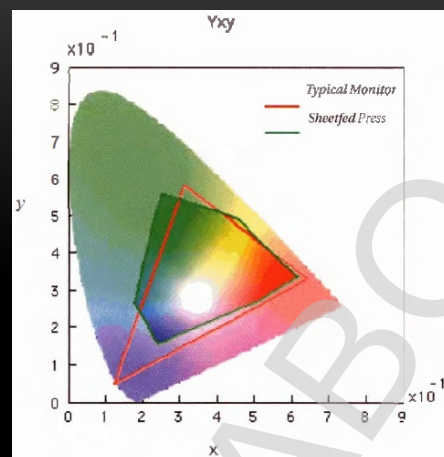
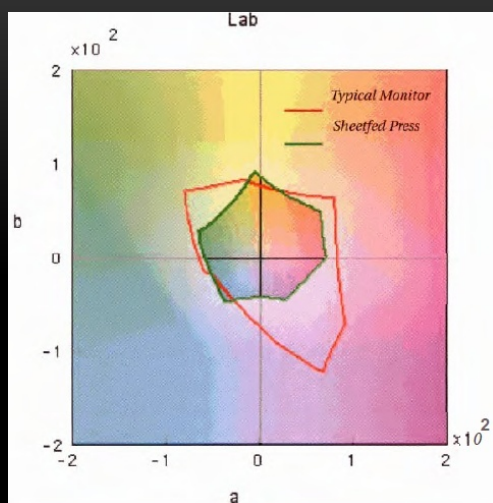


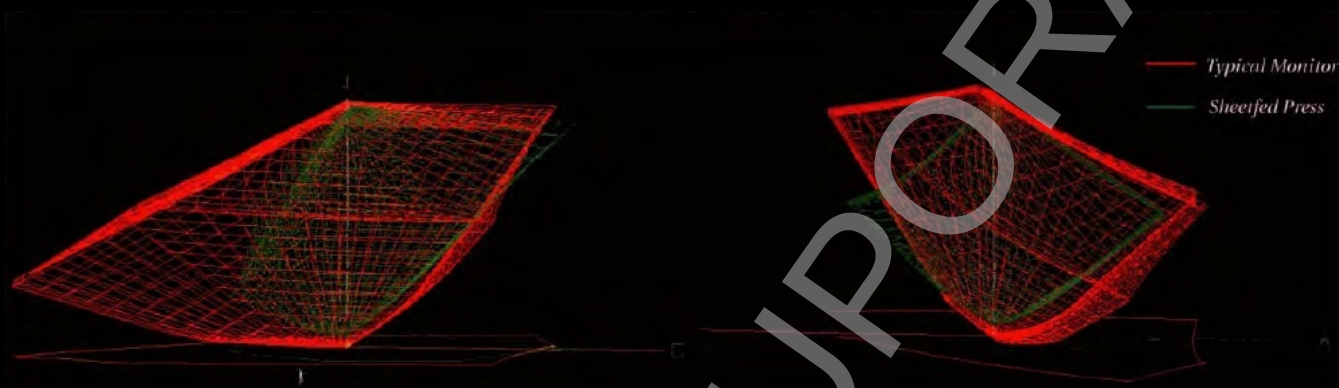
# BARVNE PRESLIKAVE IN UPODOBITVENI MODELI

## KOMPONENTE BARVNEGA UPRAVLJANJA

- PCS
- Barvni opisi - profili
- CMM
- **barvne preslikave in upodobitveni modeli**



Prednosti in slabosti 2D in 3D barvnih prostorov.



Fraser B., Murphy C., Bunting F., Real world Color Management, Second edition, Peachpit Press, USA, 2005, 582 str.

## BARVNE PRESLIKAVE

**So načini transformiranja posamezne informacije o barvi iz enega v drug barvni prostor. To se izvaja z GMA (gamut mapping algorithm) – algoritmi barvnih preslikav.**

Barvno preslikovanje se lahko nanaša na kompenziranje razlik enega ali več različnih parametrov kot so:

- pogojev opazovanja
- dinamičnega območja
- barvnega prostora

# BARVNE PRESLIKAVE

## CILJI BARVNIH PRESLIKAV

Določiti reproduciranje barv glede na original, da dosežemo želeno reprodukcijo.

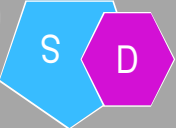
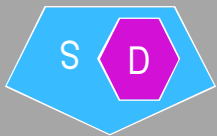
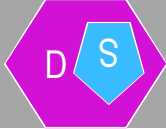
- Stone; 1988 - razmerje med barvami je pomembnejše kot precizna vrednost - to mora zagotoviti tudi GMA
- Morović; 1998 - za subjektivno natančnost je cilj barvnih preslikav doseči zelen izgled vseh barv primerjanih med originalom in reprodukcijo s kompenziranjem (napak in razlik) v velikosti, obliki in lokaciji med obsegom originala in reprodukcije.
- GM mora ohraniti predvsem specifične lastnosti originala med procesom prilagoditve v ciljni prostor. (**Primer:** ohranjanje sporočilnosti umetnika!)

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

## VRSTE BARVNIH PRESLIKAV

### GMA JE DOLOČEN GLEDE NA:

- medsebojno razmerje izvirnega - ciljnega barvnega obsega in vrsto informacije o barvi

| MEDSEBOJNO RAZMERJE<br>IZVORNEGA (S) IN<br>CILJNEGA (D) OBSEGA                                                     | VRSTA INFORMACIJE O BARVI         |                                                     |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                                                    | posamezna barva                   | barvna slika                                        | spekter                                            |
| ni preseka<br>                  | barva za barvo<br>(translatacija) |                                                     |                                                    |
| delno prekrivanje<br>           | barva za barvo<br>(adaptacija)    |                                                     |                                                    |
| zmanjševanje<br>(redukcija)<br> | barva za barvo<br>(redukcija)     | prostorska<br>redukcija<br>(zmanjšanje<br>prostora) | spektralna<br>redukcija<br>(zmanjšanje<br>spektra) |
| povečevanje<br>(ekspanzija)<br> | barva za barvo<br>(ekspanzija)    |                                                     |                                                    |

