

VPLIV OPTIČNIH BELILNIH SREDSTEV V PAPIRJU NA SVETLOBNO OBSTOJNOST ČRNIH ODTISOV

INFLUENCE OF OPTICAL BRIGHTENING AGENTS IN PAPER ON LIGHT FASTNESS OF BLACK PRINTS

Barbara Blaznik¹, Sabina Bračko²

IZVLEČEK

Namen raziskave je bil ugotoviti, v kolikšni meri na obstojnost črnih odtisov, izdelanih s kapljičnim tiskalnikom, vplivajo optična belilna sredstva, prisotna v papirju. Vzorci so bili odtisnjeni z dvema tiskalnikoma na treh vrstah papirja. Papirjem so bile določene osnovne in optične lastnosti, prav tako so bile določene barvnometrične lastnosti črnih odtisov. Vzorci so bili izpostavljeni svetlobi ksenonske svetilke, ki simulira delovanje dnevne svetlobe. Osvetljevanje je potekalo pod natančno določenimi pogoji (temperatura, relativna vlaga, spektralna sestava svetlobe, čas osvetljevanja). Nastale barvne razlike so bile numerično ovrednotene na podlagi CIELAB enačbe za barvne razlike. Raziskava je pokazala, da na svetlobno obstojnost črnih odtisov, izdelanih s kapljičnim tiskalnikom, lastnosti papirja ne vplivajo v veliki meri. Kljub temu lahko ugotovimo, da je obstojnost črnega odtisa največja v primeru uporabe trajnega papirja.

Ključne besede: kapljični tisk, svetlobna obstojnost, optična belilna sredstva.

ABSTRACT

The aim of the experimental part of the research was to find out what influence the paper has on print fastness. The influence of optical brighteners in paper on fading of black prints was studied. The samples were printed on three different paper grades with two printers. Prior to that, the basic and optical paper properties, as well as colorimetric properties of papers and prints were determined using standard methods. The samples were exposed to xenon light, which simulates the daylight. The exposure took place under exactly determined conditions (temperature, relative humidity, spectral composition of light, lighting time). A numerical evaluation of colour differences was conducted on the basis of CIELAB equation. The research showed that the properties of paper have only minor influence on black ink-jet prints. Nevertheless, we can conclude that the most resistant prints were obtained with permanent paper.

Key words: ink jet, lightfastness, optical brighteners.

1 UVOD

Kljub številnim sodobnim načinom zapisovanja in prednostim, ki jih nudi tovrstno hranjenje podatkov, med vsemi nosilci informacij po trajnosti, majhnih stroških vzdrževanja in neposredni takojšnji berljivosti še vedno vodi papir, ki na policah arhivov zdrži celo 500 let [1], pri čemer pa papir, ki je izdelan po sodobnih postopkih, običajno ni sposoben ohraniti prvotnih lastnosti po tolikšnem času. Na slabšo obstojnost papirja vpliva predvsem uporaba optičnih belilnih sredstev, ki so sposobna absorbirati elektromagnetno valovanje v UV področju in ga oddajati v kratkovalovnem modrem področju, ter s tem prispevati k povečanju beline. Poleg samega načina izdelave papirja imajo na obstojnost samega papirja velik vpliv tudi klimatski pogoji. [2]

Hkrati s sodobnimi načini zapisovanja podatkov se je razvila tudi digitalna tehnika tiska. Iz raziskav, ki so bile narejene na področju digitalnih tehnik tiska, je razvidno, da je obstojnost odtisov, izdelanih z elektrofotografsko tehnologijo, višja v primerjavi s kapljičnim tiskom [3–6], vendar pa je tehnologija kapljičnega

tiska cenovno ugodnejša in posledično tudi najbolj razširjena. To velja tudi za področje, kjer se izpisujejo dokumenti z daljšim rokom trajanja [7–8]. Na področju tehnologije kapljičnega tiska potekajo številne raziskave, predvsem glede izdelave papirja in črnih za kapljični tisk [3, 9–10].

