

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta chemicko-technologická**

**Simulácia produkčnej ofsetovej tlače na tlačiarni**  
**Epson Stylus Pro 4880**

**Bc. Jana Durcová**

**Diplomová práca**  
**2010**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana DURCOVÁ**  
Studijní program: **N3441 Polygrafie**  
Studijní obor: **Polygrafie**  
Název tématu: **Simulace produkčního ofsetového tisku na tiskárně Epson Stylus Pro 4880**  
Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Osvojte si problematiku certifikovaného nátisku a náhledu.
2. V odborné literatuře nastudujte problematiku správy barev a osvojte si postupy, jimiž se provádí kalibrace, linearizace a charakterizace nátiskového zařízení.
3. Aplikujte správu barev na inkjetovou tiskárnu Epson Stylus Pro 4880 a pokuste se na jejím základě simulovat barevné podání produkčního ofsetového tisku, u kterého je rovněž použita správa barev.
4. Pokuste se na nátiskové tiskárně vytvořit simulaci amplitudově modulované sítě tiskových bodů pro vámi zvolená tisková data, případně se pokuste simulovat vzhled tisku na substrátu s výraznou texturou.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

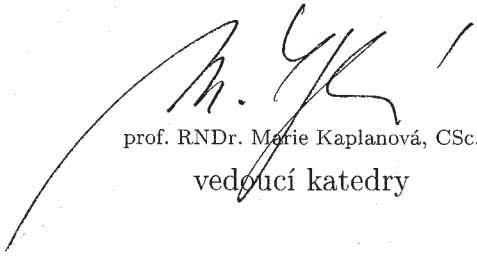
**Ing. Tomáš Syrový, Ph.D.**  
Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání diplomové práce: **11. ledna 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2010**

  
prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.  
děkan

L.S.

  
prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.  
vedoucí katedry

Prehlasujem:

Túto prácu som vypracovala samostatne. Všetky literárne pramene a informácie, ktoré som v práci využila, sú uvedené v zozname použitej literatúry.

Bola som oboznámená s tým, že sa na moju prácu vzťahujú práva a povinnosti vyplývajúce zo zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, hlavne so skutočnosťou, že Univerzita Pardubice má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy o použití tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tým, že pokiaľ dôjde k použitiu tejto práce mojou osobou alebo bude poskytnutá licencia o použití inému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávnená odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré na vytvorenie diela vynaložila, a to podľa okolností až do ich skutočnej výšky.

Súhlasím s prezenčným sprístupnením mojej práce v Univerzitnej knižnici.

V Pardubiciach dňa 3. 5. 2010

Bc. Jana Durcová

Rada by som poďakovala vedúcemu mojej diplomovej práce, Ing. Tomášovi Syrovému, Ph.D., za odborné vedenie a rady, ktoré mi po celú dobu poskytoval.

## Súhrn

V teoretickej časti práce je uvedený prehľad nátláčkových systémov, ich využitie v rôznych etapách polygrafického výrobného reťazca a priblíženie kalibrácie, charakterizácie a certifikácie nátláčkového systému. Cieľom experimentálnej časti bola simulácia produkčnej ofsetovej tlače, charakterizovanej dátovou sadou FOGRA39L a splnenie podmienok pre certifikáciu nátláčku, ktoré špecifikuje norma ISO 12647-7. Samotnému nátláčku predchádzala kalibrácia a charakterizácia nátláčkového zariadenia. Práca porovnáva niekoľko metód na základe vytlačenia Ugra/Fogra CMYK Media Wedge s použitím vstupného profilu ISOcoated\_v2\_eci.icc. Špeciálna časť je venovaná simulácii amplitudovo modulovanej tlačovej siete a simulácii vzhľadu tlače na substráte s výraznou štruktúrou. Hlavný problém v simulácii tlačovej siete spočíval vo veľkom náraste tónovej hodnoty a vzniknutom moaré.

**Kľúčové slová:** certifikovaný nátláčok, charakterizácia, kalibrácia

## Summary

The theoretical part is focuses on an overview of proofing systems, their use in various stages of graphic arts production and approaching of calibration, characterization and certification of proofing system. The aim of experimental part was simulation of the offset printing, characterized by a set of data FOGRA39L and qualifies for contract proofing which specifies by standard ISO 12647-7. Contract proofing itself was preceded by calibration and characterization of proofing device. This work compares several methods of calibration and characterization on the basis of printed Ugra/Fogra CMYK Media Wedge by using of ISOcoated\_v2\_eci.icc. The special part is devoted to simulation of amplitude modulation screen and simulation of appearance of printing on the texture substrate. The main problem in the simulation of amplitude modulation screen is high increase of tonal value and moiré pattern.

**Key words:** contract proofing, characterization, calibration

## Obsah

1	ÚVOD.....	7
2	TEORETICKÁ ČASŤ .....	8
2.1	Charakteristika a možnosti nátlaku.....	8
2.1.1	Nátlačok (Hard Proofing) .....	8
2.1.2	Soft Proofing.....	11
2.1.3	Remote nátlačok .....	14
2.2	Digitálne atramentové nátlakové systémy .....	15
2.2.1	Stabilizácia a kalibrácia nátlakového systému.....	15
2.2.2	Charakterizácia nátlakového zariadenia .....	17
2.3	ICC profil tlačiarne .....	19
2.3.1	Prístrojovo závislé a nezávislé priestory.....	19
2.3.2	Farebná odchýlka.....	19
2.3.3	ICC profil a spôsob vykreslenia.....	20
2.3.4	Parametre ICC profilu.....	21
2.4	Simulačný profil.....	23
2.4.1	DeviceLink .....	25
2.5	Certifikovaný nátlačok podľa normy ISO 12647-7 .....	26
2.5.1	Nátlačkový papier.....	26
2.5.2	Ugra/Fogra CMYK Media Wedge.....	27
2.5.3	Dôležité parametre pre certifikáciu nátlaku .....	28
2.6	Nátlačok so simuláciou tlačovej siete.....	30
2.6.1	Vlastnosti presného nátlaku so simuláciou tlačovej siete .....	30
2.6.2	Workflow nátlaku so simuláciou tlačovej siete.....	31
2.7	Simulácia priamych farieb.....	33
3	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ .....	34
3.1	Experimentálny materiál.....	34
3.1.1	Tlačový papier .....	34
3.2	Experimentálne prístroje.....	35
3.3	Experimentálny software .....	36
3.4	Experimentálne metódy, výsledky a diskusia .....	36
3.4.1	Kalibrácia.....	37
3.4.2	Tvorba profilu .....	42
3.4.3	Hodnotenie kalibrácie a ICC profilu.....	44
3.4.4	Certifikovaný nátlačok.....	52
3.4.5	Simulácia tlačovej siete .....	58
3.4.6	Simulácia tlače na substráte s výraznou štruktúrou .....	64
4	ZÁVER.....	66
	Zoznam použitej literatúry.....	68
	Zoznam použitých skratiek.....	70
	Príloha	

# 1 ÚVOD

Hlavnou úlohou digitálneho nátlaku je presná reprezentácia finálnej produkčnej tlače po obsahovej a farebnej stránke. Nátlak slúži ku kontrole chýb, ktoré sa môžu objaviť v texte, v návrhu stránky a predovšetkým predpovedá farebnú kvalitu produkčnej tlače, ktorá je simulovaná. Presný certifikovaný nátlak podľa normy ISO 12647-7, ktorého farebné odchýlky od simulovanej tlače sú v rámci tolerancií, poskytuje výhody pre zákazníka i pre polygrafický podnik. Odsúhlasený nátlak nastaví očakávania zákazníka a preto je dôležité zvládať premenlivosť produkčnej tlače. V súčasnom automatizovanom pracovnom toku je nastavenie tlačového stroja väčšinou zahrnuté v špecifickom súbore (JDF). Automatizácia usmerní výrobný proces, ale neberie do úvahy variabilitu procesu a preto je požadovaný i zásah kvalifikovanej obsluhy.

Konvenčné nátlakové systémy sú stále viac nahradzované systémami založenými na atramentovej tlači, vďaka jej vysokej kvalite a cenovej dostupnosti. V prípade simulácie ofsetovej tlače zanikli konvenčné nátlakové systémy s príchodom computer to plate technológií. Tieto systémy používali rovnaké filmy pre osvit tlačových platní i pre samotný nátlak, čo zaistilo predovšetkým dokonalú simuláciu siete a použitím štandardných farieb i presnú farebnú reprodukciu. Digitálny nátlak sa na začiatku potýkal s niekoľkými zápormi ako nízke rozlíšenie a nestabilita reprodukcie v čase. V dnešnej dobe sa do popredia dostávajú výhody ako jeho cena a flexibilita v použití nátlakového papiera a atramentu [1].

## 2 TEORETICKÁ ČASŤ

### 2.1 Charakteristika a možnosti nátlaku

Nátlačky sú vytvárané v rôznych etapách polygrafického výrobného reťazca. Prostredníctvom nátlaku sa kontroluje výrobný reťazec v jednotlivých fázach, aby sa zabránilo prípadným materiálovým, časovým stratám a výroba prebiehala kvalitne a ekonomicky efektívne. Vo väčšine prípadov ovplyvňuje zvolené nátláčkové kroky typ zákazky, cena, časové požiadavky a samozrejme dostupné vybavenie. Jednotlivé úrovne nátlaku:

- „Design/Layout“ nátláčok: nátláčok grafického návrhu. Typicky výstup zo sadzbového programu na stolných atramentových, laserových tlačiarňach, alebo do prevažne používaného PDF súboru.
- „Imposition“ nátláčok: nátláčok hárkovej montáže.
- „Colour layout“ nátláčok: naproti „layout“ nátlaku je dosiahnuté vyššej farebnej úrovne použitím tlačiarnie s určitou úrovňou kalibrácie a správy farieb.
- Kontrakčný nátláčok: rozdiel medzi kontrakčným nátlakom a „colour layout“ nátlakom je cieľ, ktorého sa snažia dosiahnuť. V predchádzajúcom prípade je výstup zhodný po farebnej stránke s grafickým návrhom, zatiaľ čo kontrakčný nátláčok musí presne simulovať charakteristiku produkčnej tlače a slúžiť ako dokumentácia súhlasu zákazníka s výsledkom tlače [2].

Všetky úrovne nátlaku (hard proofing) môžu byť zastúpené náhľadom na kalibrovanom monitore (soft proofing).

#### 2.1.1 Nátláčok (Hard Proofing)

Nátlačkové techniky môžeme rozdeliť do niekoľkých skupín:

- fotochemický (analógový) nátláčok,
- nátláčok na nátláčkovacom stroji,
- nátláčok na produkčnom stroji a
- digitálny nátláčok [3].

##### Fotochemický (analógový nátláčok)

Fotochemický nátláčok vyžaduje použitie filmových kopírovacích podkladov, ktoré sú následne použité pre tvorbu tlačovej formy. Hlavné typy analógových nátláčkov:

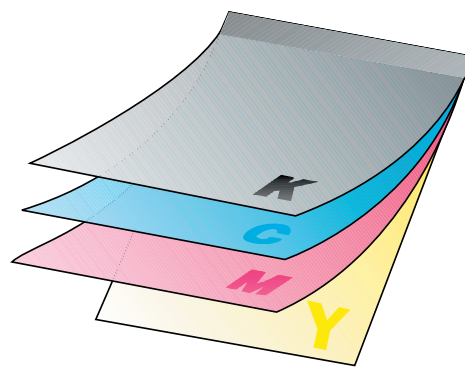
- **Blue line**: jednofarebný nátláčok známy i pod názvom Dylux. Väčšina systémov používa UV osvit papiera so svet-



Obr. 2.1: Blue line

locitlivou vrstvou. Na jeden svetlocitlivý papier sú postupne osvietené všetky separácie. Vytvorený obraz je modrý (obr. 2.1). Nátlačok sa používa na kontrolu hárkovej montáže, textu a návrhu stránky.

- **Color Keys (f. 3M):** jednotlivé svetlocitlivé farebné filmy pre C, M, Y, K separácie sú osvietené cez filmový kopírovací podklad a poskladané na základ (tlačový hárok) v poradí tlače daných separácií (obr. 2.2).
- **Match Print (f. 3M):** film ovrstvený farebnou svetlocitlivou vrstvou je osvietený cez negatív, vyvolaný a ovrstvený svetlocitlivou vrstvou vo farbe nasledujúcej separácie.
- **Cromalin (f. DuPont):** základom je špeciálna podložka, ktorá sa laminuje svetlocitlivou lepiou fóliou. Na fóliu je prenesený obraz filmového kopírovacieho podkladu, pričom osvetlené miesta fólie lepiivosť strácajú. Na lepiú vrstvu je nanosený práškový toner. Celý proces laminácie, kopírovania a zafarbovania sa musí štyrikrát opakovať pre každú farbu. Práškové tonery sú dostupné v rôznych variantoch a ich miešaním môžu byť vytvorené i Pantone farby. Dostupné sú tiež metalické i fluorescenčné tonery [2, 4].



Obr. 2.2: Color keys

### Nátlačok na nátláčkovom stroji

Nátlačok na nátláčkovom stroji je dnes bežný už iba v hĺbkotlači a flexotlači. Nátlačkový stroj je zjednodušená tlačová jednotka. Použitie produkčnej tlačovej formy, farieb a papiera nezaručuje zhodný vizuálny vnem s finálnou tlačou. Farebná odchýlka je spôsobená ďalšími parametrami ako rýchlosť tlače, spôsob zasychania farby... [3].

### Nátlačok na produkčnom stroji

Jedná sa o schválenie tlačového výstupu v záverečnej fáze prípravy stroja pre tlač. Je to najdrahší variant a vo väčšine prípadov mu predchádzajú nátlačky zhotovené v predchádzajúcich fázach tlačového procesu [3].

### Digitálny nátlačok

Najväčší prínos digitálneho nátlačku vychádza z trendu k CTP riešeniu, ktoré nevyžaduje filmové kopírovacie podklady. Najväčšia výhoda digitálnych nátlačkov oproti analógovým sú rýchlosť produkcie, menšia potreba kvalifikovaného zásahu obsluhy a cenová prístupnosť. Na trhu sú dostupné štyri digitálne technológie pre „high quality“ nátlačok:

- sublimačné tlačiarne,
- voskové termotransferové tlačiarne,
- laserové termotransferové tlačiarne,
- atramentové tlačiarne.

V oblasti sublimačného nátlaku majú vedúce postavenie na trhu:

- 4Cast (f. DuPont),
- Agfa DuoProof (f. Agfa),
- Iris iPROOF (f. Iris Graphics),
- Rainbow (f. 3M).

Sublimačné tlačiarne tvoria obraz pomocou prenosu farbiva z nosiča, ktorý je zahrievaný sériou kovových ihiel. Proces zahŕňa prevádzanie farbiva do plynného stavu a jeho difúziu na potlačovaný materiál. Optická hustota tlačového bodu je ovplyvnená dodaným teplom. Výsledkom sú spojité tónové prechody bez potreby rozkladať obraz do siete autotypických bodov. Hlavnou nevýhodou sú nízke rozlíšenie a materiálové náklady [5, 6].

Hlavným predstaviteľom v oblasti voskovej termotransferovej tlače je značka Tektronix. Obraz sa podobne ako u sublimačných tlačiarní prenáša zahriatím nosiča. Na nosiči je nanosená vrstva vosku a jeho zahriatím dochádza k odtaveniu vrstvy vosku na potlačovaný materiál, ktorý je s nosičom v priamom kontakte. Voskové termotransferové tlačiarne sú omnoho rýchlejšie ako atramentové, avšak drahšie [5, 6].

Laserové termotransferové tlačiarne využívajú laserové IČ žiarenie k prenosu pigmentovej vrstvy z donorovej fólie. Ich hlavnou výhodou je použitie rovnakého lasera a RIPu ako v prípade osvitovej jednotky, čo umožní dokonalú simuláciu tlačovej siete [6].

Presnosť digitálneho nátlaku závisí na súhre nátlakovej tlačiarne a nátlakového softwaru. Sofistikované nátlakové softwary ponúkajú užívateľovi možnosť kalibrácie, charakterizácie zariadenia, riadenie správy farieb a dokonca ponúkajú simuláciu priamych farieb a možnosť spracovania 1-bitových TIF súborov vychádzajúcich z RIPu osvitovej jednotky pre dokonalú simuláciu tlačovej siete. Najznámejšie páry nátlakového softwaru a hardwaru v oblasti ink-jetovej technológie uvádza tab. 2.1.

Tab. 2.1: Najznámejší predstavitelia softwaru a hardwaru v oblasti ink-jetovej technológie [7]

Značka	Software	Hardware
Agfa	ApogeeX	SherpaDot 17
Agfa	ApogeeX	SherpaProof 17
CGS	ORIS Color Tuner Pro	Epson 4800
ColorBurst	Epson Professional Edition	Epson Stylus Pro 4800
ColorBurst	X-Proof	Epson Stylus Pro 4800
DuPont	Cromanet	Cromalin Blue
DuPont	Cromanet	Cromalin Largo 2406
EFI	Colorproof XF	Canon iPF5000
EFI	Colorproof XF	Epson 4800
EFI	Colorproof XF	HP Designjet 130
GMG	GMG ColorProof	Epson 4800
GMG	GMG ColorProof	HP DesignJet 130
Heidelberg	MetaDimension Proofstation	HP Designjet 130
Kodak	Kodak Prinergy	Kodak Approval XP4
Kodak	Kodak Prinergy	Kodak Matchprint Digital Halftone
SAi	Cyclone Digital Proofer VP	Epson 7800

### 2.1.2 Soft Proofing (kontrolný náhľad na monitore)

Soft proofing používa ako výstupné zariadenie väčšinou kalibrovaný LCD monitor. To umožňuje presun k plne digitálnemu workflow, čo znamená úsporu výrobných zdrojov. Soft proofing prekonáva hard proofing v niekoľkých oblastiach:

- efektívnosť,
- spoľahlivosť,
- ekonomická stránka,
- rýchlosť.

Hlavnými premennými soft proofingu sú monitor, ICC profil monitoru, ICC profil tlačových podmienok, ktoré majú byť simulované. Nastavenie soft proofing workflow pozostáva z niekoľkých krokov:

- kalibrácia,
- charakterizácia,
- tvorba profilu [8].

## Kalibrácia

Zaistí rovnaký vizuálny vnem u viacerých užívateľov a jej účelom je priviesť zariadenie (monitor) do štandardného stavu. Kalibrácia monitoru pozostáva z nastavenia farby bieleho bodu, hodnoty gama, hodnôt jasu a kontrastu [8].

- „**Farba bieleho bodu:** je daná teplotou chromatičnosti a charakterizuje reprodukciu bielej svetelného zdroju. Vyššie hodnoty odpovedajú chladnejším modrým odtieňom, nižšie naopak teplejším žltým odtieňom. V praxi sa najčastejšie používa nastavenie 6500 K alebo 5000 K. Teplota chromatičnosti 5000 K odpovedá štandardným podmienkam, za ktorých je posudzovaná tlač (podľa normy ISO 13655), a preto je táto hodnota uprednostňovaná pri vzájomnom porovnávaní náhľadu s tlačovým výstupom. U monitorov založených na LCD technológii je však možné dosiahnuť tejto hodnoty iba s určitým obmedzením, a preto je vhodnejšie použiť nastavenie 6500 K, ktoré približne odpovedá ich vlastnej teplote chromatičnosti.“ [5]
- **Hodnota gama:** charakterizuje mieru nelinearity krivky reprodukcie tónov červeného, zeleného a modrého kanálu, ktorá reprezentuje vzťah medzi vstupnými a výstupnými hodnotami. V praxi sa obvykle používa hodnota 2,2 [5].
- „**Hodnoty jasu a kontrastu:** rozdiel jasu bieleho a čierneho bodu definuje rozsah zobraziteľných tónov (dynamický rozsah). Jeho nastavenie sa prevádza zmenou nastavenia jasu a kontrastu. Väčšina LCD monitorov však neumožňuje nastaviť jas bieleho bodu nezávisle na jase čierneho bodu. Jas bieleho bodu sa vyjadruje v  $\text{cd m}^{-2}$  a udáva ako intenzívne bude obrazovka monitoru svietiť.“ [5] V prípade monitorov pre softproofing, by mal byť jas bieleho bodu 150–200  $\text{cd m}^{-2}$  [8]. „Jas čierneho bodu určuje podanie tmavých odtieňov a upravuje sa na základe merania polí achromatických farieb. Cieľom je nastaviť najnižšiu hodnotu jasu, ktorú je schopný monitor zobrazit.“ [5]

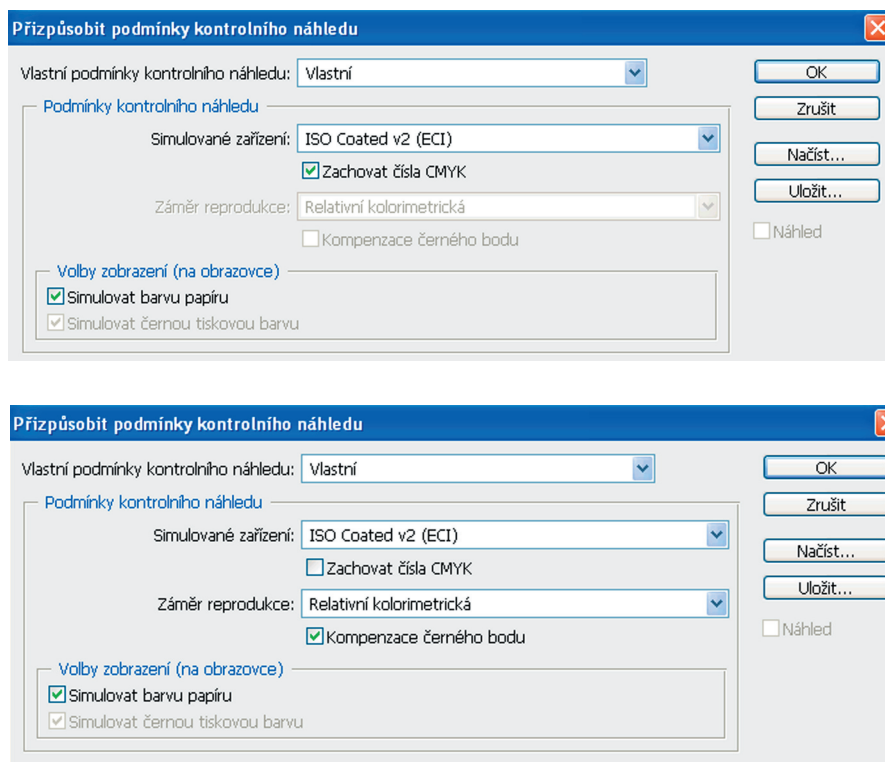
## Charakterizácia

Zmeraním kombinácií RGB kanálov spektrofotometrom sa získa charakterizačná tabuľka popisujúca farebný rozsah (gamut) daného monitoru. Tento farebný rozsah musí byť schopný zahrnúť všetky farby, ktoré majú byť simulované. Kritické sú vysoko saturované žlté a cyan oblasti. Preto je potrebné použitie „wide gamut“ monitorov, ktoré poskytujú dokonca väčší gamut ako sRGB a sú schopné zobrazit všetky farby štandardizovanej ofsetovej tlače (f. EIZO, NEC, QUATO).

## Soft proofing systém

Medzi najznámejšie soft proofing systémy patria ICS Remote Director, Kodak Matchprint Virtual, Adobe Photoshop Soft Proof Setup. Soft proofing systém využíva ako vstupný profil simulač-

ný profil daných tlačových podmienok a výstupný profil monitoru. Soft proofing môžeme rozdeliť na náhľad RGB alebo CMYK separácií vo výstupnom profile simulovanej tlače. V prípade RGB je potreba konverzie z RGB do CMYK výstupného simulačného profilu, kde je najlepšia voľba použitie perceptuálneho alebo relatívne kolorimetrického vykreslenia s kompenzáciou čierneho bodu. V prípade CMYK separácií je zaškrtnutá voľba „Zachovať čísla CMYK“ (obr. 2.3), ktorá zachová vstupné CMYK hodnoty. V ponuke „voľba zobrazenia“ volíme spôsob vykreslenia pri prevode do výstupného profilu monitoru. Na výber sú dve možnosti: absolútny (simulovať farbu papiera) a relatívny kolorimetrický spôsob vykreslenia [8].



Obr. 2.3: Ukážka možností kontrolného náhľadu v Adobe Photoshope

### 2.1.3 Remote nátláčok

Remote nátláčok znamená certifikovaný nátláčok na dvoch vzdialených miestach s minimálnymi rozdielmi. Obr. 2.4 ilustruje jeden z možných workflow. Zatiaľ čo nátláčok vytvorený na stanici B (prijímač) je zaslaný s dátami do tlačiarne a použitý ako predloha pre produkčnú tlač, nátláčok v stanici A (odosielateľ) zostáva s klientom a je použitý na porovnanie s dodanou tlačou.



