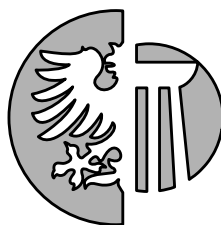


BcA. KAREL PONEŠ

**VLIV TECHNOLOGICKÝCH ZMĚN
NA REPRODUKČNÍ FOTOGRAFII PO ROCE 1990**

TEORETICKÁ DIPLOMOVÁ PRÁCE



**SLEZSKÁ UNIVERZITA V OPAVĚ
FILOZOFICKO - PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
INSTITUT TVŮRČÍ FOTOGRAFIE**

OPAVA 2014

BcA. KAREL PONEŠ

**VLIV TECHNOLOGICKÝCH ZMĚN
NA REPRODUKČNÍ FOTOGRAFII PO ROCE 1990
/
TECHNOLOGY EVOLUTION IN PHOTOGRAPHY
REPRODUCTION SINCE 1990**

TEORETICKÁ DIPLOMOVÁ PRÁCE
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE : RNDr. PETR VELKOBORSKÝ, CSc.
OPONENT DIPLOMOVÉ PRÁCE : MIROSLAV MYŠKA
OBOR: N8204 TVŮRČÍ FOTOGRAFIE

**SLEZSKÁ UNIVERZITA V OPAVĚ
FILOZOFICKO - PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
INSTITUT TVŮRČÍ FOTOGRAFIE**

OPAVA 2014

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na reflexi technologických změn ve fotografii, které se v masovém měřítku začaly uplatňovat během 90. let 20. století. Vzhledem k tomu, že nástup digitálních technologií a internetu zásadním způsobem ovlivnil nejen samotnou fotografii, ale i příbuzné obory (polygrafický a filmový průmysl), rozsah textu komplexně mapujícího danou problematiku by značně překračoval rámec standardní magisterské diplomové práce. Z těchto důvodů bylo tematické zaměření redukováno na reprodukční fotografii, ve které se diskutované změny projeví nejrazantněji. Hlavním cílem je detailní rozbor vzorového postupu vytvoření fotografické reprodukce pomocí digitalizačních technologií a jeho komparace s možnostmi a praxí analogického procesu v klasické fotografii, využívající světlocitlivé emulze na bázi halogenidů stříbra. Dle dostupných informací neexistují literární zdroje podrobně analyzující technologický proces digitální obrazové reprodukce ve fotografii. Text tedy vychází především z autorových vědomostí empiricky získaných během více než desetileté praxe v oboru.

KLÍČOVÁ SLOVA: digitalizace, technologie, reprodukční fotografie

ABSTRACT

The thesis is a reflection on the technological changes in the photographic industry that began to assert themselves on a mass scale during the 1990s. Given that the onset of digital technologies and the Internet profoundly influenced the photographic and related industries (printing industry and film industry), a text comprehensively mapping the subject would by far exceed the limits of a standard master's thesis. The theme was therefore reduced to photographic reproduction in which the changes in question had the strongest impact. The main objective is to provide a detailed analysis of a model procedure in the creation of a photographic reproduction using digitalisation technologies and its comparison with the potential and practice of the analogous process in traditional photography using light-sensitive silver halide emulsion. According to the information available, there is no literature that would analyse in detail the technological process of digital reproduction of still-image pictures. The text is therefore based mainly on the author's knowledge obtained empirically over more than ten years of relevant experience.

KEYWORDS: digitization, technology, photographic reproduction

SLEZSKÁ UNIVERZITA V OPAVĚ
FILOZOFICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA V OPAVĚ
AKADEMICKÝ ROK 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	Karel Poneš
Osobní číslo:	101145
Studijní program:	N8204 Filmové, televizní a fotografické umění a nová média
Studijní obory:	Tvůrčí fotografie Tvůrčí fotografie
Název tématu:	T: Vliv technologických změn na reprodukční fotografii po roce 1990
Téma anglicky:	T: Technology Evolution in Photography Reproduction since 1990
Zadávající ústav:	Institut tvůrčí fotografie

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce se bude věnovat reflexi technologických změn ve fotografii, které se v masovém měřítku začaly uplatňovat během 90. let 20. století.

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury: Adams, Ansel: *The Camera, The Negative, The Print*, Little, Brown and Company, New York 2003
Junge K.W., Hübner G.: *Fotografická chemie*, SNTL 1987
Fraser, Bruce, kolektiv: *Správa barev*, Computer Press, Brno 2003
Hunt, R.W.G.: *The Reproduction of Colour (The Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology) 6th edition*, John Wiley & Sons Ltd., England 2004
Jacobson, Ralph E., kolektiv: *The Manual of Photography 10th edition*, Focal Press, Rochester 2010
Wilhelm, H., kolektiv: *The Wilhelm Research Archives Volume 1 Technical Publications 1968-2013*, Grinell, Iowa, USA 2013
Kaplanová, M.: *Moderní polygrafie*, Svaz polygrafických podnikatelů, Praha 2012

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Petr VELKOBORSKÝ, CSc.
Institut tvůrčí fotografie

Datum zadání diplomové práce: 12. ledna 2014
Datum odevzdání diplomové práce: 27. června 2014

V Opavě 8. prosince 2013

Prof. PhDr. Vladimír BIRGUS
vedoucí ústavu

Děkuji

RNDr. Petrovi Velkoborskému, CSc. za vedení této diplomové práce a Miroslavu Myškovi za oponentský posudek. Zvláštní poděkování mé ženě Barboře, jejím rodičům a mým synům za toleranci a obrovskou pomoc v rodinném zázemí, bez kterého bych nebyl schopen tuto práci realizovat.

Karel Poneš

Prohlašuji,

že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, na základě uvedených pramenů a literatury. Souhlasím se zveřejněním práce formou zařazení do Univerzitní knihovny SU v Opavě, knihovny Uměleckoprůmyslového muzea v Praze a na internetové stránky Institutu tvůrčí fotografie FPF SU v Opavě.

V Brně, 20. června 2014

BcA. Karel Poneš

OBSAH

1/

ÚVOD

1 - 3

2/

STRUČNÝ PŘEHLED VÝVOJE FOTOGRAFICKÝCH TECHNIK A MATERIÁLŮ
VE DRUHÉ POLOVINĚ DVACÁTÉHO STOLETÍ

4 - 8

3/

STRUČNÝ PŘEHLED VÝVOJE OBRAZOVÝCH DIGITALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ DRUHÉ
POLOVINY DVACÁTÉHO STOLETÍ

9 - 14

4/

AKTUÁLNÍ STAV TECHNOLOGIÍ VE FOTOGRAFII

15 - 28

5/

PRINCIPY VYTVOŘENÍ FOTOGRAFICKÉ REPRODUKCE POMOCÍ DIGITÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ

29 - 76

5.1/

TECHNOLOGICKÉ PRINCIPY V REPRODUKČNÍ FOTOGRAFII

29 - 33

5.2/

SYSTÉM PRO SPRÁVU BAREV A OBRAZOVÝ SOUBOR

34 - 43

5.3/

IMPLEMENTACE CMS DO PRACOVNÍHO PROCESU, KALIBRACE A PROFILACE MONITORU

44 - 52

5.4/

POŘÍZENÍ ZDROJOVÉHO SNÍMKU DIGITÁLNÍM FOTOAPARÁTEM

53 - 56

5.5/

ZPRACOVÁNÍ KALIBRAČNÍCH SNÍMKŮ A DÁVKOVÁ APLIKACE ÚPRAV

57 - 68

5.6/

TECHNOLOGICKÁ FŮZE KLASICKÉ A DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE

69 - 76

6/

ZÁVĚR

77 - 78

APPENDIX A/

VYTVORENÍ UŽIVATELSKÉHO PROFILU OBJEKTIVU

79 - 81

LITERATURA

82

JMENNÝ REJSTŘÍK

83

SLOVNÍČEK POJMŮ

84 - 88

ÚVOD

1

Když na přelomu 80. a 90. let 20. století v Evropě vyvrcholil proces rozpadu Sovětského svazu a jeho satelitů, tzv. „východního bloku“, zastínila tato geopolitická událost prakticky veškeré další světové dění. Pád železné opony, ukončení studené války, emancipace národů z područí SSSR - to vše od základů ovlivnilo život lidí nejen v Evropě. Prakticky souběžně však nastalo ještě několik dalších zásadních událostí, které změnily svět napříč kontinenty. Mezi ně bezesporu patří masový průlom digitalizačních technologií, internetu a osobních počítačů do života celosvětové populace. Politologové a sociologové se dodnes přou o důvodech a okolnostech pádu Sovětského svazu. Byl zapříčiněn geneticky danou neschopností komunistické doktríny přežít svoji aplikaci v reálném světě, nebo „uzbrojením“ SSSR americkou výkonnější ekonomikou? Zvítězil Ronald Reagan svojí politikou a správně zacíleným tlakem, anebo by se sovětské imperium rozpadlo tak jako tak? Tato novodobá obdoba pradávnejší otázky, zda bylo dříve vejce nebo slepice, by se dala aplikovat i na zmíněnou digitální vědecko-technickou revoluci. Většina technologických principů, na kterých stojí naše digitální éra, byla známa již v první polovině 20. století. Přesto bylo zapotřebí mnoha dalších desetiletí vývoje k tomu, aby se všechny kauzálně dohledatelné souvislosti sešly a projevíly v podobě prakticky upotřebitelné a celospolečensky přijímané technologie, která ovlivňuje doslova každý aspekt našich životů. Domnívám se, že z kauzálního hlediska nelze zjistit pravé příčiny této koincidence globálního charakteru. Daleko použitelnější pro vysvětlení se mi jeví starý čínský přístup chápat svět jako proud událostí podléhajících cyklickým změnám s definovatelnou kvalitou. Toto učení v Evropě zpopularizoval švýcarský psycholog C.G.Jung, který (společně s fyzikem W. Paulim) zavedl pojem synchronicita, jako princip akauzální shody více událostí v čase, kterou však nelze odbít pojmem náhoda^(1.1). Příkladem takové synchronicity může být i vznik samotné fotografie, kdy prakticky souběžně, ale na sobě nezávisle, objevili podobné principy fixace fotografického obrazu Jacques M. Daguerre, William Fox Talbot a Hippolyte Bayard. Náš svět se z tohoto úhlu pohledu koncem 80.let 20.stol. dostal do fáze určitého kvalitativního znovuzrození, jehož možná nejvýraznější složkou byla revoluce ve vytváření a přístupu k informacím.

Digitalizace ve své podstatě osvobozuje informaci o určitém měřitelném jevu od její závislosti na nosiči záznamu pomocí kvantifikace spojitého (analogového) signálu do

diskrétních (striktně oddělených) hodnot kódovaných převážně v binární soustavě. Míra zkreslení původního signálu je říditelná hustotou vzorkování, tedy počtem diskrétních hodnot, kterými popisujeme měřený rozsah. I při vysoké frekvenci vzorkování původního signálu dochází pochopitelně ke zkreslení záznamu, tato kvalitativní redukce je však mnohonásobně vykoupena výhodami nezávislosti digitální informace na jejím nosiči, neomezenou bezztrátovou kopírovatelností a šířitelností, velmi vysokou flexibilitou editovatelnosti a v neposlední řadě možností kombinovat a unifikovat odlišné informační zdroje (obrazovou, zvukovou, textovou stopu) do jednoho souboru. Digitalizační technologie tak posunuly celkovou kvalitu záznamu, možnosti jeho zpracování a prezentace o obrovský krok kupředu. Ve spojení s průnikem osobních počítačů mezi většinovou populaci a propojení těchto stanic sítí www (world wide web) došlo ke vzniku zcela nového virtuálního světa, který přestavěl hranice našeho vnímání a kvalitu i kvantitu sdílení těchto vjemů s dalšími lidmi. Implementace technologických principů do telekomunikačních systémů a vznik sociálních sítí jen dále rozvíjejí a prohlubují nastoupený trend bezprostředního sdílení informací všeho druhu a vysoké míry interaktivity mezi dříve spíše izolovanými kulturními i sociálními oblastmi ve společnosti.

V samotné fotografii, disciplíně umělecké, ale zároveň značně technicistní, proběhla během 90. let 20. stol. v rámci informační revoluce největší technologická změna od dob jejího vzniku. Změna natolik zásadní, že se s ní podstatná část nejen odborné veřejnosti nedokázala plně smířit ani po pětadvaceti letech a stále tak panuje specifická forma „studené války“ mezi příznivci a odpůrci „digitálu“. Přestože bychom mohli očekávat, že po přechodu od totality k demokratické společnosti (či alespoň její specifické, postkomunistické verzi ve východoevropském prostoru) budeme v jednodušší situaci ve zhodnocení faktů díky vyšší informovanosti a možné pluralitě názorů, není tomu tak. Nedostatek relevantních informací totalitní společnosti dnes nekompensuje dostatek relevantních zdrojů, ale především přemíra informačního šumu. Absence autorit, které by byly schopny jasně vymezit hranice mezi odborností a marketingem, dává prostor k nebývalé manipulaci s fakty a infiltraci racionálně prezentovaných principů pseudovědeckými konstrukty, které ve skutečnosti jen zakrývají promyšlenou strategii prodeje. Signifikantní část odborné veřejnosti navíc z nostalgie ke „starým časům“ dobrovolně, možná zčásti neuvědoměle, přispívá k neúplnému a nepřesnému vnímání technologických principů jejich selektivním zkreslováním na čistě emočním základě. Referenčním bodem při posuzování relevance technologie nemůže být její konkrétní, časově omezená forma, ale základní princip, na kterém je založena. V případě fotografie se jedná stále o kresbu světlem (foto-grafie), jen s obměnou záznamového média a formy zaznamenané informace. Z tohoto hlediska nelze nadřazovat jednu variantu technologie nad druhou obdobně, jako nelze posuzovat míru kvality děl Vermeera van Delft oproti Jacksonu Pollockovi na základě odlišné techniky a použitých materiálů.

Reprodukční fotografie nepatří mezi disciplíny oblíbené u studentů uměleckých škol, nicméně diskutovaná problematika se zde promítá v takřka nejčistší podobě. Schopnost obrazově věrně reprodukovat skutečnost patří mezi základní charakteristické prvky fotografie, kterými se emancipovala od kvalitativních měřítek příbuzných vizuálních umění. Zároveň se zde bezprostředně uplatňuje vliv technologického vývoje v jeho plné

šíří a hloubce. Nermalou ambicí této práce je racionálním a objektivním způsobem analyzovat technologické změny, kterými během posledních 25 let fotografie prošla, zhodnotit vliv těchto změn na její charakter a kvalitu výstupu a provést celkové srovnání klasického fotografického procesu s jeho novodobou digitální variantou. Reprodukční fotografie je úzce provázána s problematikou polygrafie, kterou se však z důvodů příliš širokého tematického záběru takové práce nebudu hlouběji zabírat.

Již Aristotelés ve svém učení o systematizaci lidského vědění kladl důraz na přesnou definici diskutovaných pojmů, jako nezbytný předpoklad plnohodnotného myšlení a logické argumentace. Při vyhledávání pojmu „reprodukční fotografie“ v existující literatuře a na internetu jsem však narazil na nepřesné, neúplné či zastaralé definice, které nejsou v současném technologickém kontextu použitelné. Dovolil jsem si tedy pro účely této práce redefinovat pojem „reprodukční fotografie“ následovně:

Reprodukční fotografie je technika, jejímž cílem je zhotovení vizuálně maximálně věrné obrazové reprodukce skutečnosti pomocí fotografických, zobrazovacích a tiskových technologií. Obrazovou věrností rozumíme shodu podráždění oka pozorovatele (a z toho vyplývající kvalitativní shodu zrakového vjemu) při pozorování originálu a obrazové reprodukce s přihlédnutím k případné redukci trojrozměrné reality do dvojdimenzionálního obrazu.

Vzhledem k tomu, že reprodukce skutečnosti redukována na škálu šedé vytváří vysoce stylizovaný obraz, který nevyhovuje výše uvedené definici, nepovažuji tuto techniku za plnohodnotnou fotografickou reprodukci a její využití pro tyto účely v klasické fotografii za technologicky či finančně vynucené.

STRUČNÝ PŘEHLED VÝVOJE FOTOGRAFICKÝCH TECHNIK A MATERIÁLŮ VE DRUHÉ POLOVINĚ DVACÁTÉHO STOLETÍ

2

V následujících dvou kapitolách se chci zaměřit na stručný přehled vývoje klasických fotografických technologií a jejich digitálních alternativ. Cílem není vyčerpávající přehled všech zásadních objevů a vývojových specifik firem pracujících ve fotografickém průmyslu. Na limitovaném množství příkladů z hlouhodobého hlediska nejzásadnějších událostí, chci demonstrovat pouze základní charakteristické rysy technologického vývoje fotografie druhé poloviny dvacátého století.

Klasická fotografie byla po druhé světové válce po technologické stránce plně vyspělá a zásadní otázky, které začátkem padesátých let řešila, bylo především komerční využití válečných a meziválečných objevů (senzibilace světlocitlivých emulzí zlatem, fixace barvotvorných látek apod.) a zajištění dostatku surovin pro výrobu. Technologický vývoj té doby určovala západní Evropa a USA. Silný zájem na rozvoji a průmyslovém růstu v Japonsku, které se tímto způsobem částečně vzpamatovávalo z výsledků II. světové války, však vyústil v nástup několika společností, které celosvětově ovlivnily vývoj fotografické techniky i filmových materiálů. Patřily mezi ně zejména firmy Nikon, Canon, Sony a Fuji. Po počátečních neúspěšných pokusech dohnat technologicky vyspělejší státy japonci pochopili, že jediná cesta k úspěchu vede přes vlastní vývoj, který (s pomocí německých odborníků) započali a úspěšně rozvíjeli. V naší oblasti na východní straně železné opony bohužel zvítězila cesta minimálního výzkumu limitovaného na kopírování vyspělejších technologií, a celkově byl náš přístup ke špičkovým výrobkům před rokem 1989 značně omezen. V USA se dominantní firmou v oboru stal Kodak, který svojí marketingovou strategií úspěšně rozšířil fotografii mezi běžnými lidmi ve skutečně masovém měřítku. Fotografie se tak díky Georgi Eastmanovi stala celospolečenským standardem. Rozvoj celosvětově směřoval k jednoduchosti ovládání, automatizaci a miniaturizaci přístrojů. Během 80. let dosáhl technologický vývoj v klasické fotografii svého maxima. Vysoce citlivé fotografické emulze všech typů dosahovaly vinikajících parametrů, přístroje byly vybaveny mnoha elektronickými pomůckami, které výrazně usnadňovaly a zpřesňovaly práci. Zvyšující se všeobecný vliv elektronických zařízení a snaha o integraci dat do obrazu vedly Kodak k pokusu o zavedení

nového formátu APS v roce 1996, který však smetla vlna nastupující komplexní digitalizace. Dění po roce 1990 vykazovalo takovou rychlost a razanci, že mnoho zavedených firem v oboru neodhadlo situaci a jen s velkými problémy se jim dařilo udržet na trhu. Poněkud jednodušší situaci měli výrobci fotoaparátů, kteří přizpůsobili svoje výrobky digitální technice. Výrobci filmových materiálů a papírů však často nedokázali adekvátně přizpůsobit svoje portfolia nové situaci. Bez větších ztrát pozic se v současné době na trhu pohybuje pouze několik klasických firem (Ilford, Nikon, Canon, Sinar, Fuji). Klasické filmové materiály a přístroje jsou v současnosti používány omezeným spektrem profesionálů, či nadšenců, kteří z nejrůznějších důvodů cítí potřebu vyjádření pomocí chemického vyvolávání citlivých emulzí, či používání přístrojů na bázi camery obscure (ILFORD 4x5 Pinhole Camera). Mainstream ve fotografii se zcela přesunul do sféry digitálních technologií....

- 1948 prodej prvního maloformátového přístroje NIKON I (formát 24mm x 32mm na místo standardu 35mm)
- 1948 CANON (největší konkurent Nikonu) přestává používat optiku NIKONU, kterou výhradně používal od roku 1935
- 1948 Canon plně pokrývá výrobu objektivů do vlastních přístrojů (Serenar) a společnost Nippon Kogaku přestává zásobovat Canon objektivy Nikkor
- 1950 Kodak Colorama instalována na New York City Central Station. Do roku 1989 největší podsvícený panel na světě. Reklama na pozadí aktualit ve fotografiích.
- 1950 NIKON M (mírně větší formát 24mm x 35 mm) a NIKON M synchro (synchronizace blesku)
- 1951 SINAR kardanový přístroj s integrovanou závěrkou a ovládáním clony nezávisle na objektivu
- 1951 NIKON S, méně nákladná varianta NIKONU 1 s NIKONU M, první oficiální fotoaparát od Nipponu dovážený do Ameriky, objektivy RF-Nikkor 85mm f/1.5 a Nikkor 250mm f/4
- 1951 Canon modely III (první japonský model s rychlou závěrkou 1/1000s) a IV (s kolejkou na blesk, umožňující propojení s přístrojem bez použití kabelu)
- 1954 Kodak Tri-X 400 uveden na trh
- 1954 Ilford představil verzi papíru Multigrade s 5 filtry
- 1954 Koncept Leica M3 vyprovokoval výrobce japonských fotoaparátů (včetně Canonu) k posílení vlastního vývoje směrem k SLR kamerám za použití vlastních technologií, tyto SLR kamery byly schopné překonat dosavadní limity dálkoměrových kamer (včetně použití teleobjektivů)
- 1954 Průmyslový rentgenový film
- 1956 Kodak Verichrome Pan Film uveden na trh – nahrazuje Verichrome Film z roku 1931 (čb materiál)
- 1956 Dokončen první japonský elektronický počítač FUJIC pocházející z dílny Fuji (výpomoc při výpočtech konstrukce objektivů)
- 1958 firma Nippon Kogaku K.K. získala vedle ocenění Grand-Prix zlatou, stříbrnou a bronzovou medaili na výstavě World Expo v Bruselu (zlato za objektivy

- Nikkor pro fotoaparáty, stříbro za objektiv Nikkor pro TV kameru a bronz za mikroskopy Nikon)
- 1958 První negativní film Fujicolor a 3 další černobílé svitkové filmy (během padesátých let Fuji dosáhl 15 procentního podílu z celosvětového prodeje filmů)
- 1958 Fujica 35 ML, raný předchůdce poloautomatických fotoaparátů
- 1958 Fujitac (film TAC)
- 1959 Kodak High Speed Ektachrome Film - barevný materiál s nejvyšší citlivostí na trhu
- 1959 Nippon Kogaku K.K. prodal objektiv Nikkor společnosti Bronica Corporation, nyníjší Tamron Corporation, která pro Zenza Bronica vyráběla střední třídu SLR fotoaparátů
- 1959 CANONFLEX, první jednooká zrcadlovka Canon, profesionální přístroj zaměřený na kvalitu a rychlost (o měsíc později přichází Nikon s modelem NIKON F), řada technických vylepšení: výměnný hledáček s optickým hranolem, plně automatické ovládání clony, externí seleniový expozimetr
- 1960 Kodak zavádí film na polyesterové podložce KODAK ESTAR Film Base – obecně PET Base – třetí generace filmových podložek
- 1961 První Fuji fototiskárna DP Master
- 1962 Ultra-micro Nikkor HR objektivy nejvyšší rozlišení své doby
- 1962 licenční dohoda mezi Fuji a Eastman Kodak – výroba černobílých filmů
- 1962 Vznik společenství mezi Fuji a Xeroxem (Fuji Xerox - produkce a prodej xerografických výrobků a později vlastních fotokopírek)
- 1963 Kodak INSTAMATIC systém levných jednoduše ovladatelných fotoaparátů, v prodeji do roku 1988. Masově rozšířen – do roku 1970 více než 50 mil. kusů. Předchůdce kompaktních fotoaparátů.
- 1964 Na trh přicházejí filmové kamery Super 8 (Eastman Kodak) a Single 8 (Canon),
- 1965 Kodak uvádí na trh super 8mm film v kazetách KODACHROME II – snadná manipulace, vkládání do přístroje.
- 1967 Ilford uvedl na trh Ilfobrom, vrstvený papír s dřevovláknitou podložkou
- 1968 SINAR selektivní měření expozice v rovině filmu, aplikovaný zonální systém
- 1968 Ilford představil film FP4
- 1971 KODAK EKTACHROME 160 Movie Film (Type A) v kombinaci s novým typem 8mm kamer umožní snímání za běžného osvětlení bez dosvícování v amatérských podmínkách
- 1971 Anglický fyzik maďarského původu Dennis Gabor získává Nobelovu cenu za práci v oblasti holografie
- 1972 NIKKORMAT EL, první tělo NIKON s elektronicky řízenou závěrkou
- 1975 KODAK EKTAPRINT 100 Copier-Duplicator
- 1976 Uvedeny plastové čočky Nikon ORMA a mikroskopy BIOPHOT, METAPHOT
- 1976 Canon AE-1, první 35mm SLR fotoaparát s automatickou expozicí na světě, vybavený centrální procesorovou jednotkou
- 1976 Ilford zahájil výrobu filmu HP5
- 1976 Fuji Color F-II 400, světově první barevný negativní film s vysokou citlivostí

- 1978 SINAR první výrobce mikroprocesorem řízené digitální závěrky a expozičního systému
- 1978 Ilford uvedl na trh vylepšenou verzi papírů Multigrade s 11 filtry
- 1980 NIKON F3, třetí generace profesionální třídy 35mm SLR fotoaparátů, mechanické ovládání clony nahradilo elektronické řízení, poprvé použit LCD displej, který v hledáčku zobrazoval parametry nastavení
- 1980 Ilford představil světově první chromogenní film XP1
- 1981 KODAK EKTAFLEX PCT Color Printmaking Products, set pro domácí zhotovení barevných fotografií
- 1982 KODACOLOR VR 100 zhotoven Kodakem patentovanou technologií T-Grain
- 1984 Systém minilabu Fuji
- 1986 KODACOLOR VR-G 35 filmový materiál
- 1986 Canon T90, model pro fotoamatéry (navržen tak, aby za uživatele převzal veškeré nastavování, a vše tak řídil sám), podporován velkou řadou objektivů FD
- 1986 První jednorázový fotoaparát na světě Fuji QuickSnap
- 1987 Canon uvádí na trh systém zrcadlovek EOS (zaměřený na zrcadlovky s automatickým ostřením a elektronicky ovládanou clonou) a EF objektivů, který se rozvíjí dodnes, (jedná se o systém, kde nové technologie fotoaparátů lze integrovat se stávajícími objektivy, blesky a dalším příslušenstvím, a současně nové technologie objektivů a příslušenství mohou pracovat se stávajícími těly fotoaparátů)
- 1988 Prezentován koncept Sinar e, kombinace elektroniky, řízení počítačem a klasického mechanického systému
- 1988 Kodak EKTAPRESS GOLD – řada materiálů pro fotoreportéry
- 1988 KODAK T-MAX P3200 b&w film
- 1988 NIKON F4, nejvšestrannější profesionální model, který je schopný použít všechny typy objektivů, vyrobené od roku 1959, včetně objektivů s AF (automatické ostření)
- 1989 Ilford uvedl na trh film HP5 Plus
- 1990 Ilford uvedl na trh film FP4 Plus
- 1990 Ilford představil první Delta film na bázi technologie T-grain
- 1990 KODAK PREMIER Image Enhancement System nový systém minilabů s kombinující elektronickou a klasickou filmovou technologií
- 1990 Barevný inverzní film pro profesionální fotografy FUJI Velvia
- 1991 Ilford XP2 nahrazuje XP1
- 1991 Společnost Canon začala hledat (z ekologických důvodů) bezolovnaté suroviny pro výrobu optického skla
- 1992 Ilford představil film Pan F Plus
- 1992 Ilford rozšířil nabídku filmů o Delta 100
- 1993 První optika Canon se 100% bezolovnatým sklem - objektiv EF 28-80 mm F/3.5-5.6
- 1994 KODAK ROYAL GOLD řada negativních barevných materiálů
- 1994 Byl uveden film Fujicolor Reala se čtyřmi barevnými vrstvami

- 1996 KODAK APS formát – pokus o zavedení nového standardu proměnné velikosti políčka s možností zápisu dodatečných informací v magnetickém nebo optickém pásu
- 1996 NIKON F5, bateriová Ni-MH jednotka a vysokorychlostní ostření, čtyři expoziční režimy, odolnější tělo
- 1997 Ilford představil klasický bromostříbrný papír Multigrade Warmtone FB
- 1998 Ilford rozšířil nabídku o film Delta 3200
- 1998 KODAK PROFESSIONAL PORTRA Color Negative Films, and KODAK PROFESSIONAL SUPRA III Color Paper
- 1998 Canon EOS 3, nejrychlejší systém automatického ostření, 45bodový autofokus s možností výběru zaostřovacího bodu pohledem oka, automaticky nebo manuálně (výroba ukončena 2007)
- 1998 Ilford představil třetí generaci chromogenních filmů - XP2 Super
- 1998 Ilford uvedl na trh Multigrade Warmtone RC
- 1999 KODAK odprodává tiskové a reprodukční technologie firmě Heidelberg
- 1999 KODAK Duralife paper
- 2004 NIKON F6, poslední kinofilmový přístroj Nikonu, tělo vyrobené ze slitiny hliníku a kevlaru, funkce: redukce vibrací při exponování, 11zónový autofokus, snímání 8 snímků za sekundu, 41 uživatelských nastavení a kompatibilita s velkým množstvím příslušenství
- 2004 Canon završuje vývoj v oboru konstrukce objektivů - člen DO (vícevrstvý difrakční optický člen), použit u objektivu EF 400 mm f/4 DO IS USM (z roku 2001) a EF70-300 mm f/4.5-5.6 DO IS USM (uveden v roce 2004)
- 2006 KODAK PROFESSIONAL PORTRA Color Negative Films, and KODAK PROFESSIONAL SUPRA III Color Paper
- 2006 NIKON ukončil výrobu všech kinofilmových zrcadlovek s výjimkou profesionálního modelu NIKON F6
- 2007 KODAK PROFESSIONAL T-MAX 400 a filmový KODAK VISION3
- 2009 KODAK ukončuje výrobu Kodachromu
- 2010 Ilford uvedl na trh HARMAN Direct Positive Papers
- 2011 Zahájena výroba papíru ILFORD MULTIGRADE Art 300
- 2011 Ilford zavedl holografické desky HARMAN Holo FX
- 2011 Ilford představil fotografickou sadu camery obscurity HARMAN Titan 4x5 Pinhole Camera a ILFORD Pinhole Photography Kit
- 2012 Ilford znovu uvedl na trh jednorázové fotoaparáty Black & White Single Use Cameras
- 2013 SINAR fúzuje s Leica GmbH
- 2013 Sinar parallel - modul pro přesné nastavení rovnoběžnosti objektu se zadní standardou aparátu pomocí laseru
- 2013 Ilford představil kameru obscura Obscura ILFORD 4x5“

STRUČNÝ PŘEHLED VÝVOJE OBRAZOVÝCH DIGITALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ DRUHÉ POLOVINY DVACÁTÉHO STOLETÍ

3

Digitální technologie nejen ve fotografii je všeobecně spojována s obdobím od 90. let minulého století do současnosti. Jak se dále v textu (kapitola 4) zmiňuji, principy na kterých stojí elektronický záznam obrazu jsou podstatně starší. Záznam fotografického obrazu elektronicky je znám již od počátku 20. století - a to s pomocí fotodiod. Pro praktické využití v té době pochopitelně chyběly návazné technologie uložení, editace a prezentace obrazu. Nejednalo se také o digitální informace, jak je známe dnes, ale o analogový elektrický signál. Nicméně tato skutečnost jasně dokazuje, že celé technologické pozadí digitalizačních přístrojů se vyvíjelo dlouhodobě a jeho prudký nástup na trh byl zapříčiněn především koincencí více vlivů. Pouze díky provázanosti s mnoha dalšími sférami lidské činnosti bylo možné, aby v horizontu 10 - 15ti let digitální technologie prakticky eliminovala vyspělou a dlouhodobě zavedenou klasickou fotografii. Zásadní události „za oponou“, které připravily prostor pro aplikaci elektronického záznamu ve fotografické praxi, proběhly koncem 60. a během 70. let minulého století. Nejprve během dvou let 1967 - 1969 byl ohlášen objev záznamových zařízení využitelných ve fotografii - CCD a CMOS senzorů. V roce 1973 v Bell Laboratories vynalezli operační systém UNIX a programovací jazyk C. V roce 1975 Steven Sasson zhotovil první prototyp digitálního fotoaparátu osazeného CCD senzorem a o rok později vynalezl Bryce Bayer mozaiku RGGB, která umožňovala rekonstruovat ze zachycených nebarevných informací barevný obraz. Do konce 70.let pak lidstvo disponovalo disketovými záznamovými mechanikami a procesory ovládanými fotografickými přístroji (Canon, Sinar) - i když ještě pracujícími s filmovým materiálem. Během 80. let postupně narůstala sofistikovanost neustále se vyvíjejících počítačových technologií a na přelomu 80. a 90. let 20. století nastal jejich skutečný průlom do společnosti. Jednalo se tehdy již o poměrně vyspělé technologie, které svým masovým rozšířením nabíraly o to větší rychlost vývoje. Zejména prvních pět let nového milénia znamenalo obrovský technologický skok zejména díky několikaletému boji mezi výrobcí procesorů Intel a AMD, během nichž se zněkolikanásobil celkový výkon osobních počítačů a především se výrazně posunuly možnosti nanolithografie, kterou jsou vyráběny jak součástky procesorů, tak

i senzory do digitálních fotoaparátů. Souběžně v tomto období došlo k prudkému rozvoji v oblasti fotografického inkoustového tisku, kde se etablovali tři hlavní výrobci, určující technologické trendy - Canon, Epson a Hewlett-Packard. Posun v technologii výroby inkoustů ve formě suspenzí pigmentu v kapalině fakticky znamenal překonání mnoha kvalitativních parametrů klasického fotografického pozitivního procesu.

Na přehledu událostí je jasně patrné, že firmy, které chtěly v tomto velmi dynamickém období přežít, či si ještě vylepšit pozice, musely přistoupit k miniaturizaci přístrojů, umožnit jejich maximální kompatibilitu s konkurenčními výrobky, reflektovat interaktivitu s telekomunikačními nástroji (Iphone, atd.) a v neposlední řadě sdružovat síly v dočasných spojenectvích (např. Sinar a Kodak) nebo trvalými fúzemi (Hasselblad, Leaf a Phase-One, Sinar a Leica, atd.). Sebelepší pozice ve světě klasické fotografie neuchránila společnosti, které včas nezareagovaly na nové trendy vývoje, od velkých problémů (Kodak, Nikon). V současnosti lze pozorovat jasný trend soustředění několika velkých firem do korporací ve kterých se vzájemně doplňují svým portoliem a zajišťují si tak větší stabilitu na trhu. Další vývoj synchronizují s ohledem na technologické směřování spřízněných výrobců.