Staranja odtisov ne moremo zaustaviti, lahko pa ga upočasnimo. Na hitrost staranja poleg mehanskih poškodb vplivajo tudi trije fizikalno-kemijski dejavniki: svetloba, temperatura in vlaga. Če vsi trije nastopijo skupaj, je hitrost staranja večja. Občutljivost materialov na svetlobo je odvisna od samega materiala [4, 11]. Spremembo odtisa, ki nastopi zaradi delovanja zunanjih dejavnikov, lahko ocenimo na podlagi merjenja barve. Enačbe za izračun barvnih razlik omogočajo kvantitativno določanje sprememb v barvi [12].

V raziskavi smo se osredotočili na analizo svetlobne obstojnosti vzorcev nepotiskanega papirja in črnih odtisov, izdelanih s kapljičnim tiskalnikom. Namen raziskave je bil analizirati vpliv optičnih belilnih sredstev v papirju na bledenje črnih odtisov.

2 EKSPERIMENTALNI DEL

2.1 IZBOR PAPIRJEV

V raziskavo smo vključili tri vrste papirjev (P1–P3), ki sodijo v skupino tako imenovanih srednjegramskih papirjev.

P1 – mohawk via smooth natural white izdelovalca Mohawk, deklariran kot arhivski papir, gramatura 90 g/m², vsebuje 30 % recikliranih vlaken (PCW).

P2 – super quality paper izdelovalca Officeline, navaden pisarniški papir z gramaturo 80 g/m².

P3 – trajni papir ICP-PP1, izdelovalec Inštitut za celulozo in papir Ljubljana, deklariran kot trajni papir z gramaturo 80 g/m², narejen v skladu s standardoma za trajne in arhivske papirje (ISO 9706 in ISO 11108).

Papirjem smo v skladu s standardi pred osvetljevanjem določili osnovne lastnosti (gramaturo (ISO 536), debelino (ISO 534), specifični volumen (ISO 534), vsebnost pepela (ISO 2144), CIE belino (ISO 11475), opaciteto (ISO 2471) in barvo papirja (ISO 5631). Rezultati meritev so prikazani v preglednici 1.

2.2 IZBOR TISKALNIKOV IN IZDELAVA VZORCEV

Za izdelavo odtisov smo uporabili dva kapljična tiskalnika različnih proizvajalcev.

Tiskalnik T1 – Office B40W (Epson, Japonska), deluje na osnovi mikropiezo tehnologije in omogoča ločljivost izpisa 5.760×1.440 dpi. Vsebuje črnila na osnovi pigmentov.

Tiskalnik T2 – Officejet 6000 (Hewlett-Packard, ZDA), deluje na osnovi termalne tehnologije in omogoča ločljivost izpisa 4.800×1.200 dpi. črnila cian, magenta, rumena so na osnovi barvil, le črno vsebuje pigmente.

Z obema kapljičnima tiskalnikoma smo na vse tri vrste papirjev odtisnili črna polja s 100-odstotnim nanosom.

2.3 OSVETLJEVANJE

Za osvetljevanje vzorcev papirja in odtisov smo uporabili aparat Xenotest Alpha (Atlas, ZDA), s katerim smo simulirali delovanje dnevne svetlobe za okenskim steklom.

V komori aparata smo vzdrževali konstantno temperaturo in vlago ($T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ in $RV = 35 \%$). Osvetljevanje je potekalo v točno določenih časovnih intervalih, in sicer 8, 24, 48, 72 in 96 ur, z uporabo filterkega sistema Xenochrome 320.

Preglednica 1: Lastnosti papirjev.
Table 1: Paper properties.

Lastnosti papirja	Vzorci					
	P1		P2		P3	
Gramatura [g/m ²]	88,54		79,05		81,84	
Debelina [μm]	126		101		102	
Specifični volumen [cm ³ /g]	1,42		1,28		1,24	
Vsebnost pepela [%]	11,47		23,20		11,67	
	A		A		A	
	\bar{x}	Sx	\bar{x}	Sx	\bar{x}	Sx
CIE belina (UV = 100 %)	54,94	0,22	162,01	0,90	81,56	0,30
CIE belina (UV = 0 %)	42,61	0,41	111,96	0,51	80,74	0,26
+/- UV (%)	12,33	–	50,05	–	0,82	–
Opaciteta [%]	92,38	0,34	94,88	0,28	87,51	0,36
L*	94,68	0,03	93,63	0,12	97,80	0,04
a*	0,37	0,02	3,64	0,12	-0,23	0,02
b*	7,03	0,04	-17,20	0,23	2,91	0,06

Preglednica 2: Barvne razlike ΔL^* , Δa^* , Δb^* za papirje P1, P2 in P3 po določenem času osvetljevanja.
Table 2: Colour differences ΔL^* , Δa^* , Δb^* for papers P1, P2 and P3 after 8, 24, 48, 72, 96 hours of illumination.