Obr. 2.4: Remote nátláčok

Stanica A musí na stanicu B poslať obrazové dáta. Vhodný je PDF formát, ktorého najlepšia verzia PDF/X-3 bola vyvinutá pre polygrafický priemysel. Vráťane obrazových dát musia byť odoslané „job“ informácie. „Job“ informácie môžu byť zaslané pomocou JDF formátu (job definition formát). Tento XML základný formát umožní doručiť všetky „job“ potrebné dáta ako referenčný profil, namerané hodnoty na stanici A, informácie o substráte. Obrazové a „job“ dáta na prenos (JDF + PDF) sú skomprimované a zabalené do tzv. „data container“. V stanici B sú následne dekomprimované a nátláčované v súlade s „job“ informáciami. Na kontrolu farebnej reprodukcie na strane prijímača a odosielateľa sa používa kontrolný prúžok. Namerané hodnoty na oboch stanicách sú zrovnávané s referenčnými dátami a medzi sebou navzájom. Hodnoty získané príjemcom dovoľia posúdiť odosielateľovi či bol nátláčok produkovaný správne. V závislosti na okolnostiach môže byť príjemca požiadaný o prevedenie novej kalibrácie i charakterizácie nátláčkového zariadenia. Na základe porovnania hodnôt s referenčnými dátami sa vytlačí protokol, ktorý poskytuje dôkaz, že nátláčok bol produkovaný v rámci požadovaných tolerancií [9].

#### Požiadavky pre presný remote nátláčok:

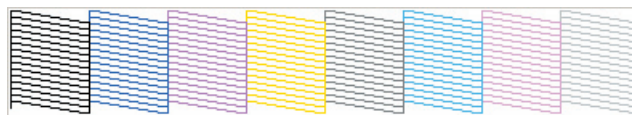
- rozlíšenie nátláčkovej tlačiarne musí byť vyššie ako 600 dpi (so simuláciou tlačového bodu najmenej 1440 dpi),
- použitá rovnaká nátláčková tlačiareň a meracie zariadenie v stanici A a B,
- identický materiál (substrát, atrament),
- ak sú použité rôzne nátláčkové zariadenia, obe musia byť schopné reprodukovať farebný rozsah tlače, ktorá je simulovaná a prípadne použiť potlačovaný materiál, ktorý im to umožní,
- linearizácia, kalibrácia a profilovanie tlačiarne sa uskutočňuje pomocou rovnakých testovacích obrazcov,
- meracie podmienky vyhovujú norme DIN ISO 13655 [9].

## 2.2 Digitálne atramentové nátláčkové systémy

### 2.2.1 Stabilizácia a kalibrácia nátláčkového systému

Dôležitým krokom pred kalibráciou tlačiarne je zaistenie stability nátláčkového systému (nemeniace sa tlačové podmienky). Kalibrácia ako aj charakterizácia tlačiarne sa vzťahujú k daným podmienkam (typ atramentu, potlačovaný materiál, vlhkosť a teplota okolia) a ich zmenou dochádza k poklesu kvality.

V rámci zaistenia stability nátláčkového systému je dôležitá pravidelná kontrola tlačových trysiek (nozzle check). Vytlačení



Obr. 2.5: Nozzle check

obrazca (obr. 2.5) sa identifikujú prípadné

upchané trysky, ktoré spôsobujú zníženie kvality tlače viditeľným pruhovaním. Riešenie ponúka možnosť čistenia trysiek (head cleaning). Jej hlavná nevýhoda spočíva vo veľkej spotrebe atramentu a preto sa neodporúča v rámci pravidelnej údržby. Tlačový ovládač ponúka i voľbu zarovnania tlačových trysiek, ktorá zaisťuje hladkú tlač horizontálnych i vertikálnych liniek.

Pre stanovené tlačové podmienky nasleduje kalibrácia tlačiarne, ktorá môže byť vytvorená nezávisle na profile (v RIPE nátláčkového systému), alebo byť jeho súčasťou. Kvalitná kalibrácia tvorí základ pre vzdialený nátláčok a pozostáva z niekoľkých krokov:

- Ink Limit,
- Linearizácia,
- Total Ink Limit,
- Ink Mixing [10, 11].

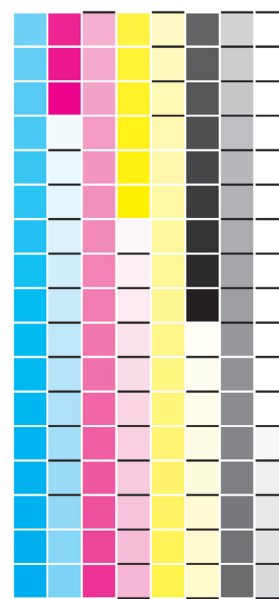
#### Ink Limit

Chráni pred nadmerným množstvom farby na potlačovanom médiu, ktoré by malo za následok zvlhčenie papiera, vytváranie kaluží, rozpíjanie farby a jeho stanovenie predchádza linearizácii. Ink limit by mal byť nastavený pre každú farbu zvlášť.

Na začiatku sa zisťuje vplyv 100% C, 100% M, 100% Y, 100% K na výslednú tlač pomocou vytlačenej skúšobnej obrazce (obr. 2.6). U každej farby sa skontroluje pokrytie papiera a či nedochádza k vzniku kaluží a k rozpíjaniu. Následne sa na základe výslednej kontroly redukujú pôvodné 100% hodnoty na hodnoty, ktorých pokrytie plných plôch je bez nežiadúcich defektov [10].

#### Linearizácia

Linearizácia je druhý krok v kalibračnom procese a odpovedá na otázku: aké množstvo farby je treba použiť na dosiahnutie požadovaného výstupu? Linearizácia porovnáva zmerané optické hustoty tónovej škály (obr. 2.6) s požadovanými, prípadne experimentálne zistené tónové

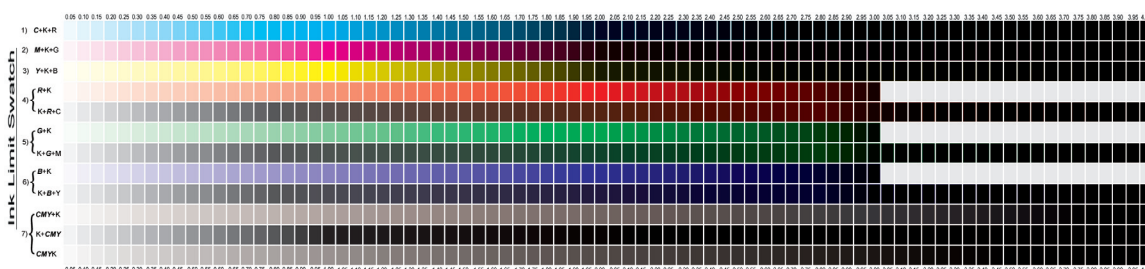


Obr. 2.6: Kontrolný obrazec pre stanovenie ink limitu a linearizácie

hodnoty s nominálnymi. Na základe tejto závislosti sa vytvorí korekčná krivka, ktorá úpravou vstupných hodnôt zaistí, že priebeh výstupných tónových hodnôt bude odpovedať požadovanému referenčnému modelu (lineárny model, model so simulovaným nárastom bodu).

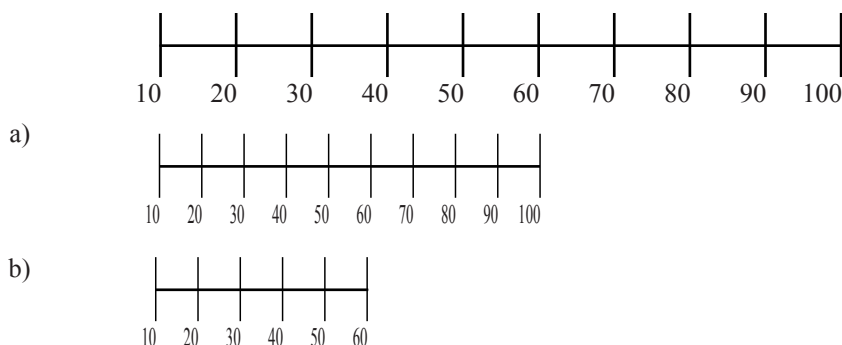
### Total Ink Limit

Na rozdiel od nastavenia ink limitu farieb, kde sa kontroluje každá farba zvlášť, sa u nastavenia total ink limitu kontrolujú všetky farby ako celok (maximálna tónová hodnota, ktorú umiestni tlačiareň na papier). Maximálna tónová hodnota sa stanoví vytlačením testovacieho obrazca (obr. 2.7), ktorý obsahuje sútláže jednotlivých kombinácií v rozmedzí 0–400 %.



Obr. 2.7: Total ink limit testovací obrazec

Nastavenie total ink limitu farieb spolu s nastavením ink limitu pracujú na dosiahnutí spoločného cieľa – kompletne pokrytie a obrana pred artefaktmi. Avšak spĺňajú tento cieľ rôznymi cestami [10].

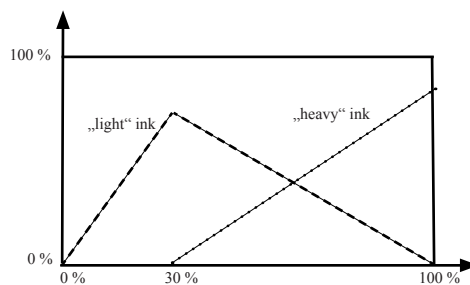


Obr. 2.8: a) Ink limit, b) total ink limit

Nastavením ink limit sa pôvodná tónová stupnica zhustí, zatiaľ čo total ink limit oreže hodnoty z tónovej stupnice (obr. 2.8) [10].

### Ink Mixing

Veľa atramentových tlačiarní má rozšírenú základnú sadu CMYK o ďalšie atramenty, predovšetkým svetlá cyan a magenta. Hlavným dôvodom je rozšíriť farebný rozsah. Svetlé atramenty sa používajú prevažne v oblastiach s nízkymi tónovými hodnotami, čo zaistí menej viditeľné body. Nastavením ink mixing určíme podiel „light“ a „heavy“ farby na celkovej tónovej hodnote (obr.



Obr. 2.9: Príklad nastavenia ink mixing

2.9). Vychýľovanie nátláčkového systému zo štandardných podmienok má vplyv aj na ink mixing a preto je neoddeliteľnou súčasťou kalibrácie [1, 12].

### **Rekalibrácia**

Je vhodná pri zmene podmienok, ktoré boli nastavené pri kalibrovaní tlačiarne. Každá malá zmena vyžaduje rekalibráciu tlačiarne na zaistenie optimálneho výstupu. Rekalibrovať sa odporúča pri zmene aspoň jednej z nasledujúcich podmienok:

- nový potláčaný materiál,
- výmena atramentu,
- malá zmena vo vlhkosti,
- každé tri mesiace.

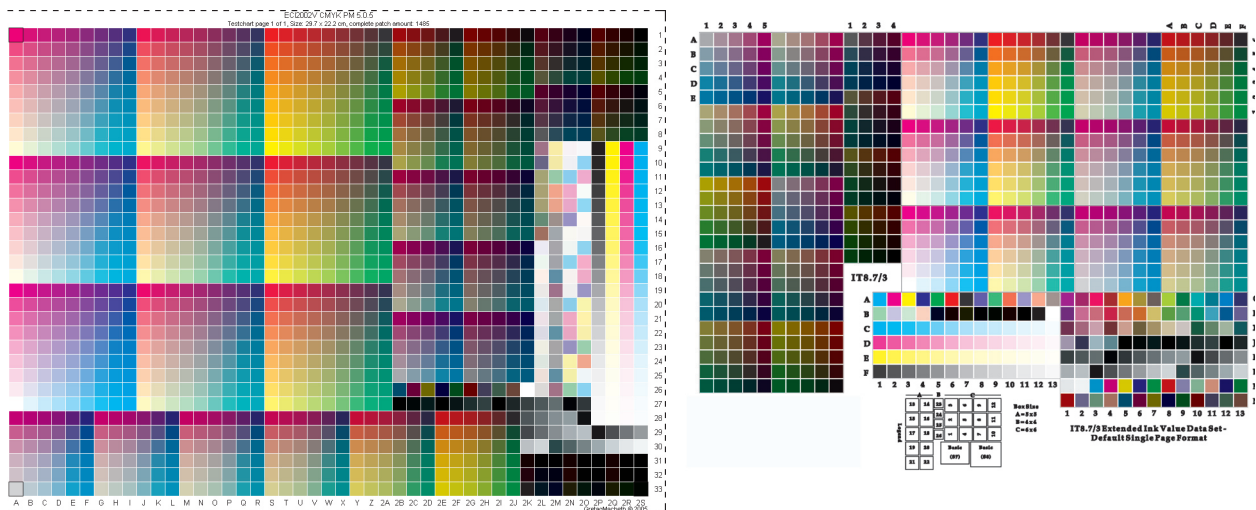
Zmeraním denzít kontrolných polí pre C, M, Y, K sa zistí rozdiel medzi požadovanou a vytlačou tónovou hodnotou. Následne je odchýlka korigovaná príslušným softwarom [10].

### **2.2.2 Charakterizácia nátláčkového zariadenia**

Na rozdiel od scannerov a monitorov je profilovanie tlačového procesu viac komplexné. Výsledok tlače závisí na niekoľkých parametroch, takže nie je možné profilovať tlačiareň ako individuálne zariadenie, ale len ako komplexný tlačový proces so všetkými jeho parametrami. K vytvoreniu profilu je vytlačený testovací hárok pod nastavenými štandardnými podmienkami. Hárok je premeraný spektrofotometrom a hodnoty sú uložené ako tzv. charakterizačné dáta. Charakterizačné dáta predstavujú jednoduchý textový súbor, v ktorom je každej referenčnej hodnote (napr. súradnice C, M, Y K) zmeraná  $L^*a^*b^*$  hodnota, či súbor spektier. Tieto dáta slúžia pre výpočet profilu daného procesu [11].

### **Testovacie obrazce k vytváraniu profilov a charakterizačných dát**

Norma ISO 12642 definuje kompozíciu testovacieho obrazcu. Vytlačené a zmerané obrazce definované v norme, môžu byť použité k vytvoreniu profilov všetkými softwarom, ktoré ich podporujú. Okrem ISO 12642 profilov môžu výrobcovia softwarov ponúkať vlastné testovacie obrazce [11].



Obr. 2.10: a) ECI2002V, b) IT8/7.3

### ISO 12640 pre charakterizačné dáta

Norma definuje formu (obr. 2.11) zmeraných dát z ISO 12642 testovacích obrazcov, vďaka čomu môžu byť spracované rôznymi programami na tvorbu profilov [11].

```

ISO12642-2
ORIGINATOR „Fogra, www.fogra.org“
DESCRIPTOR „FOGRA39L“
CREATED „December 2006“
INSTRUMENTATION „D50, 2 degree, geometry 45/0, no polarisation filter, white backing, according to ISO 13655“
PRINT_CONDITIONS „Offset printing, according to ISO 12647-2:2004/Amd 1, OFCOM, paper type 1 or 2 = coated art, 115 g/m2, tone value increase curves A (CMY) and B (K)“
NUMBER_OF_FIELDS 11
BEGIN_DATA_FORMAT
SAMPLE_ID CMYK_C CMYK_M CMYK_Y CMYK_K XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z LAB_L LAB_A LAB_B
END_DATA_FORMAT
NUMBER_OF_SETS 1617
BEGIN_DATA
1 0 0 0 0 84.48 87.62 74.57 95.00 0.00 -2.00
2 0 10 0 0 77.89 77.75 68.26 90.67 5.90 -3.86
3 0 20 0 0 71.44 68.34 61.53 86.18 12.01 -5.21
4 0 30 0 0 65.03 59.18 54.42 81.39 18.70 -6.19
5 0 40 0 0 58.85 50.57 47.38 76.42 25.78 -6.91
6 0 55 0 0 50.29 38.82 37.12 68.62 37.72 -7.37
7 0 70 0 0 42.93 29.06 27.82 60.84 50.59 -6.74
8 0 85 0 0 37.03 21.51 20.24 53.50 63.84 -5.37
9 0 100 0 0 33.03 16.79 15.01 48.00 74.00 -3.00

```

Obr. 2.11: Charakterizačné dáta

## 2.3 ICC profil tlačiarne

### 2.3.1 Prístrojovo závislé a nezávislé priestory

#### Prístrojovo závislé farebné priestory

Medzi prístrojovo závislé farebné priestory patria RGB a CMYK. CMYK ako aj RGB hodnoty reprezentujú množstvo farby na vytvorenie požadovaného tónu. Súradnice CMYK (RGB) patria priamo k určitému zariadeniu. Rovnaká sada hodnôt CMYK môže viesť k vzniku rôznych farieb na rôznych zariadeniach, pretože každá tlačiareň má svoj vlastný CMYK farebný priestor. Ak chceme zobrazit' rovnakú farbu na rôznych zariadeniach musíme zmenit' hodnoty CMYK [10].

#### Prístrojovo nezávislé farebné priestory

Tieto modely nepopisujú farbu ako množstvo C, M, Y, K (R, G, B) farieb, ktoré nám nehovoria nič o samotnej farbe, ale popisujú farbu na základe ľudského farebného vnímania. Medzi nezávislé farebné priestory patria CIELAB a CIEXYZ. CIELAB model definuje všetky farby, ktoré je schopný vnímať človek. Pozostáva z troch na seba kolmých ôs. Osa L\* popisuje svetlosť farby v rozmedzí 0 (čierna)–100 (biela). Na ose a\* odpovedajú záporné hodnoty zelenej a kladné červenej farbe a na ose b\* odpovedajú záporné hodnoty žltej a kladné hodnoty modrej farbe.[10].

### 2.3.2 Farebná odchýlka

Na posúdenie presnosti nátlaku so simulovanou tlačou, či presnosti samotného ICC profilu sa používa výpočet farebnej odchýlky. V roku 1976 bola CIE vyvinutá rovnica pre výpočet farebnej odchýlky:

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (1)$$

Táto rovnica počíta lineárnu (Euklidovskú) vzdialenosť medzi dvoma bodmi v trojrozmernom CIELAB farebnom priestore. Pretože CIELAB priestor nie je lineárny, v praxi veľkosť  $\Delta E_{ab}$  v rozličných častiach priestoru nebude korešpondovať s vnímavosťou jednotlivých farebných odchýliek. Napríklad, oko je viac citlivé k zmenám v neutrálnych oblastiach ako v oblastiach s vysokou chromou pri zachovaní Lab svetlosti. Preto boli vyvinuté rôzne modely pre výpočet  $\Delta E$ , ktoré sa pokúsili charakterizovať vizuálnu odchýlku. V 1994 CIE navrhla opravu pre nelineárny CIELAB priestor váhou svetlosti, chromy a tónu v rôznych pomeroch [13].

$$\Delta E_{94} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H}\right)^2} \quad (2)$$

$K_L$  – váhový faktor, ktorý je pre väčšinu meraní rovný 1, iba pri použití v textilnom priemysle je rovný 2

$K_C, K_H, S_L$  – váhové faktory vždy rovné 1

$S_C$  – parameter vypočítaný podľa vzťahu:  $S_C = 1 + 0,045C^*$

$S_H$  – parameter vypočítaný podľa vzťahu  $S_H = 1 + 0,015C^*$

V roku 2000 bolo navrhnuté vylepšenie rovnice 1994 pridaním viac váhových faktorov v závislosti na uhle tónu farby. Táto rovnica a výpočet parametrov je viac komplikovaná, ale lepšie vystihuje vizuálnu odchýlku. Tvar rovnice a popis parametrov uvádza zdroj [13].

I napriek výhodám  $\Delta E_{94}$  a  $\Delta E_{00}$  je pre certifikáciu nátlacku používaná všeobecne známa rovnica (1).

### 2.3.3 ICC profil a spôsob vykreslenia

Vzájomnú komunikáciu medzi RGB-CMYK alebo CMYK-CMYK priestormi zaisťujú ICC profily cez nezávislý farebný priestor CIELAB (CIEXYZ). Tak ako linearizácia modifikuje nominálne tónové hodnoty, ktoré tlačiareň umiestni na papier, aby získala požadovanú, tak ICC profil pomocou CMM vypočíta tónové hodnoty C, M, Y, K daného tónu definovaného v CIELAB priestore na základe charakterizačnej tabuľky. Na konvertovanie tónu zo zdrojového do cieľového farebného priestoru cez nezávislý CIELAB priestor, slúžia štyri možné postupy vykreslenia:

- absolútne kolorimetrické,
- relatívne kolorimetrické,
- saturačné,
- perceptuálne [10, 11].

#### Kolorimetrické vykreslenie

Názov kolorimetrické znamená zobrazenie rovnakého farebného tónu zdrojového priestoru do cieľového, ktorého gamut musí byť dostatočne veľký. Kolorimetrické vykreslenie je prevažne používané u digitálneho nátlackovania napríklad ofsetovej tlače. Dáta sú konvertované do CIELAB priestoru vstupným profilom ofsetovej tlače a následne konvertované s kolorimetrickým vykreslením do profilu nátlackového zariadenia. Každý profil umožňuje dve verzie kolorimetrického vykreslenia:

- absolútne kolorimetrické:** neprevádza mapovanie bielej zdrojového priestoru na bielu cieľového. To znamená, že pokiaľ obsahuje zdroj namiesto bielej nažltlý tón papiera, bude tento tón v bielych oblastiach výstupu simulovaný.
- relatívne kolorimetrické:** biela zdrojového súboru je mapovaná na bielu cieľového. To znamená, že biela na výstupe zodpovedá bielej papiera a nie bielej zdrojového súboru [11].

absolútne kolorimetrické vykreslenie



relatívne kolorimetrické vykreslenie



Obr. 2.12: Simulácia tlače na novinový papier

## Perceptuálne vykreslenie

Perceptuálne vykreslenie premiestni veľmi saturevané farby zdrojového priestoru (RGB), ktoré nemôžu byť presne zobrazené v cieľovom priestore (CMYK) do najväčšej možnej saturácie daného tónu v cieľovom priestore. Pre zachovanie vzťahov medzi farbami, na ktoré je ľudské oko viac citlivé ako na samotné farby, sa aj tóny, ktoré by mohli byť reprodukované presne, posunú k nižším saturáciám. Jedná sa o kompresiu (dekompresiu) gamutu zdrojového priestoru do výstupného [11].

## Sýtostné vykreslenie

Zachovaná je predovšetkým saturácia na úkor odtieňa a jasu. V polygrafii sa takmer nepoužíva kvôli jeho veľkej zmene odtieňa vstupných hodnôt.

### 2.3.4 Parametre ICC profilu

V rámci ICC profilu sa definuje niekoľko parametrov:

#### a) generácia čiernej

Generácia čiernej popisuje metódu, s ktorou je počítaná separácia čiernej z CIELAB alebo RGB do CMYK. Generácia čiernej ovplyvňuje total ink limit, ktorý by mal byť najnižší v prípade novinovej tlače, kde sa tlačí na savý a povrchovo neupravený papier. Generácia čiernej je charakterizovaná dĺžkou, šírkou čiernej a vzťahom čiernej k CMY [11].

#### Dĺžka čiernej

Dĺžka čiernej identifikuje svetlosti, v ktorých bude CMY nahradená, alebo doplnená čiernou. Krátka čierna ovplyvňuje iba tmavé miesta obrazu, zatiaľ čo dlhá čierna sa rozprestiera cez celú osu svetlosti [11].



Obr. 2.13: a) Dlhá čierna, b) krátka čierna

#### Šírka čiernej

Šírka čiernej znamená do akej hodnoty saturácie čierna nahradí CMY. Úzka čierna znamená nahradenie CMY len v neutrálnych tónoch, zatiaľ čo široká čierna ovplyvňuje i saturevané oblasti a umožňuje maximálnu redukciu total ink [11].



Obr. 2.14: a) Úzka čierna, b) široká čierna

### Vzťah medzi čiernou a CMY

Vzťah s tromi farbami, hrá dôležitú rolu v optimalizovaní čiernej pre rôzne typy papiera. Existujú tri možnosti:

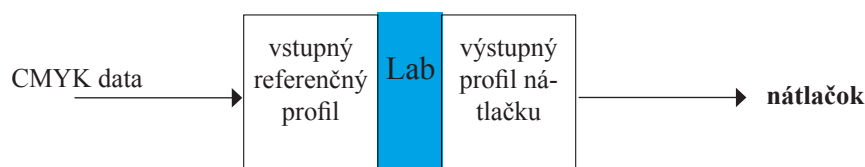
- **UCR (Under Control Removal):** CMY je nahradená za primárnu čiernu v neutrálnych a nesaturovaných farebných tónoch.
- **UCA (Under Control Addition):** Popisuje úzku a krátku čiernu, ktorá je pridaná k CMY v neutrálnych a tmavých oblastiach.
- **GCR (Gray Component Replacement):** GCR sa v porovnaní s UCR týka aplikovania širokej čierne, ktorá nahradí CMY i vo viac saturovaných oblastiach. GCR je možno definovať ako slabú až silnú, ktoré definujú šírku i dĺžku generácie čiernej [11].

