

White Paper

# Správa barev monitoru

Stručný úvod do správy barev monitoru

01.2011  
Avnet s.r.o.

see what's next

[www.eizo.cz](http://www.eizo.cz)



**EIZO**<sup>®</sup>

high-end-monitors

# 1. Předmluva

S příchodem monitorů a dalších periférií s širokým barevným rozsahem nabývají stále více na významu softwarové aplikace (např. Adobe Photoshop, Zoner PhotoStudio Professional atd.), které podporují tzv. Správu barev (CMS-ColorManagement System) a využívají informace z ICC-profilů.

Tento dokument vysvětluje stručnou formou základní pojmy a vztahy týkající se správy barev, kalibrace a ICC-profilů u barevných monitorů.

Obr. 1: Průkopníkem na poli monitorů s gamutem AdobeRGB je monitor EIZO CG220 který byl jako první v této kategorii představen r. 2004



ColorEdge® CG220

## 2. Správa barev (CMS - Color Management System)

### 2.1 Proč vznikla Správa barev (CMS)?

Příkazy pro reprodukci barev na počítačových monitorech jsou vyjadřovány obvykle v tzv. "trichromatickém" souřadném systému RGB, který navazuje na základní model vnímání barev lidským zrakem.

Obdobně se postupuje i u ostatních periférií jako jsou počítačové tiskárny, u kterých se využívá modelu skládání barev CMY(K).

Nevýhodou popisu barev v datových souborech pomocí hodnot RGB /CMY(K) je však závislost výsledné reprodukce na vlastnostech a charakteru konkrétní výstupní periférie (monitoru, tiskárny). Odborně se proto barvovým modelům RGB a CMY(K) říká "modely závislé na zařízení".

Jinými slovy, datový soubor s barvami vyjádřenými pouze hodnotami RGB nebo CMY(K) bude na výstupu různých periférií reprodukován odlišně a výsledkem bude zřejmě rozdílný vzhled reprodukováných dat.

Výsledek reprodukce dat je vždy závislý na aktuálním charakteru monitoru, tiskárny atd.

Charakter a vlastnosti konkrétního zařízení z hlediska reprodukce barev jsou vyjádřeny tzv. "barevným prostorem" (gamut) tohoto zařízení.

**Hlavním cílem Správy barev je zajistit, aby barva zapsaná hodnotami RGB nebo CMY(K) pro jedno konkrétní zařízení mohla být reprodukována "shodně" (resp. co nejvěrnějším způsobem) i na jiných zařízeních.**

### 2.2 Co je to CMS?

Mozkem Správy barev (CMS) je softwarový modul (software), který přepočítává (konvertuje) vstupní data z určitého "vstupního" barevného prostoru (např. sRGB nebo AdobeRGB) do "výstupního" barevného prostoru (např. RGB-monitoru). Popis příslušného barevného prostoru je zapsán v souboru označovaném jako "ICC-profil" - soubor s příponou .ICC nebo .ICM.

Schopností zmíněného softwarového modulu pak mohou využívat další aplikace, které podporují Správu barev a čerpají informace z ICC-profilů.

### 2.3 Kdy je nutné použít CMS?

Stručně řečeno: Správu barev je nutno použít pro správnou reprodukci barevných dat vždy, je-li vstupní barevný prostor dat rozdílný od výstupního barevného prostoru periférie neprodukující tato barevná data.

Nejčastější takové případy současné fotografické praxe nastávají, jsou-li obrazová data pořizována fotoaparátem v sRGB prostoru a poté zobrazována na AdobeRGB-monitoru\*, nebo naopak jsou-li pořizována v AdobeRGB prostoru a poté zobrazována na sRGB-monitoru\*\*.

\* AdobeRGB-monitor ..... monitor jehož charakteristika (barevný prostor) se shoduje nebo podobá standardnímu prostoru AdobeRGB(1998), může být též nazývaný jako „širokogamutový monitor“.

\*\* sRGB-monitor ..... monitor jehož charakteristika (barevný prostor) se shoduje nebo podobá standardnímu prostoru sRGB (IEC 61966-2.1). Pokud není gamut monitoru specifikován výrobcem, předpokládá se právě sRGB.