- 1954 Akciová společnost Canon Inc. začíná s několika partnery výrobu TV kamer, především pro přímé přenosy zpráv v Japonsku
- 1956 Dokončen první japonský elektronický počítač FUJIC pocházející z dílny Fuji (výpomoc při výpočtech konstrukce objektivů)
- 1956 J. Bardeen, W.H. Brattain, W. Shockley v Bell Labs vynalezli tranzistor
- 1965 Pásky pro počítače (Fuji)
- 1966 KODAK 2620 Color Printer osazen elektronickou pamětí umožňující tisk až 3000 stran za hodinu
- 1967 F.M. Wanlass ve Fairchild Semiconductors vynalezl CMOS logický obvod
- 1969 W. Boyle a G.E.Smith v Bell Labs vynalezli CCD senzor
- 1973 D. Ritchie a K. Thompson v Bell Labs vynalezli operační systém UNIX a programovací jazyk C (později S a C++)
- 1975 Steven Sasson konstruuje prototyp digitálního fotoaparátu za podpory Kodaku 0,01MPix b&w
- 1976 Bryce Bayer v Kodaku vynalezl Bayerovu mozaiku využívanou při expozici elektronickými senzory
- 1976 Canon AE-1, první 35mm SLR fotoaparát s automatickou expozicí na světě, vybavený centrální procesorovou jednotkou
- 1977 První počítačové diskety vyrobené v Japonsku
- 1978 SINAR první výrobce mikroprocesorem řízené digitální závěrky a expozičního systému
- 1980 NIKON F3, třetí generace profesionální třídy 35mm SLR fotoaparátů, mechanické ovládání clony nahradilo elektronické řízení, poprvé použit LCD displej, který v hledáčku zobrazoval parametry nastavení

- 1980 Ve FUJI zahájen výzkum digitální fotografie (z iniciativy nově zvoleného prezidenta společnosti Fuji Photo Film, pana Minoru Ohnishi)
- 1981 Sony Mavica, první fotoaparát, který místo filmu na chemickém principu zaznamenával obraz na elektronické prvky CCD (pro zobrazení exponovaných snímků bylo nutné použít např. televizor, kde byly snímky zobrazeny)
- 1982 založena firma ADOBE Systems Johnem Warnockem a Charlesem Geschkem v San Jose, USA
- 1983 Digitální diagnostický rentgenový zobrazovací systém Fuji FCR
- 1984 Masová výroba počítačových disket (v roce 1989 zahájena velkovýroba 3.5 palcových disket v Bedfordu-Massachusetts)
- 1985 Fuji zahájila hromadnou výrobu optických čoček pro CD mechaniky
- 1986 Canon RC-701, první prodáváný digitální fotoaparát na světě, CCD čip velikosti 6,6 x 8,8 mm (úhlopříčka 11 mm) s rozlišením 712 x 534 bodů, objektivy f/1.2 11 až 66 mm, dále f/2.8 50 až 150 mm a širokoúhlý objektiv f/1.8 6 mm, k celému systému patří i tiskárna (tryskové nanášení barviva na papír)
- 1988 prezentován koncept Sinar e, kombinace elektroniky, řízení počítačem a klasického mechanického systému
- 1988 Nefilmová analogová SLR Nikon QV-1000C, první prodávaná nefilmová SLR Nikonu využívající analogový záznam na floppy disk
- 1988 Fujix DS-1P, první plně digitální fotoaparát Fuji, světově první digitální fotoaparát, který zaznamenával snímky do počítačových souborů, pro které využíval výměnnou 16MB flash kartu typu SRAM, snímačem DS-1P byl čip CCD 400 000 pixelů, objektiv s pevným ohniskem 16mm f/5.6 nebo f/4 s bleskem a závěrka s rychlostí 1/60 - 1/2000s
- 1989 KODAK XL 7700 Digital Continuous Tone Printer velkoformátová termální tiskárna
- 1989 IRIS Graphic 3047 první velkoformátová fotografická tiskárna pracující na principu kontinuálního proudu inkoustu, čtyřbarevná
- 1990 KODAK PHOTO CD System pro přehrávání snímků v TV a standardizaci barvového prostředí na PC a elektronických zařízeních
- 1990 KODAK PREMIER Image Enhancement System nový systém minilabů s kombinující elektronickou a klasickou filmovou technologií
- 1991 KODAK Professional Digital Camera System (DCS) kombinovaný s NIKON F3 1.3MPix digitální fotoaparát
- 1991 Těla NIKONU využívána Kodakem pro vlastní vývoj DSLR
- 1991 První DSLR postavená agenturou NASA na těle NIKON F4 /Electronic Still Camera/, použit při misi STS-48 na raketoplánu Discovery
- 1991 35mm filmový skener NIKON LS-3510AF
- 1991 Fujix DS-100, patřil do tzv. sedmičky výrobců digitálních fotoaparátů, kteří nabídli cenu pod \$10 000 (dále Canon, Apple, Logitech, Sony, Dycam a Kodak), na rozdíl od konkurence (využívající pro ukládání vnitřní paměť typu EPROM a pro výstup TV) využíval paměťové karty velikosti vizitky s vestavěným lithiovým článkem pro udržení dat

- 1991 Společnosti Fujifilm a Nikon uzavřely dohodu o spolupráci při výzkumu profesionálních digitálních zrcadlovek
- 1991 Kodak uvedl na trh první digitální zrcadlovku, Kodak DCS-100
- 1992 SINAR Expolux systém nahrazuje zastaralou digitální závěrku
- 1992 Eizo uvádí do výroby FA-1020, první Eizo LCD monitor pro osobní počítače (10.4")
- 1994 Nikon uvádí barevnou tiskárnu Coolprint
- 1994 DURST Lambda 130 první RGB laserová osvitová jednotka
- 1994 Epson Stylus Color první stolní fotografická tiskárna, rozlišení 720 dpi, 4 barvy
- 1995 NIKON E2/E2s (neboli FUJI DS-505/515), první dva modely komerčně vyráběných digitálních SLR NIKONU v kooperaci s FUJI, CCD snímač s 1.3 megapixely, automatické ostření, plná kompatibilita s AF objektivy Nikkor, rozhraní PCMCIA typu I
- 1995 Na trh přichází nový 35mm filmový skener COOLSCAN II a plně barevná tiskárna Coolprint II
- 1995 Canon EOS DCS 3, digitální EOS, 1.3 megapixelový snímač - společný produkt Canonu a Kodaku
- 1995 Výsledek výzkumu Fuji a Nikon: první DSLR Fujix DS-505 a Nikon E2/E2s (tělo neslo jména obou výrobců, mělo stejné parametry i příslušenství, včetně plné kompatibility objektivů Nikkor)
- 1996 Sinarcam + Leaf DCBII profesionální digitální fotoaparát samostatný nebo kombinovatelný se Sinarem p2 6Mpix
- 1996 Canon PowerShot 600, začátek střední třídy digitální rodiny PowerShot, čip CCD s 570 000 pixely, místo RGB využit systém CYGM (Cyan, Yellow, Green, Magenta)
- 1996 Fuji Digital Minilab Frontier, světově první digitální minilab
- 1997 Eizo vylepšuje technologii LCD monitorů s důrazem na lepší prostorové využití, FlexScan L23 (13.8")
- 1998 Sinarback 1-/4- shot digitální stěna použitelná s velko- a středo formátovými přístroji
- 1998 NIKON E3/E3s (neboli FUJI DS-560/565), poslední z řady DSLR vyrobených NIKONEM a FUJI
- 1998 Hewlett-Packard DesignJet 2500 a 3500 první pigmentové 4-barevné fotografické tiskárny, zlom ve světlostálosti a gamutu inkoustového fototisku
- 1999 KODAK a SANYO uvádějí na trh první OLED obrazovku
- 1999 NIKON D1, průlom ve vlastní produkci digitálních zrcadlovek – NIKON navrhuje DSLR od základů až po výrobu, následně se linie D1 rozdělila na dvě části - větev „X“ zaměřující se na vysoká rozlišení a „H“ spojovaná s rychlostí, digitální zrcadlovky řady D1 si našly své místo především v reportážní fotografii, pro kterou byly také určeny
- 1999 Fuji zahájil výzkum snímacího čipu Super CCD pro zvýšení rozlišení resp. dynamického rozsahu
- 1999 FinePix PR21, světově první digitální fotoaparát s integrovanou tiskárnou, spojení digitální technologie a vysoce kvalitního stříbrného halogenidu pro vytvoření okamžité fotografie velikosti kreditní karty 46mm x 62mm

- 2000 Sinarback 23 6Mpix one shot + Macroscan + Cyberkit (mobilní řešení bez stolního počítače)
- 2000 První digitální zrcadlovka Canon EOS D30, 3.25 megapixelový CMOS snímač a RGB barevný filtr s vynikajícím vyvážením barev, objektiv Canon EF 16-35 mm f/2.8 L USM
- 2001 Sinarback HR Microscan
- 2001 Fuji představil 1 Mpx fotografickou jednotku pro mobilní telefony
- 2002 Sinar p3 + Sinarback 54 22MPix one shot (kooperace s Kodakem)
- 2002 Canon EOS D60, EOS 1Ds (technologie CMOS snímačů s vysokým rozlišením, nízkým šumem a nízkým příkonem, EF objektivy)
- 2003 Sinar m - stavebnicový středoformátový přístroj kombinovatelný s kardanovými systémy a libovolnými objektivy + Sinarback 43 a 54 s firewire propojením
- 2003 KODAK EASYSHARE printer dock 6000, scanner a Oled display jako funkční celek
- 2003 Eizo LCD monitory série ColorEdge, světově první řada LCD monitorů určen pro profesionály v oblasti grafiky a barevného tisku
- 2003 Fuji uvádí Super CCD
- 2003 Digitální diagnostický rentgenový zobrazovací systém: Systém FCR Profect CS
- 2004 Fúze s NexPress a Scitex, spolupráce s IBM na vývoji CMOS senzoru
- 2004 Canon i9900 8-barevný tisk pigmentovými inkousty
- 2004 ColorEdge CG220, světově první Adobe RGB LCD monitor umožňující reprodukovat Adobe RGB 1998 barevný prostor
- 2004 KODAK Ultima Picture Paper, s COLORLAST technologií (konflikt s WIR o problematice testování světlostálosti)
- 2004 NIKON D2X, snímací čip CMOS 12.4 megapixelů (čip vyrobila firma SONY)
- 2005 Sinarback eMotion 22 mobilní stěna s interní ssd pamětí a displejem
- 2005 39MPix sensor, the KODAK KAF-39000 Image Sensor
- 2005 Epson tiskárny řady x800, 8 barevný tisk (tři neutrální inkousty) UltraChrome K3 technologie tonerů
- 2006 Canon PIXMA Pro 9500, 10ti barevný inkoustový tisk pigmentovými tonery Lucia
- 2006 Canon ProGraf iP9000, 12ti barevný tisk pigmentovými inkousty Lucia
- 2007 KODAK EASYSHARE All-In-One Printers využívající pigmentové inkousty
- 2007 Řad Fuji Digital Minilab Frontier 700
- 2007 Epson Stylus Pro 11880, 9ti barevný fotografický pigmentový tisk šířky až 164cm
- 2008 Sinar Hy6 komplexní středoformátový digitální systém
- 2008 APEX systém a Stream Inkjet Technology (kontinuální proud inkoustu)
- 2008 50 Mpix CMOS
- 2008 Systém analýzy 3D obrazu Fuji Volume Analyzer Synapse Vincent
- 2008 Fujifilm Quality Thermal Photo Paper, nová generace fotografického tiskařského materiálu založeného na tepelném přenosu
- 2008 Super CCD EXR
- 2008 HP DesignJet Z3200 12ti barevný tisk pigmentovými inkousty Vivera (3 neutrální)

- 2009 Sinarback eSprit 65 digitální stěna univerzálně použitelná s konkurenčními přístroji
- 2009 KODAK OLED technologie prodána LG
- 2010 systémy Sinar jsou opatřeny adaptéry umožňujícími propojení s konkurenčními digitálními stěnami
- 2010 Sinar p-slr kardanový systém umožňující na zadní standardu umístit tělo maloformátové zrcadlovky
- 2010 Fujifilm společně s IBM oznámil světový rekord v hustotě záznamu na lineární magnetické pásce, jenž má hodnotu 29,5 Gbps
- 2011 Sinar e-shutter nová koncepce elektronické závěrky ovládatelné i přes iPhone a iPad s příslušným sw
- 2012 Sinar rePro kompletní high-end řešení pro reprodukční fotografii
- 2012 Sinar eXact univerzální digitální stěna pro všeobecné použití s rozlišením 12 – 192MPix dle systému
- 2012 Capture Flow inovovaný ovládací, editovací a CMS software vyvinutý v kooperaci s BaslCColor GmbH.
- 2012 Datové kazety Fujifilm LTO Ultrium 6 využívající moderní proces nanášení jednotlivých vrstev Fujifilm NANOCUBIC
- 2013 fúze Sinaru s Leica GmbH
- 2013 Sinar CTM – dvoucestný filtr kompenzující barevné odchylky vznikající díky vlastnostem materiálů Bayerova filtru
- 2013 NIKON Df, nová řada NIKONU v retro designu (tělo, tvořené z velké části hořčíkovou kostrou, navazuje na tradici kinofilmových modelů FM2 či FM3), fullframe snímač (FX) stejný jako NIKON D4, obrazový procesor EXPEED 3
- 2013 Společnosti Fujifilm a Panasonic společně vyvíjejí organickou technologii obrazového snímače CMOS využívající organickou fotoelektrickou konverzní vrstvu
- 2013 Eizo uvádí na trh 22" LCD monitor EV2216W pro kancelář a dohledová pracoviště s LED podsvícením
- 2014 Tiskárna pro chytré telefony instax Fuji SHARE SP-1
- 2014 EIZO RadiForce RX850, nový barevný monitor řady Multi-Modality s rozlišením 8 megapixelů pro radiologické vyšetřování
- 2014 Eizo Corporation uvádí na trh EIZO CG277 (třetí 27" model z řady ColorGraphic s možností auto-rekalibrace) a EIZO CX271 (z řady ColorEdge CX) se zabudovaným autorekčním senzorem, oba modely disponují rozlišením 2560 x 1440 (4Mpx)

AKTUÁLNÍ STAV TECHNOLOGIÍ VE FOTOGRAFII

4

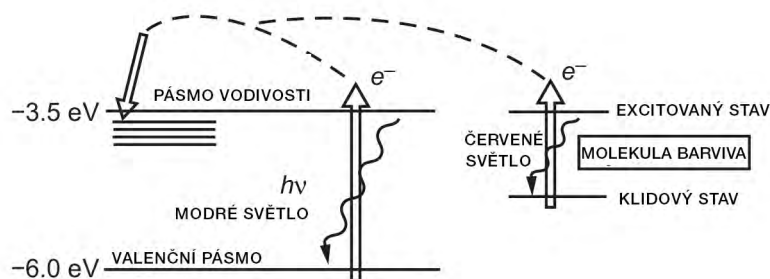
Vstup digitalizace do fotografické praxe v 90. letech 20. století s sebou přinesl, mimo jiné, rozličné názory na relevanci nových technologií ve smyslu otázky co ještě je a co již není fotografie. Vášnivé diskuze průkopníků nových směrů na jedné straně a konzervativců na straně druhé, mohou být pro všechny zúčastněné přínosnou konfrontací různých názorových proudů. Bohužel jsou tyto debaty často znehodnoceny nedostatečně (pokud vůbec) definovanými pravidly diskuze, ve kterých pak často sílu racionálních a podložených argumentů nahrazuje síla osobnosti diskutéra. V této kapitole bych se chtěl zaměřit na srovnání klasického, analogového fotografického procesu s jeho novodobou digitální variantou a na základě tohoto rozboru objasnit chybnost některých rozšířených názorů a předpojatostí vůči digitální fotografii. Při bližším pohledu lze na těchto, na první pohled velmi odlišných technologiích, nalézt překvapivě mnoho společných prvků. Především však nelze tvrdit, že „skutečná“ fotografie je technologicky omezena její analogovou variantou.

Jak jsem již avizoval v úvodu této práce, podstata fotografie se odvíjí od principu zachycení světelné kresby záznamovým médiem. Jakým způsobem tohoto záznamu docílíme a jakým způsobem získanou kresbu zafixujeme, je sekundární problém, který nemění samotnou podstatu fotografického jevu. V historických publikacích běžně nenalezneme polemiky o tom, zda obrazy zachycené na asfaltových deskách, platinotypie nebo bromolejotisky jsou méně fotografiemi než talbotypie či daguerrotypie. Přesto se i mezi odbornou veřejností stále vyskytuje názor, že digitální fotografie již není tou „pravou“ fotografií, protože výsledku docíluje odlišnými technologickými postupy a výsledný obraz má jiná vizuální specifika v porovnání s klasickým chemickým procesem. Obě tato tvrzení jsou sice pravdivá, avšak vezmeme-li v potaz výše uvedené skutečnosti, nelze tyto argumenty uznat jako relevantní ve smyslu zpochybnění fotografické podstaty digitální fotografie. Pokud bychom se blíže zaměřili na princip vzniku fotografického obrazu ve světlocitlivé emulzi klasického filmového materiálu a CCD/CMOS senzoru, zjistíme, že se prakticky neliší.

Pozadí názorů na „skutečnou“ a „falešnou“ fotografii je do značné míry založeno na subjektivním dojmu, že analogová fotografie zde byla „pořád“, tedy více než 150 let,

a znenadání ji nahradila digitální technologie, která existuje sotva 25 let. Objektivně vzato to vůbec není pravda. Princip elektronického záznamu obrazu pomocí fotodiody byl úspěšně vyzkoušen krátce po roce 1900 a první zaoceánský kabelový přenos obrazu (v pěti stupních šedi pro novinový výtisk) z Londýna do New Yorku byl uskutečněn roku 1920^(4.1). Časově dělí klasickou a digitální technologii přibližně 60 let. Oba principy záznamu obrazu tedy společně existují více než 110 let. Doba potřebná k masovému průlomu digitální fotografie byla do značné míry dána nutností dozrání technologických aspektů dostatečné miniaturizace světlocitlivých senzorů (fotodiody neumožňovaly použití v klasických kamerách), jednoduchosti obsluhy fotografických přístrojů a následně ho počítačového zpracování. I přes četné snahy o technologické změny v klasické fotografii (např. KODAK a jeho APS formát roku 1996) se nakonec prosadila digitální fotografie díky synchronicitě s návaznými technologickými inovacemi na přelomu 80. a 90. let 20.století.

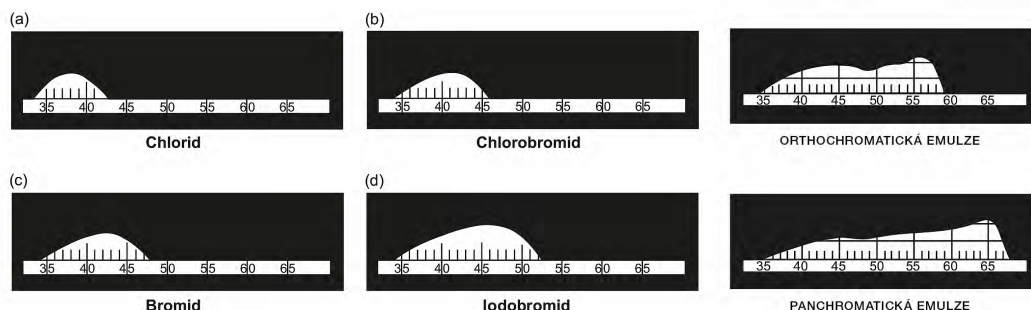
Princip vzniku fotografického obrazu ve světlocitlivé emulzi či elektronickém senzoru je totožný - fotony světla dopadajícího na médium předají svoji energii elektronům valenčních orbitalů příslušných prvků ve světlocitlivé vrstvě (obr. 4.1). V případě klasické fotografie se



OBR. 4.1 EXCITACE VALENČNÍHO ELEKTRONU A EFEKT SEZIBILACE EMULZE BARVIVEM

krystalické mřížky se během vyvolávacího procesu přednostně redukují, tedy volný elektron se naváže na stříbrný kation za vzniku atomárního stříbra a atomy halogenidu jsou vázány želatinou obsaženou v emulzi. Vzhledem k tomu, že energie nutná k excitaci valenčního elektronu halogenidu se pohybuje kolem 2,5eV, je nutné aby na materiál působilo světlo o vlnové délce 495nm a kratší (tedy s vyšší energií). Bez dodatečné senzibilace filmového materiálu se fotony světla s nižší

klasické fotografie se jedná o atomy halogenidů (chlor, brom, jod) v molekulách halogenidů stříbra. Exponovaná místa filmového materiálu, která vykazují výrazné narušení struktury



OBR. 4.2 PŘIROZENÁ CITLIVOST HALOGENIDŮ STŘÍBRA KE SVĚTELNÉMU SPEKTRU

OBR. 4.3 SENZIBILACE EMULZE

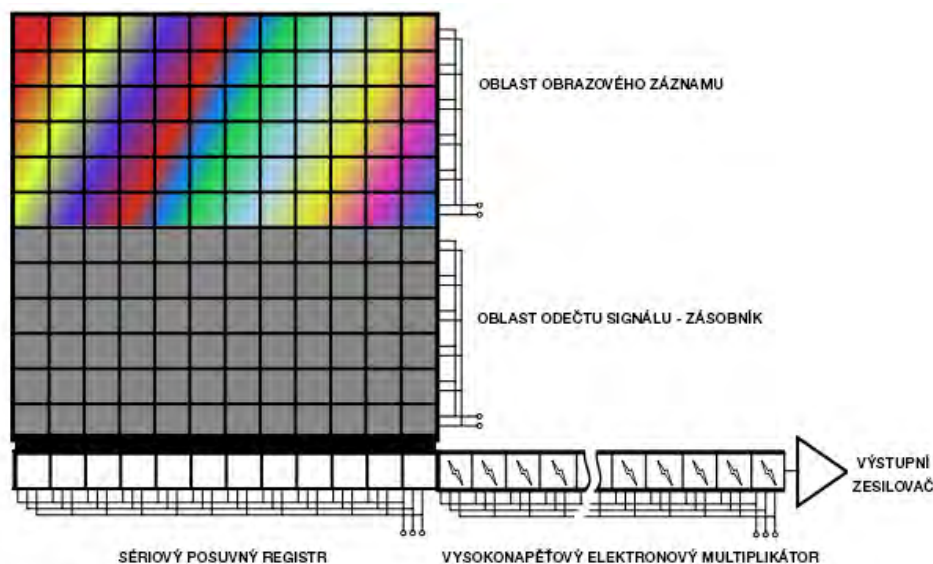
energií při tomto procesu neuplatní (fotoelektrický jev). Jinými slovy, přirozená citlivost halogenidů stříbra se pohybuje maximálně od žlutozelené (směs bromidu a jodidu stří-

brného) směrem k modré části viditelného spektra a dále (obr. 4.2). Pokud chceme filmový materiál založený na citlivosti halogenidů stříbra efektivně použít k záznamu celého viditelného světelného spektra, musíme ho opticky senzibilovat cyaninovými barvivými (obr. 4.1 a 4.3), které umožňují absorbovat světelnou energii fotonů s delší vlnovou délkou (až do 1300nm) a tuto energii předat atomům halogenidů v emulzi ^(4.2). Pouze díky této technologii existuje klasická barevná fotografie.

Energie, nutná k excitaci valenčních elektronů křemíku 1,1 eV odpovídá světlu s vlnovou délkou 1100nm, tedy světelným vlnám hluboko v infračervené části spektra (viditelné světlo disponuje vlnovou délkou v rozmezí cca 340nm - 720nm). Díky tomu se digitální fotografie potýká s přesně opačným problémem, než klasická. U elektronických zařízení se naopak na tvorbě obrazu mohou přirozeně podílet světelné vlny mimo viditelné spektrum směrem do infračervené a tepelné oblasti (mikrovlny). Snímače musí být tedy osazeny infračervenými filtry, aby nedocházelo ke zkreslení obrazového signálu. Elektrony, osvobozeny z vazby na křemíkové jádro migrují do kolektoru a po ukončení expozice jsou odvedeny, zesíleny a odečtený náboj je převeden na diskrétní hodnoty jasu ^(4.3). Kromě základního principu světelné energie způsobující změnami v atomární struktuře záznamového materiálu vznik obrazu spojuje obě technologie i potřeba cílené přípravy filmových emulzí a křemíkových polovodičů pro vlastní záznam. Aby byly tyto materiály schopny uvedeným způsobem reagovat na světelnou energii, musí disponovat ještě před vlastní expozicí dostatečnou četností poruch krystalické mřížky. Ideální, zcela dokonalý krystal s pravidelnou krystalickou mřížkou by na světlo vůbec nereagoval. Je tedy třeba tyto materiály senzibilovat (nikoliv k vlnové délce světla, ale umělým vytvořením poruch v jejich molekulární struktuře) například přidáním sloučenin zlata (klasické fotografické emulze - objeveno roku 1935 R.Koslowskim, F.W.H. Muellerem, AGFA Wolfen) ^(4.4) nebo „dopováním“ křemíku příměsí fosforu, antimonu nebo arzenu tak, aby se z něj stal polovodič (CCD a CMOS senzory). V obou případech klasické a digitální technologie je nutné reflektovat přirozenou citlivost lidského oka na vlnovou délku kolem 550nm (žlutozelená, asi 1000 násobek citlivosti v porovnání s okrajovými pásmy viditelného spektra) patřičným výběrem a koncentrací optických senzibilátorů v emulzi (případně v kombinaci s optickými filtry), respektive volbou materiálů filtrů (Bayerova mozaika nebo filtry předřazované během vícenásobné expozice) a dvojnásobným množstvím zeleně filtrovaných pixelů oproti modrým a červeným v případě Bayerova vzoru (vynalezen Bryceem Bayerem pracujícím pro Kodak roku 1976).

Klasická i digitální fotografie využívají dvě primární technologie složení/konstrukce citlivé vrstvy. Fotografické emulze jsou vyráběny tak, aby disponovaly krystaly halogenidů stříbra s přirozeným růstem (do všech stran) nebo tzv. T-Grain (tabular-grain) krystaly. Technologii T-Grain uvedl na trh KODAK v roce 1988 (Kodak T-Max 3200). Tyto světlocitlivé emulze se od klasických liší tím, že obsahují krystaly halogenidů stříbra, jejichž růst byl řízen tak, aby nabývaly tabulárního (plochého) tvaru. To umožňuje absorbovat na jejich povrch významně vyšší koncentrace optických senzibilátorů a tím zvýšit nominální citlivost emulze ke světlu. Poslední generace klasických emulzí však disponují srovnatelnými výsledky jako T-Grain při vyšší toleranci k pod- a pře- expozicím. Nelze tedy jednoznačně favorizovat jednu nebo druhou technologickou variantu.

Podobně v digitální fotografii využíváme CCD a CMOS senzory, jejichž základní odlišností je způsob odečítání elektrického náboje generovaného ve světlocitlivých buňkách po expozici. CCD technologie je z hlediska fotografického využití vývojově vyspělejší (představena v roce 1969 v AT&T Bell Laboratories, Willardem Boylem a Georgem E. Smithem). Je založena na odečítání generovaného náboje pixelů čipu jejich odesláním (v analogové formě) do omezeného množství sběrnic v rozích matice snímáče,



OBR 4.4 MECHANIZMUS ODEČTU ELEKTRICKÉHO NÁBOJE PO EXPOZICI CCD SENZORU

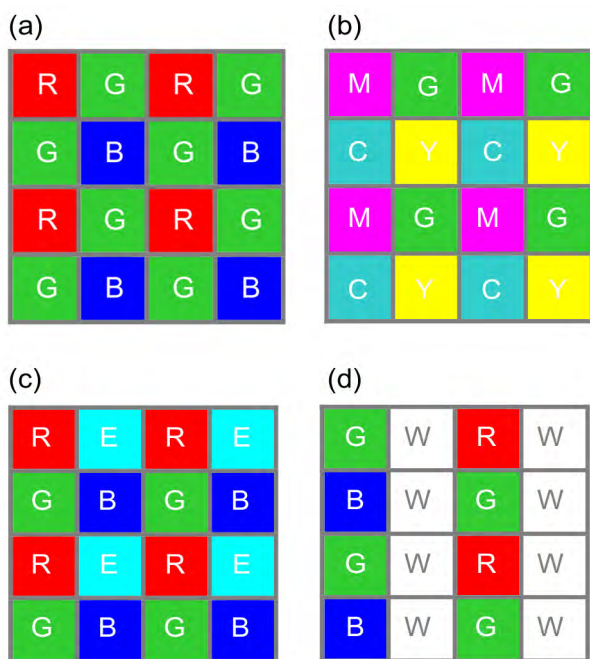
kde proběhne zesílení signálu a jeho konverze do digitální podoby. Nevýhodou tohoto principu je relativně nízká rychlost odečtu a vyšší energetická náročnost provozu než u CMOS technologie, výhodou je maximální využití plochy senzoru pro světlocitlivé buňky a její vysoká obrazová homogenita. CMOS technologie (původně objevena v roce 1963 Frankem Marion Wanlassem jako integrovaný logický obvod), byla dlouhou dobu vyloučena z použití v kvalitních fotoaparátech pro její nízkou obrazovou kvalitu (způsobenou především nízkou citlivostí ke světlu). Jak se ovšem vyvíjela technologie výroby elektronických obvodů, zvýšila se i dosažitelná obrazová kvalita CMOS senzorů natolik, že pronikly do světa fotografických zařízení postupně od nejlevnějších přístrojů (telefony, kompaktní fotoaparáty) až po high-end (digitální stěny Phase-One). Hlavní výhodou CMOS technologie oproti CCD jsou nižší výrobní náklady, nižší energetická náročnost provozu a vyšší rychlost odečtu náboje, který probíhá na každém pixelu senzoru. Tento fakt zároveň stojí za největším problémem CMOS snímačů - obsahují velmi vysoké množství součástek (na každý obrazový pixel připadá jeden snímač, zesilovač signálu a A/D převodník. To logicky zvyšuje pravděpodobnost vadných součástek a návazných chyb v obraze. Před dosažením dostatečné míry miniaturizace velké množství součástek redukovalo využitelnou plochu senzoru oproti CCD technologii. V neposlední řadě se k nevýhodám CMOS technologie počítá také „efekt šterbinové závěrky“. Je způsoben tím, že v určitých situacích (nízká hladina osvětlení) nesnímá fotoaparát scénu jako celek v jednom okamžiku, ale skenuje ji v horizontálním nebo vertikálním směru. To může u pohybujících se objektů vést k jejich geometrické de-

formaci, podobné jako u delších expozic šterbinovou závěrkou (efekt známý například z fotografií Jacques Henri Lartiguea). CCD snímače vždy exponují scénu jako celek, takže k tomuto jevu u nich nedochází. V kvalitativně vyšších technických provedeních však nelze jednoznačně určit technologickou nadřazenost CCD nebo CMOS technologie z hlediska jejich využití ve fotografické praxi, protože i CMOS snímače zde díky dostatečné citlivosti ke světlu pracují vždy v režimu „centrální závěrky“, tedy expozice proběhne naráz v celé ploše senzoru.

Dalším společným znakem klasické fotografie, pracující se světlocitlivými materiály na bázi halogenidů stříbra a digitální fotografické technologie je fakt, že v obou případech obraz vzniká působením světla bez rozlišení barvových odstínů - tedy pouze ve stupních šedi. Barvová informace vzniká až dodatečně, i když různými způsoby. Při chemickém vyvolávání světlocitlivé emulze vznikají zrna barviva (azurového, purpurového a žlutého) během reakce barvotvorných látek s produkty vyvolávání halogenidů stříbra barvotvornou vývojkou. Nejříve se tedy vyvolají krystaly atomárního stříbra a teprve v následném procesu vzniká v příslušných vrstvách filmového materiálu i zrno barevné. To platí jak v případě negativního, tak i pozitivního filmového materiálu. Celkově je potřeba redukovat čtyři stříbrné ionty, aby vznikla jedna molekula barviva. Tento proces vynalezl roku 1911-1912 Rudolf Fischer. Výběr subtraktivních barviv pro rekonstrukci barvové informace je dán jejich větší propustností světla (propouští 2/3 světla oproti aditivním RGB filtrům, které propouští pouze 1/3 dopadajícího světla), což usnadňuje prosvětlení filmového materiálu při kopírování a promítání. Jeho předpokladem byla možnost optické senzibilace filmového materiálu k celému rozsahu viditelného spektra

elektromagnetického záření (objevna H.W.Vogelem v roce 1873) ^(4.5).

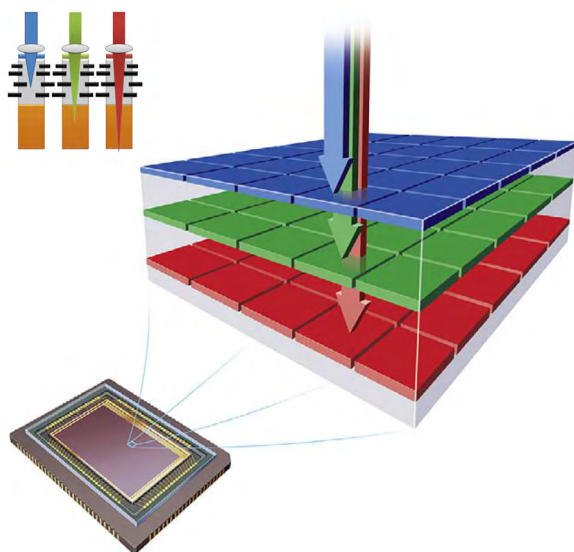
U digitálních fotografických technologií je reprodukce barvové informace založena na modelu podráždění oka pozorovatele kombinací červeného, zeleného a modrého světla patřičné intenzity (RGB model skládání barev). Záznam obrazu tedy musí obsahovat výše uvedené barvové složky. Vzhledem k tomu, že křemíkové polovodiče reagují pouze jako snímače jasu, existují v podstatě tři metody vytvoření barvové obrazové informace. Za prvé je to metoda jedné expozice přes mozaiku barevných filtrů (Bayerův vzor, CMYG vzor nebo jejich alternativy, včetně SUPER CCD



OBR 4.5 TYPY BAREVNÝCH RASTRŮ A) BAYERŮV VZOR B) CMYG
C) RGBE - SONY D) RGBW - KODAK

technologie vyvinuté firmou Fuji), kdy každý bod reprezentuje jednu barvovou složku (obr. 4.5). Zbývající dvě složky každého obrazového bodu jsou uměle dopočítány na základě analýzy a interpolace sousedících pixelů. Za druhé je to metoda vícenásobné

expozice scény přes RGB a neutrální filtry, které jsou předsazeny během snímání před senzor nebo vícenásobná expozice přes Bayerovu mozaiku, která se mezi expozicemi pohybuje o jeden pixel vertikálně i horizontálně tak, aby všechny obrazové body disponovaly všemi potřebnými barvovými informacemi (SINAR H, technologie Microscan).



OBR 4.6 PRINCIP ELEKTRONICKÉHO ZÁZNAMU TECHNOLOGIÍ FOVEON

pronikne. Čipy Foveon tedy obsahují tři vrstvy světlocitlivých buněk pod sebou v pořadí modrá/zelená/červená. Tato technologie však zatím nedošla velkého rozšíření z důvodů její problematické použitelnosti mimo studiovou práci. Důvody jsou především nízká citlivost ke světlu (respektive prudký nárůst elektronového šumu při vyšších ISO), velmi pomalý odečet a zápis dat^(4,6).

V případě vícenásobného snímání scény přes barevné filtry a technologie Foveon je výsledný obraz plnohodnotný ve smyslu reálně zaznamenaných informací ve všech barvových kanálech. V případě one-shot mozaikového způsobu záznamu je obraz ze dvou třetin virtuální realita. Je logické, že pro potřeby obrazové reprodukce budeme upřednostňovat technologické varianty umožňující záznam plnohodnotných informací, oproti dopočítávaným hodnotám. Avšak v běžné fotografické praxi již systémy one-shot (jednoexpoziční) dosahují obrazové kvality, která je dostačující pro většinu běžných požadavků na obrazovou kvalitu výstupu.

Mimo výše uvedené shody mezi technologickými principy klasické a digitální fotografie samozřejmě existuje i mnoho odlišností. Mezi ty nejzajímavější patří problematika reprodukce obrazu ve stupních šedi. V klasické fotografii se logicky striktně odlišovala černobílá a barevná fotografie, jako technologické větve stojící do značné míry nezávisle na sobě. Určitým mostem se staly až filmové materiály ILFORD XP (uvedeny na trh v roce 1980) a jejich varianty, které spojovaly výsledný černobílý obraz s procesem C-41, tedy barevným negativním vyvoláváním. Hlavním účelem jejich zavedení byla možnost využití funkce Digital-Ice při skenování (odstranění prachu a škrábanců na základě posouzení informací z RGB vrstev v komparaci se skenem v infračerveném spektru) a variabilita nastavení citlivosti materiálu během jeho expozice políčko

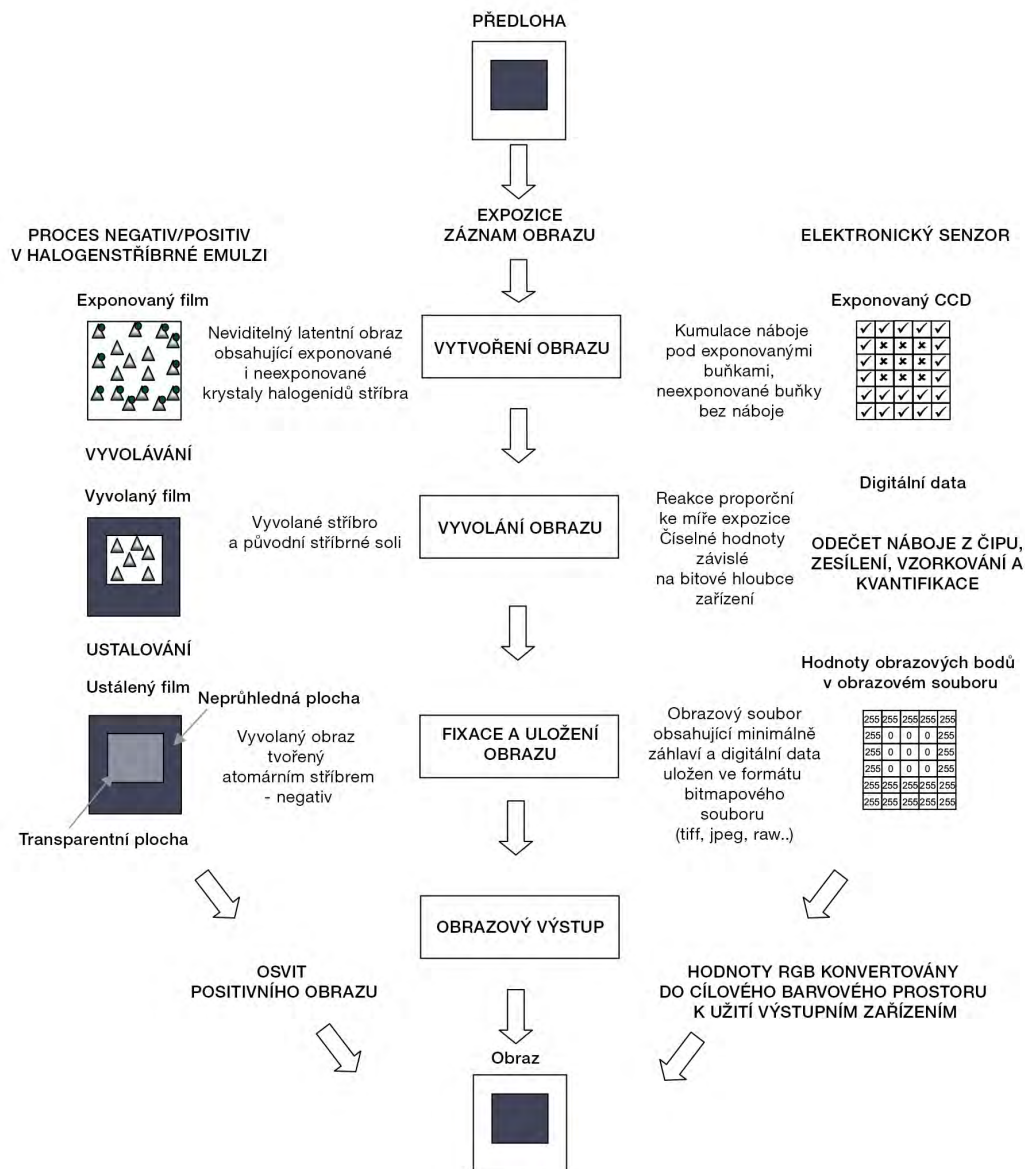
Výsledný obraz vznikne sesazením jednotlivých barvových separací do vrstev. Za třetí je to metoda napodobující klasický barevný filmový materiál pomocí třívrstvého CMOS senzoru Foveon (obr. 4.6). Přístroje osazené tímto zařízením dodává na trh pouze firma SIGMA. Princip jejich konstrukce je založen na tom, že fotony s různou vlnovou délkou pronikají do různých hloubek křemíkové destičky. Čím delší je vlnová délka světla, tím hlouběji do struktury senzoru

od políčka. V každém případě černobílý obraz tvořený atomárním stříbrem v emulzi se výrazně odlišuje od černobílé škály simulované barevnými zrny v emulzi či kapkami inkoustu na papíru. Stříbro funguje jako neprůhledná překážka bránící světlu v průchodu (filmový materiál) nebo odrazu od podložky (fotografický papír). Míra jeho krytí v daném místě určuje stupeň šedi, který vnímá oko pozorovatele. Celkový tón obrazu tedy udává především jas a barevnost neosvětleného, ustáleného fotografického papíru, respektive barevnost a čírost neosvětleného, ustáleného filmového materiálu. V případě simulace neutrálních tónů barvivy musíme vzít do úvahy problematiku trichromazie a metamerie, jakožto základních principů na kterých tento způsob obrazové reprodukce stojí (detailně popisují tyto jevy v kapitole 5.1). V tomto případě je subjektivní vjem neutrálního tónu pozorovatelem daleko složitější a variabilnější než v případě klasické fotografie na bromostříbrném papíru. Z této odlišnosti potom vyplývá vizuální rozdíl mezi černobílou fotografií zhotovenou klasickou a digitální technologií (tedy tiskem za použití barviv), zejména při změně intenzity a spektrální charakteristiky osvětlení. Díky přítomnosti barviv v jemném rastru bude takový obraz výrazně náchylnější ke změnám tónu při změně pozorovacích podmínek včetně úhlu pohledu pozorovatele vůči předloze. V moderních digitálních a tiskových technologiích se tedy rozdíl mezi černobílým a barevným obrazem stírá, protože je vždy tvořen na stejném principu. I „neutrální“ tonery fungují na principu odrazu světla, nikoliv jeho blokování, tedy chovají se stejně, jako barevné inkousty. Navíc i v případě tiskáren s několika tzv. „neutrálními“ inkousty, můžeme docílit identického „neutrálního“ tónu na dvou odlišných tiskových materiálech (s odlišnou barevností) minimálně v jednom případě pouze s použitím barviva, které nádech podložky kompenzuje. Předpoklad, že u těchto typů tiskáren je obraz ve stupních šedi vždy tvořen pouze neutrálními inkousty, je tedy mylný. V neposlední řadě se na odlišnosti tiskového výstupu vůči osvětlení klasického materiálu podílí také fakt, že často používané pigmentové inkousty zůstávají na povrchu podložky, kdežto stříbro vzniká uvnitř emulze. Odraz a lom světla na povrchu materiálu je díky tomu rozdílný, což opět vede k vizuálním disproporcím při porovnání obou typů výstupu.

Spolu se změnou principu reprodukce neutrálních tónů a s novými možnostmi využití neutrální škály kalibrační tabulky v reprodukční fotografii se otevřela otázka vhodného typu této důležité pomůcky. Kalibrační tabulky využívané v klasické fotografii obsahovaly RGBCMY pole pouze pro vizuální posouzení přesnosti reprodukce a neutrální škála sloužila taktéž k vizuální kontrole jasového rozsahu scény a nastavení korektní expozice. Dosažitelná přesnost obrazové reprodukce vůči originálu v současné fotografii je mnohonásobně vyšší a nemůže být postavena na subjektivním posouzení „od oka“. Klasické tabulky se „středně šedou“ se využívaly k nastavení korektní expozice založeném na statistickém předpokladu, že střed jasového rozsahu většiny scén odpovídá jasů plochy s 18% odrazivostí. Přesnou barevnost dané plochy nebylo potřeba ani znát ani striktně dodržovat při výrobě. Současné standardy předpokládají plnohodnotné využití systému pro správu barev (CMS) ve fotografickém procesu, a v rámci jeho nároků i související přesnost výroby a měření spektrální charakteristiky barevnosti jejich polí. Široce využívaným standardem v současné fotografické praxi je 24 políčková kalibrační tabulka Color Checker vyráběná firmou X-Rite (dříve GretagMacbeth) nebo její alternativy.