### b) kompenzácia čierneho bodu

Kompenzácia čierneho bodu je základné rozšírenie relatívneho kolorimetrického vykreslenia. Relatívne kolorimetrické vykreslenie mapuje bielu zdrojového na bielu cieľového priestoru avšak v prípade čiernej sa správa odlišne. Ak tmavé tóny v zdrojovom priestore nemôžu byť reprodukovateľné v rámci gamutu cieľového priestoru sú odstránené. To znamená, že pri konverzii z RGB do CMYK nemôže byť reprodukovávaná tmavá čierna. Kompenzácia čierneho bodu zaisťuje, podobne ako v prípade bielej, mapovanie čiernej zdrojového priestoru do cieľového priestoru [11].

## 2.4 Simulačný profil

Referenčný profil je ďalším kľúčovým faktorom nátláčkového procesu. Nátláčkový softwar vypočíta podľa referenčného profilu predpokladanú finálnu farebnosť tlačového súboru. Tieto dáta sú odoslané na nátláčkovú tlačiareň, kde sú viac či menej presne (práve v závislosti na kvalite kalibrácie a profilu tlačiarne) vytlačené (obr. 2.15). Problém nastáva v presnosti referenčného profilu so simulovanou tlačou, ktorej farebné odchýlky môžu ležať v rámci tolerancií definovaných normou ISO 12647, avšak samotný profil je definovaný pre konkrétne hodnoty. Ďalší problém súvisí so samotnou generáciou profilu a parametrami, ktoré sú pri tvorbe profilu nastavené. Prvý zmieňovaný problém sa dá redukovať vytvorením vlastného profilu, ktorý bude presne charakterizovať simulovanú tlač. Na odstránenie druhého problému je vhodné použiť ako vstup dátovú sadu (FOGRA pre konkrétnu simulovanú tlač), ktorá slúži i pre tvorbu simulačného profilu, a z nej vygenerovať vlastný ICC profil [14].



Obr. 2.15: Nátláčkové workflow

Charakterizačné dáta simulovaného tlačového procesu boli stanovené vytlačením a zmeraním kontrolného obrazca podľa normy ISO 12642. Na základe týchto dát boli vytvorené Adobe/ECI profily [11]. Jednotlivé Adobe/ECI profily môžeme deliť podľa:

- typu papiera, ktorý bol použitý pre produkčnú tlač pri tvorbe charakterizačných dát,
- nárastu tlačového bodu, ktorý definujú,
- generácie čiernej,
- modulácie siete.

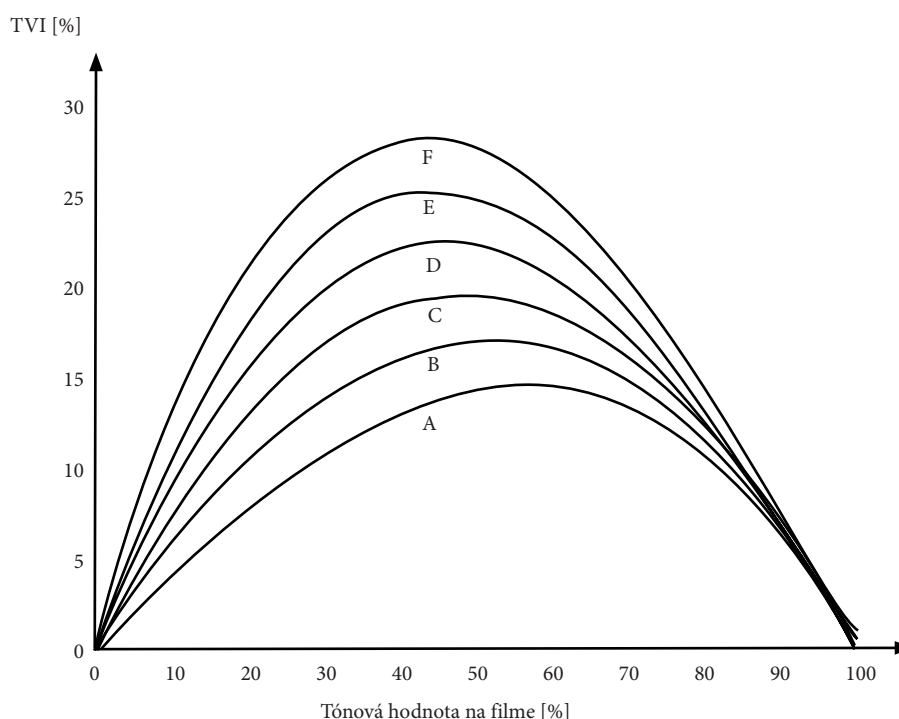
### Typ papiera

Tab. 2.2: Typ ISO papiera a príslušné ECI profily

Typ papiera podľa ISO	Fogra charakteristické data	TVI (CMY)	TVI (K)	ICC profily od ECI	Modulácia siete
1/2 – lesklo a matne natieraný	Fogra 39L	A	B	ISO Coated v2	AM
	Fogra 39L	A	B	ISO Coated v2 300 %	AM
	Fogra 43L	F	F	PSO Coated NPscreen	FM
3 – LWC	Fogra 45L	B	C	PSO LWC Improved	AM
	Fogra 46L	B	C	PSO LWC Standart	
4 – nenatieraný	Fogra 47L	C	D	PSO Uncoated	AM
	Fogra 44L	F	F	PSO Uncoated NPscreen	FM
5 – nenatieraný žltý	Fogra 30L	C	D	ISO Uncoated Yellowish	AM
	Fogra 40L	C	D	SC paper	

## Nárast tónovej hodnoty (TVI)

Referenčné profily reprezentujú tlače s tónovými krivkami v rámci ISO 12647-2. Pre zhodu medzi nátláčkom a samotnou tlačou, ktorá bude simulovaná, musí byť nárast tónovej hodnoty v produkčnej tlači v súlade s referenčným profilom .



Obr. 2.16: Krivky nárastu tónovej hodnoty podľa ISO 12647 [15]

## Generácia čiernej a total ink limit

Referenčné profily určujú separáciu obrazu pomocou nastavenia parametrov pri ich tvorbe. V separácii hrá dôležitú rolu vzťah čiernej k ostatným trom farbám, pretože rovnaká  $L^*a^*b^*$  hodnota môže byť reprodukovaná na rovnaký papier rozličnými CMYK hodnotami.

## Modulácia siete

Fogra vyvinula špeciálne dátové sady pre FM sieťovanie, pretože nárast tónovej hodnoty je výrazne vyšší ako pri tlači s klasickým AM sieťovaním, čo má za následok:

- významné farebné rozdiely v plochách s rovnakou tónovou hodnotou medzi tlačou s AM a FM sieťovaním,
- pri použití FM sieťovania nemajú rozličné typy papiera tak významný dopad na nárast tlačového bodu v porovnaní s AM sieťovaním,
- s použitím FM sieťovania majú všetky 4 farby identický nárast tlačového bodu, kým pri tlači s použitím AM sieťovania môže byť nárast tlačového bodu čiernej farby až o 3 % vyšší v stredných tónoch ako u CMY [16].

### 2.4.1 DeviceLink

Device link profily sú spojením a optimalizovaním príslušného simulačného profilu a profilu tlačiarne. Môžu byť spočítané buď ako nový profil vychádzajúci z charakterizačných dát oboch tlačových procesov, alebo ako nový profil z už existujúcich profilov. Riešia problém optických zjasňovačov a optimalizujú nátlakový proces po stránke vizuálnej i po stránke minimálnej odchýlky  $\Delta E$  medzi nátlakom a produkčnou tlačou. Jedná sa o priamu CMYK-CMYK farebnú transformáciu, ktorá eliminuje transformáciu CMYK dát cez CIELAB spojovací priestor. To znamená, že vlastnosti generácie čiernej nie sú stratené v trojrozmernom CIELAB priestore, ktorý nenesie informácie o čiernej. Táto funkcia je známa pod názvom Black Preservation, ktorá zachová separáciu čiernej a neeliminuje ju na CMYK kombináciu. Ďalšia možnosť je zachovanie separácií, ktorej sa využíva v simulovaní priamych farieb. Pre priame farby špecifikované  $L^*a^*b^*$  hodnotami je navrhnutá optimálna kombinácia CMYK pre nátlach. Ak by priama farba bola charakterizovaná určitými pomermi M, Y, K, daná separácia by bola zachovaná, jedine by sa mohli optimalizovať pomery medzi M, Y, K [17, 11].

## 2.5 Certifikovaný nátláčok podľa normy ISO 12647-7

### 2.5.1 Nátláčkový papier

Nátláčkové médium by malo byť zhodné s materiálom použitým pre produkčnú tlač, ktorý je možné zaradiť do jednej s kategórií definovaných v ISO 12647. Avšak nie vždy je táto možnosť hlavne kvôli zmene gamutu nátláčkového procesu. Pokiaľ by gamut nátláčkového procesu na nekvalitný nenatieraný papier nedosahoval gamutu simulovanej tlače, musí sa použiť jeden zo štandardných papierov definovaných v ISO 12647-7.

Tab. 2.3: Základné parametre nátláčkového papiera

Typ potláčaného papiera-kontrolného nátláčku	L*	a*	b*	Lesk
Lesklý biely	$\geq 95$	$0 \pm 2$	$0 \pm 2$	$61 \pm 15$
Polomatný biely	$\geq 95$	$0 \pm 2$	$0 \pm 2$	$35 \pm 10$
Matný biely	$\geq 95$	$0 \pm 2$	$0 \pm 2$	$< 25$

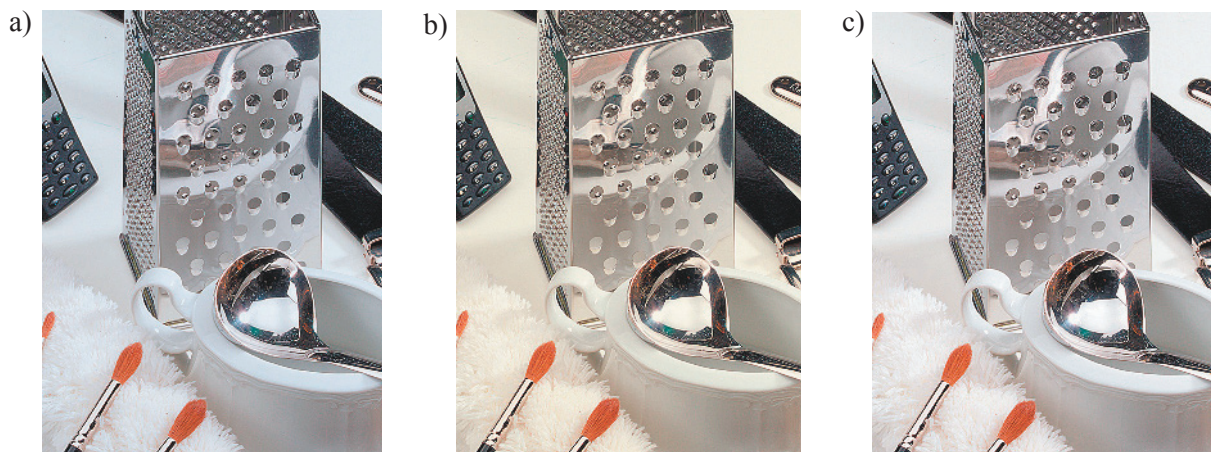
Pokiaľ nátláčkový materiál nie je zhodný s materiálom produkčnej tlače, je maximálne povolená odchýlka pri simulácii tónu materiálu produkčnej tlače  $\Delta E_{ab} \leq 3$  [18].

#### Problém optických zjasňovačov v nátláčku

Veľký problém simulácie tlače na rozdielny nátláčkový materiál je v obsahu optických zjasňovačov. Môžu nastať dva prípady, kedy by nebolo dosiahnutej vizuálnej zhody medzi nátláčkom a samotnou tlačou.

Ak bol referenčný profil založený na tlači na papier obsahujúci veľa optických zjasňovačov, budú farby reprodukované v nátláčku modrejšie. Pretože zmerané  $L^*a^*b^*$  hodnoty referenčného hárku boli ovplyvnené fluorescenciou optických zjasňovačov v modrej oblasti. Typická  $b^*$  hodnota papiera s optickými zjasňovačmi je rovná -6.

V opačnom prípade, ak by samotný nátláčkový papier obsahoval veľa optických zjasňovačov, farebná reprodukcia by bola nažltlá. Pretože profil by sa pokúsil kompenzovať namodralý tón papiera pridaním žltej. Namerané hodnoty na kontrolnom prúžku by nátláčok ohodnotili ako presný avšak nedošlo by k vizuálnej zhode [11].



Obr. 2.17: a) Simulovaný papier s optickými zjasňovačmi, b) nátlakový papier s optickými zjasňovačmi, c) simulovaná tlač

## 2.5.2 Ugra/Fogra CMYK Media Wedge

Kontrolný prúžok Ugra/Fogra CMYK Media Wedge sa musí objaviť na certifikovanom nátlaku spolu s názvom referenčného profilu, názvom nátlakového profilu a vyhodnotením farebných odchýliek  $\Delta E_{ab}$ . Prúžok je na nátlaku zmeraný a je stanovená  $\Delta E_{ab}$  odchýlka od charakterizačných dát tlačových podmienok, ktoré boli simulované. Stanovená odchýlka musí byť pre certifikovaný nátlak v rámci tolerancií definovaných normou. Pre hodnoty primárnych farieb a pretlačových šedých polí je počítaný rozdiel vo farebnom rozsahu v porovnaní s tlačovým hárkom.

Tab. 2.4: Tolerancie odchýliek definovaných normou ISO 12647-7

Meraná hodnota	Tolerancia
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5

Zmena  $\Delta E_{ab}$  nesmie prekročiť 1,5 po uplynutí 24 hodín (stabilizačná doba tlače) [18].

Prúžok pozostáva z vybraných políčok kontrolného obrazca, podľa ktorého boli stanovené charakterizačné dáta. Farebný prúžok obsahuje merné polia nasledujúceho typu:

- tóny plných plôch primárnych a sekundárnych farieb C, M, Y, R, G, B,
- stredné tóny a tieň primárnych a sekundárnych farieb,
- čiernu škálu so šiestimi stupňami pre K i pre CMY,
- simulovaná farba potlačovaného materiálu, podľa podmienok produkčnej tlače [19].



Obr. 2.18: Ugra/Fogra CMYK Media Wedge

### 2.5.3 Dôležité parametre pre certifikáciu nátlaku

#### Farebný gamut

Pre všetky simulované tlačové podmienky musí byť vytlačený kontrolný nátlak 226 okrajových políčok farebného gamutu, alebo celý kontrolný obrazec (IT8/7.3, IT8/7.4 alebo ECI2002) podľa normy ISO 12647-2. Priemerná odchýlka okrajových políčok, alebo všetkých políčok, by nemala prekročiť priemernú hodnotu  $\Delta E_{ab} \leq 4$  a 95% kvantil všetkých polí, by nemal prekročiť  $\Delta E_{ab} = 6$ . To znamená, že 95 % všetkých merných políčok musí byť pod  $\Delta E_{ab} = 6$  [18, 19].

#### Variabilita vyfarbenia

Smerodajná odchýlka  $L^*a^*b^*$  hodnôt v rámci hárku kontrolného nátlaku na deviatich miestach (rovnomerne rozložených) nesmie prekročiť 0,5. Kontroluje sa na vytlačení troch plných plôch formátu tlačového hárku:

- C 65 %, M 50 %, Y 50 %, K 50 %,
- C 40 %, M 30 %, Y 30 %, K 30 %,
- C 20 %, M 15 %, Y 15 %, K 15 %.

#### Tónová hodnota

Kolorimetricky nameraná tónová hodnota jednofarebných políčok C, M, Y, K sa nesmie odchyľovať od tónovej hodnoty cieľových charakterizačných dát o viac ako 5 %. Pre výpočet tónových hodnôt z nameraných a charakterizačných dát sa použije Murray-Daviesova rovnica [18]:

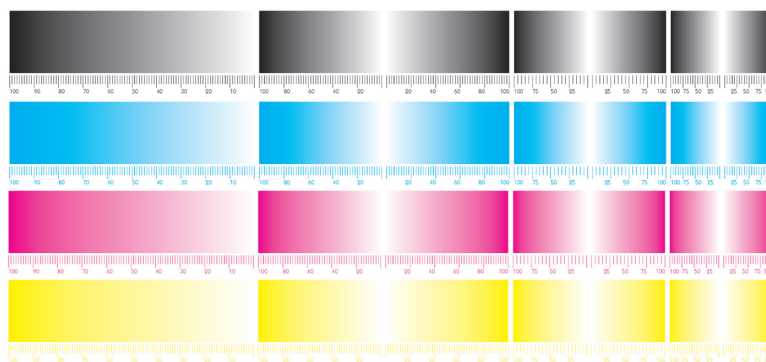
$$\varphi = \frac{1 - 10^{-D_s}}{1 - 10^{-D_p}} \quad (3)$$

$D_A$  – denzita sieťovej plochy

$D_p$  – denzita plnej plochy

#### Reprodukcia tónových prechodov

Prechodové tóny medzi bielou potlačovaného materiálu a plnou plochou farby sa musia prenášať na kontrolný nátlak zhodným a jednotným spôsobom, v takom rozsahu tónových hodnôt, ktorý zahŕňa prinajmenšom medze reprodukovateľného tónového rozsahu simulovanej tlače. V rozsahu reprodukovateľných tónových prechodov nemôžu byť žiadne viditeľné zlomy. Na kontrolu sa používa obrazec S6 (obr. 2.19) podľa ISO12640-1 [18].

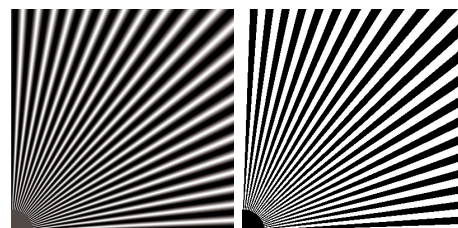


Obr. 2.19: Kontrolný obrazec S6

### Rozlišovacia presnosť a presnosť v sútláči

Najväčšia odchýlka medzi stredmi obrazu, ktorý je vytlačený rôznymi kombináciami dvoch farieb, nesmie byť väčšia ako 0,05 mm. Rozlišovacia schopnosť musí byť taká, aby boli čitateľne reprodukované C, M, K pozitívne dvojbodové bezpätkové písmo a negatívne písmo o veľkosti 8 bodov a dvojbodové negatívne linky C, M, K.

Na kontrolu rozlišovacej schopnosti sa vytlačí kontrolný obrazec, ktorý obsahuje písmo bez pätiiek v pozitívnom a negatívnom prevedení o veľkosti 2, 3, 4, 5, 6, 7 a 8 bodov a negatívne linky o hrúbke 2, 3 a 4 body. Pre vizuálne stanovenie rozlišovacej schopnosti sa použije obrazec S2 a S3 s ISO 12640-1 [18, 19].



Obr. 2.20: Obrazce pre vizuálne stanovenie rozlišovacej schopnosti

### Kontrola vizuálnej zhody

Na vizuálnu zhodu dvoch numericky rovnakých nátláčkov a nátláčku so simulovaným tlačovým hárkom pôsobí niekoľko faktorov:

- rozdielna citlivosť ľudského zraku na  $\Delta E_{ab}$  odchýlky pre rôzne farebné odtiene,
- metaméria farieb: dôležité je štandardné osvetlenie (zdroj D50). Na ohodnotenie zdroju za štandardný slúžia ako pomôcka prúžky UGRA (Light indicator), ktoré pod štandardným osvetlením majú všetky farebné políčka vizuálne rovnaké,
- optické zjasňovače [18, 12].

Všetky kontrolné nátláčky by sa mali vizuálne kontrolovať v porovnaní s tlačovým hárkom, ktorého hodnoty boli simulované. Podmienky pozorovania, by sa mali riadiť normou ISO 3664 a k pozorovaniu by mal byť použitý pozorovací box so štandardným zdrojom D50. Osvetlenie v miestnosti by nemalo ovplyvňovať vizuálnu kontrolu. Kontrolné nátláčky sú kontrolované maximálne po dobu 10 minút a označené ako [18]:

- „prešiel“,
- „prešiel s malou odchýlkou“,
- „neprešiel s malou odchýlkou“,
- „neprešiel“.

## 2.6 Nátláčok so simuláciou tlačovej siete

Cieľom nátláčku je reprodukcia obrazu, takým spôsobom, aby sa čo najpresnejšie zhodoval s výslednou finálnou tlačou, vrátane všetkých nedostatkov. V analógovom nátláčku sa použitím rovnakých filmov ako pri osvite tlačovej formy zaistilo, že nátláčok presne simuloval farebné i sieťové parametre. Digitálny nátláčok so simuláciou tlačovej siete je najpresnejší ak vychádza z finálnych rastrových dát určených pre tlač, preto je vhodné použiť rovnaký RIP, aký je použitý pri osvite dát na tlačovú platňu tzv. ROOM workflow (Rip One, Out Many). Vstupné tónové dáta sú spracované iba raz na 1-bitové rastrové dáta a použité pre nátláčok i tlač. Rastrový nátláčok z 1-bitových dát môže simulovať AM, FM i hybridné sieťovanie a predpovedať moaré. Ak rozlíšenie tlače a nátláčku nie je totožné, niektoré artefakty sa v nátláčku nemusia objaviť.

Typický farebný nátláčok začína od tónových dát (vo výstupnom farebnom priestore) a použitím color managementu sa zaistí presná farebná simulácia tlačového procesu. Pre tieto systémy je možnosť použitia prídavných modulov, ktoré sú schopné vygenerovať vlastnú AM sieť pre účely nátláčku. Avšak takto simulovaná sieť tlače sa nezhoduje s vlastnou tlačovou sieťou, a tak môže byť použitá prednostne v prípade simulácie tlače s nižšou lineatúrou siete pre kontrolu vizuálneho dojmu [14, 20].

### 2.6.1 Vlastnosti presného nátláčku so simuláciou tlačovej siete

**Farebná zhoda** (farebná odchýlka spĺňa podmienky stanovené v norme ISO 12647-7)

Je výsledkom správne nastavených nasledujúcich dvoch parametrov. Ohodnotená môže byť voľným okom oproti referenčnej tlači v dostatočne veľkej pozorovacej vzdialenosti, v závislosti na použitej lineatúre siete. Pre certifikovaný nátláčok je kvantifikovaná farebnou odchýlkou medzi  $L^*a^*b^*$  súradnicami referenčnej a simulovanej tlače [20].

#### **Zhoda v tlačovej sieti**

Typické nátláčky majú nižšie rozlíšenie ako samotná tlač, preto zhoda v simulácii siete (veľkosť tlačového bodu, tvar bodu a jeho umiestnenie) je prezentovaná ako schopnosť nátláčku siete tak, aby boli zachované vizuálne vlastnosti tlačovej siete. V tlači rozlíšenie a minimálny tlačový bod určujú maximálne použiteľnú lineatúru siete pre AM sieťovanie a veľkosť tlačového bodu pre FM sieťovanie. U digitálneho atramentového nátláčku určuje minimálnu veľkosť tlačového bodu veľkosť kvapky. Moderné tlačové systémy používajú objem kvapky menej ako 10 pl. Najmenší bod použitý v tlači musí byť schopný reprodukovať nátláčkové zariadenie. Na vyriešenie problému s reprodukciami malého tlačového bodu používajú nátláčkové zariadenia ako alternatívu väčší bod svetlej farby. Pre presný nátláčok treba vziať do úvahy nárast tónovej hodnoty. Rozdiel vo fyzických vlastnostiach tlačovej farby a atramentu, média, rozlíšenia za použitia rôzneho tlačového procesu prispieva k rozdielnemu nárastu tónovej hodnoty medzi nátláčkom a samotnou tlačou, ktorú treba kompenzovať [20].

## Zhoda primárnych farieb a trappingu

Typické atramentové nátláčkové zariadenia používajú štandardné atramenty, ktoré nie sú optimalizované pre reprodukciu určitého tlačového procesu. Väčšinou oba používajú ako výstupný priestor prístrojovo závislý CMYK. To znamená, že čistá tlačová farba cyan nemôže byť reprodukovaná čistým cyan atramentom. Nátláčkové zariadenia často používajú ďalšie atramenty light cyan a light magenta, zatiaľ čo simulovaný tlačový proces môže používať jednu alebo viac priamych farieb. Preto v nátláčku so simuláciou tlačovej siete ako aj u tónového nátláčku zohráva dôležitú úlohu color management [20].