**Aby Správa barev (a tedy i konverze barevných dat) mohla správně fungovat, je třeba znát barevné vstupní i výstupní barevné prostory. Potřebné informace o barevném prostoru vstupních dat nebo barevném prostoru výstupních periférií se Správa barev dozví z ICC-profilů.**

## 3. Kalibrace monitoru

### 3.1 Co je to kalibrace monitoru?

Současné programy určené pro kalibraci běžných monitorů provádějí více činností v jednom sledu a pro pochopení základního principu je potřeba rozlišovat dvě hlavní fáze.

**1. fáze: Vlastní kalibrace** - nastavení monitoru co nejlépe požadovaným hodnotám (tzv. cílové hodnoty kalibrace).

Nejběžnější cílové hodnoty se týkají požadovaného jasu, barevné teploty bílého bodu a gradace obrazu (gamma).

Tato první fáze probíhá u všech typů kalibrací, a zásadním způsobem rozhoduje o reprodukčních vlastnostech monitoru nezávisle na tom zda bude používána Správa barev na počítači.

**2. fáze: "Profilace" nebo též "Charakterizace"** - mapuje rozsah a vlastnosti barevného prostoru který je monitor schopen reprodukovat v rámci nastavení z předchozí fáze 1.

V této fázi probíhá proměření určité sady kontrolních kombinací RGB hodnot a naměřené výsledky reprodukováných barev se následně zapíší do vytvořeného ICC-profilu.

Vygenerování ICC-profilu v této 2. fázi má smysl přednostně v operačních systémech a aplikacích které podporují Správu barev a využívají ICC profily.

V ostatních případech může být ICC profil využit jen částečně a může nastat i situace, kdy jeho vygenerování nebude mít žádný vliv na výsledné zobrazení, protože je na všech úrovních zcela ignorován.

Pak se s výhodou využívá monitorů s detailní hardwarovou kalibrací, což znamená, že veškerá nastavení výsledné reprodukce barev na monitoru se realizují pouze ve fázi 1.

### 3.2 Co přináší kalibrace monitoru?

Z uvedené definice kalibrace monitoru vyplývá, že:

**a)** kalibrace monitoru (včetně ICC-profilu) bude naplno využita pouze pro barevnou reprodukci dat (obrázků), které jsou uživatelem prohlíženy v aplikaci podporující Správu barev, tj. v aplikaci, která „rozumí“ výsledku kalibrace zapsané v barevném ICC-profilu kalibrované periférie (v tomto případě monitoru).

**b)** po samotné profilaci monitoru tedy nelze očekávat správnou reprodukci obrázků prohlížených v aplikacích, které nepodporují Správu barev nebo mají Správu barev vypnutou (potom nemusí nastat žádná změna v reprodukci „před“ a „po“ profilaci)

**c)** profilace rovněž nemusí ovlivnit barvy grafického rozhraní (GUI) používaných aplikací, ať už tyto aplikace používají CMS nebo nikoliv (např. barvu ikon, paletek, tlačítek a jiných ovládacích prvků)

**d)** profilace rovněž nemusí ovlivnit podání barev používané operačním systémem (např. nastavenou barvu pozadí plochy atd.)

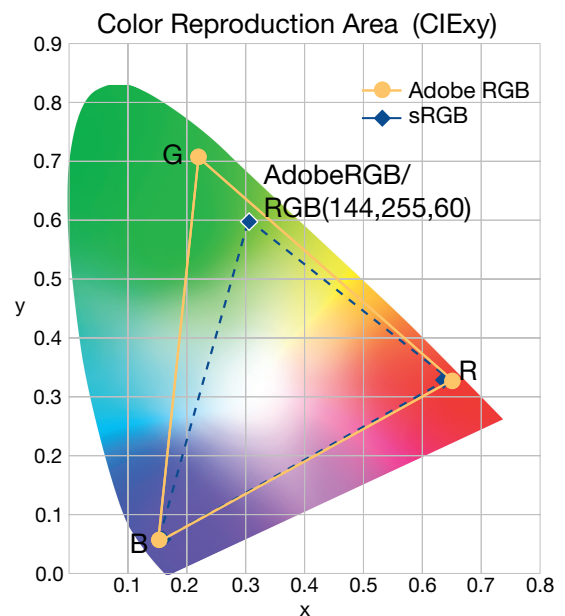
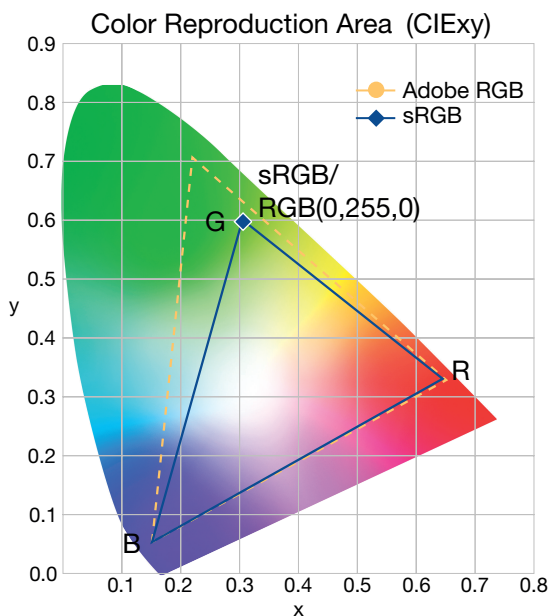
**e)** nejvýraznější změny po profilaci lze očekávat u barev fotografií a veškerých dat prohlížených v aplikacích používajících Správu barev