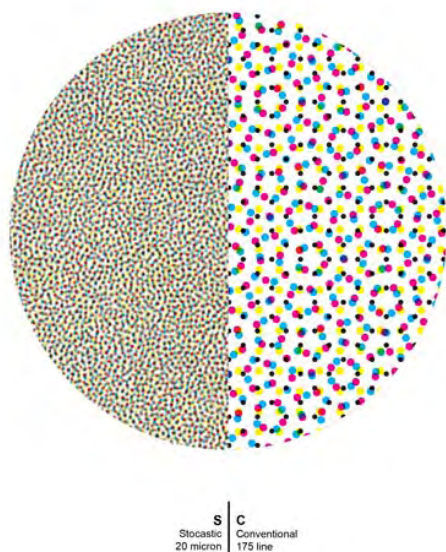
Nejvýznamnějším rozdílem mezi klasickou fotografickou technologií, založenou na světlocitlivých vrstvách halogenidů stříbra a digitální fotografií, je forma a způsob uložení zaznamenaného obrazu. Rastrováním obrazového pole do pravidelné, pravoúhlé mřížky a vzorkováním intenzity zaznamenaného signálu do diskrétních číselných hodnot vytvoříme digitální obrazovou informaci, která se svou strukturou vůbec nepodobá obrazu v klasické fotografii. Míra upotřebitelnosti této informace je velmi jednoduchá - pokud hustota vzorkování překročí rozlišení lidského oka (v kresbě i rozlišení polotónů), není mezi zaznamenanou realitou a jejím digitálním obrazem vizuálního rozdílu (bez přihlídnutí k obrazové věrnosti z hlediska barvové a tonální reprodukce, která podléhá dalším nárokům, které detailně popisují v kapitole 5.2). Samozřejmě, že musíme počítat s rezervou ve vzorkování vzhledem ke ztrátovým manipulacím v softwarových aplikacích během následného zpracování obrazu. Zaznamenaná informace v digitální podobě je díky propracovaným softwarovým nástrojům snadno a velmi sofistikovaně editovatelná. A to v míře a přesnosti, která byla v klasické fotografii nemyslitelná. Zřejmě nejdůležitějším aspektem digitalizace obrazových informací je však nezávislost informace na nosiči záznamu. Klasický filmový materiál neumožňuje kopírovat zaznamenaný obraz beze ztráty kvality, protože i v případě kontaktního kopírování násobíme strukturu filmového materiálu a dochází k mírnému rozostření obrazu i posunu v jeho tonalitě. Digitální informace je bezetrátově kopírovatelná v neomezeném počtu kopií. Její nezávislost na nosiči záznamu však poněkud diskredituje jiný problém - prudce se rozvíjející technologie spojené se softwarovým a hardwarovým vybavením vytvářejí velký tlak na prostředí a formu uchování. Zvláště v případě velkého množství materiálu (velké archivy a muzea), vyžaduje zajištění technologické kompatibility uložených informací v čase (migrace nebo emulace dat) značné finanční náklady. Tato fakta často vedou k názoru, že klasická fotografie je z hlediska dlouhodobého uchování bezpečnější než její digitální forma, protože nepodléhá tak snadno zkáze (smazáním či poškozením nosiče) a nehrozí ztráta její kompatibility s počítačovým prostředím. Podle mého názoru však takový závěr není správný. Nezhledňuje dostatečně všechna technologická specifika obou forem záznamu, která prostě vyžadují odlišnou koncepci celého systému práce s obrazovou informací. Podmínky k bezpečnému uchování obrazových dat v digitální podobě jsou sice odlišné od skladovacích pravidel pro filmový materiál, avšak jejich realizace není složitější ani méně spolehlivá. Základní formáty uložení obrazového souboru (tiff, jpeg, jpeg2000) prokázaly stálost v čase s plnou kompatibilitou s proměnným počítačovým prostředím. Větší problémy způsobují spíše navázaná metadata a s nimi pracující vyhledávací softwary používané různými institucemi.

Pokud se podíváme na fotografický proces z „ptačí perspektivy“ zjistíme, že klasická fotografie pracuje s jednotným technologickým principem ve všech jeho fázích (obr. 4.7). Na základě identických mechanismů dochází k záznamu reality na filmový materiál i k jeho převodu na pozitiv. V případě digitálních technologií tomu tak není. V průběhu zpracování obrazových informací dochází ke změnám ve struktuře obrazové informace zcela zásadním způsobem. Po prvotním převodu analogového signálu do digitální podoby a jeho editaci nastávají podle zamýšleného způsobu výstupu další změny struktury. Může dojít k osvětlení pozitivního fotografického materiálu - tedy zpětného převodu



OBR 4.7 KOMPARACE KLASICKÉHO A DIGITÁLNÍHO FOTOGRAFICKÉHO PROCESU

signálu do spojitého obrazu vytvořeného ve fotografické emulzi. Další možností je inkoustový nebo ofsetový tisk, kdy se struktura obrazové bitmapy konvertuje do stochastického rastru (obr. 4.8) nebo jiného (frekvenčního nebo amplitudového) tiskového vzoru^(4.7). Tyto technologické zlomy kladou vysoké nároky na přesnost a komplexní kontrolu konverze dat, aby nedocházelo k nežádoucím změnám v charakteru obrazových informací. V neposlední řadě kladou zvýšené nároky na znalosti technologického pozadí využívaných procesů, pokud nechce být uživatel odkázán na přednastavené šablony výrobců, které většinou značně omezují přesnost i variabilitu digitalizačního procesu. Nové typy výstupu, které nekopírují klasickou formu prezentace fotografického pozitivního materiálu osvitem, ale využívají tiskové technologie a materiály již skutečně nejsou klasickou fotografií ve smyslu kresby světlem na záznamové médium. Struktura obrazu je tvořena pseudonáhodným (vytvořeným na základě matematického algoritmu) rastrem, který simuluje obrazový bod pomocí kapiček inkoustů nanášených na tiskový



OBR 4.8 KOMPARACE STOCHASTICKÉHO A KONVENČNÍHO TISKOVÉHO RASTRU

materiál. Způsob vytvoření optické iluze je podobně jako u osvitů fotografie založen na vytvoření mikroskopických částic barviva, které jsou rozměrově hluboko pod rozlišovací schopností lidského oka, ale ve vzájemné koexistenci působí dojemem spojitého tónu. Technologie vzniku se tedy liší, ale výsledný efekt fotorealistického obrazu zůstává. Vzhledem k odlišnému systému zcela kontrolova-

ného (tisk) a částečně náhodného (osvit) vytváření elementárních barvových informací v emulzi vykazuje tiskový výstup vyšší přesnost v reprodukci detailů obrazové struktury. Nemyslím tím detail reálných předmětů zachycených ve snímku, ale detail obrazové struktury jako takové. To vede k určité vizuální tvrdosti a ostřejším přechodům digitálního tisku oproti klasickému osvit. Vhodnou přípravou fotografického obrazu v bitmapových editorech je však možné v případě potřeby tuto vlastnost tiskových technologií plně kompenzovat. Výhodou rozvoje high-endových tiskových technologií je značné rozšíření forem výstupu na rozmanité druhy materiálů při současném zachování vysoké přesnosti obrazové reprodukce pomocí systému pro správu barev (CMS). Zejména v oblasti matných fotografických médií došlo ke značnému kvalitativnímu posunu výsledného obrazu v aspektech rozlišení tisku i využitelného barvového gamutu.

Značně diskutovanou problematikou v oblasti implementace digitálních technologií do reprodukční a profesionální tvůrčí fotografie se stala otázka kvalitativního hodnocení obrazových materiálů z hlediska jejich trvanlivosti, respektive vizuální stálosti v dlouhodobém horizontu. Je logické, že jak autoři a sběratelé fotografií, tak instituce aspirující na jejich dlouhodobé uchování (muzea, archivy a galerie), požadují garance co nejvyšší trvanlivosti obrazu z hlediska světlostálosti, rezistence vůči vlhkosti, chemikáliím v ovzduší a biologickým vlivům bakterií a plísní. Zřejmě nevýznamnějším referenčním zdrojem mapujícím chování fotografických materiálů a návazných technologií v čase se stalo výzkumné středisko manželů Henry a Carol Wilhelmových - WIR (Wilhelm Imaging Research) založené roku 1995 v Grinnelu, Iowa, USA^(4,8). Dalším důležitým pracovištěm se zaměřením na výzkum obrazové stability a optimalizaci skladovacích podmínek v archivech je IPI - Image Permanence Institute, založený roku 1985 v Rochester Institute of Technology, Rochester, USA. V České republice se touto problematikou zabývá pracoviště Fakulty chemické Vysokého učení technického v Brně, jehož výsledky lze dohledat na portálu projektu ChemPoint. Informační zdroje, týkající se problematiky světlostálosti lze dohledat v desítkách článků a publikací objemově kolísajících ve stov-

**PŘEDPOKLÁDANÁ DOBA V ROCÍCH PRO VYBLEDNUTÍ NEJMÉNĚ STABILNÍHO BARVIVA
O 10% OPROTI PŮVODNÍ DENZITĚ 1.0 U VYBRANÝCH MATERIÁLŮ KODAK
USKLADNĚNÝCH PŘI POKOJOVÉ TEPLOTĚ, A TŘECH VARIANTÁCH CHLADÍCÍCH KOMOR**

	Uskladnění v letech:			
	75°F (24°C)	45°F (7.2°C)	35°F (1.7°C)	-4°F (-20°C)
BAREVNÉ PAPIŘY				
Ektacolor 37 RC Paper (Process EP-3) ("Kodacolor Print" when processed by Kodak)	10	95	200	4,150
Ektacolor 78 and 74 RC Papers (Process EP-2) ("Kodacolor Print" when processed by Kodak)	8	75	160	3,330
Ektacolor Plus Paper Ektacolor Professional Paper (Process EP-2) ("Kodacolor Print") ("Kodalux Print") ("Kodalux Print")	37	350	750	15,400
Ektachrome 2203 Paper (Process R-100)	7	65	140	2,900
Ektachrome 22 Paper (R-3)	8	75	160	3,330
DIAPOSITIVNÍ MATERIÁL				
Ektachrome Films (Process E-3)	5	48	100	2,100
Ektachrome Films (Process E-4)	15	140	300	6,250
Kodak Photomicrography Color Film 2483 (Process E-4)	3	28	60	1,250
Ektachrome Films (Process E-6) ["Group I" types since 1979]	52	500	1,100	21,600
Ektachrome Plus & "HC" Films Ektachrome 64X, 100X, & 400X Films Ektachrome 64T and 320T Films ["Group II" types since 1988] (Process E-6)	110	1,000	2,200	45,750
Kodachrome Films (Process K-14) [all types]	95	900	1,900	39,500
BAREVNÝ NEGATIVNÍ MATERIÁL				
Kodacolor II Film	6	55	120	2,500
Kodacolor VR 100, 200, 400 Films	17	160	340	7,100
Kodacolor VR-G 100 Film ("initial type") (Kodacolor Gold 100 Film in Europe)	12	115	240	5,000

	Uskladnění v letech:			
	75°F (24°C)	45°F (7.2°C)	35°F (1.7°C)	-4°F (-20°C)
BAREVNÝ NEGATIVNÍ MATERIÁL				
Vericolor II Prof. Film Type S	6	55	120	2,500
Vericolor II Prof. Film Type L	3	28	60	1,250
Vericolor II Commercial Film Type S	3	28	60	1,250
Vericolor III Prof. Film Type S Ektacolor Gold 160 Prof. Film	23	220	460	9,570
Vericolor Internegative Film 6011	5	48	100	2,100
KINEMATOGRAFICKÝ BAREVNÝ NEGATIVNÍ MATERIÁL				
Eastman Color Negative II Film 5247 (1974)	6	57	120	2,500
Eastman Color Negative II Film 5247 (1976)	12	115	240	5,000
Eastman Color Negative II Film 5247 (1980)	28	270	550	11,650
Eastman Color Negative Film 5247 (1985 name change)	28	270	550	11,650
Eastman Color Negative II Film 7247 (1974-83)	6	57	120	2,500
Eastman Color Negative II Film 7291	50	475	1,000	20,800
Eastman EXR Color Negative Film 5245 and 7245	22	210	440	9,150
Eastman EXR Color Negative Film 5248 and 7248	30	285	600	12,480
KINEMATOGRAFICKÝ DUPLIKAČNÍ BAREVNÝ MATERIÁL				
Eastman Color Reversal Intermediate Film 5249 & 7249	8	75	160	3,330
Eastman Color Intermediate II Film 5243 and 7243	22	210	440	9,150
KINEMATOGRAFICKÝ BAREVNÝ POZITIVNÍ MATERIÁL				
Eastman Color Print Film 5381 & 7381	5	48	100	2,100
Eastman Color SP Print Film 5383 & 7383	5	48	100	2,100
Eastman Color Print Film 5384 & 7384	45	430	900	18,700

OBR 4.9 PŘEHLED OBRAZOVÉ STABILITY VYBRANÝCH MATERIÁLŮ KODAK (ZDROJ - WILHELM IMAGING RESEARCH)

kách až tisících stran. Pro potřeby této práce se pokusím formulovat pouze obecné závěry těchto studií, které dokreslují technologické odlišnosti klasických fotografických materiálů oproti digitálním technikám tisku. Domnívám se, že je zcela mylné poměřovat trvanlivost primárních obrazových informací v digitální podobě s vlastnostmi filmového materiálu. Digitální informace svojí nezávislostí na nosiči, tedy 100% kvalitativní kopírovatelností, není omezena technologickými limity nosičů (optických, magnetických a dalších). Nelze tedy smysluplně porovnávat trvanlivost např. DVD nosičů s klasickým filmovým materiálem, který je svou podstatou nedílnou součástí obrazu. Jak jsem již zmiňoval v textu výše, oba technologické směry vyžadují především komplexně odlišný způsob práce a uložení obrazového materiálu.

Jednou z velmi rozšířených námitek proti digitálním technologiím, speciálně tiskovým, je otázka jejich nedostatečné světlostalosti. Ve dvou přehledových tabulkách jsou uvedena data obrazové stability vybraných materiálů KODAK (obr. 4.9) při různých teplotách

dlouhodobého skladování a data nejvýznamnější kombinace tiskáren, inkoustů a papírů z hlediska světlostálosti fotografického tisku od roku 1991 do roku 2006. Pokud budeme v tabulce materiálů KODAK brát v potaz skladovací teplotu 24°C jako ekvivalent běžných podmínek pro prezentaci fotografií, můžeme konstatovat, že trvanlivost diapozitivních materiálů (dle očekávání nejvyšší) se pohybuje kolem 110 let pro technologii E-6, tedy používanou po roce 1988. Trvanlivost běžných negativních materiálů je řádově nižší (to je dáno odlišným chemickým složením barviv ve světlocitlivé emulzi) a maximum pro fotografický papír činí v případě Kodak Ectacolor Plus Paper 37 let. Časový průřez světlostálosti obrazových výstupů během patnácti let po roce 1991 jasně ukazuje technologický vývoj jednotlivých typů digitálního tisku i osvitů a také ten fakt, že co platilo během devadesátých let, bezpečně ztratilo relevanci po roce 2000 (obr. 4.10, str. 27, 28). V první půli 90. let minulého století byl fotografický tisk vodou ředitelnými inkousty v plenkách a první stroj pracující na principu kontinuálního proudu inkoustu IRIS Graphics (uveden na trh v roce 1989) dosahoval světlostálosti maximálně 14 let. Kvalita digitálního osvitů Durst Lambda byla jednoznačně vyšší se světlostálostí až 36 let bez UV ochrany. Za povšimnutí stojí vyšší světlostálost materiálů Fujicolor než dosahoval vybělovací proces Cibachrome nebo konkurenční Kodak. Tento fakt koreponduje s celkovou špičkovou kvalitou materiálů Fuji (Fujichrome, Velvia atd.), které od konce 80.let jasně předčily konkurenci Kodaku, Agfy nebo Scotch materiálů. V druhé polovině 90. let přišel zásadní zlom s uvedením UV (pigmentových) inkoustů Hewlett-Packard na strojích DesignJet 2500. Pigmentové inkousty (tedy suspenze pevných pigmentových částic v kapalině) posunuly rozsah barvového gamutu tisku a světlostálost tiskového výstupu o výrazný krok kupředu, oproti do té doby užívaným dye inkoustům (rozpuštěným barvivům v kapalině). IRIS technologie (v současnosti již prakticky nepoužívaná) a osvitové technologie se nadále pohybovaly na svých technologických limitech v řádech desítek let. Tisky pigmentovými inkousty se z hlediska světlostálosti i celkové rezistence vůči vlhkosti, ozónu a dalším škodlivým vlivům pohybují v řádech stovek let. Nejvyšší kvality z tohoto hlediska dosahují inkousty Vivera (Hewlett-Packard), následovány K3 UltraChrome a UltraChrome HD (Epson) a Lucia EX (Canon).

Lze konstatovat, že v současné době technologie záznamu obrazu digitálními fotoaparáty v kombinaci s možnostmi digitálního tisku či osvitů svoji dosažitelnou obrazovou kvalitou, světlostálostí a rezistencí vůči dalším škodlivým vlivům dosahují výsledků srovnatelných s profesionální klasickou fotografickou technologií a v mnoha ohledech ji i předčí. Toto tvrzení lze vztáhnout i na velkoformátovou fotografii, respektive její digitální obdobu (SINAR, Phase-One).

TYP INKOUSTOVÉ TISKÁRNY / INKOUST / KOMBINACE PAPÍRU A DIGITÁLNÍ AgX NEBO DIGITÁLNÍ BĚLENÉ BAREVNÉ PAPÍRY NATIŠTĚNÉ RGB LASEREM / LED DIGITÁLNÍ FOTOGRAFICKÉ TISKÁRNY (uvedený rok představuje datum zahájení stabilních testů prováděných společností Wilhelm Imaging Research Inc.)		TISKY VYSTAVENÉ POD SKLEM	TISKY VYSTAVENÉ S UV FILTREM
1991	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty Iris ID (čtyřbarevné inkoustové tisky) Těžký akvarelový papír Arches BFK (nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír) Iris Semi-matte potahovaný papír pro inkoustový tisk	4 roky 1,4 roky	4 roky 1,8 roku
1994	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tištěné s inkousty LYSON FA (čtyřbarevné inkoustové tisky) Arches BFK (nepotahovaný 100% bavlněný kvalitní umělecký papír) Iris Semi-matte potahovaný papír pro inkoustový tisk	14 let 4 roky	17 let 5 let
1994	Digitální tiskárna Durst Lambda 130 (první velkoformátová RGB laserová stříbro halogenidová tiskárna) Tisk na papír Fuji color SFA3 color negative (stříbro halogenidové barevné tisk) Tisk na papír Cibachrome tiskový materiál (stříbro halogenidový – bělený barevný tisk) Tisk na papír Kodak Ektacolor Porta II color negative (stříbro halogenidový barevný tisk)	36 let 29 let 12 let	40 let 33 let 12 let
1994	Tiskárna Epson Stylus Color (první stolní inkoustová tiskárna „fotografické kvality“ s rozlišením 720 dpi) Tisk s inkousty Epson na papíry Epson pro inkoustový tisk (4 barevný inkoustový tisk)	<0,5 roku	<0,5 roku
1996	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty American Inject Corporation „NE“ (Nash Edition) sestávající z AIJ azurového a purpurového inkoustu a Lyson FA-I žlutého a černého inkoustu na nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír Somerset Velvet (4 barevný inkoustový tisk)	22 let	25 let
1997	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty Iris Longevity (4 barevný inkoustový tisk) 100% bavlněný fine art papír Arches pro Iris	2 roky	-
1997	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty Lysonic FA II (4 barevný inkoustový tisk) Nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír Somerset Velvet Matný potahovaný fine art papír Liege Inkjet Fine ART Paper	22 let 2 roky	25 let 3 roky
1997	Tiskárna Hewlett-Pacard PhotoSmart (první HP stolní inkoustová tiskárna fotografické kvality) Tisk s inkousty HP PhotoSmart na papír HP PhotoSmart (6 barevný inkoustový tisk)	6 let	-
1998	Tiskárny Hewlett-Pacard DesignJet 2500 a 3500 (první HP pigmentové inkoustové barevné tiskárny) Tisk s inkousty HP „UV“ na matné potahované fine art papíry (4 barevný pigmentový inkoustový tisk)	>200 let	>250 let
1999	Tiskárny HI-FI Jet (první velkoformátové pigmentové inkoustové tiskárny značky Roland) Tisk s inkousty Rpland na papír Legion Concorde Rag (6 barevný pigmentový inkoustový tisk)	125 let	-
1999	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkoustovou sadou Lysonic i W2 skládající se z Lysonic i Cyan #006, i Magenta, i Yellow #005 a i Black (neutrální) (4 barevný inkoustový tisk) Matný potahovaný fine art papír Lysonic Standard Fine Art Paper Matný potahovaný fine art papír Somerset Enhanced Velvet	30 let 4 roky	- -
2000	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty Iris Equipoise (4 barevný inkoustový tisk) Nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír Arches Cold Press Nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír Somerset Velvet Iris Canvas Matný potahovaný fine art papír Lysonic Standard Fine Art Paper Matný potahovaný fine art papír Somerset Enhanced Velvet	34 let 22 let 17 let 8 let 3 roky	- - - - -
2000	Tiskárna Iris Graphic 3047 (představená v r. 1989, první velkoformátová inkoustová fotografická tiskárna) Tisk s inkousty American Ink Jet Pinnacle Gold Iris (4 barevná inkoustový tisk) Nepotahovaný 100% bavlněný fine art papír Somerset Velvet 100% bavlněný fine art papír Arches pro Iris Fine art papír Pinnacle Gold Enhanced Watercolor UltraStable Canvas	70 let 32 let 24 let 19 let	- - - -

TYP INKOUSTOVÉ TISKÁRNY / INKOUST / KOMBINACE PAPIŘU A DIGITÁLNÍ AgX NEBO DIGITÁLNÍ BĚLENÉ BAREVNÉ PAPIŘY NATIŠTĚNÉ RGB LASEREM / LED DIGITÁLNÍ FOTOGRAFICKÉ TISKÁRNY (uvedený rok představuje datum zahájení stabilních testů prováděných společností Wilhelm Imaging Research Inc.)		TISKY VYSTAVENÉ POD SKLEM	TISKY VYSTAVENÉ S UV FILTREM
2000	Stolní tiskárny Epson Stylus Photo 870 a 1270 (fotoinkousty s „prodlouženou trvanlivostí“) Tisk s fotoinkousty Epson (6 barevný inkoustový tisk) Matný potahovaný papír Epson Matte Paper – Heavyweight Epson Premium Glossy Photo Paper Epson Photo Paper	25 let 10let 7 let	- - -
2000	Tiskárny Epson Stylus Pro 7500, 9500, Stylus Photo P2000 (první pigmentové inkoustové tiskárny značky Epson) Tisk s pigmentovými inkousty Epson Archival (6 barevný pigmentový inkoustový tisk) Epson Premium Luster Photo Paper Epson Watercolor Paper – Smooth (matný potahovaný 100% bavlněný papír)	>225 let >225 let	>250 let >250 let
2002	Tiskárna Hewlett-Packard DesignJet 5000 (první 6 barevná pigmentová inkoustová tiskárna značky HP) Tisk s inkousty „UV“ na vybrané fine art papíry (6 barevný pigmentový inkoustový tisk)	>200 let	>250 let
2002	Tiskárny Epson Stylus pro 4000, 7600, 9600, Stylus Photo 2200 (dvou úroňový černé pigmentové inkousty) Tisk s pigmentovými inkousty Epson UltraChrome (7 barevný pigmentová inkoustový tisk) Epson UltraSmooth Fine Art Paper (matný potahovaný 100% bavlněný papír) Epson Premium Luster Photo Paper (250) Somerset Velvet pro Epson (matný potahovaný 100% bavlněný fine art papír)	108 let 71 let 61 let	175 let 165 let 125 let
2004	Durst Lambda, Océ lightJet a další RGB laserové/LED digitální tiskárny Tisk na barevný negativní papír Fujicolor Crystal Archive (stříbro halogenidový barevný tisk) Tisk na materiál Ilfochrome Classic (Cibachrom) (stříbro halogenidový – bělený barevný tisk) Tisk na barevný negativní papír Kodak Edge Generations (stříbro halogenidový barevný tisk)	40 let 29 let 19 let	49 let 33 let 17 let
2004	Tiskárna Hewlett-Packard DesignJet 130 (první 18 x 24 palcová stolní inkoustová fototiskárna značky HP) Tisk s inkousty HP 84/85 (6 barevný inkoustový tisk) HP Premium Plus Photo Paper a další HP fotopapíry s RC podložkou	82 let	100 let
2004	Tiskárny Canon i9900 a (v r. 2005) PIXMA iP8500 (první 8 barevné stolní inkoustové tiskárny značky Canon) Tisk s inkousty Canon ChromaPLUS (8 barevný inkoustový tisk) Canon Mate Phot Paper MP – 101 Canon Photo Paper Pro PR – 101 (lesklý)	10 let 6 let	12 let 8 let
2004	Tiskárny Epson Stylus photo R800 a (v r. 2005) R1800 (první použití průhledného „lesk optimalizujícího“ inkoustu) Tisk s pigmentovými inkousty Epson UltraChrome Hi-Gloss (7 barevný pigmentový inkoustový tisk) Epson Watercolor Paper – Radiant White (matný potahovaný fine art paper) Epson Premium Glossy Photo Paper Epson Premium Luster Photo Paper	200 let 104 let 64 let	>250 let >175 let >150 let
2005	Stolní tiskárna Hewlett-Packard Photosmart 8750 (první 9 barevná inkoustová tiskárna značky HP) Tisk s inkousty HP Vivera (9 barevný inkoustový tisk) HP Premium Plus Photo Paper a další HP papíry s RC podložkou	108 let	140 let
2005	Tiskárny Epson Dtylus Pro 4800, 7800, 9800, Stylus Photo R2400 (3 úroňové pigmentové černé inkousty) Tisk s pigmentovými inkousty Epson UltraChrome K3 (8 barevný pigmentový inkoustová tisk) Epson UltraSmooth Fine Art Paper (matný potahovaný 100% bavlněný fine art papír) Epson Premium Luster Photo Paper (250) Somerset Velvet pro Epson (matný potahovaný 100% bavlněný fine art papír)	108 let 71 let 61 let	175 let 165 let 125 let
2006	Tiskárna Canon PIXMA Pro9500 (první stolní 10 barevná inkoustová tiskárna značky Canon) Tisk s pigmentovými inkousty Canon Lucia (9 barevný pigmentový inkoustový tisk) Canon Fine Art Photo Rag Paper a další vybrané matné potahované fine art papíry značky Canon Canon Luster Photo Paper, Canon Photo Paper Pro a další vybrané foto papíry značky Canon	>100 let >100 let	>150 let >150 let
2006	Tiskárna Tiskárna HP Photo Smart Pro B9180 (první stolní 8 barevná pigmentová inkoustová tiskárna) Tisk s inkousty HP Vivera Pigment (8 barevný [7 inkoustů+1 lak] pigmentový inkoustový tisk) HP Advanced Photo Paper Glossy (vylepšená verze s tloušťkou papíru 10,5 mil) HP Photo Matte Paper (matný potahovaný fine art papír) HP Hahnnumühle Smooth Fine Art paper (matný potahovaný fine art papír)	>230 let >230 let >230 let	>230 let >230 let >230 let
2006	Tiskárny Canon imagePROGRAFIPF5000 a iPF9000 (první 12 barevné inkoustové tiskárny značky Canon) Tisk s pigmentovými inkousty Canon Lucia (11 barevný pigmentový inkoustový tisk) Canon Fine Art Photo Rag Paper a další vybrané matné potahované fine art papíry značky Canon Canon Luster Photo Paper, Canon Photo Paper Pro a další vybrané foto papíry značky Canon	>100 let >100 let	>150 let >150 let

PRINCIPY VYTVOŘENÍ FOTOGRAFICKÉ REPRODUKCE POMOCÍ DIGITÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ

5

TECHNOLOGICKÉ PRINCIPY V REPRODUKČNÍ FOTOGRAFII

5.1

29

Jak jsem již avizoval v úvodu práce, technologické změny v oboru vedly mimo jiné k tomu, že definice fotografické reprodukce používané v dobách klasické fotografie, již v současnosti nejsou dostačující. Redefinoval jsem reprodukční fotografii jako „*techniku, jejímž cílem je zhotovení vizuálně maximálně věrné obrazové reprodukce skutečnosti pomocí fotografických, zobrazovacích a tiskových technologií. Obrazovou věrností rozumíme shodu podráždění oka pozorovatele (a z toho vyplývající kvalitativní shodu zrakového vjemu) při pozorování originálu a obrazové reprodukce s přihlédnutím k případné redukci trojrozměrné reality do dvojdimenzionálního obrazu*“. Dříve než se začneme zabývat konkrétními postupy zhotovení fotografické reprodukce moderními metodami, musíme si ujasnit podstatu technologií využívaných v reprodukční fotografii a míru reálně dosažitelné vizuální shody.

Jak vyplývá z výše uvedené definice, 100% vizuální shoda originálu s jeho kopií nastane v případě zcela identického podráždění oka pozorovatele při posuzování každé z těchto předloh. Co to však v praxi přesně znamená? Vizuální shodu rozdělují pro naše účely do několika kategorií:

- 1/ shoda tvarová a strukturální v kresbě obrazu
- 2/ shoda jasové distribuce tónů
- 3/ shoda barvová
- 4/ shoda tvarová a strukturální u použitého materiálu k reprodukci (facsimile)

ad1/ Míru shody tvarové a strukturální v kresbě obrazu určuje především charakteristika optické soustavy použité při reprodukování, tedy optické vlastnosti objektivu, či jiných optických prvků záznamových a reprodukčních zařízení (scanner, kamera, fotoaparát, osvitový přístroj). V případě tiskového výstupu může strukturální shodu ovlivnit rozlišení tisku, které při nízkých hodnotách vede k redukci kresby v obrazových detailech. Sekundárně může ovlivnit kresbu také nízká barvová hloubka digitalizačního i výstupního zařízení. Nízké rozlišení polotónů způsobuje ztrátu kresby v plochách s malým kontrastem, kde divergence polotónů spadá do oblasti pod rozlišovací schopnost použitého zařízení. U klasických filmových materiálů ovlivňuje kvalitu kresby také velikost zrna a senzimetrická charakteristika vyvolaného materiálu. Lze tedy konstatovat, že z hlediska maximalizace kvalitativní shody v diskutované oblasti musíme používat optické soustavy s co nejvyšší hodnotou MTF (Modulation Transfer Function), maximální rovnoměrností kresby v ploše obrazu (danou kombinací příslušného objektivu s nastavenou clonou, ohniskovou a obrazovou vzdáleností), minimální vinětací a chromatickou aberací. Ohnisková vzdálenost objektivu by měla odpovídat délce úhlopříčky záznamového média (základní objektiv), nebo být mírně vyšší, aby nedocházelo ke geometrickému zkreslení obrazu v porovnání s charakteristikou vidění lidského oka. U moderních objektivů lze nalézt kompletně zpracované interaktivní diagramy optických charakteristik na stránkách www.dpreview.com (obr. 5.4.2). Z hlediska kvality elektronických záznamových zařízení, maximální dosažitelnou vizuální kvalitu určuje míra obrazového rozlišení (lpi, ppi), barvové hloubky (bit/kanál), odstupu signálu od elektronového šumu a dynamického rozsahu. U klasických filmů je výsledný obraz určen kombinací vlastností emulze, způsobem její expozice a následného vyvolání obrazu. Hlavními kvalitativními parametry jsou zde délka lineární části senzimetrické charakteristiky filmového materiálu (analogická k dynamickému rozsahu elektronického senzoru), strmost, obrazové rozlišení, jemnozrnnost a hranová ostrost. Osvitová a tisková zařízení by měla disponovat co nejvyšší barvou hloubkou, rozlišením tisku (osvitu) a rozsahem barvového gamutu.

ad2/ Lidské oko ve spojení s nervovou soustavou a mozkiem, tedy lidská „optická soustava“ reaguje na světelné podráždění v porovnání s filmovým materiálem, či elektronickým zařízením odlišně. Matematicky vyjádřeno, lidské oko reaguje na nárůst intenzity jasu scény logaritmičtě. Filmový materiál vykazuje obdobnou reakci jako lidské oko pouze v oblasti lineární části senzimetrické charakteristiky a elektronická zařízení generují elektrický náboj v lineární závislosti na jasu scény. Za referenční soustavu samozřejmě považujeme lidský model vidění, který je charakterizován pomocí modelu barvového prostoru CIELAB. Všechna elektronická snímací a zobrazovací zařízení, která používáme v procesu obrazové digitalizace tak musí disponovat nastavením tzv. gamma křivky, která jejich distribuci tónů koriguje, aby byla ve shodě s charakteristikou lidského vidění (obr. 5.1.1). Cílem této korekce je vizuálně lineární (tedy z fyzikálního hlediska logaritmičtě) nárůst jasu tónů v závislosti na intenzitě vstupního signálu. Jinými slovy vizuálně plynulý a spojitý přechod od černé do bílé s maximálním prokreslením v exterénních jasech i stínech. U tiskových a osvitových výstupních zařízení je nutné provést tzv. linearizaci, tedy korekci obdobnou zavedení gamma křivky u elektronic-

TONÁLNÍ ZÁZNAM ELEKTRONICKÉHO SNÍMAČE LINEÁRNÍ NA INTENZITĚ OSVĚTLENÍ



KORIGOVANÝ GAMMA ZÁZNAM EXPONENCIÁLNÍ FUNKCÍ S EPONENTEM 2.2

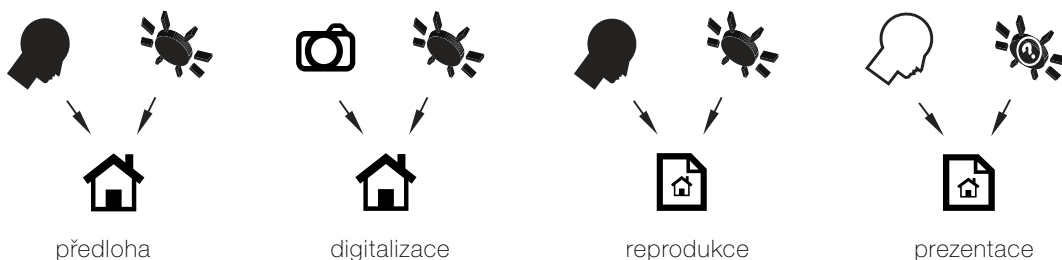


OBR 5.1.1 KOREKCE TONÁLNÍHO PŘECHODU GAMMA KŘIVKOU

kých zobrazovacích zařízení. U filmových materiálů je situace řešitelná dvěma způsoby. V případě digitalizace scannerem lze provést přesnou korekci jasového kanálu za předpokladu použití příslušné kalibrační tabulky na scéně (Color Checker 24 polí). Touto metodou lze také zpřesnit tonální distribuci ve snímku pořízeném digitálním fotoaparátem editací v počítači.

V případě kompletního chemického procesu (osvit), musíme kompenzovat případné odchylky adekvátním nastavením pozitivního procesu. Přesnost tohoto způsobu korekce je však oproti editaci digitálních dat podstatně nižší. Vzhledem k tomu, že proces fotografické reprodukce předpokládá plnou kontrolu nad světelnými podmínkami na scéně, je nutné ošetřit způsob nasvícení předlohy tak, aby její jasový rozsah nepřesahoval dynamický rozsah používaných materiálů a zařízení.

ad3/ Než se blíže začneme zabývat mírou barvové shody originálu s jeho obrazovou reprodukcí, nutně musíme definovat, co to vlastně barva je. Z hlediska barvy abstrahované od nějakého konkrétního objektu, ji lze charakterizovat jako: „vjem, který je vytvářen viditelným spektrem elektromagnetického vlnění dopadajícím na sítnici lidského oka“. Pokud však budeme mít na mysli barvu ve vztahu k nějakému konkrétnímu objektu, dospějeme nutně k závěru, že barva je z tohoto hlediska: „událost, jejíž kvalitu určují tři základní parametry - fyzikální vlastnosti povrchu objektu, spektrální charakteristika a intenzita světelného toku v prostředí kolem objektu i pozorovatele a vizuální schopnosti pozorovatele“. Při změně libovolného parametru dojde ke změně barvy jako takové. Během procesu obrazové reprodukce předlohy a jejím porovnávání s originálem dojde ke změnám některého z výše uvedených parametrů hned několikrát, jak vidíme na ilustraci (obr. 5.1.2).

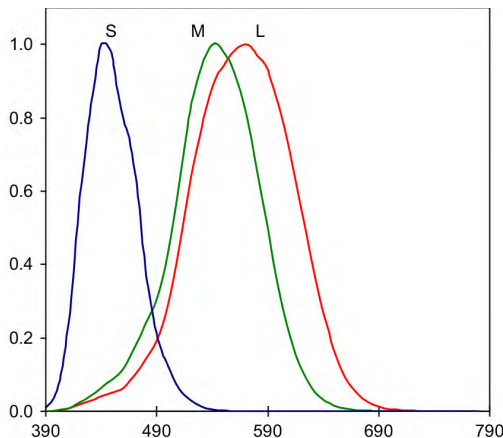


OBR 5.1.2 ZMĚNA BARVY V PRŮBĚHU DIGITALIZACE A PREZENTACE OBRAZU

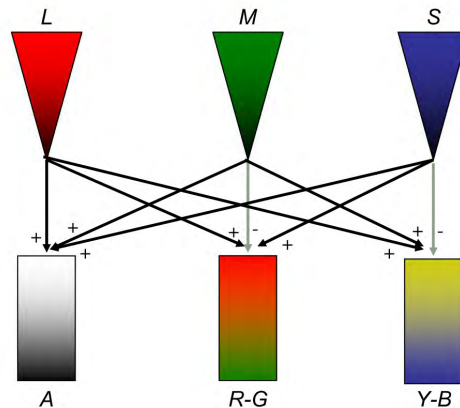
Pokud budeme za výchozí situaci považovat snímek předloha, potom ve snímku digitalizace, kde je lidský pozorovatel nahrazen digitalizačním zařízením, nastává barvová změna, protože stroj předlohu „vidí“ jinak než člověk. Při pozorování reprodukce za identických světelných podmínek stejným pozorovatelem opět dochází ke změně

barvy, protože fyzikální vlastnosti povrchu předlohy a reprodukce se diametrálně liší. Situaci na snímku prezentace již prakticky nemůžeme předjímat, protože se dívá neznámý pozorovatel za neznámých světelných podmínek, například divák v kvalitativně nekontrolovaných výstavních prostorách. Jak je tedy vůbec možné dosáhnout vizuální shody reprodukce s originálem?

Lidské oko nevnímá světelné podráždění formou jakési nepřetržité spektrální analýzy světla, ale reaguje na míru podráždění tří typů receptorů - čípků primárně citlivých na



OBR. 5.1.3 SPEKTRÁLNÍ CITLIVOST ČÍPKŮ V LIDSKÉM OKU



OBR. 5.1.4 YOUNG-HELMHOLTZOVA TEORIE - LAB SIGNÁL

oblast červené, zelené a modré oblasti spektra (obr. 5.1.3). Díky tomu je možné simulovat zrakový vjem téměř libovolné barvy pomocí vhodně zvolené intenzity červeného, zeleného a modrého světla (trichromazie). Čípky v sítnici oka reagují na podráždění primárními barvami a transformují toto podráždění do signálu složeného z achromatické složky (L), barvové složky červeno-zelené (a) a modro-žluté (b), který je zpracován nervovou soustavou (Young-Helmholtzova teorie - obr. 5.1.4). Díky této skutečnosti lze vyvolat identický zrakový vjem u dvou vzorků barevně odlišných z hlediska spektrální charakteristiky jimi odraženého světla. Tento jev se nazývá metamerie a díky jeho existenci můžeme dosáhnout vizuální shody reálného předmětu s jeho obrazem tvořeným mikroskopickými zrnky barviva ve filmové vrstvě nebo kapkami inkoustu na tiskovém médiu. Abychom mohli metamerii uplatnit, musíme ovšem dodržet stejné pozorovací podmínky z hlediska kvality osvětlení a prostředí, ve kterém porovnání probíhá a také zachovat stejného pozorovatele. Metamerie se uplatňuje jak u člověka, tak u elektronických zařízení, ale odlišným způsobem. I v případě člověka samotného musíme pochopitelně pracovat s modelem „průměrného, normálně vidícího jedince“, takže posouzení míry vizuální shody dvou vzorků je v praxi nevyhnutelně částečně subjektivní záležitost^(5.1). Z výše uvedených skutečností vyplývá nezbytnost standardizovaného, stálého prostředí pro posouzení barvové shody originálu s jeho reprodukcí a plnohodnotná implementace systému pro správu barev (CMS) do pracovního procesu. Tento systém zajišťuje maximální dosažitelnou míru barvové shody během celého procesu vytváření obrazové reprodukce. Hlouběji se aspektům implementace CMS budu věnovat v další podkapitole, kde dále specifikuji podmínky nezbytné pro vytváření a posuzování kvality obrazových reprodukcí.

ad4/ Jedním z charakteristických znaků současných reprodukčních technologií je velká rozmanitost typů výstupu digitalizovaných informací. Mimo fyzické podoby (tiskové materiály, fotografie), dnes považujeme za samozřejmý a plnohodnotný výstup formou zobrazení předlohy na monitorech či dataprojektorech. Obecně bych obrazové reprodukce rozdělil na facsimile (kdy maximální vizuální shodu v měřítku 1:1 podpoříme i volbou identického nebo fyzikálními vlastnostmi co nejpodobnějšího materiálu nesoucího reprodukováný obraz včetně struktury a vad jeho povrchu) a reprodukci běžnou (která rezignuje na nápodobu originálního materiálu předlohy, případně také nedodrží reprodukční měřítko 1:1 s originálem). V případě facsimile jde v podstatě o vytvoření co nejpodobnějšího artefaktu s originálem, u běžné reprodukce jde jen o vytvoření identického obrazu, jehož nosič a forma prezentace jsou druhořadé. Obecně lze konstatovat, že při výrobě facsimile se budeme často dostávat do situací, kdy nestandardní materiály pro tisk či osvit budou vyžadovat specifické nastavení pracovního procesu a značnou míru improvizace. To samozřejmě klade vysoké nároky na znalosti odborných pracovníků zúčastněných v pracovním procesu, hardwarové i softwarové vybavení firmy a v neposlední řadě také na finanční náročnost takového projektu.

