

METODE SOFTWARE DE REDUCERE A CONSUMULUI DE CERNEALA IN TEHNOLOGIA DE TIPARIRE OFFSET

RĂCEAN Dan¹

Conducător științific: Ș.l. dr. ing. **Andra PENA**

REZUMAT: Lucrarea isi propune sa prezinte rezultatele practice ale aplicarii metodelor software de reducere a consumului de cerneala intr-o tipografie dotata cu utilaje de tiparire in tehnologie offset. Vor fi prezentate notiuni si concepte legate de: culoare, calitatea tiparului si cele care stau la baza managementului culorilor. Bazandu-se pe aceste notiuni vor fi facute teste de tiparire cu si fara aplicarea softurilor de reducere a consumului de cerneala si se vor face masuratori si evaluari care sa evidentieze efectele aplicarii acestora asupra calitatii tiparului.

CUVINTE CHEIE: culoare, spatiu coloristic, deviatie de culoare ΔE , consum de cerneala

1 INTRODUCERE

Între 1794 - 1798 e.n. Aloys Senefelder din Praga a inventat litografia procedeu care a stat la apariția tiparului offset în jurul anului 1900. Aceasta tehnologie s-a dezvoltat în permanență, astfel încât se poate observa o îmbunătățirea substanțială a calitatii reproducerilor obținute cu ajutorul acestei tehnicii de tipar.

În perioada de început au fost aduse îmbunătățiri ale sistemelor mecanice necesare pentru creșterea vitezei în condițiile păstrării calității. Astfel au fost îmbunătățite sistemele de alimentare și de transfer a hârtiei la mașinile cu tipar în coală, sistemele de tensionare a benzii și de fălțuire pentru mașinile de tipar în bandă, sistemele de cerneluire și de umezire pentru a permite controlul echilibrului: soluție de umezire –cerneală la viteze mari etc.

În ultimii ani îmbunătățirile cele mai importante la mașinile de tipar offset au fost aduse la sistemele de automatizare care concurează la calitatea cerneluirii și la controlul acesteia, astfel au fost introduse sisteme de comandă de la distanță a reglajului cerneluirii la jgheaburi, sisteme automate de controlul registrului culorilor precum și sisteme automate de citire și reglare automată a cerneluirii. Aceste îmbunătățiri tehnologice au făcut ca în prezent vitezele de lucru ale mașinilor de tipar în coală să ajungă la peste 18.000 coli pe oră față de aproximativ 6.000 coli pe oră în trecut și la viteze de peste 70.000 de coli pe oră la mașinile de tipar în bandă față de 25.000 de coli pe oră în trecut.

Importanța tot mai mare pe care a dobândit-o reclama în vânzări și implicit nevoia de calitate deosebită a reproducerii au generat o presiune constantă asupra calității reproducerii și a constanței în tipar.

O altă cerință care trebuie respectată este reducerea consumului de cerneala, pentru a reduce emisiile de COV-uri și implicit pentru a reduce impactul asupra mediului inconjurator. Reducerea consumului de cerneala este un deziderat cu câștig dublu: o dată pentru că reduce poluarea mediului inconjurator și a doua oară pentru că reduce costurile de producție, deci creează premisele creșterii profitabilității afacerii. Trebuie înțeles clar că reducerea consumului de cerneala nu trebuie făcut în detrimentul calității tiparului.

Pentru a răspunde acestor cerințe a fost nevoie să apară un sistem care bazându-se pe o cercetare temeinică să creeze un model matematic care să asocieze fiecărei nuanțe de culoare un grup de numere creând astfel un model matematic de referință al culorilor măsurabil.

Sistemul de management al culorilor se bazează pe: utilizarea modelelor matematice pentru reprezentarea nuanțelor, utilizarea profilelor de culoare pentru fiecare echipament care participă la realizarea unui material tipărit (cameră foto, scanner, imprimantă, monitor, mașină de tipar) astfel încât având aceste informații și utilizând corect softurile de conversie între fișierele imagine rezultatul imprimării să fie controlabil și repetibil în limitele standardului indiferent cine și unde prelucrează imaginea și/sau tipărește imaginea.

Pentru ca rezultatul tipăririi să fie la o calitate acceptată și așteptată trebuie ca toți cei care participă la realizarea reproducerii să respecte normele impuse de sistemul de management al culorii.

¹ Specializarea Tehnologii și Sisteme Poligrafice, Facultatea IMST;

E-mail: raceandan@yahoo.com;

Fiecare echipament utilizat trebuie să aibă un profil ICC și softurile utilizate pentru prelucrarea imaginii trebuie să utilizeze corect aceste profile. În tipografia trebuie să existe instrumente de măsură care să asigure calitatea cernelurii și constanța ei și nu în ultimul rând toți cei implicați trebuie să cunoască și să accepte prevederile standardelor în vigoare.

2 NOȚIUNI TEORETICE DESPRE CULOARE

Culoarea este o parte esențială a ciclului decizional pe care fiecare dintre noi îl parcurge zilnic pentru a interacționa cu lumea materială care ne înconjoară. Ea ne ajută să identificăm, ne impune reguli, naște emoții, definește mărci și ne atrage către produsele favorite. În industria grafică, culoarea este o componentă crucială atât din perspectiva procesului de producție cât și din perspectiva produsului rezultat. Pentru a folosi și reproduce culoarea eficient ea trebuie ținută sub un control strict. Esența acestei cerințe este surprinsă simplist prin deviza “Tipărim conform așteptărilor” [2]. Orice proces de producție începe prin asocierea culorii cu ideile creatorului și specificațiile clientului. De aici începe un șir de etape la sfârșitul cărora regăsim reproducerea culorii produsului finit care trebuie să corespundă specificațiilor inițiale, dar acest fapt nu se poate obține decât prin corelarea tuturor acestor etape. Cum ne asigurăm că ideile originale și specificațiile clientului rămân intacte pe parcursul acestui complicat proces? Răspunsul este relativ simplu, măsurarea culorii, dacă o poți măsura atunci o poți controla. Așa cum folosim scale de măsură pentru dimensiune și greutate pentru a stabili standarde de măsură precise și consistente pentru orice proces de producție, putem aplica același principiu pentru culoare prin intermediul valorilor numerice rezultate în urma procesului metrologic (de măsurare). Prin monitorizarea acestora pentru fiecare etapă și compararea cu valorile de referință, putem determina nivelul de precizie și încadrarea în toleranțele specificate. Inerent se pune întrebarea care sunt acele proprietăți ale culorii care ne permit în mod discret să le identificăm și să le măsurăm. Examinând aceste proprietăți aflăm legătura dintre culoarea din natură și cea din mintea noastră, cum este reprodusă pe hârtie și pe monitor, cum poate fi comunicată prin valori numerice ale reflexiei (informație spectrală) și prin valori numerice raportate la un spațiu tridimensional (informație tri-stimul sau tricromatică).

