

# BARVNO UPRAVLJANJE

## splošno – II. del

### ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

### ICC PROFILI

#### ICC profil

- ICC podpira razvoj specifikacij za standardne barvne profile (ICC profili)
- V PDF formatu so dostopni na spletu: [www.color.org](http://www.color.org)
- Trenutna verzija Specifikacije ICC profilov je 4.0 (ICC.1:2001-12)

### Temelji današnjih ICC profilov

Različni formati profilov so obstajali okrog l. 1990:

- Kodak (Precision Transforms)
- Apple (ColorSync)
- EFI (EFI Color)
- Adobe (PostScript CSA/CRD, PDF CalRGB)

Današnje specifikacije ICC profilov so osnovane na formatu profila Apple ColorSync.



## ICC Profili

Profili so samostojne datoteke (\*.icc / \*.icm / \*.pf)

Vsebujejo oznake (tag):

- Barvni prostor naprave!  
**The Devices Color Space**
- Vmesni barvni prostor pri pretvorbah!  
**Profile Connection Space (PCS)**
- Opis barvnih razlik med idealnimi in realnimi barvami naprave.
- Informacije o barvnih separacijah (UCR, GCR, ...).
- Generiranje črne barvne separacije (K.)

## ICC profil

- ICC profil vsebuje transformacije od naprave do PCS
- Profilov je veliko vrst. ICC je definirala 7 vrst profilov:
  - *profil vhodne naprave (optični čitalec, digitalna kamera ...)*
  - *profil monitorja (CRTs, LCDs ...)*
  - *profil izhodne naprave (tiskalniki ...)*
  - *vezni profil device link profil (dedicated device-to-device) –*
  - *profil (konverzije) barvnega prostora (sRGB, CIE XYZ, L\*a\*b\*, etc.)*
  - *abstraktni profil - abstract (effects, PCS-to-PCS, etc.)*
  - *profil poimenovanih barv Profil Named Colour (Pantone®, Truematch®, etc.)*

## Kaj je ICC profil?

Profil je opis naprave v barvni reprodukciji:

- input profile anlogne barve v digitalne podatke
- output profile digitalni podatki v analogne barve
- source profile kjer nastane barva (zajem inf. o barvi)
- destination profile ciljni barvni prostor pri pretvorbi – izhodna naprava
- simulation profile naprava, ki jo simuliramo (tisk. stroj)
- .....

## ICC profil

Kaj je profil?

Kakšna je njegova struktura?

Možnosti sta dve:

- matrični model (linearizacijske krivulje in matrične vrednosti)
- LUT - look up table (večdimenzoionalna razporeditev)

Razlaga look up tabele – kot numerični naslov.

Številka ključa sobe v hotelu 235 pove:

- 2 - nadstropje
- 30 – hodnik desno
- 5 – soba (235)

(številka pove lokacijo, kjer dobiš informacijo)


To je primer 3-dimenzionalne LUT – 3 številke.

Podobno 4-dimenzionalna – 4 številke.

Primer: imamo LAB CMYK LUT, imam 3 številke , ki predstavljajo vrednosti L, a in b. Ko prispem do "sobe", najdem vrednosti za C, M, Y in K.

ICC profile si lahko predstavljamo kot LUT tabele, ki omogočajo primerjavo med ciljno in kreirano barvo.

Omogočajo transformacijo barvnih vrednosti iz ali do naprave in PCS.



R	G	B
255	255	255
255	255	240
...	...	...
0	0	20
0	0	0

L	a	b
100	0	0
99	-2	7
...	...	...
1	2	-9
.18	0	0

[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

### ICC profili vhodnih naprav – optični čitalec

Profil optičnega čitalca je izdelan na podlagi dveh možnosti:

- matrični model
- LUT - look up table

Večina profilov optičnih čitalcev je narejena na podlagi LUT.

Srce profila je 3D LUT tabela.

V LUT je zapisana transformacija med vhodnimi RGB podatki optičnega čitalca v L, a, b vrednosti. To je zapis originalnih RGB vrednosti neodvisen od naprave.

**ICC profil izhodnih naprav - monitor**

Profil monitorja je izdelan na podlagi dveh možnosti:

- matrični model
- LUT - look up table

Večina se uporablja matrični model.

Izhodišče predstavljajo "naprave" R, G in B, to so digitalni podatki 3 kanalov (izvornih fosfornih kristalov). To izvajamo s pomočjo gradacijske krivulje – pri monitorju gama vrednost, za vsakega od kanalov: R, G in B.

Izvesti moramo "deformacijo" R, G in B tako, da dosežemo uporabno linearno zvezo, zato uporabimo matriko.

Dobimo osnovne vrednosti R, G in B jih pomnožimo z triobmočno matriko, ki je osnovana na kristalih fosforja monitorja in dobimo za barve - zapis neodvisen od naprave X, Y in Z. Ta zapis lahko CMM tudi invertira

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

**ICC profil izhodnih naprav – profil tiskalnika**

So najkompleksnejši med vsemi.

Osnovani so na LUT tabelah.

Srce profila je 3D LUT tabela.

Ustvari se pretvorba iz Lab prostora v CMYK.

Imamo krivulje na obeh straneh – lahko jih deformiramo. "Popačenje" krivulj je npr. zelo uporabno pri omejitvi količine črnila:

- v kolikor vidimo, da lahko nad A 95 % uporabimo solid black – lahko črnilo omejimo na 95 %.
- če je min. prenos pike 3 %, lahko vse kar je pod 3 % "prestavimo" na 0%

v Lab prostoru lahko s pomočjo krivulje spreminjamo:

a, b os – nasičenje in barvni ton

L os – kontrast, svetlost

**ICC profil izhodnih naprav – profil tiskalnika - PT**

Profil tiskalnika je dvosmeren in sicer iz:

- CMYK v od naprave neodvisen opis ali
- od naprave neodvisnega opisa v CMYK

Tako lahko profil tiskalnika uporabimo kot:

- vhodni profil (source) - proof
- izhodni profil (destination)

PT vsebuje 6 tag-ov, 3 za vsako smer. 3 tags podpirajo različne upodobitvene modele. 4. upodobitveni model pa je podprt znotraj CMM.