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## SESTAVNI DELI ALGORITMOV - GMA

### Algoritme barvnih preslikav lahko grupiramo v:

- preslikave na točko v preslikovalnem prostoru s predhodno določenimi lastnostmi
- preslikovanje vzdolž osi
- interpolacijske ali morfološke tehnike
- prostorske operacije in
- izbira obsega za vmesne preslikave

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## SESTAVNI DELI ALGORITMOV – GMA

### Preslikave na točko v preslikovalnem prostoru s predhodno določenimi lastnostmi

- najenostavneše preslikovanje – vse barve znotraj ciljnega prostora ostanejo nespremenjene, OOG se preslikajo najbližji ciljni barvi - minimum  $\Delta E$ ; MINDE, Sara, 1994.
- določitev lokacije izvorne barve relativno glede na izvorni prostor in preslikovanje le te v ciljno barvo z enako relativno lokacijo v ciljnem prostoru – TRIA algoritem, Morović, 1998.
- pred-določene lastnosti so lahko ročno nastavljene. Določitev ciljnih barv za 26 izvornih barv in nato izvedba interpolacije za ostale barve izvornega prostora – Sara, 1984.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## PRESLIKOVANJE VZDOLŽ OSI

- najpopularnejše preslikave
- mnogo različnih možnosti glede na izbiro osi in način preslikovanja

### Vrste poti

Najenostavnejše so preslikave, ki se razlikujejo le v eni dimenziji barvnega prostora, npr. po:

1. svetlosti ali
2. kromi

....

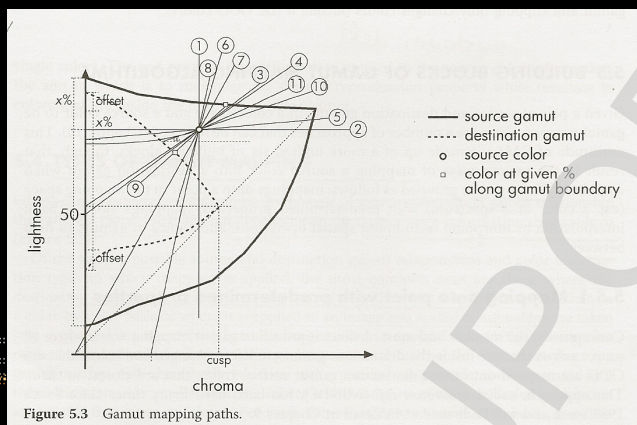


Figure 5.3 Gamut mapping paths.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## PRESLIKOVANJE VZDOLŽ OSI

Preslikovanje izvirne v ciljno barvo vzdolž osi se lahko izvede na naslednje načine:

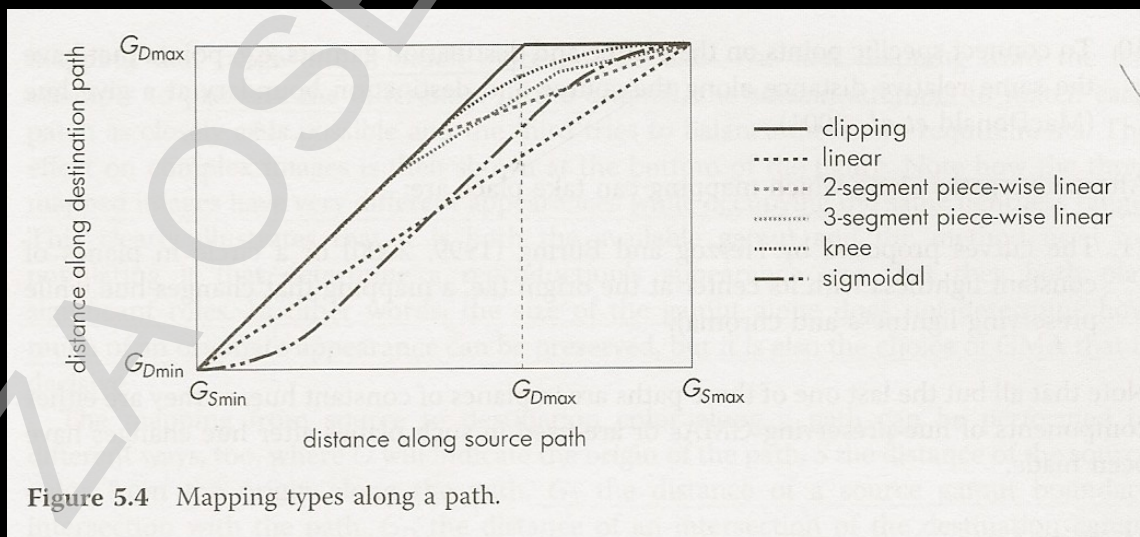
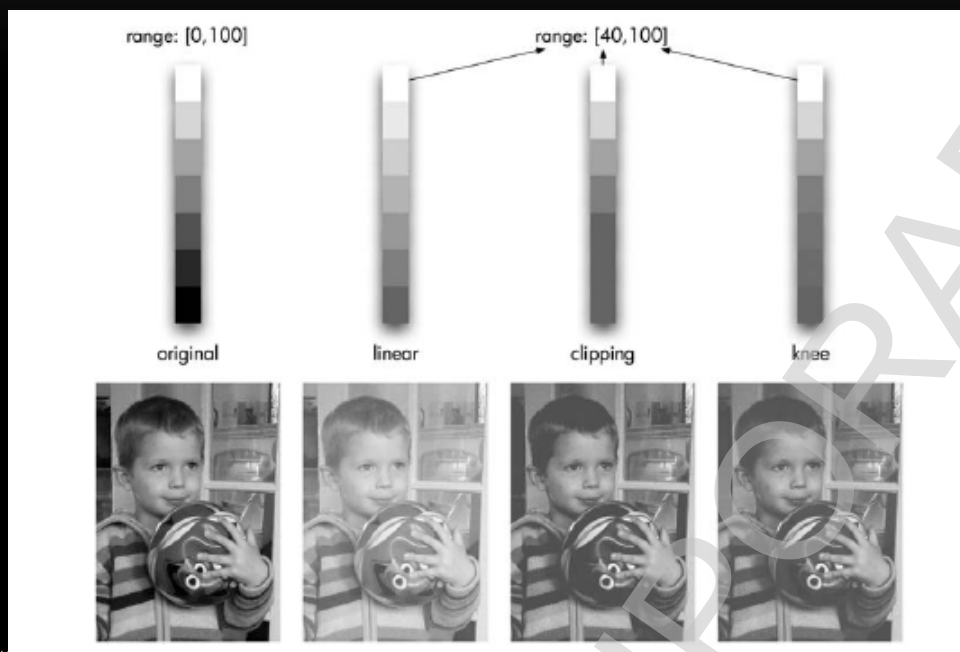


