

Szítanyomatással készült nyomatok minőségét befolyásoló tényezők vizsgálata

Szentgyörgyvölgyi Rozália, Borbély Ákos, Keszler János
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar,
Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet

Abstract

Screen printing is one of the oldest printing processes. Its theory and tools did not change significantly, however the technology underwent a considerable improvement during its history and continues to develop in the 21st century as well. Screen printing allows the deposition of a thick layer of ink onto the substrate, enabling the use of ideally any kind of substrate. In case of this technology it is increasingly important to choose the right screen ruling according to the estimated viewing distance. Despite the significant technological development halftone screen printing remains a challenge. Factors influencing quality are in close interaction with each other. For the optimal output it is necessary to control these factors more or less independently to produce high density screen prints in high quality. Tone values of the screen print are primarily influenced by the density of the mesh and thread weight. In practice the smallest dot will determine the usable highest screen ruling. In our research we investigated the effect of screen ruling on print quality. Test charts were printed on PVC and PE substrates using 36 l/cm and 60 l/cm screens ruling. Optical measurements were performed to determine density values, TVI curves, gamut volume to investigate the factors influencing tone reproduction quality. Magnified images were used to evaluate substrate-ink interaction.

Kulcsszavak: szita nyomtatás, denzitás, kitöltési arány növekedés

Bevezetés

A szítanyomatás az egyik legősibb nyomtatási eljárás, amely az elmúlt évtizedekben folyamatos és dinamikus fejlődésen ment keresztül. A fejlődés elsősorban a technológia automatizálásában, az alkalmazott eszközök minőségében,

valamint az UV-festékek és UV-száritó berendezések megjelenésével figyelhető meg. Szítanyomatással vastag festékréteg vihető fel a nyomathordozó felületére, ezért ideális bármilyen felületi tulajdonságú és anyagú hordozó nyomtatására (fa, fém, szövet, üveg, papír, műanyag). Ennek az egyedi technikának a jövőben páratlan lehetőségei lehetnek nemcsak a reklámtermékek előállításában, de más iparágakban is, melyek nem feltétlenül kapcsolódnak a hagyományos grafikus képi ábrázoláshoz.

A technológia fejlődése magával hozta a szítanyomatással előállított részletgazdag képek iránti igényt. Ennek ellenére az árnyalatos nyomtatás sok tekintetben még mindig igazi támpontok nélküli, kísérletezésen és próbálkozásokon alapuló feladat [1] [2]. A kutatási munka során elemeztük azon tényezőket, amelyek a szítanyomatással készült 36 v/cm és 60 v/cm felbontással készült nyomatok minőségét befolyásolják.

A kutatás során alkalmazott módszerek

Nyomórákel

A rákel nagy mértékben befolyásolja a nyomatéltséget, ezért nyomtatásnál a nem megfelelő típus alkalmazása számos probléma forrása lehet. Autotípiái nyomatok készítéséhez a téglalap profil a legideálisabb, mivel éles képek reprodukálhatók vele. A rákel másik meghatározó jellemzője a keménysége, a tesztnyomatok elkészítésénél minimum 85-90 Shore keménységű ajánlott. A rákel Shore keménysége meghatározza a kopásállóságát és az oldószerekkel szembeni ellenálló képességét, továbbá hogy mennyire hajlik meg a nyomtatás során [3] [4]. A kemény rákellel élesebb nyomatok állíthatók elő és a felvitt festékréteg is vékonyabb, így indirekt módon befolyásolja a nyomtatás minőségét. A vizsgálatok során nagyon kemény, téglalap profilú rákelt alkalmaztunk.

Szítaszövet

A felbontóképesség alatt azt a vonal/cm-t, illetve autotípiái részletgazdagságot értjük amit egy adott szövettípus reprodukálni képes. Elsősorban a szövetsűrűség, a szálátmérő és a szemnyílás aránya határozza meg az optimális felbontóképességet. Azok a szövetek alkalmasak nagy felbontású képek nyomtatására, melyeknek a szemnyílása nagyobb mint a szálátmérője. A szemnyílás/szálátmérő mellett a szálátmérő önmagában meghatározza a legkisebb nyomtatható pont méretét is, mit szem előtt kell tartani a reprodukálható kép rácspontra történő bontásakor [5] [6]. A nyomatok elkészítéséhez a SEFAR cég által gyártott PET 1500 150/380-31Y PW típusú, nagy finomságú, egyenletes szövésű monofil poliészter anyagból készített szítaszövetet használtunk (1. táblázat).

