

FLEKSOGRAFINIŲ ATSPAUDŲ MECHANINĖS SAVYBĖS

Simona Grigaliūnienė¹, Dora Abazoriūtė², Milda Kulišauskaitė³, Asta Ziminskaitė⁴,
Jonas Sidaravičius⁵, Vytautas Turla⁶

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹simona.grigaliūnienė@vgtu.lt; ²d.abazoriute@gmail.com; ³milldux@gmail.com;⁴asta.ziminskaite@gmail.com; ⁵jonas.sidaravicius@vgtu.lt; ⁶vytautas.turla@vgtu.lt

Santrauka. Eksperimentiškai ištirtos įvairių rūšių popieriaus ir fleksoGRAFINIŲ atspaudų, gautų dengiant popierių skirtingo plotinio tūrio aniloksiniais voleliais, mechaninės savybės. Nustatytos popieriaus ir fleksoGRAFINIŲ atspaudų šiuurkštumo, atsparumo tempimui bei atsparumo lenkimui vertės. Gauti rezultatai parodė, kad atspaudų atsparumas lankstymui yra didesnis išilgine nei skersine popieriaus kryptimi. Dengiant kartonus fleksoGRAFINIAIS dažais, atsparumas tempimui keičiasi, ir ši kaita yra skirtinga išilgine ir skersine kryptimis. Nustatyta, kad fleksoGRAFINIO atspaudu šiuurkštumas didėja, storėjant dažų sluoksniui ant aniloksinio volelio. Manoma, kad taip nutinka dėl dažuose esančio vandens.

Reikšminiai žodžiai: fleksoGRAFINIAI atspaudai ant popieriaus, fleksoGRAFINIAI atspaudai ant kartono, aniloksinis volelis, šiuurkštumas, atsparumas lenkimui, atsparumas tempimui.

Įvadas

Spartus medijų technologijų vystymasis neaplenkia ir spaudos sektoriaus. Šiandien plėtojasi tie spaudos būdai, kurie išsiskiria iš kitų būdų naujovėmis ir sugeba tenkinti vis aukštesnius spaudiniams keliamus reikalavimus. Tarp šių būdų minėtina skaitmeninė, ofsetinė ir fleksoGRAFINĖ spauda.

FleksoGRAFINĖS spaudos procesas, palyginti su kitais spausdinimo procesais, išsiskiria galimybe spausdinti ant pačių įvairiausių paviršių. Be to, tai yra pagrindinis ir dažniausiai naudojamas spaudos būdas pakuotėms ir etiketėms gaminti, nors neretai naudojami ofsetinės, o kai kuriose šalyse ir giliauspaudės spaudos būdai (Johnson 2008). Tai itin svarbu, kadangi pakuotės kartu su reklamine produkcija užima vis didesnę vietą spaudos rinkoje.

Bet kuriame spausdinimo procese, įskaitant ir fleksoGRAFINĖ, labai daug lemia dvi pagrindinės medžiagos – popierius ir dažai. Susidariusios spausdinant ištisinės arba dalinės dažų plėvelės keičia popieriaus mechanines, optines ir kitas savybes. Todėl tik tinkamai parinktas popierius ir dažai leidžia gauti reikiamos struktūros atspaudus su pageidautinomis savybėmis.

Pakankamai išsamiai ištirtos popieriaus mechaninės, paviršiaus ir optinės savybės. Pagrindiniai tyrimo rezultatai apibendrinti monografijoje *Paper physics* (Niskannen 2008). Tirta popieriaus užpildo dalelių įtaka jo paviršiaus šiuurkštumui priklausomai nuo dalelių kiekio, dydžio ir formos kaitos popieriaus masės sudėtyje (Ferritsius,

Rautio 2007; Forseth *et al.* 1997). Tačiau mažai tirta, kaip kinta popieriaus savybės, kai jis dengiamas fleksoGRAFINIAIS dažais, kokią įtaką turi dažų kiekis atspaude jo mechaniniam stipriui, paviršiaus šiuurkštumui, atsparumui lankstymui, spalvai ir trinčiai.

