



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

**Certifikovaná metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu**

Jícha, Marek; Pecák, Josef; Myslík, Jiří; Weiser, Antonín; Šofr, Jaromír; Macák, Jiří; Rejholec, Pavel; Neubauer, Petr; Mathé, Ivo; Páta, Petr; Fliegel, Karel; Novák, Miloslav; Rund, František; Husník, Libor; Gunaratna, Vidu; Jedlička, Miroslav; Šimunek, Jiří; Vítek, Stanislav; Procházka, Martin; Souček, Daniel; Piškula, Martin  
2017

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-369342>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 24.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

## **Certifikovaná metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu**

*Postup porovnání digitálních obrazů na základě analýzy digitálních obrazových souborů, popisující výběr barevných vzorků na projekční ploše, jejich měření pomocí spektrometru, plošného kolorimetru nebo na základě analýzy digitálních obrazových souborů. Jde o postup porovnání obrazů pomocí vhodné metriky barevných a jasových diferencí. Kontrolní a měřicí postup pro kvalifikovanou restaurátorskou laboratoř.*

Tato metodika je součástí souboru certifikovaných metodik dle seznamu:

1. Metodika digitálního restaurování filmů, jejímž výsledkem je digitálně restaurovaný autorizát (DRA)
2. **Metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu**
3. Metodika stanovení korelace frekvenčního a dynamického průběhu originálního zvukového mixu vůči restaurovanému mixu tak, aby zvuk u digitální projekce odpovídal parametrům projekce filmové
4. Metodika statistického vyhodnocení shody zrakového a sluchového vjemu filmového a digitálního záznamu a vytvoření hodnotící stupnice
5. Metodika stanovení korelace mezi jasy na plátně u filmového obrazu a úrovněmi v jasovém kanálu u digitálních obrazových souborů tak, aby jasy obrazu na plátně u digitální projekce odpovídaly jasům u filmové projekce
6. Metodika stanovení korelace mezi kolorimetrickými parametry u filmového obrazu a úrovněmi v R,G,B kanálech u digitálních obrazových souborů tak, aby kolorimetrické hodnoty obou obrazů na plátně si vzájemně odpovídaly
7. Metodiky digitalizace všech typů obrazových zdrojů filmových materiálů.

### **(I) Cíl metodiky**

Cílem projektu **METODIKY DIGITALIZACE NÁRODNÍHO FILMOVÉHO FONDU. Metodiky hodnocení kvality filmového obrazu z pohledu zrakového vjemu diváka s cílem vytvoření rovnocenné restaurované digitální kopie v porovnání s mateřskými archivními filmovými obrazovými zdroji** (identifikační kód projektu NAKI **DF13P01OVV006**) a cílem 1.A/3 v Popisu projektu bylo zadáno v souladu s tematickou prioritou 1.3 „Nehmotné kulturní dědictví“ vytvořit postup objektivní analýzy kolorimetrických a jasových parametrů filmového a digitálního obrazu měřením z projekční plochy.

Analýza obrazu slouží k vyjádření barevných a jasových diferencí mezi obrazy referenční kopie (RK), eventuálně digitální faksimile referenční kopie (DFRK), a digitálně restaurovaným autorizátem (DRA). Dále metodika umožňuje stanovit objektivním měřením subjektivně přijatelné diference v barevnosti, kontrastu a jasech výsledku digitálního restaurování provedeným různými postupy, a ověřit tak přijatelnost vzhledu obrazu ve srovnání s výsledkem digitálního restaurování filmu při použití Metodiky digitálního restaurování filmů, jejímž výsledkem je digitálně restaurovaný autorizát (DRA) <sup>[11]</sup>.

### **(II) Vlastní popis metodiky**

Tato metodika sestává z několika dílčích postupů, které jsou popsány v následujících odstavcích. Slouží digitálnímu restaurátorovi jako pomocný nástroj měření a kontroly výsledků práce již zdigitalizovaných obrazových zdrojů promítaných jedním referenčním digitálním projektorem, využívajícím půlenou projekční plochu, kde na jedné straně je promítána digitální faksimile DFRK a na druhé zdigitalizovaný originální zdroj DRA. V případě potřeby lze také proměřovat rozdíly mezi filmovým projektorem a projektorem digitálním, kdy v rámci půleného obrazu je na jedné straně analogová filmová projekce RK a na druhé digitální faksimile DFRK. Lze také provést přímé

vyhodnocení kolorimetrických dat uložených v porovnávaných obrazových souborech, a z postupu tak vyloučit vliv projekčního systému. Mezi tyto dílčí postupy patří:

#### **A. Výběr referenčních vzorkovacích scén**

- základní principy výběru klíčové scény u barevného kinematografického díla
- základní principy výběru klíčové scény u černobílého kinematografického díla
- postup výběru obrazového pole a měrných oblastí

#### **B. Kolorimetrická a jasová analýza filmového obrazu na projekční ploše**

- měření vybraných barevných vzorků klíčových scén pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru přímo z projekční plochy
- sejmutí promítaného obrazu z projekční plochy pomocí plošného obrazového kolorimetru nebo kalibrovaného digitálního fotoaparátu (D-SLR)
- přímé vyhodnocení kolorimetrických dat uložených v obrazových souborech

#### **C. Objektivní analýza barevných diferencí z hlediska světlotonality**

#### **D. Ověření přijatelnosti vnímaných barevných a jasových diferencí z hlediska světlotonality**

#### **A. Výběr referenčních vzorkovacích scén**

Dle metodiky DRA, podrobně popsané v metodice A/6<sup>[11]</sup>, se vyberou typické scény z filmu, které analyzuje expertní skupina a které jsou následně použity pro kolorimetrickou a jasovou analýzu z hlediska světlotonality obrazu.

#### **A1. Základní principy výběru klíčové scény u barevného kinematografického díla**

1. nejsvětlejší scéna filmu exteriér/interiér reálného děje filmu (nikoliv tedy vize)
2. jasově i kontrastově průměrná scéna filmu – exteriér/interiér
3. nejtmavší scéna filmu prezentující mezní (informativně ještě dostačující) jasovou strukturu obrazu, simulující děj probíhající ve tmě nebo při evidentním nedostatku jakéhokoliv osvětlení
4. scéna s převahou prostoru prezentujícího šero se světelným zdrojem zobrazeným i nezobrazeným, jehož účinek je evidentní – a to v koloritu teplém a/nebo chladném
5. ateliérová/interiérová scéna obsahující přírodní zeleň (zeleninu, rostliny, potraviny apod.) a ideálně kontrastní předměty (jako např. broušené sklo)
6. exteriérová scéna obsahující krajinu nebo celky města s paměťovými barvami, domy, přírodní zelení a oblohou
7. scéna obsahující obraz detailu tváře (pleťovka – tj. způsob tonálního podání pleti v přirozených barvách)
8. další expertně vybraná scéna speciálních světlotonálních konceptů
9. další expertně vybraná scéna speciálních světlotonálních konceptů

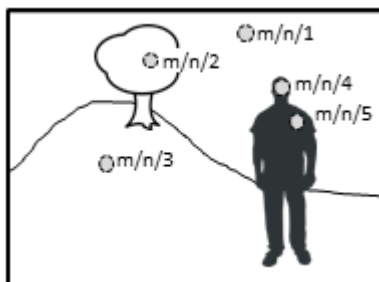
#### **A2. Základní principy výběru klíčové scény u černobílého kinematografického díla**

1. nejsvětlejší scéna filmu exteriér/interiér reálného děje filmu (nikoli tedy vize)
2. jasově i kontrastově průměrná scéna filmu – exteriér/interiér
3. nejtmavší scéna filmu prezentující mezní (informativně ještě dostačující) jasovou strukturu obrazu, simulující děj probíhající ve tmě nebo při evidentním nedostatku jakéhokoliv osvětlení
4. scéna s převahou prostoru prezentujícího šero se světelným zdrojem zobrazeným i nezobrazeným, jehož účinek je evidentní.
5. ateliérová/interiérová scéna obsahující černobílé tonální podání obrazu přírodnin (zeleninu, rostliny, potraviny apod.) a ideálně kontrastní předměty (např. broušené sklo)
6. exteriérová scéna obsahující krajinu nebo celky města s paměťovými černobílými tóny domů, přírodní zeleně a oblohy (jde o charakter podání tonální škály černobílého obrazu)
7. scéna obsahující obraz detailu tváře (pleťovka – tj. způsob tonálního podání pleti ve stupních šedi – černobílé tonální škále)

8. další expertně vybraná scéna speciálních světlotonálních konceptů
9. další expertně vybraná scéna speciálních světlotonálních konceptů

