

Správa barev pro inkjet – zavedení nového materiálu do tisku, kalibrace a profilace (I.: teoretická část)

1 Cíl práce

Předmětem práce je optimalizace správy barev pro zavedení nového substrátu do tisku ve školním tiskovém středisku na stroji HP Designjet 5500. Jedná se o šestibarvový UV inkjet s tiskem z role. Za současného stavu jsou použita kalibrační a profilační data, která nejsou plně vyhovující, a na materiál se běžně netiskne. Cílem je optimalizace kalibrace včetně nastavení maximálních součtů tónových hodnot. Dalším požadavkem je vytvoření kalibrace pro ekonomický tisk se snížením spotřeby inkoustu, ale při zachování dobré pohledové kvality. Při dosažení cíle bychom měli být schopni porovnat tiskový výstup s původním a optimalizovaným nastavením.

2 Úvod do problematiky

2.1 Standardizace v ofsetovém a digitálním tisku

Zatímco v ofsetovém tisku existuje poměrně masivní normativní základna, v tisku digitálním tomu tak není. Přitom například podle hodnocení veletrhu Drupa 2012 je digitální tisk rozhodně na vzestupu (například podle serveru euroexpo byl jedním z dominantních témat Drupy vedle automatizace a obalového tisku) a i když úplné nahrazení ofsetu se v blízké budoucnosti nepředpokládá, kvalita i produktivita digitálního tisku se stále zlepšují. Pro maximální možné využití kvalitativních možností tisku je však nutná erudovaná obsluha.

Hlavními pilíři pro standardizaci v ofsetovém tisku jsou ISO 12 647-2, ISO 2846 a charakterizační datové soubory Fogra. Zatímco ISO 2846-1 popisuje barevnost a průhlednost tiskových barev pro čtyřbarvotisk archovým ofsetem a heat-setem, ISO 12 647-2 popisuje cílovou barevnost pro několik standardních typů papírů pro archový ofset a heatset. Dále existují obecné ICC profily pro přípravu barevných dat pro ofset založené na charakterizačních datových souborech Fogra, které poskytuje například European Color Initiative (ECI).

Cílová barevnost primárních procesních barev a sekundárních barev pro typové papíry jsou normovány v ISO 12 647-2, typické křivky nárůstu tónové hodnoty A-F například v příručce MedienStandard Druck 2010 německého svazu tisku bvdm [4]. ICC profily od ECI založené na odpovídajících charakterizačních souborech Fogra jsou vždy spjaty s určitými tiskovými podmínkami, významné jsou typ potiskovaného papíru a s ním související křivky nárůstu tónové hodnoty. Pro tabelované podmínky ofsetového tisku, typové papíry, použití profilů, cílovou barevnosti tisku a normované sady křivek nárůstu tónové hodnoty viz příloha 1.

Zjednodušeně řečeno se dá předpokládat, že při korektní přípravě dat, použití barev odpovídajících ISO 2846-1, stabilizovaném a řízeném procesu na tiskovém stroji včetně dodržení normovaného nánosu filmu barvy, bude mít výstup předpokládanou barevnost.

Naproti tomu v digitálním tisku není možné použití žádných obecných ICC profilů a i profily od dodavatele jsou často problematicky použitelné. To je způsobeno hned několika faktory:

- Technologické a konstrukční rozdíly mezi používanými stroji
- fyzikálně-chemické rozdíly mezi používanými barvami
- rozdílná barevnost použitých barev
- rozdílná interakce barvy a substrátu
- rozdílné vlastnosti potiskovaných substrátů
- vliv optických zjasňovačů

Prvním faktorem jsou technologické odlišnosti v různých variantách digitálního tisku. Například jiné možnosti a zcela odlišnou interakci barvy a substrátu má elektrofotografický tisk (známý jako laserový, [5, s. 265]), inkjet s barvami ředidlovými, vodními nebo inkjet s pevnými barvami ve formě vosku. S tím souvisejícím podstatným faktorem je v inkjetovém tisku složení a mechanismus vytvrzování barvy. Na rozdíl od ofsetu zde není žádný standard předepisující barevnost primárních procesních barev. Další důležitou proměnnou je potiskovaný substrát. Mimo papíru to v digitálním tisku můžou být i například vlnité lepenky a široké spektrum dalších rigidních materiálů na ofsetu nepotisknutelných (PVC desky, Kapa desky atd.), častý je potisk syntetických substrátů. Vzhledem k velmi širokému spektru potiskovaných substrátů není možná všeobecná normativní standardizace přijímatelnosti barvy substrátem a problémy s tím spojené je třeba řešit pro individuální tiskové podmínky samostatně.