Čas [h]	P1					P2					P3				
	8	24	48	72	96	8	24	48	72	96	8	24	48	72	96
ΔL^*	0,49	0,64	0,68	0,63	0,75	-0,15	-0,30	-0,23	-0,29	-0,27	-0,19	-0,15	-0,15	-0,14	-0,02
Δa^*	-0,12	-0,08	-0,06	0,01	0,00	-1,09	-1,75	-2,25	-2,66	-2,85	0,08	0,12	0,14	0,13	0,07
Δb^*	-1,54	-1,86	-2,07	-2,28	-2,31	2,89	4,51	5,70	6,71	7,09	0,33	0,13	-0,11	-0,13	-0,21

2.4 DOLOČANJE BARVNIH RAZLIK PO OSVETLJEVANJU

Meritve CIELAB parametrov na vzorcih papirja in odtisov smo izvedli s spektrofotometrom iOne (X-Rite, ZDA) v skladu s standardom (ISO 13655) pod naslednjimi pogoji: 45/0, D65/2°, bela podlaga. Izmerjene CIE L*, a*, b* vrednosti za papirje in odtise predstavljajo povprečje treh meritev in so izmerjene pred (ob času 0) in po določenih časovnih intervalih osvetljevanja. Z uporabo osnovne CIELAB enačbe za barvne razlike (enačba 1) smo numerično ovrednotili spremembe barvnih odtisov in spremembe na papirju. Rezultati so prikazani v preglednici 1 in na slikah od 1 do 3.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 LASTNOSTI PAPIRJEV

Iz vrednosti v preglednici 1 je razvidno, da je papir P1 v primerjavi s P2 in P3 bolj rumenkaste barve. Prav tako lahko iz vrednosti CIE beline, izmerjene pod različnimi pogoji (UV = 0 in 100 %), sklepamo, da je prisoten kar precejšen delež optičnih belilnih sredstev.

Iz vrednosti b* v preglednici 1 lahko ugotovimo, da je papir P2 bolj modrikast v primerjavi s P1 in P3, prav tako lahko iz vrednosti CIE beline, izmerjene pod različnimi pogoji (UV = 0 in 100 %), sklepamo, da papir P2 vsebuje precejšen delež optičnih belilnih sredstev. Iz vsebnosti pepela lahko sklepamo, da papir P2 vsebuje precejšen delež kalcijevega karbonata, ki se v papirju nahaja kot polnilo in kot premazni pigment. Iz vrednosti b* lahko sklepamo, da je P3 rahlo rumenkaste barve, na podlagi zanemarljivih razlik v vrednosti CIE beline pa lahko sklepamo, da papir P3 ne vsebuje optičnih belil.

3.2 BARVNE SPREMEMBE NA PAPIRIH PO OSVETLJEVANJU

Ne samo na odtisih, tudi na samem papirju se zaradi delovanja svetlobe spremeni barva, bodisi zaradi razpada obarvanih komponent bodisi zaradi vpliva svetlobe na optična belilna sredstva. Vse poškodbe, ki jih na materialu povzročijo svetloba, so ireverzibilne in kumulativne. Najlažje pa izmerimo spremembo v barvi, ker je metoda nedestruktivna, hitra in dovolj zanesljiva.

