

Illuminant a CMS

v pre-pressu

V oblasti DTP a předtiskové přípravy se stále vyskytuje mnoho otázek. Jednu – o ICC/ICM profilu monitoru – jsme si zodpověděli v ST 4/2001 a přitom jsme narazili na jedno dilema: nastavit bílou na D50 či D65? Vyřešit tento problém není jednoduché a proto jsme slíbili, že se k němu ještě vrátíme.

Z různých pramenů se můžeme dočíst různá doporučení. Bohužel velká část těchto pramenů opět pochází z jiných pramenů a při „přepisování“ a chybné interpretaci se někdy objevují chyby, které se velmi snadno šíří dál. Potom je velmi obtížné odlišit tyto „informace“ od skutečnosti. Například se můžeme dočíst o tom, že se doporučuje nastavit monitor na D65 (ačkoliv tovární nastavení monitoru je 9 300 K). Je to ale správně? Abychom si sami mohli odpovědět, musíme začít pěkně od začátku.

Nejprve tedy k pojmu Illuminant, neboli světelné podmínky/osvětlení. Pozorujeme-li nějakou barvu za soumraku a v poledne, vidíme ji pokaždé jinak. Stejně tak pokud barvu nasvítíme klasickou žárovkou a pak zářivkou, opět můžeme zaznamenat rozdíl ve vnímání této barvy. To ovšem může přinést jisté problémy. Malý příklad z praxe: představte si, že u sebe ve studiu přirovnáváte tuto barvu k Pantone vzorníku. Práce se poněkud protáhla a tak si již musíte rozsvítit světlo. Najdete ekvivalentní Pantone odstín a jste spokojeni, jak se práce daří. Hotové litografie spolu se zadáním čísla Pantone dáte tiskařům. Hotový tisk ještě „za tepla“ porovnáte u tiskařů s předlohou, a vida – najednou zjišťujete, že předloha neodpovídá vámi stanovené barvě a tím je i celý tisk poněkud mimo. Tento problém je však znám již velmi dlouho a proto Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) ihned po svém založení v roce 1931 stanovila jednotné podmínky:

standardní pozorovatel – definuje obecného pozorovatele, schopnosti průměrného lidského oka;

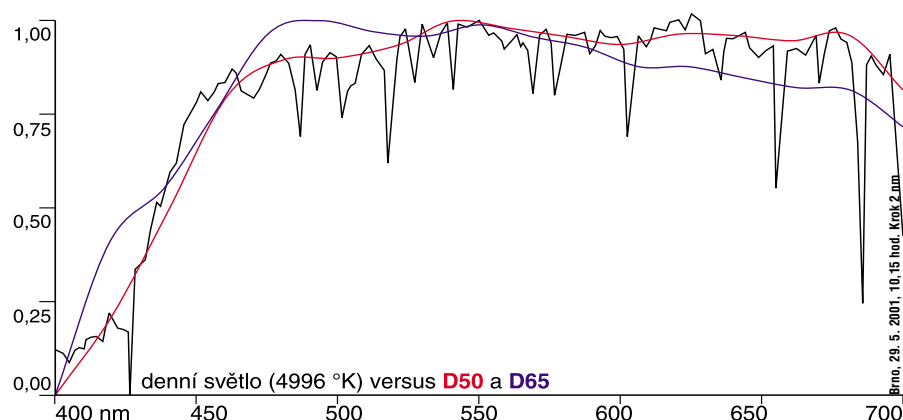
standardní illuminanty – světelné podmínky;

CIE XYZ – primární matematický model XYZ, který je na rozdíl RGB barvově nezávislý a je založen na matematickém modelu lidského oka;

