

Štandard SpectroDens a Kodak Q13

Vladimír Bukovský – Mariana Švehlová

Abstract

Color standard, which is a part of the instrument SpectroDens Premium (TECHKON) outfit, we wanted to use as an independent color management to compare the reproducibility of different colour printed matter. We compared this standard with the standard Kodak Q13 (OD- optical colour densities 0,3 and 1,0). The comparison showed very good agreement in these densities between both of them standards. The analysis of colours CMY and RGB of SpectroDens standard showed, that the color characteristics (a^* and b^*) v CIEL*a*b* system in relations to optical colour densities don't have a linear course. The nonlinearity we analyzed in SpectroDens colour circle. Next we found out that mixing colours CMY in proportion 1:1 to produce RGB do not reply of this relationship.

Keywords: color standards, density of colors, CIELab-system, SpectroDens

Abstrakt

Štandard farieb, ktorý je súčasťou výbavy prístroja SpectroDens Premium (TECHKON), ktorý sme chceli použiť ako nezávislú správu farieb pre porovnanie reprodukovateľnosti farieb z rôznych tlačových výstupov sme porovnali so štandardom Kodak Q13 (OD- optická denzita farieb 0,3 a 1,0). Porovnanie ukázalo veľmi dobrú zhodu pri týchto denzitách medzi obidvoma štandardmi. Analýza farieb CMY a RGB štandardu SpectroDens však ukázala, že charakteristiky farieb (súradnice a^* , b^*) v CIEL*a*b* vo vzťahu k ich optickej denzite nemajú lineárny priebeh. Nelinearitu sme podrobne analyzovali. Ani miešanie farieb CMY v pomere 1:1 za vzniku RGB neodpovedá tomuto pomeru.

Kľúčové slová: štandardy farieb, denzita farieb, CIELab-systém, SpectroDens

Základným východiskom pre objektívne hodnotenie farebnosti látok, napr. vo farebnom výstupe z rôznych zariadení je zmeranie farebných parametrov týchto látok (napr. v CIEL*a*b* systéme) a porovnanie so všeobecne prijatými farebnými štandardmi (1). Problémom je skutočnosť, že pri reálnom farebnom obraze sa prakticky len zriedka dajú najst' čisté farby CMY, ktoré by sme mohli zmerať a preto sa toto porovnávanie väčšinou robí na modeloch s využitím štandardov (2). Pre vizuálizáciu farieb štandardov, resp. nameraných farebných parametrov z rôznych tlačových výstupov sa v 2D farebných priestoroch veľmi často využívajú gamuty (2).

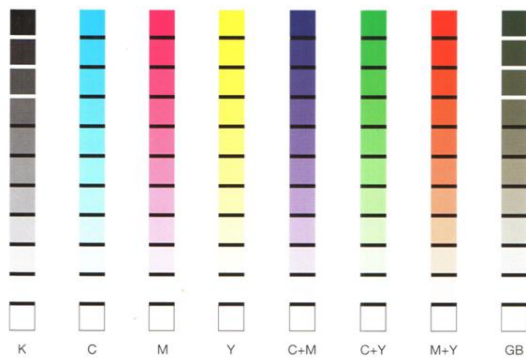
V práci sme si potrebovali overiť, či je možné štandard dodaný spolu s fotokolorimetrom SpectroDens Premium použiť ako tzv. nezávislú správu farieb (3) v systéme správy farieb (CMS), ako aj pre hodnotenie reprodukovateľnosti farieb v rôznych farebných tlačových, ale aj iných výstupoch, napr. reprodukcia farieb pri výrobe farebnej fotografie (4). Z tohto dôvodu sme štandard SpectroDens porovnali so všeobecne používaným štandardom Kodak Q13. Kodak Q13 má farebnú škálu CMY a RGB len pri optickej denzite 0,3 a 1,0. Keďže zhoda medzi štandardmi bola výborná, zamerali sme sa štandard SpectroDens a premerali sme parametre všetkých jeho farieb v závislosti na ich deklarovanej optickej denzite.

Metodika

Na meranie farebnosti látok v systéme CIEL*a*b* (1976) sme použili spektrofotometer SpectroDens Premium (TECHKON), farebný 2D priestor SpectroDens pri nastavení:

Osvetlenie: D50, uhol pozorovateľa: 2°, vypnutý polarizačný filter: noPOL, podmienky merania: M1-papiere s optickým zjasňovačom a UV komponentom, kalibrácia na biely vnútorný štandard: ABS (absolútne biela referencia).