Atliekant įvairios struktūros popieriaus ir atspaudų trinties tyrimus (Grigaliūnienė *et al.* 2013), nustatyta, kad popieriaus ir atspaudų trinties koeficientai labai skiriasi – ant popieriaus paviršiaus esantys dažai keičia paviršiaus šiuurkštumą ir fizikines chemines paviršiaus savybes. Todėl tikslinga tirti, kaip kinta ir kitos mechaninės savybės, padengus popierių fleksoGRAFINIŲ dažų sluoksniu, taip imituojant spaudinį. Tema taip pat aktuali dėl didelės spausdintos produkcijos paklausos ir atspaudų mechaninių savybių svarbos, naudojant juos kaip pakuotes.

Tyrimo metodika

Tyrimai atlikti su skirtingos struktūros ir gramatūros kreidiniai bei nekreidiniai popieriais ir kartonais. Išmatavus šių popierių bei kartonų mechanines charakteristikas, buvo gaminami fleksoGRAFINIAI atspaudai, dengiant paviršių ištisiniu įvairaus storio fleksoGRAFINIŲ dažų sluoksniu. Popierius buvo dengiamas dažais fleksoGRAFINIAIS aniloksiniais voleliais. Dažų sluoksnio storis buvo reguliuotas, naudojant aniloksininius volelius su skirtingo plotinio tūrio akutėmis (4,3, 10,2, 16,6, 39,1 cm³/m²).

Popierių ir atspaudų šiurkštumas matuotas *L&W SE 165 PPS Tester* įrenginiu. *Parker Print Surface* (PPS) metodu matuojamas šiurkštumas išreiškiamas mikrometrais, kurie skaičiuojami pagal oro prasiskverbimo intensyvumą (ISO 8791-4:2007).

Kiekvieno popieriaus ar atspaudo lapas matuotas 10 vietų, šiurkštumo vertė – aritmetinis matavimų vidurkis.

Popieriaus atsparumas lankstymui buvo nustatomas lankstant į abi puses siaurą popieriaus juostelę. Bandymai atlikti laboratoriniu prietaisu – falceriu I-1M. Šiuo prietaisu 10 N tempimo jėga įtempta 15 mm pločio juostelė lankstoma tol, kol nutrūksta – tai dvigubo lenkimo metodas (ISO 5626:1993).

ISO standartas 1924 (LST EN ISO 1924-2:2009) numato šias popieriaus savybes tempiant: atsparumą tempimui – trūkio jėgą, pailgėjimą tempiant ir sugertą energiją. Atsparumas tempimui ir pailgėjimas tempiant buvo matuotas dinamometru – tempimo mašina PMB-30-2M. Tempimo savybėms ir popieriaus atsparumui lankstymui nustatyti ruoštos popieriaus ir atspaudų juostelės – po 10 juostelių išilginės ir 10 juostelių skersinės popieriaus krypties kiekvienam bandymui. Matavimų duomenys apdoroti statistškai – skaičiuoti vidurkiai ir standartinė verčių nuokrypa.

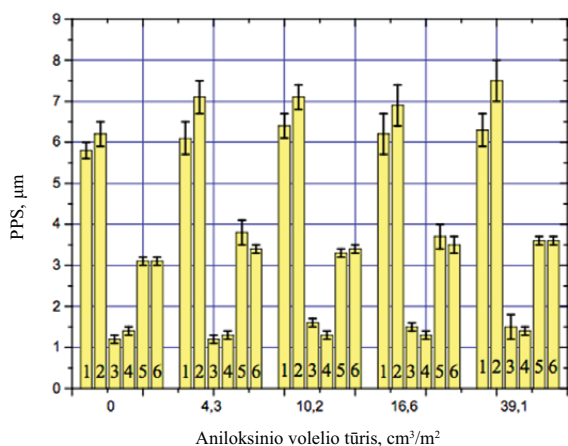
Tyrimų rezultatai ir aptarimas

Popieriaus, kartonų ir fleksografinių atspaudų, padengtų skirtingais aniloksiniais voleliais, PPS šiurkštumo tyrimo rezultatai pateikti 1 pav. Gauti duomenys rodo, kad popierius galima išskirstyti į tris grupes. Pirmąją grupę sudaro nekreidiniai popieriai *Maxi offset*, kurių šiurkštumas yra didžiausias ir siekia 6 μm . Antrąją grupę sudaro popieriai 4CC, kurių PPS šiurkštumas yra maždaug dvigubai mažesnis – 3,1 μm . Tai yra aukštos kokybės nekreidiniai popierius. Mažiausiai šiurkštūs yra kreidiniai popieriai. Jų šiurkštumas tik šiek tiek viršija 1 μm .