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

**ICC profil izhodnih naprav – profil tiskalnika - PT**

Tudi profil monitorja je lahko dvosmeren.

Enosmerni profil se uporablja pri:

- optičnih čitalcih in
- CCD kamerah

Za izvedbo profilov optičnega čitalca se lahko uporabi linearna interpolacija za profil tiskalnika pa ne!

Večina ljudi uporablja kompleksen, spektralni Neugebauerjev model.

## **ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV**

### **ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV**

**Zaporedje ne glede na vrsto naprave:**

- Izbira ciljnih vrednosti
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
- upodabljanje/zajemanje znanih referenčnih podatkov
- primerjava upodobljenih/zajetih podatkov z dejansko referenco

## ICC profili vhodnih naprav

Vhodni profil se izvede za vse naprave, ki izvedejo digitalizacijo originala.

Karakterizacija naprave se izvede z "zajetjem" testne, barvne tablice (test target), ki zajema barvna polja s standardiziranimi barvnimi vrednostmi imajo znane vrednosti, ki so vsebovane v pridruženi datoteki tablice.

Najprej se zajame testna tablica nato pa se vrednosti vsakega barvnega polja primerjajo z ustreznimi zapisanimi vrednostmi znotraj podatkovne datoteke.

Tako se kreira seznam "razlik", na podlagi katerih se izvede prilagajanje barvnih vrednosti.

Več polj, kot zajema tarča – natančnejše bo sistem deloval.

[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

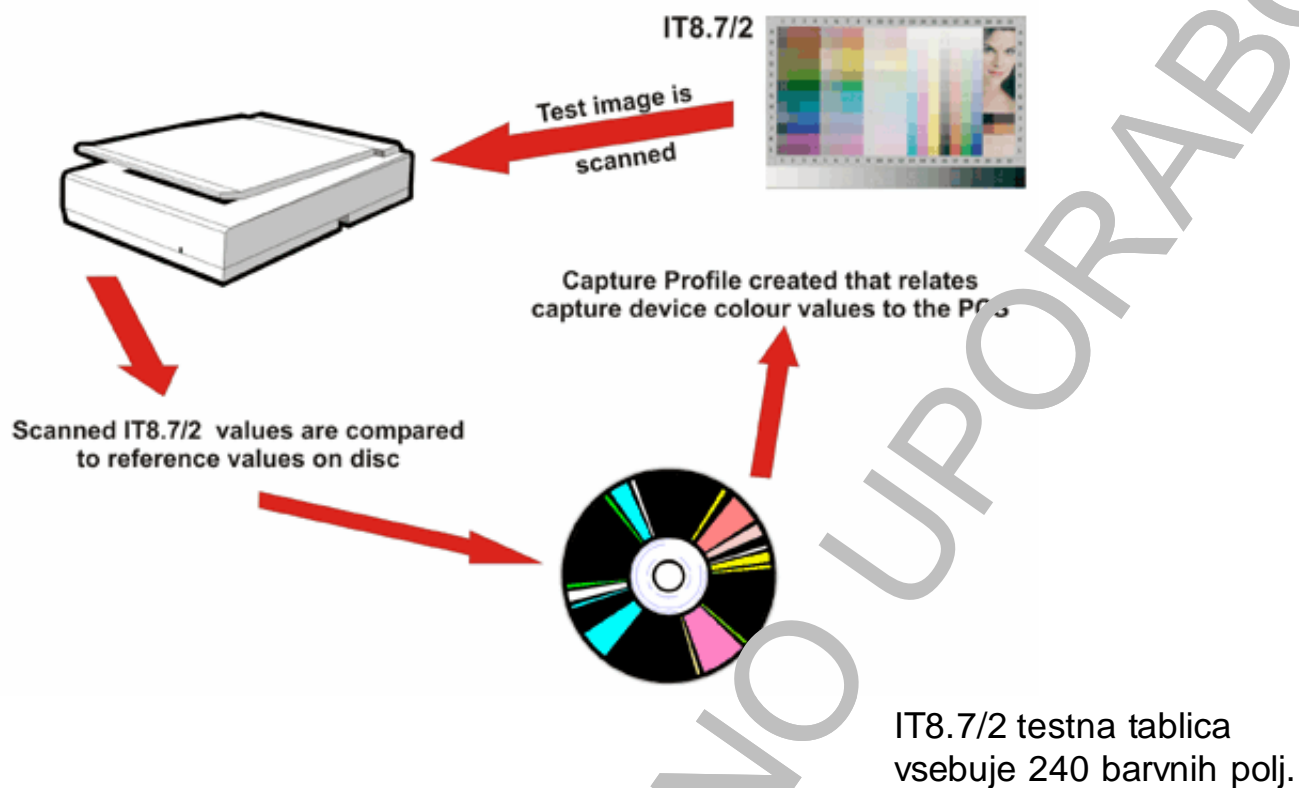
## ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV

### Zaporedje – optični čitalec:

- Izbira ciljnih vrednosti
  - izbira specifičnega materiala
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
  - določitev dinamičnega obsega, bitne globine...
- zajemanje znanih referenčnih podatkov
  - skeniranje referenčne tablice (npr. IT8.7/2)
- primerjava zajetih podatkov z dejansko referenco
  - izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke



## ICC profili vhodnih naprav – optični čitalec



[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

## ICC profili vhodnih naprav - optični čitalec

Barvna slika ISO 12641 (Agfa, Kodak ali Fuji) (poznana kot IT8/7.2 za refleksijo).