Figure 5.4 Mapping types along a path.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## PRESLIKOVANJE VZDOLŽ OSI



Preslikovanje po L osi – večje v manjše območje.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA PRESLIKOVANJE

### Lastnosti željene barvne reprodukcije

Izbira lastnosti željene barvne reprodukcije ima velik vpliv na način, kako ocenjujemo učinkovitost GMA. (GMA lahko da zadovoljiv rezultat – pod določenimi okoliščinami, istočasno pa zelo nenatančen rezultat.)

### Preslikovalni barvni prostor

Enako linearno preslikovanje lahko povzroči zelo različen učinek glede na uporabljen prostor, kjer se preslikovanje izvede.

### Razlike prostorov

Razlike med izvornim in ciljnim prostorom imajo velik vpliv na učinkovitost GMA. Metode, ki delujejo dobro za majhne razlike niso učinkovite za velike razlike v prostorih in obratno.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

## DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA PRESLIKOVANJE

### Vsebina originala

- vpliv na učinkovitost GMA.

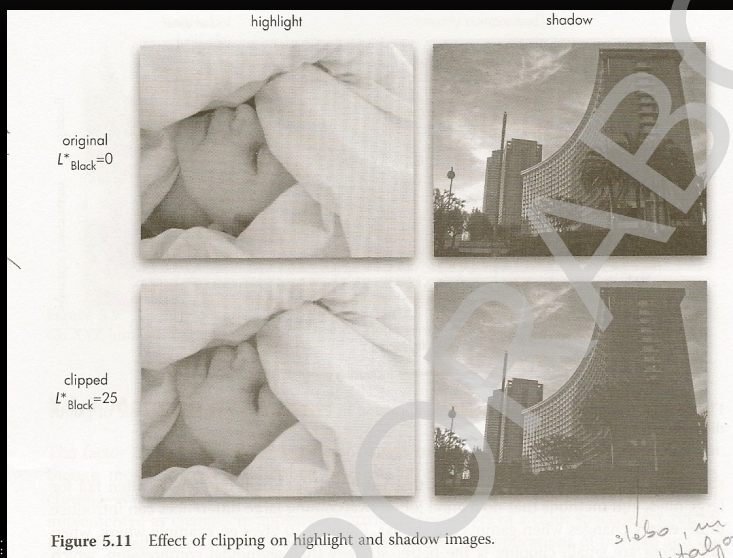


Figure 5.11 Effect of clipping on highlight and shadow images.

Vpliv odrezovanja na svetle in temne dele slik.

J. Morović, Color Gamut Mapping, 2008

# BARVNE PRESLIKAVE

### Pomembno je zagotoviti naslednje pogoje:

1. nespremenjeno sivinsko os slike
2. ohranjanje maksimalnega kontrasta
3. čim manj barv zunaj meja barvnega prostora OOG
4. čim manjši premik tonov in nasičenja
5. boljše je povečati kot zmanjšati svetlost barve

Kakovost preslikave je odvisna tudi od reprodukcije in sicer:

- preslikava se izvede glede na ton, svetlost in nasičenost ali
- le na eno značilnost barve – enodimenzionalna preslikava.

dvodimenzionalna preslikava - izvedena preko dveh karakteristik barve

trodimenzionalno - preko vseh treh ...

# BARVNE PRESLIKAVE

Pri enobarvni reprodukciji lahko preslikavo izvedemo tako, da se:

- določeni temni in svetli toni reproducirajo kot zgornja oz. spodnja meja barvnega prostora,
- toni, ki so znotraj obsega (izhodne naprave) se reproducirajo nespremenjeno.

Da lahko izračunamo algoritem preslikave, moramo transformirati obseg tonov originala – na razpon reprodukcije tonov odtisa.

$$[y_{\min}, y_{\max}] \rightarrow [y'_{\min}, y'_{\max}]$$

Zjakič I., Upravljanje kvaliteto ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

Preslikava originala iz večjega v manjši barvni prostor se lahko na enobarvni reprodukciji izvede na način tako, da se določeni temni in svetli toni reproducirajo kot zgornja oz. spodnja meja barvnega prostora, toni, ki so znotraj obsega (izhodne naprave) pa se reproducirajo nespremenjeno.

$$\hat{y} = \begin{cases} y'_{\min} & \text{pri } y \leq y'_{\min} \\ y'_{\max} & \text{pri } y \geq y'_{\max} \\ y & \text{ostali} \end{cases}$$

V kolikor se preslikava izvrši tako, da se obseg tonov na reprodukciji zmanjša linearno za vse tone velja;

$$\hat{y} = \left( \frac{y_{\max} - y}{y_{\max} - y_{\min}} \right) y'_{\min} + \left( \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} \right) y'_{\max}$$

Na ta način se vsi toni linearno komprimirajo, tudi tisti, ki se lahko reproducirajo brez pomika.

Zjakič I., Upravljanje kvaliteto ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE BARVNIH PRESLIKAV

Uporabljajo se različni načini oz. metode preslikav. Tri osnovne skupine:

- **komprimiranje**
- **odrezovanje**
- **ekspandiranje**

Za natančno reproduciranje je poleg metode preslikav pomembna tudi smer preslikave barvnega prostora.

