

CONTROLUL CALITĂȚII PROCESULUI DE PREPRESS ȘI TIPAR

RĂCHERU Răzvan-George¹

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Emilia BĂLAN**

REZUMAT: Standardizarea sistematică este o cerință de bază atât pentru producție, cât și din punct de vedere economic și ecologic. Provocările producției industriale de imprimare necesită un nivel ridicat de continuitate a sistemelor de producție și a materialelor. În această lucrare sunt prezentate cele mai importante avantaje câștigate în urma implementării standardelor de proces și al managementului culorii. Printre acestea se regăsesc rezultatele de imprimare conforme cu un standard definit de calitate din punct de vedere colorimetric, dovada că materialele imprimate pot fi ajustate prin intermediul tehnicilor de profil, lucrul cu un lanț de producție calificat. Astfel, se pot documenta lucrările efectuate în baza acestor măsurători, asigurând rezultate repetabile în lanțul de producție în conformitate cu ISO 12467-1:2004.

CUVINTE CHEIE: controlul calității, managementul culorii, pregătirea tiparului, probă de tipar, formă de tipar.

1 INTRODUCERE

În orice proces de producție industrială mici abateri de la rezultatul țintă sunt inevitabile din când în când. Imprimarea nu este o excepție de la această regulă generală. Acest lucru se datorează atât procesului tehnologic extrem de complex și materialelor utilizate. Process Standard Offset (PSO) este descrierea unei proceduri industriale standardizate folosite în procesul creării produselor tipărite în conformitate cu normele specificate în seria standardelor ISO 12647. Ca normă ISO, procedura PSO este recunoscută internațional, fiind publicată, înaintată și promovată în mediul profesional internațional de către federația industriei tipografice din Germania (BVDM) în colaborare cu Asociația pentru Cercetare în Tehnologia Grafică Fogra.

Chiar dacă vorbim de un standard industrial, trebuie amintit că valorile nominale și toleranțele specificate de PSO pentru controlul procesului de tipar sunt în concordanță cu evoluția materialelor tipografice moderne, normele descriind ceea ce este perceptibil și fezabil. Sunt incluse specificațiile spectrale și densitometrice ale dispozitivelor de măsurare, precum și elementele corespunzătoare folosite pentru testare (cum ar fi etichetele de test folosite pentru controlul proof-urilor, al formei de tipar sau al imprimării).

Obiectivul principal de introducere a PSO, a fost acela de a rezolva problemele din fluxul de producție care nu pot fi controlate și înlăturate decât folosind standardele de proces. Când se produce o reproducere a culorilor, este important ca persoanele responsabile de separarea culorilor, proofing și operațiunile de imprimare să convină în prealabil asupra unui set minim de parametri care definește unic caracteristicile vizuale și alte proprietăți tehnice ale produsului planificat. În practică, PSO descrie dispozitivele de testare adecvate și metodele de control prin care procesul de producție poate fi supervizat, condus și verificat.

Implementarea PSO a fost în primul rând o decizie economică, de reducere a cheltuielilor generate de alegerea defectuoasă a materialelor de producție, de limitare a timpilor necesari pentru începerea unei lucrări în faza de producție și de reducere a erorilor generate în timpul producției.

2 STADIUL ACTUAL

Prin implementarea ISO 12647 : 2004 s-au obținut o serie de beneficii. Astfel avem beneficiile interne, prin care fiecare pas al procesului de producție este evaluat și comunicarea între departamentele de producție este îmbunătățită. Fluxul de producție este simplificat, cu mai puține greșeli.

Beneficii financiare se referă la rentabilitatea investiției prin asigurarea unui timp de pregătire a tiparului scurtat cu 20% și prin obținerea cu 5% a mai puține forme de tipar (plăci). Verificarea

¹ Specializarea Tehnologii și Sisteme Poligrafice, Facultatea IMST;

E-mail: razvanracheru@yahoo.com;

valorilor standard se efectuează zilnic pentru formele de tipar prin citirea zonelor martor de pe fiecare placă. Partea de tipar este verificată săptămânal, deoarece în urma obținerii certificatului PSO s-au obținut contracte noi, la care cerința principală pentru producție este verificarea săptămânală a tirajului tipărit și crearea unor rapoarte, rapoarte care cuprind principalele valori de colorimetrie CMYK precum și creșterea valorii tonurilor (denumită în continuare TVI) acceptată de standardul ISO 12647 : 2004.