## ICC profili vhodnih naprav

Podatkovne datoteke so lahko narejene na različne načine:

**Generic "Target-Data" set**

**Batch "Target-Data" set**

**Custom "Target-Data" set**

Testne tablice moramo hraniti predvsem zaščitene pred svetlobo – izogib bledenju.

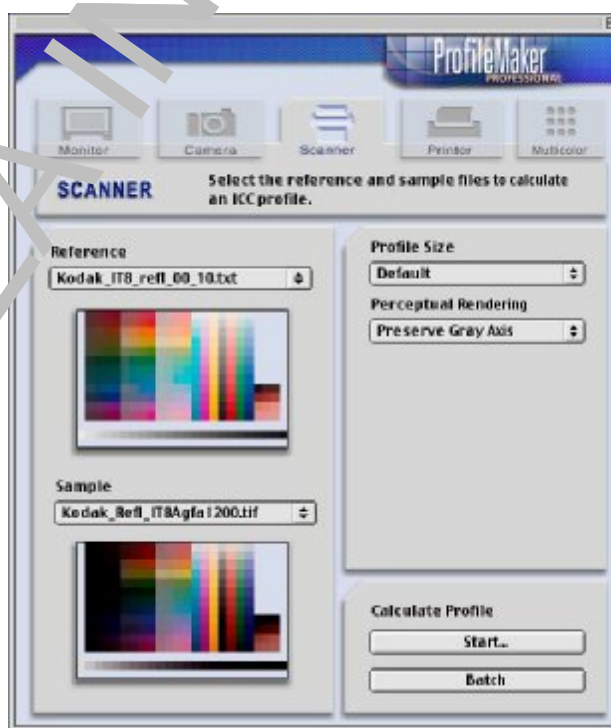
IT8 tablico poskeniramo, dobimo RGB vrednosti.

[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

ICC MODELI PROFILOV

## ProfileMaker Optični čitalec



# ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV

## Zaporedje – CCD kamera:

- Izbira ciljnih vrednosti
  - postavitev in osvetlitev scene
  - tip fotografije (reprodukcijska, umetniška...)
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
  - izbira načina z RAW podatki, nastavitev zaslonke, časa...
- zajemanje znanih referenčnih podatkov
  - fotografija referenčne tablice (npr. ColorChecker DC)
- primerjava zajetih podatkov z dejansko referenco
  - izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke

## ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

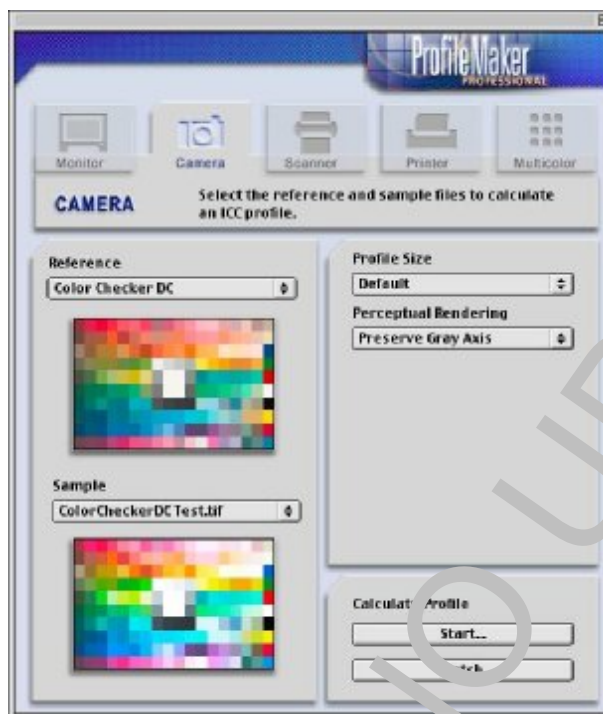
## ICC MODELI PROFILOV

### ICC profili vhodnih naprav – CCD kamera

ColorChecker DC by Munsell (GretagMacbeth).

CCD kamera



**ProfileMaker CCD kamera****ICC profili izhodnih naprav - monitor**

Je osnovan na primerjavi oz. karakteriziranju barv kreiranih na monitorju z barvami PCS prostora.

Kalibracija monitorja je enostavna.

Navadno se izvede s kolorimetrom ali spektrofotometrom.

Kalibracija je zelo pomembna, saj se "optične sposobnosti" monitorja s časom spreminjajo.

## Zaporedje – monitor:

- Izbira ciljnih vrednosti
  - gama, svetlost, bela točka...
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
  - nastavitev kontrol na monitorju (kalibracija)
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov
  - prikaz in merjenje testne tablice
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco
  - izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke

## ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

## ICC PROFILI

### ICC profili izhodnih naprav - monitor



**ICC profili izhodnih naprav - tiskalnik**

**Profil tiskalnika** je odvisen od uporabljenega:

- tiskalnika
- tiskovnega materiala
- tiskarske barve

Za vsako kombinacijo se mora izvesti nov profil.

[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

**ICC profili izhodnih naprav - tiskalnik**

Testna tabla v digitalni obliki ima shranjene podatke za vsako standardizirano barvno polje.