Zmerali sme parametre farieb cyan, magenta, žltá a ich kombinácie v pomere 1:1, t.j. modrá, zelená a červená štandardu SpectroDens pri všetkých optických denzitách (t.j. od 0,1 do 1,0) a štandardu Kodak Q13 pri optickej denzite 0,3 a 1,0 (Obr. 1 a Obr. 2).



Obr. 1: Štandard SpectroDens s optickými denzitami (OD) 0,1 až 1,0 a bielou farbou pozadia. K- čierna, C- cyan, M-magenta, Y-žltá, ich kombinácie v pomere 1:1 a GB.



Obr. 2: Štandard Kodak Q13 s optickými denzitami (OD) 0,3 a 1,0.

Namerané hodnoty parametrov a^* a b^* farieb CMY a RGB pri denzitách 0,3 až 1,0 štandardu SpectroDens (Tab. 1) a štandardu Kodak Q13 (Tab. 2) sme vyznačili v 2D farebnom priestore, ktorý ponúka samotný prístroj SpectroDens (5), tak aby vznikli ich ab-gamuty (2) - Obr. 3.

Výsledky a diskusia

Namerané hodnoty parametrov farieb CMY a RGB štandardu SpectroDens s optickou denzitou 0,3 a 1,0 sú v Tab. 1 a štandardu Kodak Q13 v Tab. 2.

Farba	OD	L*	a*	b*	h*	c*
Cyan	0,3	83,73	-10,38	-17,85	239,8	20,65
Žltá	0,3	93,22	-3,06	28,58	96,1	28,74
Magenta	0,3	79,54	23,25	-7,82	341,4	24,53
Zelená	0,3	82,01	-14,97	13,84	137,2	20,39
Červená	0,3	77,69	20,02	20,48	45,7	28,64
Modrá	0,3	69,38	11,14	-20,1	299	22,98

Farba	OD	L*	a*	b*	h*	c*
Cyan	1,0	57,96	-37,91	-46,99	231,1	60,37
Žltá	1,0	89,63	-4,02	95,71	92,4	95,8
Magenta	1,0	48,93	75,74	-3,33	357,5	75,81
Zelená	1,0	51,21	-62,84	23,98	159,1	67,26
Červená	1,0	48,59	70,01	43,6	31,9	82,47
Modrá	1,0	26,07	20,02	-44,8	294,1	49,07

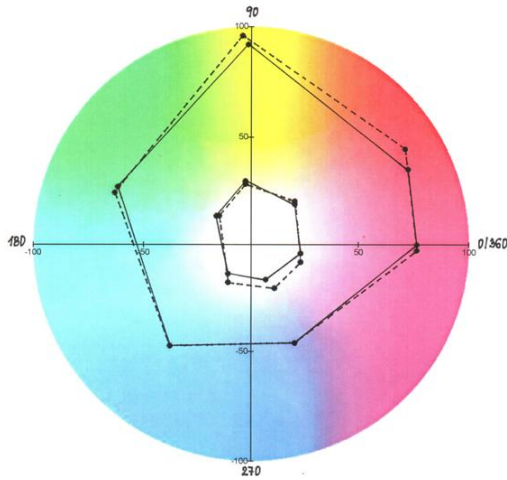
Tab. 1: Parametre farieb štandardu SpectroDens s denzitou 0,3 a 1,0. Pre úplnosť charakteristík týchto farieb sú uvedené aj namerané parametre súradnica L*, h*(hue*) a c*(chroma*)

Farba	OD	L*	a*	b*	h*	c*
Cyan	0,3	86,37	-11,25	-12,72	228,5	16,98
Žltá	0,3	95,37	-2,66	29,03	95,2	29,15
Magenta	0,3	82,16	22,28	-3,37	351,4	22,54
Zelená	0,3	84,04	-15,84	13,05	140,5	20,53
Červená	0,3	80,45	19,72	19,1	44,1	27,45
Modrá	0,3	73,94	7,05	-16,41	293,3	17,86

Farba	OD	L*	a*	b*	h*	c*
Cyan	1,0	59,27	-37,09	-46,76	231,6	59,69
Žltá	1,0	90,09	-1,06	91,86	90,7	91,87
Magenta	1,0	49,22	75,78	0,48	0,4	75,79
Zelená	1,0	52,46	-61,48	27,07	156,2	67,17
Červená	1,0	48,89	71,36	34,58	25,8	79,3
Modrá	1,0	26,6	20,27	-45,04	294,2	49,39

Tab. 2: Parametre farieb štandardu Kodak Q13 s optickou denzitou (OD) 0,3 a 1,0

Z nameraných hodnôt parametrov a^* a b^* všetkých farieb CMY a RGB s optickou denzitou 0,3 a 1,0 štandardu SpectroDens (Tab. 1) a štandardu KodakQ13 (Tab. 2) sme vytvorili ich ab-gamuty (5) v závislosti na ich optickej denzite (Obr. 3).