2.1 Instrumentele necesare verificării procesului de tipar

Pentru a putea asigura calitatea și cerințele impuse de ISO, s-au folosit următoarele aparate certificate de măsură:

- Xrite ICPlate pentru măsurarea formelor de tipar;

- Densitometru Xrite DensyEye pentru efectuarea măsurătorilor destinate densităților de culoare;

- Spectofotometru Xrite SpecotrEye cu apertura de 5 mm pentru determinarea colorimetriei mostrelor;

- Xrite EyeOnePro pentru calibrarea monitoarelor și a imprimantei cu care se creează proba de tipar (proof)

- Spectofotometru Xrite eXact cu apertura de 1,5 mm pentru urmărirea mostrelor de producție impuse prin contractele comerciale.

3 OBIECTIVELE LUCRĂRII

3.1 Recomandări generale

Scopul acestei lucrări, este de a face cunoscute cerințele și modul de executare al implementării unui sistem de control al procesului de tipar din punct de vedere al calității culorii. Procesul de tipar pentru certificare este format din mai multe elemente:

- pregătirea fișierelor digitale și a formelor de tipar

- crearea fișierelor digitale finale

- executarea și verificarea conformității formelor de tipar

- printurile martor

- verificarea printurilor martor

- tiparul necompensat de test

- măsurarea testelor

- crearea curbilor de compensare pentru TVI

- tiparul compensat

- măsurarea testului compensat

- implementarea sistemului de control pentru procesul tehnologic

- urmărirea atingerii obiectivelor specificate în standard.

4 TEHNOLOGIA FOLOSITĂ

Pentru a se putea obține certificarea PSO, bazată pe standardul ISO 12647, au fost necesare o serie de decizii economice și de introducere a unor puncte de verificare ale procesului. Mașina de tipar pe care a fost implementat sistemul de control al calității este offset, cu specificația că mașina folosește tehnica de tipar Heatset (figura 1).

Tehnica de tipar este denumită Heatset datorită modului de uscare a cernei și nu datorită tipului de imprimare. În tehnologia heatset un strat de cerneală este aplicat de obicei pe un tip de hârtie care nu permite ca cerneala să fie absorbită în hârtie.

Cerneală Heatset este formată din lacuri sau solvenți care formează porțiunea pe bază de ulei a cernei. Pigmenții sunt utilizați pentru culoare. În plus, se adaugă diverse rășini. De asemenea aceasta conține aditivi pentru a răspunde cerințelor procesului de imprimare și cerințele clientului.

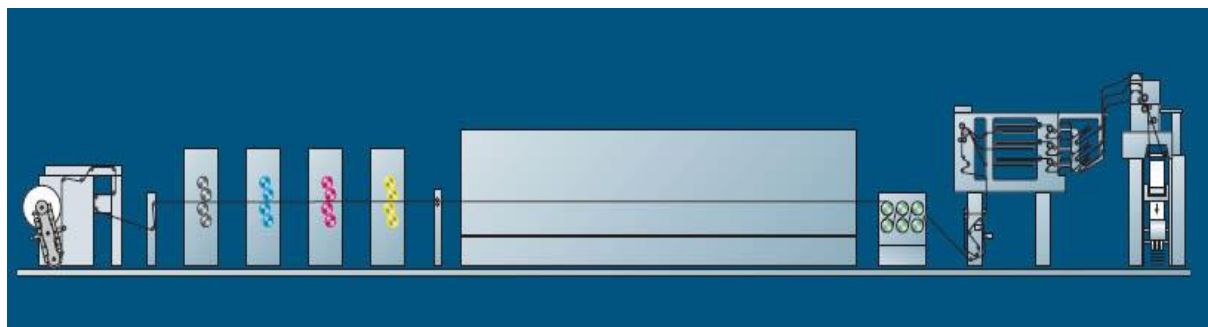


Fig. 1. Mașina de tipar prin tehnologia Heatset

După ce cerneala a fost așezată pe hârtie, aceasta intră într-un cuptor de uscare în care solvenții pe bază de ulei ating un punct de evaporare. Ceea ce rămâne este un amestec de pigmet, rășini și ceară. După trecerea prin cuptor, hârtia ajunge pe un set de valuri de răcire unde ceara și rășina din compoziție se solidifică.

5 ALEGEREA MATERIALELOR

Primul pas a fost alegerea materialelor necesare stabilirii valorilor țintă de colorimetrie. Această decizie a fost bazată pe profilul clienților existenți și pe încercarea de atragere a unor noi comenzi din partea acestora. Standardul ISO stabilește valori diferite de colorimetrie pentru fiecare clasă de hârtie. În urma consultărilor, a fost luată decizia de a folosi cerințele din standard necesare pentru tipul de hârtie Improved Light Weight Coated. Hârtia folosită este de la producătorul UPM, și tipul acesteia este CoteH, deoarece se încadrează în valorile standard pentru tipul de hârtie și pentru valorile colorimetrice ale gradului de alb al acesteia, respectiv ISO 12647-2, PT 3.