Tablico s polji:

- odtisnemo na tiskalniku
- izvedemo meritve s spektrofotometrom
- izmerjene vrednosti se primerjajo s "standardiziranimi" vrednostmi (CMYK to LAB)
- zopet se kreira LUT tabela
- izvede se korekcija za vsako posamezno barvo testne tabele

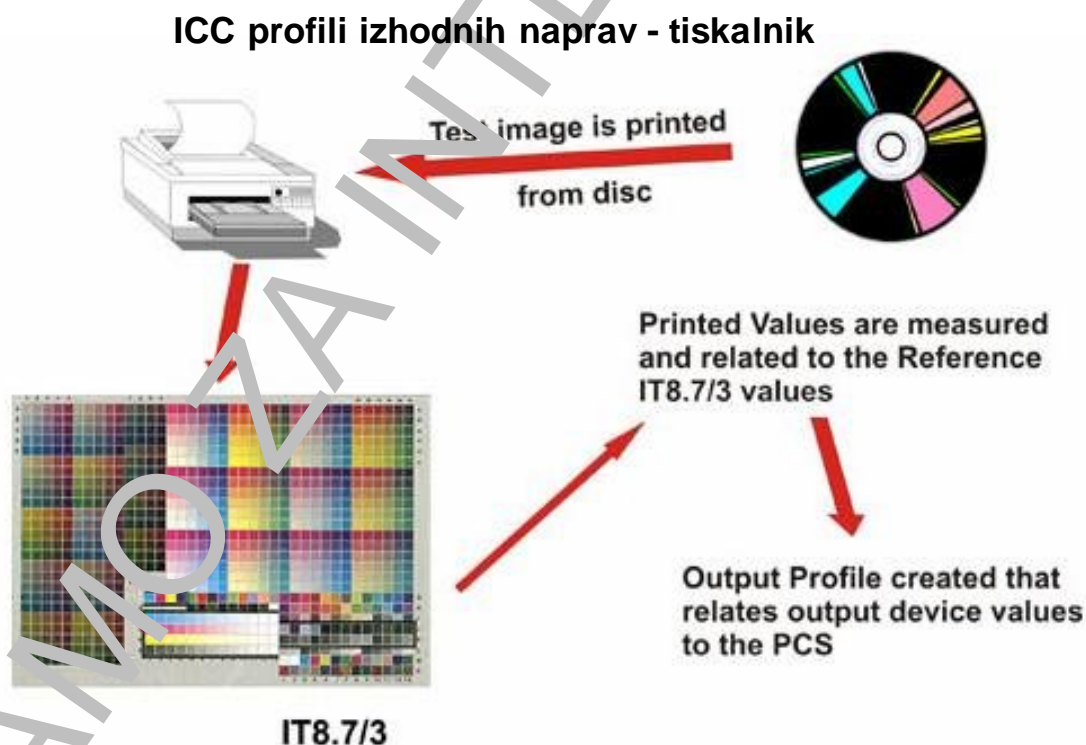
## ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV

### Zaporedje – tiskalnik:

- Izbira ciljnih vrednosti
  - papir
  - separacija
  - število barv
  - print ali proof
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
  - max. pokritost površine, max. nanos posamezne barve, linearizacija
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov
  - tisk testne tablice
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco
  - meritev testne tablice in izdelava profila

## ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

## ICC PROFILI





# ZAPOREDJE OPERACIJ PRI KREIRANJU ICC PROFILOV

## Zaporedje – tiskarski stroj:

- Izbira ciljnih vrednosti
  - notranji ali mednarodni standard (najbolje ISO)
  - papir
  - število barv
  - izvlečki (GCR, UCR...)
- nastavljanje naprave za doseganje ponovljivosti, ter optimalnega barvnega obsega
  - nanos
  - gradacija
  - tiskovni kontrast
  - skladje...
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov
  - tisk referenčne testne tablice (npr. IT8.7/3)
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco
  - merjenje testne tablice in izdelava profila

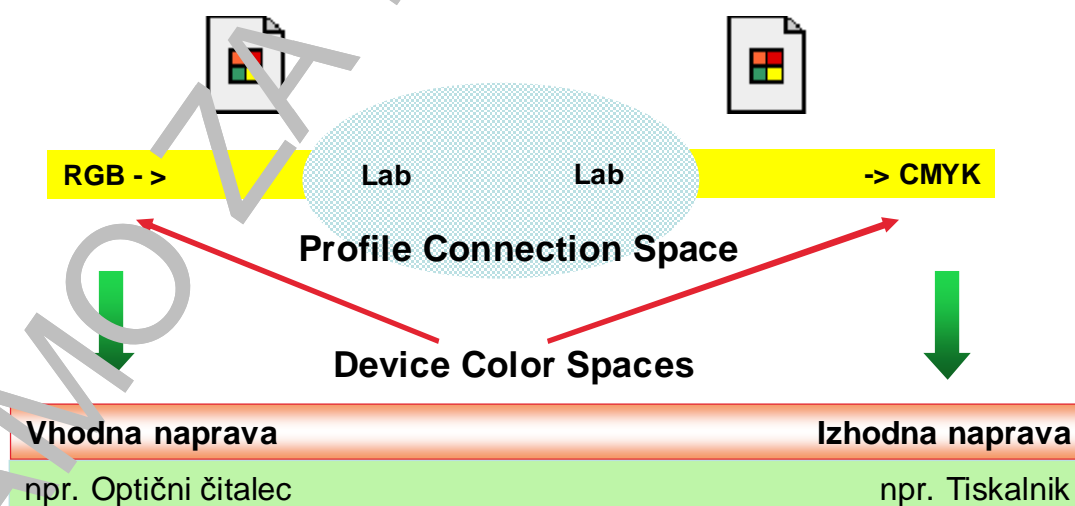
## ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

## ICC MODELI PROFILOV



### Interakcije ICC profilov

- Dva profila (za barvno pretvorbo)







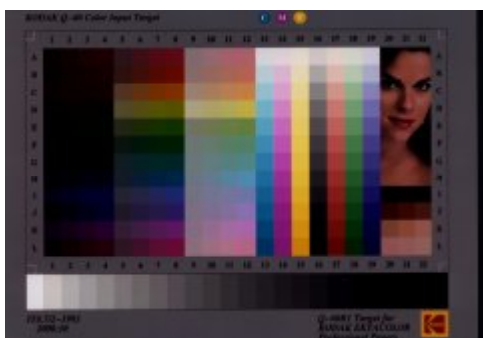
## ICC- Input Profiles

- npr. profil: optičnega čitalca, CCD kamere, ...