Z výše uvedených skutečností jasně vyplývá, že absolutní vizuální shody originálu s jeho obrazovou reprodukcí nelze dosáhnout. Především proto, že vždy budeme porovnávat dva, z fyzikálního hlediska zcela odlišné artefakty. Jejich vizuální shoda je limitována mnoha podmínkami, které v praxi často nelze beze zbytku naplnit. Proto naše snaha může reálně směřovat pouze k minimalizaci odchylek v daných pozorovacích podmínkách. Digitalizační technologie posunuly v tomto směru reprodukční fotografii a polygrafii o obrovský krok kupředu. Nutným předpokladem úspěšné práce je použití nejvyšší dostupných zařízení z hlediska jejich vlastností popsanych v bodě 1/, implementace systému pro správu barev do pracovního procesu, který bude zároveň přísně standardizován a provozován v režimu plné manuální kontroly ve všech detailech. V případě pracoviště s více reprodukčními jednotkami je nutné unifikovat hardwarové i softwarové vybavení včetně technologických postupů a uživatelských nastavení jednotlivých zařízení.

I když se v případě fotografické reprodukce jedná o technickou disciplínu, určitá míra subjektivní interpretace reality fotografem je nevyhnutelná. Zvolený úhel záběru a způsob nasvícení scény, může mít ve výsledku diametrálně odlišné vyznění podle osobnosti autora. Obojím lze zároveň měnit jak tvarové, tak strukturální vyznění snímku ve srovnání s předlohou. Obecně lze konstatovat, že autor by se měl vědomě snažit o co nejobjektivnější přístup a zachytit předlohu věcně bez emočního zabarvení. V opačném případě nepůjde o obrazovou reprodukci, ale o autorskou reinterpretaci fotografované skutečnosti.

5.2

V předchozí kapitole jsem stručně popsal technologické mechanismy nacházející uplatnění v současné reprodukční fotografii a problematiku možných hranic vizuální shody obrazové reprodukce s originálem. Ke kompletnímu přehledu technologických principů obrazové digitalizace se však musíme seznámit ještě s problematikou systému pro správu barev (CMS - Color Management System) a způsobem kódování obrazové informace digitalizačním zařízením.

Jak jsem již uvedl v kapitole 5.1, jev trichromazie nám umožňuje vyvolat zrakový vjem takřka jakékoliv barvy pomocí vhodně zvolené kombinace červeného, modrého a zeleného světla příslušné intenzity. Na tomto principu tzv. aditivního skládání barev pracují prakticky všechna obrazová zařízení zaznamenávající či emitující světlo. Všechna digitalizační zařízení (kamery, fotoaparáty, scanery) pracují tak, aby vytvořila bitmapu (pravidelnou 2D mřížku) obrazových bodů (pixelů), které jsou definovány svoji polohou v ploše a dále třemi hodnotami RGB (Red, Green, Blue) primárních barev, které kódují barvou a jasovou informaci. Analogicky všechna zobrazovací zařízení (monitory, dataprojektory) vytvářejí bitmapu obrazových bodů, které jsou vytvořeny kombinací subpixelů červeného, modrého a zeleného světla patřičné intenzity. Informace o obraze jsou uloženy formou binárního kódu v obrazovém souboru. Obrazový soubor je tedy základním pracovním materiálem každého fotografa a je velmi důležité znát všechny jeho kvalitativní parametry a jejich vazbu na digitalizační zařízení i na možnosti editace v počítači.

V praxi se můžeme setkat se třemi primárními způsoby záznamu obrazu a z toho se odvíjející charakter obrazového souboru. Tato situace je dána tím faktem, že všechny obrazové snímače reagují pouze na intenzitu osvětlení, nikoliv na jeho barvu. To co světlocitlivý senzor generuje jsou jen stupně šedi. My ovšem potřebujeme RGB signál, abychom mohli kódovat barvou informaci. Toho lze docílit třemi způsoby použití barevných filtrů.

Můžeme exponovat scénu několikrát po sobě a implementovat přitom do optické soustavy aparátu příslušné filtry. Většinou se jedná o tři expozice přes RGB filtry a jednu navíc jen pro jasový kanál. Výsledkem je RGB obrazový soubor s plnohodnotnými informacemi o všech barvách předlohy. Moderní variantou je multiexpozice přes mozaiku

Bayerova vzoru na senzoru, který se mezi expozicemi o jeden pixel posune horizontálně a vertikálně tak, aby pro každý obrazový bod byly k dispozici informace ve všech potřebných barvových kanálech. Nevýhodou je nutnost absolutní stálosti prostředí a nehybnosti předlohy (i v detailu na úrovni pixelů - tedy bez závanu větru a vibrací). Tímto způsobem pracují tzv. multi-shot digitální stěny high-endových zařízení (Sinar).

Druhou variantou jsou tzv. one-shot zařízení, kam spadá většina digitálních fotoaparátů, které snímají scénu v jedné expozici přes mozaiku RGB filtrů (Bayerův vzor nebo jeho modifikace - obr. 4.5). Výhodou je rychlost a možnost fotografovat prakticky cokoliv v pohybu, ale z hlediska kvality získaných informací získáme pouze 1/3 toho, co potřebujeme. Obrazový soubor generovaný takovým zařízením není plnohodnotný RGB obrazový soubor, ale mozaika barevných bodů odečtených ze senzoru - tzv. formát RAW. Teprve jeho softwarovým vyvoláním, při kterém dojde k dopočítání zbývajících 2/3 informací na základě porovnání sousedních pixelů mezi sebou vzniká RGB obrazový soubor. Kvalita výsledného snímku nemůže nikdy dosáhnout kvality výstupu multi-shot zařízení, kde všechny obrazové informace odpovídají realitě. Pokud ovšem s tímto zařízením pracujeme, zásadně editujeme RAW formát pomocí profesionálního, plnohodnotného softwarového nástroje na PC. V žádném případě nevyužíváme redukováných přednastavených možností konverze přímo na fotoaparátu.

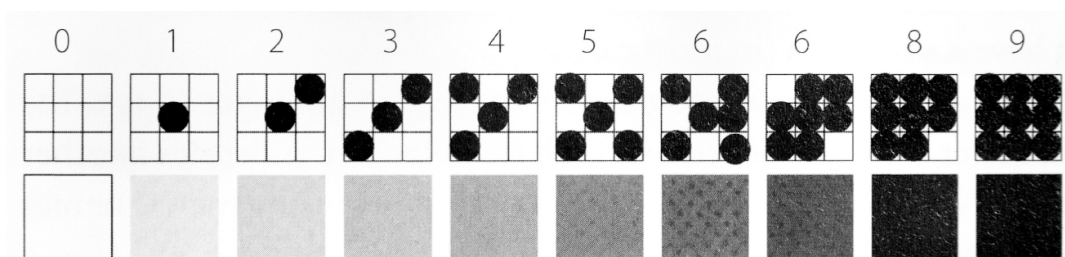
Třetí, nepříliš rozšířenou alternativou jsou CMOS senzory FOVEON X3, jejichž technologii detailně popisují v kapitole 4 (obr. 4.6). Scanery pracují s využitím jedné řady světlocitlivých buněk a tří barevných zdrojů světla (tzv. víceprůchodové) nebo se třemi řadami RGB filtrovaných buněk a jedním zdrojem světla (tzv. jednorůchodové). V obou případech scanováním vzniká RGB plnohodnotný soubor bez dodatečného dopočítávání obrazových informací.

Vlastní RGB obrazový soubor lze charakterizovat těmito kvalitativními parametry:

- 1/ velikost (obrazová, tisková)
- 2/ rozlišení (obrazové, tiskové)
- 3/ barvový režim
- 4/ barvová hloubka
- 5/ datový objem
- 6/ formát zápisu
- 7/ ICC profil

ad1/ Primární obrazová velikost je dána počtem světlocitlivých buněk snímacího senzoru a uvádí se v jednotkách pixel (obrazový bod). Snímač disponující např. 22 miliony světlocitlivých buněk vygeneruje 22 miliónů obrazových bodů v ploše s poměrem stran daným formátem vlastního senzoru. Touto nativní obrazovou velikostí snímače digitálního zařízení je dána skutečná kvalita obrazového souboru z hlediska obrazového rozlišení. Další převzorkování pomocí editačního softwaru pouze vytváří virtuální data bez přímého vztahu k zaznamenané skutečnosti a nezvyšují tak kvalitu zaznamenaných informací. Tisková velikost obrazového souboru je dána hustotou využití nasnímaných obrazových bodů na jednotku délky.

ad2/ Obrazové rozlišení určuje tiskovou velikost daného počtu obrazových bodů. Uvádí se v jednotkách ppi (pixel per inch). Základním standardem kopírujícím vizuální rozlišení detailu klasické analogové fotografie je hodnota 300ppi. V takovém případě využijeme 300 obrazových bodů na popsání 1 palce (inch) rozměru fyzického výstupu obrazu. Tuto hodnotu není třeba brát jako jedinou možnou. Alternativy přesných hodnot rozlišení mohou kolísat v logice nastaveného rozlišení tiskového stroje nebo osvitové jednotky. Jeden obrazový bod (pixel) vytváříme mnoha kapkami inkoustu, tedy pomocí tiskových bodů (dot). Je logické, že rozlišení tiskové (dpi) by mělo být dělitelné rozlišením obrazovým (ppi) tak, abychom dostali celé číslo. Například při tiskovém rozlišení 1440 dpi musíme zvýšit obrazové rozlišení na 360 ppi, abychom mohli simulovat obrazový bod 4 kapkami inkoustu v jednom směru (obr. 5.2.1). V případě, že poměr



OBR 5.2.1 MODELOVÁ UKÁZKA SIMULACE SPOJITÉHO TÓNU OBRAZOVÉHO BODU (PIXEL) KAPKAMI INKOUSTU TISKOVÝCH BODŮ (DOTS)

tiskového a obrazového rozlišení není celé číslo, musí rastrovací software změnit rozlišení vstupních dat, protože logicky nelze tisknout zlomky kapek inkoustu. Tato situace může vyústit v nežádoucí a nekontrolovatelné změny v barevnosti či kresbě obrazu. Na druhou stranu při značných rozměrech tiskových výstupů s předpokladem pozorování divákem z velké vzdálenosti (extrémním případem mohou být billboardy), nemusíme dodržovat tak vysoké tiskové rozlišení, protože vizuální vjem z velké vzdálenosti tak vysokou kvalitu detailu nevyžaduje. V takových případech může požadované obrazové rozlišení klesnout hluboko pod 100ppi. V případě prezentace obrazového souboru na monitoru či dataprojektoru je obrazové rozlišení souboru irelevantní. Důležitý je zde poměr počtu pixelů obrazového souboru vůči počtu pixelů zobrazovacího zařízení, který by měl být opět dělitelný celým číslem.

ad3/ Barvový režim (způsob kódování obrazových informací) obrazového souboru je z výše uvedených příčin (kap. 5.2) po primární digitalizaci vždy RGB (formát RAW není plnohodnotný obrazový soubor, pouze zdroj dat k jeho vytvoření). Tedy každý obrazový bod je definován třemi hodnotami intenzity červeného, zeleného a modrého světla, které kódují zároveň jeho barvou i jasovou složku. Při přípravě souboru na konkrétní fyzický výstup můžeme dospět k nutnosti konverze dat do formátu CMYK (nebo jeho modifikací u vícetonerových tiskových strojů), který vyžadují tisková výstupní zařízení. Tento formát kóduje barvou a jasovou informací obrazu pomocí kanálů azurového (Cyan), purpurového (Magenta), žlutého (Yellow) a černého (K) barviva. Tato varianta tzv. subtraktivního skládání barev se využívá při tvorbě tiskových dat. Nárůst počtu kanálů popisujících barvou informaci ze tří na čtyři s sebou nese zvýšení kvality informací v obraze, pouze jejich odlišný popis. Nese s sebou ovšem nárůst datového

objemu snímku. Model kódování informací RGB nebo CMYK sám o sobě nevypovídá nic o konkrétní interpretaci číselných hodnot obrazového souboru na příslušný barvový odstín. Tuto informaci s sebou nese až ICC profil (viz. níže). Alternativní modely kódování barvových informací mohou být Lab (o jeho využití se zmiňuji dále v textu) či redukce informací do jednoho kanálu v případě snímků ve stupních šedi - Grayscale. Zde je nutné rozlišovat mezi dvěma režimy - Gray gamma a Dot Gain. Pokud nehodláme připravovat obrazový soubor pro ofsetový tisk procesní barvou, používáme zásadně režim Gray gamma 2.2, který popisuje způsob distribuce tonálních hladin od černé po bílou vizuálně lineárním způsobem. V případě nastavení Dot Gain, nastavujeme korekci nárůstu tónové hodnoty (tiskového bodu) daného tiskového procesu^(5.2). V případě tisku na odlišném zařízení potom dostaneme nepříjemné výsledky, které nelze předjímat z náhledu na monitoru. Mezi další možné režimy kódování obrazových informací patří režimy multichannel, indexované barvy nebo duotón. Charakteristickým rysem těchto alternativních modelů je redukce barvových informací na úkor kvality obrazu, proto se jimi v této práci nebudu hlouběji zabývat.

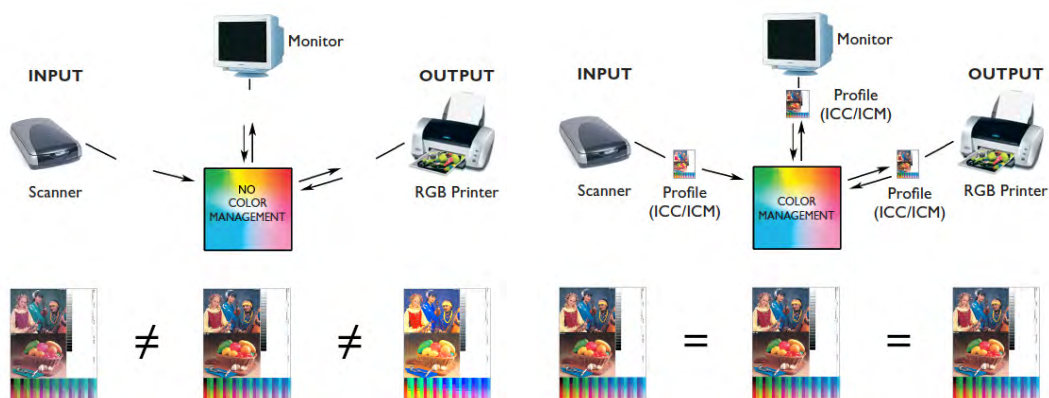
ad4/ Barvová hloubka definuje počet diskrétních úrovní mezi nejtmašším a nejsvětlejším odstínem v každém barvovém kanále obrazového souboru. Označuje se hodnotou mocniny dvou, která určuje počet polotónů na kanál ($2^8=256$ polotónů = 8bit barvová hloubka). Čím vyšší je její hodnota, tím větším množstvím informací o barvě a kresbě obrazu disponujeme. 8bit barvová hloubka je nejnižší potřebné rozlišení polotónů kódovaných v binární soustavě, při kterém lidské oko vnímá přechod od černé do bílé jako spojitý. Neposkytuje však dostatek rezerv pro ztrátovou editaci obrazu, kdy může dojít ke vzniku skokových přechodů v důsledku nedostatečného rozlišení polotónů. Vlastní kvalita obrazové informace je v tomto ohledu opět limitována reálnými schopnostmi digitalizačního zařízení. Barvové rozlišení stroje by mělo být popsáno v jeho technické dokumentaci. U kvalitních zrcadlovek a scannerů se pohybuje v rozmezí 12-14bit, u high-endových digitálních stěn a scannerů do 16bit. Obrazový soubor v základních formátech zápisu může disponovat 16bit barvové hloubky nebo redukovanou 8bit hloubkou. Při nižší nativní barvové hloubce digitalizačního zařízení než 16bit nevzniknou přepisem do 16bit režimu žádné další relevantní informace, ale ani nedojde ke kvalitativní redukci obrazu. Kvalitativní požadavky reprodukční fotografie implikují výhradní použití 16bit barvové hloubky v celém procesu digitalizace od pořízení snímku až po jeho výstup. Režim 32bit barvové hloubky je určen pro HDR formát sloužící k zachycení scén s vyšším jasovým rozsahem než je dynamický rozsah záznamového zařízení. Vzhledem k problematické využitelnosti pro reprodukční fotografii se touto alternativou nebudu hlouběji zabývat. Jasový rozsah scény při reprodukci můžeme kontrolovat modulací světelného toku tak, abychom formát HDR nemuseli používat.^(5.3)

ad5/ Datový objem obrazového souboru je určen množstvím informací v něm obsažených. Vzhledem k tomu, že kvalitu obrazového souboru zcela určuje kvalita digitalizačního zařízení, je účelné udržovat co nejdéle během editace souboru na PC jeho datový objem stabilní. Optimálním nastavením digitalizačního zařízení vytěžíme maximální kvalitu na vstupu a tu dále neměníme. Zvýšit kvalitu obrazového souboru z hlediska jeho obrazového a barvového rozlišení ani nejde. Případné softwarové převzorkování

směrem nahoru vždy vytvoří virtuální data bez relevance k reálné předloze. Zvyšování tiskové velikosti snímku pro velkoformátové prezentace provádíme v kopii původního souboru s vědomím, že žádnou reálnou kvalitu tímto způsobem nevytvoříme. Přinejlepším přijatelnou iluzi. Datový objem charakterizují jednotky bitů či bytů. Bit (binary digit) je nejmenší jednotka digitální informace, který může nabývat hodnot 0 nebo 1. Byte je jednotka množství digitálních informací skládající se z 8 bitů, může tedy nabývat 2^8 hodnot. Běžné datové objemy digitalizovaných obrazových informací se v současnosti pohybují v desítkách či stovkách megabytů (10^6 bytů).

6/ Formát zápisu digitalizovaných informací většinou volíme podle toho, zda nám jde především o udržení obrazové kvality, nebo o redukci datového objemu (a tím nižší nároky na hardware a přenosovou rychlost při komunikaci po síti). V zásadě lze volit formu nekomprimovaného formátu tiff, psd, psb nebo podobných, které umožňují zápis v 16bit barvové hloubce bez jakékoliv kvalitativní redukce dat. Vyšší datový objem a s tím spojené nároky na hardware jsou logickou konsekvencí této volby. V případě že finalizovaný snímek již budeme pouze prezentovat na zobrazovacích zařízeních (nikoliv dále editovat), lze přistoupit k redukci barvové hloubky na 8bit a ztrátové komprimaci dat formátem jpeg nebo jpeg 2000 (ten umožňuje i zachování 16bit barvové hloubky). Případně využít některého jiného ztrátově-kompresního algoritmu.^(5.4)

7/ ICC profil je informace připojená k obrazovému souboru, která slouží systému pro správu barev k tomu, aby mohl jednoznačně interpretovat číselné hodnoty jako konkrétní odstíny barev. Samotná čísla RGB jsou totiž relativní a za různých podmínek mohou označovat rozdílné barvy. Soubor bez přiřazeného ICC profilu tedy nelze zobrazit jednoznačně správně a hodnoty zapsané v souboru jsou v takovém případě interpretovány jako součást tzv. ICC profilu pracovního prostředí pro daný režim skládání barev (RGB). Toto nastavení se provádí v zobrazovacím softwaru nebo je implicitně dáno jeho výrobcem. Obrazový soubor by měl na začátku digitalizačního procesu disponovat ICC profilem zařízení, které ho vytvořilo. Většinou v další fázi dochází ke konverzi do unifikovaného „přechodového“ prostoru (sRGB, Adobe RGB 1998, apod), vhodného pro editaci.



OBR 5.2.2 SYSTÉM BEZ ZAVEDENÉ SPRÁVY BAREV (VLEVO) A SE ZAVEDENOU SPRÁVOU BAREV (VPRAVO)

V úvodu této kapitoly jsem popsal základní technologické překážky, bránící dosažení absolutní vizuální shody reprodukce s originálem a základní kvalitativní parametry, podle kterých kvalitu obrazové reprodukce posuzujeme. K těmto skutečnostem se váže

komplexní problematika systému pro správu barev (CMS - obr. 5.2.2), kterou bych zde chtěl, v rozsahu redukováném praktickou upotřebitelností v reprodukční fotografii, objasnit.

CMS byl vytvořen v rámci nutné reakce na prudce narůstající diverzitu vstupních a výstupních zařízení. V dobách, kdy digitalizace nebyla masově rozšířenou technologií, disponovala příslušná pracoviště uzavřenými systémy zařízení, které dodával jeden výrobce s daným nastavením a zaškolenou obsluhou. Tyto systémy byly založeny na tom, že vstupní digitalizační zařízení (scanner) generovalo obrazové soubory kódované ve výstupním prostoru daného tiskového procesu. Jinými slovy - obrazový výstup scanneru byl vytvořen ve formátu CMYK s hodnotami, které odpovídaly příslušným barvám tiskového stroje pro dané médium a rozlišení tisku. Všechna nastavení byla implicitně dána výrobcem systému a obsluha stroje je neměnila. Z těchto důvodů byl scanner předlohy pořízen tak, aby vyžadoval minimální dodatečnou editaci v PC a potom bez správy barev (ta nebyla potřebná, protože hodnoty obsažené v obrazovém souboru odpovídaly hodnotám požadovaným tiskovým strojem) odeslán na výstupní zařízení k tisku. Věrnost náhledu na monitoru nebyla ani očekávána. Kontrola důležitých barev probíhala na úrovni korekce CMYK hodnot podle vzorníků daného procesu, nikoliv na základě vizuálního hodnocení náhledu na monitoru.

S prudkým nárůstem různorodosti dostupných digitalizačních, zobrazovacích a výstupních zařízení a možností jejich vzájemných kombinací v procesu obrazové reprodukce se tento způsob práce stal neudržitelným. Byl nahrazen Systémem pro správu barev (Color Management System), který řeší propojení libovolného množství zařízení mezi sebou přes jeden, centrální Prostor propojení profilů (Profile Connection Space). Tento centrální prostor umožňuje konverzi dat z libovolného vstupního zařízení na libovolné výstupní zařízení (a naopak) s tím, že minimalizuje barvové posuny v obraze. Systém pro správu barev lze charakterizovat jeho základními funkcemi a stavebními prvky takto:

FUNKCE A/ popis konkrétní barvy a její navázání na RGB nebo CMYK hodnoty obrazového souboru

FUNKCE B/ konverze těchto hodnot mezi jednotlivými zařízeními při maximálním zachování barvové věrnosti obrazu

SLOŽKA 1/ PCS (Profile Connection Space) - prostor propojení profilů

SLOŽKA 2/ ICC profily

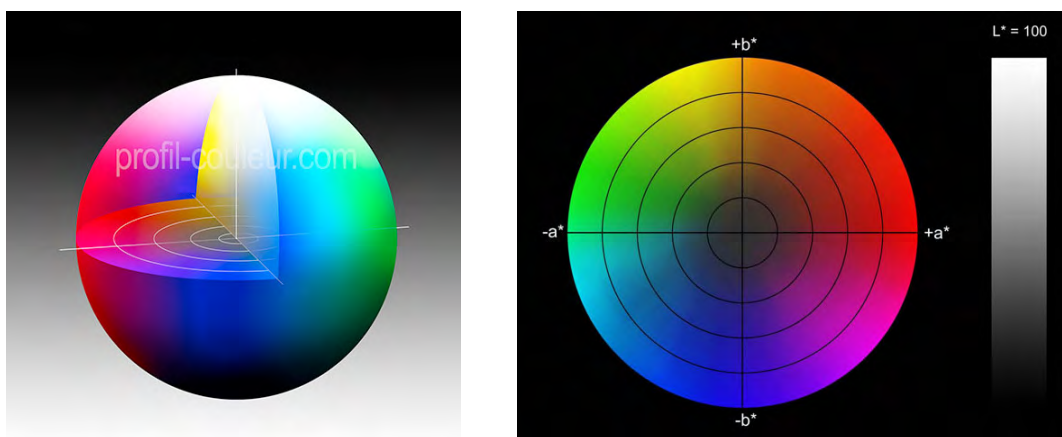
SLOŽKA 3/ CMM (Color Management Module) - modul správy barev

SLOŽKA 4/ Přepočítávací záměry - způsob vykreslení barev mimo gamut

Základní pochopení těchto stavebních prvků je nezbytné pro plnohodnotné využití CMS v procesu digitální obrazové reprodukce.

ad FUNKCE A/ Referenční číselný popis konkrétní barvy je nutné konstruovat tak, aby byl jedinečný a jeho vztah k dalším barvám korespondoval s očekáváním lidského vizuálního systému (oka a nervové soustavy). Proto bylo vytvořeno několik barvových

prostorů na základě empiricky získaných dat během experimentů se vzorky zdravého, normálně vidícího obyvatelstva. Dva nejnámější a nejpoužívanější modely se nazývají CIE XYZ (zaveden 1931) a CIE LAB (zaveden 1976). Prostor CIELAB obsahuje všechny barvy potenciálně vnímatelné lidským okem, přičemž číselná hodnota změny dané barvy na jinou by měla odpovídat subjektivnímu vnímání této změny lidským pozorovatelem (obr. 5.2.3). Kvalita dané barvy je dále ovlivněna intenzitou, spektrální charakteristikou a teplotou chromatičnosti osvětlení (D50), vzdáleností a úhlem pod kterým pozorovatel barevný vzorek hodnotí a také barevností pozadí kolem vzorku. Všechny



OBR 5.2.3 VIZUALIZACE REFERENČNÍHO BARVOVÉHO PROSTORU CIELAB 3D (VLEVO) A 2D (VPRAVO)

tyto parametry v praxi ovlivňují posouzení vizuální shody reprodukce s originálem.

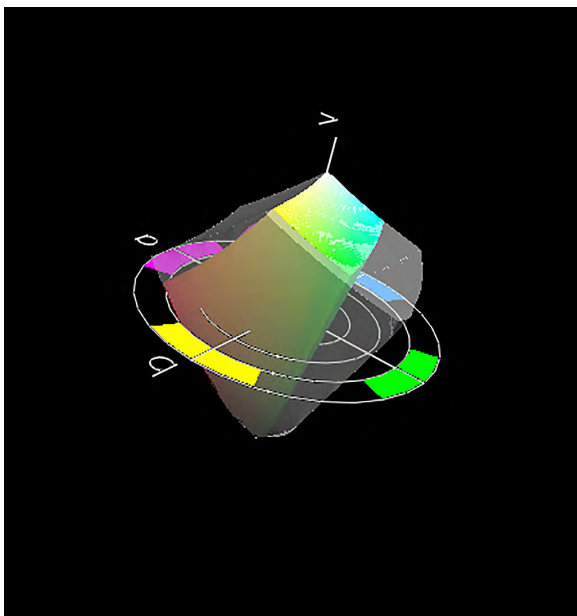
Navázání barvy z referenčního prostoru Lab na konkrétní RGB nebo CMYK hodnoty daného zařízení umožňují ICC profily těchto zařízení, které obsahují informace o chování stroje z hlediska reprodukce barev. CMS systém díky těmto informacím dokáže jednoznačně interpretovat relativní číselné hodnoty obrazového souboru jako konkrétní barvy v prostoru CIELAB (CIEXYZ).

ad FUNKCE B/ Konverzi dat obrazového souboru mezi jednotlivými zařízeními, či uměle vytvořenými barvovými prostory, zajišťuje výpočetní modul CMM. Naváže relativní RGB hodnoty souboru s ICC profilem vstupního zařízení do prostoru Lab, poté najde protihodnoty daných barev v cílovém prostoru výstupního zařízení a provede vlastní výpočet konverze. Pokud obrazový soubor obsahuje data barev, které v cílovém prostoru nejsou definovány (nelze je tedy reprodukovat), aplikuje CMS kompromisní variantu záměnou požadované barvy za jinou, reprodukovatelnou, dle nastaveného přepočítávacího záměru.^(5.5)

ad SLOŽKA 1/ Jak jsem již popsal výše, PCS (prostor propojení profilů) je referenční barvový prostor (simulující vizuální vnímání člověka), který v rámci systému pro správu barev slouží jako vztažná soustava jednoznačně definující barvy unikátním trojčíslem a umožňuje jejich porovnání a konverzi. Každá barva je v prostoru CIELAB popsána třemi kanály, vyjadřujícími světlost (L) a barvou polaritu na ose červená-zelená (a) a modrá-žlutá (b). V prostoru CIE XYZ jednotlivé kanály obsahují hodnoty vyjadřující míru stimulace vizuálního systému (tristimulus value) primárními RGB barvami (X,Z) a jasně (Y) .

ad SLOŽKA 2/ ICC profily jsou soubory nesoucí informace, které umožňují popsat chování daného zařízení z hlediska reprodukce barev. Mohou popisovat konkrétní zařízení nebo jsou uměle vytvořeny a k žádnému specifickému stroji se nevztahují. Kvalitní ICC profil přesně popisující chování zařízení využívaných v pracovním procesu je nezbytným předpokladem plnohodnotné implementace CMS. Uměle vytvořené profily, tzv. přechodové ICC profily, které se ke konkrétním zařízením nevztahují, jsou zamýšleny jako prostředky unifikace barvového prostoru při editaci obrazu na PC (sRGB, Adobe RGB 1998, ECI RGB, apod.).

ad SLOŽKA 3/ CMM modul je softwarový stroj, který provádí všechny výpočty potřebné k převodu dat mezi jednotlivými barvovými prostory. ICC profily obsahují limitované množství tzv. uzlových bodů, které jsou vytvořeny na základě skutečně změřených reakcí zařízení na vstupní signál. Pokud bychom měli proměřit reakce stroje na všechny potenciální kombinace hodnot vstupního signálu, pohybovali bychom se v řádech desítek milionů až miliard barev, což by vedlo k neúnosně velkým datovým objemům ICC profilů a nereálné době potřebné pro jejich výrobu. V praxi se pomocí kalibračních sond proměří omezené množství variant (podle typu stroje od desítek po několik tisíc číselných kombinací) a výsledky se uloží v ICC profilu. Vše, co se děje mezi těmito uzlovými body, dopočítává CMM modul pomocí interpolačních algoritmů. Důležitou úlohou modulu je také výpočet řešení kompromisních situací, kdy je potřeba redukovat rozsah barev obrazu do menšího cílového gamutu stroje pomocí přepočítávacích záměrů (viz. níže SLOŽKA 4). Většinou je účelné používat jednotný CMM modul ve všech aplikacích, které v pracovním procesu používáme, protože různé moduly mohou dospět při řešení téže situace k odlišným výsledkům. V softwarových nástrojích firmy Adobe, kterou považuji za referenčního výrobce profesionálních produktů pro editaci obrazu, je standardně nastaven jako výchozí proprietární modul Adobe ACE. Pokud potřebujeme unifikovat využívaný CMM modul v dalších aplikacích jiných výrobců či v operačním systému, nabízí Adobe zdarma ke stažení modul Adobe CMM, který však není funkční



OBR 5.2.4 3D VIZUALIZACE KOMPARACE PROSTORŮ ADOBE RGB1998 (VĚTŠÍ, POLOPRŮHLEDNÝ) A sRGB (MENŠÍ, NEPRŮHLEDNÝ)

v 64-bit operačních systémech.

ad SLOŽKA 4/ Každé zařízení, které v pracovním procesu používáme, disponuje omezeným rozsahem barev se kterým je schopno pracovat (snímat, či zobrazovat). Limity tohoto barvového gamutu jsou dány jeho konstrukčním řešením a s ním spojenými fyzikálními zákony. V případě, že budeme nuceni pracovat např. se zobrazovacím zařízením, jehož barvový gamut je menší, než gamut digitalizačního zařízení, může nastat situace, kdy obraz bude obsahovat data, která nelze reprodukovat (obr. 5.2.4). Barvy, které nejsou v cílovém prostoru definované musíme

nahradit jinými, reprodukovatelnými. Systém CMS pracuje se čtyřmi základními metodami řešení takové situace. Tyto metody se označují jako přepočítávací záměr (rendering intent) a rozdělují se takto:

PERCEPTUÁLNÍ (někdy také fotografický či fotografie) je způsob vykreslení tím, že se změni všechny barvy v obraze tak, aby byly reprodukovatelné v cílovém prostoru. Cíle je dosaženo kombinací natáčení a komprese zdrojového prostoru tak, aby se zcela kryl s cílovým prostorem v rámci aktuálních barev obsažených ve snímku. Díky této metodě zůstanou v maximální možné míře zachovány vztahy mezi jednotlivými barvami snímku, tedy zejména v jemných přechodech nebude docházet k pruhování nebo tvorbě map. Tento přepočítávací záměr je upřednostňován pro fotografický obraz a zobrazování na monitorech či dataprojektorech. Všude tam, kde proces obrazového výstupu nebude mít plně pod kontrolou, je třeba počítat s perceptuálním přepočtem mezi prostorem jako standardním nastavením (minilaby, tiskárny, atd). Při jeho použití nezapínáme kompenzaci černého bodu, protože je již zajištěna ze samotné podstaty perceptuálního záměru.

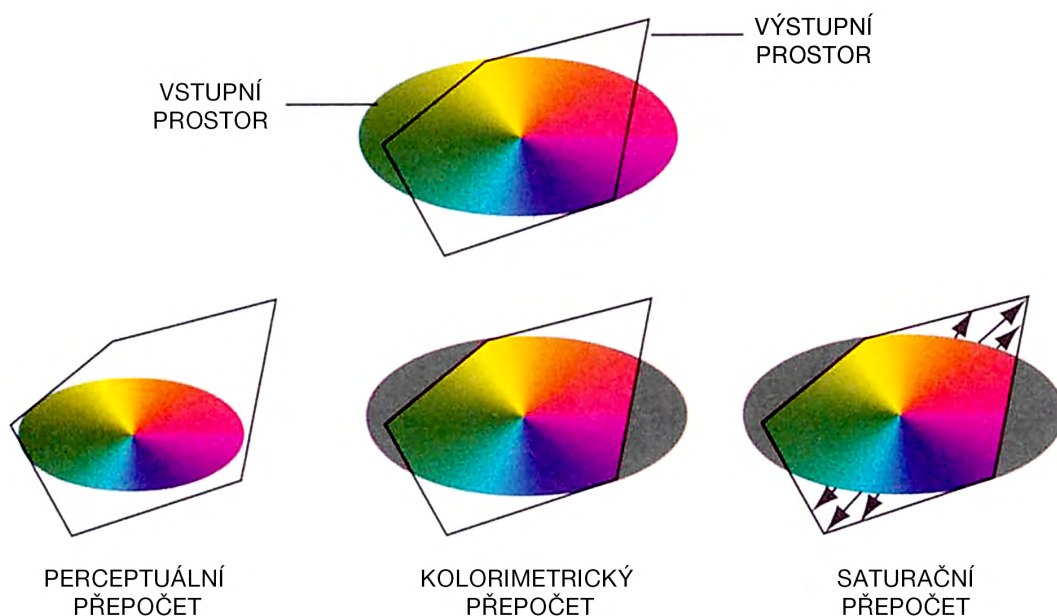
RELATIVNÍ KOLORIMETRICKÝ (někdy také nátisk a perokresba, grafika, apod.) je způsob vykreslení, který barvy reprodukovatelné v cílovém prostoru ponechá beze změny, pouze je přizpůsobí případně odlišné bílé barvě používaného média (vnímání barev v obraze se mění podle vyážení oka na bílou barvu nepotištěného papíru). Barvy, které jsou mimo cílový gamut, přepočítá na nejbližší reprodukovatelné. Dochází tedy k barvovému posunu pouze v některých částech obrazu. Tato metoda se používá především v grafických výstupech, protože zabezpečuje stálost převodu barev, které se opakují na více místech - např. v publikaci. Stránky s šedým pozadím a rozdílnými fotografiemi by se přepočítávaly perceptuální metodou jako celek s kompresí závislou na barvách ve fotografii, což by vedlo k odlišným posunům barev pozadí stranu od strany. Šedá by tak byla rozdílně interpretována s nádechy závislými na kolísající míře nutné kompenzace barev. Tento problém lze řešit relativním kolorimetrickým přepočtem, který pozadí přepočítá vždy na stejnou hodnotu výstupního prostoru a případné kompenzace jinde v obraze se nedotknou okolí. Pokud se ve fotografickém obraze nachází velmi malé množství barev (nebo vůbec žádné) mimo gamut, lze úspěšně tento přepočet použít i ve fotografii. Předpokládá to ovšem manuální kontrolu procesu až po vlastní výstup. V opačném případě musíme počítat s perceptuálním přepočtem (viz. výše). V rámci tohoto přepočtu je většinou nutné zapnout tzv. kompenzaci černého bodu, která zabezpečí konverzi neutrální osy perceptuálním způsobem, aby zůstaly zachovány plynulé přechody jasových hladin. S vypnutou kompenzací černého bodu dojde při konverzi do menšího barvového prostoru ke slití tmavých tónů (tmavších než černá ve výstupním prostoru) do černé.

ABSOLUTNÍ KOLORIMETRICKÝ (někdy také simulace papíru, kontrolní nátisk, apod.) je způsob vykreslení identický s relativním kolorimetrickým s jedinou výjimkou - nedochází k přizpůsobení bílé barvy nepotištěnému médiu (bílé cílového prostoru). Pokud

má ICC profil přiřazený snímku před konverzí definovanou vyšší teplotu chromatičnosti bílého bodu než odpovídá bílé papíru pod normovaným osvětlením D50, výstupní zařízení bude simulovat bílou zdroje (potiskne/vysvítí bílou papíru do modra, aby odpovídala zdrojovému prostoru) na výstupu a s tím spojenou interpretaci ostatních barev obrazu (viz. relativní kolorimetrický přepočítání). Tento způsob přepočítání se využívá při náhledových tiscích simulujících výstup na jiném zařízení, případně na jiné médium a výstupní zařízení (hardproof).

SATURAČNÍ (někdy také sytostní, grafy, apod.) je způsob vykreslení, který upřednostňuje maximální saturaci barev v obraze před jejich vizuální věrností. Používá se především při tisku grafů, diagramů nebo map na méně kvalitní tisková média. Nehodí se pro účely konverze fotografií, zvláště ne pro reprodukce.

Volba vhodného přepočítávacího záměru je jedním ze zásadních aspektů profesionálního využití CMS ve fotografické praxi. Konkrétní postupy si popíšeme dále v sou-



OBR 5.2.5 SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ APLIKACE JEDNOTLIVÝCH PŘEPOČÍTVACÍCH ALGORITMŮ

vislosti s popisem vzniku vlastní fotografické reprodukce. V další podkapitole se budu detailněji věnovat problematice nastavení pracovního prostředí, digitalizačních zařízení, softwarových aplikací a monitorů s ohledem na korektně zavedený systém pro správu barev.^(5,6)

IMPLEMENTACE CMS DO PRACOVNÍHO PROCESU, KALIBRACE A PROFILACE MONITORU

5.3

Z faktů, které jsem uvedl v předchozí podkapitole je jasně patrné, že ani dokonale nastavený systém pro správu barev nemůže zaručit nemožné - tedy reprodukci vizuálně zcela identickou s originálem. Můžeme ovšem minimalizovat posuny barevnosti a tonality snímku, pokud budeme dbát několika základních pravidel práce a systém CMS budeme v maximální míře erudovaně využívat. Tato základní pravidla bych rozdělil do pěti skupin:

- 1/ zajištění podmínek na pracovišti, které odpovídají nárokům na kritické vizuální posouzení reprodukce s originálem (osvětlení i prostředí) dle norem ISO3664:2009 a ISO12646:2008
- 2/ využívání profesionálních nástrojů nutných pro zavedení CMS do systému (sw i hw) unifikovaných pro všechna pracoviště
- 3/ využívání profesionálních produktů pro digitalizaci i editaci obrazu (sw i hw), které umožňují práci v plně manuálním režimu, unifikovaných pro všechna pracoviště
- 4/ uživatelské nastavení operačního systému a aplikací pro editaci obrazu z hlediska implementace CMS, cílená práce s ICC profily
- 5/ jasně definovaný a neměnný pracovní proces identický pro všechna pracoviště

Všechny příklady softwarových a hardwarových zřízení, které v této práci uvádím, považuji na základě mnohaleté práce v oboru za referenční nástroje. Neznamena to, že nemohou existovat rovnocenné alternativy. Rozbor všech možností, které trh nabízí by však značně vybočoval z tématu této práce. Osobně také považuji metodu ustavení vybraného produktu jako referenčního a vztahování alternativních výrobků k takovému etalonu za podstatně smysluplnější a praktičtější, než je dnes běžně využívaný postup u výběrových řízení - tedy opis vlastností stroje bez sebemenšího náznaku o které konkrétní zařízení se má jednat. Z hlediska precizní profesionální práce při vytváření fotografické reprodukce budeme nutně potřebovat nástroje, které umožňují práci v plně manuálním režimu. Ne vždy je tato podmínka splněna beze zbytku, je však třeba mít na paměti, že jakákoliv automatická nebo nejasná nastavení vytvářejí potenciálně proměnné prostředí, jehož uchopení (z hlediska správy barev) bude nutně nepřesné. Při po-

pisu jednotlivých fází práce budu vždy specifikovat konkrétní nástroje a zařízení, které umožňují dosáhnout uváděných výsledků. Verze softwarových aplikací v ukázkách jsou aktuální k datu vzniku této diplomové práce (01-06/2014).

