

Flexó-, digitális és ofszettechnológiával nyomtatott címke minőségi és költség-összehasonlítása

Nagy András végzett könnyűipari mérnök

Görgényi-Tóth Pál témavezető, Óbudai Egyetem, RKK, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet

Felgyorsult világunkban a jót, gyorsan, minél olcsóbban hármából csak két dolog teljesíthető a harmadik rovására. Miután mindenki a minél hamarabb gyártást teszi a legfontosabb helyre és utána jön a minél olcsóbban, így a termékek minősége sok esetben kifogásolható. A nyomdaipar ezt az ellentmondást a digitalizációval próbálja áthidalni, azaz a gyorsaságot is, az olcsóságot is számítógéppel vezérelt gépekkel próbálja növelni, illetve csökkenteni, megtartva és fejlesztve a minőséget. A szakdolgozat célja a különböző technológiákkal történő címkenyomatás elemzése és összehasonlítása volt, a mai elvárások figyelembevételével, ami elsősorban a címke minél hamarabb elkészülését, szép nyomatképet és gazdaságos előállítását jelent.

Három nyomtatási eljárást hasonlítottunk össze a címkenyomatás szemszögéből: az ofszet-, a flexó- és a digitális nyomtatásokat. Vizsgálatunk mindhárom nyomtatási technológia esetén az egész folyamatra terjedt ki, hogy képet alkossunk arról, mennyiben térnek el egymástól. Mértük a tesztnyomatok elkészítésének idejét, az elkészült nyomatokon pedig különböző méréseket végeztünk a címke köré feltett objektumokon.

A vizsgálat utolsó részeként gazdasági összehasonlítást végeztünk arra vonatkozólag, hogy melyik technológia mennyire gazdaságos a termelés szempontjából, és megnéztük, a példányszám mennyire befolyásolja a gyártás költségeit. A vizsgálatokról készült képek (a dörzsállóság-vizsgálatról, a regiszterről készült képek, árkalkulációk) a szakdolgozatban megtekinthetők.

A szakdolgozathoz a nyomtatást az egri Varga Nyomda Kft.-nél végeztük. Mindhárom technológiánál ugyanazt a tesztábrát nyomtattuk ki, három különböző nyomathordozóra.

A nyomóformán a címke köré árnyaltos mezőket illesztettünk a tónusérték-növekedés meg-



1. ábra. A tesztábra felépítése

határozására, telitónus négyzeteket tettünk fel az L*a*b* színkoordináta-értékek meghatározására, különböző regiszterkereszteket, hogy a nyomtatás beigazítását, illetve a nyomtatás közbeni mozgását ellenőrizzük. A nyomtatható betűméretek és vonalvastagságok vizsgálatához pedig pozitív és negatív formában betűkarakterekkel és különböző vastagságú vonalakkal (1. ábra) egészítettük ki a tesztábrát.

A címke digitális nyomtatására XeiKon 3300 típusú, öt színnel nyomtató tekercsnyomó gépet, az ofszettechnológiánál egy Heidelberg Speedmaster hatnyomóműves, B3-as formátumú nyomógépet (a lemezeket egy Cron típusú lemezlevilágító berendezéssel készítettük), míg

flexónyomatásra Mark Andy 2200 nyolcszines nyomógépet használtunk.

Háromféle címkepapírra nyomtattuk ki a mintát:

- ◆ Raflacoat Plus-FSC/HG65 félfényes, 80 g/m²-tömegű, 70 µm vastagságú öntapadós papír, 57 g/m²-tömegű, 51 µm vastagságú hordozóval;
- ◆ Velmart White Ice-FSC/RP30/WG 85 matt, kőprévelt struktúrájú, 90 g/m²-tömegű, 118 µm vastagságú öntapadós papír, 79 g/m²-tömegű, 69 µm vastagságú hordozóval;
- ◆ Icy White Ice Prémium-FSC/RP30/WG85 matt, simított, 110 g/m²-tömegű, 138 µm vastagságú öntapadós papír, 79 g/m²-tömegű, 69 µm vastagságú hordozóval.

Legelőször mindhárom technológiánál mértük a teljes gyártáshoz szükséges időt. Külön nem részletezve (a dolgozatban részletesen le van írva) a digitális technológia igényelte a legrövidebb időt (mivel nincs formakészítés), 30 percet, az ofszettechnológiával történő nyomtatáshoz 1 óra 40 percre, míg a flexónyomatok elkészítéséhez a legtöbb időre, 6 óra 50 percre volt szükség. Mindegyik nyomtatásnál mindhárom papírtípusra ugyanannyi ívet nyomtattunk állandó

hőmérsékleten (27 °C) és állandó páratartalom (30%) mellett.