### 2.6.2 Workflow nátláčku so simuláciou tlačovej siete

#### a) korekcia rozlíšenia

Keďže je rozlíšenie nátláčku  $R_{\text{proof}}$  väčšinou nižšie ako u tlače  $R_{\text{print}}$ , je zmena rozlíšenia 1-bitového dátového súboru nepostrádateľný krok. Iba v prípade keď  $R_{\text{proof}} = n \cdot R_{\text{print}}$  ( $n$  – celé číslo) môže byť reprodukovaná presná tlačová sieť. V ďalších prípadoch sú potrebné prevzorkovacie techniky. Najvhodnejšia prevzorkovacia metóda je metóda najbližšieho suseda, u ktorej nedôjde k poklesu ostrosti hrán bodov [20].

#### b) spojenie 1-bitových dát s tónovými

Existujú dva rôzne spôsoby explicitný a implicitný.

**Explicitný spôsob:** k existujúcim 1-bitovým kanálom sa pridajú zvlášť tónové kanály pôvodného obrazu.

**Implicitný spôsob:** 1-bitové kanály sú spojené s pôvodnými tónovými kanálmi, takže spolu reprezentujú v 1 kanále farebnú a sieťovú informáciu [20].

#### c) farebná korekcia

Pomocou color managementu je primárna tlačová farba ako aj trapping farieb simulovaný zmesou nátláčkových atramentov. Pre každú lineatúru siete je potrebná tvorba ICC profilu, ktorý nám zaistí minimálnu farebnú odchýlku od referenčných primárnych farieb a trappingu [20].

C



M



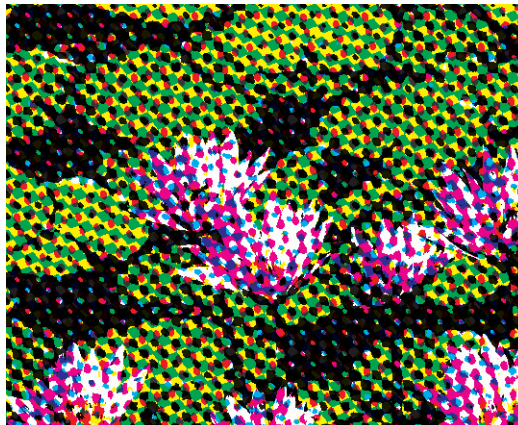
Y



K



CMYK



*Obr. 2.21: Spojenie 1-bitových dát s tónovými*

## 2.7 Simulácia priamych farieb

Veľa súčasných systémov sa snaží o simuláciu priamych farieb, pretože sú v súčasnosti používané hlavne v obalovom priemysle. Avšak jeden z hlavných problémov je, že gamut nátláčkového zariadenia postačujúci na simuláciu tlače nemusí byť dostatočný pre simuláciu priamych farieb, ktoré nie je možné vytlačiť konvenčnou tlačovou technológiou s použitím CMYK farieb. A preto použitie referenčného profilu tlače, ktorý nám určuje výsledný gamut nátláčkového zariadenia by nevedlo k presnej interpretácii priamych farieb. Pre nátláčok priamych farieb je potreba použitia maximálneho gamutu danej kombinácie nátláčkového zariadenia, atramentu a papiera aby bolo možné simulovať priame farby CMYK modelom nátláčkového zariadenia.

Na dosiahnutie maximálneho gamutu má v prvom rade vplyv použitý RIP, ktorý regulovaním a obmedzovaním farby môže upraviť množstvo farby distribuované na médium. Taktiež papier je významná premenná. Interakcia medzi papierom a atramentom, jeho pórovitosť, nerovnosť, náter, bielosť a lesk ovplyvňujú výsledné farebné podanie a gamut. Použitie aktuálneho tlačového papiera pre nátláčok v tomto prípade nezaistí presnejšie výsledky, pretože farebný gamut dosiahnutý na tomto papieri v nátláčku nemusí byť dostačujúci. Vhodné je použitie papiera odporúčaného výrobcom pre konkrétne zariadenie.

Nátláčkové systémy používajú na tlač priamych farieb špeciálne moduly, ktoré obsahujú bežne používané knižnice priamych farieb (Pantone) a umožňujú i vytvárať priame farby definíciou v CIELAB priestore. K  $L^*a^*b^*$  hodnotám priamych farieb sú preddefinované CMYK kombinácie, ktoré by mali presne reprodukovat' danú priamu farbu. Na zaistenie presnosti sa premeraním priamych farieb na nátláčku vypočíta farebná odchýlka od referenčných hodnôt a systém koriguje simuláciu. Tento proces sa môže niekoľkokrát opakovať pre zaistenie farebnej minimálnej odchýlky [14, 21]

### 3 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

#### 3.1 Experimentálny materiál

##### 3.1.1 Tlačový papier

###### Fomei REAL Velvet V265

Materiál vhodný pre fotografické reprodukcie a digitálne nátlachy. Materiál je kompatibilný s pigmentovými i farbivovými atramentmi v piezo i termálnych atramentových tlačiarňach. Vyznačuje sa vysokou odolnosťou voči UV degradácii, čo poskytuje extrémne odolnú obrazovú stálosť reprodukcii.

Tab. 3.1: Parametre tlačového papiera Fomei REAL Velvet V265 [22]

Parameter	Hodnota	Štandard
Plošná hmotnosť [g/m <sup>2</sup> ]	265	ISO 536
Hrúbka [mm]	0,265	ISO 534
Odtieň [L* a* b*]	94,6; -0,6; -3,7	D50, 2° pozorovateľ
Lesk 75° [%]	47 %	ISO 8254-1
Opacita [%]	> 96	ISO 2471

Pre porovnanie L\* a\* b\* hodnôt uvádzaných výrobcom bol papier premeraný spektrofotometrom EyeOne v rámci Measure Tool. Zmerané L\* a\* b\* hodnoty papiera (94,1; -0,1; -4,6) sa nepatrne odlišujú, čo môže byť ovplyvnené presnosťou a správnosťou merania.

###### Lesklo natieraný papier

Biely, obojstranne natieraný papier. Papier s motívom a kontrolným prúžkom slúžil na porovnanie certifikovaného nátlachu a konkrétnej ofsetovej tlače. Parametre sú uvedené v tabuľke 3.2.

Tab. 3.2: Parametre lesklo natieraného papiera

Parameter	Hodnota
Plošná hmotnosť [g/m <sup>2</sup> ]	130
Hrúbka [mm]	0,094
Odtieň [L* a* b*]	95,3; 1,2; -4,5
Lesk 60° [%]	38 %
Opacita [%]	96

## 3.2 Experimentálne prístroje

### Epson Stylus Pro 4880 – veľkoformátová atramentová tlačiareň

#### – Potlačovaný materiál

Pracuje s hárkami do formátu A2+ alebo s roľami šírky 17" (maximálny vonkajší priemer role je 150 mm). Hrúbka potlačovaného materiálu môže byť maximálne 1,5 mm. Experimentálne bola potlačená i vlnitá lepenka o hrúbke 2,5 mm.

#### – Atramenty

Tlačiareň používa sadu atramentov Ultrachrome K3 Vivid Magenta, ktorá obsahuje celkom 9 atramentov (azúrová, výrazná purpurová, žltá, svetlá azúrová, svetlá purpurová, tmavá sivá, svetlá sivá, fotografická čierna a matná čierna) s obvodom CSIC s 8 slotmi (jeden slot pre vymeniteľný matný a fotografický čierny atrament).



Obr. 3.1: Epson Stylus Pro 4880

Atrament Vivid Magenta obsahuje pigmenty s vyššou denzitou, vďaka čomu dosahuje tlačiareň výrazne širšieho gamutu v oblasti modrých a purpurových odtieňov. Väčší gamut dovoľuje simulovať niektoré okrajové oblasti produkčnej tlače. Je možné používať tlačové zásobníky o obsahu 110 ml, alebo zásobníky 220 ml [23].

#### – Technológia tlače

Tlačiareň používa tlačovú hlavu s technológiou Epson Micro Piezo™, ktorá umožňuje technológiu tlače s variabilnou veľkosťou kvapky atramentu (Variable-sized Droplet) a s minimálnou veľkosťou kvapky 3,5 pl (Ultra Micro Dot). Tlačová hlava obsahuje 180 trysiek pre každú z 8 farieb. Maximálne rozlíšenie je 2880 × 1400 dpi, ktoré umožňuje technológia s premenlivou veľkosťou kvapiek [23].

### Spektrofotometer GretagMachbeth EyeOne

Spektrofotometer podporuje emisný i reflexný spôsob merania. Emisné meranie je možné iba v režime snímania bod po bode (patch), zatiaľ čo reflexné meranie ponúka meranie bod po bode, alebo snímanie v riadkoch. Pre snímanie v riadkoch je potrebné použiť testovací obrazec vytvorený priamo pre spektrofotometer EyeOne. Pred použitím sa musí spektrofotometer kalibrovať na referenčný biely bod (absolútna biela) [24]. Meranie reflexných spektier prebiehalo na bielej podložke, ktorú pre certifikovaný nátláčok špecifikuje norma ISO 12647-7, zdroj D50 a 2° pozorovateľ.

### Digitálna zrkadlovka Canon 5D mark II

DSLR fotoaparát s CMOS snímačom o veľkosti 36 × 24 mm a rozlíšením 21,1 mpx. Použitý bol objektív EF 50 1.8 mk II.

### 3.3 Experimentálny software

#### Profile Maker Professional 5

Program na vytváranie ICC profilov pre vstupné i výstupné zariadenia. Ponúka vlastné testovacie obrazce (referenčné C, M, Y, K hodnoty), avšak použitie predvolených testovacích obrazcov nie je podmienkou. V programe Profile Maker je možné vytvoriť charakterizačnú tabuľku na základe zmerania spektier v Measure Tool a následne vytvoriť profil (Profile Maker). Jeho súčasťou je aj Profil Editor, ktorý umožňuje napríklad úpravu gradačnej krivky (post-linearizácia), bieleho a čierneho bodu profilu a vizualizáciu ICC profilu v priestoroch CIELAB, CIELUV a CIEYxy.

#### Logo ColorLab

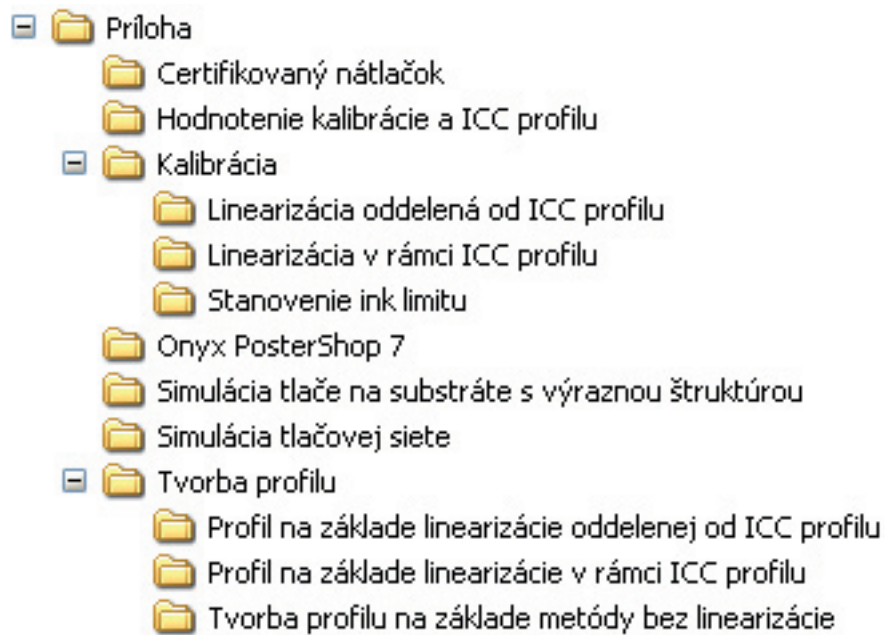
Voľne šíriteľný program, ktorý umožňuje napríklad vizualizáciu charakterizačných i referenčných dát, ktoré sú vo formáte *txt*, porovnávanie zmeraných hodnôt, priradenie ICC profilu. Veľmi dôležitou funkciou je tvorba testovacieho obrazca z vložených referenčných dát pre konkrétny spektrofotometer, ktorý je možné exportovať ako rastrový obraz vo formáte *tif*. Opačná cesta import *tif* súboru a export *txt* je iba do určitej veľkosti obrazu. Vyexportovaný *txt* súbor obsahuje hodnoty jednotlivých kanálov pre každý pixel obrazu.

#### Onyx PosterShop 7

RIP software, ktorý pozostáva z troch dôležitých častí Media Manager, Preflight a RIP-Queue. Media manager umožňuje kompletný popis média (typ papiera, farby, rozlíšenie, spôsob tvorby tlačovej siete...) a jeho kalibráciu. V RIP-Queue sú zoradené tlačové zákazky, ktorým je priradené požadované médium a pre kontrolu nastavenia média a správy farieb je možnosť ich otvoriť v Preflight. Ukážky jednotlivých častí Onyx PosterShopu [*preflight.swf*, *media manager.swf* a *RIP-Queue.swf*] sú súčasťou elektronickej prílohy [25].

### 3.4 Experimentálne metódy, výsledky a diskusia

Súčasťou diplomovej práce je elektronickej príloha, ktorá obsahuje súbory, na ktoré sa priamo odkazuje v texte, alebo sú uvedené v hranatých zátvorkách. Jednotlivé súbory sú zoradené v adresároch s názvom kapitoly, v ktorej sa nachádzajú. Prehľadný obsah elektronickej prílohy zobrazuje obr. 3.2.



Obr. 3.2: Štruktúra elektronickej prílohy

### 3.4.1 Kalibrácia

Kalibrácia zahrňuje linearizáciu, ink limity farieb a total ink limit. Boli použité 3 rôzne metódy linearizácie:

- linearizácia oddelená od ICC profilu,
- linearizácia v rámci ICC profilu,
- bez linearizácie.

#### Linearizácia oddelená od ICC profilu

Bola vytváraná v rámci Onyx PosterShop 7, pre vytvorené nové médiá Fomei REAL Velvet 256\_roll a Fomei REAL Velvet 256\_roll\_2 s charakteristikami uvedenými v tab. 3.3. Prístup Onyx PosterShopu 7 k linearizácii je na základe denzít.

Tab. 3.3: Charakteristiky vytvorených médií

Parameter	Fomei REAL Velvet 256_roll	Fomei REAL Velvet 256_roll_2
Rozlíšenie	1440 × 720 – MD	1440 × 720 – MD
Metóda sieťovania	OEM (Epson)	OEM (Epson)

Pre dané médium bol vytlačený linearizačný obrazec (obr. 2.6) s 33 vzorkovými poľami na kanál. Vytlačený linearizačný obrazec bol premeraný spektrofotometrom EyeOne. Zariadenie bolo v rámci Onyx PosterShopu 7 vyzvané ku kalibrácii na absolútnu bielu a následne k premeraniu bielej papiera. Výsledkom je *txt* súbor so zmeranými denzitami jednotlivých políčok [*denzity jednotlivých políčok lin. obrazca\_1440.DEN*]. Na základe zmeraných denzít boli v programe Onyx Postershop 7 v časti „vytvoriť linearizáciu“ nastavené limitné hodnoty denzít (Měřítko)

a N-faktory, ktoré požadovaný výstupný lineárny priebeh gradačnej krivky menia na priebeh so simulovaným nárastom bodu. Limitné hodnoty denzít a N-faktory sú uvedené v tab. 3.4 a 3.5. Pre priblíženie spôsobu určenia limitnej hodnoty denzít a významu N-faktoru viz. str. 40–41.

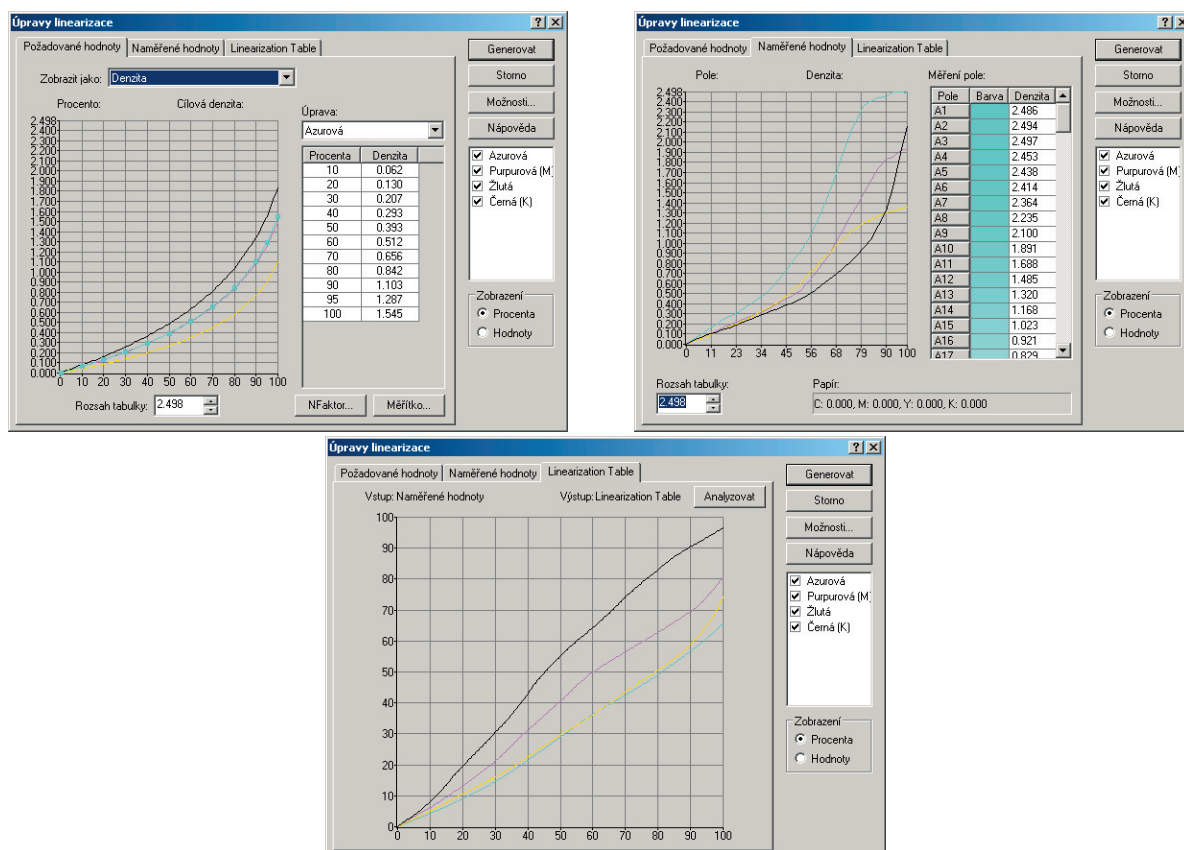
Tab. 3.4: Limitné hodnoty denzít a N-faktory pre médium Fomei REAL Velvet 256\_roll

Typ atramentu	Limitná hodnota denzity	N-Faktor
Cyan	1,55	1,5
Magenta	1,50	1,5
Yellow	1,10	1,0
Black	1,85	1,9

Tab. 3.5: Limitné hodnoty denzít a N-faktory pre médium Fomei REAL Velvet 256\_roll\_2

Typ atramentu	Limitná hodnota denzity	N-Faktor
Cyan	1,55	1,6
Magenta	1,50	1,5
Yellow	1,10	1,5
Black	1,85	1,9

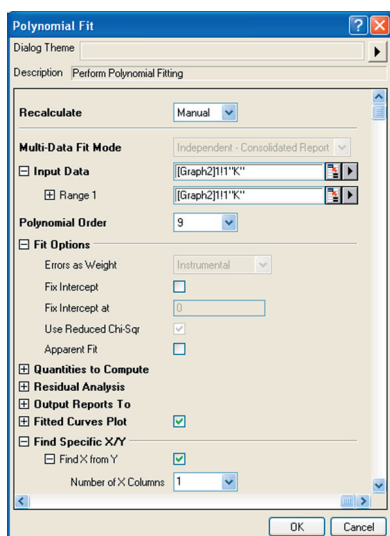
Total ink limit bol nastavený na hodnotu 350 %. V obr. 3.3 je zobrazená tvorba linearizácie v rámci Onyx PosterShop 7.



Obr. 3.3: Linearizácia v rámci Onyx PosterShop

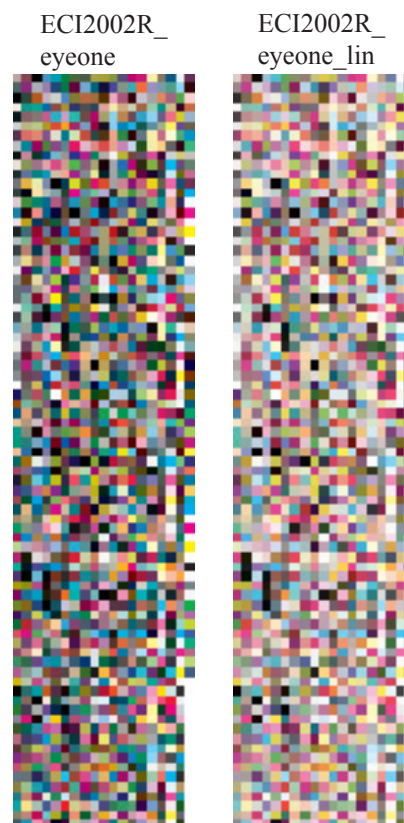
## Linearizácia v rámci ICC profilu [27]

Pre linearizáciu v rámci ICC profilu a kalibráciu bez linearizácie bolo vytvorené v rámci Onyx PosterShop 7 nové médium Fomei REAL Velvet bez linearizácie (2880 × 1440 dpi a metóda sieťovania OEM (Epson)). Na základe zmeraných denzít políčok linearizačného obrazca [*denzity jednotlivých políčok lin. obrazca\_2880.DEN*] boli spočítané výstupné tónové hodnoty podľa rovnice (3). Závislosť výstupných tónových hodnôt na vstupných bola preložená polynómom 9 stupňa v OriginLab 8 cestou Analysis>Fitting>Fit Polynomial (obr. 3.5). I napriek

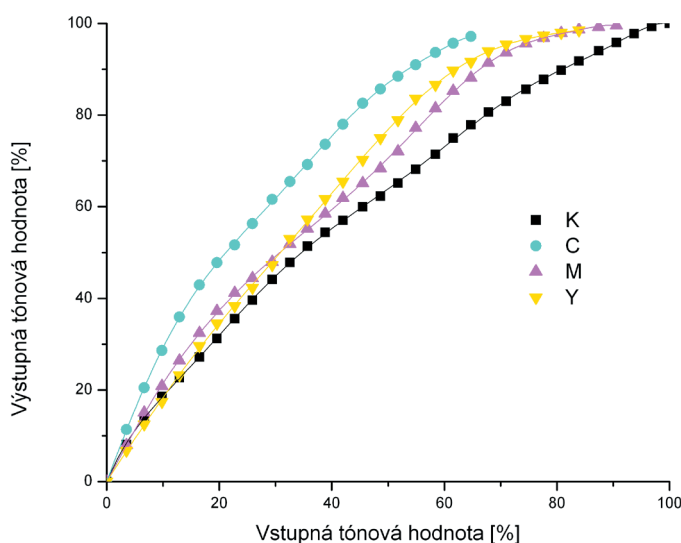


Obr. 3.5: Polynomial Fit

vysokému stupňu polynómu boli všetky nájdené parametre rovnice štatisticky významné, zároveň tento model dosahoval štatisticky najlepšieho preloženia experimentálnych dát. Podľa známej funkcie popisujúcej prenos tónovej hodnoty (obr. 3.6) boli vypočítané vstupné hodnoty pre požadovaný výstup pomocou príkazu Find X from Y. Požadovaný výstup tvorili C, M, Y, K hodnoty charakterizačného obrazca ECI2002R\_eye one, ktorý po linearizácii v OriginLab 8 tvoril nový charakterizačný obrazec ECI2002R\_eye one\_lin. Ink limity jednotlivých kanálov boli vsunuté ako maximálne vstupné hodnoty. Charakterizačné obrazce ECI2002R\_eye one, ECI2002R\_eyeone\_lin sú súčasťou elektronickej prílohy ako súbory *ECI2002R\_eyeone.txt*, *ECI2002R\_eyeone\_lin.txt*. *ECI2002R\_eyeone\_lin.txt* bol otvorený v ColorLab a následne bol vy-



Obr. 3.4: Charakterizačný obrazec ECI2002R



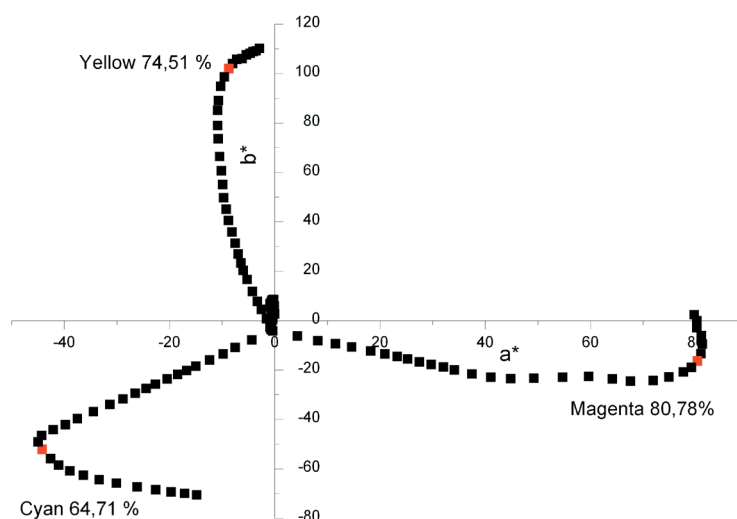
Obr. 3.6: Gradačná krivka

generovaný *tif* súbor, ktorý bol pri charakterizácii odoslaný do tlačiarne, ktorý je tiež súčasťou el. prílohy ako *ECI2002R\_eyeone\_lin.tif*.