### A3. Postup výběru obrazového pole a měrných oblastí

Z každé scény se vybere jedno obrazové políčko a v něm se vyznačí 4–6 měrných oblastí, které jsou charakteristické pro světlotonalitu a koloritu (u barevných filmů) příslušné scény. Jedná se zejména o plečové tóny, přírodní zeleň, oblohu, barvu dekorace, kostýmů, paměťové barvy, nejvyšší a nejnižší jas scény. Pro měření spektrofotometrem musí být tyto vybrané oblasti místně identické u všech porovnávaných vzorků. Vybrané měrné oblasti je pro potřeby dokumentace nutno vhodným způsobem označit v protokolu o měření, jak je naznačeno na obrázku 1. Každá měrná oblast musí mít jednoznačnou identifikaci, např. (m/n/o), kde  $m$  značí číslo klíčové scény,  $n$  číslo obrazového políčka a  $o$  číslo měrné oblasti.



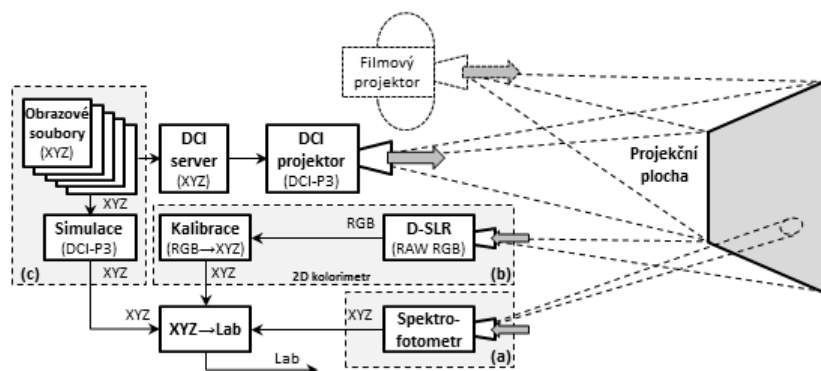
Obr. 1: Příklad označení a popisu měrných oblastí pro bodové měření spektrofotometrem v rámci jednoho obrazového políčka vybrané klíčové scény

### B. Kolorimetrická a jasová analýza filmového obrazu na projekční ploše

Analýzu a zejména porovnání různých verzí klíčových scén z hlediska světlotonality a kolority obrazu lze objektivně provést na základě tří různých technických postupů. Tyto postupy se liší zejména v přístupu vedoucímu k získání kolorimetrických dat popisujících analyzovanou klíčovou scénu či barevný vzorek. Kolorimetrická data lze získat následujícími postupy:

- (a) měřením vybraných barevných vzorků klíčových scén pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru přímo z projekčního plátna
- (b) sejmutím promítaného obrazu z plátna pomocí plošného kolorimetru, či kalibrovaného digitálního fotoaparátu (D-SLR)
- (c) přímým vyhodnocením kolorimetrických dat uložených v obrazových souborech

Cílem všech výše uvedených postupů je získat spolehlivý kolorimetrický popis obrazu promítaného na plátno v barevném prostoru nezávislém na zařízení, nejlépe v podobě CIE XYZ trichromatických složek<sup>[2]</sup>. Jednotlivé postupy jsou naznačeny v blokovém schématu na obrázku 2.

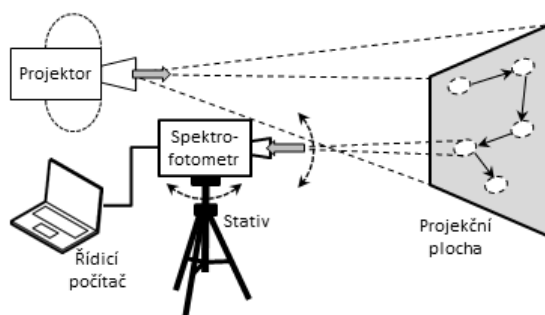


Obr. 2: Schematické znázornění postupů pro určení kolorimetrických parametrů analyzovaného obrazu

## B1. Měření vybraných barevných vzorků klíčových scén pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru přímo z projekční plochy

Postup je přímočarý, kolorimetrické parametry vybraných barevných vzorků jsou měřeny z projekční plochy v měrných oblastech pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru. Příklad by měl splňovat požadavky na přesnost měření odpovídající tolerancím pro kontrolní projekci<sup>[12]</sup>. Vhodným zařízením je profesionální spektrofotometr, např. Photo Research SpectraScan PR-740, který splňuje parametry doporučení SMPTE<sup>[14]</sup>. Při použití tohoto postupu jsou trichromatické složky změřeny s vysokou přesností. Hlavní nevýhodou tohoto postupu je charakter bodového měření, počet měrných oblastí je tak omezen a měření je zdlouhavé. Měrné oblasti musí být navíc specifikovány podle výše uvedeného postupu A3.