Cerneală aleasă pentru partea de testare a fost Sun Chemical Ultragloss.

Pentru formele de tipar au fost alese materialele producătorului Kodak, deoarece linia de producție a formelor de tipar este fabricată de același producător.

Printurile martor au fost produse folosind tehnologia inkjet a producătorului Epson și softul de management al culorilor de la EFI.

6 PREGĂTIREA FIȘIERELOR DIGITALE A FORMELOR DE TIPAR ȘI A PRINTURILOR MARTOR

Partea de pregătire a tiparului (prepress) este compusă din pregătirea digitală a fișierelor de test, pregătirea formelor de tipar și pregătirea printurilor martor în baza fișierelor digitale create.

6.1 Modificarea digitală a imaginilor și crearea fișierelor finale

Pentru pregătirea fișierelor digitale, am primit un set de sarcini. Acestea au inclus modificarea unor imagini digitale cu profile de culoare greșite, compararea acestora cu o imagine țintă, folosirea acestora pentru a crea fișierele finale pentru tiparul de test. Prima sarcină executată a fost de a modifica imaginile digitale. Pentru această sarcină a fost folosit programul Adobe PhotoshopCS3. Setările de culoare au fost pentru RGB - eciRGB v2 și pentru CMYK - PSO LWC improved (ECI). Strategiile de

management implicite ale culorilor au fost de a păstra profilele embeded.

Au fost folosite setările de Alocare și Conversie la profil pentru toate conversiile, deoarece oferă mai mult control, mai ales pentru că se pot previzualiza diferitele intenții de redare.

Cu Conversia la profil, se poate vedea modul în care diferitele setări afectează imaginea și se poate alege profilul corect pentru menținerea celor mai bune apariții de culoare.

Pentru una din imagini au fost alese următoarele modificări digitale:

- a fost utilizat profilul încorporat
- a fost efectuată conversia la profilul PSO LWC improved (ECI) - relativ colorimetric fără compensarea punctului de negru

A fost aleasă setarea fără compensare a punctului de negru, deoarece cu compensarea punctului de negru zona întunecată de pe partea din dreapta sus a imaginii a era mult mai deschisă și rezultatul final nu avea aceleași caracteristici cu aceeași zonă din imaginea originală (figura 2).

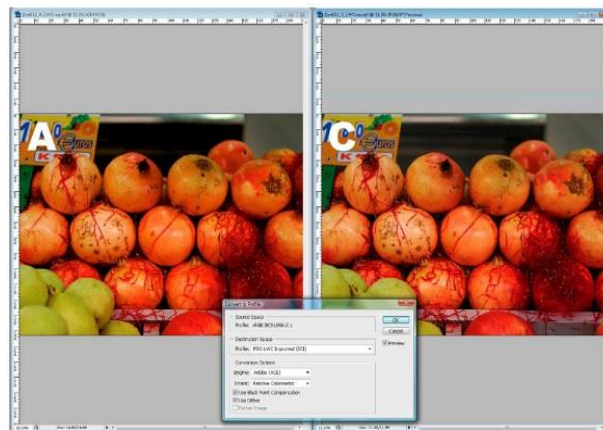


Fig. 2. Imaginea digitală modificată și originală

O altă imagine a presupus o abordare diferită. Astfel setarea *absolut colorimetric* a fost singura care a reprodus un rezultat precis, deoarece această setare nu ajustează pentru diferite valori ale gradului de alb ale hârtiei, astfel încât în acest caz, imaginea are o tentă gălbuie. Toate valorile de culoare ale profilului „ISOuncoatedyellowish.icc”, inclusiv valorile albului hârtiei sunt menținute. Acest lucru înseamnă că în momentul imprimării, imaginile arată ca și cum acestea au fost tipărite pe hârtie uncoated cu tenta gălbuie a albului hârtiei (figura 3).

După modificarea digitală a imaginilor au fost create fișierele de test. Respectând indicațiile primite, au fost create fișiere de test care contin atât imaginile originale, cât și imaginile modificate.