Pracoviště, kde budeme provádět editaci obrazových souborů a posuzovat kvalitu vizuální shody reprodukce s originálem musí disponovat normovaným osvětlením o náhradní teplotě chromatičnosti D50, indexu podání barev $R_a > 90$, a regulovatelné intenzitě osvětlení v rovině předlohy v rozmezí 500lux - 2000lux (ISO 3664:2009). Místnost musí být zatemněna a prostá ploch či předmětů s barevným akcentem, které by mohly způsobit změnu spektrální charakteristiky světla v okolí předlohy, či degradovat nerušený vizuální vjem předlohy. Ideální je neutrální šedá GTI Munsell Neutral Gray N7/N8. V objektu by nemělo docházet k výraznému kolísání teploty a vlhkosti, protože tyto atmosférické jevy mohou změnit chování strojů a v důsledku tím snížit přesnost nastavení systému. Osvětlovací tělesa splňující výše uvedené podmínky dodává na trh několik



OBR 5.3.1 JUST NORMLICHT PROOF STATION 20 SP PROSVĚTLOVACÍ BOX PRO KRITICKÉ POSOUZENÍ VÝSTUPU

výrobců. Tradičním a ověřeným dodavatelem řešení pro grafická studia je například firma JUST Normlicht (obr. 5.3.1), která vyrábí osvětlovací tělesa do místnosti i přenosné prosvětlovací boxy. Aktuálně platné normy ISO 3664:2009 odpovídají osvětlovací trubice JUST Daylight 5000 Pro Graphic. Jejich výkon volíme dle vzdálenosti od předlohy a požadované intenzitě osvětlení. Nároky na barvovou neutralitu prostředí samozřejmě aplikujeme i na pracovní oblečení. Nezbytnou pomůckou profesionálního fotografického pracoviště jsou kalibrační sondy a software, které nám umožní s vysokou přesností kontrolovat světelné podmínky a vytvářet ICC profily jednotlivých zařízení. Pokud neaspírujeme na tvorbu vlastních tiskových profilů, nebudeme nutně potřebovat spektrofotometr, nicméně kvalitní kolorimetr je bezpodmínečnou nutností. Výhodou kolorimetru je relativně nižší cena při vyšší přesnosti měření především v tmavých odstínech

generovaných monitorem. Tato sonda nám postačí na kalibraci a profilaci monitorů, dataprojektorů a měření kvality okolního osvětlení. Standardem v této oblasti je kolorimetr X-Rite i1 Display Pro, high-endovým řešením například BasICColor Discus. Základním rozdílem mezi kolorimetry a spektrofotometry je způsob měření kvality světla. Spektrofotometr je schopen měřit jak emitované, tak odražené světlo které analyzuje z hlediska zastoupení jednotlivých vlnových délek v rozmezí cca 380 - 730 nm s frekvencí 10nm (X-Rite i1Pro2, obr. 5.3.2). Kolorimetry měří kvalitu pouze emitovaného světla podobně jako lidské oko - kvantifikací intenzity signálu generovaného světlem procházejícím přes RGB a neutrální filtry. V digitální fotografii obecně je mimo vlastní fotografický přístroj či scanner velmi důležitým přístrojem monitor. Je to klíčové zařízení, které nám umožňuje nahlédnout do virtuálního světa čísel a vizualizovat uložené infor-



OBR 5.3.2 SPEKTROFOTOMETR X-RITE I1PRO2 A SKENOVACÍ STŮL PRO AUTOMATIZACI MĚŘENÍ

mace v obrazovém souboru. Logicky bychom se měli snažit o udržení podobné kvalitativní úrovně digitalizačního zařízení a monitoru, který používáme při editaci snímků. U reprodukční fotografie sice hraje důležitou úlohu orientace dle hodnot RGB, ale bez nároků na plnohodnotné zobrazení dat ve snímku se neobejdeme. Monitory dostupné na trhu se v současné době pohybují v tisících technologických variant. Modely vhodné pro profesionální fotografickou praxi bych specifikoval na základě několika kritérií. Při výběru budeme uvažovat jen o volně stojících, jedúčelových typech, vyloučíme tedy notebooky a integrované systémy stolních počítačů se zobrazovacím zařízením (např. iMac). Možnosti nastavení těchto obrazovek jsou nedostatečné a jejich technické parametry většinou kompromisní a marketingově směřované na mainstreamového zákazníka. Vzhledem k aktuálnímu technologickému stupni vývoje budeme uvažovat pouze LCD monitory. Mezi jejich nejdůležitější vlastnosti patří technologie zobrazovacího panelu. Pro fotografii je zcela nevhodná varianta TNT (a její varianty), která disponuje velmi malými pozorovacími úhly, malým rozsahem barev a nepřesným barvovým podáním. Pro účely fotografické praxe jsou vhodné technologie panelů PVA (MVA) nebo IPS, přičemž technologie IPS (a její varianty) stojí kvalitativně nejvýše (obr. 5.3.3). Dalšími technickými aspekty určujícími kvalitu monitoru je velmi mnoho - počet zobrazitelných barev, jas, kontrast, barvový gamut, rovnoměrnost a typ podsvitu, rozlišení a úhlopříčka, atd. Praktická zkušenost ovšem často nekoresponduje s papírovými předpoklady

proklamovanými výrobci. Pokud bych měl na základě vlastní zkušenosti zůžit výběr vhodného monitoru pro reprodukční fotografii na malou skupinu výrobků dostupných na českém trhu, které v reálné zátěži odpovídají očekávání, vybíral bych mezi přístroji EIZO (řady CG, CX) nebo NEC (řady PA, SpectraView). V situaci, kdy potřebujeme větší



OBR 5.3.3 HIGH-ENDOVÉ ŘEŠENÍ ZOBRAZOVÁNÍ - NEC SPECTRAVIEW 3090 A KOLORIMETR BASICCOLOR DISCUS

množství monitorů na pracovišti, dbáme na jejich unifikaci minimálně z hlediska technologie zobrazovacího panelu, podsvitu obrazovky a výrobce. V současné době se prosazuje nový typ podsvitu LCD pobrazovek pomocí LED diod, které jako zdroj světla disponují jinou spektrální charakteristikou než CCFL trubice starších modelů. Z tohoto důvodu nelze očekávat stejné vizuální podání za všech podmínek i v případě identické kalibrace monitorů, z důvodů popsaných v kap. 5.1. (shoda reprodukce a originálu). Mezi nedávné technologické posuny v kvalitě dosažitelného zobrazení patří Display Port - varianta propojení grafické karty s monitorem umožňující přenos signálu v 10bit barvové hloubce oproti dosavadním 8bit. Abychom však mohli využít tento způsob zobrazování, potřebujeme splnit několik podmínek. Musíme disponovat monitorem, který tento barvový režim umožňuje (např. EIZO CX,CG, NEC PA, SpectraView), grafickou kartou řady Fire-Pro (AMD) nebo Quadro (NVIDIA), propojovacím kabelem a konektory DP a softwarem, který přenos v 16bit hloubce podporuje (např. Adobe CS5 a výše). Po nastavení všech výše uvedených součástí můžeme přes grafickou kartu přenášet obraz v barvové hloubce 10bit/kanál, tedy 30bit v režimu RGB. Znamená to zvýšení

zobrazitelných polotónů z hodnoty 16,7 miliónu na cca 1 miliardu. Přesné množství zobrazitelných barev závisí také na technických možnostech přístroje.

Vlastní nastavení monitoru a jeho zařazení do pracovního procesu sestává ze tří částí:

- A/ promyšlení logiky nastavení stroje z hlediska pracovního procesu
- B/ kalibrace monitoru
- C/ profilace monitoru
- D/ zavedení ICC profilu monitoru do CMS v počítači

ad A/ Základní parametry nastavení zobrazovacího zařízení se odvíjí od logiky cíle pracovního procesu. V našem případě se s největší pravděpodobností bude jednat o porovnání obrazu na monitoru s fyzickým obrazovým výstupem (osvit, tisk) nebo o přípravu dat pro pozorování na zobrazovacích zařízeních v badatelárnách či kancelářích. V případě porovnání obrazu na monitoru s fyzickým výstupem musíme monitor nastavit tak, aby pozorovací podmínky kopírovaly standardizované prostředí pro porovnání originálu a reprodukce dle normy ISO 3664:2009. Tedy bílá monitoru by měla odpovídat svou teplotou chromatičnosti barvě materiálu pod normovaným osvětlením D50 s intenzitou 500lux v rovině předlohy. Tato hodnota intenzity osvětlení odpovídá při pozorování odraženého světla od reálné předlohy svítivosti monitoru kolem 90 cd/m². Korekce distribuce tónů (gamma křivka) by měla odpovídat hodnotě 2,2. Toto nastavení odpovídá použití standardního tiskového média bez projasňovačů a bělicích látek. Většina běžných fotografických materiálů však obsahuje různé množství těchto látek, aby bylo dosaženo vyšší odrazivosti a bělosti média. Tohoto cíle je dosaženo pomocí očního klamu, kdy látky napuštěné do materiálu absorbují okem neviditelné UV záření a emitují ho zpět jako studené bílé světlo. Materiál se tak jeví jasnější a studenější (osvětlený zdrojem s vyšší teplotou chromatičnosti) než je očekávatelné za daného osvětlení. Pokud pracujeme s takovým materiálem, musíme zvýšit nastavení svítivosti a teploty chromatičnosti monitoru tak, aby odpovídal vjemu daného média pod normovaným osvětlením. Konkrétní posun se odvíjí od používaného tiskového média a je založen na vizuálním hodnocení shody náhledu monitoru s potlaštěným materiálem pod normovaným osvětlením. Rozptyl hodnot je většinou mezi 85 - 100 cd/m² (svítivost) a 5000 - 5500 °K (náhradní teplota chromatičnosti).

V případě, že budeme předpokládat kancelářské podmínky pro pozorování výstupu, použijeme nastavení odvíjející se od standardu sRGB, tedy teplotu chromatičnosti 6500°K, gamma křivku sRGB a svítivost zůstává na 90 cd/m². Tato nastavení předpokládají, že budeme pozorovat předlohu i monitor v jedné místnosti, předlohu osvětlenou světlem o náhradní teplotě chromatičnosti D50 a intenzitě 500lux. Pokud bychom editovali obraz na monitoru za jiných podmínek jen na základě vizuálního hodnocení, dosáhneme odlišného výsledku způsobeného změnou okolního osvětlení (viz. kap. 5.1. - shoda reprodukce a originálu). Varianty nastavení pozorovacích podmínek a osvětlení definují normy ISO 3664:2009 a 12646:2008.

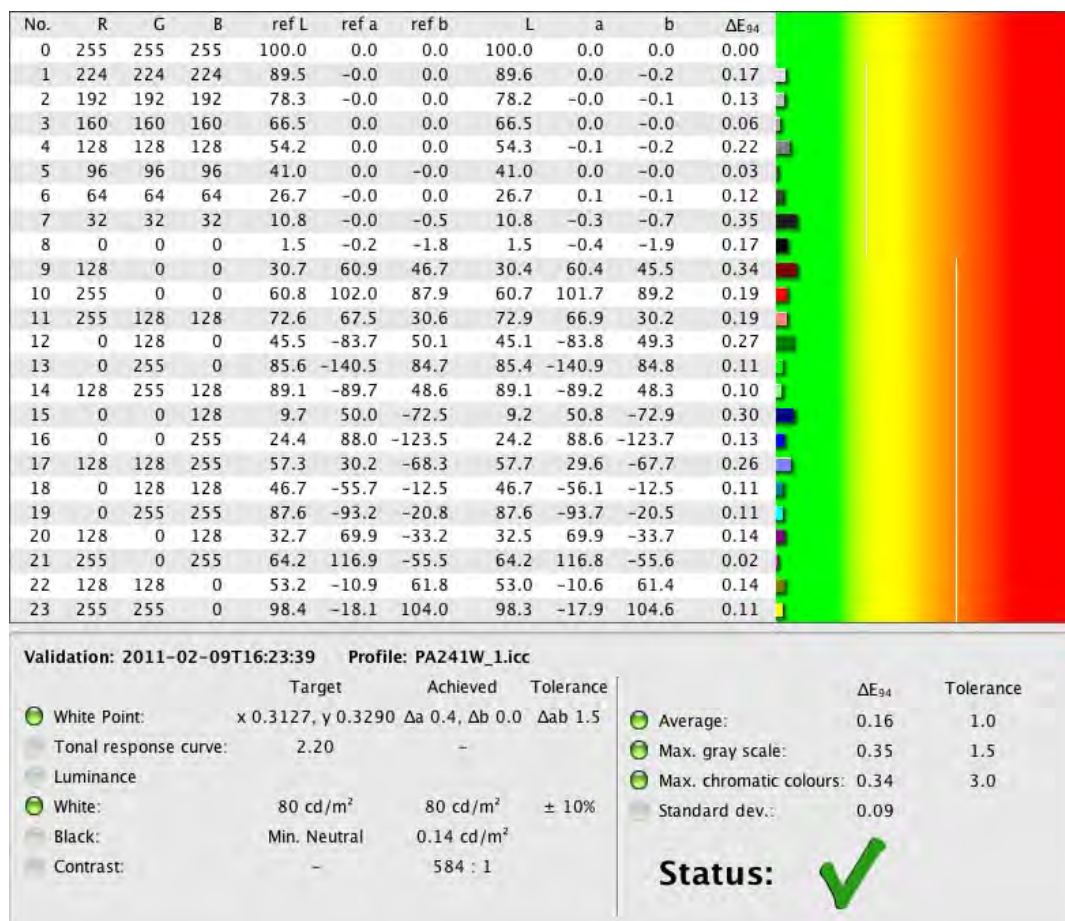
ad B/ Kalibrace je proces, při kterém nastavíme dané zařízení do známého a neměnného stavu, který bude odpovídat logice pracovního procesu popsaného v bodě A.

Musíme tedy vypnout všechny automatické funkční prvky monitoru (nebo jakéhokoliv jiného kalibrovaného zařízení) a dosáhnout stavu, kdy bude stroj pracovat stále stejně bez ohledu na okolní podmínky i po vypnutí/zapnutí. U monitorů je tato situace komplikována možností tzv. softwarové kalibrace, kdy suplujeme chybějící ovládací prvky přístroje korekcí 8bit RGB signálu odcházejícího z grafické karty. Vzhledem k nízké přesnosti a nepoužitelné kvalitě výsledného nastavení pro profesionální fotografickou práci tuto možnost zásadně nevyužíváme (i v případě 10bit přenosu přes Display Port). Monitory, které toto nastavení vyžadují, jsem předem vyloučil, jako nevhodné k použití v reprodukční fotografii. Před vlastní kalibrací se přesvědčíme o vypnutí všech automatických režimů na monitoru i grafické kartě a pomocí kolorimetru a příslušného software nastavíme požadovaný bílý bod a gamma křivku monitoru pomocí jeho ovládacích prvků.

ad C/ Profilace je proces, při kterém kalibrační software odesílá hodnoty RGB do zařízení a pomocí kalibrační sondy (v našem případě kolorimetru) měří odezvu zařízení na signál. Na základě těchto měření vytvoří ICC profil zařízení, který popisuje (nijak nemění ani nevylepší) chování zařízení z hlediska reprodukce barev. Pokud disponujeme plnohodnotným hardwarově kalibrovatelným monitorem (tedy strojem, který umožňuje mimo nastavení bílého bodu i uživatelsky modelovat tvar gamma křivky), zvolíme hardwarovou kalibraci. Pokud disponujeme nižšími modely bez hw kalibrace, nastavíme bílý bod pomocí ovládacích prvků jasu, zisku (gain) v jednotlivých RGB kanálech a gamma křivku na hodnotu 2,2 v menu přednastavení monitoru. Kalibrační software nastavíme v tomto případě do režimu bez kalibrace (pouze profilace), protože jsme již kalibraci provedli ručně. Cílem je předejít situaci, kdy si kalibrační software „pomůže“ kombinací nastavení vlastního monitoru s korekcí signálu na grafické kartě. To povede k méně přesným výsledkům, tedy k méně kvalitnímu ICC profilu. Pomocí softwarové utility Calibration Tester (X-Rite) můžeme ověřit, zda nedošlo po profilaci k úpravě signálu na grafické kartě a následně změnit nastavení kalibrační aplikace tak, abychom tuto korekci nemuseli používat. Během měření odezvy zařízení kalibrační sondou musí být v místnosti velmi nízká hladina osvětlení (imperativně méně než 64lux, doporučeně méně než 32lux), ideálně tma. Pokud potřebujeme minimální hladinu osvětlení pro orientaci v prostoru a ovládnutí stroje, umístíme světelný zdroj za monitor, nikdy ne před něj. Eliminujeme tak světelné odrazy a jiné parazitní světelné jevy, které mohou negativně ovlivnit výsledky měření. Při umístění vlastní sondy do pozice měření dbáme na to, aby se dotýkala povrchu monitoru jen velmi zlehka. Deformace zobrazovacího panelu tlakem může vést ke změně barevnosti a tím i nepřesnému měření. Ideální je využít možnosti měření z větší vzdálenosti, které nabízí sonda BaslCColor Discus. Měření sondou umístěnou na stativu cca 20cm před monitorem se zcela vyhneme výše popsaným problémům a zároveň měříme větší plochu (středu monitoru), čímž částečně eliminujeme vliv případné nehomogenity podsvitu zařízení. Po provedení vlastního měření a zhotovení ICC profilu monitoru kalibrační software zavede ICC profil do systému a následně změří jeho přesnost. Toto ověření proběhne na základě odeslání určitých kombinací RGB signálu do zobrazovacího zařízení (s konverzí dle vytvořeného ICC profilu) a porovnání kvality reálně zobrazených barev s očekávanou barvou. Rozdíl mezi

měření a teoretickým očekáváním se uvádí jako dE (matematické vyjádření vzdálenosti dvou barev v barvovém prostoru LAB), případně dE94 nebo dE2000 (dE s korekcí dle subjektivního vjemu lidského pozorovatele). Čím nižší hodnoty, tím vyšší přesnost vytvořeného profilu (obr. 5.3.4). Vzhledem k tomu, že předpokládáme práci na univerzálně použitelném obrazovém souboru z hlediska možných výstupů, nebudu se v této práci zabývat možnostmi nastavení monitoru v režimu emulace konkrétních výstupních profilů (tiskových či osvitových).

ad D/ Po vytvoření ICC profilu monitoru příslušný software automaticky zavede profil do systémového adresáře. Produkty firmy Adobe (které v rámci této práce chápou jako

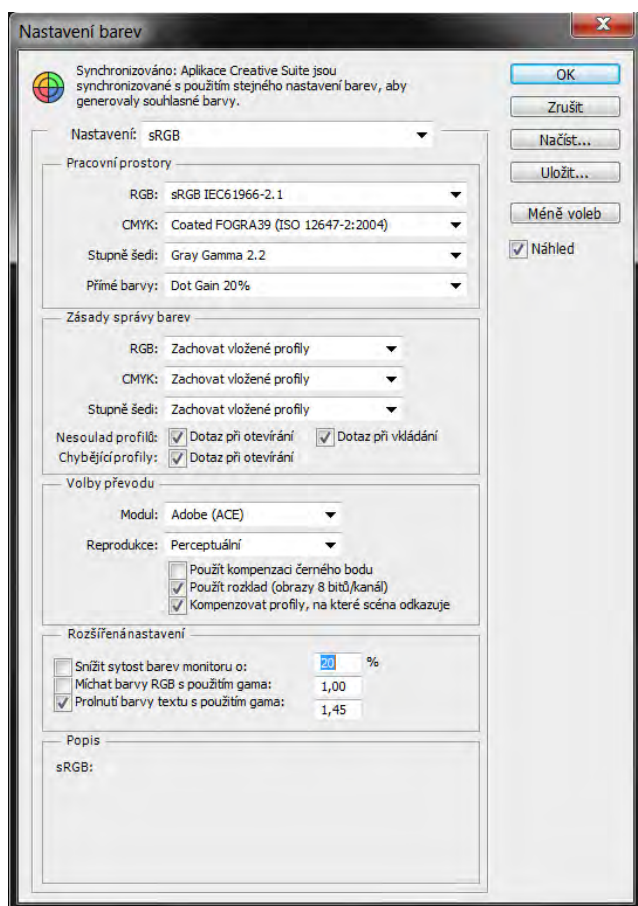


OBR 5.3.4 VÝSLEDKY OVĚŘENÍ PŘESNOSTI VYTVOŘENÉHO PROFILU PRO NEC PA241W POMOCÍ SW BASICCOLOR DISPLAYS

referenční) automaticky načtou a používají tento profil při konverzi dat odcházejících do zobrazovacího zařízení. U alternativních aplikací musíme zjistit, zda zavedení profilu proběhne také automaticky. Pokud ne, musíme zapnout ručně správu barev aplikace a příslušný profil vybrat z nabídky.

Po kalibraci a profilaci monitoru je nutné nastavit chování jednotlivých aplikací používaných při digitalizaci a editaci obrazového souboru z hlediska CMS. Nastavení sw/hw ovladačů digitalizačních zařízení konkrétně popíšu v souvislosti s daným způsobem digitalizace předlohy dále v textu. Nastavení aplikací Adobe by mělo být provedeno v Adobe Photoshop (který nabízí nejdetailnější nastavení CMS) a synchronizováno příslušným dialogem v Adobe Bridge se všemi dalšími aplikacem stejného výrobce. Jed-

ná se o nastavení dialogu Úpravy/Nastavení barev (obr. 5.3.5). Nastavení pracovního prostoru volíme podle toho, jaký používáme standardní přechodový barvový prostor RGB (sRGB nebo Adobe RGB 1998, apod.), respektive CMYK standard pro ofsetový výstup. V případě režimu stupňů šedi (grayscale) volíme Gray gamma 2,2 vždy, kdy nezamýšlíme pracovat v tomto režimu s daty určenými k tisku jednou (černou) procesní barvou. V případě nastavení jakékoliv varianty Dot Gain (nárůst tiskového bodu) bude



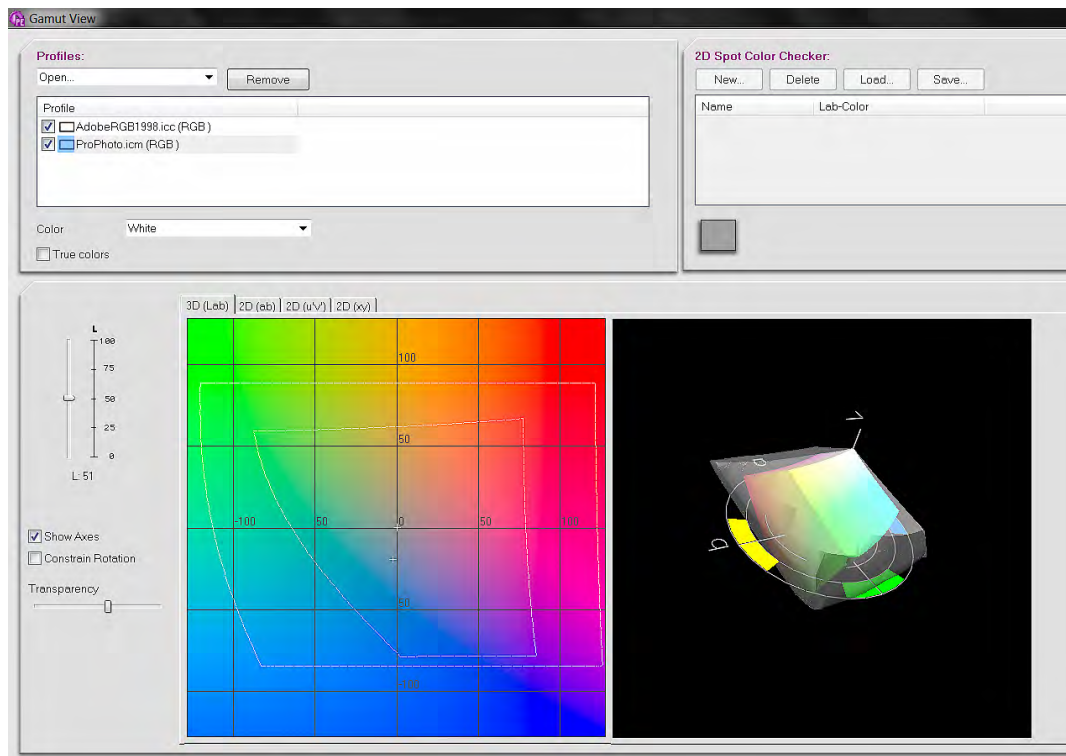
OBR 5.3.5 TABULKA NASTAVENÍ BAREV PRO WORKFLOW sRGB

me chtít z nějakého důvodu konvertovat snímek do jiného ICC profilu, učiníme tak až po jeho otevření, kdy můžeme vizuálně hodnotit změny v charakteru obrazu. Přepočítávací modul doporučuji využívat proprietární Adobe ACE variantu a přepočítávací záměr u fotografií perceptuální z důvodů, které jsem popsal v kapitole 5.2.

V okamžiku, kdy máme k dispozici všechny potřebné složky systému CMS v korektním nastavení, musíme správným způsobem pracovat s ICC profily obrazového souboru, aby nedošlo k chybné interpretaci obrazových dat. Zvláště důležité je rozlišovat mezi přiřazením a konverzí ICC profilu. ICC profil přiřazujeme RGB obrazovému souboru v okamžiku, kdy ho digitalizační zařízení (kombinace hw a sw nastavení stroje a ovladačů) vytvořilo. Přiřazujeme tak relativním hodnotám v obrazovém souboru jednoznačnou interpretaci z hlediska jasu a barevnosti. Z ICC profilu digitalizačního zařízení, zatíženého jeho konstrukčními limity, potom soubor v kopii konvertujeme do tzv. přechodového ICC profilu (nejčastěji sRGB, Adobe RGB 1998), který slouží jako platforma pro unifikaci barvového prostoru v rámci editace obrazu. Konverze, na rozdíl

CMS systém kompenzovat při konverzi na výstupní zařízení tonální zisk daný mírou rozptí kapky inkoustu na příslušném médiu. Pokud použijeme toto nastavení pro nesprávný typ tisku, dojde ke značným tonálním posunům v obraze, které nebudou v kontrolním náhledu na monitoru patrné. Standardní ICC profily výstupních zařízení již tuto kompenzaci v sobě zahrnují a vyžadují tedy na vstupu data v gamma korekci 2,2. V dialogu nastavení barev bychom dále měli zapnout všechna varování při nesouladu profilů, či jejich absenci, abychom měli celý proces pod kontrolou. Profily bychom měli ve všech případech při otvírání obrazového souboru nechat ve stávající formě (zachovat přiřazené). Pokud bude-

od přiřazení, přepočítává RGB hodnoty ze zdrojového ICC profilu do cílového tak, aby došlo k maximálnímu možnému zachování barvové věrnosti. Pokud máme v úmyslu využívat objemově větší barvový prostor Adobe RGB 1998, musíme především disponovat monitorem, který tento prostor dokáže zobrazit. V případě, že nebudeme mít k dispozici dostatečně kvalitní zobrazovací zařízení, nikdy neuvídíme korektní zobrazení obrazových dat, pouze kompromisní konverzi do menšího barvového prostoru monitoru perceptuálním přepočítávacím záměrem. V současné době neexistují komerčně dostupné monitory, které přesahují svým pokrytím barvového gamutu prostor Adobe RGB 1998. Editace obrazového souboru v objemnějších barvových prostorech (např.



OBR 5.3.6 VIZUALIZACE KOMPARECE PROSTORU PRO-PHOTO A ADOBE RGB1998 VE 3D A 2D PRO JASOVOU HLADINU 50%

ProPhotoRGB, na snímku poloprůhledný) implikuje práci „naslepo“, protože je vysoce pravděpodobné, že snímek bude obsahovat nezobrazitelné barvy (obr. 5.3.6). Problematiku přípravy dat pro možné varianty výstupu popíšu dále v textu. V případě, že si nejsme jisti, jakým způsobem bude koncový uživatel snímek používat a prohlížet, nebo budeme fyzický výstup zhotovovat v mainstreamových minilabech či tiskárnách, volíme přechodový barvový prostor sRGB. Nicméně, tento nízký stupeň kontroly a kvality výstupu není v profesionální reprodukční fotografii předpokládán.

5.4

Při pořizování zdrojového snímku fotografické reprodukce musíme dbát na několik základních pravidel. Ideálním prostorem pro tento typ práce je zatemněná místnost s umělým světlem. Můžeme volit mezi klasickými zábleskovými světelnými zdroji a moderní technikou kontinuálního osvětlení žárovkami či výbojkami. Kvalitní světelný zdroj by měl splňovat podmínky maximální spojitosti barvového spektra (tedy obsahovat všechny vlnové délky elektromagnetického vlnění v intervalu 720nm - 340nm v co největší shodě s přirozeným světlem definovaným jako D50), kontrolované teploty chromatičnosti a maximální stability výkonu. Pro zcela zatemněné pracoviště je ideální volit světelné zdroje s náhradní teplotou chromatičnosti 5000 °K a indexem podání barev $R_a > 90$ (ISO 3664:2009). V případě nekvalitních světelných zdrojů se při počítačovém zpracování budeme potýkat s nepřesnou reprodukcí některých barev (nespojité spektrum), případně problémy s markantními výkyvy v uniformitě jednotlivých snímků (nestabilní výkon zdroje nebo fotoaparátu). Ideální jsou interiérové zábleskové sestavy



OBR 5.4.1 TYPICKÉ SYMETRICKÉ NASVĚTLENÍ VODOROVNĚ ULOŽENÉ PŘEDLOHY SOFTBOXY

lehkých světelných s centrálním generátorem (např. Broncolor SCORO). Způsob nasvícení plošných předloh se většinou realizuje symetrickým nasvícením softboxy pod úhlem 45° nebo světelným stanem (obr. 5.4.1). Alternativou potom může být asymetrické

osvětlení kontrastním směrovým světlem pod ostrým úhlem, které vykreslí strukturu povrchu a dosvětlení softboxem z protilehlé strany tak, aby celá plocha reprodukce disponovala uniformním jasem. Kontrolu kvality nasvícení je nezbytné proměřovat spotmetrem (např. SEKONIC L - 758DR), protože posuzování kontrolních expozic v počítačové aplikaci sondami je zatíženo zobrazovacími chybami optické soustavy fotoaparátu (vinětace, atd.). Pokud není reprodukční místnost tak velká, že odrazy světla od stěn nehrají roli, je potřeba dbát na to, aby vzdálenost předlohy od všech odrazných ploch byla vždy stejná. Samozřejmostí je barevně neutrální prostředí bez jakýchkoliv, byť lokálních barevných akcentů. V případě reprodukce trojrozměrných objektů se způsob osvětlení odvíjí od charakteru konkrétního díla, nelze tedy definovat jednoduché univerzální osvětlovací schéma. Často při práci dobře poslouží k eliminaci nežádoucích odlesků (kovy, sklo, olejomalby) polarizační filtr na objektivu, případně kombinovaný s polarizační folií na softboxech.

Jak jsem již zmiňoval v kapitole 5.2, digitalizační záznamová zařízení je možné principiálně rozdělit na dvě hlavní větve. První z nich - tzv. multishot zařízení a scanovací stěny zaznamenávají scénu v několika fázích (barvových separacích), které po jejich složení a zarovnání vytvářejí skutečný RGB obraz. Všechny informace obsažené v takovém souboru jsou reálně zaznamenané.

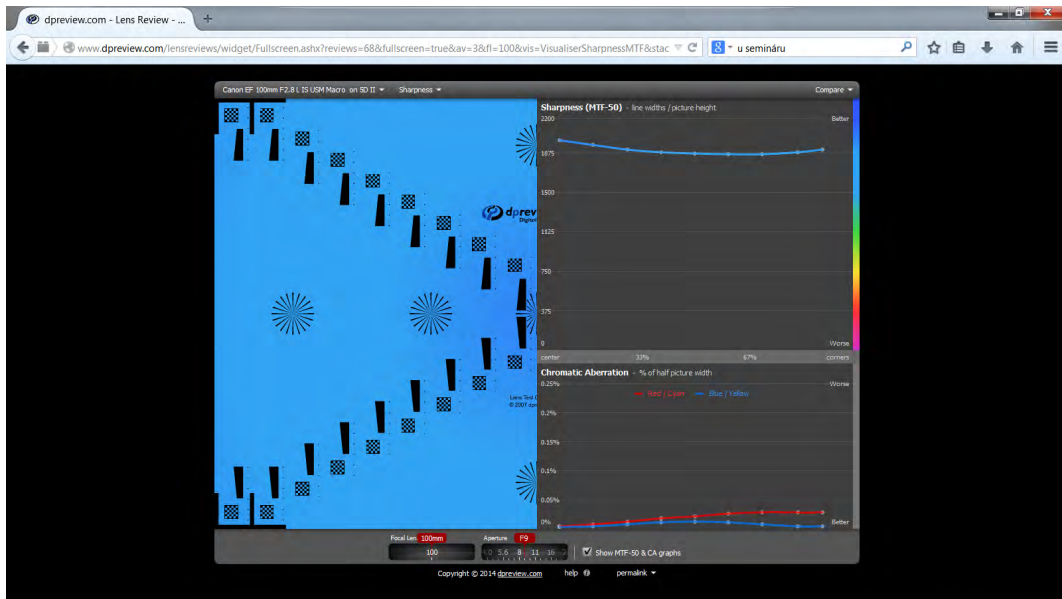
Druhá větev tzv. oneshot zařízení (většina kinofilmových a středofilmových digitálních fotoaparátů) zaznamenává scénu v jediné expozici přes mozaiku barevných RGB filtrů (většinou Bayerův vzor). Zaznamenaná data obsahují pouze jednu třetinu informací nutných pro vytvoření plnohodnotného RGB obrazového souboru. Chybějící dvě třetiny informací jsou uměle vytvořeny softwarovým konvertorem pomocí algoritmů, které rozličným způsobem porovnávají sousedící obrazové body (demosaicing) s korekcí dle uživatelských nastavení konvertoru. V dalším textu se budeme zabývat touto alternativou vzniku a úprav obrazového materiálu. Bez ohledu na technologii stavby jednotlivých digitalizačních zařízení je z hlediska požadavků na kvalitní fotografickou reprodukci nanejvýše žádoucí plně využít jejich kvalitativní potenciál. V případě konkrétního oneshot fotoaparátu to znamená dodržovat několik zásad:

- 1) expozici ze stativu provádíme pomocí ovládacího softwaru v PC, ideálně s předsklopeným zrcátkem. Cílem je minimalizovat chvění fotoaparátu. Podlaha se nesmí houpat nebo vibrovat.

- 2) první parametr expozičního trojúhelníku - doba expozice. Volíme nejkratší možnou synchronizaci se zábleskovým zařízením při daném výkonu. Jemné korekce expozice potom ovlivňujeme změnou intenzity záblesku, nikoliv změnou clony či expoziční doby. V případě kombinace denního a umělého osvětlení vyžadující delší expoziční čas synchronizujeme záblesk na druhou (zadní) lamelu závěrky.

- 3) druhý parametr expozičního trojúhelníku - clonové číslo. Volíme takovou clonu, při které daný typ objektivu (v případě zoomu ještě za použití konkrétní ohniskové vzdálenosti) nejlépe a nejrovnoměrněji kreslí v celé obrazové ploše. Toto nastavení lze zjistit experimentálně nafocněním a vyhodnocením kalibrační tabulky (ISO12233 Chart - obr. 5.4.3) nebo v případě, že se používaný objektiv vyskytuje v hod-

noceních webových stránek www.dpreview.com nalezením kompromisního nastavení v interaktivním grafu (maximální ostrost kresby a její rovnoměrnost v ploše obrazu - obr. 5.4.2). V případě, že snímáme trojrozměrný objekt, prioritou je logicky potřebná hloubka ostrosti k prokreslení celé scény.

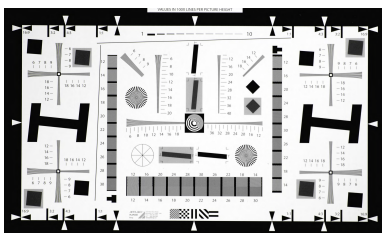


OBR. 5.4.2 INTERAKTIVNÍ GRAF KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ OBJEKTIVU - MTF A CHROMATICKÁ ABERACE V PLOŠE OBJEKTIVU

4) třetí parametr expozičního trojúhelníku - citlivost snímače. Volíme základní citlivost snímače, případně kompromisem mezi základní citlivostí a citlivostí při které je dynamický rozsah senzoru nejvyšší (lze zjistit pomocí spotmetru SEKONIC L - 758DR a jeho proprietární sw aplikace). V našem případě se většinou bude jednat o ISO 100 - 200 ASA. Cílem je minimalizovat elektronový šum a další obrazové artefakty způsobené zesilováním signálu při vysokých ISO.

5) v případě plošných předloh dbáme na to, aby rovina senzoru fotoaparátu a rovina předlohy byly rovnoběžné. Pokud to charakter předlohy vyžaduje a dovolí, fixujeme její přední stranu taktéž do roviny pomocí přitlačné skleněné tabule nebo vakuovacího stolu (obr. 5.4.6 - 7). V případě 3D objektů by zvolený úhel záběru měl zobrazovat prostorovost objektu bez geometrických deformací.

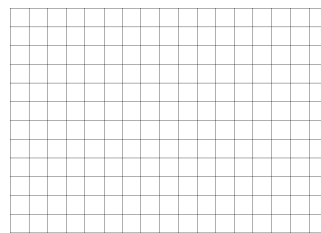
6) všechny reprodukce v sérii musí být vytvořeny za identických světelných podmínek, za stabilního nastavení fotoaparátu a objektivu. Nesmí docházet ke změně obrazového úhlu nebo měřítka zobrazení. Minimálně první snímek v sérii musí obsahovat kalibrační tabulku GretagMacbeth Color Checker 24 polí (obr. 5.4.4) nebo její variantu Color Checker Passport (www.xrite.cz). Dále by snímek měl obsahovat měřítko a případně další identifikační znaky v rámci systému ukládání a značení archiválií dané instituce. Snímek s tabulkou by měl být mírně rozostřen, abychom tak skryli možné nehomogenity tabulky či poškození barevných polí. Použijeme spektrofotometr s příslušným softwarem (např. i1 Pro2 a BaslCCColor Catch 4), kterým změříme přesnou barevnost polí použité kalibrační tabulky pod osvětlením D50 včetně UV složky (režim M1 dle ISO 3664:2009) a podle změřených dat vypočítáme barvové souřadnice v příslušném prostoru (Adobe RGB 1998). Pokud jsme odkázáni pouze na tovární úda-



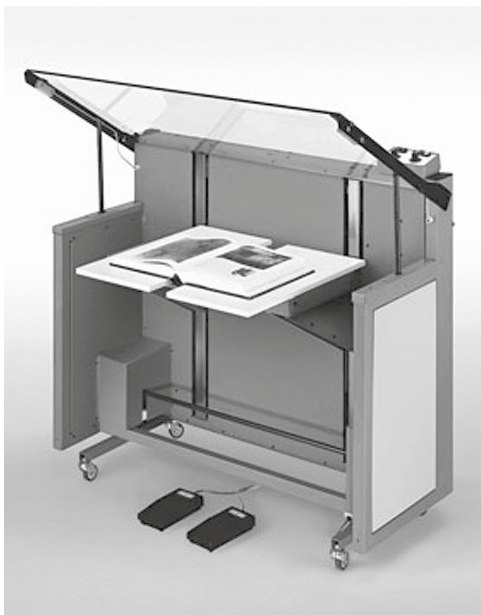
OBR. 5.4.3 ISO CHART 12233



OBR. 5.4.4 COLOR CHECKER 24 POLÍ



OBR. 5.4.5 PRAVOÚHLÝ RASTR



OBR. 5.4.6 REPRODUKČNÍ STŮL ZEUTSCHEL OT-180-H-50



OBR. 5.4.7 VAKUOVACÍ STŮL ZEUTSCHEL A0

je v přiloženém letáku, musíme vypočítat RGB souřadnice z továrních Lab souřadnic např. pomocí interaktivního kalkulátoru na webu www.brucelinbloom.com v záložce CALC/CIE Color Calculator. V tom případě však musíme počítat s výrazně nižší přesností obrazové reprodukce.