Při měření vybraných barevných vzorků pomocí spektrofotometru nebo kolorimetru je třeba postupovat v souladu s kroky předepsanými výrobcem v návodu k obsluze pro daný přístroj. Měření by mělo probíhat v referenční projekci splňující příslušná doporučení<sup>[12]</sup>. Příklad by měl být při měření vzorků umístěn na stabilním stavu s možností jemného otáčení a naklání. Příklad by měl být umístěn v optimální pozorovací poloze pro daný projekční sál. Důležitým parametrem nastavitelným na měřicím přístroji je velikost apertury určující pozorovací úhel a také velikost měrné plošky na plátně. Pro běžná měření je vyhovující úhel  $2^\circ$ , který navíc odpovídá tzv. standardnímu pozorovateli pro výpočet kolorimetrických parametrů<sup>[2]</sup>. Lze použít i jiná nastavení, tato je vždy třeba poznamenat do protokolu o měření. Uspořádání pracoviště pro měření barevných vzorků klíčových scén je znázorněno na obrázku 3.

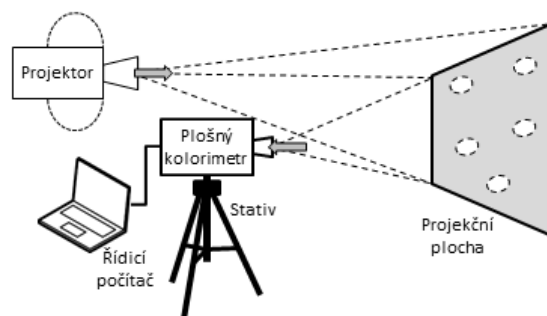


Obr. 3: Schematické znázornění měření vybraných barevných vzorků klíčových scén pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru přímo z projekční plochy

## B2. Sejmутí promítaného obrazu z projekční plochy pomocí plošného obrazového kolorimetru či kalibrovaného digitálního fotoaparátu (D-SLR)

Postup je založen na sejmутí plošného kolorimetrického popisu promítaného obrazu přímo z projekční plochy. Toto může být provedeno nejlépe pomocí plošného obrazového kolorimetru, který splňuje parametry doporučení SMPTE<sup>[12],[14]</sup>, např. Photo Research TruImage TRU8. Místo tohoto přístroje lze použít profesionální kalibrovanou digitální zrcadlovku (D-SLR), která bývá v praxi dostupnější. Tento postup poskytuje plošnou distribuci trichromatických složek CIE XYZ. Jeho výhodou ve srovnání s postupem B1 je, že neomezuje počet měrných oblastí a pro jejich výběr navíc není nutná součinnost s expertem podle postupu A3. Hlavní nevýhodou tohoto postupu je menší přesnost při určení trichromatických složek XYZ ve srovnání s postupem B1, zejména pokud je použit kalibrovaný digitální fotoaparát. Měření však má velký význam pro orientační ověření kolorimetrických a jasových vlastností obrazu z hlediska světlotonality.

Pokud není k dispozici plošný kolorimetr, lze měření za určitých podmínek provést pomocí kalibrovaného digitálního fotoaparátu. Digitální zrcadlovka (D-SLR) dokáže plošný kolorimetr nahradit a poskytnout trichromatické složky CIE XYZ<sup>[7],[8]</sup>. Obrazová data lze z digitální zrcadlovky získat v surové podobě a vysoké bitové hloubce, většinou 14 bpp, nebo lépe 16 bpp, pokud to daný přístroj umožňuje. Transformační matici mezi barevným prostorem RGB konkrétního fotoaparátu a trichromatickými složkami CIE XYZ lze určit pomocí postupu, který je popsán v odborné literatuře a je založen na sejmутí kalibračních barevných štítků a následné minimalizaci konverzní chyby<sup>[13]</sup>. Průměrná chyba takové kalibrace vyjádřená pomocí CIEDE2000<sup>[1]</sup> se při měření barevných vzorků při projekci pohybuje okolo  $\Delta E_{00} = 1$ <sup>[9]</sup>, což je hodnota blízká právě vnímatelné diferencii. Uspořádání pracoviště pro měření pomocí plošného obrazového kolorimetru je znázorněno na obrázku 4.