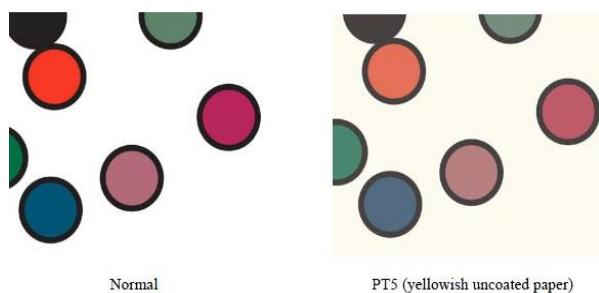


Fig. 3. Tenta de gălbui a albului hârtiei

Pe lângă aceste elemente, în fișierele create au fost introduse scale de culori necesare la verificarea formelor de tipar și la efectuarea măsurătorilor produselor tipărite.

Scalele de culoare sunt conforme cu cerințele ISO, ele fiind formate din pătrate de culoare cu valori ale rasterului de la 0% până la 100%, cu creșterea din 5 în 5 procente, pentru fiecare culoare de proces tipărită, respectiv cyan, magenta, galben și negru (figura 4).

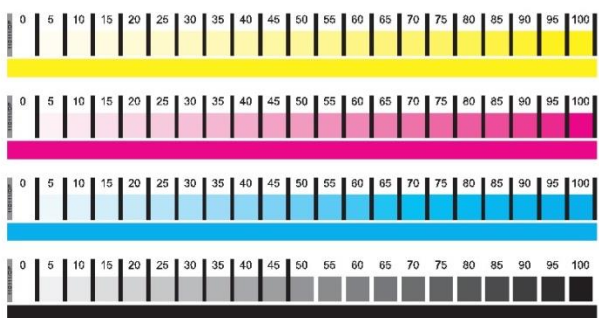


Fig. 4. Scala de verificare

6.2 Formele de tipar

Pentru a asigura calitatea și viteza procesului de imprimare formele de tipar folosite la producerea formelor de tipar (plăci) este de tip Computer to Plate (CTP). Alegerea a fost făcută datorită flexibilității, capacității de a controla acest proces și vitezei de expunere. Printre principalele calități ale acestui sistem sunt:

- puncte de raster perfect definite, cu margini foarte bine conturate
- registru de tipar precis
- lipsa efectelor negative generate de praf, manopere manuale și expunere defectuoasă
- tipar cu tonalități de o gamă extinsă și cu detalii îmbunătățite
- timpi de producție reduși
- timp de pregătire redus datorită fluxului digital

- lipsa corecțiilor manuale asupra plăcilor
- timp redus de reglare a cernelurilor la mașina de tipar la densitățile standard
- timp redus de livrare a produsului final

Sistemul CTP folosit este compus din mașina de imprimare plăci Kodak Magnus VLF conectată la un procesor de dezvoltare în linie și la un cuptor de coacere a plăcilor. Procesorul Mercury 1550 este echipat cu sisteme automate de reprovizionare, temperatură și senzori de conductivitate care pot indica orice abatere de la valorile standard. După setarea valorilor specifice pentru fiecare tip de placă (rezoluție, viteza tamburului, zoom-ul și focusul) se efectuează o liniarizare în scopul de a finaliza configurarea expunerii. Deoarece cu acest tip de echipament CTP este imposibilă măsurarea și verificarea unei plăci neimprimată și neprelucrată, expunerea acesteia și dezvoltarea nu pot fi controlate separat. În procesul de configurarea inițială, placă liniară este expusă și procesată folosind setarea inițială recomandată la dezvoltare pentru temperatură, timp și viteză. Plăcile sunt măsurate cu ajutorul fișierelor digitale create. În funcție de rezultatele verificărilor, corecțiile sunt realizate cu ajutorul unui software (Harmony). Prin această metoda se realizează o curbă de compensare pentru placă.

Pe lângă măsurarea diferitelor valori, calitatea formelor de tipar este judecată și vizual cu scopul de a asigura cele mai bune rezultate și integritatea plăcilor procesate.

Fiecare schimbare în acest proces, cum ar fi schimbarea revelatorului folosit la dezvoltare, filtrului de curățare al revelatorului, după curățarea procesorului, după crearea unei curbe noi de compensare a plăcii, după schimbarea producătorului de plăci este urmată de un nou set de teste pentru a verifica dacă noua setare aplicată sistemului este conformă cu standardele. Măsurătorile sunt realizate folosind o placă de control, astfel încât întreaga suprafață a plăcii este verificată. Pentru a avea un control mai bun asupra procesului, o scală de verificare a formelor este inclusă în zona netipăribilă a fiecărei plăci expuse.

Pentru a asigura o rezistență mărită în timp a plăcilor, acestea sunt coapte după procesul de dezvoltare. Coacerea este controlată periodic cu benzi de temperatură, precum și cu respectarea combinației recomandată de viteză și temperatură pentru fiecare tip de placă folosit.

