interaktyvus], [žiūrėta 2013m. sausio 12d.]. Prieiga per internetą: http://www.lt.heidelberg.com/www/html/lt/content/products/postpress/folders/stahlfolder_th_kh
8. Niskanen, K. 2008. *Paper Physics*. Finland: Gummerus Oy 2008.
9. *Paper testing and strength characteristics* [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. lapkričio 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.fyichina.com.cn/paper%20testing%20and%20strength%20characteristic.pdf>
10. Popieriaus specifikacijos [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. spalio 27 d.]. Prieiga per internetą: http://www.antalys.lt/sitesweb/FO/pages/interne-1303-66-22329-rich_text-151628.html
11. Popieriaus specifikacijos [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. spalio 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.arcticpaper.com/en/G-Print/Producta/Product-Page/>
12. Popieriaus specifikacijos [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. spalio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.papyrus.com/ourBrands.htm?uniqueName=ourbrands&select=100007&expand=100007>
13. Д. В. Воробьёв. *Технология послепечатных процессов*. Москва. 2000.

PRIEDAI

A priedas

Statistinių skirstinių lentelės

Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus 80 g/m² gramatūros padaromo broko (%) dažnių skirstinys

Intervalo eilės Nr.	Intervalai	Int.vidutinis taškas	Dažnis
1	[0;1)	0,5	0
2	[1;2)	1,5	3
3	[2;3)	2,5	7
4	[3;4)	3,5	5
5	[4;5)	4,5	2
6	[5;6)	5,5	0
7	[6;7)	6,5	0
8	[7;8)	7,5	0
9	[8;9)	8,5	2

Ofsetinio (*Plano Plus*) popieriaus 60 g/m² gramatūros padaromo broko (%) dažnių skirstinys

Intervalo eilės Nr.	Intervalai	Int.vidutinis taškas	Dažnis
1	[0;1)	0,5	0
2	[1;2)	1,5	9
3	[2;3)	2,5	7
4	[3;4)	3,5	1

Visų popieriaus rūšių ir gramatūrų padaromo broko (%) dažnių skirstinys

Intervalo eilės Nr.	Intervalai	Int.vidutinis taškas	Dažnis
1	[0;1)	0,5	2
2	[1;2)	1,5	15
3	[2;3)	2,5	8
4	[3;4)	3,5	2
5	[4;5)	4,5	6
6	[5;6)	5,5	1
7	[6;7)	6,5	1
8	[7;8)	7,5	1

B priedas

Paruošta publikacija