Významným faktorem, který spadá hned do první kategorie, kterou jsou technologické rozdílnosti digitálních tiskáren, je vůbec samotná konstrukce a určení tiskárny. Přirozeně nemůžeme očekávat stejnou barevnost od tiskáren specializovaných na tisk fotografií, které používají i 8 a více barev, od produkčních strojů s 4-6 barvami a například od strojů pro VLF tisk (very large format), u kterých se uplatňují zcela specifické podmínky tisku jako velká pohledová vzdálenost a použití obvykle outdoorových často syntetických materiálů. Mimo kvalitu výstupu je značně proměnlivá i rychlost tisku.

Rozsah barevnosti (gamut) je tudíž značně závislý na všech uvedených proměnných a může být menší i větší než v tisku ofsetovém. Ke standardizaci gamutu existují v zásadě dva přístupy. První přístup se snaží o simulaci ofsetového tisku na digitálním zařízení, druhý o maximální možné využití nativního gamutu digitálního tisku. Jelikož je ofsetový archový tisk stále polygrafickou obcí vnímán jako etalon kvality tiskového výstupu, stává se z přiblížení se barevnosti ofsetovému tisku v produkčním digitálním tisku i obchodní záležitost. Simulace ofsetového tisku je možná pouze v tom případě, kdy kombinace stroje, jeho nastavení, barev a substrátu poskytuje dostatečně velký gamut pro tento účel. Typicky se zastánci tohoto postupu snaží tisknout v rozsahu, který je dán podmínkami Fogra39 a odpovídajícím ICC profilem například ISO_coated_v2_ECI (viz příloha 1), což je samozřejmě možné pouze pokud nám to technologické podmínky (stroj, inkoust, substrát) dovolí. Tiskárny, které chtějí mít tento výstup standardizovaný podle norem, si obvykle nechávají vystavit certifikaci na shodu barevnosti s ofsetem podle ISO 12 647-7. Norma ISO 12 647-7 stanoví kvalitativní parametry pro dosažení barevné shody s barevností ofsetu podle ISO 12 647-2 na digitálních tiskárnách, obvykle se používá pro zajištění kvalitního digitálního nátisku ofsetové produkce. Pokud výstup z digitálního stroje splňuje podmínky shody s ISO 12 647-2 uvedené v ISO 12 647-7, jedná se o barevně věrnou simulaci ofsetového tisku.

Například noviny pro grafický průmysl [16] č.12/2012 uvádějí, že společností Grafie CZ bylo k červnu 2012 v ČR ověřeno 18 digitálních provozů na shodu s ISO 12 647-2 podle ISO 12 647-7 a to v cílové barevnosti podle Fogra 39 na substrátu Paper Type = 1, konkrétně se jedná o stroje Konica-Minolta, Canon a Ricoh.

Jak vyplývá ze shora uvedeného, nejčastější volenou referencí z oblasti ofsetového tisku je barevnost podle Fogra39 a pokud nebude uvedeno výslovně jinak, i v této práci pokud bude uváděn ofset jako reference se bude jednat o tisk v cílové barevnosti Fogra39 (iso coated, PT=1).

Jiným postupem je snaha o dosažení stabilního kvalitního tisku při nejlepším dosažitelném gamutu. Podle velikosti dosažitelného gamutu pak buď je nebo není možné na dané kombinaci stroj - barvy - substrát dosáhnout gamutu ofsetu. Pokud to možné je,

můžeme vytvořit set nastavení, který je vhodný pro optimální tisk dat připravených pro ofset. Pokud to možné není, vstupní data budou konvertována do našeho rozsahu.

Mezi stroje, jejichž prioritou je co možná největší gamut, patří některé inkjetové tiskárny Epson Stylus, které bývají často používány právě pro nátisk ofsetového tisku. Další takovou technologií je například platforma sRGB print firmy Konica Minolta založená na stroji Bizhub c65hc, u které poskytovatel deklaruje, že je schopen se s tiskovým výstupem přiblížit na vizuálně srovnatelnou úroveň standardu sRGB (viz např. [16], 10/2009, s. 1). Pouze podotýkám, že se jedná o tonerovou technologii (elektrofotografii).

Krok k produkčnímu tisku v gamutu sRGB lze považovat za pokus o standardizaci na poli digitálního tisku a to proto, že řada digitálních dat pro tisk vzniká právě v tomto standardním prostoru. Příkladem jsou například fotografie z digitálních kompaktních fotoaparátů i DSLR zrcadlovek (pokud nejsou zaznamenány v ještě větším gamutu AdobeRGB). Protože se ale jedná o RGB standard, neposkytuje nám důležité reference pro tisk a to předpis barevnosti primárních CMYK barev pro různé typy substrátu.