Obr. 4: Schematické znázornění měření pomocí plošného obrazového kolorimetru nebo kalibrovaného digitálního fotoaparátu (D-SLR)

### B3. Přímé vyhodnocení kolorimetrických dat uložených v obrazových souborech

Postup je založen na přímém vyhodnocení obrazových dat, není tedy použitelný pro analýzu filmového obrazu promítaného klasickým projektozem. V případě dostupnosti DCDM (Digital Cinema Distribution Master) datových souborů lze využít jejich výhodné reprezentace v prostoru CIE XYZ. Pokud je cílem analyzovat kolorimetrické a jasové vlastnosti obrazu na plátně z hlediska kolority a světlotonality, je třeba nejprve zdrojová obrazová data transformovat s využitím kolorimetrického popisu projekčního systému. Přesná charakterizace projekčního systému není většinou dostupná, a pokud ano, často neuvažuje posun v černé způsobený parazitním světlem v projekčním sále. Tento postup je z uvedených nejjednodušší, není požadováno speciální technické vybavení (např. spektrofotometr, plošný kolorimetr) a není třeba zachycovat promítaný obraz z plátna. Určení trichromatických složek CIE XYZ promítaného obrazu je založeno na simulaci. Pro aplikace, kde je cílem přesně vyhodnotit kolorimetrické a jasové parametry promítaného obrazu, jak by byly divákem vnímány v konkrétním projekčním sále s neznámým kolorimetrickým popisem projekčního systému, není tento postup příliš vhodný. Vzhledem k tomu, že projekční systémy by měly odpovídat svými parametry specifickým normám a doporučením, lze postup použít pro orientační ověření kolorimetrických a jasových vlastností obrazu z hlediska světlotonality.

Obrazové soubory určené k přímému vyhodnocení diferencí na základě analýzy obrazových dat je třeba nejprve vyexportovat v obrazovém formátu vhodném pro další zpracování, nejlépe v 16bit TIFF v barevném prostoru CIE XYZ. Správa barev v digitální projekci, která odpovídá specifikaci DCI<sup>[12]</sup>, je popsána v příslušných doporučeních, a lze tedy do určité míry odhadnout trichromatické složky CIE XYZ měřitelné z plátna při použití referenčního projektoru. Zjednodušený postup předzpracování obrazových dat spočívá v konverzi úrovní X'Y'Z' uložených v obrazovém souboru do výstupních úrovní CIE XYZ podle konverzní křivky s hodnotou  $\gamma = 2,6$  a podle matematických vztahů popsanych v doporučení SMPTE<sup>[12],[14]</sup>. Vzhledem k tomu, že většinou není známa přesná kolorimetrická konverzní charakteristika projekčního systému, lze takto získané trichromatické složky CIE XYZ dobře použít pro orientační analýzu. Nejvýraznější nepřesnost tohoto postupu spočívá v zanedbání kompenzace skutečné úrovně černé na projekční ploše.

### C. Objektivní analýza barevných a jasových diferencí z hlediska světlotonality

Výstupem jednotlivých postupů B1, B2, B3 kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na projekční ploše jsou trichromatické složky CIE XYZ. Tento kolorimetrický popis charakterizuje konkrétní vybrané měrné oblasti klíčových scén nebo dvoudimenzionální distribuci trichromatických složek. V takovém případě je analyzováno celé obrazové políčko klíčové scény.

Kolorimetrická reprezentace CIE XYZ je nezávislá na reprodukčním zařízení, není však perceptuálně uniformní<sup>[1],[2]</sup>. Perceptuální uniformita je vlastnost důležitá pro objektivní vyjádření diferencí v koloritě a světlotonalitě obrazu. Cílem je získat postup vedoucí k objektivnímu vyhodnocení vnímaných diferencí mezi dvěma promítanými obrazy se stejným obsahem, avšak různou barevnou a jasovou strukturou z hlediska světlotonality.