7) fotografujeme s fixně nastavenou teplotou chromatičnosti dle typu scény na 5000 °K (viz. výše) a snímky ukládáme ve formátu RAW přímo do PC. Kalibrační tabulka je v případě symetrického svícení plošných předloh otočena přímo do objektivu. Pokud se jedná o prostorovou scénu s asymetrickým nasvícením, tabulka musí být otočena směrem k hlavnímu světelnému zdroji tak, aby byla v záběru patrná všechna její pole.

8) pro případnou kontrolu a korekci geometrického zkreslení objektivu nasnímáme jako úvodní snímek dokonale vyrovnanou předlohu pravidelného pravoúhlého rastru (obr. 5.4.5) s co nejtenčími a nejostřejšími linkami (tisk na matný fotopapír).

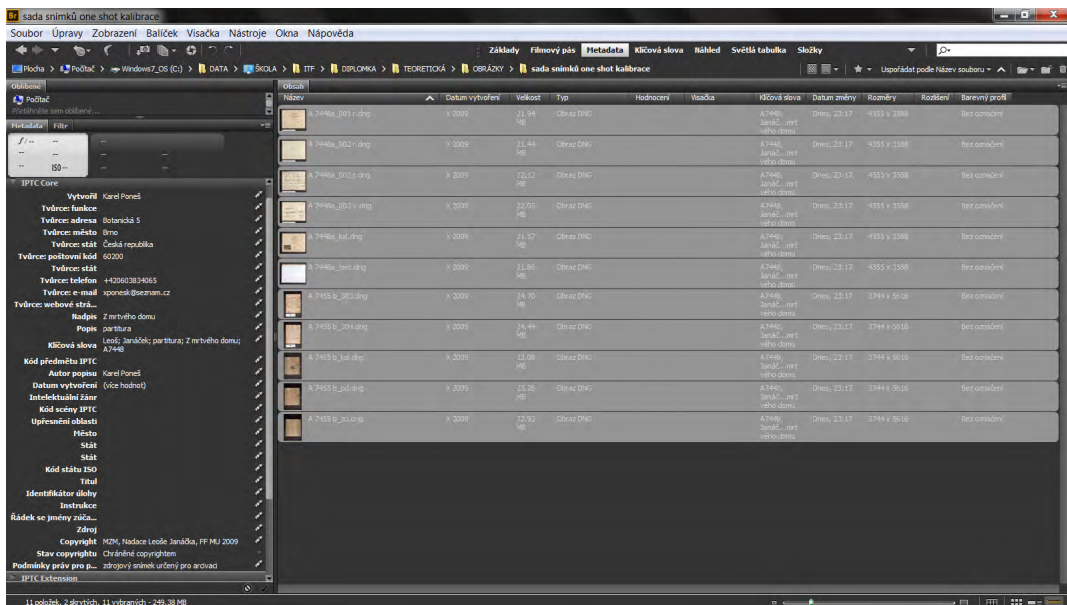
5.5

V průběhu několika posledních let se významně zvýšily možnosti precizního zpracování reprodukčních snímků díky vývoji aplikace Adobe Photoshop, respektive jejího modulu Camera Raw a několika návazných aplikací, také převážně z dílny firmy Adobe. Ke zpracování nafotografovaného materiálu budeme potřebovat následující softwarové vybavení:

- 1) Adobe DNG Converter (<http://www.adobe.com/support/downloads/detail>)
- 2) Adobe Photoshop CC (<http://www.adobe.com/products/photoshopfamily>)
- 3) Adobe Lens Profile Creator
(http://www.images.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/Adobe/en/products/photoshop/pdfs/lensprofile_creator_userguide.pdf)
- 4) X-rite Color Checker Passport
(http://xritephoto.com/ph_product_overview.aspx?ID=1257&Action=Support&SoftwareID=986)
nebo Adobe DNG Profile Editor (https://www.adobe.com/cfusion/entitlement/index.cfm?e=labs_dngprofileeditor)

57

Vlastní zpracování začneme ošetřením raw souborů IPTC metadaty v programu Adobe Bridge (obr. 5.5.1). Následuje konverze do formátu DNG pomocí DNG Converteru.

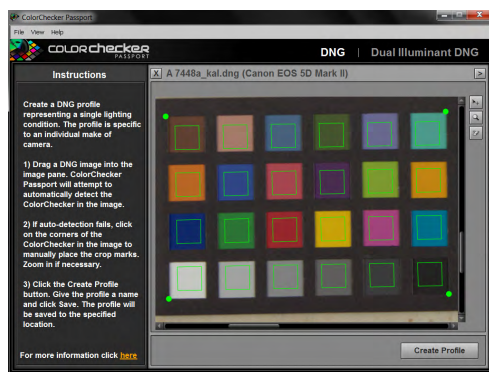


OBR 5.5.1 DIALOG ULOŽENÍ METADAT V ADOBE BRIDGE

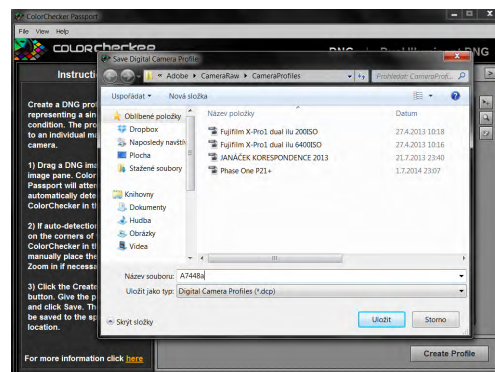
Po instalaci softwaru není třeba měnit základní nastavení nástroje, můžeme rovnou přikročit ke konverzi. Formát DNG skýtá několik výhod oproti proprietárnímu raw formátu (menší datová velikost, zapouzdřená metadata, zpětná kompatibilita s předchozími verzemi Photoshopu atd.), především je však striktně vyžadován potřebnými softwarovými nástroji jako jediný vstupní formát souboru. Výhoda zapouzdření metadat do vlastního DNG souboru, která zamezuje ztrátě informací o nastavení modulu camera raw při úpravách, se může změnit v nevýhodu při dávkovém zpracování metadat většího množství obrazového materiálu. Během vlastního zápisu, implikujícího přeložení souborů na harddisku se značně liší výpočetní a časové nároky na zpracování samostatných xml souborů (proprietární raw) o datovém objemu jednotek kB v porovnání s DNG soubory o datovém objemu v desítkách MB. Je tedy nanejvýše žádoucí opatřit obrazové soubory potřebnými údaji hned na začátku editačního procesu a teprve v druhém kroku konvertovat.

Po konverzi do DNG formátu si připravíme dva profily fotoaparátu pro konkrétní světelnou situaci a nastavení zobrazovací soustavy. Jedná se barvový profil stroje, který lze v modulu camera raw načíst jako profil fotoaparátu v záložce ACR kalibrace (kalibrace fotoaparátu). Dále je to profil zobrazovací soustavy, který můžeme načíst v modulu camera raw v záložce korekce objektivu. Barvový profil stroje je v podstatě analogií ICC profilu plnohodnotného RGB nebo CMYK obrazového souboru, tedy definuje jaké barvy kódují konkrétní hodnoty dat odečtených z čipu fotoaparátu.

Vytvoření tohoto profilu je velmi jednoduché. Pomocí software Color Checker Passport Camera Calibration otevřeme/přetáhneme obrazový soubor do dialogového okna (obr. 5.5.2).



OBR 5.5.2 VYTVOŘENÍ DNG BARVOVÉHO PROFILU

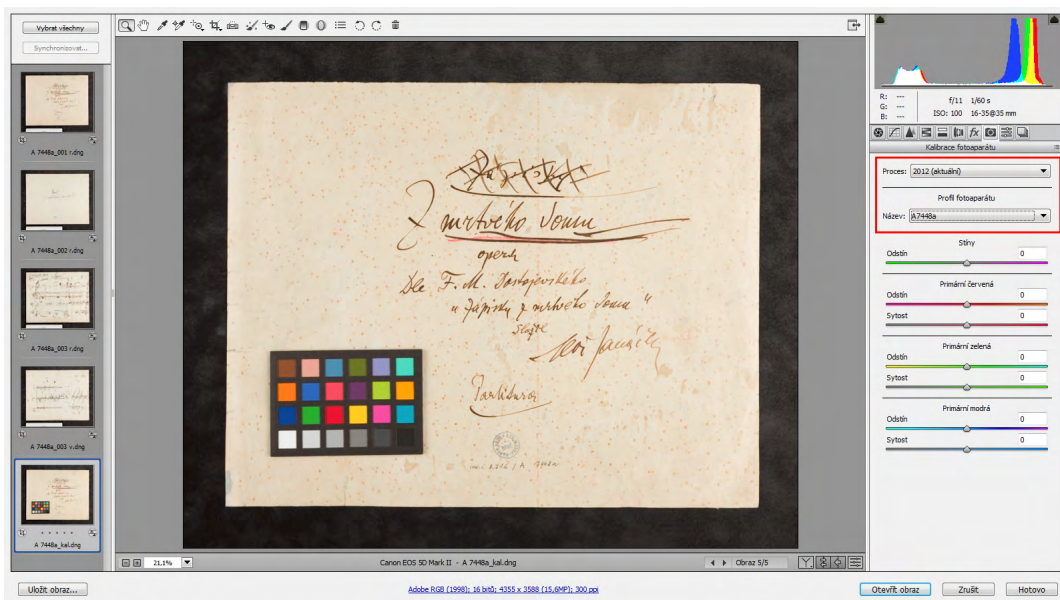


OBR. 5.5.3 ULOŽENÍ PROFILU DO SYSTÉMU

Software automaticky po načtení snímku rozezná kalibrační tabulku a potvrzením výběru vytvoří a uloží barvový profil fotoaparátu do příslušného adresáře (obr. 5.5.3). Lze zvolit i možnost vytvoření profilu pro dvě rozdílné teploty chromatičnosti osvětlení scény, který umožní korektní zobrazení barev mezi těmito krajními hodnotami. Nástroj Color Checker Passport Camera Calibration společnosti X-Rite umožňuje také uživatelské korigování hodnot referenčních spektrálních dat kalibrační tabulky. Máme k dispozici spektrofotometr a jsme tedy schopni změřit momentální stav jednotlivých polí kalibrační tabulky, nově získanými daty potom aktualizujeme referenční soubor v adresáři programu a významně tak zvýšíme přesnost práce oproti továrnímu nastavení (C:\Program Files (x86)\X-Rite\Color-Checker Passport\win\Reference). Pro maximálně přesnou práci v dlouhodobém časovém horizontu je kompletní kalibrační sada včetně spektrofotometru nezbytným vybavením pra-

coviště. Mimo celkovou vyšší přesnost práce si také můžeme dovolit používat kalibrační tabulky delší dobu, protože jsem schopni aktualizovat spektrální charakteristiky jejich polí a korigovat tak nevyhnutelnou změnu barevnosti v důsledku blednutí barev. Alternativou Color Checker Passport je produkt Adobe DNG Profile Editor, který umožňuje více uživatelských manipulací při vytváření profilu fotoaparátu, ale zároveň klade vyšší nároky na odborné znalosti uživatele. Pokud nepoužíváme standardní typ fotoaparátu a objektivu, tedy nedisponujeme továrními profily korekcí zobrazovacích vad naší optické soustavy, můžeme vytvořit profil specifické kombinace fotoaparát/objektiv pomocí software Adobe Lens Profile Creator (Appendix A).

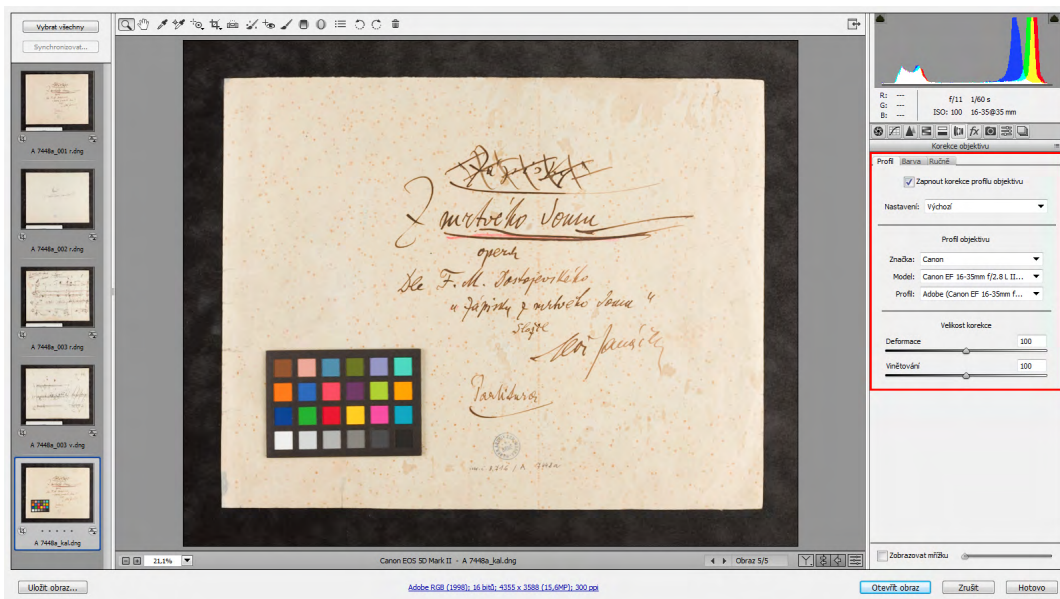
Vlastní práci s nasnímaným materiálem po přípravě kalibračních profilů začneme otevřením celé sady snímků v modulu Camera Raw (výběr v *bridge/otevřít*). Poklepáním vybereme ve vertikálním pásu vybraných souborů snímek s kalibrační tabulkou. Nastavení parametrů konverze budeme provádět v jednotlivých záložkách odzadu dopředu. Přeskočíme první dvě záložky *snímky* a *přednastavení*, budeme pokračovat nastavením záložky *kalibrace* fotoaparátu. Zde volíme dvě velmi důležitá nastavení - *vývoj* a *profil fotoaparátu*. Nastavení



OBR 5.5.4 NASTAVENÍ VÝVOJE A BARVOVÉHO PROFILU FOTOAPARÁTU

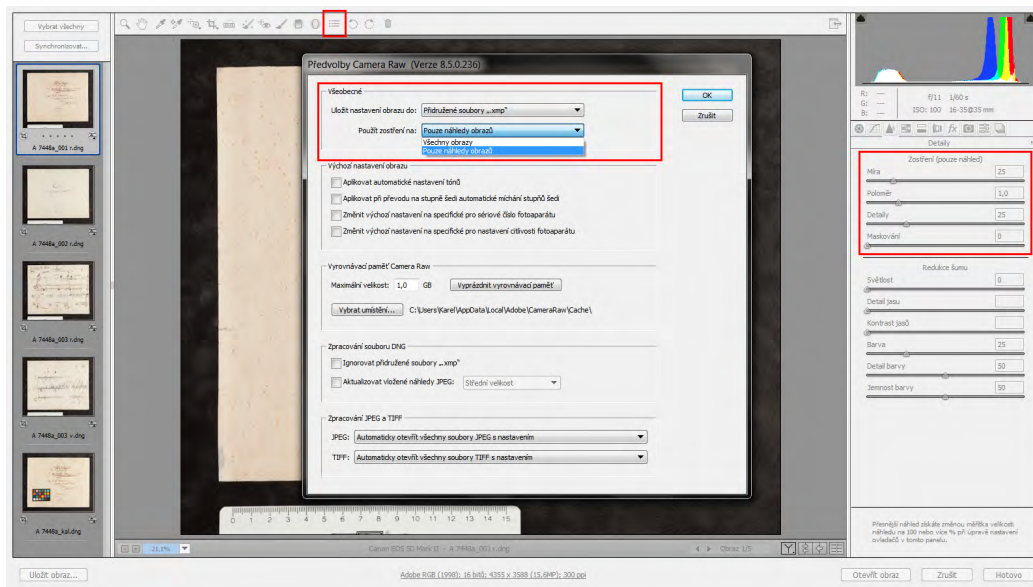
pro vývoj přepíná mezi variantami jednotlivých generací vývojové řady modulu camera raw. V rámci této diplomové práce se budu zabývat poslední variantou **VÝVOJ 2012**, která umožňuje využít plný potenciál editace Photoshopu CC. Hlavní rozdíl mezi vývojovými variantami z hlediska reprodukční fotografie je možnost zcela přesného vyvážení neutrální škály kalibrační tabulky pomocí dialogu *bodová křivka* v režimu *Vývoj 2012*. Využijeme tak bezztrátovou interpretaci raw dat aparátu. Manipulace s křivkami v jednotlivých barvových kanálech je však uživatelsky náročnější než jednoduchá manipulace s táhly ve *Vývoji 2010*. Méně přesné nastavení šedé škály pomocí táhel však jen přesouvá těžiště práce do Photoshopu, kde je navíc práce s kompletním RGB souborem zatížena kvalitativní ztrátovostí. V případě, že se chystáme upravovat snímky staršího data, pořízené ještě před zavedením *Vývoje 2012*, objeví se v dialogovém okně náhledu výstražný žlutý trojúhelník, který musíme poklepáním myši zrušit a převést tak snímek do režimu aktuálního *Vývoje 2012*. V záložce *profil*

fotoaparátu zvolíme náš uživatelský profil vytvořený aplikací Color Checker Passport (obr. 5.5.4). Dále pokračujeme v záložce korekce objektivu, záložku efekty pochopitelně nepotřebujeme využívat. V dialogovém okně korekce objektivu zapneme automatickou detekci po-



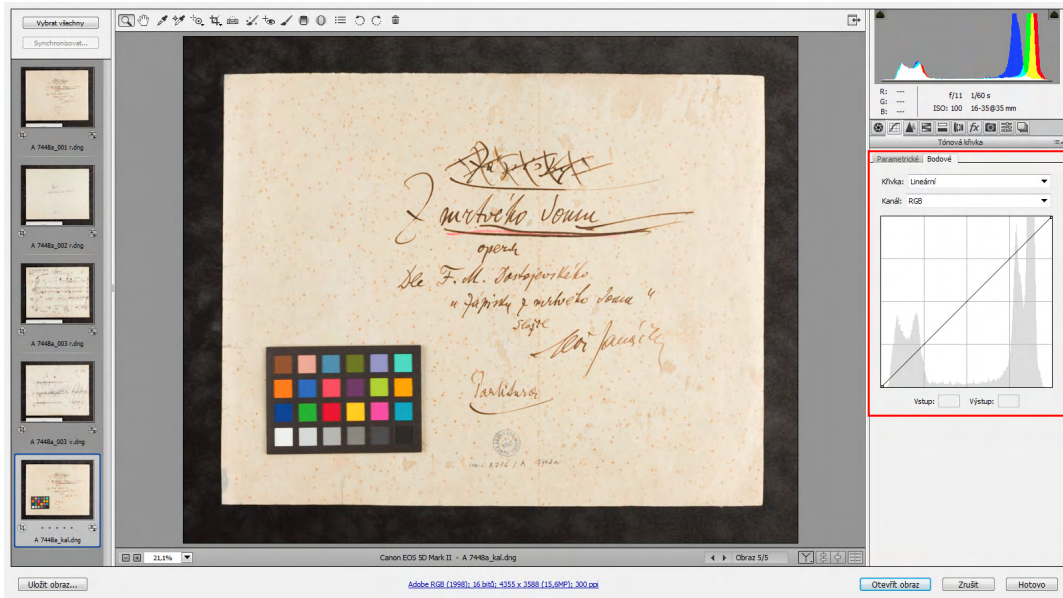
OBR 5.5.5 NASTAVENÍ KOREKČÍ VAD OPTICKÉ SOUSTAVY FOTOAPARÁTU

užitého fotoaparátu a objektivu, kterou software načítá z Exif metadat zapouzdřených v dng souboru. V případě nutnosti zvolíme ruční zadání a z nabídky vybereme příslušný model stroje a objektivu. Můžeme také využít uživatelský profil atypického objektivu vytvořeného pomocí aplikace Adobe Lens Profile Creator (Appendix A). Dále aktivujeme korekci chromatické aberace v druhém podoknu záložky, jejíž kvalitu na detail snímku můžeme kontrolovat posouzením nasnímaného pravoúhlého rastru (obr. 5.4.4). Další úpravy zobrazení v nabídce podokna ručně by neměly být v případě precizního snímání dle zásad popsanych výše v textu nutné (obr. 5.5.5). Přeskočíme další dvě záložky oddělené tónování a HSL/stupně



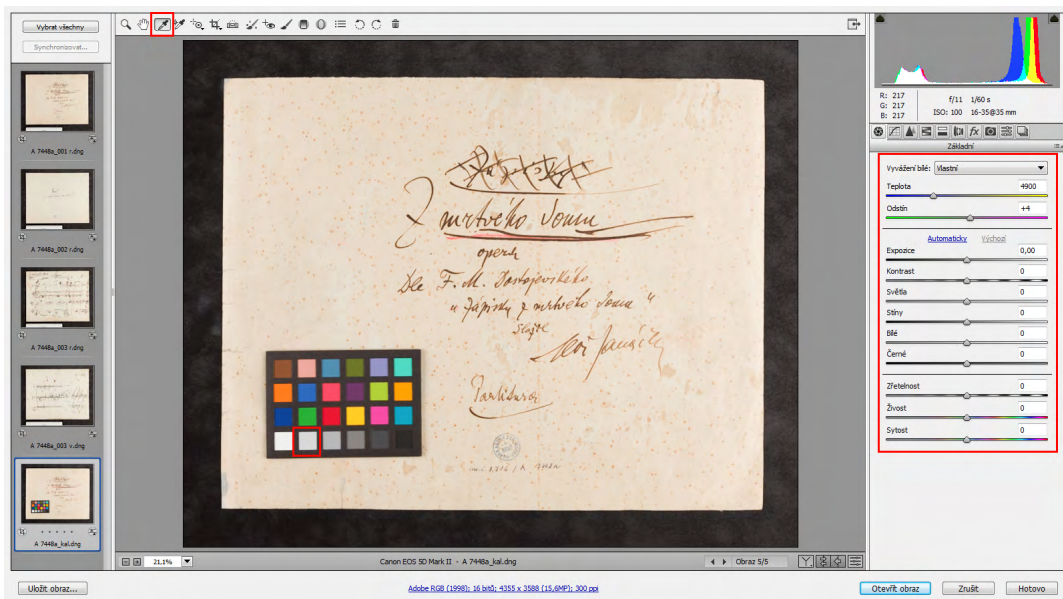
OBR 5.5.6 NASTAVENÍ REDUKCE ŠUMU A ZOSTŘENÍ POUZE NA NÁHLEDU V DIALOGU DETAIL

šedi, které ponecháme bez manipulací v továrním nastavení. V záložce detail ponecháme v základním nastavení redukci jasového i barvového šumu a přesvědčíme se, že v dialogovém okně detail nahoře je nastaveno zostření (pouze náhled). V případě, že tomu tak není, aktivujeme tuto volbu v dialogu předvolby camera raw dostupném v horní horizontální liště aplikace (obr. 5.5.6). Softwarové ostření univerzálního zdrojového snímku je nevhodné, protože zanášá do obrazu artefakty, které snižují jeho obrazovou kvalitu a s dalšími editacemi, případně zvyšováním tiskové velikosti se tyto vady násobí. Zostření pouze na náhled



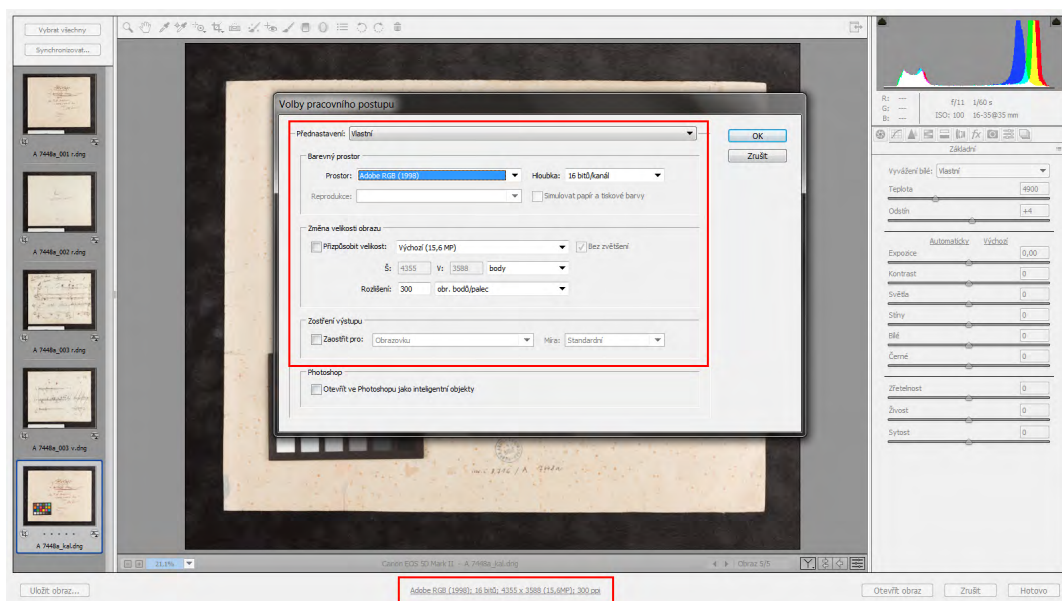
OBR 5.5.7 NASTAVENÍ PARAMETRICKÉ I BODOVÉ KŘIVKY NA LINEÁRNÍ ZÁVISLOST

obrazu umožňuje korektní posouzení kvality snímku z hlediska jeho lokálního kontrastu, ale při vlastním vyvolání DNG souboru do plnohodnotného RGB obrazového souboru se ostření neaplikuje. Vzhledem k tomu, že používáme nízké hodnoty ISO, tedy snímky netrpí silným elektronovým šumem, nemusíme ani zvyšovat kompenzaci šumu oproti továrnímu



OBR 5.5.8 NASTAVENÍ VYVÁŽENÍ BÍLEHO BODU A TÁHEL ZÁLOŽKY „ZÁKLADNÍ“

nastavení aplikace. V dalším kroku nastavíme dialog *tónová křivka* v záložkách *parametrická* i *bodová* na lineární závislost, tedy bez jakýchkoliv korekcí (obr. 5.5.7). Pokračujeme v práci v záložce *základní*, kde použijeme nastavení *výchozí*, tedy všechna táhla vynulována. Vyvážení bílé provedeme nástrojem *vyvážení bílé* z horní pracovní lišty na druhém nejsvětlejším

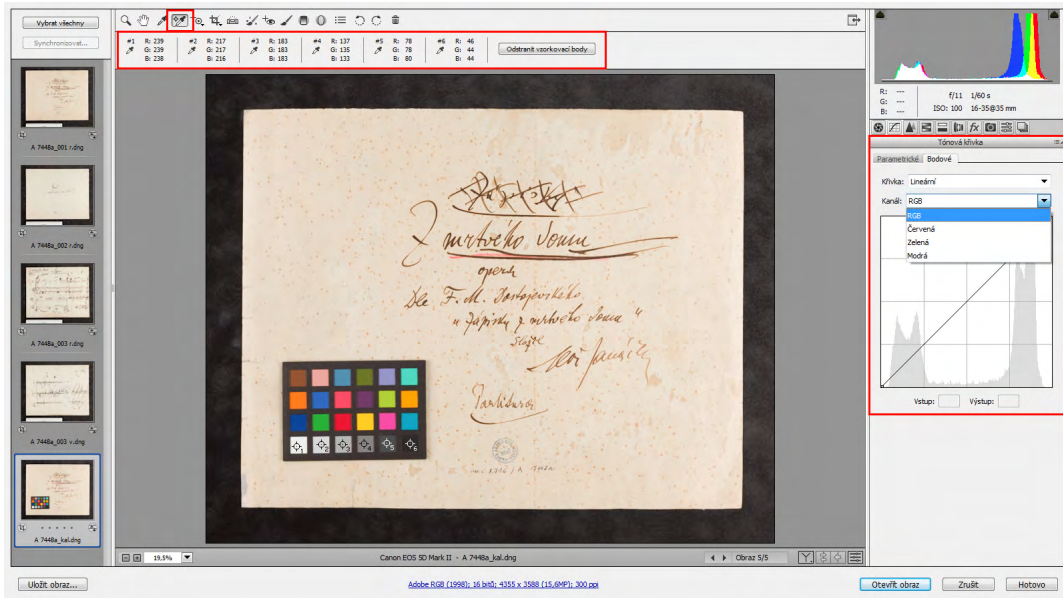


OBR 5.5.9 NASTAVENÍ PARAMETRŮ VÝVOJE

poli neutrální škály kalibrační tabulky (obr. 5.5.8). Posledním přípravným krokem je nastavení parametrů vývoje, které nalezneme po rozkliknutí modrého řádku pod obrazem (obr. 5.5.9). Nejdůležitější volbou je zde *barvový prostor*, do kterého budeme dng soubor vyvolávat. Je nutné mít na paměti, že identická barva je v různých barvových prostorech kódována jinými čísly, proto je správné nastavení tohoto parametru velmi důležité. Přesnost výsledku práce se bude především odvíjet od přesnosti měření barvových souřadnic polí kalibrační tabulky a od míry shody osvětlení scény se světlem pod kterým spektrofotometr analyzoval jednotlivá pole kalibrační tabulky. Další podmínkou je potom použití správných hodnot barvových souřadnic pro daný prostor. V našem případě budeme z důvodů popsanych v předcházejících kapitolách volit ICC profil *Adobe RGB 1998*. Samozřejmě je volba *16bit* barvové hloubky (viz. kapitola 5.2, bod 3,4 parametrů obrazového souboru), *nativní* velikosti snímače (daný počtem MPix senzoru fotoaparátu) a *rozlišení 300ppi* (viz. kapitola 5.2, bod 1,2 parametrů obrazového souboru). Opět nepoužíváme žádné ostřicí algoritmy pro výstup.

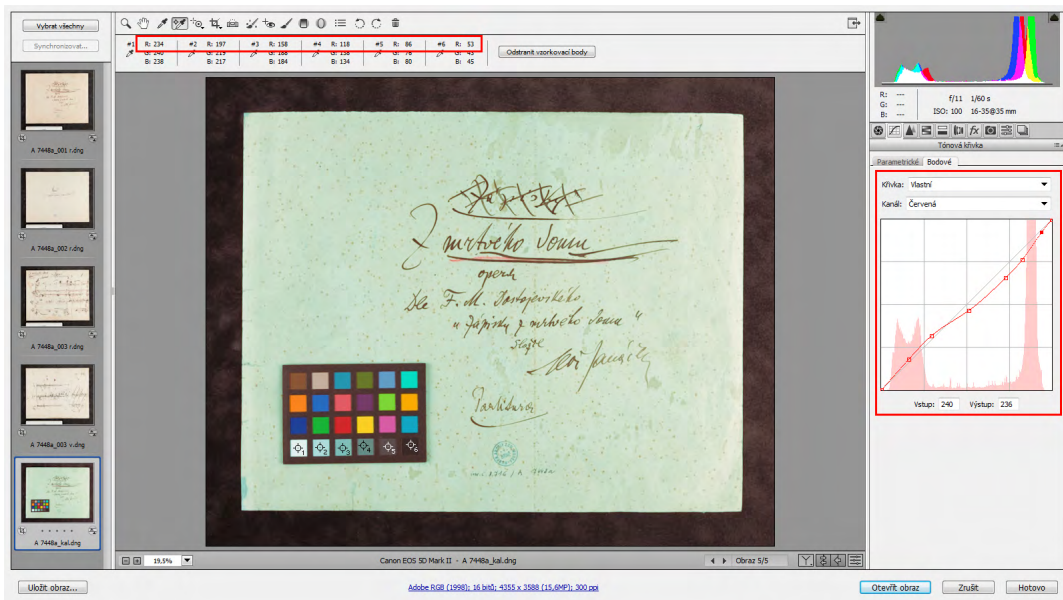
Nyní začíná vlastní práce na ruční úpravě kalibračního cíle. Pomocí nástroje pro vzorkování barev v horní nástrojové liště *Camera Raw* umístíme sondy do jednotlivých polí neutrální škály kalibrační tabulky směrem od nejsvětějšího odstínu po nejtmaší. Pod nástrojovou lištou se objeví informační pruh s údaji o virtuálních RGB hodnotách ploch pod sondami ve zvoleném barvovém prostoru (*Adobe RGB 1998*). Připravíme si seznam s vypočtenými RGB hodnotami příslušných polí na základě proměření používané kalibrační tabulky spektrofotometrem a pomocí dialogu *tónová křivka/bodové* nastavíme jednotlivé RGB kanály tak, aby hodnoty ve snímku co nejpřesněji odpovídaly očekávaným teoretickým výpočtům (obr. 5.5.10). Je nutné si uvědomit, že dialog *křivka* v *Camera raw* se nechová stejně jako ve *Photoshopu*. Ve *Photoshopu* manipulujeme plnohodnotný RGB obrazový

soubor a změny hodnot jednotlivých barvových kanálů se tedy navzájem neovlivňují. V Camera raw pracujeme s mozaikou jednobarvených bodů (Bayerův vzor) a konvertor dopočítává zbývající dva barvové kanály na základě porovnání sousedících pixelů. Je tedy pochopitelné, že manipulace např. červeného kanálu sekundárně ovlivní hodnoty zeleného a modrého kanálu, protože se změní vstupní hodnoty pro jejich výpočet. Pro



OBR 5.5.10 NASTAVENÍ PARAMETRŮ VÝVOJE

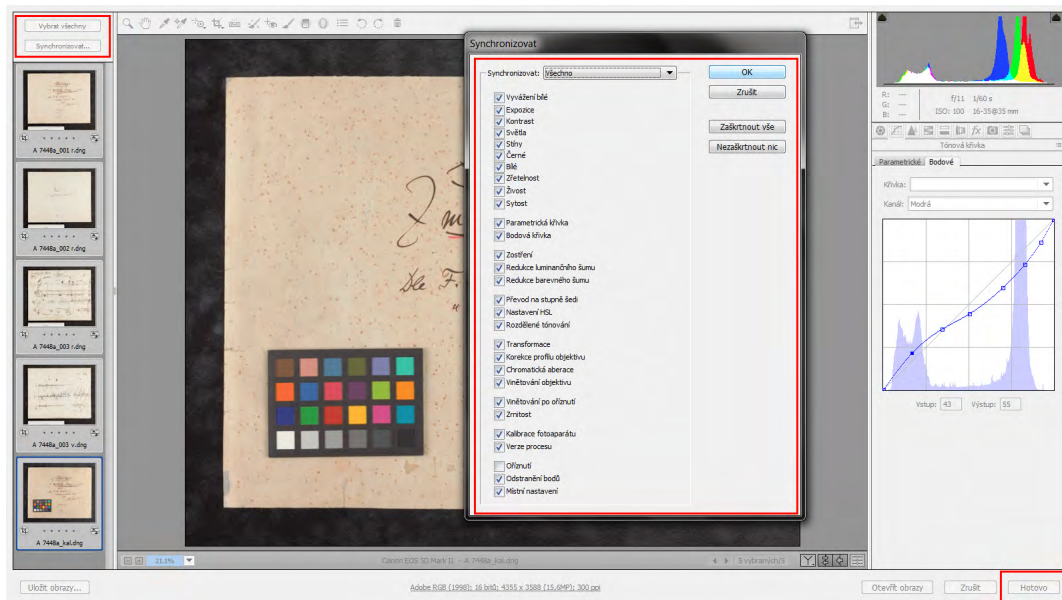
každé pole tabulky musíme vytvořit uzlový bod na RGB křivce i v případě že hodnoty sondy nevyžadují žádnou úpravu vůči teoretickým hodnotám. Začneme červeným kanálem od nejsvětějšího pole k nejtmaššímu. Pokud se hodnoty nejsvětějšího pole



OBR 5.5.11 ÚPRAVA RGB KANÁLŮ PRO VÝVOJ

tabulky blíží limitní bílé (přesahují hodnotu 240 bodů), je účelnější upravovat jejich hodnotu manipulací s koncem křivky v pravém horním rohu (tedy s bílým bodem). Práce s křivkami v Camera Raw není příliš intuitivní a vyžaduje cvik, nicméně manipulace sa-

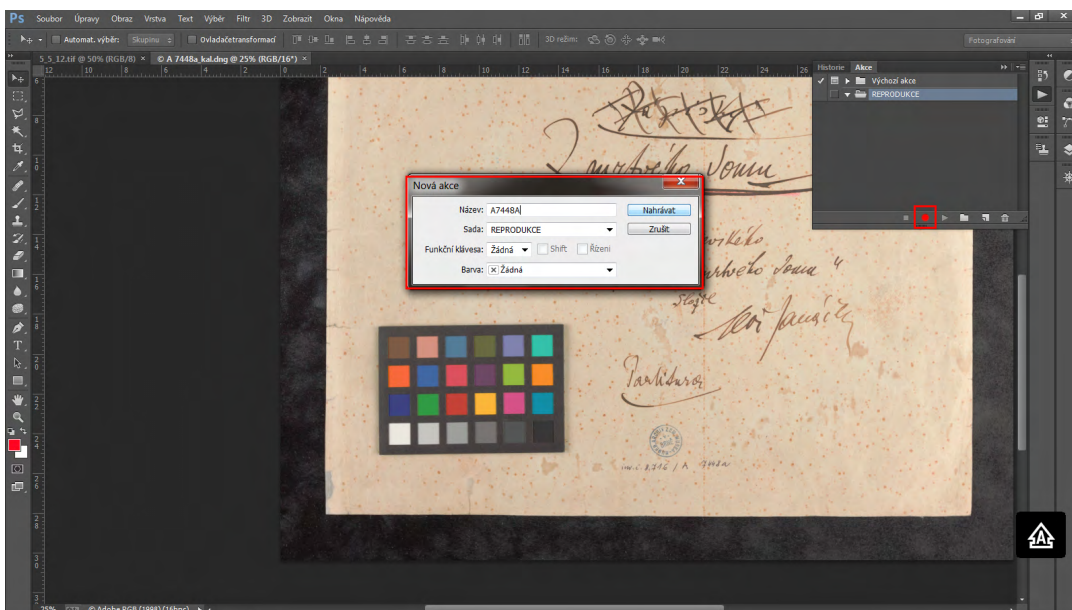
motná není, na rozdíl od práce s RGB obrazovým souborem, kvalitativně ztrátová (obr. 5.5.11). Pokračujeme úpravami v zeleném a modrém kanále a v případě nutnosti se vrátíme a zpřesňujeme případné pohyby hodnot vyvolané manipulací s dalším barvovým kanálem. Při jemných úpravách můžeme využít klávesy posunu šipkou, které umožňují měnit hodnoty po jednotkách bodů. Po dosažení shody RGB hodnot neutrální škály tabulky s vypočtenými, vymažeme kalibrační sondy z obrazu a pomocí dialogu vybrat



OBR 5.5.12 DOKONČENÍ ÚPRAV NEUTRÁLNÍ ŠKÁLY A ZÁPIS NASTAVENÍ VYVOLÁNÍ DO DNG SOUBORŮ V DÁVCE

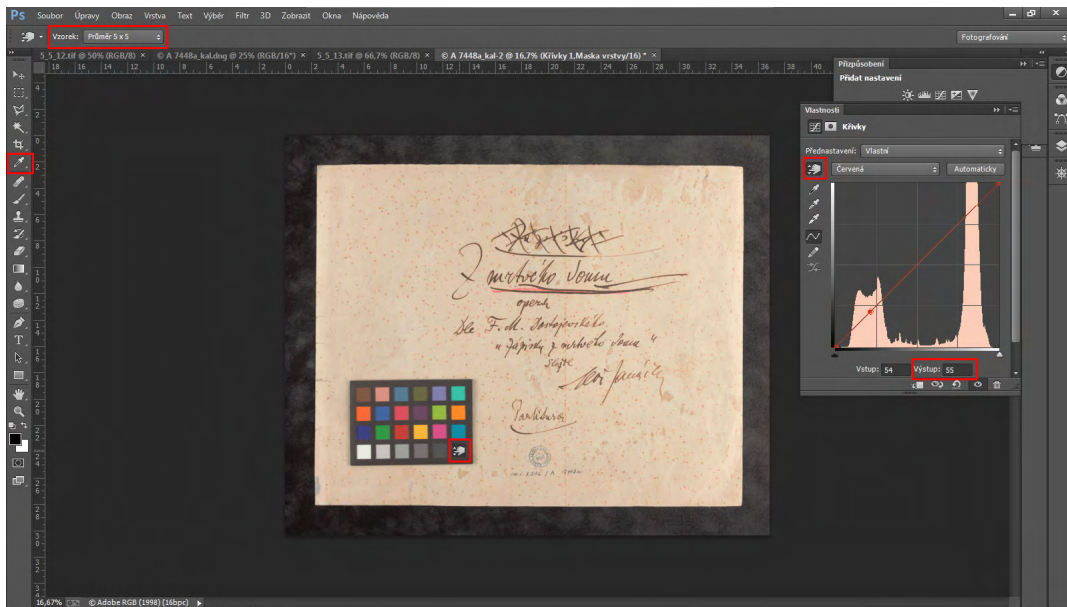
vše / synchronizovat aplikujeme nastavené úpravy na všechny dng soubory pořízené za identických podmínek jako snímek s kalibrační tabulkou. Dialog Camera Raw potom uzavřeme tlačítkem Hotovo, kterým zapišeme nastavení konvertoru do jednotlivých dng souborů (obr 5.5.12).