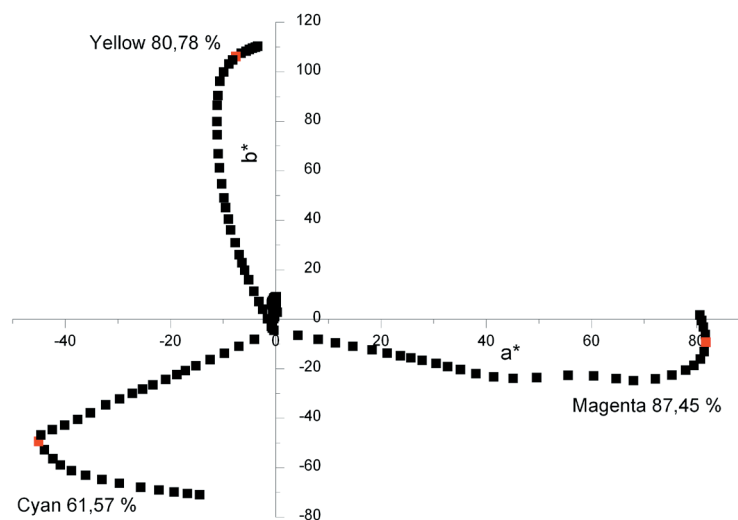
Pri vygenerovaní *tif* súboru bola zistená chyba v ColorLabe pri exportovaní *txt* súborov ako *tif*. Chybu dokazuje nasledujúca cesta File>Open>ECI2002\_eyeone\_lin.txt>Export (ako *tif* súbor)>Open>ECI2002\_eyeone\_lin.tif>Filter>Layout and Format>Spot Colors>Export (ako *txt* súbor). Po otvorení vyexportovaného *txt* súboru z *tifu* a porovnaním s pôvodným *txt* súborom sa jednotlivé hodnoty C, M, Y, K nepatrne odlišujú. Avšak aj malú odchýlku je treba brať do úvahy pri tvorbe profilu, a preto bol použitý pri charakterizácii ako referenčný súbor *ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.txt* [*ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.txt*], ktorý predstavuje skutočné referenčné C, M, Y, K hodnoty súboru *tif*.

### Stanovenie ink limitu (limitné hodnoty denzít)

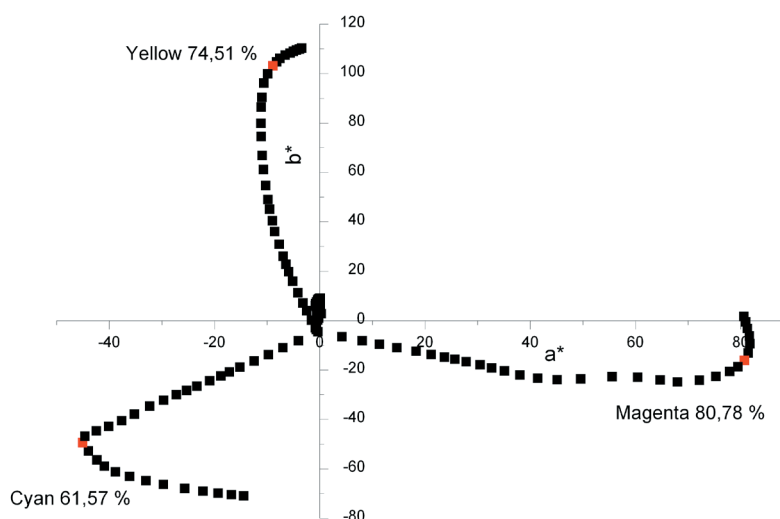
Bol vytlačený jeden linearizačný obrazec pre média Fomei REAL Velvet 265\_roll a Fomei REAL Velvet 265\_roll\_2 a ďalší pre linearizáciu v rámci profilu a kalibráciu bez linearizácie, ktoré sa líšia použitým rozlíšením, čo má za následok rôzny nárast tónovej hodnoty. Limitné hodnoty denzít (ink limity) boli stanovené zmeraním  $L^*$   $a^*$   $b^*$  hodnôt [zmerane Lab hodnoty lin obrazca 1440.txt a zmerane Lab hodnoty lin obrazca 2880.txt] a vynesением  $a^*$ ,  $b^*$  súradníc do grafu (obr. 3.7, 3.8, 3.9). Subjektívne boli vyberané limitné tónové hodnoty, od ktorých už nedochádza k zvyšovaniu chromy a zároveň u nich nedochádza k výraznej zmene odtieňa oproti menším tónovým hodnotám.



Obr. 3.7: Ink limity pre média Fomei REAL Velvet 256-roll a Fomei REAL Velvet 256-roll-2



Obr. 3.8: Ink limity pre linearizáciu v rámci profilu

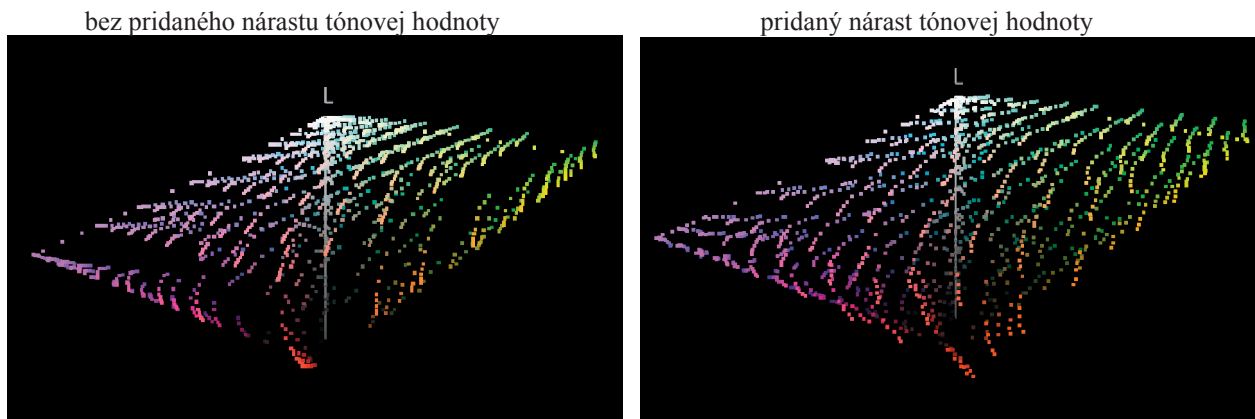


Obr. 3.9: Ink limity pre kalibráciu bez linearizácie

### Vplyv N-faktoru

Nastavenie N-faktoru v rámci linearizácie Onyx PosterShop 7 umožňuje pridávať nárast tónovej hodnoty (požadovaná gradačná krivka nie je lineárna). Nárast tónovej hodnoty má dopad na rozmiestnenie vzorkových polí charakterizačného obrazca v CIELAB priestore.

Pri pridanom náraste tónovej hodnoty došlo k pravidelnejšiemu rozmiestneniu týchto vzorkových bodov vytlačeného charakterizačného obrazca, čo prispieva k pravidelnejšiemu vzorkovaniu farebného chovania tlačiarne z pohľadu CIELAB farebného priestoru (obr 3.10 vpravo) a k vyššej presnosti vytvoreného profilu.



Obr. 3.10: Vplyv pridaného nárastu tónovej hodnoty

### 3.4.2 Tvorba profilu

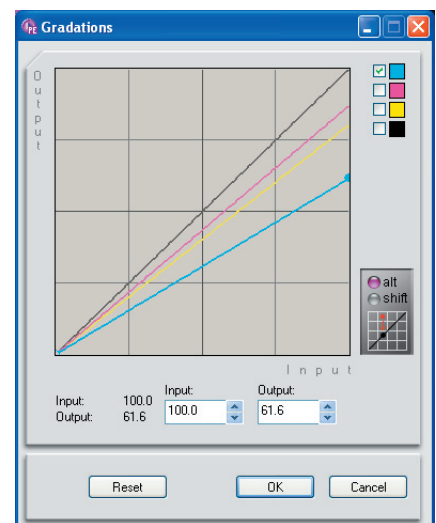
Pre každý typ kalibrácie bol vytlačený charakterizačný obrazec, ktorý bol premeraný spektrofotometrom EyeOne v rámci Measure Tool voči C, M, Y, K referenčným hodnotám. Na základe charakterizačných *txt* súborov bolo vytvorených niekoľko profilov.

#### Profil na základe linearizácie v rámci ICC profilu [27]

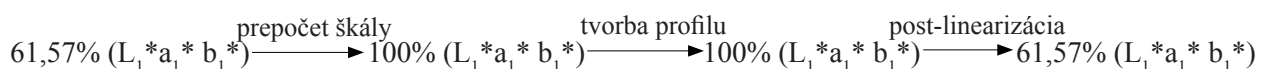
Vytlačený obrazec bol premeraný voči referenčným hodnotám *ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.txt*. Charakterizačný súbor so zmeranými spektrami obsahoval maximálne C, M, Y, K hodnoty dané príslušnými ink limitmi [zmerany *ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.txt*].

Pomocou lineárnej regresie bola prepočítaná celá tónová škála (napr. v prípade cyanu 0–61,57 % na 0–100 %) [zmerany *ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava\_norm.txt*]. Tento postup je dôležitý, pretože ponechanie pôvodných hodnôt by spôsobilo chyby pri výpočte profilu, kedy by chýbajúce hodnoty boli dopočítavané.

Takto pripravená charakterizačná tabuľka bola otvorená v Profile Maker, kde bol vygenerovaný profil uvedený v tab. 3.6. Profil musel byť následne otvorený v Profile Editor, kde príkazom File>Load Edits bola vložená post-linearizácia (obr. 3.11) [post-linearizácia do profilu na základe *ECI2002\_eyeone\_lin.pes*], ktorá vstupným 100% hodnotám priradila ako výstupné hodnoty ink limity. V prípade bez post-linearizácie by profil chybné predpokladal, že hodnoty  $L_1 * a_1 * b_1 *$  patria skutočne 100% cyan, ktorú by poslal na výstup (obr. 3.12).



Obr. 3.11: Post-linearizácia



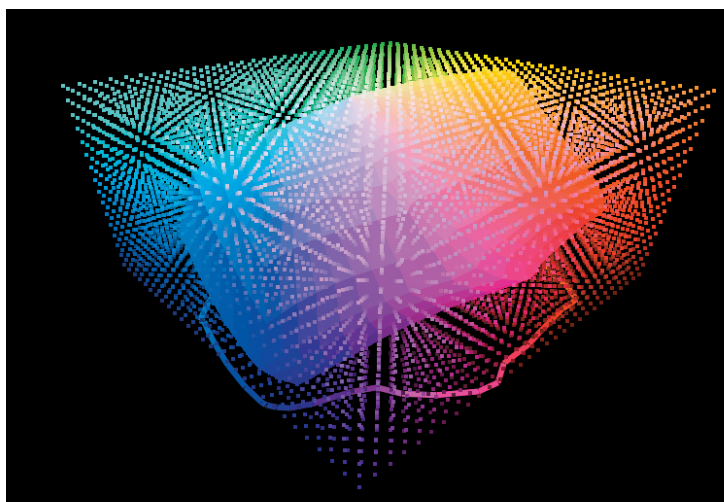
Obr. 3.12: Postup v prepočte správnej tónovej hodnoty

Tab. 3.6: Charakteristika profilu

Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
ECI2002R_eyeone_lin_oprava.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	350

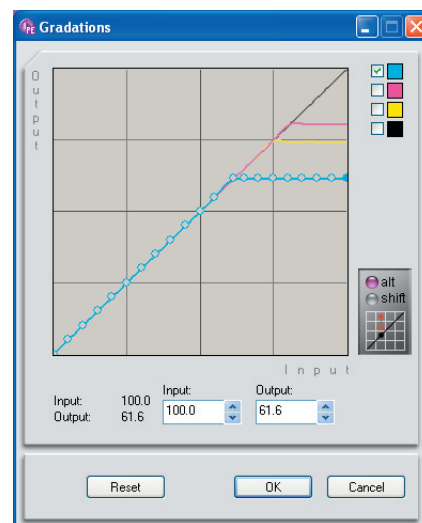
### Tvorba profilu na základe metódy bez linearizácie [27]

Táto metóda vznikla na podnet porovnania vplyvu N-faktoru, pretože určitý nárast tónovej hodnoty spôsobuje výhodnejšie rozmiestnenie vzorkových polí charakterizačného obrazca v priestore CIELAB.



Obr. 3.13: CIELAB kocka

Štruktúra charakterizačného obrazca bola navrhnutá tak, aby pravidelne popisovala tento priestor. Základ tvorila kocka s pravidelne rozmiestnenými  $L^*a^*b^*$  hodnotami (obr. 3.13). Následne museli byť vybrané iba tie  $L^*a^*b^*$  hodnoty, ktoré ležia vnútri gamutu výstupného zariadenia. Pre tento účel bol špeciálne vygenerovaný *profil bez kalibrácie.icc* [*profil bez kalibrácie.icc*] na základe charakt. obrazca IT8.7/3, ktorý bol vytlačený bez kalibrácie. Zmerané hodnoty charakterizačného obrazca sú súčasťou elektronickej prílohy ako zmeraný *IT8.7-3 CMYK Target.txt*. Do pripraveného profilu sa vsunula post-linearizácia (obr. 3.14) [*post-linearizacia do profilu bez kalibrácie.pes*] v Profile Editor, ktorá stanovila ink limity pre jednotlivé kanály. Na základe takto pripraveného profilu boli z  $L^*a^*b^*$  kocky vybrané len tie hodnoty, ktoré ležali vnútri gamutu výstupného zariadenia. Vybrané  $L^*a^*b^*$  hodnoty boli prevedené na C, M, Y, K referenčné hodnoty cez *profil bez kalibrácie.icc* v Adobe Photoshop CS2 cestou Úpravy>Převést do profilu (absolútne kolorimetrické vykreslenie). Charakterizačný obrazec bol vytlačený a premeraný spektrofotometrom. Taktiež ako v predchádzajúcom prípade bola pred generáciou profilu prepočítaná tónová škála [*zmerany testchart\_norm.txt*] a v Profile Editor vsunutá post-linearizácia pre obmedzenie výstupných hodnôt [*post-linearizacia do profilu na zaklade testchart.pes*].



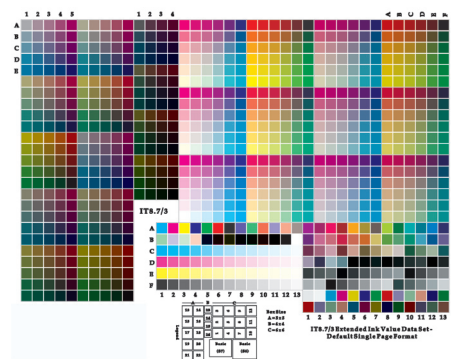
Obr. 3.14: Post-linearizácia

Tab. 3.7: Vygenerované profily a ich charakteristika

Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
profil bez kalibrácie.icc	LOGO Chroma Plus	MaxK	0	100	400
testchart1.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	350
testchart2.icc	LOGO Chroma Plus	MaxK	0	100	373

### Profil na základe linearizácie oddelenej od tvorby profilu

Pre média Fomei REAL Velvet 256\_roll a Fomei REAL Velvet 256\_roll\_2, ktoré sa odlišujú použitým N-faktorom, bol s využitím ich linearizácie vytlačený charakterizačný obrazec IT8.7/3 [zmeraný *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2.txt* a zmeraný *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll.txt*]. Vygenerované profily pre jednotlivé média sú uvedené v tab. 3.8 a 3.9.



Obr. 3.15: IT8.7/3

Tab. 3.8: Profily pre médium Fomei REAL Velvet 256\_roll

Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
IT873_Fomei REAL Velvet_roll1.icc	LOGO Chroma Plus	MaxK	0	100	350
IT873_Fomei REAL Velvet_roll2.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	350

Tab. 3.9: Profily pre médium Fomei REAL Velvet 256\_roll\_2

Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
IT873_Fomei REAL Velvet_roll_2_1.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	300
IT873_Fomei REAL Velvet_roll_2_2.icc	LOGO Chroma Plus	GCR3	0	100	350
IT873_Fomei REAL Velvet_roll_2_3.icc	LOGO Chroma Plus	UCR	0	100	350
Epson Stylus Pro 4880.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	349

### 3.4.3 Hodnotenie kalibrácie a ICC profilu

Jednotlivé ICC profily sa hodnotili vytlačením Ugra/Fogra CMYK Media Wedge (obr. 3.16), zmeraním spektier jednotlivých políčok a porovnaním s referenčnými hodnotami charakterizovanými dátovou sadou *FOGRA39\_MW3\_Subset.txt* [*FOGRA39\_MW3\_Subset.txt*] na základe podmienok stanovených normou ISO 12647-7 (tab. 2.4). Prevádzanie CMYK hodnôt Ugra/Fogra CMYK Media Wedge [*FOGRA 39 cmyk.tif*] cez vstupný profil *ISO\_v2\_coated.icc* [*ISOcoated\_v2\_eci.icc*] do príslušného výstupného profilu bolo možné buď v rámci Onyx PosterShop 7, alebo v Adobe Photoshop CS2. Na základe porovnania presnejšieho spôsobu prevodu, ktorý uvádza tab. 3.10 bola použitá správa farieb v Adobe Photoshop CS2.

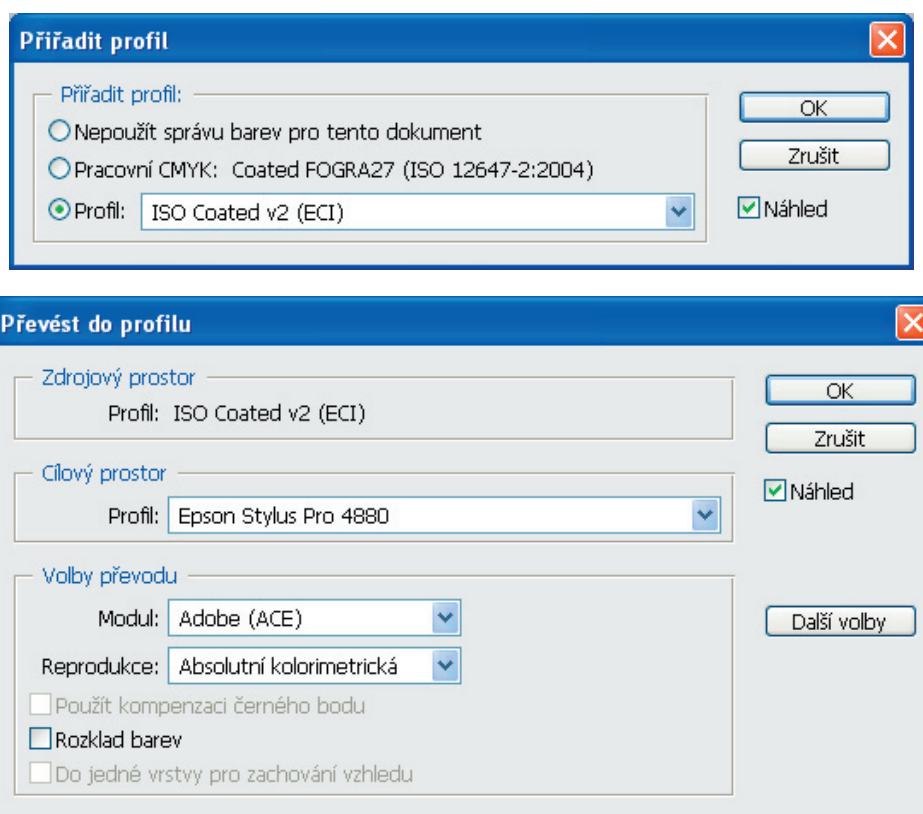


Obr. 3.16: Ugra/Fogra CMYK Media Wedge (polička primárnych farieb označené zeleným rámikom, pre tlačové šedé polička označené červeným rámikom a poličko simulácie farby materiálu označené žltým rámikom)

Tab 3.10: Porovnanie správa farieb v rámci Adobe Photoshop CS2 a Onyx PosterShop 7

Výstupný profil	Správa farieb v Adobe Photoshop CS2		Správa farieb v Onyx PosterShop 7	
	Priemerná $\Delta E_{ab}$	Max. $\Delta E_{ab}$	Priemerná $\Delta E_{ab}$	Max. $\Delta E_{ab}$
Epson Stylus Pro 4880.icc	1,51	4,82	1,66	5,05
Testchart2.icc	2,09	5,71	2,02	6,16

Postup správy farieb v Adobe Photoshop: Otvoriť (FOGRA 39 cmyk.tif) > Úpravy > Priradiť profil > Úpravy > Previest' do profilu (obr. 3.17). Vytlačený obrazec bol premeraný spektrofotometrom EyeOne v Measure Tool a porovnaný s referenčnými hodnotami: Tools > Comparing.



Obr. 3.17: Správa farieb v Adobe Photoshop CS2

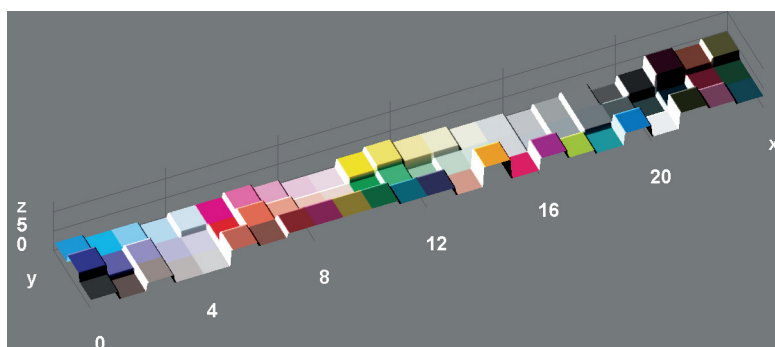
## Profil na základe linearizácie v rámci ICC profilu

### – ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.icc

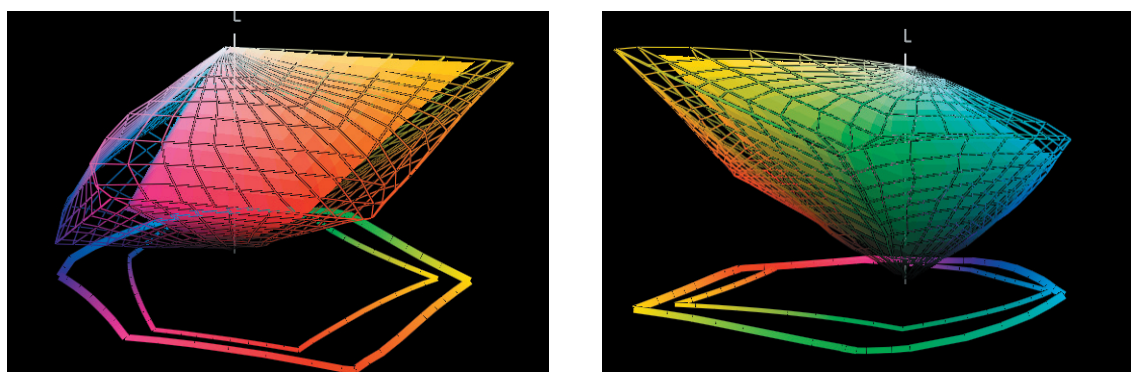
Tab. 3.11: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,12
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	6,28
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	2,18
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	3,64
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	2,34
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	1,06

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.icc* nespĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7 kvôli hodnote maximálnej  $\Delta E_{ab}$  všetkých políčok, ktorá je vyššia ako tolerancia špecifikovaná v norme.