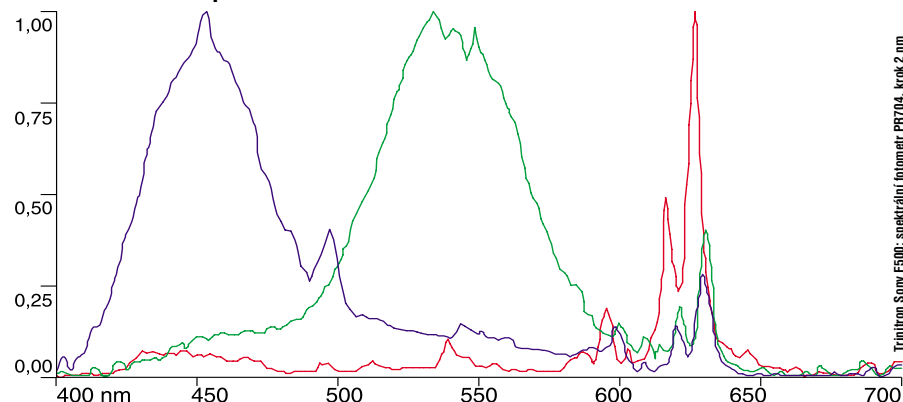
CIE xyY – matematický derivát modelu XYZ, avšak zde je oddělena barvová/chromatická složka x a y od jasové složky Y;

chromatický diagram – dvojrozměrný graf, jehož osy x a y reprezentují chromatické složky XYZ a slouží mimo jiné k názornému vykreslení gamutu.

My se v této chvíli zaměříme na standardní illuminanty, ačkoliv není vyloučeno, že se ještě k CIE několikrát vrátíme i v budoucnu. Ti z vás, kteří si ještě vzpomenu na hodiny fyziky, si jistě vybaví pojem „záření černého tě-



Graf 1: Porovnání spektra denního světla s normou D50 a D65



Graf 2: Spektrální graf monitoru s Trinitron obrazovkou

lesa“. To je dokonalé těleso, které neodráží žádné světlo. Zahřejeme-li však toto těleso, začne vydávat světlo ekvivalentní své teplotě. Pokud máte v baterce slabou baterii, její energie nestačí na to, aby žárovku rozžhavlila na provozní teplotu, a tak žárovka vydává slabé načervenalé světlo. Dostává-li však dostatek energie, její světlo dostane spíše žlutý odstín. Budeme-li postupně zvyšovat energii (a pomineme skutečnost, že se vlákno spálí), s postupně se zvyšující teplotou vlákna žárovky dostává světlo (paradoxně) studenější nádech do modra. Barevný odstín světla je tedy závislý na teplotě tělesa, které toto světlo vydává, a naopak. Teplota se v tomto případě udává v Kelvinech ($0\text{ °C} = 273\text{ K}$). Světlo, jež vydává běžná 60W žárovka, je načervenalé a odpovídá teplotě asi 2 860 K (měřena běžně dostupná žárovka OSRAM, čirá). Teplota 9 300 K již odpovídá světlu namodralému. Zvláštní je, že nám se subjektivně zdá, že právě toto (namodralé) světlo je jasné bílé, čehož se využívá a dosahuje v papírenském a textilním průmyslu tzv. optickými zjasňovači. Jakou chromatickou teplotu má denní světlo? Na to není jednoznačná odpověď. Záleží na mnoha okolnostech. Mimo jiné, zda se nacházíme na rovníku či na pólu. Nás však zcela samozřejmě zajímá naše mírné středoevropské pásmo. Aby to však nebylo tak jednoduché, světlo za bezmračného nebe je zcela jiné než světlo při zatažené obloze. CIE stanovila několik základních standardních osvětlení:

Illuminant A – odpovídá světlu klasické žárovky a má chromatickou teplotu 2 856 K;

Illuminant B – odpovídá světlu žárovky opatřené filtrem pro větší přiblížení k dennímu světlu, teplota 4 874 K;

Illuminant C – odpovídá dennímu světlu o chromatické teplotě 6 774 K, používá se někdy v osvětlovacích boxech, ale pro své omezení v ultrafialové oblasti není vhodný pro pozorování materiálů s optickými zesvětlovači (např. velká část dnes vyráběných papírů);

Illuminant D50 – reprezentuje současný ANSI standard pro grafický průmysl a definuje osvětlení o chromatické teplotě 5 004 K (norma platná v USA);

Illuminant D65 – reprezentuje současnou normu ISO pro grafický a textilní průmysl a definuje osvětlení o chromatické teplotě 6 504 K (norma doposud platná pro Evropu);

Illuminant E – čistě teoretický (ideální) světelný zdroj, který vyzařuje na všech vlnových délkách stejné kvantum energie;

Illuminant F – reprezentuje celou sérii fluorescentních světelných zdrojů (F1–F12), které jsou typické specifickým spektrálním průběhem s několika ostrými špičkami, které nakonec určují příslušnou chromatickou teplotu.