Obr. 3: 2D farebný priestor (SpectroDens), ab-gamuty farieb SpectroDensového štandardu (prerušovaná čiara) a farieb štandardu Kodak Q13 (plná čiara) s optickými denzitami 1,0 (veľké plochy 2D ab-gamutu) a 0,3 (menšie plochy 2D ab-gamutu). Poradie farieb v smere hodinových ručičiek: hore - žltá, červená, magenta, modrá, cyan, zelená.

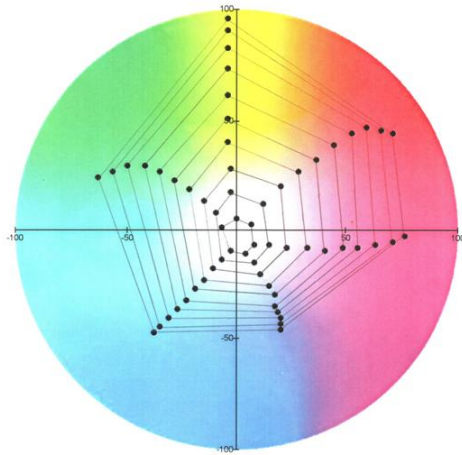
Zhoda medzi obidvoma štandardmi pri rovnakej optickej denzite farieb je veľmi dobrá, čo nás oprávňuje pri meraní na prístroji SpectroDens považovať tento štandard za objektívny a môže sa používať pri hodnotení reprodukovateľnosti farieb v rôznych farebných tlačových (ale aj iných) výstupoch ako nezávislá správa farieb. 2D farebný priestor popisuje farby, ktoré vidí priemerné citlivé ľudské oko (2). Umiestnenie farieb týchto štandardov v 2D farebnom priestore výrazne nepokrýva obsah toho farebného priestoru. Navyše, umiestnenie ab-gamutov v 2D farebnom priestore nie je rovnomerné a je výrazne posunuté v prospech farby žltej a červenej farby (súvis s ľudským videním).

Následne sme porovnali štandard SpectroDens (Obr. 1) a zmerali sme parametre všetkých farieb (okrem bieločiernej škály) vo vzťahu k ich optickej denzite (Tab.3). Namerané parametre a^* a b^* sme vyznačili v 2D farebnom priestore v podobe ab-gamutov (Obr. 4).

Farba	Cyan		Žltá		Magenta		Zelená		Červená		Modrá	
OD	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*
1,0	-37,91	-46,99	-4,02	95,71	75,74	-3,33	-62,84	23,98	70,01	43,6	20,02	-44,8
0,9	-34,77	-44,08	-4,26	91,26	70,76	-5,41	-56,42	26,67	65,42	44,78	19,41	-43,12
0,8	-31,09	-40,66	-4,39	83,04	63,33	-6,75	-48,75	29,89	58,55	46,61	19,64	-40,44
0,7	-26,58	-36,28	-4,45	73,59	55,12	-7,73	-40,72	29,16	51,46	44,53	19,22	-36,97
0,6	-22,46	-31,67	-4,4	61,58	48,11	-8,62	-34,7	26,29	44,21	39,01	17,82	-34,01
0,5	-18,43	-27,05	-4,25	51,15	40,05	-8,93	-27,46	23,03	36,4	32,47	17	-29,55
0,4	-14,21	-22,3	-3,79	40	31,77	-8,4	-21,2	18,67	28,26	27,08	14,27	-25,04
0,3	-10,38	-17,85	-3,06	28,58	23,25	-7,82	-14,97	13,84	20,02	20,48	11,14	-20,1
0,2	-6,17	-13,1	-2,04	16,79	14,86	-7,03	-9,36	7,34	12,08	11,44	7,4	-15,25
0,1	-2,85	-9,13	-0,64	4,8	7,6	-6,06	-6,14	0,99	6,05	2,53	3,55	-10,73
0,0	1,13	-4,38	0,99	-4,54	1,16	-4,47	0,95	-4,11	1,06	-4,75	1,03	-4,6

Tab. 3: Parametre a^* a b^* farieb SpectroDensového štandardu (Obr. 1) vo vzťahu k ich optickej denzite. Optická denzita OD=0,0 predstavuje pozadie, t.j. charakteristiku papiera na ktorom sú v SpectroDensovom štandarde vytlačené farby tohto štandardu

Z nameraných hodnôt parametrov a^* a b^* všetkých farieb CMY a RGB štandardu SpectroDens (Tab. 3) sme v 2D farebnom priestore vytvorili ich ab-gamuty (5) v závislosti na ich optickej denzite (Obr. 4).