Aceste legături sunt, de asemenea, surprinse printr-o altă deviză la fel de simplă și reprezentativă “Măsurăm cum vedem” [2].

În lumea culorii totul se învârtă în jurul numărului trei care îi conferă o aură aproape filozofică – trinitatea culorii [5]. Fără a forța această asociere, putem construi cu ușurință o clasificare coerentă bazată pe subiectele de interes asociate culorii:

- interacțiunea: lumina, obiectul și observatorul,
- proprietăți: fizice, fiziologice și psihologice,
- reprezentare: prin trei coordonate,
- aplicații: comunicare, măsurare și control.

Culoarea rezultă întotdeauna ca urmare a interacțiunii dintre lumină, obiect și observator. Lumina este practic modificată de obiect în așa fel încât observatorul – sistemul de vizualizare uman – percepe această modificare a luminii ca și o culoare distinctă. Așa cum o înțelegem și o definim, culoarea există și are sens doar dacă toate aceste trei elemente sunt prezente. Ea este unul dintre aspectele unui subiect mai larg numit aparență care constă pe de o parte în atribute cromatice precum luminozitate, croma și nuanță, iar pe de altă parte în atribute geometrice precum luciul, claritate, textură, formă, unghi de observare, ambient.

2.1 Lumina – lungimi de undă și spectrul vizibil

Lumina este componenta vizibilă a spectrului electromagnetic (Fig. 1) și este adeseori descrisă ca fiind formată din unde, reprezentate prin lungimile de undă corespunzătoare, practic distanța dintre amplitudinile a două unde adiacente, și intensitatea acestora.

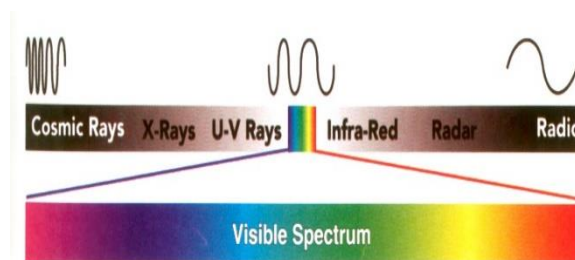


Fig. 1. Lumina ca și unda electromagnetică

Lungimea unei unde se măsoară în nanometrii – nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Regiunea tipic vizibilă ochiului uman este cuprinsă aproximativ între 400 nm și 700 nm, dar clasificarea culorilor spectral pure prin benzi înguste de lungimi de undă (lumina monocromatică) extinde acest interval între aproximativ 380 nm și 750 nm. Aceste granițe nu sunt absolute, spectrul vizibil este totuși continuu, fără a avea o graniță clară între două culori spectrale adiacente, iar această divizare ține mai mult culturală locală și istoria științei. Raportată la

scala întregului spectru electromagnetic, spectrul vizibil este un interval minuscul cuprins între radiația UV și cea infraroșie. Chiar dacă percepem vizual doar spectrul vizibil, ne folosim de o serie de alte forme de energie electromagnetică în viața cotidiană, de la undele scurte de tip X folosite în radiografie, la microundele folosite în telecomunicații și cuptoare, și până la cele radio folosite de televiziune și radio [7].

Dar lumea culorii este mult mai complexă. Culoarea nu este pur și simplu o parte a luminii, este chiar lumina. Practic percepția cromatică este percepția luminii modificată într-o nouă compoziție cuprinzând diverse lungimi de undă. De exemplu, atunci când vedem un obiect despre care spunem că este roșu, detectăm practic o lumină care conține în special lungimi de undă roșii. Acest este modul prin care oricărui obiect îi atribuim culoarea. Trăim într-o lume plină de culoare pentru că toate obiectele din jurul nostru alterează lumina ambientală retrimițând către ochii noștri compoziții de lungimi de undă care le definesc în mod unic și prin a căror interpretare interacționăm cu ele.

2.2. Obiectul – jonglerie cu lungimi de undă

În urma interacțiunii dintre un obiect și lumină, suprafața acestuia absoarbe o parte din spectru în timp ce altă parte este manipulată prin reflexie, transmisie sau o combinație între cele două efecte. Lumina astfel rezultată are o compoziție total diferită față de lumina incidentă. În funcție de atributele geometrice, diverse suprafețe conținând diverși coloranți precum pigmenți, vopsele, cerneală, generează combinații unice de lungimi de undă. Chiar și sursele de lumină – obiecte emise precum surse de lumină artificială sau monitoarele de computer – se încadrează în acest tipar [7]. Exemple de interacțiuni între lumină și obiect:

- reflexie speculară vs. reflexie difuză,
- transmisie directă vs. transmisie difuză,
- obiect lucios vs. obiect mat,
- obiect translucid vs. obiect transparent.

Indiferent de natura acestei interacțiuni – reflexie, transmisie sau emisie – lumina astfel rezultată este în cea mai directă exprimare culoarea obiectului. Această compoziție a lungimilor de undă este definită ca fiind distribuția puterii spectrale, informația spectrală sau amprenta culorii obiectului. Informația spectrală rezultă în urma unei examinări amănunțite, tipic rezultată printr-un proces de măsurare, a fiecărei lungimi de undă și intensității corespunzătoare ei. Vizual, această colecție numerică constând în perechi de lungime

de undă/intensitate, poate fi reprezentată grafic prin trasarea curbei spectrale (Fig. 2).

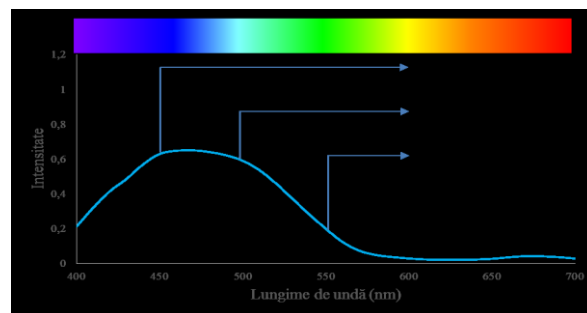


Fig. 2. Informația spectrală

2.3. Atributele culorii

Fiecare culoare se deosebeste de celelalte prin trei atribute specifice, acestea sunt:

- Nuanta,
- Saturatia,
- Luminozitatea

Cand descriem o culoare utilizand aceste trei atribute o putem identifica cu acuratete, deosebind-o de toate celelalte culori.

Nuanta (Hue) este caracteristica prin care exprimam culoarea unui obiect. Nuantele formeaza spectrul coloristic continuu care poate fi reprezentat in diferite moduri.