Smer se določi glede na perceptualne attribute:

- proti določeni točki,
- proti večjemu številu gravitacijskih točk na osi ene od značilnosti barve,
- proti najbližji barvi enakega tona.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE BARVNIH PRESLIKAV

Pri preslikavah z metodo **komprimiranja** imamo tri kategorije:

- a) **linearna kompresija**
- b) **nelinearna kompresija**
- c) **kombinirana kompresija**

### Linearna kompresija

- barve se linearno komprimirajo do roba barvnega prostora reprodukcije.

To je najenostavnejši način komprimiranja.

(Lahko pride do velikega odstopanja med originalom in reprodukcijo.)

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE BARVNIH PRESLIKAV

### Nelinearna kompresija

Se deli na logaritemsko in polinomno kompresijo višjega reda.

Razlike med reprodukcijo in originalom so manjše kot pri linearni kompresiji (manjše razlike v srednjih tonih).

### Kombinirana kompresija

Izkorišča različne metode kompresije. Lahko uporabi tudi metodo odrezovanja.

#### Metode odrezovanja

So lahko zelo različne glede na izhodni original.

Manjša kot je razlika (original / reprodukcija) večja je natančnost.

Zjakič I., Upravljanje kvaliteto odsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE BARVNIH PRESLIKAV

Razpon tonov originala je navadno večji od razpona reprodukcije.

Redko pa se zgodi obratno – ekspaniranje barvnega prostora.

Preslikovanje je določeno s smerjo (osjo) glede na:

- ton
- svetlost in
- nasičenost

Smer preslikovanja je določena z linijami (osmi), ki usmerjajo točke v notranjost barvnega prostora reprodukcije.

Zjakič I., Upravljanje kvaliteto odsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

Glede na usmeritev točk so smeri barvnih preslikav različne;

- a) linije konstantnih zaznavnih lastnosti
- b) linije usmerjene v eno točko gravitacije
- c) linije usmerjene v več točk gravitacije
- d) linije usmerjene proti najbližji barvi v barvnem prostoru reprodukcije

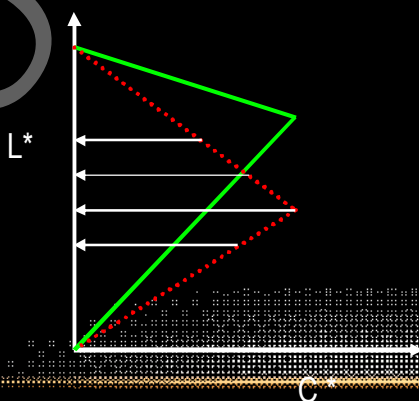
Zjakič I., Upravljanje kvaliteto tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

### a) linije konstantnih zaznavnih lastnosti

- linije, ki usmerjajo preslikovanje se usmerijo tako, da sta dve vrednosti konstantne, tretja pa se preslikuje glede na predhodne dve
- OOG točke se preslikajo pravokotno na os gravitacije



barvni prostor originala  
barvni prostor reprodukcije

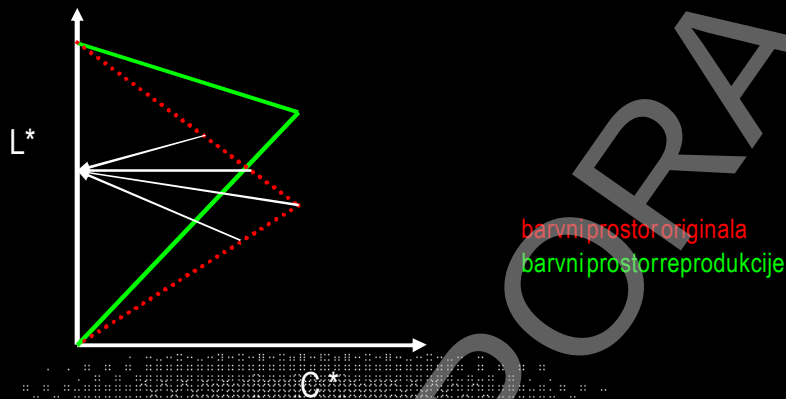
Zjakič I., Upravljanje kvaliteto tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

### b) linije usmerjene v eno točko gravitacije

- smer preslikovanja se določi glede na določeno točko na osi karakteristike barve proti kateri se izvede smer preslikovanja.



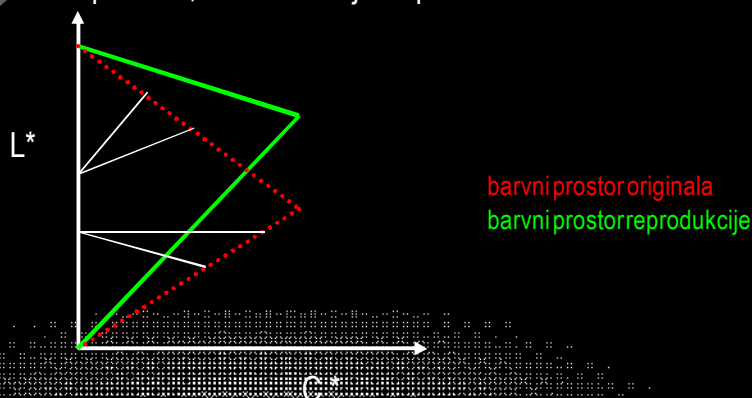
Zjakič I., Upravljanje kvaliteto tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

### c) linije usmerjene v več točk gravitacije

- nekatere točke, ki so OOG se usmerijo proti več v naprej določenim točkam, ki se tako kot pri predhodnih načinih preslikovanja nahajajo na določeni karakteristični osi proti kateri se proces preslikovanja izvaja.
- dosežemo manjše razlike kot pri tistih, ki so usmerjene proti eni točki.