A következő mérés a nyomatok denzitásértékeinek és színkoordinátáinak mérése volt, amelyet TECHKON spektrofotométerrel mértünk a tesztábra 100% kitöltési arányú mezőin. A denzitásértékeket közvetlenül a nyomtatást követően (D₁), illetve 1 óra száradás után (D₂) mértük. A mérések eredményeit az 1–3. táblázatok tartalmazzák. A színkoordinátákból számolt összehasonlító színingerkülönbség sem a technológiák, sem a papírok között nem mutatott nagy eltérést. A denzitásértékek digitális nyomtatásnál nem változtak a festék száradása során, érdekes viszont, hogy ofszettechnológia esetében a Raflacoat Plus papíron nem gyengültek, hanem erősödött. Flexónyomatásnál pedig az tűnt fel, hogy a magenta, fekete színek denzitásértékei nem, viszont a sárga és cían denzitások ellentétesen változtak a száradással.

A következő összehasonlító mérés a tesztábrán alul lévő 4 csíkon mért rácskitöltési arány vizsgálata volt. Azt vizsgáltuk, hogy a nyomtatás során mi az a minimum raszterpont, amit a különböző nyomógépek még ki tudnak nyomtatni. Az eredményeket a 4–6. táblázatok tartalmazzák.

1. táblázat. A digitális nyomtatás színmérési értékei

Címkepapír-típusok		Digitális			
		Yellow	Magenta	Cián	Fekete
Raflacoat Plus	L*	86,19	49,6	55,03	17,95
	a*	-6,3	66,62	-31,24	-0,93
	b*	84,79	-3,34	-46,18	-1,5
	D1	1,37	1,22	1,28	1,8
	D2	1,37	1,22	1,28	1,8
Velmart White Ice	L*	86,34	46,31	53,4	15,55
	a*	-5,43	68,38	-26,21	-0,13
	b*	80,47	-1,98	-52,7	-2,39
	D1	1,35	1,49	1,42	2,54
	D2	1,35	1,49	1,42	2,54
Icy White Ice	L*	86,35	48,17	54,24	19,73
	a*	-5,2	66,75	-26,75	-0,7
	b*	83,8	-2,55	-51,9	-1,87
	D1	1,48	1,35	1,37	2,03
	D2	1,48	1,35	1,37	2,03

2. táblázat. Az ofszetnyomatás színmérési értékei

Címkepapír-típusok		Ofszetnyomatás			
		Yellow	Magenta	Cián	Fekete
Raflacoat Plus	L*	86,6	49,18	62,02	24,96
	a*	-4,28	71,92	-33,97	1,03
	b*	94,18	-3,25	-41,06	1,55
	D1	1,21	1,32	1,46	1,41
	D2	1,35	1,39	1,53	1,56
Velmart White Ice	L*	87,26	50,65	58,17	28,65
	a*	-3,27	67,17	-28,72	1,11
	b*	83,22	-4,37	-48,5	0,51
	D1	1,3	1,4	1,26	1,28
	D2	1,18	1,24	1,16	1,41
Icy White Ice	L*	87,19	50,59	62,16	35,65
	a*	-3,29	68,36	-26,44	1,53
	b*	85,79	-4,22	-46,4	1,2
	D1	1,65	1,68	1,16	1,68
	D2	1,24	1,31	1	1,24

3. táblázat. A flexónyomatás színmérési értékei

Címkepapír-típusok		Flexónyomatás			
		Yellow	Magenta	Cián	Fekete
Raflacoat Plus	L*	90,95	47,59	52,98	13,09
	a*	-2,72	75,17	-37,55	1,11
	b*	93,3	1,95	-50,28	1,44
	D1	1,59	1,52	1,22	1,97
	D2	1,22	1,52	1,59	1,97
Velmart White Ice	L*	90,05	53,45	59,57	28,6
	a*	-4,25	64,06	-26,64	1,04
	b*	70,19	-7,21	-48,48	-0,45
	D1	1,08	1,09	0,86	1,31
	D2	0,86	1,09	1,08	1,31
Icy White Ice	L*	90,14	53,16	57,45	27,68
	a*	-3,91	64,18	-26	1,06
	b*	70,9	-6,84	-51,02	-0,58
	D1	1,21	1,31	0,89	1,37
	D2	0,89	1,31	1,21	1,37