Iz preglednice 2 je razvidno, da največje spremembe nastanejo na papirju P2. Papir P2 je sčasoma porumenel in v primerjavi s papirjema P1 in P3 so bile na tem papirju razlike najprej opazne, po 96 urah pa tudi največje. Za papir P2 lahko ugotovimo, da glavna barvna sprememba nastane že po 24 urah osvetljevanja. Ti rezultati se skladajo s pričakovanji, saj P1 in P3 vsebujeta manj oziroma nič optičnih belil, ki pa so eden izmed poglavitnih razlogov za slabšo svetlobno obstojnost papirjev [13–14]. Papir P1 ima v primerjavi z ostalima dvema v osnovi bolj rumenkast barvni ton, po osvetljevanju pa postaja svetlejši in manj rumen. V primerjavi s papirjem P2 je papir P1 vsekakor bolj svetlobno obstojen, saj je vrednost barvnih razlik precej nižja. Spremembo v barvi papirja lahko povežemo z obarvanimi produkti, ki so papirju dajali tako imenovani »naraven« ton (natural white), ti pa so sčasoma razpadli, saj se papirju spremeni barvni ton – barvni ton se približa nevtralnemu belu. Vrednosti v preglednici 2 očitno kažejo na to, da ima trajni papir P3 največjo obstojnost na svetlobo. V skladu s pričakovanji na papirju P3 ni bilo opaziti velikih sprememb oziroma so te spremembe tako majhne, da niso opazne s prostim očesom, saj so vrednosti ΔE^*_{ab} manjše od 1 tudi po 96 urah osvetljevanja.

3.3 BARVNE SPREMEMBE NA ODTISIH

Pri črnih odtisih lahko govorimo o črnilih na osnovi pigmentov pri obeh tiskalnikih (T1 in T2). Na slikah od 1 do 3 je vidno, da so barvne razlike, ki se pojavijo po osvetljevanju, zelo podobne. Vrednosti barvnih razlik šele po 96 urah osvetljevanja presežejo vrednost 1, kar pomeni, da bi bile spremembe šele takrat opazne s prostim očesom. Obstočnost odtisa, izdelanega s tiskalnikom T1, se izkaže kot malenkost boljša od odtisov, izdelanih s tiskalnikom T2. Zanimivo je, da je na papirjih P1 in P2 barvna razlika, nastala na nepotiskanem papirju, bistveno višja,

kot znaša barvna razlika za črni odtis. To je verjetno posledica lastnosti črnega pigmenta, ki dobro prekrije površino papirja, poleg tega pa je sipanje svetlobe v tem primeru dovolj intenzivno, zato je nanos neprosojen in spremembe na papirju ne vplivajo na odtis. Iz rezultatov lahko opazimo, da so presenetljivo dobro obstojnost v začetnem intervalu osvetljevanja pokazali odtisi na običajnem pisarniškem papirju P2, saj so izmerjene barvne razlike po 48 urah osvetljevanja komaj dosegle vrednost $\Delta E^*_{ab} = 0,58$ (T1) in $\Delta E^*_{ab} = 1,02$ (T2), kar pomeni, da je v primeru krajšega časa izpostavljanja svetlobi obstojnost odtisov na pisarniškem papirju P2 primerljiva z obstojnostjo odtisov na trajnem papirju P3.

4 SKLEPI

Rezultati so pokazali, da na svetlobno obstojnost črnih odtisov, izdelanih s kapljičnim tiskalnikom, lastnosti papirja ne vplivajo v veliki meri. Kljub temu lahko ugotovimo, da je obstojnost črnega odtisa največja v primeru uporabe trajnega papirja, ki ne vsebuje optičnih belilnih sredstev. V primerjavi s trajnim papirjem ostala papirja vsebujeta večji delež optičnih belilnih sredstev, zato so barvne spremembe po osvetljevanju v tem primeru višje. Najizrazitejše spremembe na črnih odtisih se pojavijo pri navadnem pisarniškem papirju, kar je najverjetneje posledica razgradnje nestabilnih optičnih belilnih sredstev v papirju.

Iz rezultatov lahko povzamemo, da ob primerni izbiri papirja in črnila s kapljičnim tiskom lahko zagotovimo izdelavo dokumentov z daljšim rokom trajanja, vsekakor pa ne smemo zanemariti primernih pogojev hrambe tovrstnih dokumentov.

Zahvala

Avtorici bi se radi zahvalili dr. Marjeti Črnič iz Inštituta za celulozo in papir Ljubljana za vso podporo pri raziskavi.