## 4. Shrnutí

V případě velmi přesných a stabilních monitorů (kvalitní fotografické monitory) je možné získat dostatečně přesný ICC-profil monitoru jednoduchým stažením z internetových stránek výrobce a lze dosáhnout dobré reprodukce i bez uživatelské kalibrace a měření sondou. Je ovšem potřeba dodržet instrukce a podmínky pro použití takového generického ICC-profilu.

Bližší znalosti o správných postupech a strategiích v nastavení Správy barev pro různé typy monitorových úloh v některých aplikacích včetně kalibračních postupů můžete získat na akcích pořádaných zastoupením EIZO v ČR a na Slovensku, jejichž termíny jsou zveřejňovány na [www.eizo.cz](http://www.eizo.cz)

Obr. 2: Příklad znázorňující transformaci primární zelené barvy G z prostoru sRGB do AdobeRGB tak, aby zůstal zachován vzhled barvy. Tato barva se v původním prostoru sRGB nachází na okraji gamutu, kdežto v cílovém prostoru AdobeRGB již zaujímá pozici uvnitř gamutu. Systém správy barev při transformaci zachoval vzhled barvy, což vedlo k výpočtu nových souřadnic RGB(144,255,60) v cílovém prostoru AdobeRGB.



## 5. Slovník pojmů

### - Barva

Tento výraz má v českém jazyce širší možnosti využití - ve správě barev a kolorimetrii lze zúžit význam pojmu „barva“ na 2 případy:

- a) vizuální vjem - který vzniká v mysli pozorovatele a je vyvolán dopadem viditelného světla do zrakového orgánu.
- b) formální zápis obrazové informace matematickým způsobem pro účely výpočtů, přenosu a uchovávání obrazových dat v oblasti zpracování digitálního obrazu.

### - CMS (Color Management System)

Obecné označení pro "systém správy barev" jaké se používají obvykle při zpracování obrazových dat. Technologie správy barev má za úkol převádět barevná data z jejich aktuálního barvového prostoru do cílového barvového prostoru (např. monitor, tiskárna) kde mají být data reprodukována tak, aby zůstal zachován jejich původní barevný smysl a význam při pozorování člověkem.

### - ICC (International Color Consortium)

Organizace založená roku 1993 osmi společnostmi za účelem vytvoření otevřeného systému pro správu barev v oblasti digitálního zpracování obrazových dat. Hlavním zakládajícím iniciátorem byla společnost Apple Computer a prvotním požadavkem bylo vytvoření takového standardu, který by pro uživatele fungoval nezávisle na použitém operačním systému či výrobci periférie, softwaru apod.

### - ICC profil

Počítačový soubor (koncovka .ICC, .ICM) obsahující data pro charakterizaci reprodukčních vlastností konkrétního zařízení, nebo v obecnějším smyslu popis barvového prostoru.

Takový soubor je využíván ke komunikaci mezi aplikacemi se správou barev na bázi ICC standardu. Pokud nemáme pro popis konkrétní periférie (např. LCD monitor s určitým nastavením) příslušný ICC profil, pak figuruje takový monitor ve správě barev jako "neznámé zařízení" a reprodukce barev na tomto zařízení může být pak nespolehlivá a problematická.