RGB -&gt;

Lab



Skenirana forma



Referenčna forma / ideal behaviour



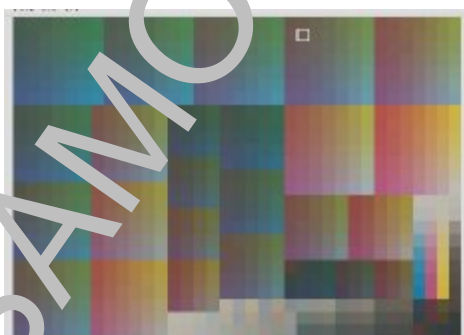
## ICC- Output Profiles

- npr. Tiskalnik



Lab

CMYK / RGB



Iztis - odtis



Referenčna forma / ideal behaviour

## Profiling the Workflow

- Input
- Monitor
- Output

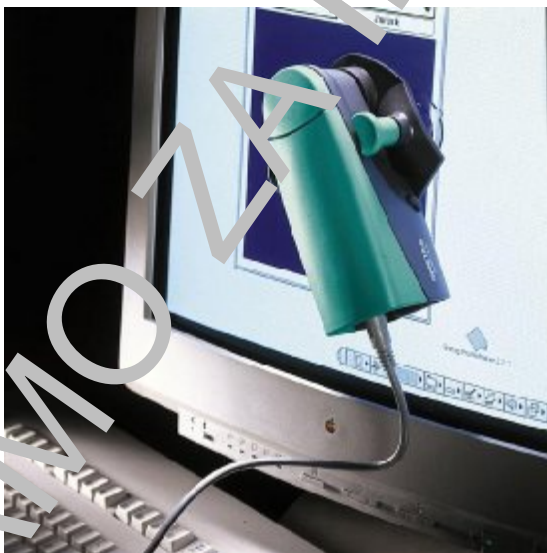
### 1. Umerjanje oz. kalibracija naprav-procesa

- Skener / digitalni fotoaparat (Black and white calibration)
- Monitor (Contrast, brightness, gamma, color temperature)
- Osvetljevalka filmov, plošč (Imagesetter / Platesetter) (exposure times/intensities)
- Tiskalniki, CMYK / CMY / RGB ( ...)
- Tiskarski stroj (Registration, consistent and uniform)

## 2. Izdelava ICC profilov

- Izdelava barvnega profila je izdelava kolorimetričnega opisa naprave ali procesa barvne reprodukcije.
- Kolorimetrično opisovanje razmerja med odvisnim barvnim prostorom naprave (RGB, CMYK) in od naprav neodvisnim barvnim prostorom (CIELAB).

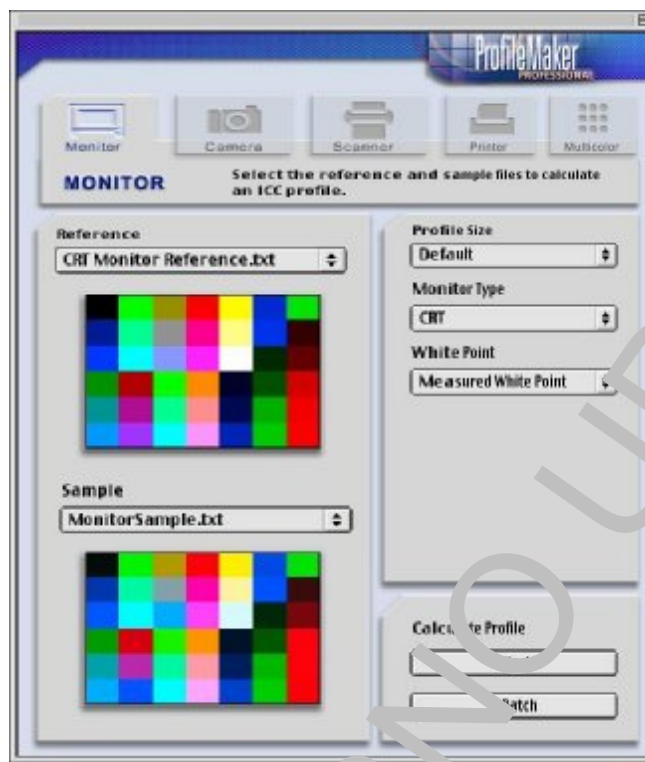
### Kalibracija monitorjev in izdelava profilov



Serijska barvnih vzorcev prikazana na monitorju.

Spectrolino / Eye-One  
za avtomatsko merjenje barv.