Saturatia indica cat de vie este nuanta, adica cat de clar se poate ea distinge.

Luminozitatea indica cat de luminoasa sau de intunecoasa este o culoare. In figura 3 se poate vedea o reprezentare grafica sugestiva a celor trei atribute ale culorii.

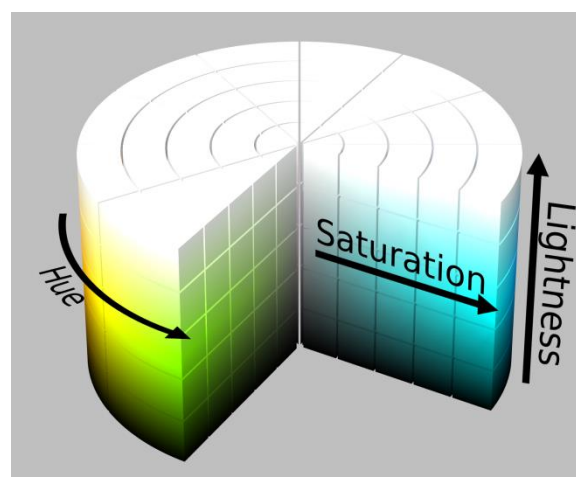


Fig. 3. Reprezentarea atributelor culorii

2.4. Observatorul – transformarea lungimilor de undă în culoare

Oare și creierul nostru funcționează în același fel, analizând individual fiecare lungime de undă pentru a-i determina intensitatea rezultând astfel amprenta fiecărei culori pe care o percepem? Nu chiar. Pentru a face acest lucru sistemul de

vizualizare uman ar trebui aibă o capacitate și o viteză de procesare net superioare față de posibilitățile sale fiziologice, ținând cont de volumul extraordinar de informație primit din mediul înconjurător prin intermediul simțului văzului. Soluția rezultată ca urmare a procesului evolutiv este procesarea în masă a lungimilor de undă prin împărțirea spectrului vizual în trei zone predominante, roșu, verde și albastru, simplificând astfel calcularea informației culorii. Receptorul sistemului de vizualizare uman este ochiul, iar principală zonă pentru percepția culorii este retina unde se află celulele de tip bastonașe și conuri, dar și celulele de tip oponent. Atunci când intensitatea luminii este redusă, vederea este scotopică, lumina fiind detectată doar de bastonașe, în timp ce conurile sunt inactive. Bastonașele au sensibilitatea maximă la lungimi de undă în jurul valorii de 500 nm și nu sunt responsabile pentru percepția cromatică. Atunci când intensitatea luminii depășește un anumit prag, vederea devine fotopică, conurile se activează fiind sensibile la toată plaja spectrului vizibil în special la lungimi de undă cu valori de 555 nm. Între cele două praguri avem vederea mesopică, atunci când ambele tipuri de receptori sunt activi, iar tranziția în percepția culorii între lumina slabă și cea puternică produce diferențe numite efectul Purkinje. Percepția culorii începe deci cu aceste celule specializate din retină care conțin pigmenți cu sensibilități spectrale diferite numite celule de tip conuri, pe scurt, conuri. La specia umană există trei astfel de celule sensibile la cele trei zone spectrale predominante, rezultând astfel o vedere tricromatică. Ele sunt denumite în funcție de ordinea lungimilor de undă cu sensibilitatea maximă a zonei spectrale specifice fiecăruia: scurte (S), medii (M) și lungi (L), dar această clasificare nu corespunde exact zonelor din spectru asociate culorilor particulare așa cum le cunoaștem și le definim. Micro spectrofotometria a arătat de exemplu că sensibilitatea maximă a conului L, la care ne referim ca fiind de tip roșu, se află în zona verde-galben a spectrului, nicidecum în cea roșie. În același mod conurile de tip S și M nu corespund zonelor albastru și verde, chiar dacă ne referim în acest fel la ele (Fig. 4). Din acest motiv modelul RGB reprezintă doar o metoda convenabilă de reprezentare a culorii și nu este direct bazat pe tipurile de conuri din retina ochiului uman [6].

Situația observatorului definește și implică existența tuturor celor trei elemente – lumina, obiectul și observatorul. Fără ele, existența culorii așa cum o definim și o explicăm, nu ar fi posibilă. Fără lumină nu ar exista lungimile de undă, fără

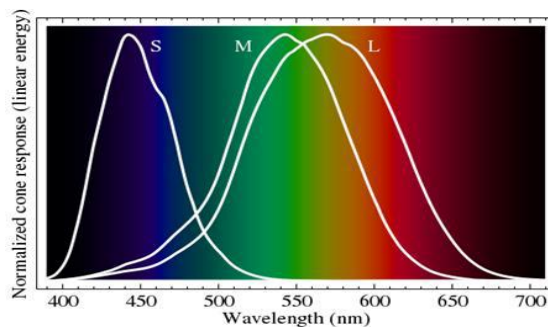


Fig. 4. Lungimile de undă ale culorilor

obiecte ar exista doar lumina albă nealterată, iar fără observator nu ar exista un răspuns senzorial care să recunoască și să transforme lungimile de undă în culori distincte. Dacă analizăm situația Observatorului și respectând toate conceptele definite până acum, deducem că un obiect este în esență lipsit de culoare, dar are capacitatea de a altera lumina ambientală în așa fel încât să sensibilizeze celulele specializate aflate pe retină. La rândul lor acestea trimit impulsuri electrice prin intermediul nervului optic către o zonă specializată din creier numită cortexul vizual. Aici se creează senzație de vedere și implicit culoarea, dar memoria și procesul educațional sunt responsabile de asocierea culorii cu numele ei. Așa cum spunea Camil Petrescu într-un roman al său: "Culoarea nu-i a lucrurilor, ci a ochiului nostru" [4]. În secolul XIX au fost enunțate două teorii complementare legate de vederea cromatică, teoria tricromatică care introduce celulele tricromatice și teoria procesului oponent care introduce celulele de tip oponent. Prima definește sensibilitatea preferențială a conurilor din retină la lungimile de undă corespunzătoare zonelor de roșu, verde și albastru din spectrul vizibil, în timp ce a doua enunță interpretarea antagonică a culorilor de către sistemul de vizualizare uman de genul roșu opus lui verde, albastru opus lui galben, alb opus lui negru, etc. Astăzi sunt acceptate și validate ambele teorii, acestea descriind practic două etape diferite ale fiziologiei vederii. Modelul modern al percepției culorii (Fig. 5) extinde acest proces adăugând celor trei tipuri de conuri, trei tipuri de celulele oponente.