Obr. 3.18: Vizualizácia hodnôt farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt (*ECI2002R\_eyeone\_lin\_oprava.icc*)



Obr. 3.19: Porovnanie gamutu tlačiarne s linearizáciou v rámci icc profilu (mriežkové zobrazenie v CIELAB priestore) s gamutom profilu ISO\_v2\_coated.icc (hladké zobrazenie v CIELAB priestore)

## Profil na základe metódy bez linearizácie

### – testchart1.icc

Tab. 3.12: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,41
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	7,76
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	2,05
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	4,08
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	2,15
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	1,21

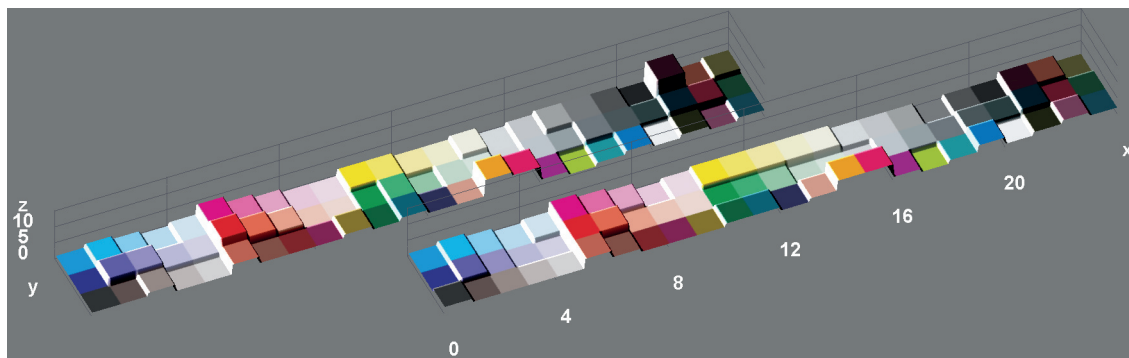
Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *testchart1.icc* nespĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7 kvôli hodnote maximálnej  $\Delta E_{ab}$  všetkých políčok, ktorá je vyššia ako tolerancia špecifikovaná v norme.

### – testchart2.icc

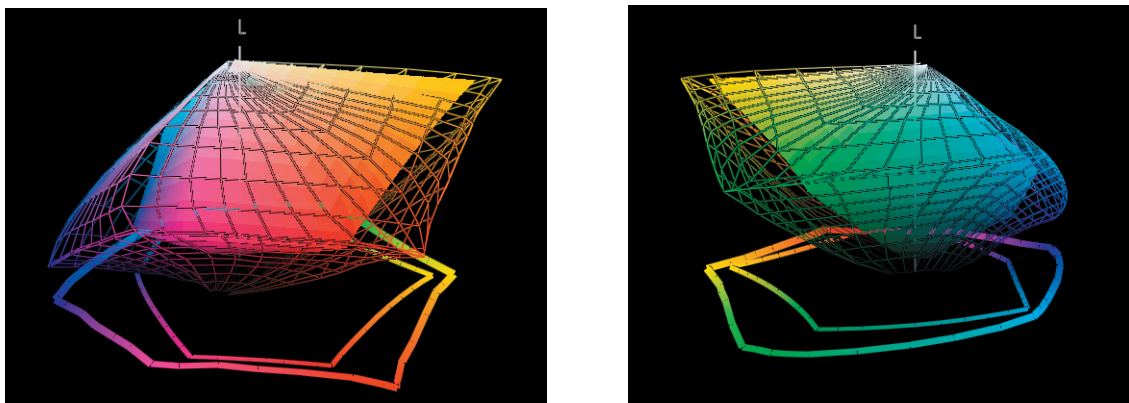
Tab. 3.13: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,46
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	5,71
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	2,17
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	4,04
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	2,09
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,79

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *testchart2.icc* spĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7.



Obr. 3.20: Vizualizácia hodnôt farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt (zľava Testchart1, Testchart2)



Obr. 3.21: Porovnanie gamutu tlačiarne bez linearizácie (mriežkové zobrazenie v CIELAB priestore) s gamutom profilu ISO\_v2\_coated.icc (hladké zobrazenie v CIELAB priestore)

### Profil na základe linearizácie oddelenej od tvorby profilu

#### – IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_1.icc

Tab. 3.14: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,21
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	5,17
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,81
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	2,4
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	1,72
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,2

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_1.icc* spĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7.

#### – IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_2.icc

Tab. 3.15: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,35
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	5,06
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,71
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	3,01
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	1,89
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,53

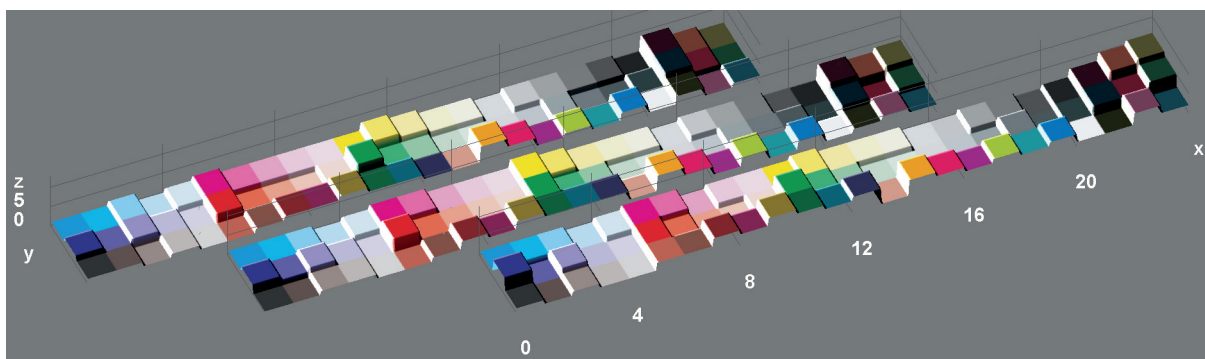
Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_2.icc* spĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7.

– **IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_3.icc**

Tab. 3.16: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,28
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	6,98
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	2,25
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	2,82
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	2,2
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,37

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_3.icc* nespĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7 kvôli hodnote maximálnej  $\Delta E_{ab}$  všetkých políčok, ktorá je vyššia ako tolerancia špecifikovaná v norme.



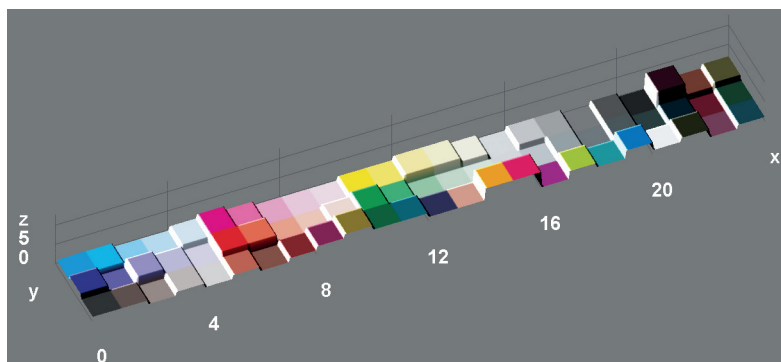
Obr. 3.22: Vizualizácia hodnôt farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt (zľava *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_1.icc*, *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_2*, *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll\_2\_3*)

– **Epson Stylus Pro 4880.icc**

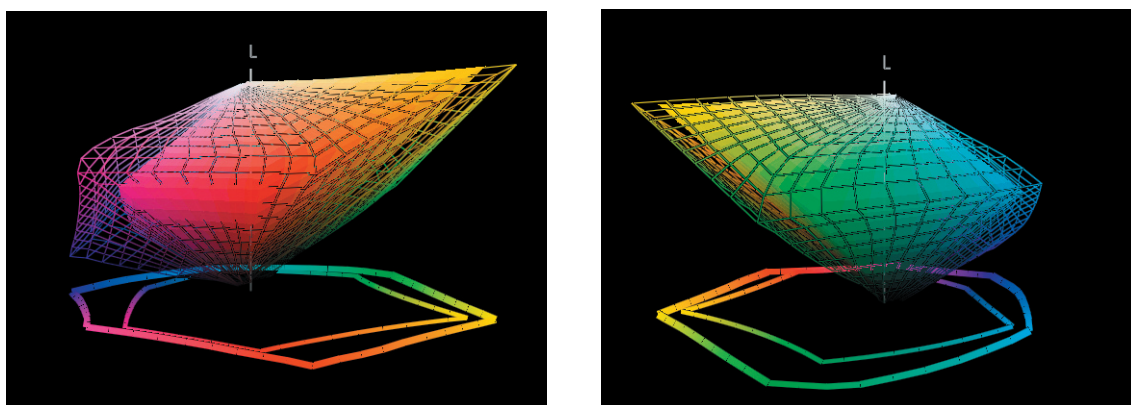
Tab. 3.17: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,4
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	4,7
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,62
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	2,36
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	1,52
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,49

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *Epson Stylus Pro 4880.icc* spĺňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7.



Obr. 3.23: Vizualizácia hodnôt farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt (Epson Stylus Pro 4880.icc)



Obr. 3.24: Porovnanie gamutu tlačiarne pre médium Fomei REAL Velvet-roll-2 (mriežkové zobrazenie v CIELAB priestore) s gamutom profilu ISO\_v2\_coated.icc (hladké zobrazenie v CIELAB priestore)

#### – IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll1.icc

Tab. 3.18: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	0,78
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	9,5
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,89
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	9,5
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	2,03
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,59

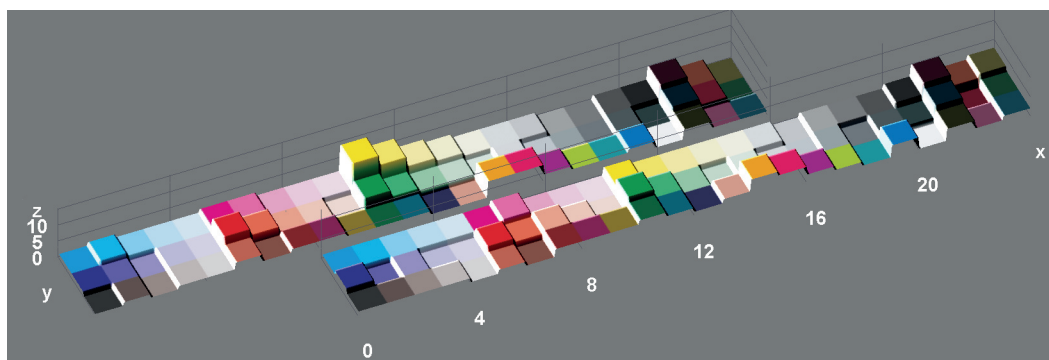
Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll1.icc nesplňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7 kvôli hodnote maximálnej  $\Delta E_{ab}$  všetkých políčok a primárnych farieb, ktoré sú vyššie ako tolerancie špecifikované v norme.

– **IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll2.icc**

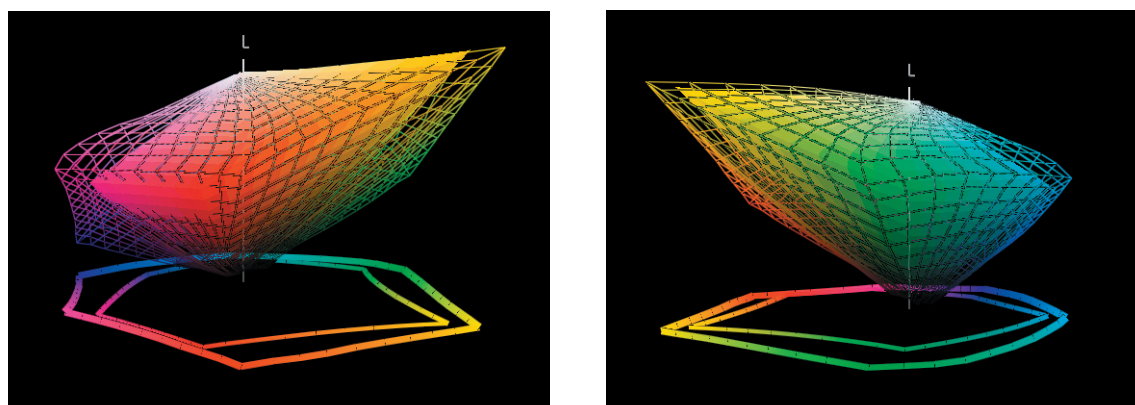
Tab. 3.19: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	0,73
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	5,69
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,98
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	2,35
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	1,81
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,53

Odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge pri použití výstupného profilu *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll2.icc* splňujú podmienky pre certifikovaný nátláčok stanovené normou ISO 12647-7.



Obr. 3.25: Vizualizácia hodnôt farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt (zľava *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll1*, *IT873\_Fomei REAL Velvet\_roll2*)



Obr. 3.26: Porovnanie gamutu tlačiarne pre médium *Fomei REAL Velvet-roll* (mriežkové zobrazenie v CIELAB priestore) s gamutom profilu *ISO\_v2\_coated.icc* (hladké zobrazenie v CIELAB priestore)

### 3.4.4 Certifikovaný nátláčok

Úlohou certifikovaného nátláčku bola simulácia ofsetovej tlače (papier typ 1) charakterizovaná dátovou sadou Fogra39L. Na základe najlepších výsledkov odchýlok kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge (tab. 3.17) bola použitá linearizácia Fomei REAL Velvet\_roll\_2, profil *Epson Stylus Pro 4880.icc* a správa farieb v Adobe Photoshop CS2. V rámci farebnej správnosti boli sledované parametre:

- odchýlky kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge od referenčných hodnôt *FOGRA39\_MW3\_Subset.txt* (tab. 2.4) a hodnôt konkrétnej ofsetovej tlače.
- priemerná farebná odchýlka  $\Delta E_{ab}$  a 95% kvantil 226 okrajových políčok farebného rozsahu [226 okrajových políčok\_referenčné hodnoty.txt] ofsetovej tlače charakterizovanej profilom *ISOcoated\_v2\_eci.icc*,
- priemerná farebná odchýlka  $\Delta E_{ab}$  a 95% kvantil 1628 políčok (kombinácií C, M, Y, K hodnôt) od referenčných hodnôt získaných z *ISOcoated\_v2\_eci.icc* [1628 políčok\_referenčné hodnoty.txt].



Obr. 3.27: 226 okrajových políčok farebného rozsahu

Tab. 3.20: Priemerné farebné odchýlky 226 okrajových políčok a 1628 políčok

Meraná hodnota	226 políčok		1628 políčok	
	Tolerancia	Stav	Tolerancia	Stav
Priemerná $\Delta E_{ab}$	$\Delta E_{ab} \leq 4$	1,87	$\Delta E_{ab} \leq 4$	1,63
95% kvantil	$\Delta E_{ab} \leq 6$	3,75	$\Delta E_{ab} \leq 6$	3,22

Odchýlky kontrolného prúžku boli v rámci certifikovaného nátláčku kontrolované vzhľadom k referenčným hodnotám i k hodnotám získaných hárkov konkrétnej ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 (papier typ 1). Na základe vzájomného porovnania sa zisťovala schopnosť certifikovaného nátláčku simulovať danú tlač.

Kontrola ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 bola na základe farebných odchýlok primárnych farieb na tlačovom hárku oproti referenčným hodnotám (tab. 3.21), ktoré sú uvedené i v dátovej sade *FOGRA39\_MW3\_Subset.txt*. Tolerancie v tab. 3.21 špecifikuje norma ISO 12647-2.

Tab. 3.21: Kontrola farebných odchýliek plných plôch primárnych farieb

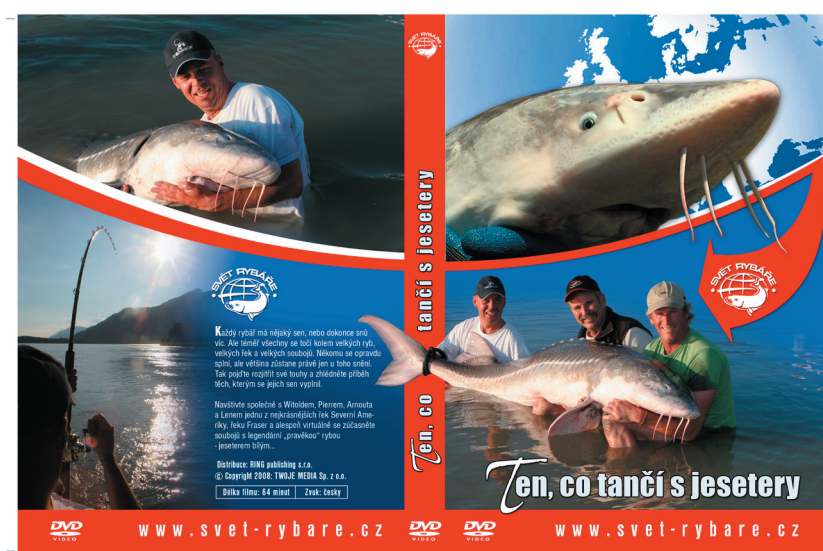
Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Max. $\Delta E_{ab}$ cyan	5	2,56
Max. $\Delta E_{ab}$ magenta	5	2,40
Max. $\Delta E_{ab}$ yellow	5	4,06
Max. $\Delta E_{ab}$ black	5	1,93

Farebné odchýlky plných plôch primárnych farieb sa nachádzajú v rámci tolerancií, avšak ďalšie premenné tlače (papier, nárast tónovej hodnoty...) mali za následok vysoké farebné odchýlky prevažne v pretlačových poličkách (tab. 3.22).

Tab. 3.22: Farebná odchýlka kontrolného prúžku na tlačovom hárku od referenčných hodnôt FOGRA39\_MW3\_Subset.txt

Meraná hodnota	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých poličok	10,82
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých poličok	4,61

Nátlačok pozostával z vytlačenia súboru *certifikovaný nátlačok.pdf* [*certifikovaný nátlačok.pdf*] (obr. 3.28), ktorý obsahoval základný motív simulovaného hárku produkčnej tlače, Ugra/Fogra CMYK Media Wedge a tabuľku so základnými charakteristikami a výsledkom nátlačku. Prevod do CMYK nátlačkovej tlačiarne prebiehal v Adobe Acrobat CS4, u ktorého bolo overené, že jeho CMS funguje identicky ako u Adobe Photoshop CS2. Bola použitá linearizácia Fomei REAL Velvet 256\_roll\_2.



Vykonan: Darcová Jana  
Referenčné dáta: Fogra39\_MW3\_Subset.txt  
Referenčný profil: ISOcolor25\_cic1icc  
Tlačiareň: Epson Stylus Pro 4880

Profil nátlačku: Epson Stylus Pro 4880.icc  
Nátlačkový systém: Onyx PosterShop 7  
Verzie zaradenie: EyeOne  
Dátum: 29. 3. 2010

Kritérium	ΔE/ΔH	Tolerancia	Stav
Max. ΔE <sub>a</sub> simulácie farby materiálu		3	
Max. ΔE <sub>a</sub> cyan		5	
Max. ΔE <sub>a</sub> magenta		5	
Max. ΔE <sub>a</sub> yellow		5	
Max. ΔE <sub>a</sub> black		5	
Priemerná ΔE <sub>a</sub> všetkých poličok		3	
Max. ΔE <sub>a</sub> všetkých poličok		6	
Max. ΔH primárnych farieb		2.5	
Priemerná ΔH pretlačových ledičok		1.5	

Celkový stav:

OK

NOK

Obr. 3.28: Certifikovaný nátlačok

Na základe zmeraných hodnôt kontrolného prúžku boli stanovené jednotlivé odchýlky podľa normy ISO 12647-7 (tab. 3.23), ktoré splňujú tolerancie pre certifikovaný nátlačok.

Tab. 3.23: Odchýlky políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	1,25
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	4,44
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	1,38
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	2,21
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	1,5
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	0,53

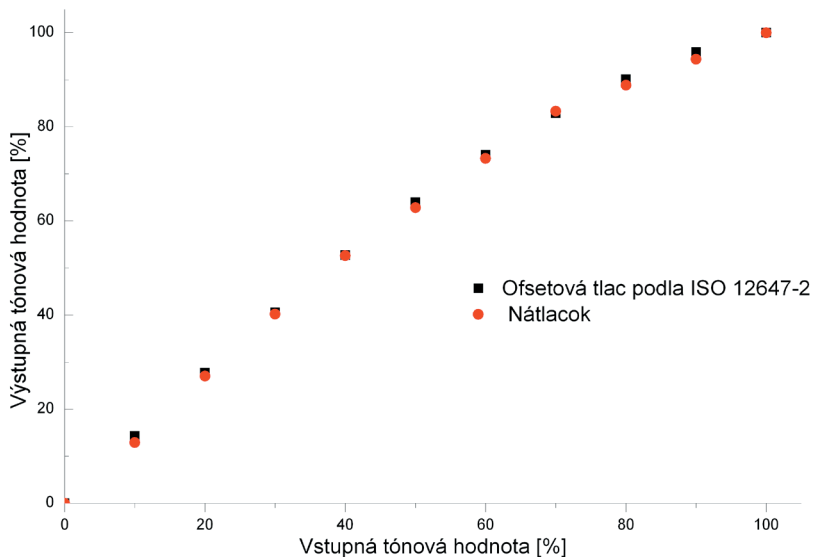
Porovnanie kontrolného prúžku na certifikovanom nátlaku a na hárku konkrétnej ofsetovej tlače uvádza tab. 3.24.

Tab. 3.24: Farbové odchýlky kontrolného prúžku na nátlaku od referenčných hodnôt na tlačovom hárku konkrétnej ofsetovej tlače

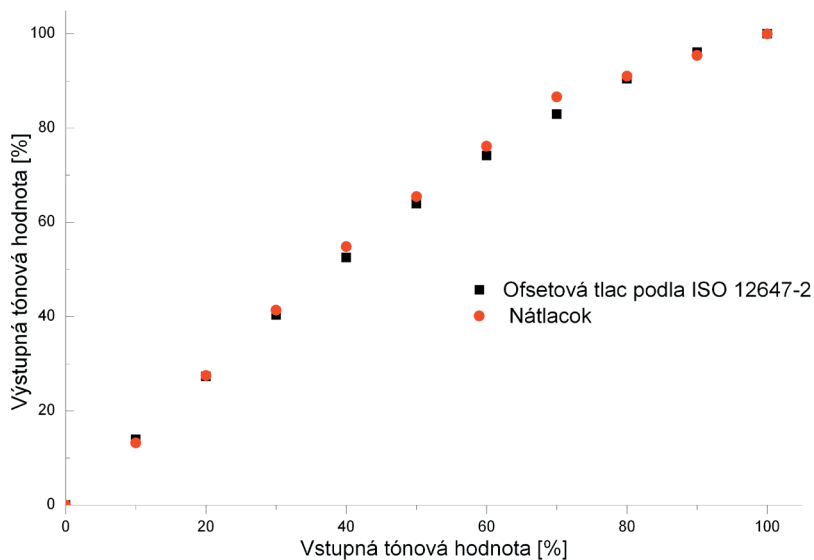
Meraná hodnota	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	10,95
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	4,96

### Prenos tónovej hodnoty

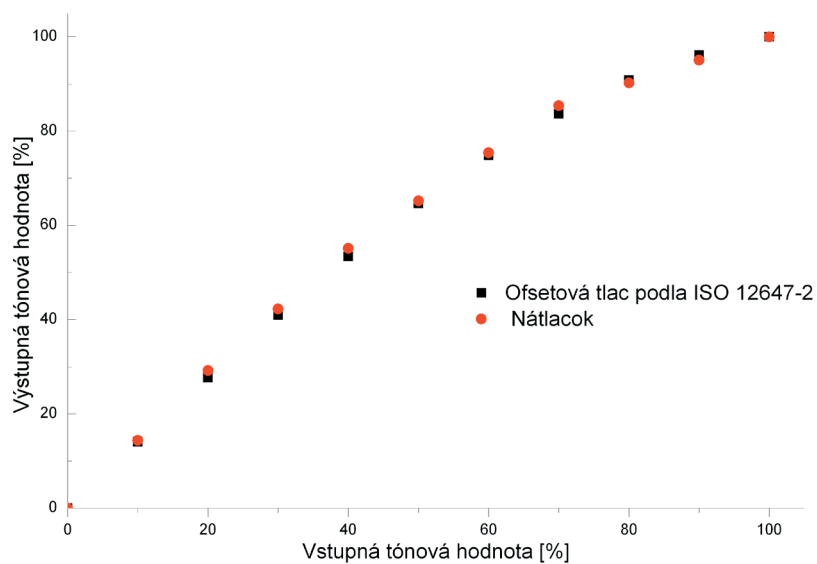
Prenosové krivky tónovej hodnoty nátlaku sú porovnané s prenosovými krivkami ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 (papier typ 1, 2), ktoré charakterizuje dátová sada Fogra39L (obr. 3.29–3.32). Norma ISO 12647-7 špecifikuje maximálny rozdiel vo výstupnej tónovej hodnote vyššie uvedených prenosových kriviek 5 %. Jednotlivé rozdiely uvedené v tab. 3.25 sú v rámci tolerancie.