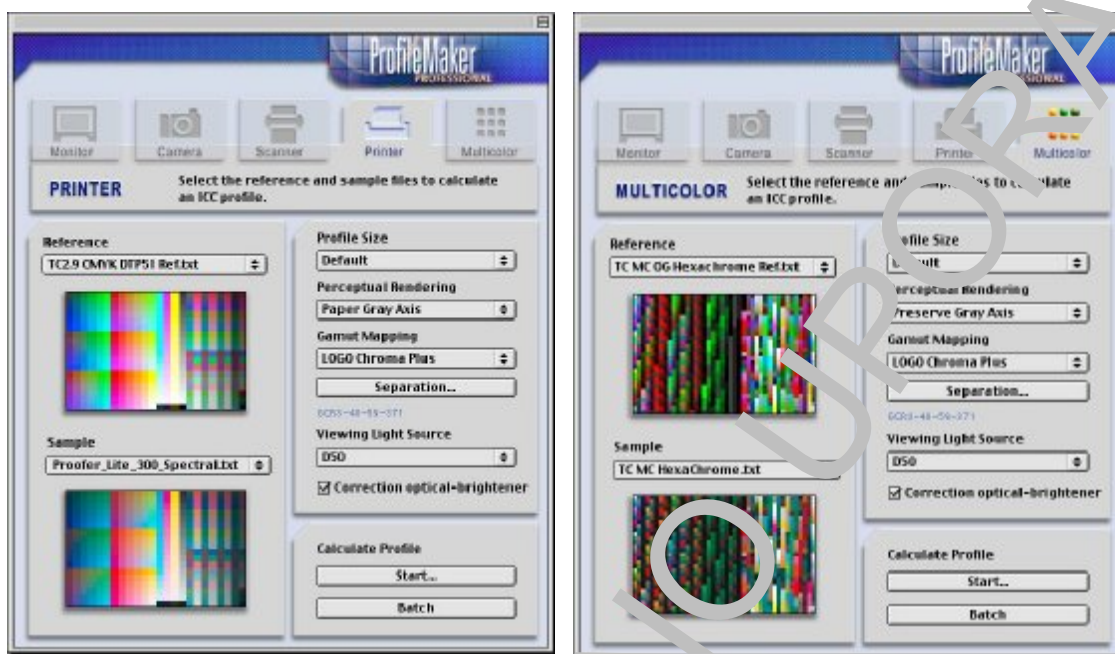
## ProfileMaker monitor



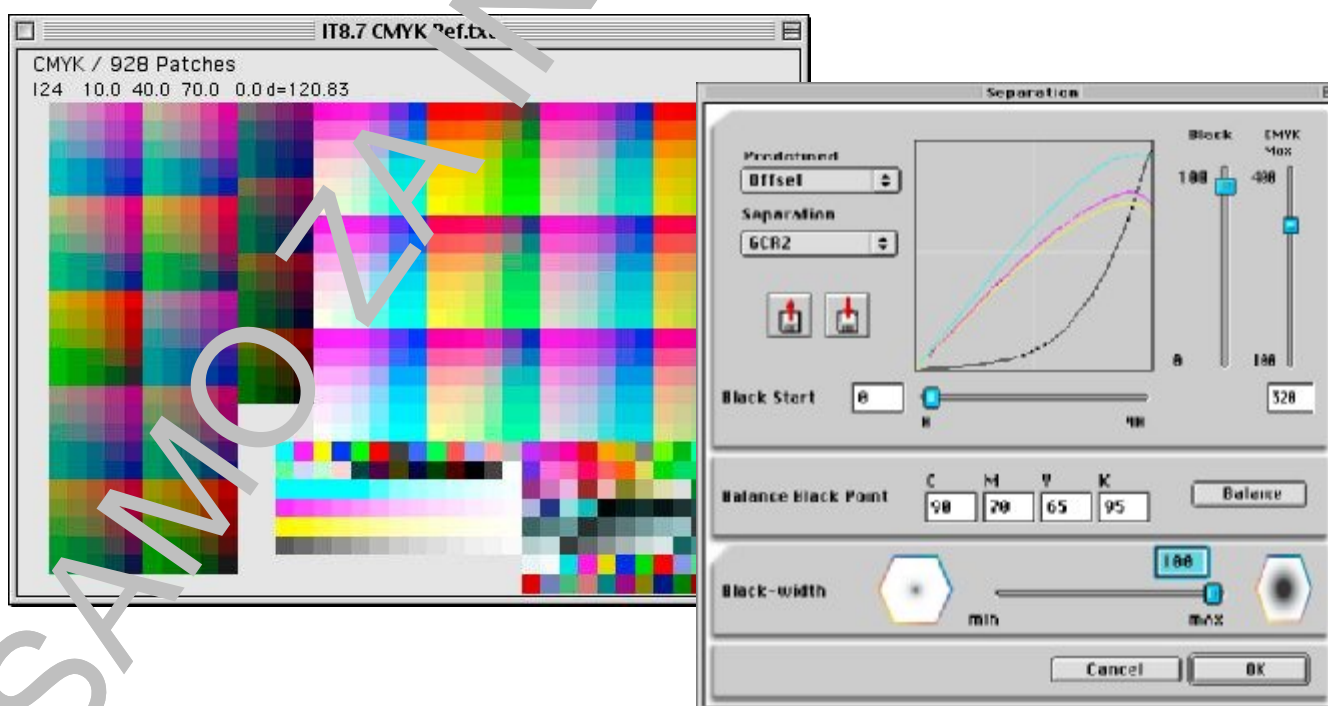
## Profili izhodnih naprav



## ProfileMaker Output



## Profil izhodne naprave



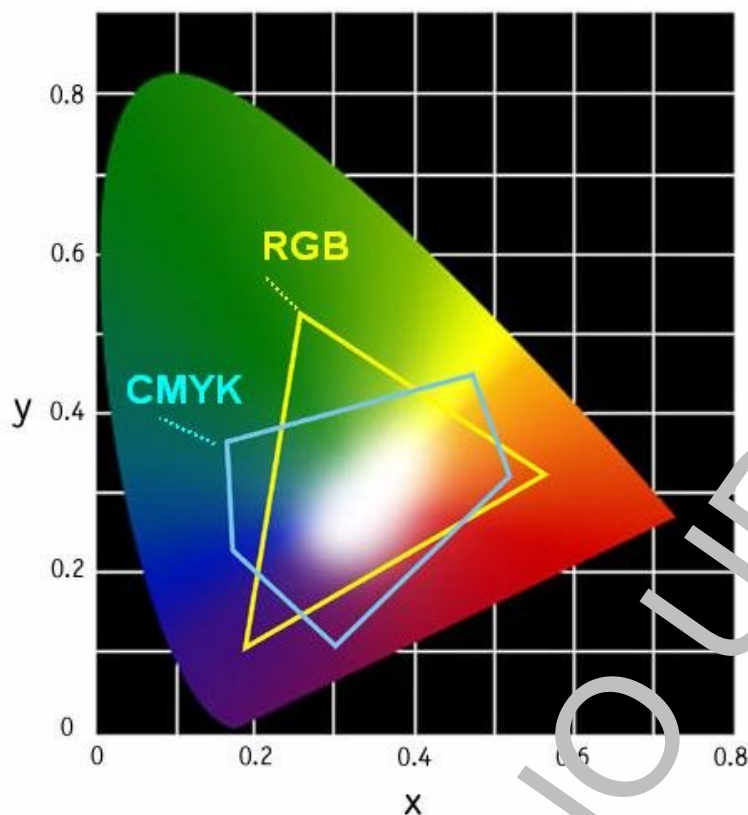
BARVNI PROSTORI IN UPODOBITVENI MODELI

ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

UPODOBITVENI MODELI

Barvni obseg naprave je:  
določen s sposobnostjo naprave, koliko barv lahko reproducira  
odvisen tudi od medija (papir pri tisku)

V splošnem velja, da je CMYK barvni obseg tiskalnika manjši  
(manjša nasičenost, manj barv) kot RGB barvni obseg  
vhodne naprave.



[www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)

Kako narediti transformacijo iz enega v drug barvni prostor –  
ki je na splošno manjši?

To lahko izvedemo s pomočjo upodobitvenih modelov:

- Relativno kolorimetrični