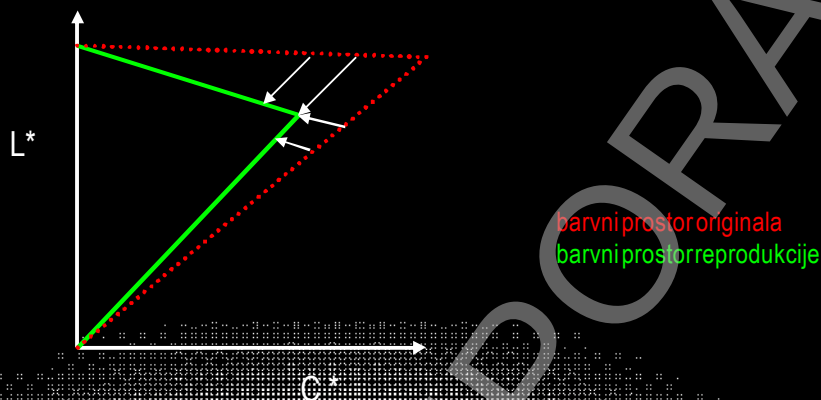
Zjakič I., Upravljanje kvaliteto tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

### d) linije usmerjene proti najbližji barvi v barvnem prostoru reprodukcije

- je zelo podobna metodi odrezovanja in uporablja preslikovanje v smeri najbližje barve v barvnem prostoru reprodukcije.



Zjakič I., Upravljanje kvaliteto tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

# BARVNE PRESLIKAVE

## METODE PRESLIKOVANJA BARVNEGA PROSTORA

ICC je leta 2001 določila in standardizirala štiri osnovne načine mapiranja glede na namen – upodobitveni modeli (načini):

- percepcijski
- saturacijski (način z ohranjanjem nasičenja)
- absolutno kolorimetrični
- relativno kolorimetrični

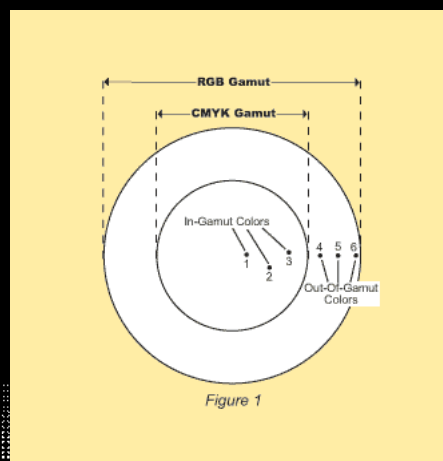


Figure 1

# BARVNE PRESLIKAVE

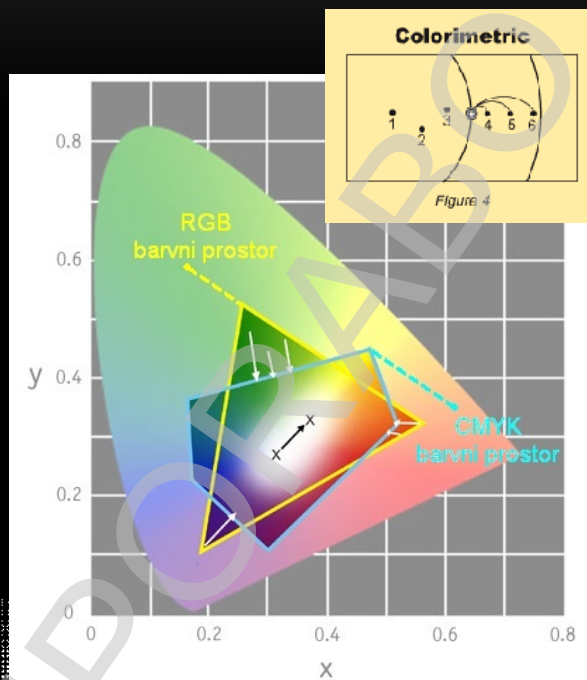
## UPODOBITVENI MODELI (NAČINI)

### Relativno kolorimetrični

Barve znotraj izhodnega barvnega prostora ostanejo nespremenjene, ostale barve se pomaknejo na rob izhodnega barvnega prostora. Barve reprodukcije postanejo manj nasičene.

Vhodna bela točka se prestavi na belino izhodnega medija, kar povzroči tudi pomik črne točke.

( $L^*a^*b^* = 100, 0, 0$  - za medij (npr. papir)).



[http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04\\_rendering.htm](http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04_rendering.htm)

Colour management in practice [dostopno na daljavo]. Technical Advisory Service for Images, 2004 [citirano 8. 8. 2008]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.tasi.ac.uk/advice/creating/colour2.html>>.

# BARVNE PRESLIKAVE

## UPODOBITVENI MODELI (NAČINI)

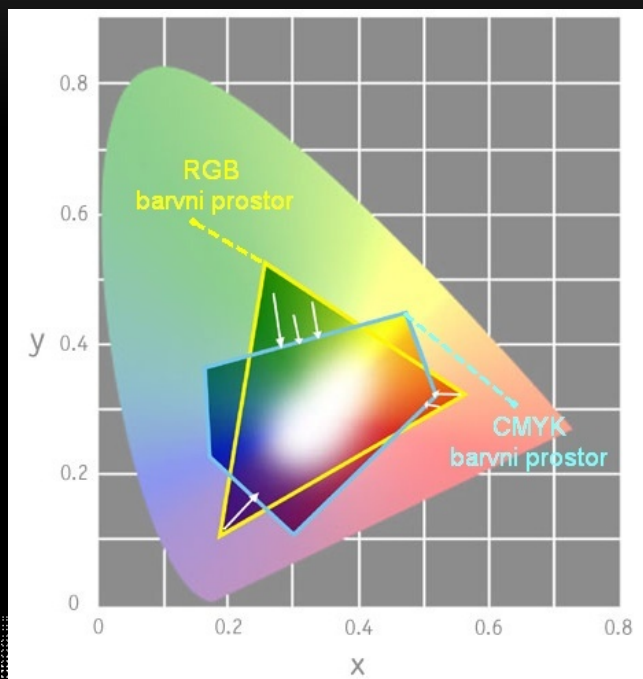
### Absolutno kolorimetrični

Enako kot relativno kolorimetrični s spremembo bele točke.

Izhodna bela točka postane bela točka vhodnega sistema.