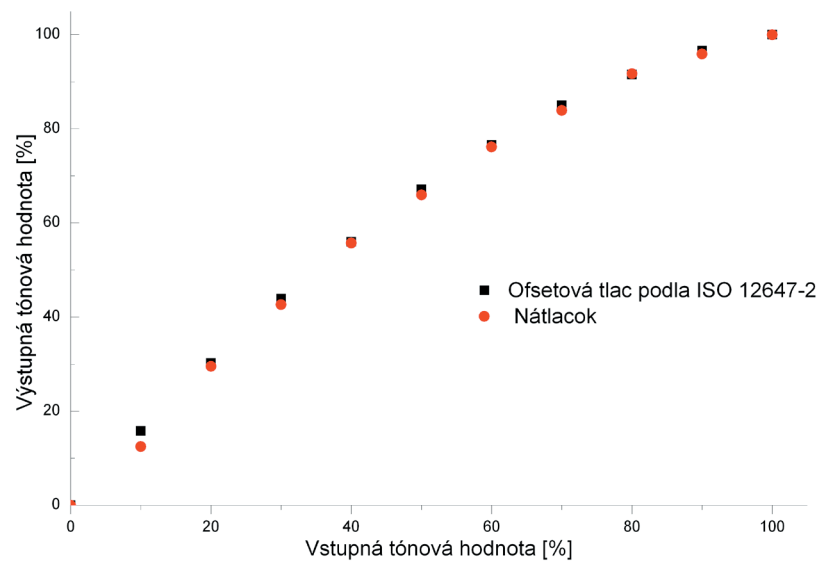
Obr. 3.29: Gradačná krivka – azúrová



Obr. 3.30: Gradačná krivka – purpurová



Obr. 3.31: Gradačná krivka yellow



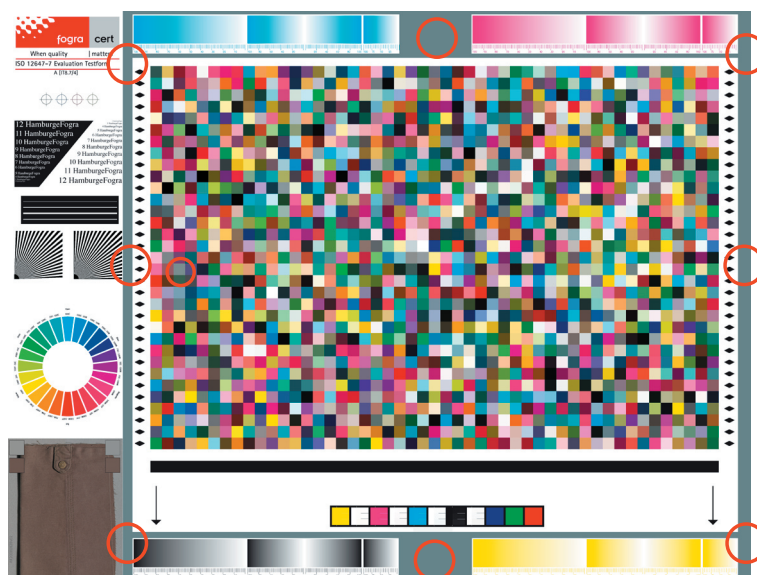
Obr. 3.32: Gradačná krivka black

Tab. 3.25: Rozdiel výstupnej tónovej hodnoty špecifikovanej A a B krivkou v ISO 12647-2 a výstupnej tónovej hodnoty nátláčku

Vstupná tónová hodnota	Rozdiel vo výstupnej tónovej hodnote			
	cyan	magenta	yellow	black
0	0	0	0	0
10	1,4	0,78	0,29	3,35
20	0,73	0,2	1,54	0,72
30	0,4	0,98	1,35	1,25
40	0,14	2,35	1,73	0,26
50	1,12	1,49	0,56	1,2
60	0,76	2	0,57	0,44
70	0,49	3,63	1,71	1,09
80	1,33	0,57	0,64	0,18
90	1,5	0,63	1,11	0,72
100	0	0	0	0

Pre kontrolu ďalších parametrov nátláčku uvedených v norme ISO 12647-7 bol vytlačený kontrolný hárok [kontrolný hárok.pdf] s linearizáciou Fomei REAL Velvet\_roll\_2 a bez správy farieb, kde sa sledovali nasledujúce premenné:

- **homogenita tlače na 9 miestach tlačového hárku**  
9 políčok, u ktorých sa sledovala variabilita vyfarbenia sú označené na obr. 3.33. Podľa normy ISO 12647-7 by nemala prekročiť smerodajná odchýlka hodnotu 0,5.



Obr. 3.33: Kontrolný hárok [26]

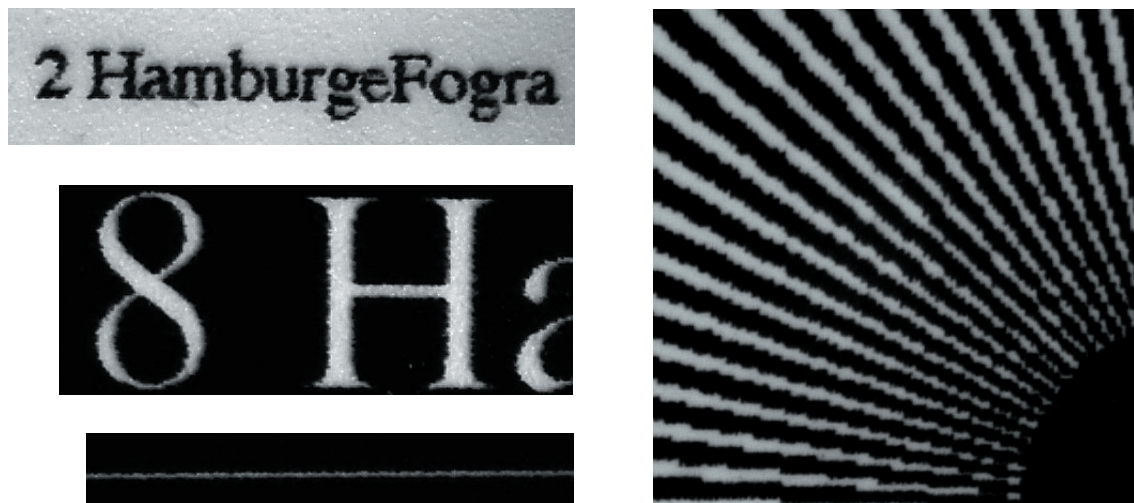
Tab. 3.26: Smerodajná odchýlka  $L^*a^*b^*$  hodnôt 9 kontrolných políčok

Hodnota	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Smerodajná odchýlka	0,12	0,09	0,22

Smerodajná odchýlka  $L^* a^* b^*$  hodnôt 9 kontrolných políčok neprekročila hodnotu 0,5. Variabilita vyfarbenia tlačového hárku spĺňa podmienku stanovenú normou ISO 12647-7.

– **rozlišovacia schopnosť**

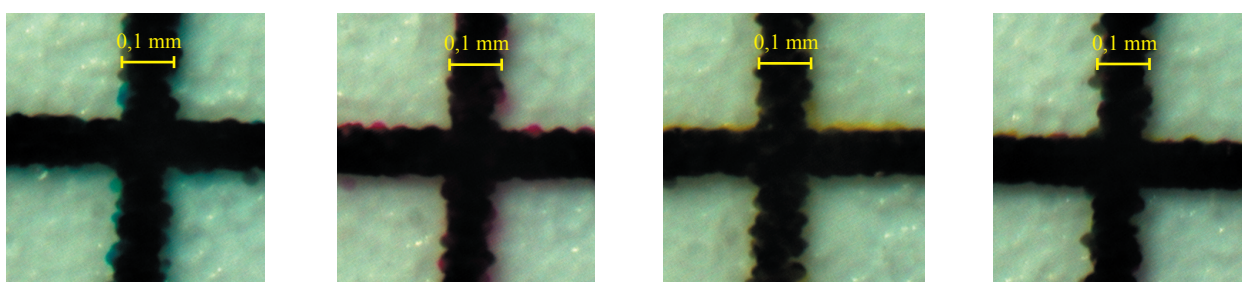
Sledovala sa schopnosť reprodukovať 2 bodové pozitívne bezpätkové písmo, 8 bodové negatívne písmo a 2 bodovú negatívnu linku. Pre vizuálnu kontrolu rozlišovacej presnosti sa na testovacom obraze nachádzali dve siemensove hviezdy.



Obr. 3.34: Obrazce pre kontrolu rozlišovacej schopnosti

– **presnosť v sútláči**

Na kontrolnom obraze boli umiestnené 4 sútláčové kríže, ktoré boli vytlačené kombináciami: čierna-magenta, čierna-yellow, čierna-cyan a sútláč všetkých 4 separácií. Posun medzi jednotlivými kombináciami nesmie byť viac ako 0,05 mm. Snímky z mikroskopu (obr. 3.35) ukazujú splnenie podmienky sútláče špecifikované v norme ISO 12647-7.



Obr. 3.35: Snímky posunu jednotlivých kombinácií

– **variabilita farebnosti primárnych a sekundárnych farieb v závislosti na čase**

Sledovala sa farebná odchýlka plných plôch primárnych a sekundárnych farieb po uplynutí 24 hodín v tme, ktorá by podľa normy ISO 12647-7 nemala prekročiť hodnotu 1,5. Prvé meranie  $L^*a^*b^*$  hodnôt prebiehalo 15 minút po tlači a ďalšie po 24 hodinách. Farebné odchýlky jednotlivých farieb udáva tab. 3.27.

Tab. 3.27: Variabilita farebnosti primárnych a sekundárnych farieb v závislosti na čase

Farba	15 minút			24 hodín			$\Delta E_{ab}$
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
azúrová	59,5	-43,19	-53,79	59,52	-43,08	-53,71	0,14
purpurová	52,95	80,41	-15,56	53	80,4	-15,66	0,11
žltá	89,21	-8,2	102,5	89,26	-8,32	102,52	0,13
čierna	10,02	0,21	6,29	10,05	0,16	6,17	0,13
červená	51,08	70,34	66,7	51	70,3	66,58	0,14
zelená	50,7	-78,5	44,73	50,78	-78,26	45,01	0,38
modrá	17,13	48,18	-68,75	17,2	48,23	-68,89	0,16

Nízke farebné odchýlky, ktoré môžu byť spôsobené aj chybou opakovaného merania spektrofotometru EyeOne, sú pod hodnotou 1,5, čím je splnená podmienka variability farebnosti primárnych a sekundárnych farieb na čase.

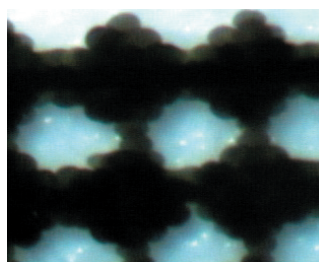
### 3.4.5 Simulácia tlačovej siete

Cieľ bol simulovať tlačovú sieť poskytnutých hárkov. Parametre tlačovej siete uvádza tab. 3.28. Pre simuláciu AM siete bol použitý rasterizér v Adobe Photoshop CS2, pretože simulácia AM siete v rámci voľby siete v konfigurácii tlačiarne Onyx PosteShopu 7 nevedla k dobrým výsledkom. Tvorba siete neodpovedala AM sieti a nebola bližšie špecifikovaná.

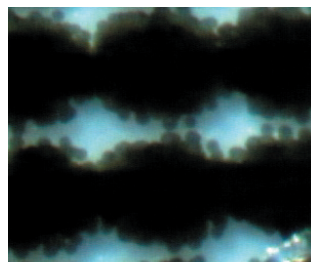
Tab. 3.28: Parametre tlačovej siete

Parameter	Stav
Modulácia siete	AM
Frekvencia siete	175 lpi
Rozlíšenie tlače	2400 dpi
Natočenie siete – cyan	165°
Natočenie siete – magenta	105°
Natočenie siete – yellow	0°
Natočenie siete – black	45°
Tvar tlačového bodu	eliptický

V rámci simulácie siete mohli byť použité dva typy rozlíšenia nátláčkovej tlačiarne 2880 × 1440 a 1440 × 720 dpi. Porovnanie vzhľadu tlačového bodu pre 50% tónovú hodnotu pri oboch typoch rozlíšenia ukazuje obr. 3.36 a 3.37.



Obr. 3.36: 1440 × 720  
MD, 100 lpi



Obr. 3.37: 2880 × 1440,  
100 lpi

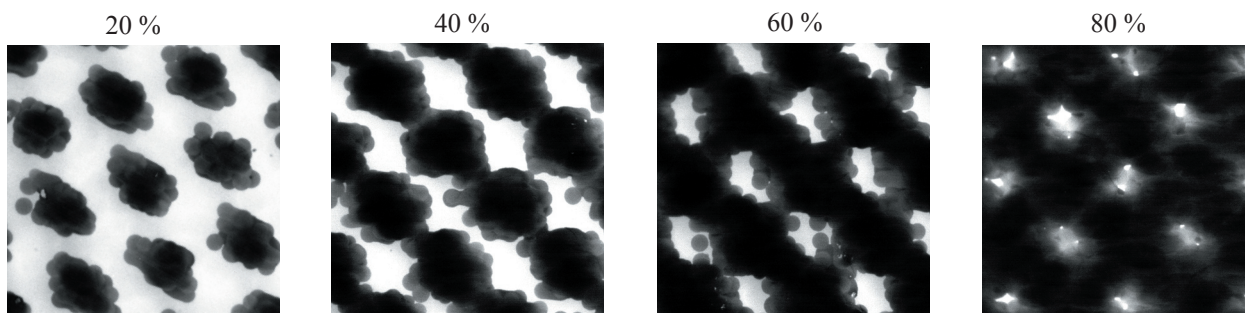
Pre simuláciu bolo použité vyššie rozlíšenie i napriek vyššiemu nárastu tlačového bodu. Pretože s použitím nižšej hodnoty rozlíšenia a zachovania lineatúry siete 175 lpi, by došlo k rapídному zníženiu počtu úrovní šedej, čo by znamenalo problém pri simulácii tónových prechodov v obraze. Ďalší faktor ovplyvňujúci počet úrovní šedej je tvar sieťovej tónovej bunky. V našom prípade má sieťová tónová bunka pomer strán 2:1 a preto rovnica pre výpočet počtu úrovní šedej sa mení na tvar

$$G + 1 = \frac{dpi_1}{lpi} \frac{dpi_2}{lpi} \quad (4)$$

$dpi_1$  – horizontálne rozlíšenie

$dpi_2$  – vertikálne rozlíšenie

Pre zvolené rozlíšenie bol vytlačený testovací obrazec s tónovými škálami pre jednotlivé úrovne lineatúry siete na zistenie maximálnej lineatúry, ktorú je tlačiareň ešte schopná vytlačiť. Obr. 3.38 ukazuje snímky jednotlivých plošných pokrytí pri 175 lpi a 2880 dpi.

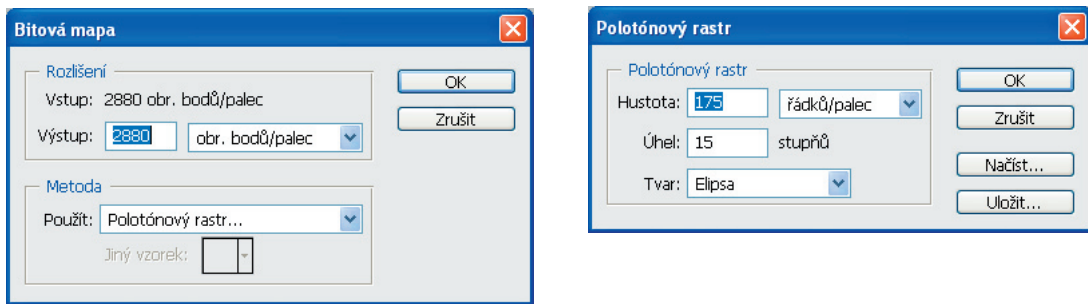


Obr. 3.38: Snímky eliptického bodu pri 170 lpi a 2880 × 1440 dpi

## Linearizácia

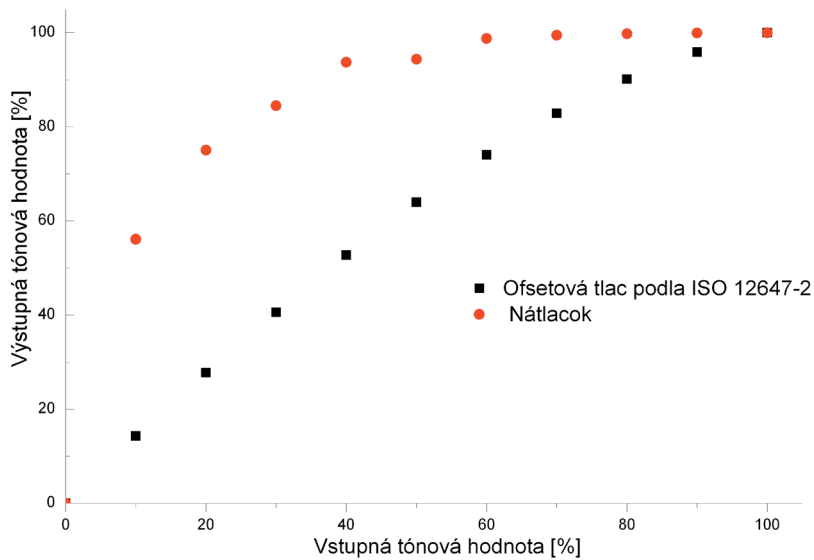
Linearizačný obrazec (obr. 2.6) s 33 vzorkovými poľami na kanál bol vytvorený v Adobe Photoshop CS2, kde sa s definovaným nastavením siete vytvorila bitmapa pre jednotlivé kanály, ktoré boli následne spojené v jeden kompozitný CMYK súbor, v ktorom mali jednotlivé kanály tvorenú tónovú hodnotu na základe AM siete s parametrami uvedenými v tab. 3.28 (obr. 3.39).

V Onyx PostterShop 7 bolo vytvorené nové médium full resolution bez linearizácie (rozlíšenie 2880 × 1440, spôsob sieťovania OEM (Epson)). Zmeraním linearizačného obrazca v Measure Tool spektrofotometrom EyeOne sa vyexportovali gradačné krivky pre jednotlivé kanály [zmerany linearizačný obrazec\_sieť.txt].

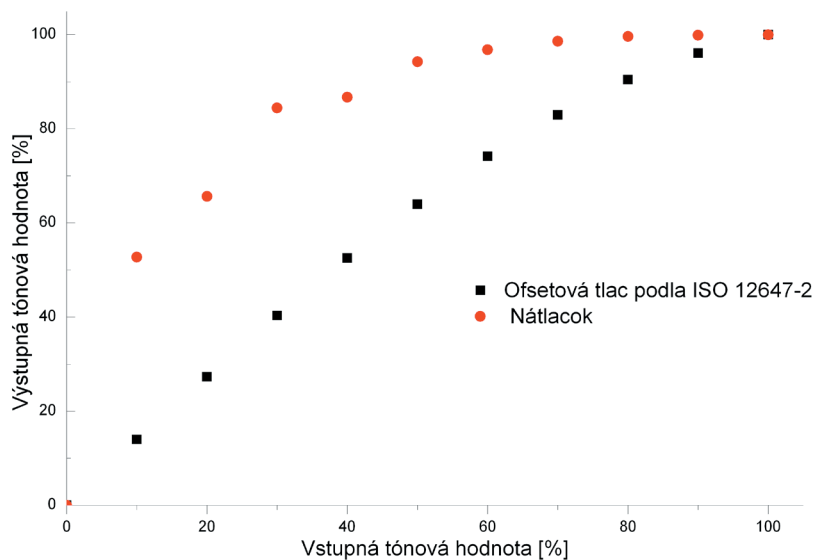


Obr. 3.39: Vytvorenie bitmapy s polotónovým rastrom

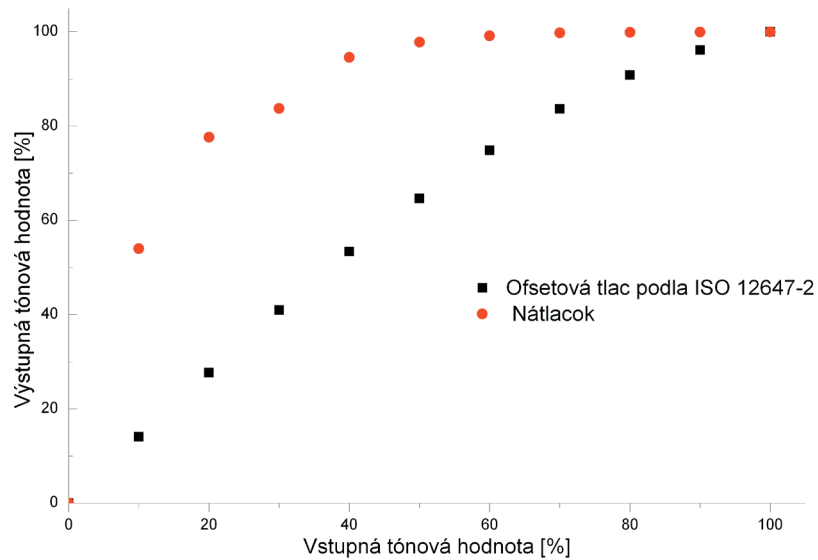
Cieľ linearizácie nebol dosiahnuť lineárnej gradačnej krivky, ale simulovať nárast tónovej hodnoty ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 (papier typ 1). Porovnanie gradačných kriviek ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 a gradačných kriviek zmeraného linearizačného obrazca zobrazujú obr. 3.40–3.43.



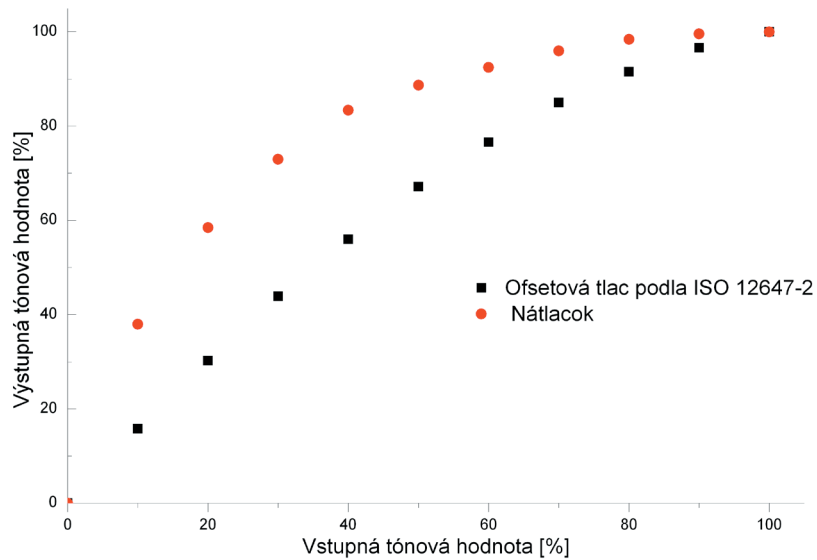
Obr. 3.40: Gradačná krivka – azúrová



Obr. 3.41: Gradačná krivka – purpurová



Obr. 3.42: Gradačná krivka yellow



Obr. 3.43: Gradačná krivka black

Získané gradačné krivky boli preložené polynómom 5 stupňa. Pomocou funkcie Find X from Y v OriginLab 8 boli spočítané vstupné hodnoty C, M, Y, K (tab. 3.29) pre požadované výstupné hodnoty charakterizované tónovými hodnotami ofsetovej tlače.

Tab. 3.29: Vstupné vs. požadované výstupné hodnoty

Pôvodná tónová hodnota	Požadované výstupné hodnoty				Vstupné hodnoty			
	cyan	magenta	yellow	black	cyan	magenta	yellow	black
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	14	14	14	16	2	2	2	4
20	28	27	28	30	4	4	4	8
30	41	40	41	44	6	7	7	12
40	53	53	53	56	9	11	10	18
50	64	64	65	67	13	16	14	25
60	74	74	75	77	19	24	19	33
70	83	83	84	85	27	33	27	43
80	90	90	91	92	38	43	37	56
90	96	96	96	97	49	55	46	74
100	100	100	100	100	100	100	100	100

### Charakterizácia

Bol vytlačený charakterizačný obrazec *testchart\_siet'* [*testchart\_siet'.tif*]. Príprava charakterizačného obrazca v Adobe Photoshop CS2 pozostávala z niekoľkých krokov:

- prevzorkovanie obrazu na rozlíšenie 2880 dpi pomocou metódy najbližšieho suseda,
- vloženie linearizácie (Obraz>Prispôbenie>Krivky>Načíst [*linearizácia.acv*], ktorá bola vytvorená v krivkách programu Adobe Photoshop CS2 na základe tabuľky 3.29),
- vytvorenie AM siete (eliptický bod, 2880 dpi, 175 lpi) pre jednotlivé farebné kanály a vytvorenie kompozitného súboru *tif*.

Na základe zmeraných spektier charakterizačného obrazca [*zmerany testchart\_siet'.txt*] bol vytvorený profil [*profil\_siet'.icc*], do ktorého bola vsunutá v Profile Editore post-linearizácia [*post-linearizácia do profilu pre sieťové dáta.pes*].