- Absolutno kolorimetrični
- Percepcijski (ali fotografski)
- Kromatični



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

To ni določeno, ampak priporočeno na podlagi izkušenj.

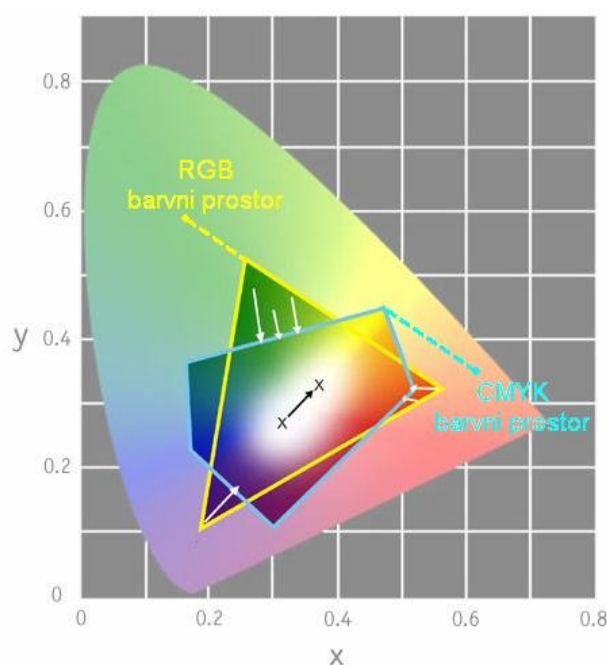
Plaisted, P., Color Management Day, Part 2: How to Create ICC Profiles, Seybold San Francisco/Publishing 1998, Special Interest Day

### Upodobitveni modeli

#### Relativno kolorimetrični

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

Bela točka vhodnega medija ostaja kot referenčna ( $L^*a^*b^* = 100, 0, 0$  za medij (npr. papir)).



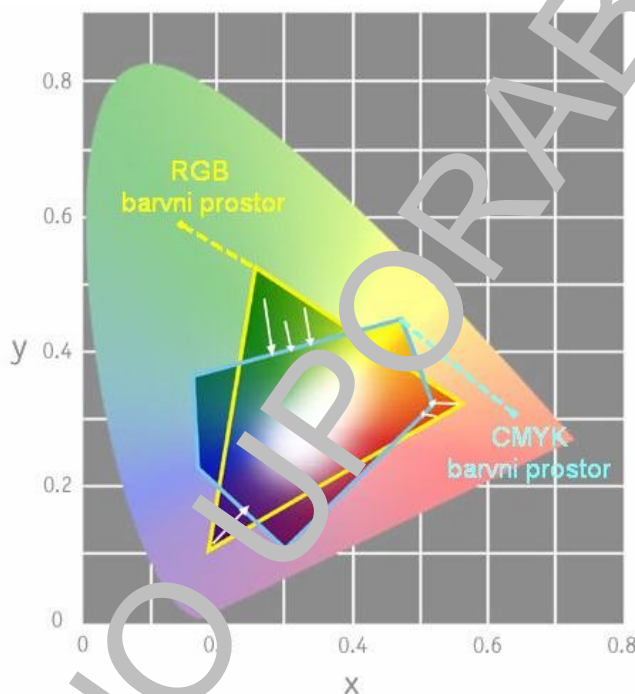


## Upodobitveni modeli

**Absolutno kolorimetrični**

Enako kot relativno kolorimetrični s spremembo bele točke vhodnega sistema (paper simulation for proofing).  
**Bela točka se spremeni** ( $L^*a^*b^* = 100, 0, 0$  for D50).