Jistě, chromatický diagram, definice XYZ, bližší informace o standardním pozorovateli apod., to je velmi zajímavé téma, ale nechme si je na příště. Nyní se hlavně zaměříme na illuminanty D50 a D65.

■ Chromatická teplota denního světla

Který z illuminantů odpovídá nejlépe našim podmínkám? To je velmi těžká otázka s ne příliš jednoznačnou odpovědí. V průběhu posledních tří letních měsíců (květen, červen, červenec a pro kontrolu ještě část srpna a září) jsem průběžně prováděl kolorimetrická měření denního světla. Proč kolorimetrická a ne přesnější spektrofotometrická? Kolorimetrické měření jsem zvolil z několika důvodů. Spektrofotometrické měření (v této kvalitě) je technicky, výpočetně, časově a finančně podstatně náročnější než kolorimetrické. Nehledě na to, že výstupem kolorimetrického měření byla v mém případě ihned data v XYZ, jejichž převod na chromatickou teplotu je záležitostí relativně jednoduchého vzorce. Ale i tak to nakonec nebylo snadné. Namířit optiku přímo proti slunci bez speciálního filtru/clony bylo riskantní, nehledě na to, že přímé sluneční světlo se stejně pro pozorování barev nepoužívá. Oproti tomu jasně modrá polední obloha podávala výsledky, které překračovaly chromatickou teplotu 9 000 K. Viník (převážně molekuly kyslíku v atmosféře spolu s vodní párou) je jasný, ale ani toto nejsou standardní pozorovací podmínky. Proto jsem se zaměřil na nepřímé, rozptýlené světlo, které je koneckonců pro pozorování barev nejvhodnější – a hlavně neoslňuje, nenamáhá zrak pozorovatele. Dopředu bylo jasné, že teplota chromatičnosti denního světla se bude měnit v závislosti na hodině pozorování (noční měření se nekonalo, přičemž nepředpokládám, že by mi někdo mohl vyčíst nedůslednost) a též v závislosti na počasí. Měření všechna očekávání beze zbytku naplnila. Navíc bylo zajímavé sledovat, že zatažená obloha před deštěm (tmavě šedomodrá mračka) dávala světlo o chromatické teplotě kolem 7 600–8 800 K, kdežto při polojasnu, kdy byla obloha lehce potažena světlým oparem, byla chromatická teplota světla 4 700–5 300 K. Celkový průměr sledování byl nakonec 5 184 K, kdy evidentně extrémní hodnoty byly vyraženy jako nestandardní (viz obloha před deštěm). Ráno v 8 hodin byla průměrná chromatická teplota 4 700 K, v poledne 5 084/5 360 K (polojasno/slunečno) a nakonec v 8 hodin v podvečer 3 982–4 856 K, při západu slunce pak 2 780 K. Samozřejmě lze namítnout, že měření nebylo prováděno systematicky celoročně, ale i tak je jisté možno brát tento výsledek vážně. Takže za těchto podmínek můžeme směle vyjádřit závěr, že průměrná chromatická teplota denního světla v našich zeměpisných podmínkách (Brno) se nejvíce blíží standardnímu illuminantu D50 – viz graf 1, kde je pro porovnání spektrální měření denního světla s krokem 2 nm a zjednodušená křivka charakterizující chromatickou teplotu D50 a D65 (CIE). K dispozici byl sice rozsah 380–1 200 nm, ale data byla (stejně i jako v dalších měřeních) z ryze praktických důvodů oříznuta na rozsah 400–700 nm.