LITERATURA

[1] ŽUMER, V. Arhiviranje zapisov : priročnik za ravnanje z dokumentarnim in arhivskim gradivom. Ljubljana: GV založba, 2001, str. 25–192.

[2] ČERNIČ, M. Ohranjanje dokumentarnega gradiva na papirju – Standardi in priporočila za trajnost in obstojnost, Tehnični in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja. Zbornik referatov z dopolnilnega izobraževanja, Maribor, avgust 2009, str. 317–334.

[3] PAL, L., AGATE, S. in FLEMING, P. D. Effects of paper manufacturing factors on inkjet print quality and lightfastness, NIP23: International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication 2007, Anchorage, Alaska, september 2007, str. 749–754.

[4] ČERNIČ, M. Trajnost in obstojnost dokumentarnega gradiva: doktorska disertacija. Ljubljana, 2008.

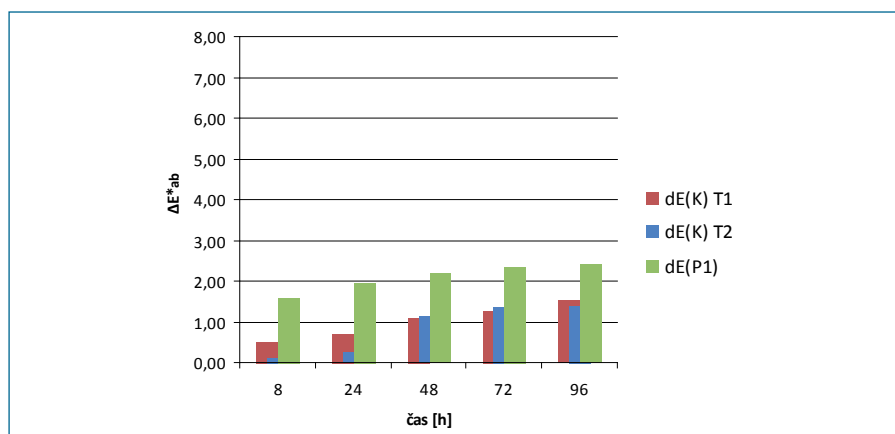
[5] ČERNIČ, M., DOLENC, L. in SCHEICHER, L. Permanence and durability of digital prints on paper. Appl. Phys. A: Mater. Sci. Process. 2006, vol. 83, št. 4, str. 589–595.

[6] VIKMAN, K. Fastness properties of ink jet prints on coated papers – Part 1: Effect of coating polymer system on light fastness. J. Imagin. Sci. Techn., 2003, vol. 47, št. 1, str. 30–37.

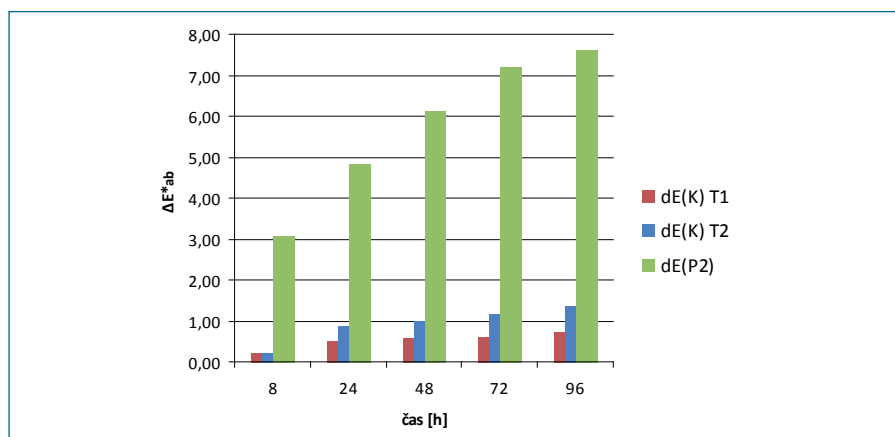
[7] BRAČKO, S. BERNIK, B. Influence of Temperature and Relative Humidity on Light Fastness of Ink-Jet Prints. 10th International conference on printing, design and graphic communications, Croatia, 2006, str. 251–256.