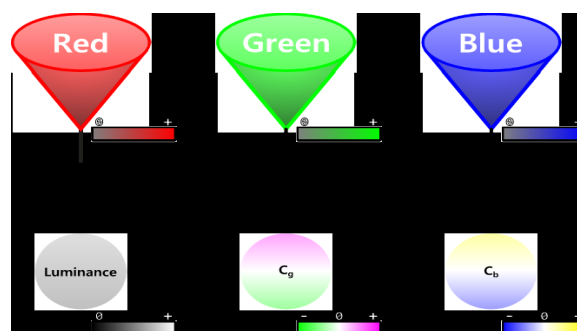


Fig. 5. Modelul modern al percepției culorii [6]

Acestea practic se excită/inhibă diferit la reacția conurilor dată de lumina incidentă. Astfel celula oponentă adaptată la luminozitate – L este excitată de semnalele conurilor roșu, verde și albastru. Celula Cg este excitată de roșu și albastru, dar se inhibă la verde, în timp ce a treia celulă Cb este excitată de roșu și verde și se inhibă la albastru.

Practic putem rezuma acest proces complex la trei etape principale [5]:

- receptare și pregătirea informației (retină),
- comunicarea informației (nervul optic),
- combinarea și interpretarea informației (cortexul vizual și zonele asociate din creier).

2.5. Adaptarea cromatică

Percepția culorii unui obiect este puternic dependentă de contextul în care respectivul obiect este prezentat. De exemplu, o coală de hârtie albă aflată într-un ambient cu o sursă de lumină incandescentă va reflecta anumite lungimi de undă către un observator, în timp ce aceeași coală de hârtie va reflecta alte lungimi de undă în ambiente cu surse de lumină fluorescentă sau naturală. Pe de altă parte, sistemul de vizualizare uman va compensa pentru fiecare din aceste surse de lumină pe baza modificărilor cromatice ale obiectelor înconjurătoare astfel încât această coală de hârtie va fi percepută cel mai probabil ca fiind albă indiferent de lumina ambientală (Fig. 6). Vizualizate simultan de către un observator, cele trei scenarii descrise mai sus vor indica acestuia clar diferențele de percepție, în timp ce în cazul vizualizării secvențiale, acesta va avea dificultăți clare în a indica schimbările petrecute indicând o egalizare în percepția acestora. Cu alte cuvinte, sistemul nostru de vizualizare este un critic desăvârșit, dar cu o memorie cromatică foarte scurtă [2].

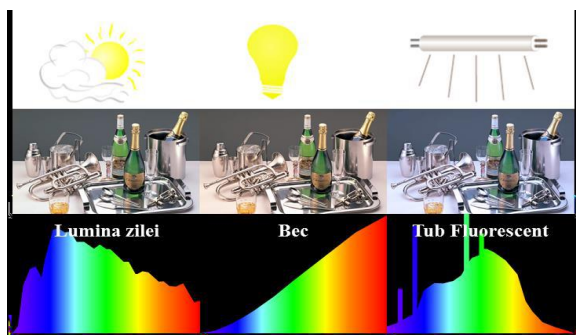


Fig. 6. Surse de lumină și adaptarea lor cromatică [5]

Această compensare a sistemului de vizualizare face ca o roșie să fie întotdeauna percepută ca fiind roșie indiferent de lumina ambientală. Pe de altă parte, o cameră digitală fără

nici o posibilitate de ajustare a luminii va capta roșia ca având nuanțe variate. Această însușire a sistemului de vizualizare uman se numește adaptare cromatică sau constanța culorii. Pentru o cameră digitală corecția este numită balans de alb și este similară ca funcționalitate.

2.6 Deficiențele vederii cromatice

Incapacitatea sau capacitatea redusă de a percepe culoarea sau diferențele cromatice în condiții de iluminare normale se numesc deficiențe ale vederii cromatice fiind puse cel mai uzual pe seama unui defect de dezvoltare a unui sau mai multor seturi de celule de tip con. Cauza lor este în general de natură genetică (deficiență moștenită) și afectează o mare parte din populație, cu probabilitate mai mare pentru cea masculină datorită codării fotopigmenților în gene purtate de cromozomii de tip X (unul la bărbați, doi la femei). Similar, factori externi de natură mecanică sau chimică pot afecta componentele sistemului de vizualizare uman cu același rezultat (deficiență dobândită). La polul opus, datorită aceleiași codări genetice XX la femei, se estimează că 2-3% din populația feminină au a patra celulă de tip con, dar impactul acesteia asupra discriminării cromatice rămâne încă subiect al proiectelor de cercetare (vederea tetracromatică). Vederea cromatică normală este denumită vedere tricromatică. În funcție de seturile de conuri afectate, deficiențele sistemului de vizualizare se clasifică astfel:

- vederea monocromatică sau acromatică este descrisă prin lipsa abilității de a distinge culori datorită lipsei sau defectelor a doua seturi sau a tuturor celor trei seturi de conuri,
- vederea dicromatică este dată de lipsa sau defectul unui set de conuri, fiind subclasificată ca protanopie (roșu), deuteranopie (verde) și tritanopie (albastru),
- vederea tricromatică anormală este descrisă printr-o sensibilitate spectrală redusă (comparată cu media fiziologică umană) a unui set de conuri, fiind subclasificată ca protanomalie (roșu), deuteranomalie (verde) și tritanomalie (albastru).

2.7. Metameria și inconstanța cromatică

Cuvântul metamerie își trage originea din limba greacă ("metameros") și denotă egalitate în anumite condiții. În colorimetrie el se referă la potrivirea culorii aparente ale unor obiecte pentru care distribuția puterii spectrale, amprenta culorii, este diferită. Metameria se datorează în principal schimbării sursei de lumină dar și a observatorului, a unghiului de vizualizare și a lățimii câmpului

vizual. Astfel culoarea a două obiecte poate fi aparent similară într-o sursă de lumină și diferită în orice altă sursă de lumină. Acest tip de metamerie se numește al sursei de lumină sau de iluminare, iar potrivirea culorii se numește metamerică. Indicele de metamerie (MI) este calculat și folosit pentru a măsura diferența culorii aparente a două obiecte vizualizate de către un observator în condiții de iluminare diferite [10]. Când vine vorba de culoare, relația de potrivire dintre aceleași două obiecte ar trebui să rămână ideal neschimbată odată cu schimbarea sursei de lumină. Acest tip de potrivire se numește potrivire perfectă sau non-metamerică și se datorează similitudinilor dintre amprente spectrale ale obiectelor respective. În cazul inconstanței culorii este vorba despre un singur obiect și schimbarea percepției culorii acestuia odată cu schimbarea sursei de lumină. Ca și în cazul metameriei, indicele de inconstanță (CI) este calculat și folosit pentru a măsura diferența culorii aparente a aceluiași obiect vizualizat de către un observator în condiții de iluminare diferite [10].