Pentru verificarea conformității formelor de tipar, măsurătorile sunt făcute folosind un dispozitiv de măsurare ICPlate2 produs de X-Rite.

6.3 Printurile martor

Scopul printului martor (proof) este de a simula caracteristicile vizuale ale produsului finit imprimat cât mai aproape posibil. În scopul de a potrivi vizual un anumit tipar, procesele off-press digitale necesită de multe ori valori pentru culorile, valorile care sunt diferite de cele ale procesului de imprimare pe care sunt menite să le simuleze. Acest lucru este cauzat de diferențele de fenomene, cum ar fi luciul, dispersia luminii (în substratul de imprimare sau colorant), metamerism și transparență. Astfel de diferențe pot pentru acele procese off-press digitale în care substratul de imprimare, coloranții și tehnologia de aplicare a acestora sunt semnificativ diferite de tiparul offset. În astfel de cazuri, utilizatorul sau furnizorul trebuie să se asigure că cerințele corespunzătoare sunt specificate.

Un alt domeniu problemă este de potrivire a unui print martor creat pe un substrat opac cu tiparul față-verso imprimat pe o hârtie mai puțin opacă, hârtie folosită în tiparul heatset. În cazul în care prooful se face cu profile de management de culoare bazate pe măsurători pe suport alb, va exista o diferență inevitabilă între proof și tiparul produs, tipar măsurat pe un suport negru, în conformitate cu specificațiile din această parte a ISO 12647. Pentru a evita posibilele diferențe, părțile trebuie să stabilească un set de reguli. (ISO 12647-2:2004(E)).

Pentru crearea printului martor a fost folosit un sistem de management al culorii produs de EFI. Prin introducerea fișierelor digitale create pentru testare, în acest sistem se aplică simularea profilului țintă, simularea gradului de alb al hârtiei și scala de culoare necesară pentru măsurarea conformității acestuia cu standardul.

Tipărirea printului martor se efectuează cu ajutorul imprimantei inkjet Epson și pe un suport (hârtie proof) certificat oferit de EFI.

Măsurarea se face folosind un suport alb, suport cerut de condițiile de măsură ale standardului ISO 12647.

Dacă valorile măsurate sunt conforme cu valorile țintă cerute de standard, se emite un raport de verificare (figura 5).

Verificarea conformității se face atât vizual, pentru a determina eventualele incorectitudini de imprimare, cât și măsurând cu instrumentul EyeOne scala de culori imprimată (figura 6 și 7).