Didesnės gramatūros *Maxi offset* ir 4CC popieriai pasižymi šiek tiek didesniu šiurkštumu.

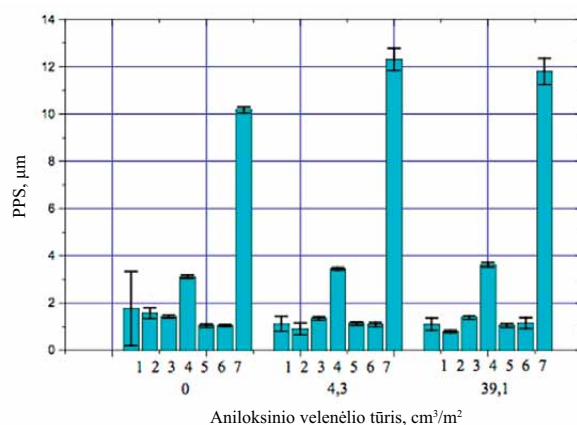
Analizuojant fleksografinių dažų sluoksnio storio, kurį apibūdina aniloksinio volelio tūris, įtaką, stebimas šiurkštumo didėjimas storėjant dažų sluoksniui. *Maxi offset* 80 g/m^2 šiurkštumas didėja nedaug – vidutinės vertės didėja apie 0,5 μm . Šiek tiek abejonių kelia didelė verčių sklaida, kuri gali būti nulemta popieriaus savybių netolygumu, tačiau matavimai atlikti su dideliu kiekiu bandinių, todėl vidurkinės vertės galima laikyti patikimomis. Pastebėta ryškesnė priklausomybė nuo dažų sluoksnio storio popieriui *Maxi offset* 200 g/m^2 – pokytis apie 1,3 μm (2 pav.).

Kartonų ir fleksografinių atspaudų su dviejų storių dažų sluoksniu trūkio jėgos išilgine ir skersine kryptimis matavimo rezultatai su nuokrypiais pateikti 3 ir 4 pav.



1 pav. Popierių ir fleksografinių atspaudų šiurkštumas ir verčių nuokrypiai. Popieriai: 1 – nekreidinis *Maxi offset* 80 g/m^2 ; 2 – nekreidinis *Maxi offset* 200 g/m^2 ; 3 – kreidinis *Galerie art silk* 150 g/m^2 ; 4 – kreidinis *Galerie art silk* 300 g/m^2 ; 5 – nekreidinis 4CC 100 g/m^2 ; 6 – nekreidinis 4CC 200 g/m^2

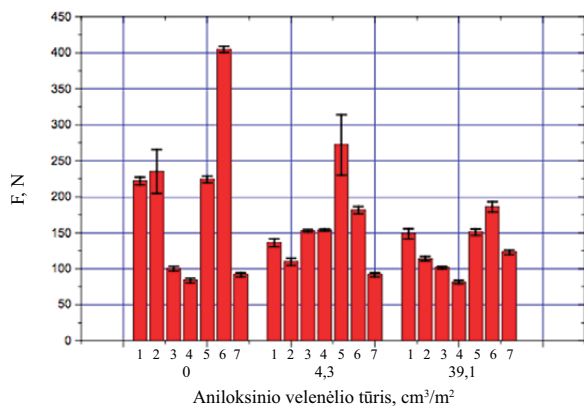
Fig. 1. Roughness values and standard deviation of papers and flexographic prints. Papers: 1 – uncoated *Maxi offset* 80 gsm; 2 – uncoated *Maxi offset* 200 g/m^2 ; 3 – coated *Galerie art silk* 150 g/m^2 ; 4 – coated *Galerie art silk* 300 g/m^2 ; 5 – uncoated 4CC 100 g/m^2 ; 6 – uncoated 4CC 200 g/m^2



2 pav. Kartonų ir fleksografinių atspaudų šiurkštumas ir nuokrypiai. Kartonai ir popierius: 1 – *Arktika* 275 g/m^2 ; 2 – *Carta Solida* 320 g/m^2 ; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m^2 ; 4 – 4CC 200 g/m^2 ; 5 – *Arktika* 300 g/m^2 ; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m^2 ; 7 – *Mikrografas* 1,2 mm