3 MODELE DE CULOARE

Un model de culoare este produsul unei modelări matematice abstracte cu scopul de descrie modul în care un număr de componente cromatice primare sunt combinate rezultând astfel un model de reprezentare al culorilor sub forma unor serii de valori numerice. Asocierea unui astfel de model cu o descriere precisă a acestor componente și a condițiilor interpretării lor rezultă într-un spațiu de culoare.

3.1 Culori aditive – modelul RGB

Prin suprapunerea unor compoziții spectrale sau culori cu scopul de a crea lumina albă, obținem practic procesul de modelare aditiv. Așa cum arată și numele acestuia este vorba de un model în care componentele cromatice primare, numite aditive în acest caz, au abilitatea de a se combina prin cumulara lungimilor de undă corespunzătoare rezultând astfel o nouă amprentă spectrală. Cel mai răspândit model aditiv este cel RGB, unde primarele aditive roșu, verde și albastru sunt definite de cele trei zone predominante ale spectrului vizibil. În teorie, le putem combina în proporția dorită pentru a obține orice culoare. De exemplu, variindu-le în mod egal, obținem întreagă gamă de tonuri neutre cuprinse între negru și alb. Prin combinarea două câte două a primarelor aditive obținem secundarele cian, magenta și galben. Istoric vorbind acest model a fost utilizat pentru prima oară în secolul 19 pentru procesul convențional al fotografiei color. Curent este utilizat pe scară largă de producătorii de

echipamente pentru captarea, redarea și afișarea imaginilor de către sisteme electronice precum camere digitale, scanere și monitoare. În mod particular când ne referim la modelul RGB utilizat de aceste echipamente spunem despre el că este dependent de echipament pentru că fiecare echipament captează sau redă diferit aceeași combinație RGB. Motivul este dat chiar de răspunsul componentelor cromatice RGB care variază de la un producător la altul dar și de la un model la altul. Astfel aceeași combinație RGB nu reprezintă în general aceeași culoare de la un echipament la altul fără un oarecare management al culorii.

3.2 Culori substructive – modelul CMY

Un model substractiv explică combinarea componentelor cromatice primare, numite substructive în acest caz, cu scopul de a manipula substractiv lumina prin absorbirea anumitor lungimi de undă și reflectarea sau transmiterea altora. Tipic și la fel de răspândit ca cel RGB este modelul substractiv CMY, unde primarele substructive cian, magenta și galben reprezentate prin coloranți și cantitatea lor, sunt combinate pentru a obține o culoare. De exemplu, un colorant galben are proprietatea de a absorbi din spectru lungimile de undă corespunzătoare zonei albastre, reflectându-le sau transmițându-le pe cele rămase. Prin combinarea două câte două a primarelor substructive obținem secundarele roșu, verde și albastru. De altfel relația dintre modelul aditiv și cel substractiv este dată chiar de relația dintre componentele primare și secundare ale celor două modele, primarele unui model fiind secundarele celuilalt. Simplificând natura substractivă a modelului CMY, putem spune că fiecare primară substractivă poate absorbi primara din modelul RGB căreia i se opune, reflectând sau transmițând pe cele rămase (Fig. 7).

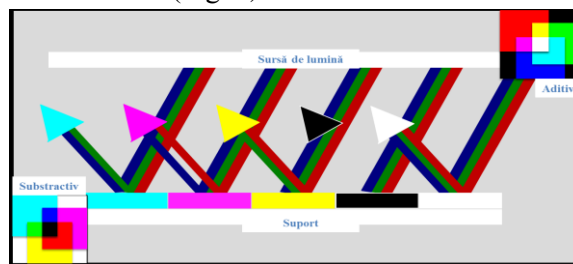


Fig. 7. Relația dintre modelul aditiv RGB și cel substractiv CMYK [5]

În lumea reală modelului CMY i s-a adăugat componenta K reprezentantă de colorantul negru, fiind utilizat în tiparul color unde un astfel de sistem redă culoarea pe un suport (e.g. hârtie) prin reflexie sau transmisie utilizând coloranți care acționează ca niște filtre pentru lumina incidentă.

Acest K își trage inițiala de la cuvântul cheie (engleză "key") fiind folosit ca și cheie principală de aliniere pentru registrul planelor celorlalți coloranți. Adăugarea acestuia ține și de o serie de aspecte practice precum limitările cromatice rezultate din suprapunerea efectivă a coloranților, îmbunătățirea contrastului reproducerii tipărite, dar și de faptul că reproducerea include în general și text (negru pe alb).

4 MĂSURAREA CULORII

O serie de instrumente sunt folosite în industria grafică având funcționalități metrologice diferite. Alegerea instrumentului potrivit depinde de o serie de aspecte ale procesului metrologic definite în special de natura mostrei și implicit de răspunsul complex al acesteia legat de manipularea luminii incidentale, rezultând astfel o serie de caracteristici ale instrumentului:

- Geometrie (spectrofotometre) – tipul interacțiunii dintre lumină și mostră care se dorește a fi captat (reflexie, transmisie, difuzie, emisie, etc.) clasificată în $45^{\circ}/0^{\circ}$ sau $0^{\circ}/45^{\circ}$, $d/0^{\circ}$, $d/8^{\circ}$ și multi-unghi,
- Apertură – dimensiunea zonei măsurate măsurată în mm clasificată tipic în mică (1 – 2 mm), medie (4 – 8 mm) și largă (peste 10 mm),
- Tip instrument – spectrofotometru, densitometru, colorimetru,
- Tip măsurare – singulară, serie, automată,
- Rezoluție (spectrofotometre) – intervalul de eșantionare al lungimilor de undă măsurat (internă) și raportat (externă), tipic 1 nm, 5 nm și 10 nm,
- Condiție de măsurare (spectrofotometre $45^{\circ}/0^{\circ}$ sau $0^{\circ}/45^{\circ}$) – M0, M1, M2 și M3. Adicional, o serie de proprietăți ale mostrei precum rigiditatea (ex. flexibilă, fermă), suprafața (ex. plată, texturată), comportamentul special (ex. fluorescent, metalizat), grosimea (ex. subțire, gros), influențează sau determină alegerea unui instrument.

4.1 Spectrofotometrul

Cele mai uzuale instrumente pentru măsurarea culorii sunt spectrofotometrele. Dar așa cum le spune și numele, aceste instrumente măsoară de fapt informația spectrală a unui obiect transformând-o prin intermediul funcțiilor Observatorului și a Condițiilor de Vizualizare într-o informație tricromatică.