( $L^*a^*b^* = 100, 0, 0$  za D50).

Uporablja se za poskusno tiskanje in ne za izdelavo separacij za proizvodni tisk.

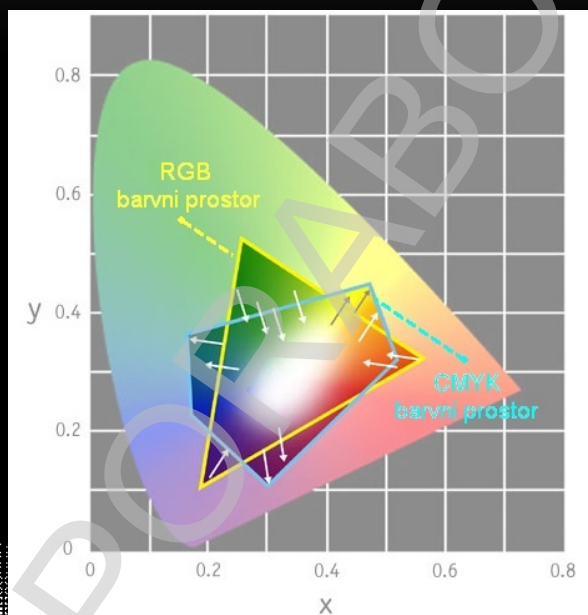


# BARVNE PRESLIKAVE

## UPODOBITVENI MODELI (NAČINI)

### Percepcijski (ali fotografski)

Vse barve se spremenijo (stisnejo na barvni prostor izhodne naprave), **relativne razlike med njimi pa ostanejo nespremenjene**. Barvna reprodukcija je prilagojena sposobnosti adaptacije človeškega očesa. Ponavadi se sivo ravnovesje ohrani.



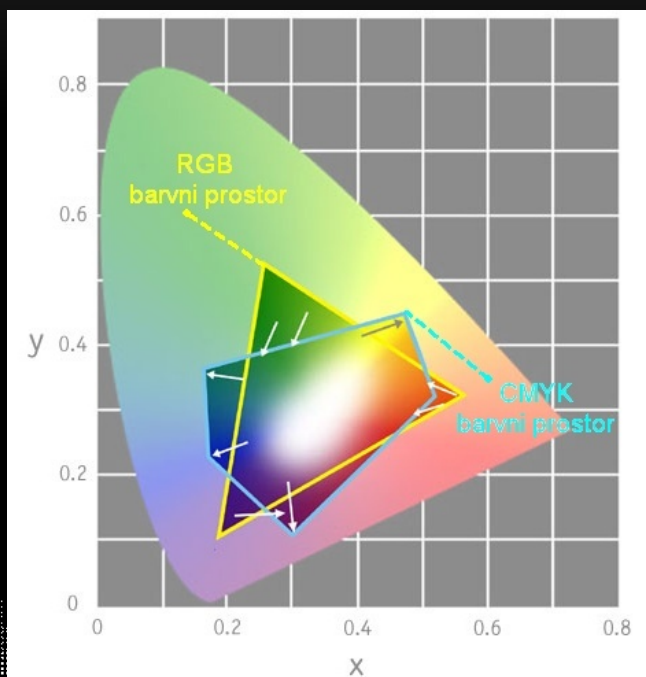
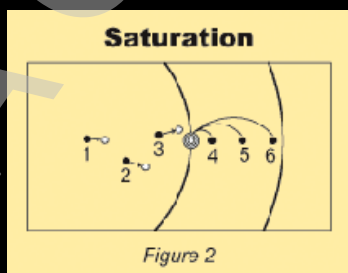
[http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04\\_rendering.htm](http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04_rendering.htm)

# BARVNE PRESLIKAVE

## UPODOBITVENI MODELI (NAČINI)

### Kromatični (način z ohranjanjem nasičenja)

Barve se pomaknejo k najbližji enako nasičeni barvi izhodnega sistema. Ta upodobitveni model se uporablja za doseganje najbolj nasičenih barv reprodukcije brez upoštevanja barvnega tona (poslovna grafika).



[http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04\\_rendering.htm](http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04_rendering.htm)

# BARVNE PRESLIKAVE

Glede na vrsto naprave lahko uporabimo vse ali le nekatere od upodobitvenih modelov.

- tiskalnik – vsi 4 modeli v obeh smereh (v in iz CMYK prostora)
- optični čitalec – 2 (relativno kolorimetrični, absolutno kolorimetrični)
- monitor – 2

Plaisted, P., Color Management Day, Part 2: How to Create ICC Profiles, Seybold San Francisco/Publishing 1998, Special Interest Day

## DOLOČITVE PCS

**PCS UPORABLJA STANDARDNI IZVOR SVETLOBE D50 in obstaja v dveh oblikah:**

- prva se uporablja za kolorimetrični,
- druga pa za percepcijski in nasičeni upodobitveni model.

**Kolorimetrični upodobitveni modeli** imajo črno točko definirano kot  $L^*a^*b^* = 0,0,0$ , belo točko pa kot absolutno (100, 0, 0) ali pa kot relativno (belina substrata - medija).

Uporaba **percepcijskega modela** zahteva PCS z definiranimi pogoji (okolica).

# DOLOČITVE PCS

Pri uporabi kolorimetričnega upodobitvenega modela na vhodu in izhodu ni problem, pri uporabi percepcijskega ali kromatičnega pa je.

Vhodni in izhodni profili so ločeni - ne »vedo« eden za drugega.

## ICC VERZIJA 2 (ICCV2)

- za PCS ni opisanih mej. Izdelovalc profila sam izbere upodobitveni model. Iz vhodne naprave v PCS – najboljše kolorimetrični model.
- BtoA percepcijska ali kromatična preglednica izhodne naprave nima podatka o barvnem obsegu originala. Tako izhodni profil (BtoA) LUT tabele, stisnejo barve iz PCS-v CMYK brez informacij o zajetih barvah vhodne naprave.