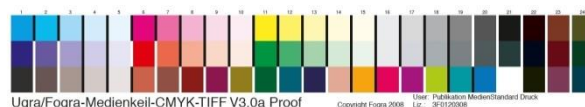


Fig. 6. Scala Ugra/Fogra

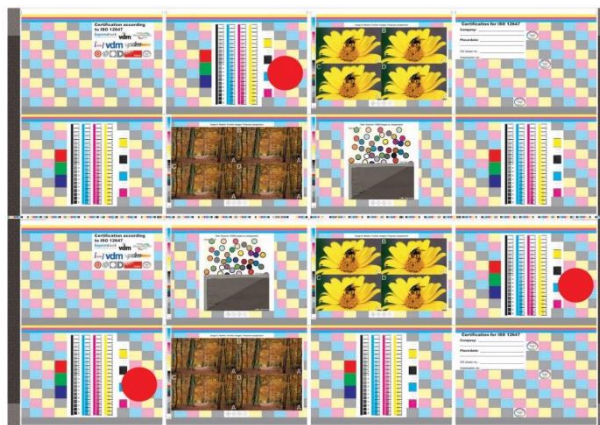


Fig. 7. Reprezentarea digitală a forme de tipar

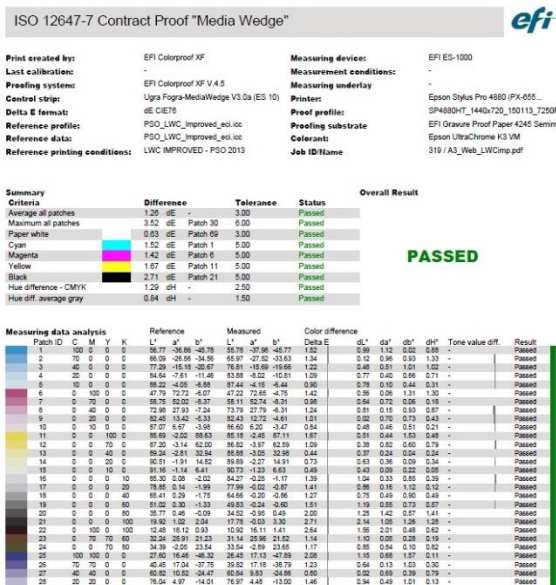


Fig. 5. Raport colorimetric print martor

7 TIPARUL DE TEST

O parte importantă a certificării este tipărirea fișierelor create în urma sarcinilor cerute (vezi figura 7). Primul pas este de a crea forme de tipar necompensate. Acestea sunt create fără a aplica nici o curbă de compensare a creșterii valorii tonurilor (TVI) pentru a vedea răspunsul tiparului și a mașinii de tipar. După măsurarea rezultatelor obținute, atât în momentul tiparului de probă cât și prin selectarea mostrelor verificate la terminarea acestuia cu ajutorul spectrofotometrului SpectroEye se pot determina valorile curbei de compensare a TVI. Aceste curbe se realizează digital, prin introducerea valorilor măsurate și compararea acestora cu valorile standard.

Următorul pas este de a crea noi forme de tipar pe care sunt aplicate valorile noi ale TVI și de a efectua o nouă imprimare. În timpul sesiunii de test, la mașina de tipar se vor efectua măsurători atât colorimetric cât și densitometric pentru a afla cele

mai bune valori ale solidelor aflate în scala de culoare. Pentru acest lucru se folosește funcția BestMatch a spectofotometrului. Acesta are implementat în memoria sa valorile standard de referință pentru tipul de hârtie ales. În momentul în care se face măsurarea unei grile de culoare, pe ecranul aparatului vor apărea detalii referitoare la tipul culorii (negru, cyan, magenta sau galben), la densitatea relativă a acesteia, precum și valorile de actuale. În urma calculelor efectuate de aparat, funcția BestMatch va efectua o evaluare a corecțiilor posibile de densitate pentru a avea cele mai bune rezultate colorimetrice.

După selectarea celor mai bune rezultate posibile, tiparul de probă se încheie. Măsurătorile finale sunt efectuate de organismul de certificare din revistele selectate în timpul tiparului de test. Alături de acestea se trimit către organismul de certificare și rapoartele verificărilor printurilor martor, a formelor de tipar și a revistelor selectate pentru măsurare.

8 STUDIUL DE CAZ: SISTEMUL AUTOMAT DE MĂSURĂ (IDC)

Deoarece pe mașina de tipar nu era instalat la începutul implementării certificărilor PSO un sistem automat de măsură și calibrare propriu al mașinii (densitometru), toate reglajele de culoare, densitate și control s-au făcut manual, în baza unor măsurători efectuate cu un densitometru portabil.

Pentru a putea reduce erorile cauzate de acest lucru, și pentru a putea justifica nevoia unui sistem automat de control, au fost efectuate o serie de teste și măsurători.

În urma măsurătorilor am constatat că din punct de vedere al standardului ISO 12647-1 (figura 8) și al normelor metrologice uzuale industriei tipografice (FOGRA și BVDM), există inconsistente între valorile standard și cele măsurate în urma testelor realizate la mașina de tipar.

Item	Characteristic					
	L^*a 1	a^*a 1	b^*a 1	Gloss ^b %	ISO brightness ^c %	Mass-per-area ^d g/m ²
Paper type						
1: gloss-coated, wood-free	93 (95)	0 (0)	-3 (-2)	65	89	115
2: matte-coated, wood-free	92 (94)	0 (0)	-3 (-2)	38	89	115
3: gloss-coated, web	87 (92)	-1 (0)	3 (5)	55	70	70
4: uncoated, white	92 (95)	0 (0)	-3 (-2)	6	93	115
5: uncoated, slightly yellowish	88 (90)	0 (0)	6 (9)	6	73	115
Tolerance	± 3	± 2	± 2	± 5	—	—
Reference paper ^e	94,8	-0,9	2,7	70 to 80	78	150

Fig. 8. Specificațiile standardului ISO 12647-1 : 2004

Măsurătorile efectuate au fost realizate cu respectarea specificațiilor standardului ISO 12647, și anume:

- Evaluare colorimetrică: importantă din punct de vedere al standardelor ISO 12647-X pentru evaluare conformității colorantului cernelurilor de proces CMYK, al conformității hârtiei. Evaluarea se raportează la CIE L^*a^*b , Observatorul Standard D50/2°, în mod absolut, fără niciun filtru, pe suport negru, pentru aplicațiile de tip probă - proof definite de ISO 12647-7 și pentru evaluările în contextul profilelor de culoare ICC (interfața de legătura dintre prepress și tipar).