1. táblázat. A szítaszövet paraméterei

SEFAR monofil szítaszövet	
Szalsűrűség, v/cm	150
Névleges szálátmérő, μm	31
Szemnyílás, μm	29
Szövetvastagság, μm	37
Szítaszövet feszültsége, N/cm	12
Kitöltési arány, %	15-80
Legkisebb kinyomtatható pontméret, μm	80-100

A részletgazdag autotípiái nyomtatásnál nagy szerepet játszanak még a szitafesték reológiai tulajdonságai is. A szitanyomtatásra egyedülállóan jellemző, hogy a festék reológiai viselkedése a szítaszövet nedvesíthetőségével együtt határozzák meg a festék átjutását a nyomóforma nyílásain, így a nyomat minőségét. A túl kicsi nyomtatandó pontok esetén előfordulhat, hogy a szövetszál elzárja a pontnak megfelelő nyomóforma nyílását, így a festék nem tud átjutni a nyomathordozó felületére. A probléma leginkább a világos árnyalattartományoknál fordulhat elő. A felső kitöltési arány tartományok nyomdai kivitelezése is nehezen megvalósítható feladat [7].

Emulzió

A nyomósablon elkészítéséhez CPS ULTRA COAT típusú diazo-fotopolimer emulziót használtunk.

Az emulzióba egy térhálósodásra alkalmas vegyületet és a közvetlen használat előtt diazosót („dual cure”) kevernek, amelyek hatására az emulzió vizes és szerves oldószeres festékekkel szemben is ellenállóvá válik. Nagy szárazanyag tartalma miatt a 2+4 manuális felhordási technikával érhető el a legjobb eredmény. Gondosan figyeltünk a nyomósablon szárítására, mivel fontos szerepet játszik a nyomóforma kialakításában. Minden lehetséges fényforrástól távol, száraz pormentes helyen a bevont szítaszövetet rákel oldallal lefelé, vízszintes helyzetben szárítottuk, amellyel elkerülhető volt az emulzió zsugorodása és az egyenetlen felület kialakulása, amiben nagy szerepe van az állandó hőmérsékletnek (max. 30 °C) és a helység megfelelő szellőztetésének is [8]. Az emulzió rétegvastagságát Elcometer 345 rétegvastagság mérővel ellenőriztük, az 5 ponton mért eredmények átlaga: 43,25 mm.

Szitanomófesték

A MARABU szitafestékgyártó cég, műanyagok nyomtatására fejlesztette ki a speciálisan UV sugárzásra száradó ULTRAFORM UVFM festéket. Erős, élénk színek jellemzik, igen széles színtartomány jeleníthető meg vele. A festék az UV megvilágítás hatására azonnal szárad, rugalmas, karcálló réteget képez a nyomathordozó felületén [2]. A tesztnyomtatás folyamán alkalmazott UV festéket 100 W-os megvilágítással, 27 m/min szalagsebesség mellett engedték át a szárító alagúton. A paraméterek megfelelnek a festékgyártó cég technikai adatlapjában közzétett (100-120 W-os megvilágítás és 25-30 m/min szalagsebesség) értékeknek. Újabb szín nyomtatása előtt regál szárító állványon tároltuk a tesztnyomatokat. A szitafesték gyártó által megadott denzitás értékei: 1,4-1,5 D (Y), 1,4-1,5 D (M), 1,4-1,5 D (C), 1,8-1,9 D (K).

Vizsgálati módszer

A vizsgálatok során a technológiánál legnagyobb mennyiségben használt műanyag fóliákat alkalmaztunk: 1. számú VIKULIN poli-vinil-klorid (PVC) és 2. számú VIKUPRON polipropilén (PP).

A tesztábra egy CMYK 10 lépcsős árnyalatos skálát, RGB tónusmezőket és a betűkép vizsgálatához Arial azonos vonalvastagságú és a Times New Roman eltérő vonalvastagságú betűtípusok kurrens

változatát használtuk fel 24-6 pt méretekben. A tesztanyagok 36 v/cm és 60 v/cm rácssűrűségben 10-10 példányban készültek SVECIA PC típusú sík-ágyas félautomata szitanyomógépen. A tesztanyagok elkészítéséhez a jobb nyomatkép érdekében speciális rácselforgatást alkalmaztunk: C (97,5°), M (157,5°), Y (82,5°), K (127,5°).