Další fáze práce se odehrává přímo v programu Adobe Photoshop. Otevřeme snímek s kalibrační tabulkou dle nastavených parametrů vývoje a všechny následné akce bu-



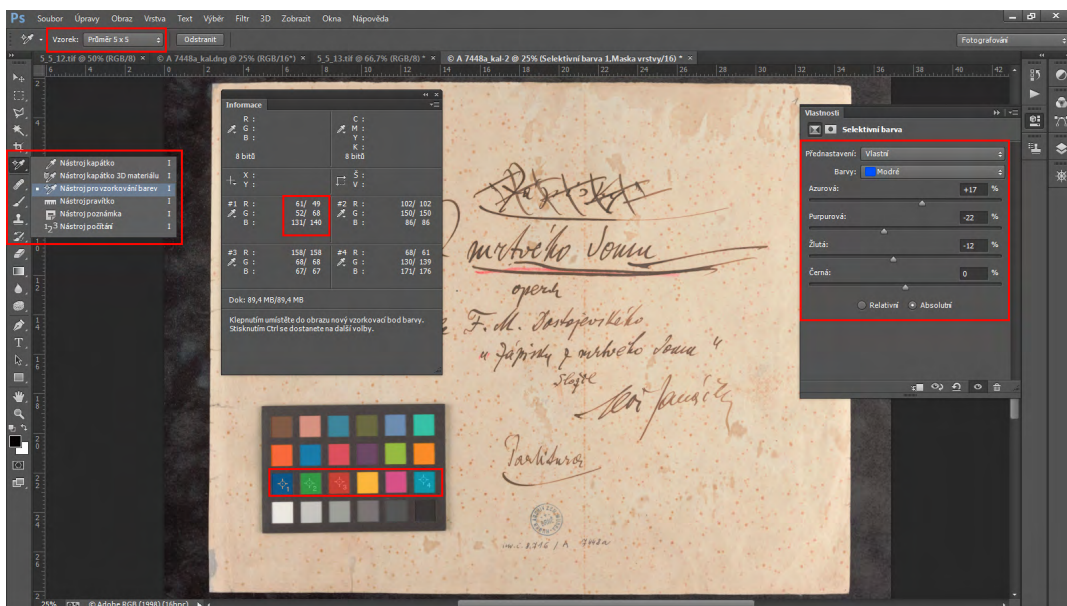
OBR 5.5.13 NASTAVENÍ DIALOGU „NAHRÁVÁNÍ AKCE“

deme nahrávat pomocí dialogového okna akce. Zvolíme adresář a název dávky a po potvrzení dialogu se červeně rozsvítí symbol nahrávání. Vše, co budeme nyní ve Photoshopu dělat bude zaznamenáno (obr. 5.5.13). Pokud se nám nepodařilo zcela přesně nastavit hodnory RGB jednotlivých polí šedé škály v Camera Raw, dotáhneme tuto fázi nyní. Nejdříve nastavíme ve vertikální nástrojové liště kapátko na vzorek: průměr 5x5. Díky tomu budeme měřit v obraze plochu 5x5 pixelů a ne náhodný obrazový bod, který může vykázat nepoužitelné hodnoty. Poté zvolíme dialogové okno vrstva úprav/křivky. V případě, že se v okně objeví výstražný trojúhelník, poklepeme na něj myší a počkáme, až zmizí. Díky tomu bude náhledový histogram plnohodnotně reprezentovat otevřený



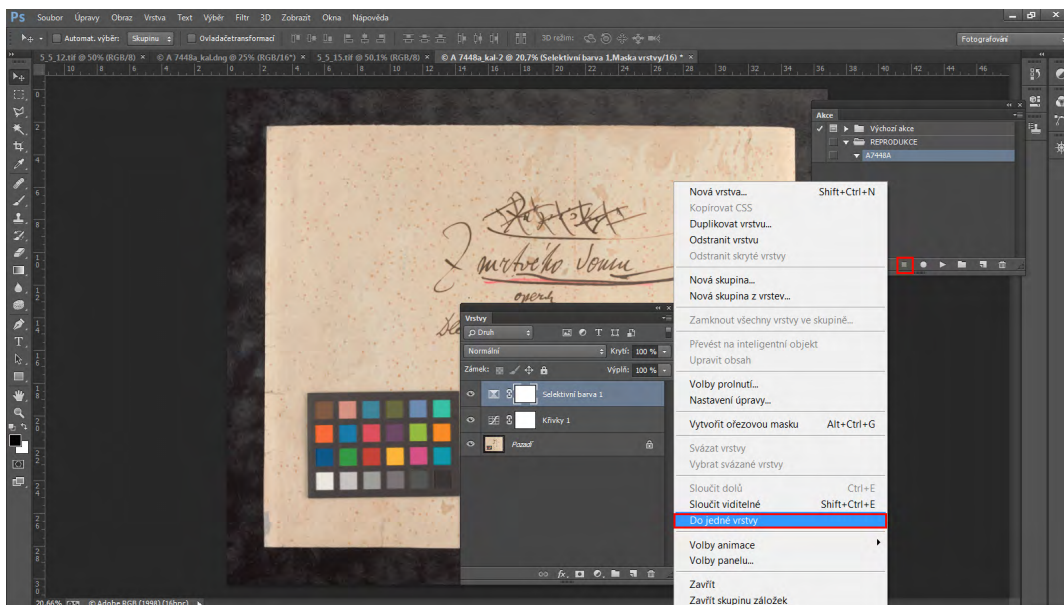
OBR 5.5.14 KOREKCE NEUTRÁLNÍ ŠKÁLY KALIBRAČNÍ TABULKY VE PHOTOSHOPU

snímek, ne jen jeho komprimovaný náhled. Poté aktivujeme nástroj ručička v levém horním rohu dialogu křivky a otevřeme z nabídky červený kanál. Tažením nástrojem



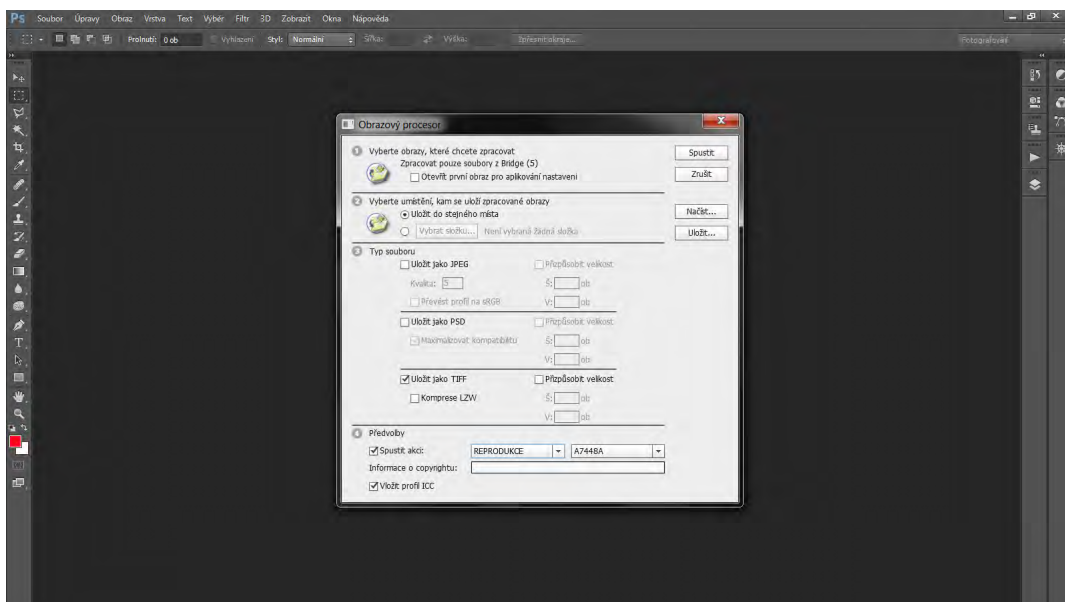
OBR 5.5.15 KOREKCE RGBCMY ŠKÁLY KALIBRAČNÍ TABULKY VE PHOTOSHOPU

ručičky uvnitř daného neutrálního pole tabulky budeme korigovat jeho hodnotu tak, aby v okně výstup dialogu křivky zůstala přesně požadovaná hodnota. Takto fixujeme všechna pole neutrální škály ve všech kanálech (obr. 5.5.14). Dále pokračujeme umístěním nástroje na vzorkování barev do jednotlivých polí druhého řádku kalibrační tabulky s RGBCMY barevností. Ověříme, že rozměr vzorkovacího nástroje je stále 5x5 pixelů a umístíme sondy do polí R-G-B-C. Pracovat s více než čtyřmi sondami najednou Photoshop neumožňuje. Výběr polí je založen na zkušenosti zpětné vazby při manipulaci s modrým a azurovým kanálem. Otevřeme dialogové okno Informace, které zobrazuje



OB R 5.5.16 DOKONČENÍ ÚPRAV, SLOUČENÍ VRSTEV A UKONČENÍ NAHRÁVÁNÍ AKCE

aktuální hodnoty RGB jednotlivých polí před a po úpravě. Pokračujeme aktivací vrstvy úprav selektivní barva, kterou v režimu absolutní hodnoty manipulujeme RGB hodnoty dané barvy pole shora dolů tak, abychom v informačním poli za lomítkem dosáhli požadované teoretické hodnoty (obr. 5.5.15). Po dosažení shody vymažeme stávající sondy a umístíme je znovu do polí M-Y kalibrační tabulky. Dokončíme úpravu návratem do vrstvy selektivní barva a doladěním žlutého a purpurového kanálu. Po dokončení těchto úprav vymažeme sondy z obrazu, sloučíme vrstvy na pozadí v dialogu vrstvy a ukončíme nahrávání akce pomocí tlačítka stop v dialogu akce. Obrazový soubor zavřeme bez uložení (obr. 5.5.16). Následně v Adobe Bridge vybereme všechny snímky, které byly nafotografovány za identických podmínek jako kalibrační snímek, a v dialogu nástroje/photoshop/obrazový procesor nastavíme požadovaný výstup na formát tiff bez komprese, aktivujeme spuštění akce, kterou jsme právě dokončili a zaškrtneme volbu vložit profil ICC. Po spuštění procesoru se na vybrané snímky aplikuje nastavení Camera Raw i průběh akce úprav ve Photoshopu a vyvolané RGB obrazové soubory se uloží do podadresáře TIFF nebo jiného zvoleného úložiště (obr. 5.5.17). Nyní máme k dispozici dva adresáře - jeden s archivními DNG snímky a druhý s reprodukcí přesně upravenými snímky v přechodovém barvovém prostoru Adobe RGB 1998, které jsou univerzálně připraveny pro všechny možné varianty výstupu.



OBR 5.5.17 DÁVKOVÁ APLIKACE ÚPRAV POMOCÍ NÁSTROJE OBRAZOVÝ PROCESOR

Vzhledem k obrovské diverzitě možností obrazové prezentace se nebudu hlouběji zabírat konkrétními procesy tisku a osvitů. Problematika fyzického výstupu ve formě facsimile by svým objemem vydala na celou teoretickou magisterskou či doktorantskou práci. Zmíním zde pouze obecné zásady přípravy snímků pro prezentaci na monitorech či dataprojektorech v badatelkách a internetovém prostředí. Příprava obrazového souboru pro tyto varianty výstupu sestává ze čtyř kroků:

- 1/ volby ICC profilu
- 2/ volby obrazové velikosti
- 3/ volby doostření
- 4/ volby formátu uložení

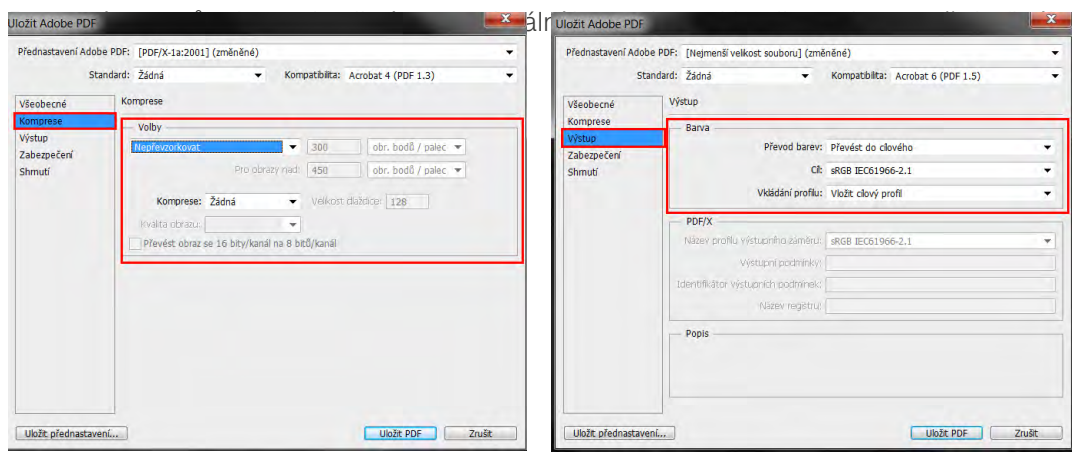
ad 1/ ICC profil volíme v zásadě podle kvality zobrazovacího zařízení použitého pro prezentaci. Pokud disponujeme kvalitativně kontrolovaným prezentačním prostorem s tzv. wide-gamut monitory (tedy stroji blížícími se svým pokrytím barvového prostoru Adobe RGB 1998), můžeme ponechat k souboru přiřazený profil Adobe RGB 1998. Filozofie nastavení monitorů a úpravy prostředí badatelny či prezentační místnosti se shoduje s principy popsány v kapitole 5.3 a v normě ISO 3664:2009. Pokud kvalita zobrazovacích zařízení výše uvedených standardů nedosahuje nebo nemáme kontrolu nad způsobem vlastní prezentace obrazového materiálu, je nutné konvertovat snímek do barvového prostoru sRGB perceptuálním přepočítávacím záměrem (dialog Úpravy/ Převést do profilu). To se týká jak zobrazení na monitorech, tak pomocí dataprojektoru. Převod do prostoru sRGB je nezbytné provést v každém případě internetové prezentace obrazového materiálu.

ad 2/ obrazová velikost závisí na vlastnostech projekčního zařízení a způsobu vlastní prezentace. V případě náhledu na monitoru v badatelně v plné kvalitě s možností zoomování do snímku, ponecháme obrazovému souboru jeho nativní velikost. V případě prezentace na dataprojektoru, či jiné formy projekce zmenšíme obrazovou velikost so-

boru dle rozlišení výstupního zařízení (Full HD, HD Ready). Pokud si nejsme jisti kvalitou projektoru či monitoru, potom nejlépe použít normu 1024 x 768 pixel. Přepočítáme uskutečníme algoritmem bikubický ostřejší (pro zmenšení), či alternativním softwarem v nastavení pro zmenšení obrazové velikosti (fraktálové algoritmy a pod.).

ad 3/ snímky upravené do projekční velikosti doostřujeme ve zvětšení 100% v detailu tak, aby výsledný efekt co nejlépe odpovídal dojmu originálu. Při práci je vhodné použít takové algoritmy, které nedoostřují snímek pasivním zvyšováním kontrastu na hranách, ale aktivně rekonstruují „nedokonale doostřený snímek“. V rámci Adobe Photoshopu tedy využíváme především algoritmus nástroje chytré zostření v režimu rozostření objektivu. Alternativním nástrojem poskytujícím skvělé výsledky je Focus Magic společnosti Acclaim Software Ltd. Tyto nástroje velmi výrazně redukuje nežádoucí artefakty tmavých a světlých kontur na hranách objektů ve snímku a celkový dojem doostřeného obrazu je velmi realistický.

ad 4/ volby formátu uložení obrazového souboru se většinou odvíjí od požadované kvality zobrazení a únosné náročnosti na výpočetní výkon a datový objem úložiště. V případě internetových prezentací také na rychlosti přenosu dat po síti. Obecně lze říci, že obrazový soubor určený pouze pro pasivní prohlížení, nikoliv dodatečnou editaci, lze uložit ve formátu se ztrátovou komprimací, přičemž míra komprimace není univerzálně daná, ale odvíjí se do značné míry od subjektivního posouzení výsledné vizuální kvality autorem či konzumentem obrazového materiálu. Nejpoužívanější formát pro ztrátovou komprimaci obrazu je algoritmus JPEG, případně jeho varianta JPEG2000. Výraznou výhodou formátu JPEG2000 je možnost ukládat snímky v 16bit barvové hloubce, případně s bezztrátovou komprimací. Formát JPEG implikuje redukci obrazu na 8bit barvovou hloubku. Naopak nevýhodou JPEG2000 je omezená kompatibilita se zobrazovacími softwary oproti klasickému JPEGu. V případě, že obrazový materiál budeme ukládat ve formátu pdf (který umožňuje mnoho interaktivních vazeb s textem, zvukovou stopou, atd.) je žádoucí všechny úpravy jednotlivých fotografií provést ve Photoshopu ještě před vložením do pdf a v nastavení uložení formátu vypnout redukci rozlišení, převzorkování a redukce barvové hloubky. V dialogu výstup potom nastavíme konverzi do příslušného barvového prostoru (sRGB, Adobe RGB 1998) a aktivujeme vložení výstupního profilu (i když jsme již tuto konverzi učinili ve Photoshopu).



OBR 5.5.18 VYPNUTÍ PŘEVZORKOVÁNÍ, KOMPRESY PŘI UKLÁDÁNÍ FORMÁTU PDF A NASTAVENÍ VÝSTUPNÍHO ZÁMĚRU

5.6

Přestože v současné době digitální technologie jednoznačně dominují nad analogovou fotografií, v určitých oblastech má klasický fotografický proces stále své pevné místo. Pominu-li nezanedbatelnou část profesionální fotografické obce, která klasickou fotografii využívá především z filozofických, konceptuálních nebo estetických důvodů, tak i reprodukční oddělení mnoha institucí stabilně pracují s filmovým materiálem například v podobě mikrofilmů a mikrofiší. Zcela běžně se archiválie zpracovávají hybridními kamerovými systémy, které souběžně zaznamenávají obrazové informace na filmový materiál i jako digitální informaci (např. ProServ GmbH.). Odlišné technologické principy si tedy v tomto pojetí nekonkurují, ale vzájemně se doplňují. Nutno podotknout, že hlavním problémem při archivaci velkých objemů obrazových dat je poměrně velká nestabilita počítačového prostředí a datových nosičů. Vysoká četnost technologických změn vytváří značný tlak na migraci dokumentů a návazných softwarových nástrojů tak, aby si drželi plnou kompatibilitu s novými počítačovými systémy. Klasické filmové materiály z tohoto hlediska disponují technologickou stabilitou a dlouhodobou trvanlivostí obrazového záznamu.

Pokud bychom diskutovali variantu fotografické reprodukce hybridním způsobem, tedy nasnímáním předlohy na filmový materiál a jeho následnou digitalizací filmovým scannerem, musíme si úvodem ujasnit specifika takové technologické fúze. Výsledný obraz bude především, na rozdíl od čistě digitálního zpracování, kvalitativně záviset na způsobu záznamu a vyvolání filmového materiálu a také způsobu digitalizace tohoto materiálu filmovým scannerem. Proces sestávající ze dvou zcela oddělených technologických částí je pochopitelně mnohem obtížněji kontrolovatelný. Podmínky kladené na prostředí a vybavení reprodukční místnosti jsou identické s těmi, které jsem specifikoval v kapitole 5.3 a 5.4 v souvislosti s digitálním procesem obrazového záznamu. Volba filmového materiálu a způsob jeho expozice a následného vyvolání se odvíjí od vlastností konkrétních materiálů. Z hlediska reprodukční fotografie maximální unifikace procesu dosáhneme nákupem jedné výrobní šarže filmového materiálu, jejím testováním a návaznou korekcí expozice, či podmínek vyvolání tak, abychom dosáhli požadovaných výsledků. Ideálním řešením je kompletní kontrola vyvolávacího procesu pomocí vyvolávacích (polo)automatických procesorů JOBO spojená s přísným dodržováním podmínek zpracování. Vzhledem k tomu, že tématem této práce jsou digitální techno-

logie a o tématice zpracování filmových materiálů bylo publikováno dostatek odborných statí, nebudu se zde detailně věnovat variantám a možnostem řízení procesu vyvolávání filmových negativů či pozitivů. Budu pouze konstatovat, že základním předpokladem kvalitní obrazové reprodukce je korektně exponovaný a identicky vyvolaný materiál jedné výrobní šarže, který obsahuje snímek kalibrační tabulky Gretag Macbeth Color Checker 24.

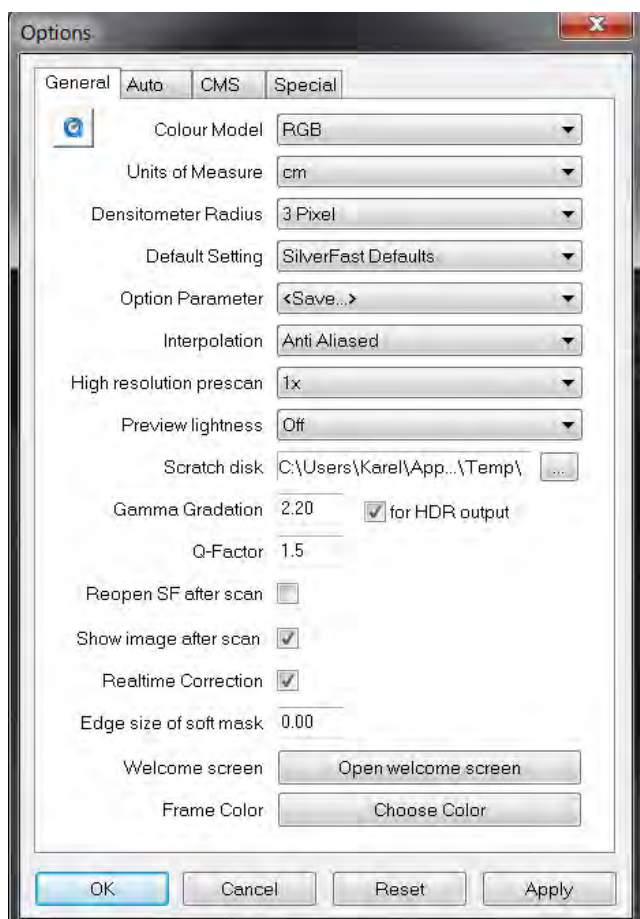
Co se týká digitalizační fáze celého procesu, tedy scanování filmového materiálu na filmovém scanneru, budu dále v textu předpokládat modelovou situaci za využití scanneru NIKON LS 9000ED (obr. 5.6.1) a ovládacího softwaru SilverFast. Trh s digitalizačními



OBR 5.6.1 FILMOVÝ SCANER NIKON COOLSCAN 9000ED

zařízeními disponuje širokou nabídkou scannerů i jejich ovladačů, avšak výhoda softwarových řešení firmy SilverFast spočívá v tom, že nabízí funkčně i vizuálně maximálně unifikovaný scanovací software pro naprostou většinu dostupných scannerů, který je navíc uživatelsky možné manuálně zcela kontrolovat (jedná se o SilverFast Ai, nikoliv nižší, odlehčené verze určené pro běžné amatérské spotřebitele). Manuální kontrola je přitom základním předpokladem úspěšné profesionální práce nejen v reprodukční fotografii. Tento typ scanneru není primárně určen pro průmyslové scanování velkých objemů filmového materiálu, spíše se využívá ve fotografické praxi při zpracování malých dávek. Pro archivační potřeby velkých institucí se používají spíše stroje jako Hasselblad X5 nebo specializované mikrofilmové a mikrofišové scanery (Mekel Technology, apod.)

Vlastní proces digitalizace filmové předlohy sestává ze dvou částí. Cílem první části, tedy scanování, je vytvořit obrazový soubor reprodukcující vzhled exponovaného filmového materiálu tak, aby bylo možné využít obrazové informace v něm uložené v maximální možné míře. Cílem druhé části je vytvořit přesnou reprodukci fotografované skutečnosti editací obrazového souboru v počítači za využití kalibrační tabulky zachycené na scéně. Jak jsem již zmiňoval v kapitole 5.2, filozofie scanování filmových předloh se s nástupem Systému pro správu barev (CMS) radikálně změnila. V době uzavřených systémů, kdy ovladač scanneru generoval CMYK hodnoty obrazového souboru v prostoru

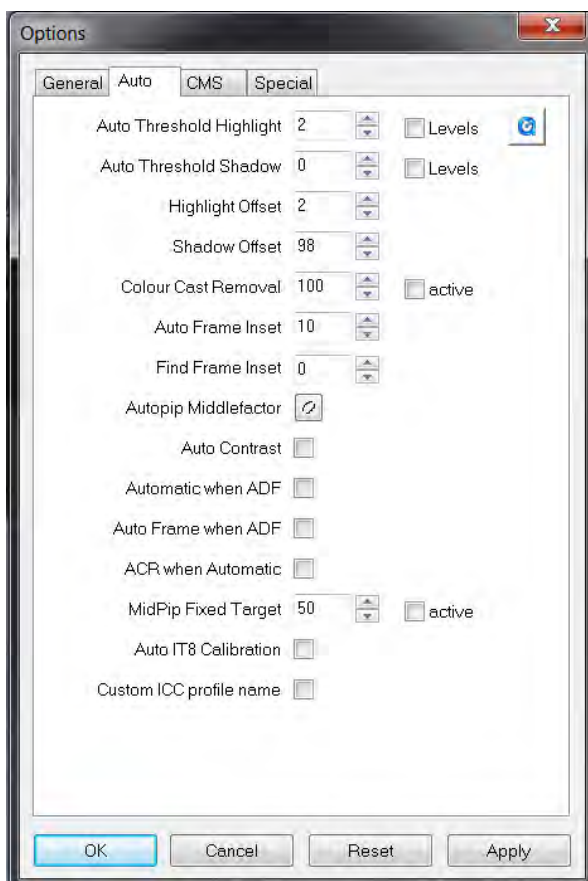


OBR 5.6.2 NASTAVENÍ DIALOGU VOLBY „VŠEOBECNÉ“

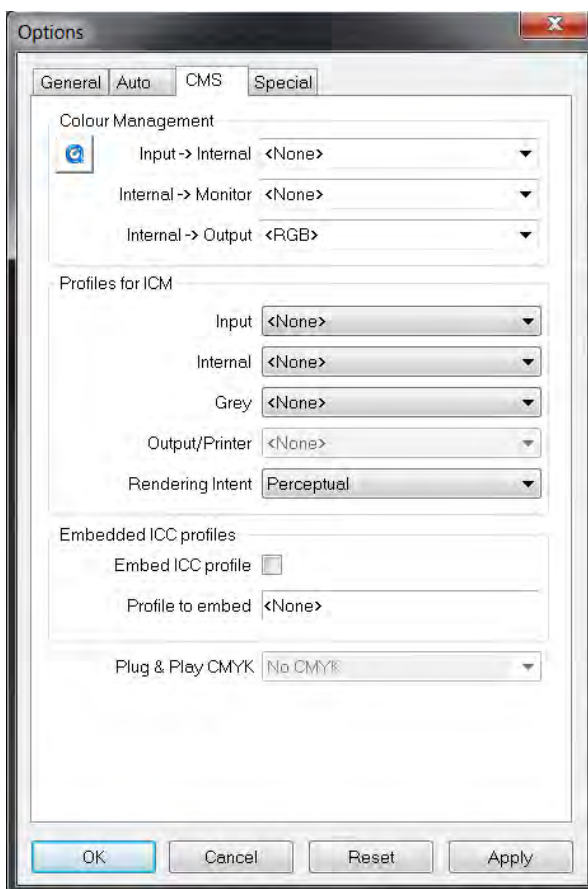
tému a bez ohledu na to, zda digitalizujeme barevný, černobílý, pozitivní nebo negativní materiál.

Nastavení scanneru je opět vedeno filozofií kompletní manuální kontroly stroje a dosažení maximální kvalitativní výtěžnosti dané konstrukčními limity zařízení. V případě ovládacího software SilverFast Ai začneme po otevření aplikace nastavením záložky Volby/Options. V prvním dialogovém okně General/Všeobecné nastavíme parametry kvality záznamu tak, jak vidíme na obrázku 5.6.2. Zdůraznil bych zde zejména nastavení průměru sondy denzitometru na 3 pixely, které zabrání náhodným nepřesným měřením unikátního obrazového bodu jehož hodnoty nemusí odpovídat okolní ploše v obraze. Především však nastavíme gamma gradaci na hodnotu 2,2 a aktivujeme volbu for HDR output/pro HDR výstup. Toto nastavení koriguje lineární záznam jasových hladin elektronickým zařízením tak, aby tonální distribuce odpovídala očekávání lidského oka. I když lze změnami této hodnoty do jisté míry „vylepšit“ scan materiálu s atypickou senzimetrickou charakteristikou způsobenou chybným vyvoláním nebo expozicí, za předpokladu precizní reprodukční práce již během snímání předlohy na filmový materiál není třeba výše uvedenou hodnotu měnit. Nastavení Q-Faktor ponecháme na tovární hodnotě 1,5. Tento parametr se vztahuje k optimalizaci velikosti rozlišení scanneru v dpi (dots per inch) vůči zamýšlenému rozlišení tiskového rastru v lpi (lines per inch). Vzhledem k tomu, že chceme využít maximální kvalitu zařízení, která je dána skutečným rozlišením scanneru 4000dpi, nikoliv vytvořit kompromisní variantu s ohledem na specifický

cíle (tedy tiskového stroje a použitého materiálu), bylo snadou obsluhy přímo v ovládacím softwaru scan „vyladit“ tak, aby nebylo nutné ho následně editovat ve Photoshopu. V současnosti se snažíme především o získání maximální kvality obrazových informací, které je nám digitalizační zařízení schopné poskytnout, v podobě univerzálně použitelné pro všechny potenciální formy výstupu. Snímek tedy nemusí vypadat „pěkně“ nebo „přesně“, konkrétní forma zpracování dat je součástí druhé fáze digitalizačního procesu. V dalším textu popíši vzorový postup scanování a úpravy reprodukční fotografie, který umožňuje maximální unifikaci jednotlivých scanů mezi sebou, bez nároků na zásahy obsluhy stroje do nastavení sys-



OBR 5.6.3 NASTAVENÍ DIALOGU VOLBY „AUTOMATICKY“



OBR 5.6.4 NASTAVENÍ DIALOGU VOLBY „CMS“

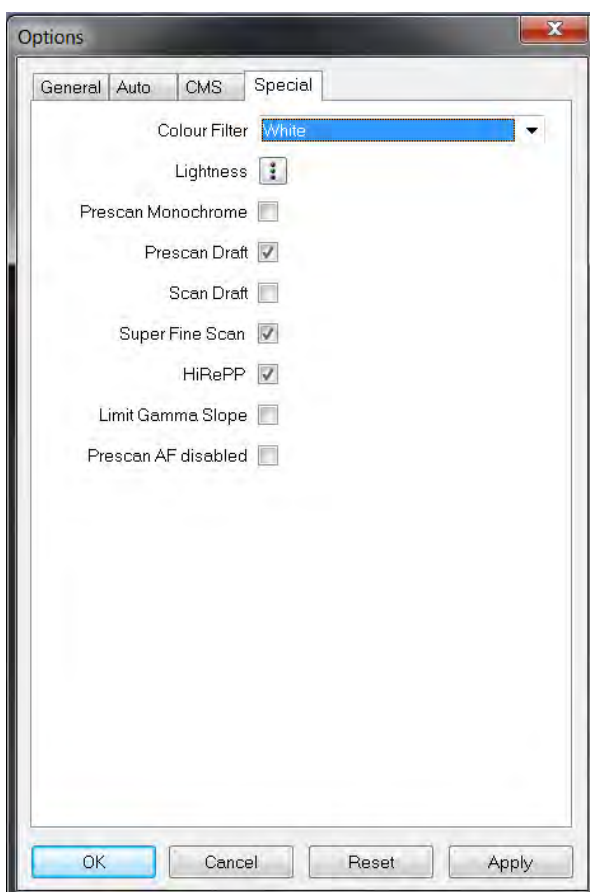
výstupní záměr, nemusíme se tímto parametrem zabývat.

Druhé dialogové okno *auto/automaticky* je velmi důležité, neboť umožňuje vypnout různé automatické algoritmy, které jsou pro naše účely zcela nevhodné. Jak jsem již nekolikrát v textu avizoval, základním předpokladem úspěšné práce je plná manuální kontrola procesu digitalizace a stabilní prostředí aplikace. Z tohoto důvodu musíme v tomto dialogu vypnout všechny automatické funkce, jak vidíme na obr. 5.6.3.

Další záložkou v řadě jsou volby nastavení CMS, tedy Systému pro správu barev. I v tomto dialogu vypneme všechna nastavení a přiřazení profilů souboru. RGB hodnoty obrazového souboru scanovaného materiálu, které zařízení vygeneruje, budou v první fázi bez přiřazeného ICC profilu. Tuto operaci provedeme až během editace ve Photoshopu, kde souboru přiřadíme uživatelsky vytvořený ICC profil pro daný pracovní režim stroje a nastavení ovládacího software.

Poslední záložka *special/specifické* umožňuje nastavit specifické nastavbové funkce stroje. V našem případě můžeme aktivovat funkci *Super Fine Scan*, která limituje vlastní scannování řádku pouze na jednu řadu CCD buněk, což zvyšuje přesnost a ostrost kresby obrazu. Ostatní nastavení nejsou z pohledu kvality výstupu relevantní, upřesňují pouze chování aplikace při tvorbě náhledů (obr. 5.6.5).

Nyní v dialogu *Options/Nastavení* potvrdíme provedené změny a vrátíme se do hlavního okna ovládací-

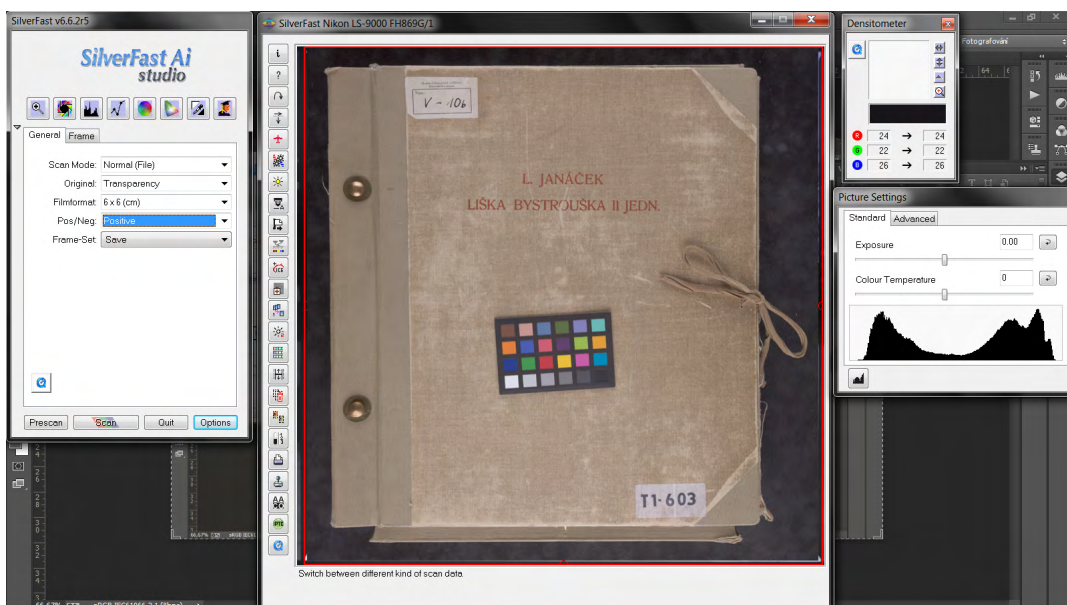


OBR 5.6.5 NASTAVENÍ DIALOGU VOLBY „SPECIFICKÉ“

Snímek na obr. 5.6.7. Dialog Scan Type nastavíme do režimu 48bit HDR. Po aktivaci nastavení zešednou všechna editovatelná okna korekcí obrazu a dalších filtrů. Ovladač scanneru v tomto režimu využije plný dynamický rozsah CCD senzoru bez jakýchkoliv

ho software. Zde v záložce General/ Všeobecné nastavíme okna tak, jak vidíme na obr. 5.6.6. Scanovací režim normální, předloha průhledná, formát dle aktuální velikosti políčka filmového materiálu. Velmi důležité je nastavení v druhém okně zdola na „positiv“. V tomto režimu deaktivujeme utilitu Negafix, která automaticky koriguje gradaci a barevnou masku negativů, dle zadaného typu materiálu. Vzhledem k tomu, že tato operace je složitě kontrolovatelná a často vede k nedokonalým výsledkům, je nanejvýš vhodné ji vyřadit a příslušné úpravy provést ručně ve Photoshopu. Budeme tedy scanovat jakýkoliv druh filmového materiálu jako by to byl inverzní materiál - tedy pozitiv.

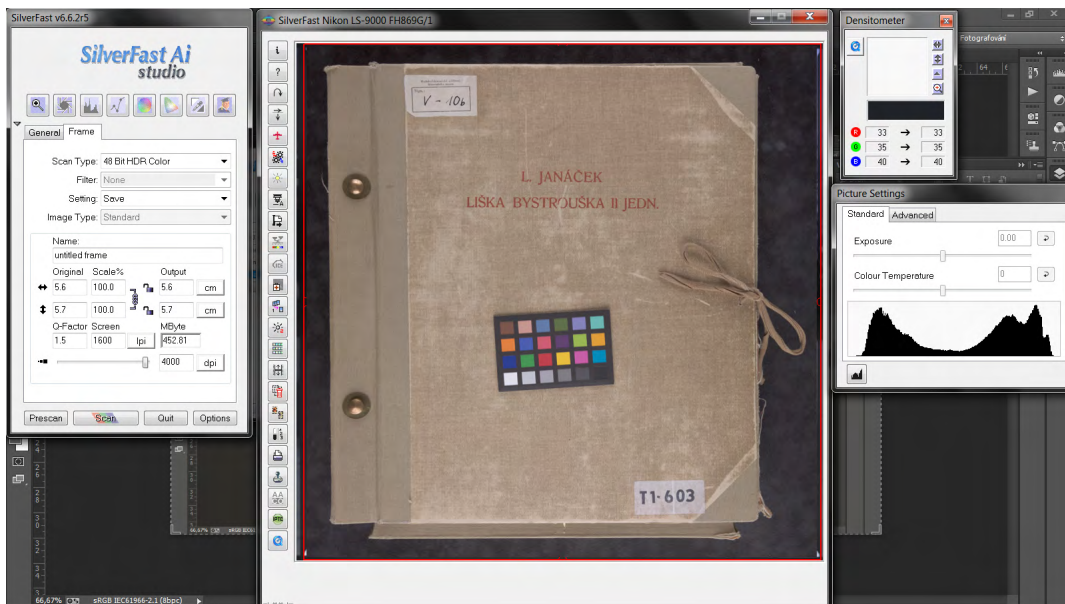
Nastavení aplikace ukončíme v hlavním dialogovém okně Frame/



OBR 5.6.6 NASTAVENÍ HLAVNÍHO DIALOGOVÉHO OKNA SILVER FAST V ZÁLOŽCE VŠEOBECNÉ

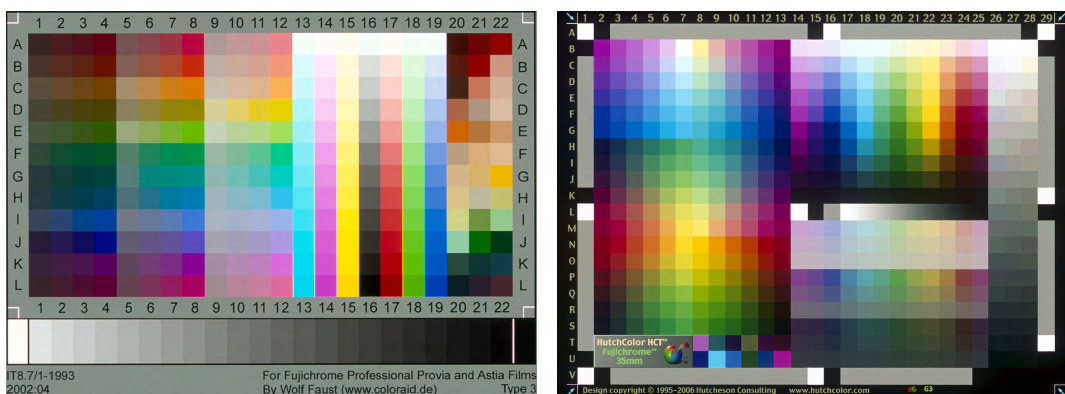
přizpůsobení a obraz uloží v nativní 48bit (16bit/kanál násobených RGB, tedy třemi kanály dává 48bit celkem) barvové hloubce. Tiskovou velikost souboru nastavíme v po-

měru 1:1 s originále (v našem případě na ukázce tedy 6x6 cm a rozlišení na maximum fyzických limitů stroje, tedy u Nikonu LS 9000ED na 4000dpi. Ve vertikální nástrojové liště v okně náhledu aktivujeme pouze funkci Digital Ice v případě, že je používán scanner disponuje a naše předloha je barevný negativ nebo diapozitiv. Tento nástroj odstraňuje



OBR 5.6.6 NASTAVENÍ HLAVNÍHO DIALOGOVÉHO OKNA SILVER FAST V ZÁLOŽCE VŠEOBECNÉ

ze snímku nečistoty na základě analýzy scanu předlohy v infračervené oblasti spektra, ale je funkční pouze u barevných předloh. V případě černobílého materiálu musíme tuto funkci vypnout. Rozhodně nepoužíváme filtr Dust and Scratches (políčko pod Digital ice), který také odstraňuje nečistoty, avšak nevhodným pasivním rozmazáním snímku na strukturální úrovni. Předpokladem rovnoměrně doostřeného scanu předlohy je použití skleněných desek v rámečku, mezi které předlohu umístíme. Pokud se potýkáme s náchylností materiálu k tvorbě Newtonových kroužků, často pomůže vyprání filmového materiálu v destilované vodě a opětovné užití smáčedla, ovšem v přesném ředění a vy-

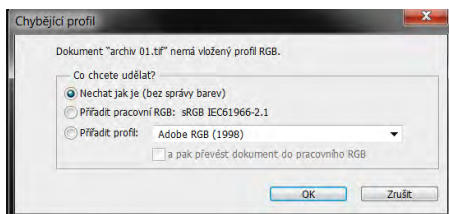


OBR 5.6.7 KALIBRAČNÍ CÍLE IT8.7/1 (VLEVO) A HUTCHCOLOR (VPRAVO)

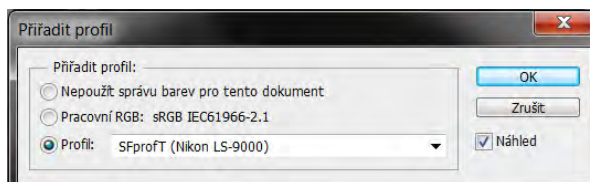
robce předepsané době smáčení. Extenzivní užití smáčedla má často za následek právě tvorbu Newtonových kroužků, které prakticky nelze z obrazu eliminovat bez nebezpečí jeho kvalitativní redukce.

