

Alkalmazástechnológiai kutatások a flexónyomtatás prepress folyamataiban

Klaudia Maňurová

Immár húsz éve hozott össze néhány véletlen a flexónyomtatással, elsősorban a nyomdai előkészítéssel. 2016 februárjában kezdtem meg könnyűipari mérnöki tanulmányaimat a Soproni Egyetemen, majd ismereteim bővítését tovább folytattam ugyanitt a doktori képzés keretein belül. Doktori értekezésemet 2025 júniusában védtem meg, és summa cum laude minősítéssel szereztem doktori fokozatot.

A flexográfia sokszínű és gyorsan fejlődő iparág, nap mint nap tartogat olyan szakmai kihívásokat, amelyekre gyakran nehéz választ adni. A doktori disszertációban bemutatott kutatások arra fókuszáltak, miként lehet a flexográfiai nyomtatás és nyomdai előkészítés technológiai területeit jobbra, optimálisabbá és hatékonyabbá tenni a tudományos kutatás módszereinek és eszközeinek segítségével.

A hajlékonyfalú csomagolóanyagokat gyártó flexónyomdák körében végzett kérdőíves felmérés során kapott válaszokra támaszkodó megállapítások adtak iránymutatást a doktori kutatás témáinak kijelölésére. Így fogalmazhattunk meg hipotéziseket, amelyek igazolására kísérleti mérési programok és tesztek készültek. A kivitelezés körülményei minden esetben megfeleltek a valós gyártási körülményeknek.

Első kutatásom arra fókuszált, hogy a flexó nyomóformákon alkalmazott mikrocellás struktúrák ténylegesen javítják-e a festékátadás minőségét a szintetikus egyrétegű és öntapadó nyomathordozókon. A felületi struktúrák működése nem vetíthető előre, nem alapulhat feltételezéseken. Négy flexónyomdában kaptam lehetőséget tesztjeim elvégzésére. Mind a négy nyomda UV-technológiával dolgozik keskenypályás nyomdagépeken. A négy nyomdában összesen tizenötféle alapanyagra harminc darab nyomatminta készült el. A mérések az X-Rite eXact kézi spektrofotométerével történtek.

A kutatás eredményeit vizsgálva az alábbi megállapítás tehető. A flexográfiában használatos nyomóformákon alkalmazott mikrocellás struktúrák javítják a festékátadás minőségét (denzitását) a szintetikus egyrétegű és öntapadó nyomathordozókon (polipropilén – vizsgált PP WH esetén maximum 0,22-es denzitásérték-emelkedés, PP TR 0,14–0,22 közötti emelkedés, polietilén – vizsgált PE WH esetén maximum 0,40-es denzitásérték-emelkedés, PE TR 0,30-as emelkedés, poliészter – vizsgált PET TR esetén 0,18–0,27 közötti denzitásemelkedés figyelhető meg). Papíron, illetve a strukturált felületű nyomathordozókon ugyanez a hatás nem mutatható ki.

A következő kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy a különböző felületi struktúrák és klisé-

	Klasszikus AM rács	Digitális modulált rács
Negatív 3 pt szöveg		
Negatív 4 pt szöveg		

1. ábra. Összehasonlító felvételek a tesztfóliáról

alapanyagok milyen hatással vannak a barna kraft papírra történő oldószeres flexónyomtatás minőségére. A kutatás eredményeit vizsgálva az alábbi megállapításokat tehetjük. A felületi struktúra alkalmazása nem eredményez egyértelmű denzitásemelkedést a barna kraft papíron. A barna kraft papíron a legpuhább kliséalapanyagok teljesítettek a legjobban és a legjobb eredményt a DuPont™ Cyrel® EASY ESM lemez hozta.

Mindegyik nyomtatási technológiának vannak határai és kritikus elemei, amelyek kivitelezésével az egyes nyomdatechnológiák nehezen küzdenek meg. A flexóban a kritikus elemek közé tartoznak a többi közt a tónusértékek, csúcsfények, pozitív és negatív vékony grafikai elemek. Kutatásom harmadik részében azzal foglalkoztam, hogy létezik-e olyan beállítás, amely segítségével a nyomdai előkészítés segíteni tud a nevezett kritikus elemek nyomtatásánál, viszont a többi grafikai elem sem szenved kárt. A vizsgálat alapját egy összehasonlító nyomdai teszt adta. Egy szett nyomóformára került fel egy klasszikus AM rács 136 lpi felbontással, illetve egy digitális modulált rács.

A flexográfiai nyomtatás során a sztochasztikus rozetta alkalmazása jelentős mértékben javítja az olvashatóságot kisméretű grafikai elemek esetében. Pozitív talpas kisbetűk esetében a 3 pontos betűméret klasszikus ráccsal olvashatatlan, de sztochasztikus rozettával olvasható. Pozitív talpas kisbetűk esetében klasszikus ráccsal a 4 és 5 pontos betű kezd kivehetővé válni, de olvashatónak csak 6 pontos nagyságtól tekinthető. Negatív talpas kisbetűk esetében sztochasztikus rozettával már a 3 pontos betűméret is jól kivehető,

klasszikus AM rács esetén csak 6 pontos betűméretnél kezd olvashatóvá válni. A használt betűtípusok a Times New Roman és a Myriad Pro voltak.