4.1.1 Geometria $45^{\circ}/0^{\circ}$

Este cea mai întâlnită și utilizată geometrie în tehnologia grafică în principal datorită faptului că "vede" culoarea similar ca un observator uman. În esență un observator uman se va poziționa față de obiectul observat de așa natură încât să excludă luciul obiectului creat de reflexia luminii pe suprafața acestuia. [8]. Similar, un instrument cu geometria $45^{\circ}/0^{\circ}$ va exclude luciul din măsurătoare captând practic doar atributele cromatice ale aparenței obiectului măsurat. Cele două unghiuri ale acestei geometrii indică poziția dintre sursa de lumină a instrumentului și obiect, respectiv dintre obiect și senzorul instrumentului (Fig. 8).

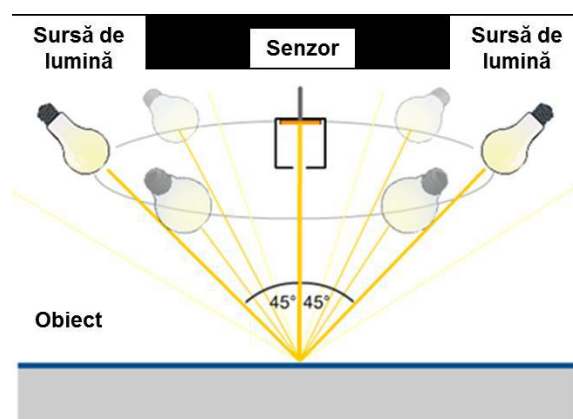


Fig. 8. Geometria $45^{\circ}/0^{\circ}$

4.1.2 Geometria $d/0^{\circ}$

Această geometrie este în principal utilizată de industria hârtiei pentru procesele metrologice specifice. Litera "d" indică o sursă de iluminare difuză, cu alte cuvinte, nu are o direcție anume de iluminare ci este emisă și răspândită în toate direcțiile către suprafața obiectului. O astfel de geometrie este utilizată în tehnologia grafică pentru măsurarea prin transmisie a obiectelor transparente și translucide. O sursă de iluminare este poziționată la 0° în spatele unui difuzor, iar între difuzor și senzorul aflat și el la 0° se află obiectul poziționat pentru măsurare (Fig. 9).

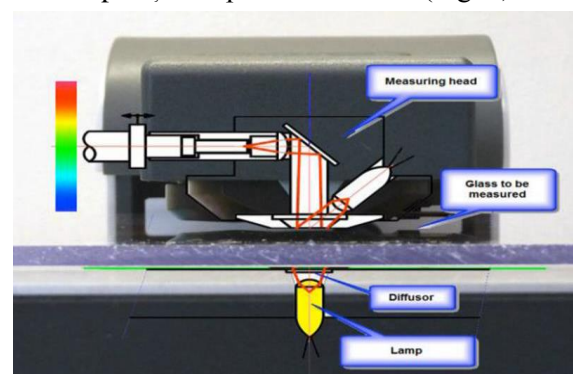


Fig. 9. Geometria 0°

4.1.3 Geometria $d/8^\circ$

Numită și geometrie sferică, este folosită în principal pentru a capta și ”componenta speculară” (luciu), fiind utilă pentru măsurarea obiectelor cu suprafețe texturate, aspre, neregulate sau ale căror reflexie este apropiată de a unei oglinzi (de ex. suprafețe metalice) care generează o răsfrângere a luminii incidente [8]. O astfel de geometrie este caracterizată de o sferă (sfera Ulbricht) al cărei interior este acoperit cu un strat reflectorizant alb difuz al cărei proprietate relevantă este o împrăștiere uniformă astfel încât razele de lumină incidente pe orice punct de pe suprafața interioară sunt distribuite în mod egal prin reflexii multiple împrăștiate către oricare alte puncte. Patru fante numite porturi completează acest tip de geometrie (Fig. 10):

- Portul mostrei – zona de măsurare
- Portul de vizualizare al mostrei – fantă orientată la 8° față de portul mostrei unde se află senzorul de citire,
- Portul specular – fantă orientată în direcție opusă la 8° față de portul mostrei, care poate fi închisă sau deschisă,
- Portul sursei de lumină – fantă folosită pentru iluminarea interiorului sferei.

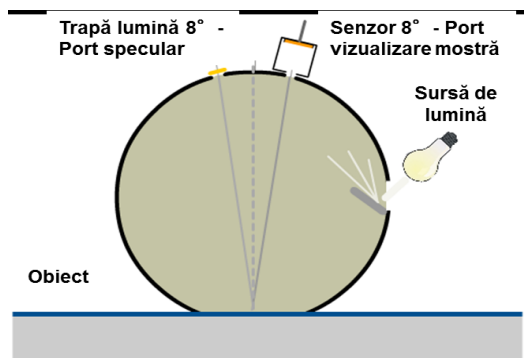


Fig. 10. Geometria $d/8^\circ$

Pentru a preveni reflexia luminii doar la unghiul specular, trapa portului specular este deschisă astfel că mostra nu mai este luminată din această direcție rezultând o măsurare de tip SPE (engleză ”specular port excluded”). Prin închiderea trapei iluminarea mostrei este completă rezultând o măsurare de tip SPI (engleză ”specular port included”).

Trebuie înțeles că măsurarea informației spectrale nu este absolută, ea depinzând atât de instrumentul de măsură și de caracteristicile acestuia precum geometria, apertura, condiția standard de măsurare, etc., cât și de natura obiectului măsurat, iar din această perspectivă este primordial ca orice protocol metrologic care implică schimbul de informații să aibă la bază o

convenție clar specificată a părților implicate [9]. Cel puțin în teorie utilizarea specifică a oricăreia dintre condițiile standard de măsurare este evidentă.

5 SPAȚIILE DE CULOARE CIE 1931 RGB, XYZ ȘI XYY

Spațiile de culoare CIE RGB și XYZ au fost formalizate în 1931 și reprezintă prima relație cantitativă dintre culoarea fizică compusă din lungimile de undă ale spectrului vizibil și culoarea percepută prin vederea tricromatică umană. Practic putem spune despre spațiul de culoare CIE XYZ că include toate senzațiile cromatice pe care o persoană obișnuită le trăiește. În același timp servește ca și referință pentru definirea altor spații de culoare.