4. táblázat. A digitális nyomtatás kitöltési arány értékei

Digitális	%	Raflacoat Plus	Velmart White Ice	Icy White Ice
C	4	3,2%	4,7%	3,2%
	3	1,7%	2,8%	1,7%
	2	1,4%	2,2%	1,4%
	1	0,0%	0,2%	0,0%
M	4	2,6%	2,0%	2,6%
	3	1,3%	1,0%	1,3%
	2	0,5%	0,0%	0,5%
	1	0,0%	0,0%	0,0%
Y	4	0,7%	1,3%	0,7%
	3	0,0%	0,3%	0,0%
	2	0,0%	0,0%	0,0%
	1	0,0%	0,0%	0,0%
K	4	3,7%	4,7%	3,7%
	3	1,8%	2,1%	1,8%
	2	1,4%	1,7%	1,4%
	1	0,1%	0,8%	0,1%

5. táblázat. Az ofszetnyomtatás kitöltési arány értékei

Ofszet	%	Raflacoat Plus	Velmart White Ice	Icy White Ice
C	4	7,9%	8,7%	9,0%
	3	5,1%	6,2%	7,3%
	2	4,0%	4,0%	4,7%
	1	23,0%	1,6%	60,0%
M	4	7,6%	5,8%	7,6%
	3	5,0%	1,4%	3,8%
	2	3,9%	1,0%	3,7%
	1	2,1%	0,0%	1,8%
Y	4	6,8%	7,8%	8,9%
	3	6,1%	3,5%	5,8%
	2	2,3%	1,7%	3,1%
	1	1,4%	0,0%	0,7%
K	4	8,1%	8,5%	8,8%
	3	5,1%	7,1%	7,2%
	2	3,2%	4,5%	4,5%
	1	2,4%	2,1%	2,5%

6. táblázat. A flexónyomatás kitöltési arány értékei

Flexó	%	Raflacoat Plus	Velmart White Ice	Icy White Ice
C	4	2,6%	12,1%	14,4%
	3	1,8%	9,8%	11,7%
	2	0,0%	0,0%	0,0%
	1	0,0%	0,0%	0,0%
M	4	6,2%	11,7%	11,8%
	3	4,8%	9,5%	9,3%
	2	0,0%	0,0%	0,0%
	1	0,0%	0,0%	0,0%
Y	4	3,9%	14,5%	13,2%
	3	0,9%	10,4%	11,1%
	2	0,0%	0,0%	0,0%
	1	0,0%	0,0%	0,0%
K	4	3,0%	12,3%	14,2%
	3	1,8%	10,0%	11,8%
	2	0,0%	0,0%	0,0%
	1	0,0%	0,0%	0,0%

A kitöltési arányok méréséből az látszik, hogy flexóeljárással egyik címkepapírra sem tudunk 1-2%-os rasztert kinyomtatni. Az 1%-os raszterérték digitális nyomtatásnál sem látható még műszerrel sem, viszont a sárga szín csak 4%-tól lesz mérhető. Ofszetnyomatás esetén pedig a raszterek nagysága felerősödött (DOT GAIN jelenség). A címkepapírok különböző felületi struktúrája és a flexófesték összetétele miatt lehetséges, hogy ennél az eljárásnál a 3 és 4%-os értékek nagyon magasak lettek a Raflacoat Plus papír értékeihez képest.

A színek mérése után a nyomatok dörzssállóságát néztük meg egy Karl Schröder K. G. dörzssállóság-vizsgáló géppel. 0,8 bar nyomással 50 dörzsmozgást végeztünk. Azt tapasztaltuk, hogy a Raflacoat Plus címkepapír volt mindhárom technológia esetében a legellenállóbb, nem találtunk kopást egyik mintán sem. A Velmart White Ice címkepapírnál egyedül a digitális technológia nyomata nem kopott meg, az Icy White Ice címkepapírnál viszont csak a flexótechnológia esetében nem történt kopás.