### - sRGB (IEC 61966-2.1)

Barvový prostor "Standard RGB" revidovaný v letech 1971 - 1996 kdy byl po dohodě společností HP a Microsoft zaveden jako nejrozšířenější barvový prostor pro všeobecné použití v oblasti osobních počítačů. Účelem tohoto standardu bylo vytvořit jednoznačné zázemí pro komunikaci o barvách v prostředí Internetu a mezi aplikacemi a souborovými formáty bez podpory nově vzniklého standardu ICC, který předpokládá popis vlastního barvového prostoru pro každé zařízení.

Koncepce sRGB se opírá hlavně o televizní standardy a typické vlastnosti v té době běžných CRT obrazovek a zároveň jasně vymezuje pozorovací podmínky za kterých je obraz na běžné CRT obrazovce vnímán.

V současné době naprostá většina aplikací v situaci kdy nelze využít ICC profil nebo správu barev předpokládá na všech potřebných místech tento výchozí barvový prostor sRGB.

### - AdobeRGB(1998)

Barvový prostor zavedený společností Adobe Systems v roce 1998 vznikl pro účely tiskového průmyslu, kde je nutné konvertovat všechna nasnímaná obrazová data RGB do obvyklých tiskových prostorů typu CMYK.

Účelem bylo nalézt takový RGB prostor, který by těmto požadavkům v pokrytí barev tiskových procesů vyhovoval lépe než do té doby používané prostory jako sRGB (IEC 61966-2.1).

AdobeRGB dobře vycházel vstříc i novému oboru digitální fotografie, takže byl následně převzat i do této oblasti.

## - Gamma

Označení konkrétního typu gradační křivky (přenosové charakteristiky), jejíž tvar i průběh je zcela jednoznačně určen jednočíslnou hodnotou exponentu "gamma" v mocninové funkci. Hodnota tohoto exponentu gamma přímo vyjadřuje míru prohnutí gradační křivky a může nabývat kladných hodnot, které obvykle u monitorů nepřekračují úroveň 3,0.

Pokud má gradační křivka výrazně odlišný průběh od této mocninové funkce, pak se nejedná o křivku typu Gamma.

## - Barevná teplota bílého světla (teplota chromatičnosti)

Tento pojem slouží k jednoduché charakterizaci tzv. bílého světla, které nabývá odlišných tonálních variant od subjektivně "teplé bílé" až po "studenou bílou" a úzce souvisí s Planckovou interpretací fyzikální teorie Absolutně černého tělesa (publikováno 1900).

Konkrétní charakter bílého světla na uvedené stupnici je v rámci této teorie zcela jednoznačně určen pouze jedinou hodnotou - teplotou Absolutně černého tělesa v Kelvinech.

Ačkoli se reálné zdroje světla (LCD monitory) velmi liší od teorie Absolutně černého tělesa, přesto se těchto Kelvinových hodnot velmi často používá pro snadné vyjádření a komunikaci o charakteru bílého světla.

Možnosti tohoto "jednočíslného" popisu bílého světla jsou dosti omezené a proto se v kolorimetrii používají standardně přesnější způsoby vyjádření barevného nádechu světla (např. souřadnice CIE<sub>x,y</sub>), kterými lze popsat bílé světlo třeba i s nazelenalým nebo purpurovým nádechem, což pomocí hodnoty v Kelvinech není možné.

## - Bílý bod (White Point)

Označení pro "jasový vrchol" gamutu, tedy barvu, která v konkrétním barvovém prostoru dosahuje nejvyšší úroveň jasu. Bílý bod je určen hodnotou jasu a barevnou teplotou v Kelvinech (resp. souřadnicemi CIE  $x,y$ ).

U tiskového výstupu CMYK je Bílý bod určen bílým potiskovaným podkladem a u RGB-monitorů se pak váže na maximální úroveň vstupního signálu pro všechny 3 kanály R, G, B (v 8-bitovém signálu se jedná o příkaz R=255, G=255, B=255).

Souřadnice Bílého bodu jsou povinným údajem v ICC profilu každého reprodukčního zařízení a proto také každá standardní kalibrace monitoru vyžaduje zadání nebo změření hodnot Bílého bodu.

## - Gamut

Pomyslné těleso, kterým je v třírozměrném barvovém prostoru vymezen rozsah barev reprodukovatelný konkrétním zařízením za aktuálních podmínek. Může také vyjadřovat rozsah barev obsažených v konkrétní fotografii apod.

