

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, kőprégelt 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 direktzsinés vagy a kevesebb grafikai elemet tartalmazó grafikák nyomtatására alkalmas.

Az elkészülési 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 árát érdemes 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.