Utolsó vizsgálatként a tesztábra nyomatain lévő regiszterkereszteket, illetve a 0,1 mm vastagságú pozitív és negatív vonalakat hasonlítottuk össze WAT 250D (W96P) típusú mikroszkóppal, hogy pontos képet kapjunk a nyomat

minőségéről, a nyomatképek tisztaságáról és a technológiák közötti különbségekről. A regiszterek az ofszettechnológia esetében voltak a legpontosabbak, a digitális nyomtatás során már volt némi pontatlanság, viszont a flexó minták egyáltalán nem voltak pontosak. A 0,1 mm vonalvastagság vizsgálatánál néztük a nyomtatási iránnyal megegyező, illetve arra merőleges pozitív és negatív vonalakat. A futásirány egyik nyomtatásnál sem volt mérvadó, mindhárom technológia esetén ugyanúgy viselkedtek a vonalak. A digitális technológiánál egyik címkepapír esetében sem találtunk eltérést, a negatív vonalak tiszták, a pozitívak kontúrjai élesek voltak, a vonalak mérete nem változott. Ofszetnyomatásnál egyedül a Velmart White Ice címkénél nem láttunk változást, a másik két papírnál a negatív vonalak becsukódtak, a pozitívak pedig elmosódtak. A flexónyomatás vonalainál a negatív vonalak a Velmart White Ice és az Icy White Ice címkepapíroknál elvékonyodtak, a Raflacoat Plus címkénél kveccselés jött létre, ami a címkepapírok eltérő vastagságával magyarázható. A pozitív vonalak mindegyike elmosódott, kontúrjai nem láthatók.

A vizsgálatok elvégzése után és a szemrevételezést követően megállapítottuk, hogy a háromféle technológia közül a digitális nyo-

mógéppel nyomtatott címke nyomatképe volt a legszebb, legpontosabb. Másodiknak az ofszettechnológiával nyomtatott címkét, harmadiknak pedig a flexótechnológiával gyártott címkét soroltuk. A három papír közül a Raflacoat Plus címke volt az, amelyikre mindhárom technológiával nyomtatva a legszebb lett a négy-szín nyomtatás. Ez a papír bevonata miatt lehetséges, mert kevésbé szívja be a festéket, ellentétben a két matt papírral, az Icy White Ice és Velmart White Ice-szal. Ez utóbbi két címkepapír inkább a direktszínes vagy a kevesebb grafikai elemet tartalmazó grafikák nyomtatására alkalmas.

Az előkészítési időket összehasonlítva azt lehet mondani, hogy a digitális technológiával lehet elérni a leggyorsabb gyártást, köszönhető annak, hogy itt nem kell külön nyomóformát készíteni és a nyomtatás beállítása is automatikusan történik. Itt a legkevesebb a felhasznált alapanyag is, ami a gyártás megkezdéséig a beállításokra fordítódik. Az ofszetnyomtatásnál szükség van nyomóforma-készítésre, amiről a nyomtatás történik, de a manapság használt CTP-rendszereknek köszönhetően ez nem sok idő. A nyomógép előkészítése, a nyomtatás beállítása is több időt vesz igénybe és az anyagszükséglet is nagyobb, mint a digitális nyomtatásnál. A leghosszabb ideig a flexótechnológiával való nyomtatás tart, mert a fotopolimer nyomóforma elkészítése sok időt vesz igénybe. A gép előkészítése és a nyomta-

tás beállítása viszont már gyorsabb. A beálláshoz a flexótechnológiánál kellett a legtöbb alapanyagot felhasználni.

A gazdasági összehasonlításban az árakat a Raflacoat Plus papírra kalkuláltuk, mert egységesen azon lett a legszebb a nyomtatás. Az árakat 130 × 92 mm-es címkére számoltuk, darabra is és nagyobb mennyiségre is kalkuláltunk. Az árakat a teljes gyártásra számoltuk, az előkészítéstől kezdve az alapanyagokon át a stancolásig, vágásig. A dolgozatba betettük a kalkulációkat, itt most csak a kiértékelést írjuk le. 5000 db-os példányszámnál a leggazdaságosabb az íves ofszet nyomtatás, de ahogy növekszik a példányszám, úgy változik a különbség és egyenlítődik ki a másik két technológiával szemben. Nagy példányszámnál (50000 db) már jobban megéri tekerces kivitelben (flexó) elkészíteni. A megrendeléseknél azonban nemcsak az ár érdekes figyelembe venni, hanem azt is, hogy a vizsgálati részben a flexó nyomatkép lett az utolsó a mérések alapján.

A szakdolgozat célját teljesítettük, a vizsgált rész mindkét kérdésére választ kaptunk, ellenben a második részben nem ugyanaz a technológia lett az optimális. Ha ténylegesen választanunk kell a nyomtatási technológiák között egy termék esetében, akkor dönteni kell abban, hogy a minőséget tartjuk az elsőnek vagy az árat. Figyelembe kell venni a gyártás során a címke végfelhasználását is, és aszerint választani.