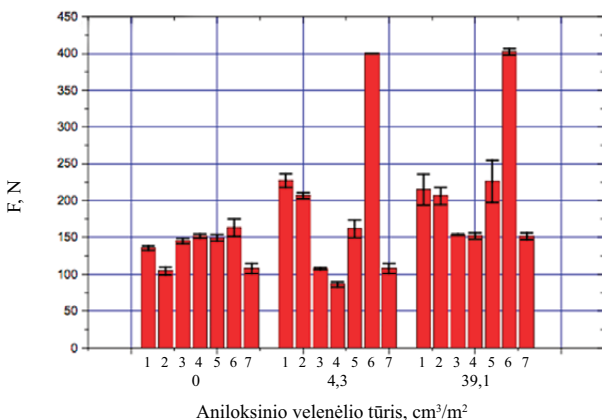
Fig. 2. Roughness values and deviation of cardboards and flexographic prints. Cardboards and papers: *Arktika* 275 g/m^2 , 2 – *Carta Solida* 320 g/m^2 , 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m^2 , 4 – 4CC 200 g/m^2 , 5 – *Arktika* 300 g/m^2 , 6 – *Invercote Creato* 300 g/m^2 , 7 – *Microboard* 1,2 mm

Eksperimento rezultatai parodė, kad kartonų atsparumas tempimui išilgine (mašinine) kryptimi įprastai yra didesnis už atsparumą skersine kryptimi. Atsparumas tempimui įvairiems kartonams labai skiriasi. Dengiant kartonus fleksografiniais dažais, atsparumas tempimui keičiasi, ir ši kaita yra skirtinga išilgine ir skersine kryptimis. Išilgine kryptimi atspaudų atsparumas tempimui yra mažesnis už nedengtų dažais kartonų atsparumą, išskyrus



3 pav. Fleksografinių atspaudų bei balto kartono trūkio jėga ir nuokrypis išilgine kryptimi. Kartonai ir popierius: 1 – *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Mikrografas* 1,2 mm

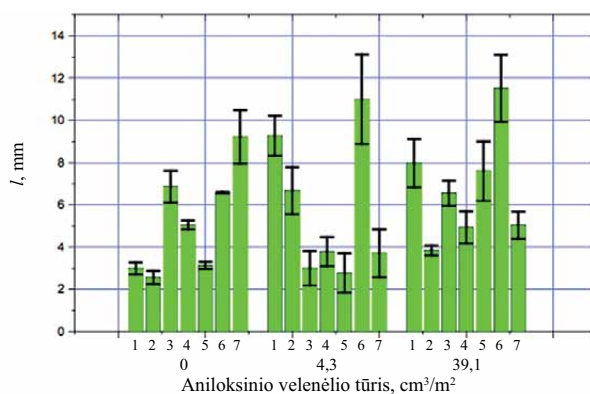
Fig. 3. Values of flexographic prints and cardboard breaking force and deviation (machine direction). Cardboards and papers: 1 – *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Microboard* 1.2 mm



4 pav. Fleksografinių atspaudų bei balto kartono trūkio jėga ir nuokrypis skersine kryptimi. Kartonai ir popierius: 1 – *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Mikrografas* 1,2 mm

Fig. 4. Values of flexographic prints and white cardboard breaking force and deviation (cross direction). Cardboards and papers: 1 – *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Microboard* 1.2 mm

Galerie Art Silk ir 4CC (3 pav.), kurių atsparumas tempimui išilgine kryptimi mažai kinta, nors galima įtarti nedidelę tendenciją didėti. Skirtingai nuo išilginės krypties atspaudų, atsparumas tempimui skersine kryptimi didėja (3 pav.), vėl išskyrus *Galerie Art Silk* ir 4CC, kurių atsparumas nesikeičia, arba galima įžvelgti silpną tendenciją mažėti. Minėtieji pokyčiai nedaug priklauso nuo dažų kiekio.