Optikai kitöltési arány növekedést (tone value increase, TVI), reprodukálható színtartományt (colour gamut) és színezeti eltérést vizsgáltunk a tesztanyagokon. A méréseket X-RITE SPECTROEYE spektrofotométerrel végeztük (mérési körülmények: 380-780 nm spektrális terjedeleme, 0°/45° mérőgeometria, 4,5 mm mérő apertúra, D65 polarizációs szűrő).

Vizsgálati eredmények

Nyomathordozók tulajdonságai

A vizsgálatok első lépéseként a fóliák fizikai tulajdonságait vizsgáltuk. A felületi simaság meghatározását Beck simaságmérővel végeztük. A felületi feszültség ellenőrzéséhez Manage Test Pen tollakat alkalmaztunk (32-40 mN/m). Mindkét alapanyag nyomtatásra alkalmas felületi feszültséggel rendelkezik (36 mN/m). A fóliák tulajdonságai az 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat. Fóliák tulajdonságai

Tulajdonság	1 fólia	2 fólia
vastagság, mm	0,3	0,3
sűrűség, kg/m ²	0,44	0,39
simaság, s	85,0	11,8

A PVC fólia (1. számú) egy nagyobb sűrűségű, nagyon sima felületű műanyag, jó nyomtathatósági tulajdonságokkal rendelkezik, nagy szilárdság és merevség jellemzi. 0 °C hőmérséklettől +60 °C-ig alkalmazható, jól ellenáll számos szerves és szervetlen vegyszernek. A PP fólia (2. számú) kisebb sűrűséggel rendelkezik és enyhén strukturált felületű, nagyobb merevségű, nagyobb hőmérséklet álló (+100 °C-ig), valamint jó a vegyszerállósága.

Kitöltési arány növekedés a CMYK nyomatokon

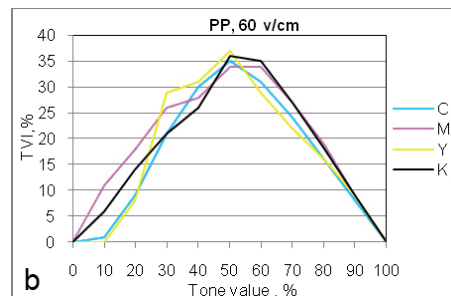
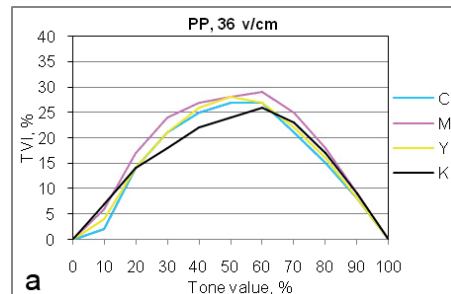
A kétféle hordozóra készített nyomatokon mért denzitás értékek nagy eltérést mutatnak egy-

máshoz képest, míg az azonos felbontásban készült nyomatok denzitás értékei közel azonosak. A bíbor nyomatok denzitás értékei közelítik meg legjobban a szitafesték gyártó cég célértékeit mindkét fólián.

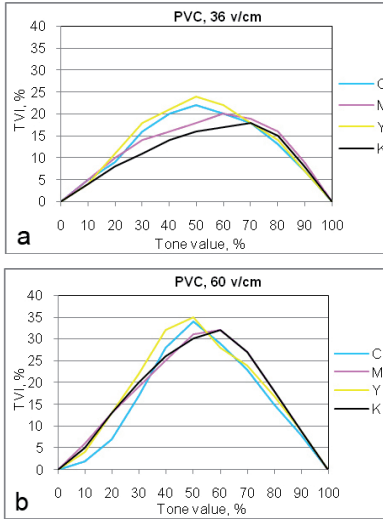
3. táblázat. A 36 v/cm és 60 v/cm felbontású CMYK nyomatokon mért optikai denzitás értékek

Nyomat	Optikai denzitás			
	C	M	Y	K
1. fólia (36 v/cm)	1,14	1,62	1,16	1,47
1. fólia (60 v/cm)	1,14	1,62	1,09	1,52
2. fólia (36 v/cm)	1,17	1,61	1,30	1,47
2. fólia (60 v/cm)	1,23	1,62	1,38	1,57

A kitöltési arány növekedés (TVI%) görbék értékeit a tesztábra 10-100%-ig terjedő árnyalati skáláján mértük (1 és 2. ábra). A kitöltési arány növekedés, a PP nyomathordozókra készített nyomatokon nagyobb értékeket mutatott. Nagyobb TVI értékeket tapasztaltunk a 60 v/cm felbontással készült nyomatokon is, mindkét nyomathordozó esetén.