Kvantifikace vnímaných diferencí může být založena na vyhodnocení experimentu se skupinou pozorovatelů, na základě objektivního měření provedeném nad obrazovými daty nebo s využitím kolorimetrických parametrů obrazu změřených přímo z projekční plochy. Zde popisovaná metodika

se zaměřuje na objektivní kvantifikaci vnímaných diferencí. V současnosti nejpokročilejší metodou pro perceptuálně uniformní vyhodnocení barevných rozdílů na homogenní barevné ploše je metrika CIEDE2000<sup>[1]</sup>. Pro srovnání složitých barevných vzorů (obrazů) se používá nejčastěji prostorové rozšíření barevného prostoru CIE Lab označované jako S-CIELAB<sup>[3]</sup>, které je následně použito jako vstup do metriky CIEDE2000<sup>[4]</sup>. Na základě publikací<sup>[1],[3],[4]</sup>, ověření výsledků pro aplikaci na filmový obraz<sup>[9],[10]</sup> a v souladu s dalšími aktuálně publikovanými poznatky<sup>[5],[6]</sup> je pro vyhodnocení barevných a jasových diferencí použita metrika CIEDE2000, kvantifikovaná jako  $\Delta E_{00}$ .

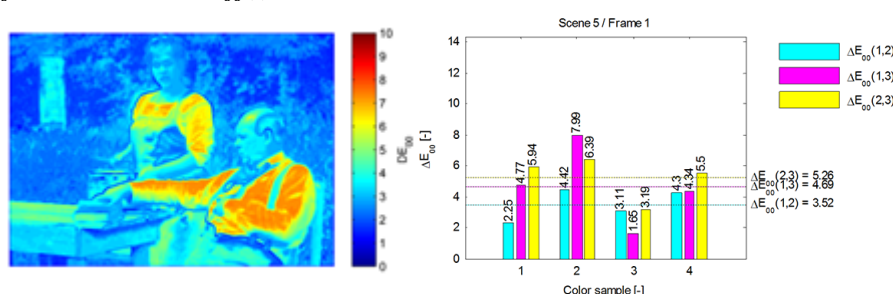
Postup při výpočtu hodnoty  $\Delta E_{00}$  charakterizující barevnou a jasovou diferencí mezi porovnávanými obrazy je následující:

1. Kolorimetrický popis v podobě trichromatických souřadnic CIE XYZ pro dva porovnávané obrazy (označené jako  $x$  a  $y$ )  $XYZ_x(i)_{i=1}^N$  a  $XYZ_y(i)_{i=1}^N$  je převeden do barevného prostoru CIE Lab, získáme tak reprezentaci  $Lab_x(i)_{i=1}^N$  a  $Lab_y(i)_{i=1}^N$ . Tento převod je pro barevné vzorky získané pomocí spektrofotometru (postup B1) proveden přímo<sup>[1]</sup>. Pro dvoudimenzionální distribuci (postup B2, B3) je vhodné aplikovat prostorovou filtraci podle doporučení S-CIELAB<sup>[3]</sup>. Prostorovou filtraci S-CIELAB lze při požadavku na zjednodušení výpočtu nahradit uniformní gaussovskou filtrací. Intenzita filtrace (velikost gaussovského konvolučního jádra  $\sigma$ ) se nastavuje podle požadavku na citlivost metody vzhledem ke kolorimetrickému porovnání malých obrazových plošek a složitých textur. Získaná reprezentace (plošná distribuce nebo hodnota pro měrnou oblast) v CIE Lab pro dva porovnávané obrazy  $Lab_x(i)_{i=1}^N$  a  $Lab_y(i)_{i=1}^N$  je následně využita k výpočtu metriky CIEDE2000<sup>[1]</sup>. Hodnota  $N$  značí počet měrných oblastí pro bodové měření (postup B1) nebo počet obrazových bodů pro plošné měření (postup B2, B3).

2. Pro každý pár hodnot  $Lab_x(i)_{i=1}^N$  a  $Lab_y(i)_{i=1}^N$  je pomocí metody CIEDE2000<sup>[1]</sup> určena hodnota  $\Delta E_{00}(i)_{i=1}^N$ .