# DOLOČITVE PCS

## ICC VERZIJA 4 (ICCV4)

- uporaba **RMG (reference medium gamut/referenčni vmesni barvni prostor)** vmesna omejitev PCS. BtoA percepcijska ali kromatična tabela, še vedno nima podatka o izvornem barvnem prostoru, vendar ji RMG določa, kako naj si omeji PCS.

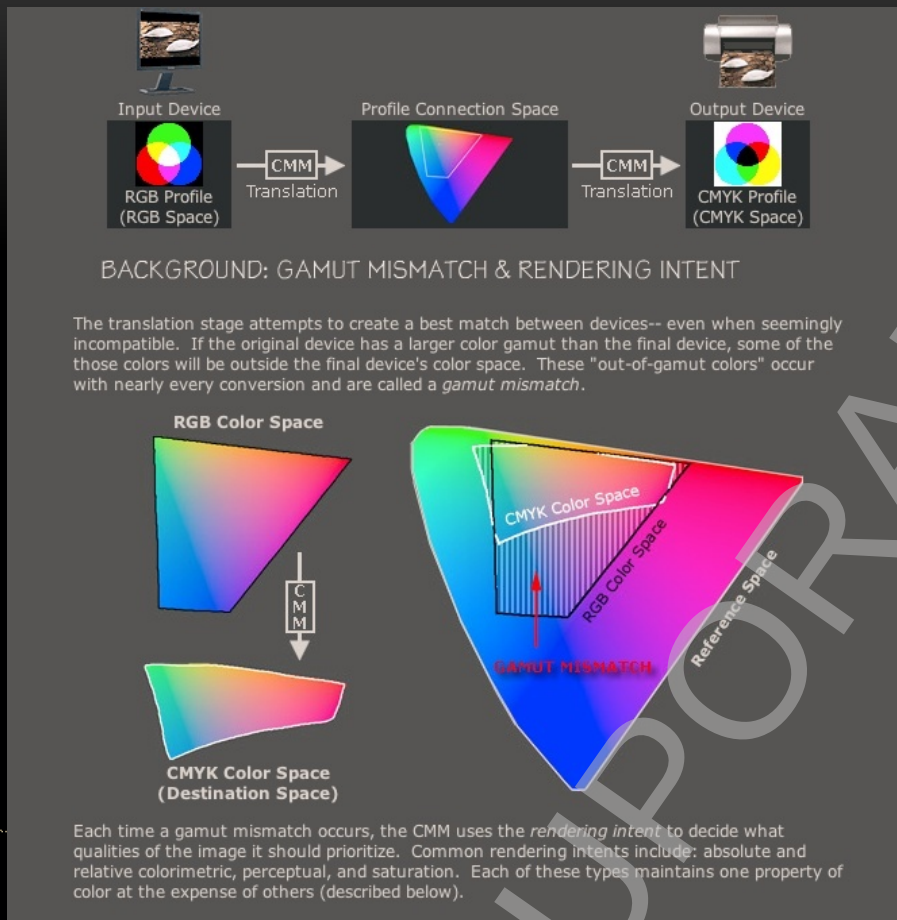
Tako je PCS omejen na idealen odtis z dinamičnim barvnim obsegom

**PERCEPCIJSKI PCS** je (v specifikaciji 4.0) določen kot (RMG – reference medium gamut):

- opazovanje ob D50 pri 500 lx z 20% refleksijo iz okolice
- referenčni medij z 89% refleksijo (bel) in približno 0.31% (črn)

Uporaba referenčnega medija z dobro določenim dinamičnim območjem in pogoji opazovanja nam zagotavlja lažje delo pri določitvi barvnega obsega.

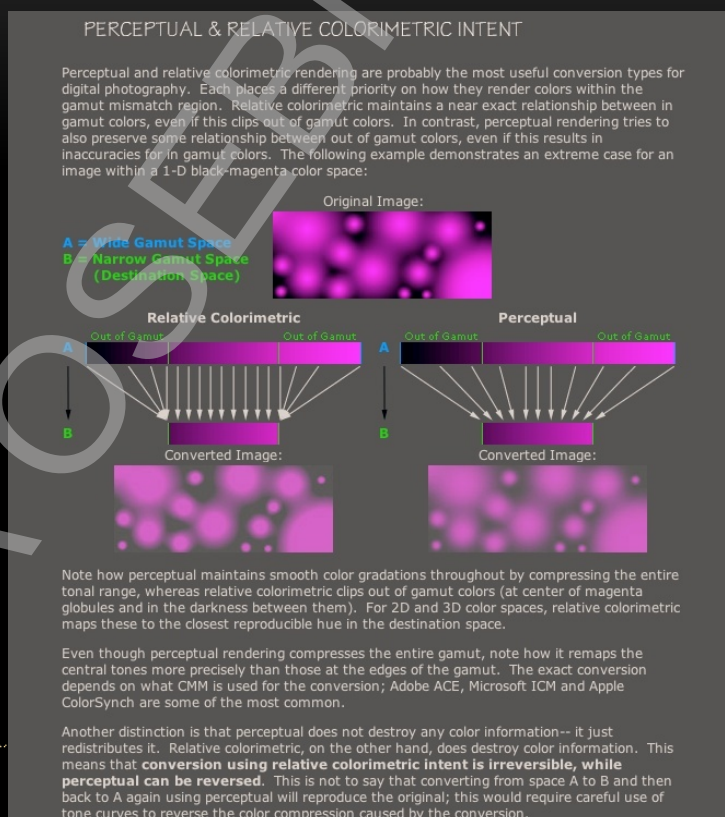
# UPODOBITVENI MODELI



<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>

# UPODOBITVENI MODELI

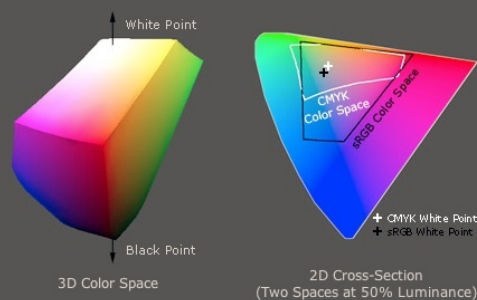
Percepcijski in kromatični upodobitveni sta obrnljiva!