În acest context Y este definit ca fiind luminozitatea informației tricromatice. Z este aproximativ egal cu stimularea zonei albastre corespunzătoare conurilor de tip S sensibile în zona spectrală cu lungimi de undă scurte. X reprezintă o combinație liniară a răspunsului la stimularea pozitivă a tuturor conurilor. Practic valorile XYZ sunt analogice, dar nu și egale, cu răspunsurile la stimularea a conurilor LMS specifice sistemului de vizualizare uman. Prin definirea lui Y ca fiind luminanța rezultă că pentru orice valoare Y, planul XZ va conține toate posibilitățile cromatice cu acea luminanță. Derivate din valorile XYZ, valorile xyY stau la baza spațiului de culoare cu același nume și sunt folosite pentru a specifica culoarea în practică, una din cele mai cunoscute reprezentări fiind diagrama cromatică CIE xy, o reprezentare plană a tuturor combinațiilor cromatice fără a lua în calcul luminozitatea. Această diagramă arată toate combinațiile cromatice la care se sensibilizează o persoană obișnuită delimitând gamă cromatică specifică sistemului de vizualizare uman așa cum este modelat de funcțiile de potrivire cromatică CIE. Diagrama cromatică CIE xy arată o serie de proprietăți ale spațiului de culoare XYZ, cea mai interesantă fiind legată de modul în care aceasta reprezintă sensibilitatea vizuală a diferențelor cromatice. Astfel aceeași distanță dintre diverse perechi de puncte din interiorul acestei diagrame nu corespunde aceleiași diferenței perceptuale dintre respectivele culori. Cele trei coordonate sunt interpretate astfel (Fig. 11): L este luminozitatea culorii (cât de închisă sau deschisă este o culoare) între negru ($L^*=0$) și alb ($L^*=100$), A este o axă cuprinsă între verde (a^* negativ) și roșu (a^* pozitiv), iar B este o axă cuprinsă între albastru (b^* negativ) și galben (b^* pozitiv).

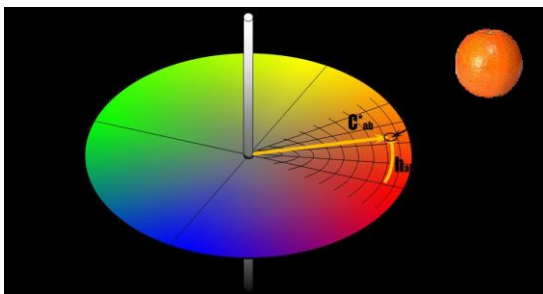


Fig. 11. Spațiile de culoare CIELAB și CIELCH [5]

Toate spațiile cromatice CIE sunt permutabile, orice valoare tricromatică poate fi transformată în oricare alt sistem de coordonate cu ajutorul formulelor matematice corespunzătoare. Transformarea datelor spectrale în date tricromatice are însă întotdeauna ca spațiu inițial CIEXYZ, iar din acesta se ajunge apoi la CIELAB.

6 EVALUAREA DIFERENȚEI CROMATICE

Diferența dintre două culori evaluate simultan este definit prin ΔE , unde litera grecească Delta este folosită în general în matematică și alte domenii pentru a indica o diferență, iar litera E este inițiala cuvântului senzație (germană *Empfindung*). Conceptual putem clasifica valoarea numerică raportată prin ΔE ca fiind:

- 1 ΔE – abia perceptibilă (diferență foarte mică, abia sesizabilă),
- 2-3 ΔE – vizibilă (diferență mică),
- 3-5 ΔE – distinctă (diferență vizibilă, dar în general acceptabilă),
- Peste 5 ΔE – majoră (diferență foarte vizibilă, în general inacceptabilă indicând o percepție cromatică semnificativ diferită).

Întrebarea inerentă este ”Cât de aproape trebuie să fie potrivirea dintre o mostră față de o referință pentru a fi considerată acceptabilă?”. Dacă distanța dintre mostră și referință ar fi perceptual uniformă, atunci răspunsul ar fi pur și simplu ”Abia perceptibilă” și i-am putea alocă o valoare numerică de 1 ΔE . Dar non-uniformitatea spațiului CIELAB împiedică o astfel de simplificare, astfel că CIE a dezvoltat o serie de formule ΔE corelate vizual pentru a minimiza problemele pe care formula ΔE liniară (euclidiană) le moștenește în acest context. Din nou ne întoarcem la deviza ”*Măsurăm cum vedem*” [2] și la semnificația ei: percepția și evaluarea ”subiectivă” a unui observator trebuie să fie consistentă cu valoarea numerică obținută ca urmare a unui proces metrologic.

7 PUNCTUL DE RASTER, DOT GAIN

Reproducerea unei imagini fotografice în semitonuri este posibilă numai prin descompunerea în suprafețe foarte mici de imagini liniare (punct de raster).

Procesul de descompunere a semitonurilor fotografice în semitonuri ”false”, adică în multe puncte de imagine liniară, numite puncta raster se numește rasterizare și se realizează cu ajutorul softurilor specializate.

Punctele de raster au diverse mărimi în funcție de nuanța de culoare pe care trebuie să o redea. Există mai multe tipuri de raster, în funcție de forma punctului de raster și de procedeul de tipar la care se folosește.

La tipar, diferitele culori și nuanțe de culoare se obțin prin suprapunerea punctelor de raster într-o ordine bine stabilită.

La început s-a stabilit o anumită înclinație a punctelor de raster, la o rată de 30° . Poziția prea apropiată a culorii galbene de celelalte culori învecinate ducea inevitabil la efectul de moarăj.

În prezent se folosesc și alte unghiuri de decalare în funcție de tipul de raster și implicit de procedeul de imprimare (Fig. 12).

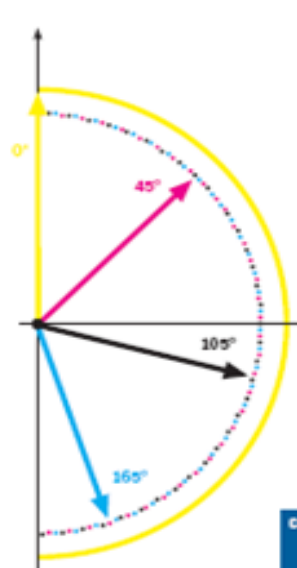


Fig. 12. Exemplu de unghiuri de decalare între punctele de raster de culori diferite

Rasterele pot fi de două feluri:

- Fig. 13 - raster classic (AM = amplitudine variabilă);
- Fig. 14 - raster stochastic (FM = frecvență variabilă).

În cazul utilizării rasterului AM diferitele nuanțe se obțin prin modificarea dimensiunii punctelor de raster a celor patru culori de proces între: $10 \mu\text{m}$ și $100 \mu\text{m}$ în funcție de liniatura folosită.



Fig. 13. Raster AM



Fig. 14. Raster FM

În cazul utilizării rasterului FM diferitele nuanțe se obțin prin modificarea densității punctelor de raster ale fiecărei culori de proces, dimensiunea punctelor fiind constantă de cca 10 μm .

După procesul de rasterizare se obțin patru planuri de culoare câte unul pentru fiecare culoare de proces în parte (Fig. 15).