2.2 *Názvosloví, obsah kalibračního setu v RIPu*

2.2.1 *Názvosloví podle aktuální verze ISO 12 647-1:2008 [8]*

!!

2.2.2 *Co obsahuje set v RIPu*

Pro každou kombinaci tiskového stroje, tiskových barev a potiskovaného média je potřeba zavést určitá nastavení v rastrovacím procesoru (RIP, raster image processor), z kterého je tiskárna obsluhována a který pro stroj připravuje rastrová tisková data.

Soubor všech nastavení v RIPu pro jeden tiskový mód na dané tiskárně na jednom médiu za použití daných barev, tzn. nastavení podmínek tisku, omezení nánosu primárních barev, linearizace, omezení nánosu v soutiskových barvách a profilace pro potřeby této práce označuji pro stručnost jako »set«.

V našem případě je tiskárna HP DJ 5500 řízena RIPem Onyx Production House X10 a proto další popis zavádění nastavení bude přednostně pro tento RIP. V RIPu Onyx se nastavení potřebná pro každý materiál a tiskové podmínky zavádějí v modulu Media Manager, který poskytuje přehled všech již zavedených setů, umožňuje jejich modifikaci a zavádění setů nových.

Průběh zavedení nového setu je v materiálech firmy Onyx Graphics [1, 2] často naznačován graficky pyramidou, kde základ tvoří zavedení nového materiálu, a přes postupné kroky se dostáváme k vrchu, kterým je ICC profil zařízení pro dané tiskové podmínky. Všechna nastavení, která se dějí během postupných kroků, jsou zahrnuta v kalibračním setu.

obr.: 01_pyramida_onyx_profilace

V původní anglické verzi manuálů se jednotlivé kroky jmenují (řazeno vzestupně od základu po konec procesu):

- Create a New Media
- Create a New Mode
- Ink Restrictions
- Linearization
- Ink Limit
- ICC

Pro účely této práce se pokusím stanovit použitelné české ekvivalenty, přičemž aktuálně normovaná terminologie je ověřována v českém vydání ISO 12 647-1:2008 [8],

pokud je tam zavedena. K dispozici máme český překlad prostředí RIPu Onyx X10, ten je ale bohužel místy nekonzistentní a označuje tutéž funkci různými výrazy, proto jej nelze brát jako plně věrohodnou referenci.

obr.: 02_menu_onyx

2.2.3 Nové médium

Prvním krokem je založení nového potiskovaného substrátu, kratší výraz Nové médium je plně vyhovující. Krok obsahuje základní nastavení setu jako typ inkoustů, počet barev (např. CMYK + lc, lm), dostupné povolené šíře role a zařazení materiálu do katalogu. **!!doplnit podle onyxu, udělat printscreen**

2.2.4 Tiskový mód

Dalším krokem je vytvoření tiskového módu. Nastavení v tiskovém módu umožňují základní volby podle účelu tisku: v tomto kroku volíme, zdali bude mód poskytovat maximální kvalitu výstupu za cenu nižší rychlosti, vysokou produkční rychlost za cenu zhoršené kvality výstupu nebo střední cestu. Podrobná nastavení se liší podle typu tiskárny, pro kterou se set zavádí. Volí se rozlišení a typ generování rastru.

Pro tiskárny HP je zde dostupná možnost tiskového módu varware. Varware [19] je jazyk vyvinutý firmou HP pro komunikaci mezi softwarovým RIPem a tiskárnou. Tiskové módy, které jsou v Onyxu pro tuto tiskárnu předdefinované jsou také založeny na tomto popisovacím jazyku, ale v módu Varware má obsluha přímo možnost ručně ovlivnit proměnné, které Varware umožňuje nastavovat. Těmi jsou rychlost pohybu tiskové hlavy, počet průchodů hlavy nad jedním potiskovaným místem (typicky se tiskne na 4-6 průchodů), šířka pásu tisku, který hlava tiskne při jednom průchodu, tiskové rozlišení.

!! ověřit možnosti v onyxu

Přímým ovládáním těchto proměnných je možné zvýšit rychlost tisku a odladovat výkonnost nebo výskyt chyb, ale při nevodné kombinaci parametrů se dají chyby jako je proužkování vlivem vynechávající trysky také zapříčinit. Je tedy lepší, pokud je to možné, použít některý z módů předdefinovaných v Onyxu, a přímé ovládání parametrů ve Varware módu si ponechat spíše pro případné odladování.