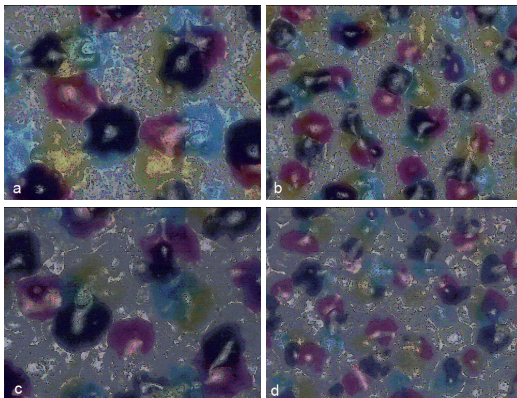


1. ábra. Az alapszínek TVI görbéi
a) PP fóliára 36 v/cm b) 60 v/cm felbontással készült nyomatokon



2. ábra: Az alapszínek TVI görbéi PVC fóliára a) 36 v/cm b) 60 v/cm felbontással készült nyomatokon

A CMYK nyomatok 20%-os rácsmezőjéről nagyításban készített képek (3. ábra) szemléltetik a festékátadást a felületeken. A PP fólia képei életlenebbek, amely a kevésbé sima, érdes felületről történő diffúz fényvisszaverődésnek köszönhető.



3. ábra. CMYK nyomatok 20%-os rácsmezőiről nagyításban készített képek a) PVC nyomathordozóra 36 v/cm b) PVC 60 v/cm felbontásokról és c) PP nyomathordozón 36 v/cm d) 60 v/cm felbontásokról

Színjellemzők eltérései

A CMYK alapszínek tónusmezőin mért CIELAB értékeket használtuk fel a tesztnyomatok színi eltéréseinek vizsgálatához. Azonos körülmények között készített 10 nyomatot vizsgáltunk. A tesztnyomatok alapszíneinek átlaghoz viszonyított színinger-különbség értékeit (ΔE^*_{ab}) mutatja be a 4. táblázat, ahol a legnagyobb értékek közel vannak az észlelhető színinger-különbségi küszöbhez. A tesztnyomatok átlag CIELAB értékeinek összehasonlításához (5. táblázat) referenciaként az 1. számú PVC fóliára 60 v/cm felbontással készült nyomatot választottuk, mivel a legnagyobb telítettséget a cian és sárga színeknél találtunk. Az éppen észlelhető színinger-különbség tartományába eső eltéréseket tapasztaltunk, a sárga szín kivételével, amelynél az eltérés jól látható mértékű, a denzitás értékekkel összhangban.

A 6. táblázat ugyanazon felbontással különböző fóliákra készített és eltérő felbontással azonos fóliákra készített nyomatok közötti eltéréseket szemlélteti. A nyomathordozó vagy a felbontás megváltoztatása a legnagyobb változást a sárga nyomatokon eredményezte.

4. táblázat. A 10 tesztnyomat átlagos színinger-különbség értékei a számtani középértékhez viszonyítva alapszínenként

Nyomat	Színinger-különbség (ΔE^*_{ab})			
	C	M	Y	K
1. fólia (36 v/cm)	1,03	0,77	0,82	0,26
1. fólia (60 v/cm)	0,80	0,29	0,44	0,33
2. fólia (36 v/cm)	0,47	0,50	0,53	0,32
2. fólia (60 v/cm)	0,25	0,34	0,49	0,20

5. táblázat. A tesztnyomatok átlagos színinger-különbség értékei, az 1 fóliára 60 v/cm felbontással készült referenciához viszonyítva

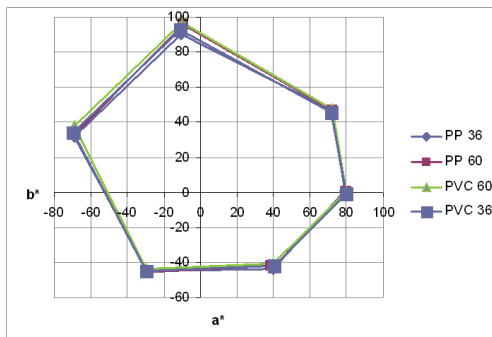
Nyomat	Színinger-különbség (ΔE^*_{ab})			
	C	M	Y	K
1. fólia (36 v/cm)	1,15	1,64	4,61	0,93
1. fólia (60 v/cm)	-	-	-	-
2. fólia (36 v/cm)	1,09	1,69	6,77	1,81
2. fólia (60 v/cm)	1,89	0,60	1,23	2,63