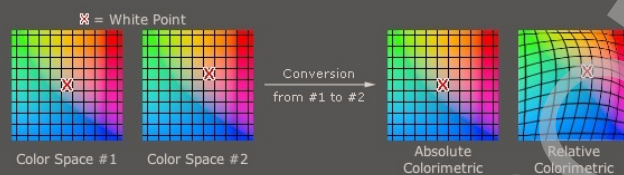
<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>

## ABSOLUTE COLORIMETRIC INTENT

Absolute is similar to relative colorimetric in that it preserves in gamut colors and clips those out of gamut, but they differ in how each handles the white point. The white point is the location of the purest and lightest white in a color space (also see discussion of color temperature). If one were to draw a line between the white and black points, this would pass through the most neutral colors.



The location of this line often changes between color spaces, as shown by the "+" on the top right. Relative colorimetric skews the colors within gamut so that the white point of one space aligns with that of the other, while absolute colorimetric preserves colors exactly (without regard to changing white point). To illustrate this, the example below shows two theoretical spaces that have identical gamuts, but different white points:



Absolute colorimetric preserves the white point, while relative colorimetric actually displaces the colors so that the old white point aligns with the new one (while still retaining the colors' relative positions). The exact preservation of colors may sound appealing, however relative colorimetric adjusts the white point for a reason. Without this adjustment, **absolute colorimetric results in unsightly image color shifts, and is thus rarely of interest to photographers.**

This color shift results because the white point of the color space usually needs to align with that of the light source or paper tint used. If one were printing to a color space for paper with a bluish tint, absolute colorimetric would ignore this tint change. Relative colorimetric would compensate colors to account for the fact that the whitest and lightest point has a tint of blue.

<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>

## VPLIV RASTRA NA BARVNI OBSEG

### Vpliv položaja rastrskega elementa na velikost barvnega prostora reprodukcije

Ne glede na vrsto upodobitvenega modela, na velikost barvnega prostora vpliva tudi položaj rastrske pike pri tisku.

Rastrska pika se lahko odtisne:

- preko ene, dve ali tri predhodno tiskane barve
- direktno na površino tiskovnega materiala
- delno preko predhodno tiskanih barv

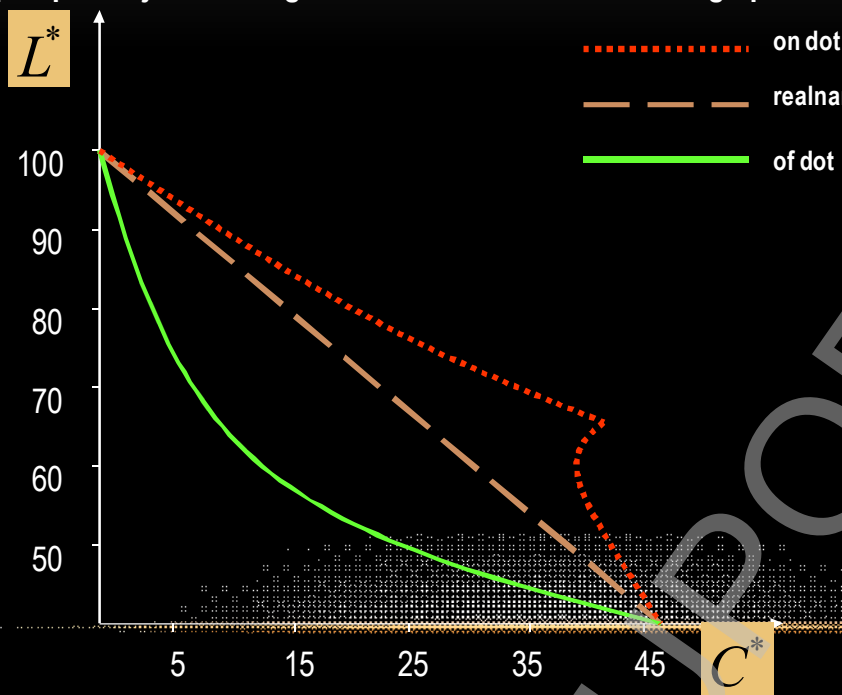
Rastrske elemente lahko tiskamo na dva načina:

- a) on-dot
- b) off-dot

Pri metodi tiska on-dot je velikost barvnega prostora manjša, kot pri metodi tiska off-dot.

# VPLIV RASTRA NA BARVNI OBSEG

Vpliv položaja rastrskega elementa na velikost barvnega prostora reprodukcije



Zjakič I., Upravljanje kvaliteto ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.

## LITERATURNI VIRI

1. FRASER Bruce, MURPHY Chris, BUNTING Freud, Real World, Color Management, second edition, Peachpit Press, 2005, 581 str.
2. Zjakič I., Upravljanje kvaliteto ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007, 245 str.
3. GOLOB, G. Reprodukcia barv. V *Interdisciplinarnost barve*. Del 1, V znanosti. Glavna urednika S. Jeler in M. Kumar. Maribor : Društvo koloristov Slovenije, 2001, str. 309-339.
4. Plaisted, P., Color Management Day, Part 2: How to Create ICC Profiles, Seybold San Francisco/Publishing 1998,
5. Special Interest Day GREY, T. *Color confidence : The digital photographer's guide to color management*. Alameda, CA : Sybex inc., 2004, 252 str.
6. *Colour management in practice* [dostopno na daljavo]. Technical Advisory Service for Images, 2004 [citirano 8. 8. 2008]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.tasi.ac.uk/advice/creating/colour2.html>>.
7. [http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04\\_rendering.htm](http://www.newsandtech.com/issues/2004/03-04/pt/03-04_rendering.htm)
8. <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>
9. *Specification ICC.1:2004-10 : image technology colour management – architecture, profile format, and data structure* [dostopno na daljavo]. International Color Consortium, 2004, [citirano 9. 8. 2008]. Dostopno na svetovnem spletu: <[http://www.color.org/ICC1v42\\_2006-05.pdf](http://www.color.org/ICC1v42_2006-05.pdf)>.