3. Jednotlivé hodnoty  $\Delta E_{00}(i)_{i=1}^N$  pro analyzované obrazové políčko je doporučeno graficky znázornit. V případě bodového měření (postup B1) je vhodný sloupcový graf. Příklad takového sloupcového grafu je znázorněn na obrázku 5. Sloupcový graf umožní v rámci vybrané klíčové scény, vybraného obrazového pole a  $N$  měrných oblastí vyhodnotit míru barevných diferencí a identifikovat oblasti s výraznou diferencí. V případě plošného měření (postup B2, B3) je vhodné pro další analýzu vykreslit plošnou distribuci  $\Delta E_{00}(i)_{i=1}^N$  v nepravých barvách. Takové znázornění umožní detailně analyzovat plošnou mapu rozdílů při srovnání dvou verzí obrazu a identifikovat oblasti s výraznějšími rozdíly. Příklad je znázorněn na obrázku 5.

4. Každou vybranou klíčovou scénou a v rámci této scény vybrané obrazové políčko lze charakterizovat jednou průměrnou hodnotou difference  $\Delta \bar{E}_{00}$  porovnávaných verzí obrazu. Tato hodnota se určí jako aritmetický průměr  $\Delta \bar{E}_{00} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta E_{00}(i)$ . Lze také aplikovat vážený průměr, kde větší váha je dána pro oblasti v obraze s větším významem pro celkovou koloritu a světlotonalitu klíčové scény. Izolované výrazné odchylky  $\Delta E_{00}(i)$  lze potlačit také výpočtem mediánu  $\Delta \hat{E}_{00}$  z řady hodnot  $\Delta E_{00}(i)$ , případně váženého mediánu<sup>[6]</sup>.



Obr. 5: Příklad znázornění plošné distribuce  $\Delta E_{00}(i)_{i=1}^N$  v nepravých barvách a příklad grafického znázornění barevných rozdílů  $\Delta E_{00}(i)_{i=1}^N$  pro čtyři měrné oblasti a tři porovnávané verze pomocí sloupcového grafu.

#### D. Ověření přijatelnosti barevných a jasových diferencí z hlediska světlotonality

Pro jednotlivé difference  $\Delta E_{00}(i)$  a pro průměrnou hodnotu  $\Delta \bar{E}_{00}$  lze získané objektivní měřítko difference v podobě metriky CIEDE2000 transformovat do kategorií, které označují subjektivní vjem dané difference. Tento postup umožní orientačně posoudit dopad difference na vnímané rozdíly v barevném a jasovém podání z hlediska světlotonality. Byla zavedena následující stupnice vyjadřující subjektivně pozorovatelný rozdíl. Orientační hranice  $\Delta E_{00}$  vychází z publikovaných a experimentálně ověřených výsledků<sup>[4],[9],[10]</sup> pro posouzení subjektivně pozorovaného rozdílu a pro jednotlivé stupně jsou následující:

1	nepozorovatelný	$\Delta E_{00} < 0,5$
2	téměř nepozorovatelný	$0,5 \leq \Delta E_{00} < 3,7$
3	znatelný	$3,7 \leq \Delta E_{00} < 6,8$
4	výrazný	$6,8 \leq \Delta E_{00} < 12,6$
5	velký	$12,6 \leq \Delta E_{00}$

Pokud má být vnímaný rozdíl přijatelný pro většinu pozorovatelů (více než 50 % pozorovatelů<sup>[9],[10]</sup>), pak by se hodnota  $\Delta E_{00}$  měla pohybovat v oblasti  $\Delta E_{00} < 8$ . Toto kritérium lze upravit podle doplňkových požadavků na přesnost reprodukce. Při požadavku na téměř nepozorovatelný rozdíl (vnímaný rozdíl přijatelný pro více než 80 % pozorovatelů<sup>[9],[10]</sup>) lze použít kritérium  $\Delta E_{00} < 4$  obvyklé pro reprodukci odrazných předloh. Další zpřísnění požadavku není z praktického i ekonomického hlediska vhodné.

#### Vysvětlivky použitých zkratk

**DCDM** – Digital Cinema Distribution Master – nekomprimované a nezakódované obrazové, zvukové a titulkové soubory vyhovující příslušným mezinárodním normám ISO 26428-19:2011 a doporučením SMPTE, ukládané v souborech TIFF s bitovou hloubkou 12 nebo 16 bitů v barevném prostoru XYZ jako distribuční digitální originál. Obraz je ukládán s projekční dobovou okeničkou, vyretušovanými prolínacími značkami filmových dílů a vyretušovanými nečistotami či poškozením materiálu.