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

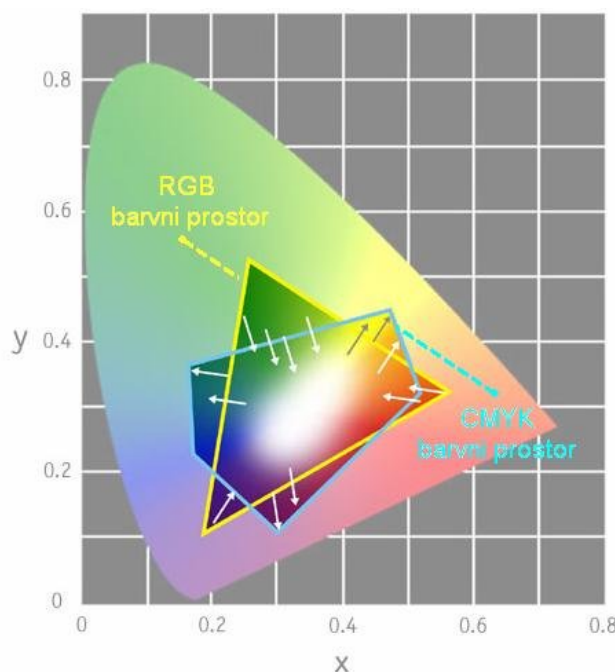


## Upodobitveni modeli

**Perceptijski (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.

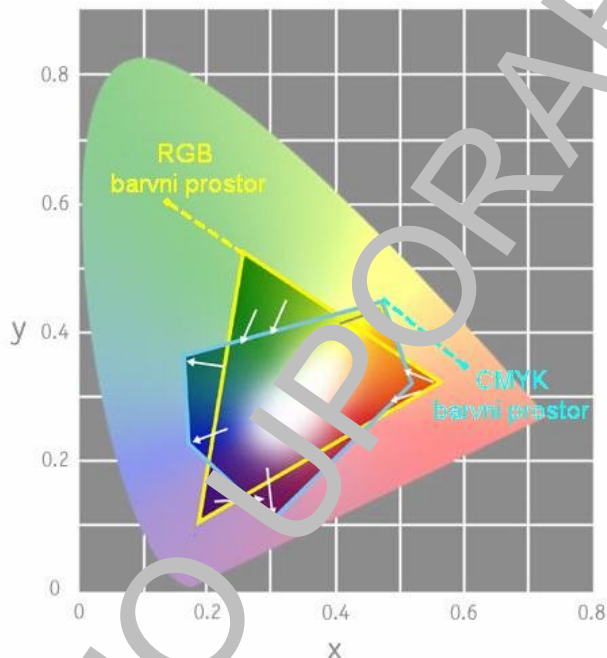
Ponavadi se sivo ravnovesje ohrani.



## Upodobitveni modeli

## Kromatični

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).



## ICC SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

## PCS

Neodvisni barvni prostor PCS  
(profile connection space)

- V ICC delokrogu se standardni (neodvisni) barvni prostor imenuje PCS (profile connection space)
- Vsak profil opisuje transformacijo barvnega prostora vhodne naprave v neodvisni barvni prostor PCS in obratno v primeru izhodne naprave.
- PCS uporablja standardni izvor svetlobe D50. PCS obstaja v dveh oblikah, prva se uporablja za kolorimetrični, druga pa za percepcijski in nasičeni upodobitveni model.

### Določitve PCS

- 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).
- PCS uporablja kot standardni izvor svetlobe osvetlitev D50, v primeru uporabe kolorimetričnega modela ostali pogojev (okolica) ni potrebno posebej definirati
- Uporaba percepcijskega modela pa zahteva PCS z definiranimi pogoji (okolica).

### Reference Viewing Condition and Medium

- Percepcijski PCS je (v specifikaciji 4.0) določen kot:
  - Opazovanje ob D50 pri 500 lux 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.

**Digitalni opis PCS**

- Digitalni opis PCS obsega sledeče:
  - CIEXYZ, relativna kolorimetrija, D50 bela točka
  - CIELAB, relativna kolorimetrija, D50 bela točka
- 8 in 16-bit/kanal zaobsega:
  - določitev formata izhodnih podatkov za vhodni LUT (AToBnTags) in format vhodnih podatkov za izhodni LUT (BToAnTags)
  - 16 bits samo za CIEXYZ
- Profili na osnovi matrik se lahko uporabljajo samo v primeru, ko je PCS digitalni opis v XYZ.

### ICC danes

- Obstoječi sistem barvnega upravljanja omogoča barvno komunikacijo skozi različne aplikacije, naprave in OS.
- Operacijski sistemi Apple, Microsoft, Sun, Java, podpirajo ICC
- Veliko grafičnih, oblikovalskih programov kakor tudi naprav podpira ICC
- Področje fotografije je z ICC sistemi tudi že zelo podprto

### Trenutne aktivnosti ICC

- ICC nadaljuje z delom na področju:
  - pojasnjevanja specifikacij profilov, da bi izboljšali razumevanje in lažje
  - izvajanje
- Nadgraditi specifikacijo v mednarodni standard.
- Opisati napake, ki se lahko pojavljajo v CMM in omogočiti odstranitev letih.

## REFERENCE

- [www.color.org](http://www.color.org)
- [www.tasi.ac.uk](http://www.tasi.ac.uk)
- Plaisted, P., Color Management Day, Part 2: How to Create ICC Profiles, Seybold San Francisco/Publishing 1998, Special Interest Day
- Apple, Color Management Overview, 2005-07-07, 28 str.