Grafické znázornění gamutu v 3-rozměrné podobě je technicky náročné a proto se běžně setkáváme s 2-rozměrnou interpretací, kdy se jedná o "průmět gamutu" do zvolené roviny. Znázornění gamutu pomocí 2-rozměrného průmětu má ovšem omezenou informační hodnotu.

## - Widegamut (rozšířený gamut)

Neoficiální výraz pro označení gamutu monitoru, který výrazně přesahuje rozsah gamutu běžného CRT-monitoru (resp. prostor sRGB). Typickým produktem spadajícím do kategorie "widegamut" jsou všechny monitory jejichž rozsah barev je blízký prostoru AdobeRGB(1998) nebo širší.

Pokud není u monitoru gamut nijak specifikován, předpokládá se že spadá do kategorie prostorů blízkých standardu sRGB (IEC 61966-2.1).

### **- Trichromatický souřadný systém RGB**

Nejčastěji používaný matematický model pro základní popis vnímání barev lidským zrakovým orgánem s dominantní citlivostí ve 3 pásmech - červená(R), zelená(G), modrá(B). Mezinárodně byl pro účely kolorimetrie standardizován komisí CIE roku 1931. Velmi rychle se ujal pro dostatečně přesné výsledky při použití poměrně jednoduchých výpočtů.

Přestože má tento historický model z dnešního pohledu jistá omezení, je stále základním prvkem ve většině moderních aplikacích pro kolorimetrické výpočty, kalibrace, profilace apod. O tento model se opírá i CMS dle specifikace ICC.

### **- Hardwarová kalibrace (HW-kalibrace)**

Kalibrační postup, při kterém jsou všechna nastavení potřebných parametrů realizována výhradně na kalibrovaném zařízení. Dosažené hodnoty nastavení jsou tedy nezávislé (nebo téměř nezávislé) na zbytku řetězce.

U monitorů kalibrovaných tímto způsobem jsou jejich reprodukční vlastnosti nezávislé na připojeném počítači, grafické kartě apod. (předpokládá se stabilní videosignál).

HW-kalibrace s výhodou využívá plnou kapacitu videosignálu pro přenos obrazových dat z aplikace přes grafickou kartu a přednostně se využívá u všech vyšších modelů grafických monitorů (např. řada CG-ColorGraphic/ColorEdge).

### **- Softwarová kalibrace (SW-kalibrace)**

Kalibrační metoda využívající softwarovou úpravu dat předřazenou před vstupem reprodukčního zařízení, typ. úprava dat v LUT na grafické kartě před odesláním na vstup monitoru.

Tato koncepce vznikla jako nevyhnutná potřeba v době počátků digitalizace publikačního průmyslu a vzniku CMS, protože tehdejší analogové CRT-monitory měly pouze omezené možnosti pro použití čisté HW-kalibrace.

Postup SW-kalibrace lze použít i u zařízení které dovoluje plnou HW-kalibraci a oba postupy lze také kombinovat.

Zásadní nevýhodou SW-kalibrace je často výrazný a destruktivní zásah do zobrazovaných dat kdy v důsledku celočíselné digitální matematiky musí na grafické kartě nevyhnutně dojít k ochuzení dat odesílaných z aplikace do monitoru.

### **- LUT (Look-Up Table / vyhledávací tabulka)**

Pojem převzatý z matematiky se v zobrazovací technice týká zejména úpravy videosignálu na grafické kartě a v LCD monitorech.

Vyhledávací tabulka definuje jednoznačný ekvivalent výstupní hodnoty pro každou hodnotu vstupního signálu a tím určuje přenosový vztah mezi vstupem a výstupem.

Informační kapacita těchto tabulek se obvykle vyjadřuje pomocí číselného údaje tzv. "bitové hloubky" (např. 8-bit, 10-bit).

V celém zobrazovacím řetězci se dnes často vyskytuje i několik LUT, které se současně podílejí na charakteru a kvalitě výsledného zobrazení.

### **- GUI (Graphic User-Interface)**

Mezinárodně používaná zkratka pro "grafickou část uživatelského rozhraní" s jejíž pomocí se dnes standardně ovládají počítačové aplikace a jiné softwarové produkty. Běžnou součástí GUI jsou např. ovládací prvky jako tlačítka, posuvníky apod.

Zpracováno pro Avnet, s.r.o - zastoupení společnosti

EIZO NANO CORPORATION, JAPAN

© 2011

Další technické informace lze nalézt na stránkách

**www.eizo.cz**