Podle pramenu [19, s. 3] HP deklaruje, že při použití komunikace s tiskárnou založené na Varware jazyku je možno docílit nárůstu tiskové rychlosti až o 68 % (měřeno v potištěné ploše za časovou jednotku) oproti tisku za použití pouhého systémového ovladače tiskárny a interního RIPu tiskárny. Dostupné tiskové módy předdefinované v Onyxu jsou založené také na jazyku Varware, to znamená, že jejich použitím (namísto použití Varware módu s přímým ovládáním parametrů) tuto výhodu neztrácíme, jen se vyhýbáme riziku kolizního nastavení zadávaných parametrů.

!!varware ještě ověřit u Vítka - jaké jsou zkušenosti s tiskem ve Varware módu.

2.2.5 »Ink restrictions«

Jednoduchý krátký výstižný český překlad nemáme (ani podle polygrafického slovníku [11] nebo ISO 12 647-1), v Onyxu X10 je označeno jako omezení množství inkoustu. Jedná se o nastavení maximální využitelné tónové hodnoty *jednotlivých procesních barev*, kterou je možno na médium nanést bez defektů. Zjednodušeně to je maximální nános barvy, které je médium schopné pojmout. Nativní 100% pokrytí, které je tiskárna schopná nadávkovat na potiskovaný substrát je pevně dané, ale maximální užitečné pokrytí se liší pro každou kombinaci materiálu, barev a tiskového rastru. Pokud je překročena únosná mez pokrytí, hrozí problematický tisk a proto se pro každý set

stanovuje maximální tónová hodnota, která je dále uvažována jako 100% rastrové pole a její skutečná tónová hodnota není při tisku překračována.

Od této tónové hodnoty výš už se tisk jeví jako zalitý, přírůstky tónové hodnoty nejsou viditelné jako rozdíl. Dále se při tisku tónových hodnot přesahujících tuto mez můžou projevat potíže jako rozpíjení, pouštění barvy, obtahování (pokud se stohují potištěné archy nebo se navíjí na roli), rozmazání/špinění tisku, nedostatečné vytvrzení UV barev projevující se následně malou oděruvzdorností, neklidný tisk způsobený nerovnoměrným probarvením. Možným problémem je i nadměrné špinění vykládacího prostoru tiskárny (závisí na konstrukci stroje).

obr.: 03_inkrestrictions_onyx_1

Dále se v tomto kroku dá zohlednit, zdali je připravován set pro optimální tisk dat připravovaných pro ofset, nebo zdali se zavádí set pro maximální možné využití gamutu (optimální pro tisk dat připravených v některém větším gamutu RGB - sRGB, AdobeRGB).

A. Set pro tisk dat pro ofset

Při přípravě setu pro tisk dat pro ofset se volí maximální meze pokrytí inkoustem podle ofsetové reference a to podle vybarvení 100% polí CMYK (viz příloha 1, obvykle podle Fogra39, PT=1). To může probíhat buď na základě měření denzit nebo koordinát $L^*a^*b^*$. Pokud určujeme tónovou hodnotu mezního pole z jeho $L^*a^*b^*$ koordinát, obvykle se bere v úvahu hodnota L^* a jako mezní políčko se stanovuje to, které vykazuje hodnotu L^* nepatrně nižší, než je referenční hodnota. Při měření denzitometrem se bere v potaz pole, které vykazuje denzitu jako 100% pole ofsetové reference nebo o něco málo vyšší.

!!doplnit podle onyxu, zdali umožňuje načíst swatch ivanem a zobrazit D/Lab hodnoty, dál jestli X10 má nějakou automatizaci vyhodnocení/jakou.

obr.: 05_inkrestrictions_onyx_2

Jako krajní možnost se jeví i optické srovnání. To je ale nepřesné, navíc je k tomu třeba referenční arch z ofsetového tisku (případně nátisk) který nám poskytne políčka pro cílovou barevnost. Dále je vhodné optické srovnání provádět pod normovaným osvětlením, nejlépe v lightboxu pod světlem s teplotou chromaticity 5000 K (to je normovaná hodnota podle ISO norem), pokud není stanoveno jinak (např. 6500 K - obvyklá hodnota pro americký trh). Pro optické porovnávání barevnosti dvou polí je vhodné mít pomůcku v podobě kousku černého kartonu se dvěma dírami, který nám umožní vidět porovnávané barvy na stejném neutrálním pozadí. (Jak známo optické hodnocení barevnosti je ovlivněno barevností okolí hodnoceného vzorku.) Na rozdíl od exaktních měřicích metod je to ale metoda velmi rychlá. **!!doplnit metodu optického porovnání v Onyxu podle zvláštního targetu pro srovnání s nátiskem**

obr.: 04_souhledová pomůckazhotovit!!