Tab. 3.30: Charakteristika profilu

Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
profil_siet'.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	350

### Certifikovaný nátláčok so simuláciou tlačovej siete

Bol pripravený súbor *certifikovaný nátláčok\_siet'.tif* [*certifikovaný nátláčok\_siet'.tif*]. Príprava podkladu pozostávala z niekoľkých krokov:

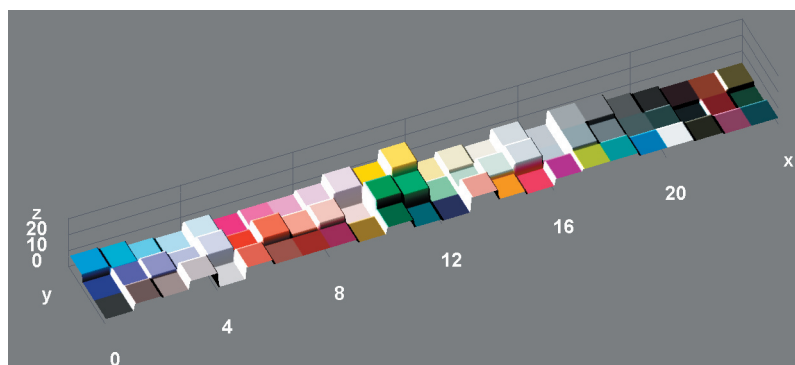
- otvorenie *pdf* súboru *certifikovaný nátláčok.pdf* bez správy farieb v Adobe Photoshop CS2,
- prevzorkovanie obrazu na rozlíšenie 2880 dpi pomocou metódy najbližšieho suseda,
- priradenie profilu *ISOcoated\_v2\_eci.icc*,

- prevedenie do profilu *profil siet'.icc*,
- vytvorenie AM siete (eliptický bod, 2880 dpi, 175 lpi) pre jednotlivé farebné kanály a vytvorenie kompozitného súboru *tif*.

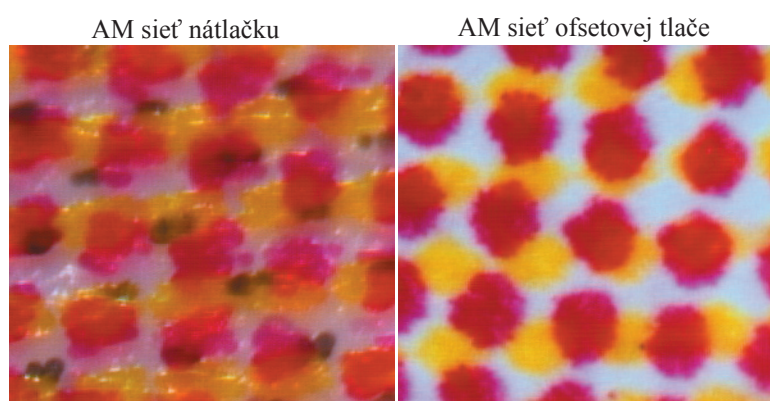
Hodnotenie presnosti nátláčku so simuláciou tlačovej siete pozostávalo, ako v predchádzajúcich prípadoch, z odchýliek kontrolného prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge na nátláčku od referenčných hodnôt *FOGRA39\_MW3\_Subset.txt*. Veľké farebné odchýlky sú spôsobené predovšetkým veľkým nárastom tónovej hodnoty.

Tab. 3.31: Odchýlky kontrolného prúžku od referenčných hodnôt

Meraná hodnota	Tolerancia	Stav
Maximálna $\Delta E_{ab}$ simulácie farby materiálu	3	6,49
Maximálna $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	6	16,11
Maximálna $\Delta H$ primárnych farieb	2,5	11,35
Maximálna $\Delta E_{ab}$ primárnych farieb	5	16,11
Priemerná $\Delta E_{ab}$ všetkých políčok	3	6,18
Priemerná $\Delta H$ pretlačových šedých políčok	1,5	5,15



Obr. 3.44: Vizualizácia farebnej odchýlky  $\Delta E_{ab}$  jednotlivých políčok kontrolného prúžku od referenčných hodnôt



Obr. 3.45: Porovnanie AM siete ofsetovej tlače a nátláčku

### 3.4.6 Simulácia tlače na substráte s výraznou štruktúrou [27]

Cieľom bola simulácia atramentovej tlače na dvojvrstvú vlnitú hnedú lepenku. Simulácia bola prevedená na tlačiarni Epson Stylus Pro 4880 a papier Fomei REAL Velvet V265. Základom bolo vytvorenie profilu, ktorý charakterizoval farebný výstup atramentovej tlače na dvojvrstvú lepenku. Na lepenku bol vytlačený charakterizačný obrazec CMYK 1.1, ktorý bol premeraný spektrofotometrom EyeOne a na základe zmeraných spektier charakterizačného obrazca bol vygenerovaný profil lepenka [*profil lepenka.icc*].

Tab. 3.32: Charakteristika profilu

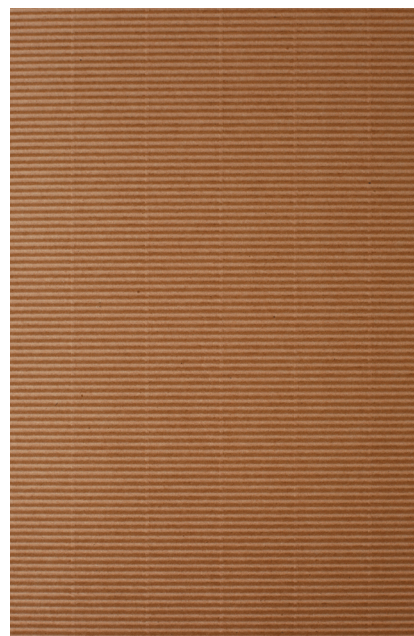
Profil	Gamut Mapping	Separation	Black Start	Black Width	CMYK Max
profil lepenka.icc	LOGO Chroma Plus	GCR4	0	100	350

Obrázok pre simuláciu tlače bol otvorený v Adobe Photoshop CS2. Následne bol prevedený do profilu *profil lepenka.icc* metódou perceptuálneho vykreslenia (zdrojový priestor bol prednastavený Coated FOGRA27) [*dvd\_lepenka.tif*], pretože zdrojový priestor bol podstatne väčší ako cieľový. Ďalší krok spočíval v prevedení do Lab farieb absolútnou kolorimetrickou metódou, aby bol zachovaný biely bod profilu *profil lepenka.icc*.

Takto pripravený obrázok bol rozdelený na 3 obrázky v stupňoch šedi charakterizované  $L^*$  zložkou,  $a^*$  zložkou a  $b^*$  zložkou [*dvd\_lepenka\_L.tif*, *dvd\_lepenka\_a.tif*, *dvd\_lepenka\_b.tif*].

Textúra lepenky bola nasnímaná fotoaparátom Canon [*textura\_lepenka.tif*] (obr. 3.46) pri osvetlení kolmom na smer vlniek papiera tak, aby bola dobre vidieť štruktúra substrátu, ale zároveň nebola veľmi výrazná. Vzhľad substrátu je značne závislý na intenzite a smere osvetlenia. Textúra bola prevzorkovaná metódou najbližšieho suseda na rozlíšenie obrázku 600 dpi a orezaná na veľkosť obrázku. Tiež bola rozdelená na 3 obrázky v stupňoch šedi [*textura\_L.tif*, *textura\_a.tif*, *textura\_b.tif*].

Spojenie textúry s obrázkom pre jednotlivé kanály prebiehalo v programe MATLAB. V obrázku textúry napr. *textura\_L.tif* bola vypočítaná priemerná jasová úroveň obrázku, ktorá bola následne odpočítaná od jasových zložiek všetkých bodov obrazu textúry. Takto získaná matica mohla byť pripočítaná k obrazovým bodom obrázku *dvd\_lepenka\_L.tif* a pritom nezmenila priemernú hodnotu jasú daného obrázku, ale iba zvýraznila textúru lepenky. Predchádzajúci postup sa zopakoval pre  $a^*$  aj  $b^*$  kanál a vzniknuté obrázky sa vložili do  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  kanálov pôvodného obrázku *dvd\_lepenka.tif* [*dvd\_lepenka\_textura.tif*]. Pripravený obrázok s textúrou lepenky sa previedol absolútne kolorimetricky do profilu tlačiarne *Epson Stylus Pro 4880.icc* a bol vytlačený s použitím linearizácie Fomei REAL Velvet 265\_roll\_2. Výsledná tlač na papier Fomei REAL Velvet 265V je súčasťou prílohy.



Obr. 3.46: Textúra lepenky

### Matematický postup spojenia textúry lepenky a obrazu pre L kanál v MATLAB [27]

Pre jednoduchšiu prácu s obrázkami bol obrázok textúry premenovaný na TL.tif a obrázok na OL.tif. Obrázok textúry ako aj samotný obrázok sa skladali z matice  $3146 \times 4474$  obrazových bodov charakterizovaných úrovňou jasnosti 0–256.

Postup: TL1 = double(TL); *prevod celých čísel na desatinné*  
TL2 = reshape(TL1,14075204,1); *vytvorenie stĺpcového vektoru  $N \times 1$*   
TL3 = mean(TL2); *výpočet priemernej hodnoty*  
dTl = TL1-TL3;  
OL1 = double(OL);  
OL2 = OL1+dTl;  
imwrite(uint8(OL2),'Lmapa.tif') *uloženie 8-bitového obrázku*

## 4 ZÁVER

Cieľom práce bola simulácia ofsetovej tlače na nátláčkovej tlačiarni Epson Stylus Pro 4880. Cieľu predchádzalo niekoľko krokov, ako kalibrácia a tvorba profilu. Kalibráciu tvorila linearizácia, stanovenie ink limitu a pre linearizáciu v Onyx PosterShop 7 aj total ink limit. Tónovú hodnotu, od ktorej by začínala tmavá farba nahradzovať svetlú (obr. 2.9), nebolo možné v Onyx PosterShop 7 definovať. Pred každou tlačou bolo skontrolované upchatie a zarovanie trysiek.

Metóda linearizácie a na jej základe vytvorený profil s preddefinovanými parametrami tvoria celok, ktorý podáva viac či menej presné farebné podanie oproti požadovaným referenčným dátam. Boli použité tri možnosti linearizácie: linearizácia oddelená od ICC profilu, linearizácia v rámci ICC profilu a kalibrácia bez linearizácie. Cieľom linearizácie je kontrola nad tónovou hodnotou na výstupe. Zmeraním linearizačného obrazca boli získané gradačné krivky pre jednotlivé kanály, ktoré popisovali aktuálny výstup. Tieto krivky môžu byť popísané funkciou, väčšinou polynómom  $n$ -tého stupňa, alebo inou interpolačnou metódou (napr.  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ ). Pokiaľ požadujeme, aby výstupné hodnoty odpovedali vstupným (gradačná krivka je lineárna), tak tieto hodnoty dosadzujeme za  $y$  a dopočítavame vstupné hodnoty  $x$ , ktoré musíme poslať na výstup, aby sme získali požadovanú hodnotu  $y$ . V linearizácii oddelenej od ICC profilu bol tento prepočet vygenerovaný v rámci softwaru RIPu pre média Fomei REAL Velvet 265\_roll a Fomei REAL Velvet 265\_roll\_2. Požadovaná gradačná krivka nebola v tomto prípade lineárna, ale boli prednastavené N-faktory, ktoré určovali určitý požadovaný nárast tónovej hodnoty. N-faktor plnil dve funkcie. Prvú výhodu pridaného nárastu tónovej hodnoty zobrazuje obr. 3.10, ako lepší popis CIELAB priestoru modifikáciami C, M, Y, K referenčných hodnôt vzorkových polí tak, aby ich tlačou bolo pravidelnejšie vzorkované farebné chovanie tlačiarnie v rámci CIELAB farebného priestoru. Ďalší dôvod je simulácia prenosu tónovej hodnoty ofsetovej tlače podľa ISO 12647-2 na matný (lesklý) natieraný papier (obr. 3.29–3.32).

Linearizácia v rámci profilu sa vytvárala v OriginLab 8. Nebol použitý pridaný nárast tónovej hodnoty, čo pravdepodobne prispelo k nepresnosti vytvoreného profilu, pretože vzorkové polia charakterizačného obrazca boli rozmiestnené ďaleko od seba predovšetkým v tmavých tónoch CIELAB priestoru.

Kalibrácia bez linearizácie vznikla na podnet vplyvu N-faktoru. Výsledkom bol charakterizačný obrazec s rovnomerne rozvrhnutými vzorkovými poľami v CIELAB priestore, ktorý tvoril dobrý základ pre tvorbu profilu.

U všetkých troch kalibrácií bol subjektívne stanovený ink limit (obr. 3.7–3.9) na základe už nemeniacej sa chromy, ale odtieňu. Zvolený ink limit stanoví maximálnu vstupnú hodnotu, ktorá bude posielaná na výstup. Ink limit má v prvom rade úlohu šetrenia atramentu a ovplyvňuje i veľkosť gamutu, ktorý všeobecne narastá so zvyšujúcim sa ink limitom až do hodnoty, kde už nedochádza k zmene chromy.

Tvorbe profilu vždy predchádzalo vytlačenie charakterizačného obrazca s určitou kalibráciou, premeranie jednotlivých políčok spektrofotometrom EyeOne a generácia profilu v programe Profile Maker. Pre niektoré linearizácie bolo vytvorených niekoľko profilov odlišujúcich sa predovšetkým vzťahom medzi C, M, Y a K čiernou a maximálnym pokrytím. Jednotlivé profily boli hodnotené na základe vytlačenia Ugra/Fogra CMYK Media Wedge a jeho porovnaním s refe-

renčnými hodnotami charakterizovanými dátovou sadou FOGRA39L. Ako najpresnejšie profily všeobecne vychádzali profily s GCR4 a maximálnym pokrytím 350 %. Maximálne pokrytie nižšie ako 400 % umožňuje pri tvorbe profilu určiť pomer C, M, Y, K pre neutrálny čierny bod, čo pri nahradení daného pomeru čiernym atramentom (spôsobom definovaným GCR4) nespôsobí nežiadúci farebný posun. Pre simuláciu ofsetovej tlače bol vybraný profil *Epson Stylus Pro 4880.icc* s linearizáciou Fomei REAL Velvet 265\_roll\_2 s najmenšou priemernou a maximálnou odchýlkou  $\Delta E_{ab}$ . V rámci simulácie ofsetovej tlače bol nátláčok hodnotený vzhľadom k referenčným hodnotám dátovej sady FOGRA39L, ktorá charakterizuje tlač na lesklo a matne natieraný papier podľa ISO 12647-2 a k hodnotám konkrétnej ofsetovej tlače. Ako vstupný profil bol použitý *ISOcoated\_v2\_eci.icc* a výstupný profil *Epson Stylus Pro 4880.icc*. Tolerancie pre certifikovaný nátláčok špecifikuje norma ISO 12647-7. Farebná vernosť nátláčku hodnotená na kontrolnom prúžku Ugra/Fogra CMYK Media Wedge, 226 okrajových políčkach farebného rozsahu ofsetovej tlače a 1628 políčkach bola v rámci tolerancií špecifikovaných normou. Po vytlačení kontrolného hárku (obr. 3.33) bola kontrolovaná homogenita tlače, rozlišovacia schopnosť, presnosť v sútláči a variabilita farebnosti primárnych a sekundárnych farieb v závislosti na čase. Všetky parametre sú v rámci tolerancií špecifikovaných normou.

I napriek splneným podmienkam certifikovaného nátláčku, vizuálny dojem z nátláčku nemusí byť zhodný s ofsetovou tlačou, ktorú simuluje, pretože  $b^*$  hodnota nátláčkového papiera (tab. 3.1) nespĺňa normu ISO 12647-7. Papier obsahuje nadmerný obsah optických zjasňovačov, čo posúva jeho  $b^*$  hodnotu do modrej oblasti. Vytvorený profil má snahu kompenzovať fluorescenciu optických zjasňovačov v modrej oblasti pridaním žltej a preto má výsledný nátláčok nažltlý tón.

Simulácia tlačovej siete spočívala v prevzorkovaní obrazu do rozlíšenia tlačiarne (2880 × 1440 dpi) a vložení bitmapy polotónového rastru, kde natočenie siete, lineatúra a tvar tlačového bodu spĺňali charakter simulovanej tlačovej siete (tab. 3.28). Linearizácia pre nátláčok so simuláciou tlačovej siete spočívala v simulácii gradačnej krivky ofsetovej tlače charakterizovanej krivkami A, B (obr. 2.15) normou ISO 12647-2. Gradačné krivky pre C, M, Y, K zobrazujú obr. 3.40–3.43. Veľký nárast tónovej hodnoty pri použití rozlíšenia 2880 × 1440 dpi bol hlavnou príčinou veľkých farebných odchýlok od referenčných dát FOGRA39L, pretože neumožnil simuláciu nízkych tónových hodnôt. Tvar tlačového bodu nebol totožný so simulovanou sieťou ofsetovej tlače, pretože nebola dodržaná tzv. ROOM workflow, ale bol použitý rasterizér v Adobe Photoshop CS2. Natočenie siete simulovanej tlače na nátláčku v porovnaní s pôvodnou ofsetovou tlačou vykazuje výrazné moaré, pravdepodobne spôsobené interferenciou viacerých geometrických štruktúr: simulovaný tlačový bod, ktorý je vytváraný skupinou kvapiek atramentu.

Postup simulácie tlače na dvojvrstvý lepenku je použiteľný pre simuláciu rôznych textúr. V prípade simulácie atramentovej tlače na lepenku je vizuálny rozdiel, ktorý je spôsobený predovšetkým lesklejším povrchom nátláčkového papiera. Efekt simulácie by bol vernejší, keby bol použitý matný papier pre nátláčok.

## Zoznam použitej literatúry

- [1] Mahy, M., et al. *Towards an Optimal Design of Digital Ink Jet Proofing Systems*. Proceedings of the International Conference on Digital Production Printing and Industrial Applications, May, 2005, Amsterdam, The Netherlands, p. 55–60
- [2] Bolkan, J. V. *Color Proofing: A Primer* [online]. [cit. 14. 3. 2010]. Dostupné na stránke [www: <http://www.digitaldtp.com/HTM/Articles/2000/4\\_00/proofing\\_pt1.htm>](http://www.digitaldtp.com/HTM/Articles/2000/4_00/proofing_pt1.htm).
- [3] *Nátisk* [online]. [cit. 14. 3. 2010]. Dostupné na stránke [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1tisk>](http://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1tisk).
- [4] *Analog* [online]. [cit. 14. 3. 2010]. Dostupné na stránke [www: <http://glossary.ippaper.com/default.asp?hlite=true&querytext=analog%20proof&req=knowledge/article/93>](http://glossary.ippaper.com/default.asp?hlite=true&querytext=analog%20proof&req=knowledge/article/93).
- [5] Kaplanová, M., et al. *Moderní polygrafie*. Svaz polygrafických podnikatelů, Pardubice, 2009
- [6] *Digital Proofing Systems* [online]. [cit. 14. 3. 2010]. Dostupné na stránke [www: <http://glossary.ippaper.com/default.asp?hlite=true&querytext=analog&req=knowledge/article/94>](http://glossary.ippaper.com/default.asp?hlite=true&querytext=analog&req=knowledge/article/94).
- [7] Sharma, A., et al. *IPA Color Proofing RoundUP Results 2006* [online]. IPA Special Report [cit. 14. 3. 2010]. Dostupné na stránke [www: <http://www.ipa.org>](http://www.ipa.org).
- [8] Adloff M., et al. *Fogra Softproof Handbook*. Fogra, München, Germany, 2007
- [9] Schnitzler, T. M. *Remote offset image proofing* [online]. FOGRA Research Report No. 10.042, 2004 [cit. 7. 12. 2009]. Dostupné na stránke [www: <http://www.fogra.org/members-only-en/fbk/FB10042E.pdf>](http://www.fogra.org/members-only-en/fbk/FB10042E.pdf).
- [10] *Onyx Media Manager, Profiling Guide*. Onyx Graphics, 2003
- [11] Homann, J. P. *Digital Color Management Principles and Strategies for the Standardized Print Production*. Springer, 2009
- [12] Livens, S., Mahy, M. *Quality managed proofing: The road to visual consistency*. Proceedings of the 29th International IARIGAI Research Conference, September 8–11, 2002 Switzerland
- [13] Millward, S. *Color difference equations and their assessment* in Test Targets, ed. E. Chun, The school of print media publication, New York, USA, 2009
- [14] [www.certifikovany-natisk.cz](http://www.certifikovany-natisk.cz)
- [15] International standart ISO 12647-2:2004, *Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 2: Offset lithographic processes*
- [16] *Why are special characterization data sets and ICC profiles for non-periodic screening needed?* [cit. 23. 11. 2009]. Dostupné na stránke [www: <http://www.eci.org/doku.php?id=en:colorstandards:offset>](http://www.eci.org/doku.php?id=en:colorstandards:offset)
- [17] *Device Link Profiles* [cit. 13. 11. 2009]. Dostupné na stránke [www: <http://www.efi.com/documents/services/proofing-services/knowledge-center/Device-link-profiles\\_070813.pdf>](http://www.efi.com/documents/services/proofing-services/knowledge-center/Device-link-profiles_070813.pdf)

- [18] Česká technická norma ČSN ISO 12647-7, *Technologie grafické výroby – Řízení a kontrola výroby rastrových barevných výtlačků, nátisku a tisku – Část 7: Procesy zhotovování kontrolního nátisku přímo z digitálních dat*
- [19] Gessner, F. *New Criteria for FograCert Proof Creation* [online]. FOGRA News No. 2, 2007 [cit. 7. 12. 2009]. Dostupné na stránce www: <[www.fogra.org/products-en/download/Fogra\\_News\\_02web.pdf](http://www.fogra.org/products-en/download/Fogra_News_02web.pdf)>.
- [20] Livens, S., et al. *Dot for Dot Proofing*. Proceedings of the 2nd CGIV European Conference on Color in Graphics, Imaging and Vision, April, 2004 Germany, p. 463– 468
- [21] Suchy, M. *Spot Color Reproduction with Digital Printing*. Proceedings of the NIP 21 International Conference on Digital Printing Technologies, September, 2005, Baltimor, p. 93–97
- [22] *Studio Professional – Catalogue 03/2009* [online]. [cit. 30. 3. 2010]. <[http://www.fomei.com/fomeinew/upload/pdf/1240052114\\_catalog\\_STUDIO\\_200903\\_EN.pdf](http://www.fomei.com/fomeinew/upload/pdf/1240052114_catalog_STUDIO_200903_EN.pdf)>.
- [23] Třešňák, K. *Epson Stylus Pro 4880 – inovovaná tiskárna ve formátu A2* [online]. [cit. 30. 3. 2010]. Dostupné na stránce www: <[http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=3945](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3945)>.
- [24] Němec L. *Tvorba ICC profilů digitálních fotoaparátů*. Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Pardubice, 2008
- [25] <<http://www.onyxgfx.com>>
- [26] *FograCert ISO 12647-7 Evaluation Testform* [online]. Fogra [cit. 19. 4. 2010]. Dostupné na stránce www: <<http://fogracert.fogra.org/index.php?menuid=35>>
- [27] Syrový, T. Spôsob riešenia bol navrhnutý T. Syrovým

## Zoznam použitých skratiek

AM	amplitudová modulácia siete	
B	blue (modrá)	
C	cyan (azúrová)	
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage	
CMM	Color Management Module	
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	
CTP	Computer to Plate	
$D_A$	denzita sieťovej plochy	
$D_p$	denzita plnej plochy	
dpi	dots per inch (rozlíšenie tlače)	
$\Delta E_{ab}$	farbová odchýlka (1976)	
$\Delta E_{94}$	farbová odchýlka (1994)	
$\Delta E_{00}$	farbová odchýlka (2000)	
FM	frekvenčná modulácia siete	
FTP	File Transfer Protocol	
G	green (zelená)	
GCR	Gray Component Replacement	
ICC	International Color Consortium	
ISO	International Organization for Standardization	
JDF	Job Definition Format	
K	key, black (čierna)	
$L^* a^* b^*$	súradnice farbového priestoru CIELAB, kde $L^*$ je merná svetlosť	
LAN	Local Area Network	
LCD	Liquid Crystal Display	
lpi	line per inch (frekvencia siete)	
LWC	Light Weight Coated	
M	magenta (purpurová)	
MD	Micro Dot	
PDF	Portable Document Format	
PSO	Process Standard Offset Printing	
R	red (červená)	
RIP	Raster Image Processor	
$R_{print}$	rozlíšenie tlače	[dpi]
$R_{proof}$	rozlíšenie nátláčku	[dpi]
ROOM	Rip One, Out Many	
SC	Super Calandered	
TIF	Tagged Image File Format	
TVI	Tonal Value Increase	[%]
UCA	Under Control Addition	

UCR	Under Control Removal	
WAN	Wide Area Network	
XML	Extensible Markup Language	
Y	yellow (žltá)	
φ	sieťová tónová hodnota	[%]