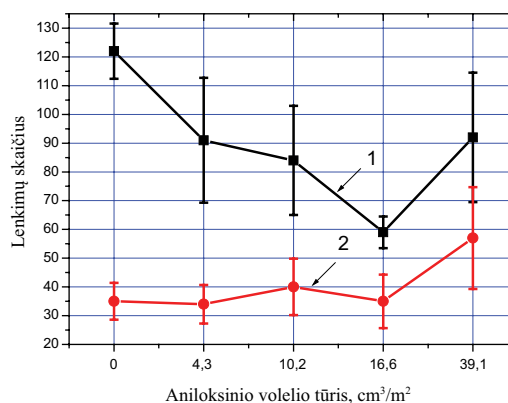
5 pav. Kartonų ir fleksografinių atspaudų pailgėjimas tempiant išilgine kryptimi ir nuokrypiai. Kartonai ir popierius: 1 – *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Mikrografas* 1,2 mm

Fig. 5. Values of flexographic prints and white cardboard delongation and deviation (machine direction) Cardboards and papers: *Arktika* 275 g/m²; 2 – *Carta Solida* 320 g/m²; 3 – *Galerie Art Silk* 300 g/m²; 4 – 4CC 200 g/m²; 5 – *Arktika* 300 g/m²; 6 – *Invercote Creato* 300 g/m²; 7 – *Microboard* 1.2 mm

Kartonų ir fleksografinių atspaudų su dviejų storių dažų sluoksniu pailgėjimo išilgine kryptimi matavimo rezultatai su nuokrypiais pateikti 5 pav.

Kartonų pailgėjimo spausdinant fleksografiniais dažais kaita atitinka atsparumo tempimui kaitą – didėjant trūkio jėgai, mažėja pailgėjimas, ir atvirkščiai. Tai irgi sietina su vandens poveikiu kartono struktūrai, dėl to gali keistis tamprumo ir elastingumo savybės.

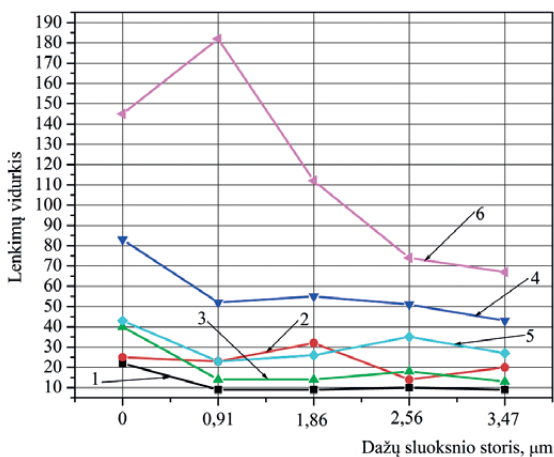
Popieriaus ir fleksografinių atspaudų, padengtų skirtingais aniloksiniais voleliais, atsparumo lankstymui tyrimo rezultatai pateikti 6 ir 7 pav.



6 pav. Popieriaus 4CC 100 g/m² ir fleksografinių atspaudų, esant skirtingam aniloksinio volelio plotiniam tūriui, atsparumas lenkimui ir verčių nuokrypis: 1 – išilginė kryptis; 2 – skersinė kryptis

Fig. 6. Values of flexographic prints and paper 4CC 100 g/m² folding resistance at different anilox roller surface volume: 1 – machine direction; 2 – cross direction

Kaip matyti iš 6 pav. pateiktų rezultatų, atsparumas lankstymui yra didesnis išilgine popieriaus kryptimi nei skersine popieriaus kryptimi. Tai priklauso nuo celiuliozės plaušelių išsidėstymo popieriaus lape. Plaušeliai išsidėsto lygiagrečiai su popieriaus išilgine kryptimi. Plaušelių kryptis pakankamai stipriai veikia popieriaus mechanines savybes. Išilgine popieriaus kryptimi atsparumas lankstymui yra didesnis, nes plaušeliai išsidėstę pagal išilginę popieriaus kryptį. Atsparumo lankstymui mažėjimas, didėjant dažų kiekiui, sietinas su tuo, kad dažuose esantis vanduo (apie 50 %) susilpnina popieriaus plaušelių sąveiką išilgine kryptimi. Skersine kryptimi ši sąveika yra silpna, o dažų vandens poveikis yra nežymus. Todėl buvo įdomu palyginti šiuos rezultatus su atsparumo lankstymui pokyčiu, dengiant ofsetiniais dažais, kuriuose nėra vandens (7 pav.). Pastaruoju atveju stebėtas tik nedidelis atsparumo lankstymui pokytis, kas patvirtina atsparumo lankstymui mažėjimo mechanizmą, dengiant fleksografiniais dažais.