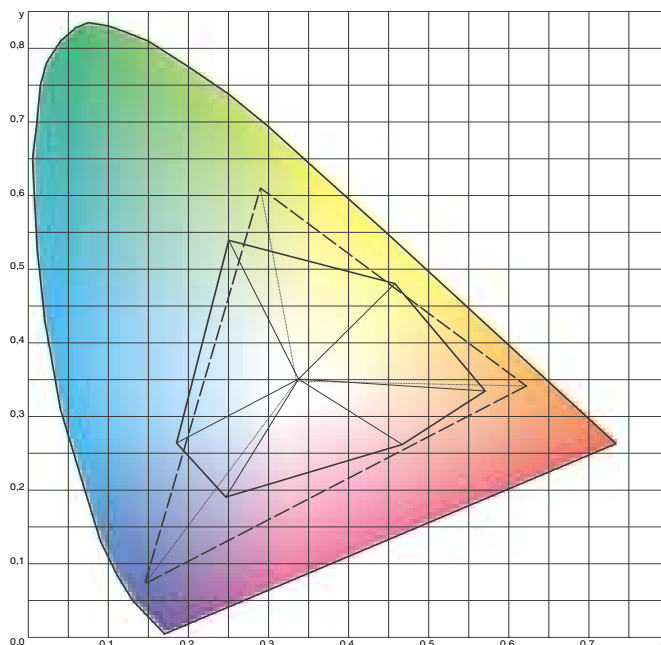
■ Monitor a nastavení D50 versus D65

Nyní se dostáváme k jádru věci – tedy co nás konkrétně nejvíc zajímá. Jak správně nastavit chromatickou teplotu bílé na monitoru, aby podával nejvěrnější zobrazení offsetového tisku. Zde se rýsuje jediné řešení: důkladný test. Postup byl následující:

1. Vytiskl jsem target a následně vygeneroval kvalitní ICC/ICM profil offsetového tisku (křída mat, 175 lpi, Heidelberg GTO; spektrofotometr X-Rite DTP41 + Heidelberg PrintOpen), zároveň se vytiskl testovací obrazec (viz obr. 1).



Obr 1: barevná testovací škála. CMYKové hodnoty uvedeny vedle v tabulce



Porovnání gamutu offsetového tisku na matnou křídu (plná čára) a monitoru pro DTP (přerušovaná čára)

2. Monitor jsem nastavil na příslušnou teplotu (D50) a vygeneroval jeho aktuální ICC/ICM profil (kolorimetr X-Rite DTP92 + SW/Monitor Optimizer).
3. Profily jsem zavedl do Photoshopu a načel testovací obrazec. Přepočet barev byl nastaven na metodu absolutní kolorimetrickou, škodlivá kompenzace černého bodu byla samozřejmě vypnuta.
4. Vytisknutý testovací obrazec byl změřen spektrofotometrem (X-Rite Swatchbook) v D50, naměřené hodnoty porovnány s hodnotami změřenými na monitoru kolorimetrem a vypočítána odchylka ΔE podle vzorců CMC.

políčko	D65 ($\Delta E/CMC$)	D50 ($\Delta E/CMC$)
C100	12,2	11,2
C40	5,9	2,3
C20	7,4	0,7
M100	3,7	0,9
M40	5,6	1,1
M20	6,7	2,0
Y100	3,5	6,2
Y40	6,2	3,2
Y20	7,3	3,5
CMY80	8,7	1,8
CMY40	11,3	0,7
CMY20	12,0	0,6
K100	4,9	1,9
K50	9,2	1,1
K20	11,8	1,4
MY – R100	2,1	3,4
MY – R40	5,4	2,8
MY – R20	7,2	4,6
CY – G100	6,2	2,7
CY – G40	5,4	0,1
CY – G20	8,7	1,2
CM – B100	3,4	8,4
CM – B40	7,7	5,8
CM – B20	10,2	2,7
celková odchylka $\Delta E/CMC$	172,7	70,3
průměrná odchylka $\Delta E/CMC$	7,2	2,9

Tabulka: výsledky měření. Menší hodnota odchylky = lepší výsledek

5. Totéž od bodu 2 bylo provedeno pro teplotu D65 (včetně měření spektrofotometrem v D65).

Výsledky testu jsou zobrazeny v tabulce, porovnání zobrazovacích možností monitoru oproti barvovému rozsahu ofsetu vidíte na obrázku 2 (monitor v D50; všimněte si, že bílý bod monitoru zde téměř splývá s bílým bodem ofsetu).