Takto nastavená aplikace SilverFast je připravena k reprodukční práci v plně manu-

álním režimu. Před započítím vlastní digitalizace však musíme ještě popsat chování soustavy scanner - ovladač příslušným ICC profilem, který budeme přiřazovat všem scanům pořizovaným v tomto nastavení systému. Maximální přesnosti práce docílíme použitím individuálně proměřených kalibračních cílů. Nejčastěji využívané cíle jsou IT8.7/1 nebo Hutchcolor (obr. 5.6.7). K vytvoření ICC profilu můžeme využít vestavěný nástroj SilverFast IT8 kalibrace v případě použití cíle IT8.7/1. Alternativou je užití proprietární-



OBR 5.6.8 OTEVŘENÍ SOUBORU BEZE SPRÁVY BAREV



OBR 5.6.9 PŘIŘAZENÍ PROFILU SCANNERU

ho softwaru výrobce CMS řešení, např. BaslCColor Input. Kalibrační cíl nascanujeme v nastavení, které jsem popsal výše a v kalibračním softwaru spárujeme s příslušným textovým souborem, obsahujícím spektrální data jednotlivých polí cíle. Kalibrační software na základě těchto informací vytvoří ICC profil, který zaneseme do systému počítače. Po vytvoření tohoto ICC profilu můžeme přistoupit ke scanování vlastního filmového



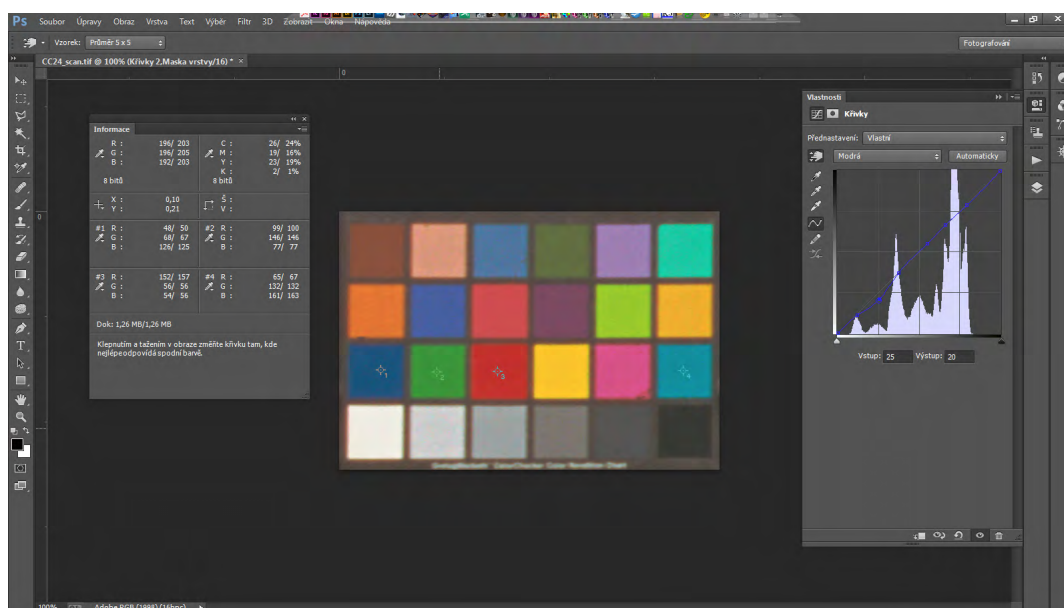
OBR 5.6.10 DOTAŽENÍ ÚROVNÍ HISTOGRAMU

materiálu a jeho následné editaci ve Photoshopu.

V případě korektně nastavené aplikace Photoshop, respektive správy barev v ní se při otevírání souboru bez přiřazeného ICC profilu zobrazí dialog s dotazem na další postup (obr. 5.6.8). Zvolíme variantu „nechat jak je“ a po otevření snímku spustíme nahrávání akce. Obrazovému souboru přiřadíme ICC profil vytvořený pomocí kalibračního cíle (obr. 5.6.9) a přepočítáme rozlišení snímku na 300ppi s příslušnou změnou tiskové velikosti. V případě, že se jedná o negativní materiál, invertujeme snímek pomocí dialogu obraz/přizpůsobení/invertovat (CTRL+I). Takto upravený soubor ošetříme potřebnými metadaty a uložíme jako obrazový zdroj adekvátní formátu DNG při čistě digitální variantě procesu. Ukončíme nahrávání akce a aplikujeme ji na všechny nascanované soubory.

Nyní disponujeme obrazovým souborem, který přesně reprodukuje filmový materiál. V dalším kroku musíme snímek upravit tak, aby obraz zachycený na filmu odpovídal originální předloze. Celý proces úprav budeme opět na-

hrávat jako akci, abychom ho mohli aplikovat dávkově na všechny snímky v sérii. V první fázi otevřeme obrazový soubor s kalibrační tabulkou a s přiřazeným profilem scanneru



OBR 5.6.11 ÚPRAVA NASCANOVANÉHO SNÍMKU PODLE KALIBRAČNÍ TABULKY

a konvertujeme ho pomocí dialogu úpravy/převést do profilu do prostoru Adobe RGB 1998 perceptuálním přepočítávacím záměrem bez kompenzace černého bodu. Vytvoříme vrstvu úprav dialogu úrovně a v jednotlivých barvových kanálech dorazíme táhla černé a bílé na hrany náběhu histogramu (obr. 5.6.10). Další průběh editace snímku kopíruje postup popsany v kapitole 5.5, kdy pomocí sond pro vzorkování barev umístěných do kalibrační tabulky a dialogu křivky a selektivní barva upravíme snímek tak aby hodnoty RGB jednotlivých polí spodních dvou řádků odpovídaly teoretickým hodnotám pro daný barvový prostor (obr. 5.6.11). Vzhledem k tomu, že vizuálně uniformní barevné plochy v obraze jsou na strukturální úrovni filmového materiálu tvořeny zrny azurového, žlutého a purpurového barviva, je výhodné se tohoto barvového šumu zbavit a převést danou plochu na kontinuální tón. Pomocí softwarových nástrojů, např. Noise Ninja (Photo Ninja), je možné dosáhnout velmi dobrých výsledků, nicméně tento způsob editace s sebou vždy přináší nevyhnutelné lokální změny barevnosti a nelze ho proto dávkově použít při editaci snímků pořízených ve smyslu přesné obrazové reprodukce předlohy.

ZÁVĚR

6

Razantní změnu, kterou do fotografie přinesly digitální technologie, vnímá nejen odborná, ale i laická veřejnost. Myslím si, že hlavním důvodem této neobyčejně silné reflexe je ten fakt, že technologický posun je v tomto případě pouze jedním z aspektů mnohem širší celospolečenské proměny, v jejímž kontextu role fotografie oproti dobám před rokem 1990 značně posílila. George Eastman již na začátku dvacátého století zaměřil svoje úsilí na propagaci maloformátové fotografie mezi nejširší vrstvy obyvatelstva. Trvalo však několik dalších desetiletí technického vývoje a marketingového úsilí, než dosáhla fotografie skutečně masového rozšíření. Podstatnou úlohu v tom sehrál technologický pokrok směrem k miniaturizaci (vůči středo- a velkoformátovým přístrojům), zjednodušení obsluhy a automatizace následných procesů v minilabech. Digitalizace, která zasáhla prakticky všechny obory lidské činnosti, s sebou přinesla především dostupnost informací všeho druhu a výrazně vyšší rychlost a míru jejich sdílení a vývoje. Tento jev s sebou nepřinesl jen statisticky zvýšené objemy obrazových informací, ale sekundárně změnil jejich technickou, významovou i estetickou kvalitu. V neposlední řadě díky koexistenci s počítačovými systémy a internetem digitální technologie pomohla bezprecedentnímu rozšíření fotografie mezi majoritní společnost bez ohledu na sociální rozvrstvení. Stačilo k tomu pouze poslední desetiletí dvacátého století.

Jak tomu u technologických změn vždy bylo a bude, dopady digitalizace lze vnímat negativně i pozitivně. Technologie sama o sobě není nositelkou estetických či morálních aspektů, tato hodnotící kritéria jsou svázána vždy jen s člověkem a jeho konáním. V každém případě však digitalizační revoluce zpřístupnila oblasti, které zde latentně sice byly vždy přítomny, avšak málokdy došly pouhé diskuze, protože se zdály zcela mimo možnosti autorské kontroly. I zde však s sebou rozsáhlejší možnosti kontroly a manipulace s obrazem nesou také vyšší nároky na znalosti a přesnost práce fotografa. V našem geopolitickém regionu střední a východní Evropy byla o relevantní informace před rokem 1990 nouze. Skutečný technologický vývoj se většinou odehrával za železnou oponou a východní blok maximálně vybrané technologie více nebo méně úspěšně kopíroval. Tato situace je dána tím, že se velké společnosti v rámci svého vlastního vývoje a tržního boje s konkurencí více než na cokoli jiného soustředily na zcela účelový marketing. To často vede k tomu, že každá firma vytváří vlastní názvosloví

obecných pojmů, různými triky se snaží zabránit přechodu uživatele ke konkurenčním produktům, vytváří nesmyslné „pomůcky“ bez ohledu na cílovou skupinu, atd. Stručně řečeno, nositelé vývoje v oboru a dodavatelé produktů jsou současně zainteresováni na tom, aby uživatelé byli co nejméně (nebo velmi specificky) odborně způsobilí a dobrovolně se tak nechali omezovat jak ve výběru řešení tak i způsobu použití zakoupených produktů. Příkladem může být vyprázdnění pojmu „profesionální“ z původního významu „určený pro odborně zdatné uživatele, kteří předpokládají maximální kontrolu nad produktem a svobodu jeho využití, které nelze v plné šíři ani předjímat“ na pouhé slovní ozvláštňení výrobku s cílem vytvořit v kupujícím pocit, že je profesionál, aniž by k tomu splňoval jakékoliv reálné předpoklady. Jedna z nejdůležitějších světových softwarových firem, Adobe Systems, tak kupříkladu v roce 2010 zdůvodnila funkční redukci aplikace Adobe Photoshop tím, že si její uživatelé stěžují, že některým funkcím nerozumí. Jednalo se o nástroje, které byly v programu implementovány prakticky od počátku jeho vývoje z roku 1988 a pro profesionální využití aplikace byly velmi důležité. Adobe přitom dodává na trh i aplikace určené pro amatérskou veřejnost ve značně zjednodušeném provedení a náležitě cenově přizpůsobené. Paradoxně tedy nastává situace, kdy masové rozšíření fotografie spojené s technologickým vývojem přineslo velký kvalitativní skok v amatérské a poloprofesionální fotografii, ale skutečný profesionál se dostal do ambivalentního postavení vůči výrobcům a organizacím určujícím vývojové trendy, neboť jejich (ekonomické) zájmy se s minoritní skupinou skutečných profesionálů v oboru významně rozcházejí. Potřeba technologického vývoje, který především high-endový segment trhu spoluvytváří sice trvá, ale struktura příjmů těchto firem současně favorizuje mainstream se vším, co k tomu náleží.

V této práci jsem se snažil zmapovat míru změn v reprodukční fotografii z pohledu profesionálního fotografa. Pokusil jsem se racionálně popsat proces vzniku fotografické reprodukce v její novodobé digitální podobě a porovnat tuto technologii s její klasickou, analogovou variantou. Prvořadým cílem bylo přinést na základě dlouholetého studia a praxe jasný popis práce využívající moderní nástroje, nezatížený výše zmiňovanou marketingovou strategií, ani bezmyšlenkovitě přejatými názory bez racionální analýzy jejich relevance. Hlavním přínosem digitalizace v reprodukční fotografii je dříve nemyslitelná míra kontroly a přesnosti dosažitelných výsledků a rozmanitá forma jejich prezentace. V případě, že uživatel disponuje dostatečnými znalostmi, lze navíc skutečně skvělých výsledků dosáhnout i s poloprofesionálním vybavením. Všechny možnosti, které nové technologie nabízí, vedly ke značnému zvýšení nároků na kvalitu výsledků, o kterých dříve prakticky nemělo smysl uvažovat. Abychom však byli schopni těmto nárokům dostát, a zároveň neočekávat nemožné, musíme se především snažit vnést do chaosu naší digitální doby řád, jasné pojmosloví a logiku, která nebude poplatná ekonomickým zájmům výrobců, ale fotografickému řemeslu.

VYTVOŘENÍ UŽIVATELSKÉHO PROFILU OBJEKTIVU

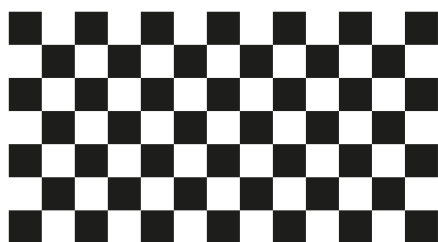
APPENDIX A

Softwarový nástroj Adobe Lens Profile Creator nabízí firma Adobe uživatelům aplikací Adobe Photoshop a Camera Raw, jako pomůcku při řešení situace, kdy uživatel nemůže využít tovární profily korekcí optických vad objektivu. Tato situace může nastat především při užití starších typů objektivů, které již nejsou na trhu běžně dostupné nebo produktů alternativních výrobců nepodporovaných firmou Adobe. Profil optické soustavy, který pomocí Lens Profile Creator vytvoříme, můžeme využít jak v aplikaci Camera Raw v záložce korekce objektivu, tak i následně ve Photoshopu pomocí identicky označeného dialogu v záložce filtr (SHIFT+CTRL+R).

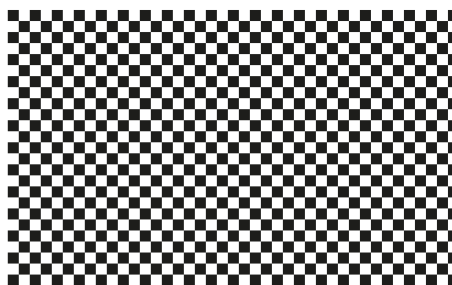
Vlastní práce při vytvoření profilu objektivu sestává ze dvou částí. V první fázi nafotografujeme kalibrační cíl sestávající ze šachovnice černobílých čtverců a ve druhé fázi snímky ve formátu RAW nebo DNG načteme do programu a po jeho korektním nastavení vygenerujeme profil popisující vady použité optické soustavy. Při vytváření profilu popisujícího chování objektivu s proměnnou ohniskovou vzdáleností výrobce doporučuje vytvořit celkem 36 (teleobjektivy) až 72 (širokoúhlé objektivy) sad po devíti snímcích kalibračního cíle. Vzhledem k tomu, že v reprodukční fotografii předpokládáme použití objektivů s pevnou ohniskovou vzdáleností, budeme potřebovat pouze 12 devítisímkových sad.

Kalibrační cíl fotografujeme podle stejných zásad, jako vlastní fotografické reprodukce (kapitola 5.4). Osvětlení scény musí být maximálně uniformní, zajištěné dvěma softboxy v úhlu 45° k předloze (obr. 5.4.1). Pdf soubory obsahující různé varianty kalibračních cílů jsou k dispozici v adresáři programu. Výběr kalibračního cíle je založen na dvou parametrech - při dané ohniskové vzdálenosti a zaostření musí kalibrační cíl vyplňovat přibližně 1/5 - 1/4 obrazové plochy a po načtení snímku do aplikace Lens Profile Creator musí být obrazová velikost jednoho čtverce na šachovnici větší než 20 pixelů, ideálně kolem 30 pixelů. Velikost kalibračního terče lze zvolit po změření příslušných rozměrů plochy v záběru, varianty identické velikosti terče s většími poli šachovnice budeme volit při zaostření na větší vzdálenost a vice versa (obr. A.1). Jedna sada sestává z devíti snímků, které exponujeme ve třech řadách zleva doprava tak, aby pole terče zarovnávalo levou hranu, střed a pravou hranu obrazového pole. Ideální je použít live view

náhled scény na počítači (aplikace Canon EOS Capture, CaptureOne, Nikon Camera Control Pro2 atd.), abychom mohli posoudit přesnou pozici terče v obrazové ploše. Hledáčky, které často nepokrývají 100% plochy záběru, jsou z tohoto hlediska ne-



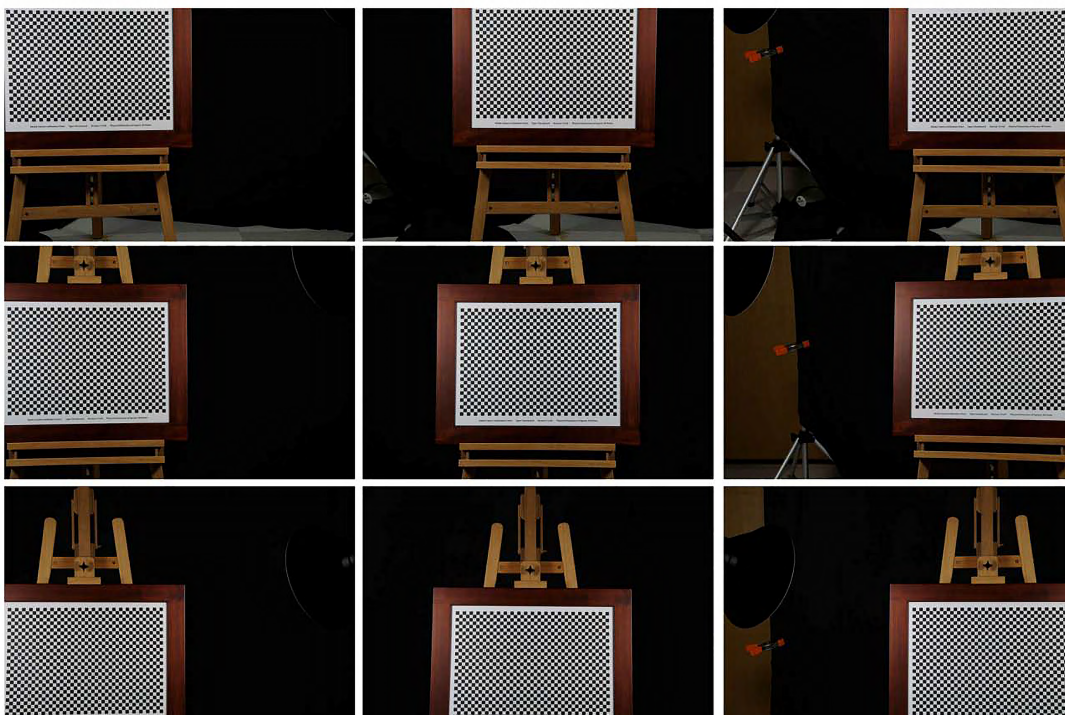
Version (Rows x Columns): 7x13 Square Print Dimension: 54 Points
Adobe Camera Calibration Chart



Version (Rows x Columns): 25x41 Square Print Dimension: 18 Points
Adobe Camera Calibration Chart

OBR A.1 KALIBRAČNÍ TERČE FORMÁTU A4 S RŮZNÝMI VELIKOSTMI POLÍ

přesné. Cílem je nastavit záběr tak, aby krajní čtverce šachovnice byly co nejbližší kraji obrazové plochy, ale nebyly nijak ořezány (obr. A.2). Fotoaparát pozičně nastavíme tak, aby ve vodorovné poloze k zemi i rovině předlohy zachycoval terč ve středu obrazového pole. Posun cíle v obraze dosahujeme rotací aparátu kolem vertikální a horizontální

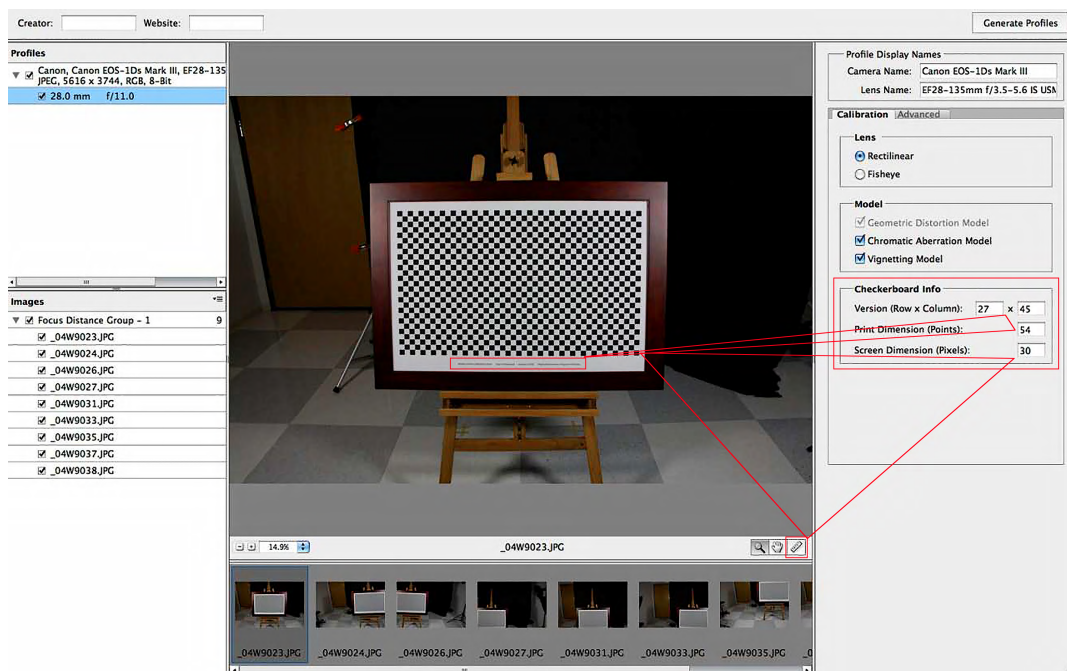


OBR A.2 SADA DEVĚTI EXPOZIC KALIBRAČNÍHO CÍLE PRO DANOU KOMBINACI CLONY A VZDÁLENOSTI ZAOSTŘENÍ

osy hlavy stativu, přičemž úhel nutný pro posun cíle ze středu obrazu do kraje musí probíhat uvnitř intervalu $<10^\circ - 30^\circ>$. Jednotlivé sady kalibračních snímků provedeme pro kombinace minimální zaostřitelné vzdálenosti, jejího dvojnásobku a pětinásobku spolu s nastavením clony na minimální, a další po celých clonových číslech nahoru. Doporučené minimální množství kombinací (3x4) lze pochopitelně překročit. Kalibrační cíl tiskneme na matný fotopapír, abychom dosáhli maximální hranové ostrosti a zároveň minimálních odlesků na povrchu materiálu. Snímky ve formátu RAW konvertujeme

do formátu DNG a v aplikaci Camera raw do stejného stavu, jako při přípravě snímků reprodukce s kalibrační tabulkou před započítáním vlastních úprav tabulky s výjimkou záložky korekce objektivu (kapitola 5.5).

Ve druhé fázi procesu načteme všechny snímky do aplikace Adobe Lens Profile Creator dialogem Add images to project. Software automaticky rozdělí snímky do oddílů podle kombinace ohniskové vzdálenosti a clony, které zjistí z údajů uložených v Exif metadatech souborů. Jednotlivé oddíly aktivujeme zaškrtnutím v okně Profiles a vyplníme tabulku Checkerboard info. Údaje vyčteme z informačního řádku kalibračního



OBRAZ A.3 PRÁCE V DIALOGOVÉM OKNĚ APLIKACE ADOBE LENS PROFILE CREATOR

terče (počet řad a sloupců cíle, tisková velikost čtverce v šachovnici), rozměr čtverce v šachovnici snímku změříme nástrojem pravítko a zapíšeme do posledního volného okna tabulky (obr. A.3). Takto postupně ošetříme všechny devítisnímkové sady. Poté označíme všechny sady kalibračních snímků, zvolíme název objektivu a fotoaparátu (Camera name, Lens name) a spustíme proces vytvoření profilu objektivu tlačítkem Generate Profiles v horní horizontální liště aplikace. Vytvořený profil se poté uloží automaticky do adresáře aplikace Adobe Photoshop a bude k dispozici v záložce Camera raw/Korekce objektivu jako uživatelské nastavení.^(A.1)

LITERATURA

- 1.1 JUNG, C.G.: Výbor z díla, Sv.II, Archetypy a nevědomí, Nakladatelství Tomáše Janečka, Brno 1997, s. 357 - 372
- 4.1 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 10, 155
- 4.2 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 245 - 250
- 4.3 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 156 - 164
- 4.4 Junge K.W.,Hübner G.: Fotografická chemie, SNTL 1987, s. 59, 60
- 4.5 Junge K.W.,Hübner G.: Fotografická chemie, SNTL 1987, s. 74, 116
- 4.6 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 270 - 272
- 4.7 Kaplanová M.: Moderní polygrafie, Svaz polygrafických podnikatelů, Praha 2012, s. 27 - 32
- 4.8 Wilhelm H., kolektiv: The_Wilhelm Research Archives Volume 1 Technical Publications 1968-2013, Grinell, Iowa, USA 2013
- 5.1 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 77 - 88
- 5.2 Fraser, Bruce, kolektiv: Správa barev, Computer Press, Brno 2003, s. 52 - 72
- 5.3 Fraser, Bruce, kolektiv: Správa barev, Computer Press, Brno 2003, s. 98
- 5.4 Jacobson, Ralph E., kolektiv: The Manual of Photography 10th edition, Focal Press, Rochester 2010, s. 315 - 327
- 5.5 Fraser, Bruce, kolektiv: Správa barev, Computer Press, Brno 2003, s. 88, 96
- 5.6 Fraser, Bruce, kolektiv: Správa barev, Computer Press, Brno 2003, s. 88 - 92
- A.1 Adobe Systems Inc: Adobe Lens Profile Creator User Guide, San Jose, California, USA 2010

JMENNÝ REJSTŘÍK

ARISTOTELÉS	STRANA 3 / KAPITOLA 1
BAYARD, HYPPOLYTE	STRANA 1 / KAPITOLA 1
BAYER, BRYCE	STRANA 17 / KAPITOLA 4
BOYLE, WILLARD	STRANA 18 / KAPITOLA 4
DAGUERRE, LUIS JACQUES MANDÉ	STRANA 1 / KAPITOLA 1
EASTMAN, GEORGE	STRANA 77 / KAPITOLA 6
FISCHER, RUDOLF	STRANA 19 / KAPITOLA 4
JUNG, CARL GUSTAV	STRANA 1 / KAPITOLA 1
KOSLOWSKI, R.	STRANA 17 / KAPITOLA 4
LARTIGUE, JACQUES HENRI	STRANA 19 / KAPITOLA 4
MUELLER, F.W.H.	STRANA 17 / KAPITOLA 4
PAULI, WOLFGANG	STRANA 1 / KAPITOLA 1
POLLOCK, JACKSON	STRANA 2 / KAPITOLA 1
SMITH, GEORGE E.	STRANA 18 / KAPITOLA 4
TALBOT, WILLIAM HENRY FOX	STRANA 1 / KAPITOLA 1
VERMEER, VAN DELFT	STRANA 2 / KAPITOLA 1
VOGEL, H.W.	STRANA 19 / KAPITOLA 4
WANLASS, FRANK MARLON	STRANA 18 / KAPITOLA 4
WILHELM, CAROL BROWER	STRANA 24 / KAPITOLA 4
WILHELM, HENRY	STRANA 24 / KAPITOLA 4

SLOVNÍČEK POJMŮ

APS FORMÁT

Advanced Photo System (APS) je označení formátu filmu používaného ve fotografii. Formát existuje ve třech variantách: H – „High Definition“ (30,2 × 16,7 mm; poměr stran obrazu 16:9; 4 × 7“ výtisk); C – jako „Classic“ (25,1 × 16,7 mm; poměr stran obrazu 3:2; 4 × 6“ výtisk); P – jako „Panoramic“ (30,2 × 9,5 mm; poměr stran obrazu 3:1; 4 × 12“ výtisk). Umožňuje mimo obraz ukládat i datovou stopu.

BARVOVÁ HLOUBKA

Termínem barvová (někdy též bitová) hloubka se označuje počet bitů použitých pro uložení barvy každého kanálu v barvovém modelu. Jestliže barvový model používá např. tři základní barvy (např. model RGB), potom intenzita každé barvy je určena jedním číslem, které je vytvořeno určitým počtem bitů. Například 8 bitová barvová hloubka používá 2^8 polotónů na každou RGB barvu (na každý kanál) a jeden pixel tedy kódujeme $8 \times 3 = 24$ bitů, tedy 2^{24} možných kombinací RGB hodnot.

84

CCD

CCD (Charge-Coupled Device) je elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace. Snímače (čipy, senzory) digitálních fotoaparátů zaznamenávají obrazové informace při fotografování objektu a dále je zasílají k procesoru. Podle technologie výroby se dělí na typ CCD a CMOS. Hlavní rozdíl mezi oběma typy je ve zpracování signálu po dopadu světla na světlocitlivý bod čipu. CCD čip umí přenášet informace z bodů po celých řádcích, CMOS senzor, jehož výroba je konstrukčně náročnější, z každého bodu samostatně.

CIELAB

CIELAB je druhý ze dvou systémů, který přijala CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) v roce 1996 jako model, který lépe popisuje hodnoty spojitého barev-

ného prostoru. CIELAB systém vychází ze staršího modelu Richarda Huntera (L, a, b) z roku 1942. Lab je jedním z mnoha možných grafických gamutů, jde o absoutní vyjádření barvy nezávisle na zařízení. Používá tyto osy: L - lightness, světelnost {0 – 100}; a - osa zelená – červená; b - osa modrá – žlutá. Rozdíl mezi Hunter a CIE barevným souřadnicovým systémem je, že souřadnice CIE jsou založeny na třetí odmocnině transformace barevných dat, zatímco souřadnice Hunter jsou založeny na druhé odmocnině transformace.

Prostor Lab, nebo též CIE 1976 (L*, a*, b*), je odvozen z prostoru CIE XYZ.

CMOS

CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) je technologie je používána na převážnou většinu integrovaných obvodů. Používá se na výrobu čipů (včetně mikroprocesorů, jednočipových počítačů a lelktronické paměti typu SRAM), ale také na obrazové senzory. CMOS senzor umí přenášet data z každého bodu samostatně, zatímco CCD po řádcích. CMOS snímač se někdy označuje zkratkou APS (Active-Pixel Sensor).

DIGITALIZACE

Digitalizace ve své podstatě osvobozuje informaci o určitém měřitelném jevu od její závislosti na nosiči záznamu pomocí kvantifikace spojitého (analogového) signálu do diskretních (striktně oddělených) hodnot kódovaných převážně v binární soustavě. Míra zkreslení původního signálu je říditelná hustotou vzorkování, tedy počtem diskretních hodnot, kterými popisujeme měřený rozsah.

FOTOELEKTRICKÝ JEV

Fotoelektrický jev či fotoefekt je fyzikální jev, při němž jsou elektrony uvolňovány (vyzařovány, emitovány) z látky (nejčastěji z kovu) v důsledku absorpce elektromagnetického záření (např. Rentgenového záření nebo viditelného světla) látkou. Emitované elektrony jsou pak označovány jako fotoelektrony a jejich uvolňování se označuje jako fotoelektrická emise (fotoemise). Pokud jev probíhá na povrchu látky, tzn. působením vnějšího elektromagnetického záření se elektrony uvolňují do okolí látky, hovoří se o vnějším fotoelektrickém jevu. Fotoelektrický jev však může probíhat i uvnitř látky, kdy uvolněné elektrony látku neopouští, ale zůstávají v ní jako vodivostní elektrony. V takovém případě se hovoří o vnitřním fotoelektrickém jevu. Pokud na látku dopadají elektrony, které způsobují vyzařování fotonů, hovoří se o inverzním (obráceném) fotoelektrickém jevu. Albert Einstein objasnil princip fotoelektrického jevu na základě teorie o kvantové povaze světla, která předpokládá schopnost předání energie fotonem pouze po určitých množstvích, tedy kvantech. Pokud foton nedisponuje dostatečnou energií, fotoelektrický jev nenastane.

INDEX PODÁNÍ BAREV

Index podání barev (Color Rendering Index, CRI nebo Ra) popisuje míru shody spektrální charakteristiky umělého světelného zdroje dané teploty chromatičnosti se skutečným slunečním zářením. Čím je číslo indexu pokrytí barev větší, tím je míra shody vyšší. Číslo 100 vyjadřuje ideální podání barev světla, jaké vzniká pod přirozeným slunečním světlem, hodnota 0 zase tak nízkou kvalitu podání barev, že ačkoli je světlo silné, není možné pod ním rozeznat barvy.

IRIS PRINTER

Velkoformátová barevná ikoustová tiskárna představená v roce 1985 společností Iris Graphic (původně ve Stoneham, Massachusetts), nyní vyráběná ve Graphic Communications Group (Eastman Kodak), původně navržená pro zkušební tisky. Je také používána v oblasti uměleckého tisku pro finální výstupy. Vyznačuje se kontinuálním elektricky nabitým proudem inkoustu vystřikovaným na rychle rotující médium, který v okamžiku kdy nemá dopadnout je odkloněn pomocí elektrického pole.

METAMERIE

Metamerie označuje jev, kdy barvy s odlišným spektrálním složením jsou za určitých podmínek vnímány shodně. Metamerie souvisí s funkcí vizuálního systému. Oko nerozlišuje spektrální složení barvy. Vjem je dán podrážděním LMS čípků citlivým k dlouhým, středním a krátkým vlnovým délkám (lze představit jako tři barevné filtry R, G, B). Principiálně tedy 2 vzorky se zcela odlišným spektrálním složením mohou vyvolat stejnou stimulaci LMS čípků. Vzorky barev, které mají odlišné spektrální složení, ale vyvolají stejný barevný vjem, označujeme metamerními.

PIXEL

Pixel (zkrácení anglických slov picture element, obrazový prvek; někdy též pel, dále zkracováno na px) je nejmenší jednotka (je bezrozměrná) digitální rastrové (bitmapové) grafiky. Představuje jeden svítící bod na monitoru, resp. jeden obrazový bod definovaný svou barvou, např. ve formátu RGB či CMYK. Body na obrazovce tvoří čtvercovou síť a každý pixel je možné jednoznačně identifikovat podle jeho souřadnic.

POLYGRAFIE

Názvem polygrafie označujeme tiskový, nebo také publikační průmysl. Polygrafie zpracovává a tiskem rozmnožuje textové a obrazové předlohy. Oblast tisku může-

me pak dále dělit na základní kategorie: ofsetový tisk, digitální tisk, sítotisk, jiné technologie

PROJASŇOVACÍ LÁTKY

Optické zjasňovače, optické zjasňující prostředky (optical brightening agents (OBAs), fluorescenční zjasňující prostředky (fluorescent brightening agents (FBAs) nebo fluorescenční bělicí činidla (fluorescent whitening agents FWAs) jsou chemické sloučeniny, které absorbují světlo v ultrafialové a fialové oblasti (obvykle 340 až 370 nm) elektromagnetického spektra, a zpětně vyzařují světlo v modré oblasti (obvykle 420 až 470 nm). Fluorescenční aktivita je krátkodobá nebo rychle vyzařující, na rozdíl od fosforeskující, vyzařující se s zpožděním. Tyto přísady jsou často používány ke zlepšení vzhledu barvy tkaniny a papíru, což způsobuje „bělicí“ efekt, materiály pro výrobu mohou vypadat méně žluté zvýšením celkového množství modrého odraženého světla.

SUPER CCD

Technologie Super CCD, která přináší zásadní změny do uspořádání CCD snímače, je patentem společnosti Fuji Photo Film. Tyto snímače používá společnost Fuji ve své nové řadě fotoaparátů FinePix (od roku 1999). Místo obdélníkových nebo čtvercových fotodiod jsou u snímače Super CCD použity prvky oktagonální (osmistěny) uspořádané do struktury včelí plástve. Toto uspořádání bylo zvoleno na základě výzkumů lidského oka a jeho vnímání. Rovněž je tak dosaženo lepšího využití plochy snímače a zmenšen nutný prostor mezi nimi. Dalším technickým vylepšením je použití mikročočky pro každou buňku. Těmito technickými změnami je dosaženo zvýšení citlivosti, širšího dynamického rozsahu, vyššího odstupu „signál/šum“ a kvalitnějšího rozlišení. Výsledný obraz je mnohem čistější a ostřejší.

YOUNG-HELMHOLTZOVA TEORIE

V roce 1852 německý fyziolog Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz připomněl a zpopularizoval polozapomenutou teorii anglického fyzika Thomase Younga (1773-1829). Dále ji rozvedl a propracoval a tato koncepce je dnes nazvána Young-Helmholtzova nebo také trichromatická teorie barevného vidění. Jedná se o model, kde se Thomas Young nespokojil s Newtonovou domněnkou existence velkého množství částic v oku, reagujících na určitou barvu. Předpokládal, že jsou jen tři fotosenzitivní receptory reagující na základní barvy (červená, zelená a modrá), které se potom v oku mísí a vznikají tak různé barevné kombinace („aditivní mísení barev“), při kombinaci všech tří základních barev tak vzniká vjem bílé barvy. Naopak černá barva vznikne absencí podráždění receptorů

Helmholtz se nespokojil se s tím, že by receptory reagovaly jen na jednu barvu, ale že jsou drážděny všemi třemi barvami s různou intenzitou. Smísením těchto tří barev můžeme získat jakýkoliv barevný odstín. Například drážděním čípků střední intenzitou pro červenou a zelenou a slabě pro modrou, vzniká v mozku vjem žluté barvy. Pokud dojde k dráždění všech tří receptorů se stejnou intenzitou (ve stejném poměru) vznikne vjem bílé barvy. Lze také najít dvojici spektrálních barev a jejich smísením získáme zase vjem bílé barvy. Těmto dvojicím říkáme doplňkové, neboli komplementární barvy.