7 pav. Ofsetinių atspaudų bei popieriaus atsparumas lenkimui ir nuokrypis skersine kryptimi: 1 – nekreidinis *Maxi offset* 80 g/m²; 2 – nekreidinis *Maxi offset* 200 g/m²; 3 – kreidinis *Galerie art silk* 150 g/m²; 4 – kreidinis *Galerie art silk* 300 g/m²; 5 – nekreidinis 4CC 100 g/m²; 6 – nekreidinis 4CC 200 g/m²

Fig. 7. Values of lithographic prints and white paper folding resistance (cross direction). Papers: 1 – uncoated *Maxi offset* 80 g/m²; 2 – uncoated *Maxi offset* 200 g/m²; 3 – coated *Galerie art silk* 150 g/m²; 4 – coated *Galerie art silk* 300 g/m²; 5 – uncoated 4CC 100 g/m²; 6 – uncoated 4CC 200 g/m²

Išvados

1. Eksperimentiškai nustatytos ir palygintos popieriaus ir fleksografinių atspaudų, gautų dengiant popierių skirtingais aniloksniais voleliais, šiurkštumo, atsparumo tempimui ir lenkimui vertės.
2. Nustatyta, kad atspaudų šiurkštumas didėja, didėjant dažų kiekiui atspaude.

3. Dengiant kartonus fleksografiniais dažais, atsparumas tempimui keičiasi, ir ši kaita yra skirtinga išilgine ir skersine kryptimis. Atsparumo lankstymui išilgine kryptimi mažėjimas, dengiant fleksografiniais dažais, gali būti paaiškintas vandens įtaka.
4. Fleksografinių atspaudų, kaip ir popieriaus, atsparumas lankstymui yra didesnis išilgine popieriaus kryptimi nei skersine popieriaus kryptimi.

Literatūra

- Ferretius, R.; Rautio, M. 2007. Differences on fibre level between GW and TMP for magazine grades, in *Tappi - International Mechanical Pulping Conference*, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Forseth, T.; Wiik, K.; Helle, T. 1997. Surface roughening mechanisms for printing paper containing mechanical pulp, *Nordic Pulp and Paper Research Journal* No. 1.
- Grigaliūnienė, S.; Sidaravičius, J.; Turla, V.; Vaitasius, K.; Ragauskas, P. 2013. Investigation of the Friction of Different Papers and Prints, in *18th International Conference Mechanika 2013*. Kaunas: Technologija.
- ISO 8791-4:2007. *Paper and board. Determination of roughness/smoothness (air leak methods) – Print –surf method*.
- ISO 5626:1993. *Paper. Determination of folding endurance*.
- Johnson, J. 2008. *Aspects of Flexographic Print Quality and Relationship to some Printing Parameters*: Dissertation, Universitetstryckeriet, Karlstad. ISBN 978-91-7063-187-0.
- LST EN ISO 1924-2:2009. *Popierius ir kartonas. Savybių nustatymas tempiant. 2 dalis. Pailgėjimo tempiant pastoviu greičiu metodus (ISO 1924:2008)*. Vilnius.
- Niskannen, K. 2008. *Paper physics*. Finnish Paper Engineers' Association/Paperi ja Puu Oy.

MECHANICAL PROPERTIES OF FLEXOGRAPHIC PRINTS

S. Grigaliūnienė, D. Abazoriūtė, M. Kulišauskaitė, A. Ziminskaitė, J. Sidaravičius, V. Turla

Abstract

Mechanical properties of paper and flexographic prints made with different anilox rollers were investigated experimentally. Flexographic prints roughness, breaking force and folding resistance values were determined. The results showed that folding resistance is bigger for machine direction prints than for cross machine direction prints. Flexographic prints on cardboards folding resistance values are different for machine direction and cross machine direction. It was determined that roughness of flexographic prints increases with the amount of ink on anilox roller. Results were explained by the ink water influence.

Keywords: flexographic prints on paper, flexographic prints on cardboard, anilox roller, roughness, breaking force, folding resistance.