První zajímavostí bylo důkladné porovnání obou profilů monitoru. Zatímco XYZ souřad-

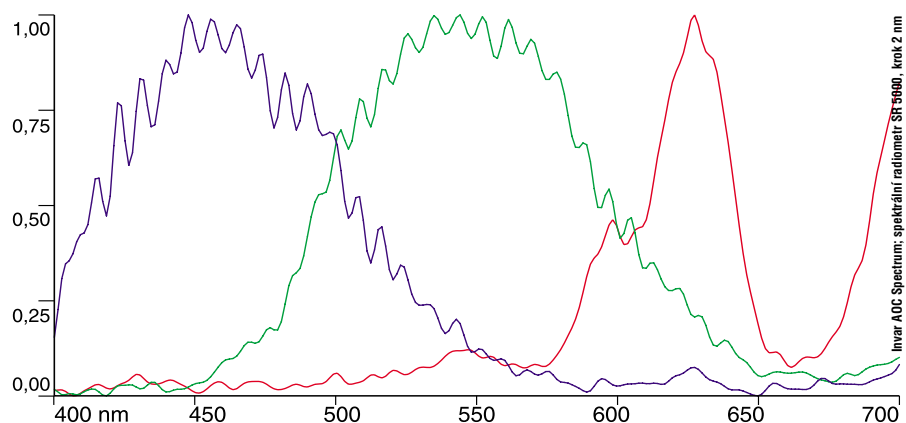
toru ze subjektivně bílé (s lehce modravým nádechem) na bílou se subjektivně žlutočerveným nádechem. To je ovšem v pořádku. Vezmeme-li si totiž papír (nebo jinou bílou podložku), který neobsahuje optické zesvětlovače, po nasvícení denním světlem má teple laděnou bílou – onen slabě žlutočervený nádech. Tato změna z D65 na D50 je nakonec věc zvyku, kdy si uživatel po krátké době není schopen představit „dokonalejší“ bílou, než má právě D50. Problém však nastává tehdy,

síci a nespadá do kategorie těch nejlevnějších) a aktualizovat tak jeho ICC/ICM profil. Rovněž je zapotřebí používat aktuální ICC/ICM profily tiskového procesu, nebo alespoň (jen pro případ nouze) ICC/ICM profil nátisku z filmů.

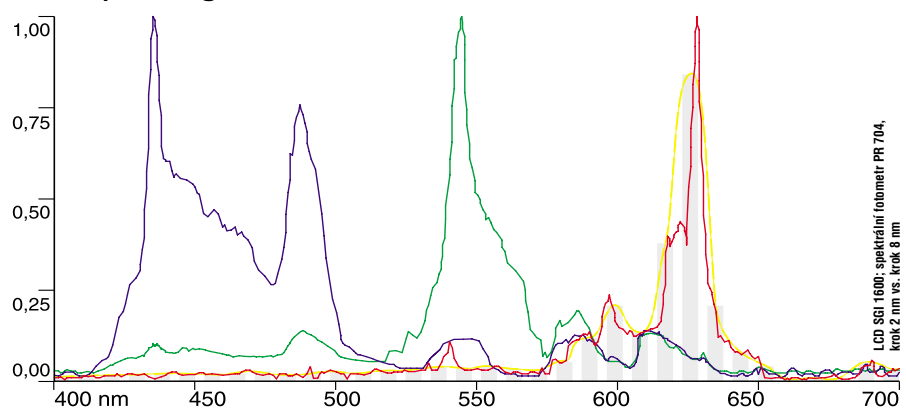
Ze všech doposud mnou konaných praktických testů (včetně tohoto) vyplývá jediné: bez správy barev (Color Management) je kontrola nad barvou velmi pracnou a zároveň nespolehlivou záležitostí, spadající spíše do oboru pravděpodobnostního počtu. Nechci samozřejmě v žádném případě opomíjet dlouholeté zkušenosti některých výjimečně se vyskytujících jedinců, ale troufám si tvrdit, že pomocí správně implementované správy barev lze dosáhnout nesrovnatelně lepších výsledků, principiálně aplikovatelných téměř na jakoukoliv tiskovou technologii/materiál. Výsledky správy barev korektně aplikované v praxi jasně hovoří o velmi rychlé návratnosti vynaložených investic.