[8] MOŽINA, K., ČERNIČ, M., BEŠKOVNIK in B. BRAČKO, S. Light fastness of ink jet color prints. Professional papermaking, 2006, vol. 1, str. 72–77.

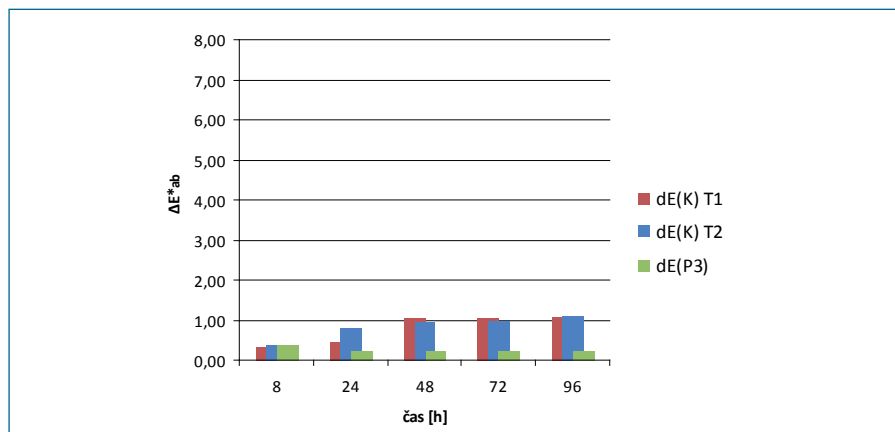
[9] YANG, L. Characterization of inks and ink application for ink-jet printing: model and simulation. J. Opt. Soc. Am., 2003, vol. 20, št. 7, str. 1149–1154.



Slika 1: Barvne razlike, nastale na črnih odtisih po osvetljevanju (papir P1).
Figure 1: Colour differences for black prints on paper P1 after exposure to light.



Slika 2: Barvne razlike, nastale na črnih odtisih po osvetljevanju (papir P2).
Figure 2: Colour differences for black prints on paper P2 after exposure to light.



Slika 3: Barvne razlike, nastale na črnih odtisih po osvetljevanju (papir P3).
Figure 3: Colour differences for black prints on paper P3 after exposure to light.

[10] HUDD, A. Inkjet printing technologies. V The Chemistry of Inkjet Inks, Hackensack Šet.Č: World Scientific, 2010, str. 3–18. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.worldscientific.com/doi/suppl/10.1142/6869/suppl_file/6869_chap01.pdf>.

[11] URBAS, R., KLANJŠEK GUNDE, M. Vpliv ultravijolične svetlobe na materiale. V Pol stoletja. Ljubljana: Arhiv Republike Slovenije, 2006, str. 127–133.

[12] KUEHNI, R. G. Color difference formulas: an unsatisfactory state of affairs. Color Res. Appl., 2008, vol. 33, št. 3, str. 324–326.

[13] RASMUSSEN, A., CHOVANCOVA, V., FLEMING III, D. P. in PEKAROVICOVA, A. Light fastness of pigment-based and dye-based inkjet prints. Dostopno na svetovnem spletu: <www.wmich.edu/pci/faculty/Publication/fleming/AdamR%20Paper%20for%20TAGA.pdf>.

[14] Products for non impact printing. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.clariant.com>>.

^{1,2}dr., UL-NTF, OT,
Katedra za informacijsko
in grafično tehnologijo, Ljubljana

Paper

precious

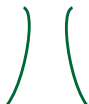
renewable

natural

innovative

essential

Paper is
precious natural
innovative essential
natural renewable precious
essential innovative
natural essential
innovative precious
renewable



The Values of Paper

SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NJIH?



SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NAS?

Belinka Perkemija je vodilni proizvajalec peroksidnih spojin v vzhodni Evropi in eno prvih kemičnih podjetij v Sloveniji, ki je pridobilo mednarodni okoljevarstveni certifikat ISO 14001. To priznanje je vzpodbuda za doseganje nove poslovne odličnosti in potrditev naše dolgoletne skrbi za čistejšo ter lepše okolje.



belinka

belinka perkemija d.o.o.