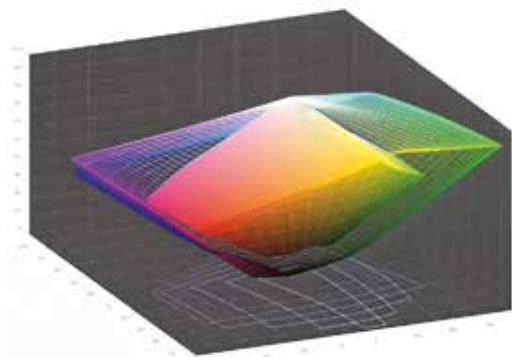
Minden nyomdatechnológia célja a lehető legszélesebb színtérspektrum visszaadása. Arra a kérdésfeltevésre kerestem a választ, hogy milyen a digitális nyomtatás színtér-reprodukciója, hogyan viszonyul egymáshoz a digitális és a flexónyomtatás színtere, valamint milyen hatással van a nyomdai előkészítés (nyomóformagyártás technológiája) a flexónyomtatás színtér-reprodukciójára.

A teszt egy HP Indigo 20000 digitális gépen készült 12 µ vastag átlátszó poliészterre. A méréshez a GMG szoftverrendszerét és az iLiO mérőkart használtuk. A digitális mintát tíz darab flexós színprofilal hasonlítottuk össze. Tizenegy ICC-profil állt rendelkezésre, melyek a Gamutvision szoftver segítségével kerültek összehasonlításra. A szoftver képes vizuálisan összehasonlítani és ábrázolni két ICC-profil, továbbá számszerűen ki tudja fejezni a színtér tartományát, melyet a „gamut volumes” információ ad meg. A lenti táblázatban szereplő eredményeket kaptuk.

Az elektrofotográfiai digitális nyomtatási technológiával érhető el a legnagyobb reprodukálható színtér az oldószeres flexónyomtatás, az UV flexónyomtatás, az UV EGP flexónyomtatás és a digitális nyomtatás színtérének összehasonlítása alapján, az egyik leggyakrabban használt nyomathordozón. Flexográfiai nyomtatási technológiával a legjobb eredmény – 91,14% (a digitális nyomtatás színterét 100%-nak tekintve) oldószeres festékrendszerrel és „félíg digitális”, flat-top nyomóformákkal volt elérhető.

Sz.	ANY	Nyomóforma	Festék	Nyomda	GV	% to Lab	% to D
1.	PP TR	Digitális	digitális	NY 1	460722	54,84 %	100%
2.	PP TR	Bellissima	UV	NY 2	348449	41,47 %	75,63 %
3.	PP TR	Bellissima	UV	NY 3	407321	48,48 %	88,40 %
4.	PP TR	Kodak	UV	NY 3	388433	46,23 %	84,30 %
5.	PP TR	Digital Flat	UV	NY 3	340696	40,55 %	73,94 %
6.	PP TR	Classic Digital	oldószer	NY 4	341701	40,67 %	74,16 %
7.	PP TR	Bellissima	oldószer	NY 5	397610	47,33 %	86,30 %
8.	PP TR	Kodak	oldószer	NY 6	297472	35,41 %	64,56 %
9.	PP TR	Digital Flat	oldószer	NY 6	398108	47,39 %	86,40 %
10.	PP TR	Bellissima	oldószer	NY 6	386358	45,99 %	83,85 %
11.	PP TR	Kodak	oldószer	NY 7	419919	49,98 %	91,14 %

A vizsgálatban szereplő flexó színprofilok paraméterei és a vizsgálat eredményei



2. ábra. Az Lab színspektrum és a digitális nyomtatással kapott minta összehasonlítása

Napjainkban a flexónyomtatásban a legelterjedtebb nyomtatási mód az az alap CMYK színek és a kiegészítő Pantone® színekkel történő nyomtatás. A kiterjesztett színterű flexónyomtatás lé-

nyege az lenne, hogy gyakorlatilag három állandó direkt szín használatával a legtöbb Pantone® szint le kellene fednie a jelenleg elfogadott elméleti feltevések alapján.

Ebben a kutatásban arra kerestem a választ, hogy amennyiben egy megfelelő műszaki háttérrel rendelkező nyomda átáll az EGP nyomtatásra, milyen mértékben tudja valóban reprodukálni a Pantone® színeket.

A kiterjesztett színterű flexónyomtatás (EGP) alkalmazásának hatásvizsgálatai igazolják, hogy alkalmazásával a Pantone® direkt színek többségét lehetséges többszínnyomtatással előállítani (kiváltva a többszínnyomtatást), főként a vörös, barna és zöld színárnyalatok esetében. A CIELAB színtér –b tengelye körül elhelyezkedő színeknél, illetve a +a és a +b tengelyek tartományainak határán az EGP nyomtatási technológia sem képes az elvárt $\Delta E=2$ érték alatt tartani a színeltérést, a direktszínnyomtatáshoz képest.



3. ábra. Az összehasonlító teszt nézőképe