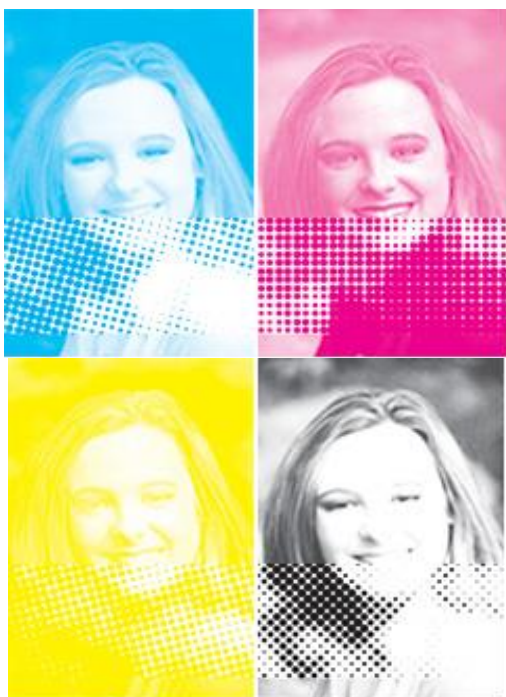


Fig. 15. Planurile de culoare obținute în urma rasterizării

Este astfel evident că pentru a putea controla calitatea reproducerii respectând astfel principiul de bază al calității tiparului – tipărim conform așteptărilor [2], este extrem de important să controlăm foarte exact dimensiunea punctului de raster. Din păcate controlul dimensiunii este afectat în tehnologia de tipar offset de un fenomen numit DOT GAIN.

DOT GAIN-ul este efectul de creștere a suprafeței punctului de raster pe suportul de imprimare în timpul tipării, comparativ cu suprafața punctului de raster de pe forma de tipar.

Factorii care influențează DOT GAIN-ul sunt:

- Calitatea suportului de imprimare
- Calitatea cernelei
- Soluția de umezire
- Iluzia optică

Astfel prin combinații ale suprafețelor celor patru culori de proces se obține întreaga gamă de culori posibil de reprodus prin tehnologia de tipar offset care poartă denumirea de GAMUT.

8 CONCLUZII

Softurile specializate în reducerea consumului de cerneală, calculează toate variantele de combinații ale celor patru culori de proces care oferă nuanțe apropiate de cea care trebuie reprodusă și care se încadrează într-o abatere cromatică mai mică de 1 ΔE , calculând totodată combinația care oferă cel mai mic consum de cerneală. Astfel se poate reprezenta generic spațiul de culoare format din elipse de toleranță, unde fiecare nuanță are o elipsă de toleranță egală cu 1 ΔE în jurul nuanței de bază (Fig. 16).

Softul calculează pentru fiecare nuanță, combinația de culori de proces care se încadrează în elipsa de toleranță a nuanței dorite și pentru care consumul de cerneală este minim.

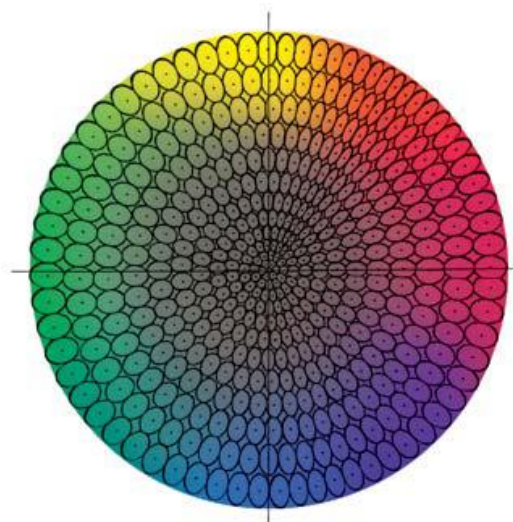


Fig. 16. Spațiul de culoare și elipsele de toleranță

Se obtine astfel o reproducere de o calitate acceptata de standardele in vigoare si care respecta in acelasi timp si conditiile economice impuse de piata si cerintele de protective a mediului prevazute in normativele nationale si internationale.

9 BIBLIOGRAFIE

- [1] Sugiyama, K., Desktop Color Handbook 09/10, Eizo Nanao Corporation, 2009.
- [2] Kraushaar, A., PSD ProcessStandard Digital, Fogra Graphic Technology Research Association, Munich, 2012.
- [3] *** Fundamentals of Color and Appearance, GretagMacbeth, Regensburg, 1998.
- [4] Petrescu, C., Ultima noapte de dragoste, întâia noapte de război, Editura de stat pentru literatură și artă, București, 1930
- [5] Pițigoi, D., How to print the eXpected training, X-Rite, Regensburg, 2012.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision
- [7] ***The Color Guide and Glossary, X-Rite, Grandville, 2004, SUA.
- [8] ***A Guide to Understanding Color Communication, X-Rite, Grandville, 2007, SUA.
- [9] Cheydleur, R., O'Connor, K., The M Factor...What Does It Mean?, X-Rite, Grandville, 2012, SUA.
- [10] ***Illumination Guide, X-Rite, Grandville, 2012, SUA.
- [11] Kraushaar, A., Digital Print Expert Training, Fogra Graphic Technology Research Association, Munich, 2012.
- [12] <http://www.xrite.com/fm-100-hue-test>
- [13] http://en.wikipedia.org/wiki/Black_body
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature
- [15] www.cie.co.at
- [16] www.cnri.ro
- [17] http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space
- [18] ***How to measure Glass / Plexiglas, BARBIERI electronic, Bressanone/Brixen, 2009, Italia.
- [19] ***ISO 13655:2009 Graphic technology -- Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images
- [20] ***ISO 3664:2009 Graphic technology and photography -- Viewing conditions
- [21] ***ISO 5-3:2009 Photography and graphic technology -- Density measurements -- Part 3: Spectral conditions
- [22] ***ISO 2846-X Graphic technology -- Colour and transparency of printing ink sets for four-colour printing
- [23] http://en.wikipedia.org/wiki/Color_difference
- [24] ***ISO 12641:1997 Graphic technology -- Prepress digital data exchange -- Colour targets for input scanner calibration
- [25] ***ISO 12642-X Graphic technology -- Input data for characterization of 4-colour process printing
- [26] ***ISO 28178 Graphic technology — Exchange format for colour and process control data using XML or ASCII text
- [27] <http://www.colorexchangeformat.com/>
- [28] ***ISO 17972-X Graphic technology -- Colour data exchange format (CxF/X)
- [29] ***ISO/DIS 17972-4 Graphic technology -- Colour data exchange format (CxF/X) -- Part 4: Spot colour characterisation data (CxF/X-4)
- [30] <http://www.color.org/index.xalter>
- [31] ***ISO 15076-1:2010 Image technology colour management -- Architecture, profile format and data structure -- Part 1: Based on ICC.1