- pentru măsurători am folosit un aparat X-Rite SpectroEye

- fișierele de test au fost create cu imagini și benzi de culoare (color strip) certificate;

- hârtia folosită la teste respectă valorile standard din punct de vedere colorimetric:

- măsurătorile au fost efectuate atât în timpul testului pentru stabilizarea tiparului și realizarea unui tiraj cât mai conform cu posibilitățile mașinii, dar și ulterior pentru a putea realiza analiza exactă a valorilor și pentru a putea extrage din aceste valori curba de culoare a mașini.

Pentru a putea compensa creșterea valorii tonurilor și pentru a aduce valorile colorimetrice și spectrale reproduse de mașina de tipar în standarde, a fost necesară crearea unei curbe de compensare a acestora.

Din cauza diferențelor mari între rezultatele măsurate și cele oferite de standarde, aceste curbe de compensare au valori foarte mari, sunt instabile de la un test la altul, existând posibilitatea decalibrării lor într-un termen foarte scurt, acest lucru necesitând reluarea testelor de conformitate la intervale scurte de timp.

Aceste lucruri sunt exemplificate în raportul de măsurare linear fără compensare (figura 9):

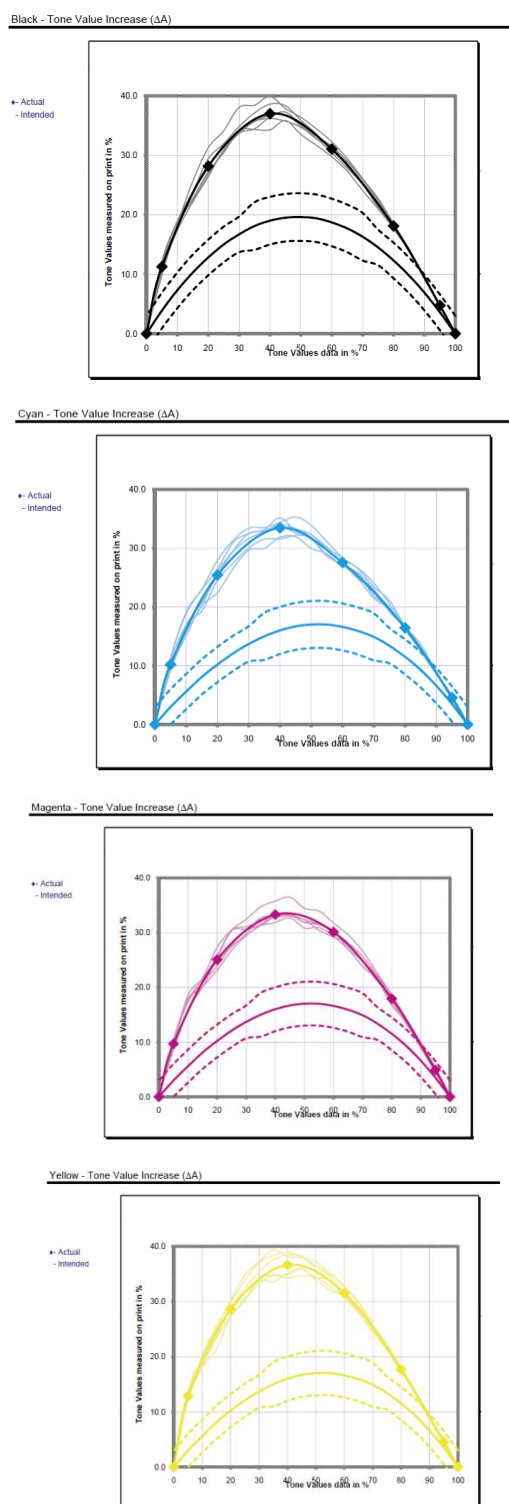


Fig. 9. Raport măsurare linear

În urma instalării pe mașina de tipar a unui sistem automat de măsură și control al densității (IDC system, livrat de producătorul mașinii), am obținut o mai mare stabilitate a sistemului, precum și a valorilor acestuia.

Astfel, în urma măsurătorilor efectuate, am putut constata o îmbunătățire a valorilor inițiale, o reducere semnificativă a valorilor neconforme și o reproducere mai exactă a culorilor, care acum se încadrează în cele oferite de standardul ISO 12647-X și în normele FOGRA.

Curbele de compensare pentru creșterea valorii tonurilor sunt mai mici, concordanța între proof (print martor) și tipar a crescut, precum și calitatea acestuia din punct de vedere colorimetric și spectral (figura 10).