■ Dodatek

Naprostu neplánovaně se potvrdilo jedno málo známé doporučení pro správné měření monitoru – a to dát přednost měření kolorimetrickému před spektrofotometrickým. Porovnáte-li grafy 2–4, zjistíte zaznamenané poněkud kostřbatý spektrální průběh jednotlivých primárních barev dvou monitorů (invar a trinitron) a jednoho LCD displeje. Věnujte pozornost zejména průběhu červené, která má charakteristickou, velmi ostrou špičku. Pokud provádíme spektrální měření s dostatečně jemným krokem (zde byl použit krok 2 nm, ačkoliv krok 1 nm by byl asi vhodnější), máme šanci jednotlivé „výstřelky“ zaznamenat, včetně oné červené špičky. Takový spektrofotometr je ale finančně naprosto nedostupný. Finančně dostupné přístroje mají hrubší krok (6–10 nm, často i více), který je sice víc než postačující pro měření odrazných předloh, avšak pro měření monitoru (vzhledem k jeho specifické spektrální charakteristice) je již nedostačující. Na grafu č. 4 je zaznamenáno měření červeného luminoforu s krokem 8 nm (šedé sloupce). Na tomto základě proložená žlutá křivka reprezentuje spektrální charakteristiku stejného luminoforu a vypadá zcela jinak ve srovnání s 2 nm krokem ve stejném grafu. Důsledek je poté jasný – nepřesný, v krajním případě i zcela chybný ICC/ICM profil. Oproti tomu kolorimetr vidí vyzářované spektrum monitoru takřka spojitě (a tedy úplně), díky trichromatickým RGB senzorům (samozřejmě v jejich daném rozsahu). Některé kolorimetry mají dokonce navíc i čtvrtý – doplňkový senzor a patří mezi absolutní špičku ve své kategorii. Dostatečně kvalitní kolorimetr tedy v tomto případě podává podstatně lepší výsledky, než několiknásobně dražší spektrofotometr.



Graf 3: Spektrální graf monitoru s Invar obrazovkou



Graf 4: Spektrální graf LCD monitoru. Pro porovnání měření s krokem 8 nm (šedé sloupce ukazují hodnoty měření s krokem 8 nm, žlutá čára je pak proložená křivka)

nice primárních barev byly takřka shodné (stejně i jejich jednotlivé gammy se od sebe podstatně nelišily), celkový gamut monitoru v D65 byl řádově o jednotky procent větší (ale zdaleka nikoliv zásadně) než v případě D50, a to zejména díky posunu bílé nepatrně více do modra (je to viditelné pouze ve 3D zobrazení, které je bohužel nepublikovatelné). O to větší bylo překvapení, že monitor v D50 podával podstatně lepší výsledky při zobrazování „ofsetových“ barev než v D65 (viz tabulka). Sice prokazoval slabší výsledky na okrajích svého gamutu, ale zato uvnitř doslova exceloval, odchylka se zde pohybovala v zanedbatelných hodnotách. A tím se zcela jasně začíná rýsovat závěr těchto empiricky získaných poznatků: D50, čili nastavit systém na chromatickou teplotu 5 000 K. Ovšemže ne každému přinese tato změna nastavení hned pozitivně vítanou změnu. Předně se změní bílá moni-

pokud uživatel nemá možnost používat přesný ICC/ICM profil aktuálního monitoru (a samozřejmě i ofsetového tisku), ale také v případě, že uživatel není schopen sebekázně, důslednosti a kontroly při práci s barvou.

■ Závěr

V případě, že je možné používat měřicí techniku a software na generování profilu monitoru, je vhodnější nastavit monitor na D50 (5 000 K), stejně i tak celý systém (pozn.: LCD displeje pro DTP rozhodně ještě nevyzrálý, výše jejich kvalit doposud zdaleka nedosahují výše jejich cenové hladiny). Pokud není v možnostech studia vlastnit potřebné měřicí zařízení (ačkoliv ceny jsou poměrně příznivé), je třeba monitor nechat pravidelně měřit (od firmy tyto služby poskytující) alespoň každé 2–3 měsíce (pokud není monitor starší než 18 mě-