Je třeba mít na paměti, že pole se zvolenou maximální využitelnou tónovou hodnotou nesmí vykazovat žádné chyby tisku, způsobené nadměrným nánosem barvy (jako výše uvedené). Pokud není možné se dostat na referenci číselně odpovídající hodnoty (L^* nebo D) aniž by se jednalo o pole vykazující tyto chyby, je gamut pro tento set menší než gamut ofsetového tisku a příprava zvláštního setu pro tisk ofsetových dat nemá význam. U některých médií to může být jejich přirozená vlastnost, pokud to ale nepředpokládáme a číselné hodnoty D nebo L^* pro maximální využitelnou tónovou hodnotu jsou podstatně nižší než ofsetová reference, může se jednat o chybu v nastavení (např. v tiskovém módu) nebo o potřebu údržby / servisního zásahu.

Jako demonstrační příklad pro zdůvodnění zavedení zvláštního setu pro tisk dat připravovaných pro ofset nám poslouží měření $L^*a^*b^*$ hodnot rastrových CMYK polí digitálního tisku z laboratorních cvičení. Pro danou kombinaci stroje, substrátu, barev a

tiskového módu byly naměřeny $L^*a^*b^*$ hodnoty polí od 40% do 100% tónové hodnoty a hodnoty L^* byly srovnány s referencí Fogra 39 podle [4, s. 11], viz příloha 1, tab 1.3. Naměřené a referenční hodnoty jsou vyneseny v následujícím grafu.

obr.: graf_1_2

Například pro azurovou barvu je ve Fogra 39 pro plné pole $L^*=54$, tato hodnota je na měřeném výtisku dosažena už v tónové hodnotě 45 %. To znamená, že při tisku z dat připravených podle ofsetového standardu již vyšší nadávkování barvy nevyužijeme, protože v datech takové barvy nejsou obsaženy. Naproti tomu hodnota L^* pro černáou procesní barvu digitálního tisku ani ve 100% poli neklesla k požadované referenční hodnotě, to ale ve skutečnosti nemusí představovat žádný problém, protože skutečná černá se pravděpodobně bude soutiskovat.

B. Set pro využití maximálního gamutu

!!Max. využití gamutu pro RGB data

Další možností je vytvoření setu pro využití maximálního dostupného gamutu. Pokud máme k dispozici substrát a barvy, které na daném stroji umožňují překonat gamut ofsetového tisku, je pro reprodukci dat dodaných k tisku v některém z RGB profilů s větším gamutem žádoucí vytvořit set pro využití co největšího možného gamutu tisku.

!!

Závěrem shrnuto: krok stanovení maximální využitelné tónové hodnoty jednotlivých procesních barev spočívá v nalezení maximální možné nativní tónové hodnoty stroje podle jednoho ze dvou shora uvedených postupů a prohlášení této hodnoty pro daný set za 100% tónovou hodnotu dané procesní barvy - vyšší tónovou hodnotu po stanovení »Ink Restrictions« již není možné v tomto setu nastavení tisknout.

S nastavením »Ink Restrictions« souvisí následující jev.

Pohybující se koordináty a^*b^* v digi při různém nastavení ink restrictions (graf 1: a^*b^* digitálu z měření na laborkách)

!!Příklad z měření laborek

obr.: graf_1_1

Pohybující se koordináty a^* a b^* pro různé tónové hodnoty při nastavení Ink restrictions na různou hodnotu podmiňují zhotovení ICC profilu pro takto nastavený set, protože s konkrétním nastavením maximální využitelné tónové hodnoty (ink restriction) se mění a^* a b^* souřadnice primárních procesních barev (resp. podle nastavení se mění souřadnice tónové hodnoty, která po nastavení ink restrictions bude brána jako primární procesní barva pro zhotovovaný set).

Tento problém se projevuje především u pestrých procesních barev, černá barva mění a^* , b^* souřadnice v porovnání s pestrými barvami minimálně, viz graf 1.1.

2.2.6 Vytváření vlastních kalibračních setů

Individuální tiskové podmínky

Do bodu proč nemusí vyhovovat defaultní profil materiálu od dodavatele a proč dělat vlastní zahrnout tiskové podm. stroj - inkoust - papír (z nich je u dodavatele materiálu dodržena pouze 3.)

Neorig. Materiály

Podmínky reprodukce

2.3 *Počáteční hypotézy*

2.3.1 *Vytváření rozdílných setů pro různá vstupní data*

Degradace dat

Metodika stanovení TAC..

3 Plán práce

3.1 *Metoda PDCA*

[9; 17, s. 8]