6. táblázat. Színíngerekülönbség értékek különböző nyomathordozókra azonos felbontással (felső sorok) és azonos nyomathordozókra különböző felbontással készült nyomatokon (alsó sorok)

Nyomat	Színíngerekülönbség (ΔE^*_{ab})			
	C	M	Y	K
1-2. fólia (36 v/cm)	0,97	3,02	2,59	1,36
1-2. fólia (60 v/cm)	1,89	0,60	1,23	2,63
1. fólia (36 v/cm- 60 v/cm)	1,15	1,64	4,61	0,93
2. fólia (36 v/cm - 60 v/cm)	1,58	1,10	5,70	0,96

Reprodukálható színtartomány

A nyomathordozó, az alkalmazott technológia, a nyomtatási folyamat paraméterei mind felelősek a reprodukálható színtartomány nagyságáért. Esetünkben a nyomathordozót és a rácsfelbontást változtattuk, a többi paraméter és alkotóelem állandó volt. A pontos reprodukálható színtartományhoz berendezés függő háromdimenziós színtestet kell meghatározni. Munkánkban, a négszínű nyomtatás elsődleges és másodlagos alapszíneit használtuk a megjeleníthető tartományok határvonalainak a^* , b^* színíngerek-diagramban történő bemutatására. Bár a világosság dimenzióját (L^*) nem vettük figyelembe, eredményeink nem mutatnak számottevő eltérést az a^* , b^* diagramban ábrázolt színtartományok esetében (4. ábra).



4. ábra. Reprodukálható színtartomány ábrázolása a^* , b^* kromatikus diagramban, a két nyomathordozó és felbontás esetén

Következtetések

A kutatási munka során kétféle műanyag fólia nyomathordozóra szitanyomatással kétféle felbontással készített nyomtatásokat vizsgáltunk. Azt tapasztaltuk, hogy a nagyobb rácssűrűség, nagyobb kitöltési arány növekedést eredményez, éppen úgy, mint a kevésbé sima polipropilén fólia érdes felülettel. A sárga színű nyomatok denzitás értékei jelentősen eltértek a többi alapszín denzitás értékeitől, amely jellemző a színmérési adatokban is megjelent. A nyomathordozó, illetve a rácssűrűség megváltoztatása csak a küszöbértékhez közeli színeltéréseket okozott, és a nyomtatható színek tartományát elhanyagolható mértékben befolyásolta.

Felhasznált Irodalom

- 1 Screen Printing Technology Hand Book. NIIR Project Consultancy Services. Published by Asia Pacific Business Press Inc. ISBN 8178330539
- 2 The sericol guide to UV Screen Printing. Copyright Sericol Limited 2002. www.sericol.com.au/hintsandtips/pdfs/UVUSERGUIDE.PDF (Megtekintve: 16.06.2011.)
- 3 E. H. Jewel, T. C. Claypole, D. T. Gethin: The influence of squeegee parameters on ink deposit in UV halftone screen printing. TAGA Journal, Volume 3. 2010. pp. 80-89
- 4 H. Kipphan: Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. Berlin: Springer Verlag, 2001
- 5 J. Stephens: Screen printing in a digital age. Publisher: Pira International, October 1, 2000 ISBN-10: 1858022495
- 6 B. Stephens: Printing Halftones: Frames, Mesh and Moiré <http://www.signindustry.com/screen/articles/2006-04-03-BS-PrintingHalftoneSencilsPt2.php3> (Megtekintve: 16.06.2011.)
- 7 T. C. Claypole, E. H. Jewel, D. T. Gethin: A parametric study of cylinder press screen printing. IARIGAI 2006 proceedings: Advances in printing and media Technology, Vol. 33, Leipzig, September 2006
- 8 B. Stephens: Printing Halftones: Two Critical Factors in Halftone Stencils <http://www.signindustry.com/screen/articles/2006-04-03-BS-PrintingHalftoneSencilsPt2.php3> (Megtekintve: 16.06.2011.)