Obr. 4: ab-gamuty všetkých farieb štandardu SpectroDens v závislosti na ich optickej denzite. Prvý bod od stredu je OD=0,1, posledný bod je OD=1,0. Poradie farieb v smere hodinových ručičiek: hore - žltá, červená, magenta, modrá, cyan, zelená

Nelineárny priebeh umiestnenia farieb v 2D farebnom priestore SpectroDens vo vzťahu k ich optickej denzite mení aj tón farby hue* (h*) v rôznom rozsahu uhlových stupňov 2D farebného priestoru (Tab. 4).

Rozsah zmien	Smer zmeny	(uhlový °)	(uhlový °)	Zmena V uhlovom°
		od	do	
Cyan	(-)	245	231	14
Žltá	(-)	97	92	5
Magenta	(+)	334	357	23
Zelená	(+)	142	159	17
Červená	(-)	43	32	11
Modrá	(+)	296	300	4

Tab. 4: Rozdiely vo farebnom tóne (Δ hue*) sledovaných farieb v závislosti od optickej denzity (OD=0,2 a viac) v uhlových stupňoch 2D farebného priestoru SpectroDens (6). Smer zmeny je so stúpajúcou OD farieb

Nárast zmeny optickej denzity sa najviac prejavuje v zmene tónu farby (Δ h*) u farieb magenta (posun k červenej farbe) a cyan (posun k zelenej farbe). Veľmi malú zmenu sme pozorovali u farieb modrá a žltá.

Pozorovaná nerovnomernosť umiestnenia farieb štandardy SpectroDens v 2D farebnom priestore prináša 4 základné poznatky:

- 1/ Vzťah medzi polohou farby v 2D farebnom priestore v závislosti na jej optickej denzite nie je lineárny Táto nelinearita sa prejavuje väčšinou pri farbách s optickou denzitou (sýtosťou) vyššou ako OD=0,5.
- 2/ Nelineárny priebeh v 2D farebnom priestore je pre každú farbu, alebo ich kombinácie (1:1)

iný. Lineárnemu priebehu sa najviac podobá priebeh žltej farby. Nelinearita spôsobuje väčšiu, alebo menšiu zmenu v tóne farieb (Δh^*) a chrome (Δc^*).

3/ Problematické je aj hodnotenie vzťahu medzi optickou denzitou a polohou v 2D farebnom priestore aj u farieb s nízkou optickou denzitou (OD=0,1 až OD=0,2).

4/ Ak subtraktívne miešanie farieb je založené na tom, že farby RGB vznikajú kombináciou farieb cyan, žltá a magenta v pomere 1:1. Tento predpoklad v štandarde SpectroDens a zrejme aj v štandarde Kodak Q13 a iných farebných štandardoch pri vyšších optických denzitách farieb neplatí.

Záver

1/ Štandardy SpectroDens a Kodak Q13 sú si identické a umožňujú ich použitie ako nezávislé správy farieb, t.j. sú vhodné na porovnávanie reprodukovateľnosti farieb z rôznych tlačových, ale aj iných výstupov.

2/ Vzhľadom na nelineárny priebeh farebného prejavu väčšiny farieb (okrem žltej) vo vzťahu k ich optickej denzite a neplatnosti pomeru (pomerov) pri miešaní farieb bude problematické pri správe farieb namerané hodnoty farebných rozdielov (získané porovnaním so štandardmi) použiť v systéme správy farieb.

Literatúra:

ČERNOHORSKÝ, Š. Využití správy fareb v procesu digitalizace. In: *Sborník příspěvků z workshopů PhotoChemPoint*. Brno: Vysoké učení technické, 2012, s. 68-73. ISBN 978-214-4575-8

Complete guide to color management, X-Rite. 2005. 48 s.

DZIK, P. a M. NOVOTNÝ. Správa barev v digitalní fotografii. In: *Sborník příspěvků z workshopů PhotoChemPoint*. Brno: Vysoké učení technické, 2012, s. 59-67. ISBN 978-214-4575-8

KIANICOVÁ, K. a V. BUKOVSKÝ. Modelové starnutí farebné fotografie a jej zmeny. In: *Forum pro konzervátory-restaurátory*. Opava: Technické múzeum Brno, 2011, s. 37-40. ISBN 978-80-86413-80-8

Manual: Spectro-Densitometer TECHKON SpectroDens Premium, TECHKON GmbH, Königstein, Germany. 2013. 78 s.

ŠVEHLOVÁ, M. a V. BUKOVSKÝ. Štandardy SpectroDens a Q13. Príloha k manuálu SpectroDens. Žilina: Žilinská univerzita, 2015. 57 s.