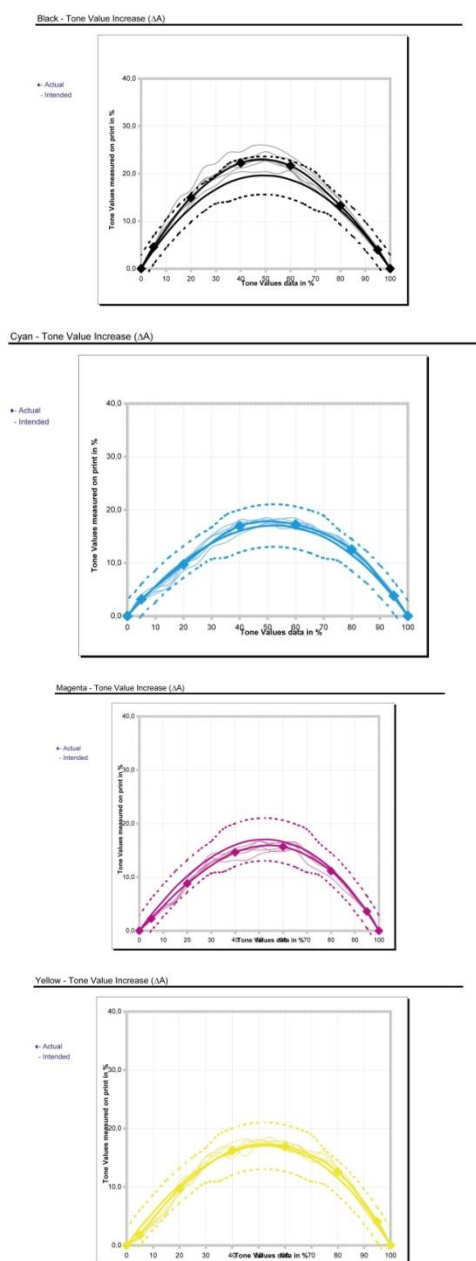


Fig. 10. Raport măsurare compensat

9 CONCLUZII

Importanța certificării nu constă în diploma emisă de organismul de certificare, ci în valorile și beneficiile pe care le oferă respectarea unui proces în care se lucrează după standarde. Obiectivul principal al introducerii sistemului de control al calității bazat pe ISO 12647 a fost acela de a rezolva probleme din fluxul de producție care nu pot fi controlate și înlăturate decât folosind standardele de proces.

Cele mai importante avantaje câștigate în urma implementării standardelor de proces sunt rezultatele de imprimare conforme cu un standard definit de calitate, dovada că materialele imprimate pot fi ajustate prin intermediul tehnicilor de profil, lucrul cu un lanț de producție calificat. Compania poate documenta lucrările efectuate în baza acestor măsurători tot timpul asigurând rezultate repetabile în lanțul de producție în conformitate cu ISO 12467: 2004.

10 MULȚUMIRI

Autorul lucrării dorește să mulțumească și pe această cale editurii EDS Romania pentru sprijinul acordat pentru efectuarea și implementarea acestei cercetări.

11 BIBLIOGRAFIE

[1] Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Kipphan. (2001), *Handbook of print media*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 3-540-67326-1.
[2] Norm series ISO 12647 Graphic technology - Process control for the manufacture of half-tone

color separations, proof and production prints. Beuth publishing company, Berlin

[3] <http://www.fogra.org/en/fogra-standardization/standardization-pso/pso-e28093-the-process-standard-offset.html>. (12.01.2015)

[4] A. Verikas, J. Lundström, M. Bacauskiene, A. Gelzinis, Advances in computational intelligence-based print quality assessment and control in offset colour printing, *Expert Systems with Applications* Volume 38, Issue 10, 15 September 2011, Pages 13441–13447

[5] J. Lundström, A. Verikasa, Assessing print quality by machine in offset colour printing, *Knowledge-Based Systems*, Volume 37, January 2013, Pages 70–79

[6] J. Lundström, A. Verikas, E. Tullander, B. Larsson, *Assessing, exploring, and monitoring quality of offset colour prints*, *Measurement*, Volume 46, Issue 4, May 2013, Pages 1427–1441

[7] Philipp Urban, Simon Stahl, Edgar Dörsam, Chapter 5 – Image Display—Printing (Desktop, Commercial), *Academic Press Library in Signal Processing*, Volume 4, 2014, Pages 117–163

[8] Norm ISO 12647-1:2004 Graphic technology - Process control for the production of half-tone color separations, proof and production prints - Part 1: Parameters and measurement methods. Beuth publishing company, Berlin

[9] Schmitt U., Ugra/Fogra- CMYK media wedge instruction manual. Fogra, Munich, 2008

[10] Schmitt, U., Ugra/Fogra-Digital plate wedge-instruction manual (60). Fogra, Munich, 1998.