**DFRK** – digitální faksimile referenční kopie – faksimile je přesná napodobenina díla či jeho části, s originálem shodná v tvaru a barvě, odlišná použitou technologií a materiálem. Faksimile zachycuje aktuální stav díla včetně stop jeho vývoje v čase (poškození apod.).

**DRA** – digitálně restaurovaný autorizát – výsledek procesu digitálního restaurování (modifikovaný DCDM s kamerovou okeničkou a bez provedení retuší), který byl certifikován restaurátorem, expertní skupinou a zástupci státní autority jako nový originální zdroj původního díla. DRA nemůže být proto považován za verzi díla, ale je to jeho originální digitální zdroj. Obraz je ukládán s dobovou kamerovou okeničkou, nevyretušovanými prolínacími značkami filmových dílů a některými nevyretušovanými nečistotami či větším poškozením materiálu.

**RK** – referenční kopie – pečlivě vyrobená dobová vyrovnaná kopie obsahující synchronizovanou obrazovou i zvukovou složku, určená pro distribuci v kinech. Byla vybrána restaurátorem jako referenční, tedy nejvíce se přibližující signované kopii. Jde vždy o odhad, proto se výběr referenční kopie musí provádět spolu s expertní skupinou složenou z kameramanů.



**(III) Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně jejích zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou, neznámou metodiku, a jejich srovnání s postupy v zahraničí**

**Certifikovaná metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu** je nový pracovní postup v rukou digitálního restaurátora, který slouží ke zpracování digitálně restaurovaného filmového díla, který nemá v zahraničí srovnání. Dle dostupných pramenů a informací ke dni podání metodiky se nepodařilo najít žádnou podobnou, písemně vypracovanou metodiku. Obvyklý postup v zahraničí je, že do vedení digitalizace a restaurování obrazu je pozván zkušený kameraman pocházející z prostředí celovečerních filmů. Ten je schopen díky své erudici kvalifikovaně posuzovat průběh práce, hodnotit průběžné výsledky a postupy konzultovat s příslušným historickým ústavem či filmovým archivem. Jeho práce pak vychází z obecných zvyklostí při tvorbě originálních filmů. Tato metodika byla vyvinuta na základě získaných praktických zkušeností a potřeb práce digitálního restaurátora během výroby prvních digitálně restaurovaných českých filmů Marketa Lazarová, Hoří, má panenku, Všichni dobří rodáci, Ostře sledované vlaky a Kamenný most v období let 2011–2015.

Nová digitální technologie – počítačové zpracování obrazových a zvukových kinematografických dat – umožňuje při jejím přísném kontrolovaném užití docílit původního vzhledu filmového díla odpovídajícího tomu, jak bylo prezentováno na premiérové projekci. K tomu je nutná kontrola celého procesu, aby nedošlo k nežádoucím změnám, případnému vylepšení nebo zhoršení původního vzhledu filmového obrazu, změnám charakteru zvuku, nebo dokonce ke vzniku nových verzí filmového díla.

Za tím účelem byla metodicky ustanovena nová kontrolní měřicí metodika, která provádí kontrolní a měřicí postup porovnání digitálních obrazů na základě analýzy digitálních obrazových souborů promítnutých jedním referenčním digitálním projektoem, kalibrovaným podle standardů SMPTE<sup>[12],[14]</sup>, či dvojicí filmový a digitální projektor. Jde o mimořádnou technologickou pomůcku v rukou digitálního restaurátora pracujícího v kvalifikovaně vybavené restaurátorské laboratoři, která mu umožňuje provádět analýzy a kontrolu práce proměřováním a vyhodnocováním naměřených dat. Poprvé se tedy může restaurátor opřít o číselně vyjádřitelné analýzy, a tak lépe kontrolovat svá interpretační rozhodnutí. Digitální restaurátor vždy konzultuje navržené postupy s expertní skupinou, je-li použita certifikovaná metodika digitálního restaurování filmů, jejímž výsledkem je digitálně restaurovaný autorizát (DRA).

Certifikovaná metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na projekční ploše a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu je tedy unikátní a nová. Je příspěvkem českých výzkumníků a digitalizačních odborníků ke způsobu digitalizace filmového fondu. Jejím výsledkem je autorizovaný, tedy kvalitní originální zdroj filmu v digitální podobě. Výsledkem procesu po schválení autory, historiky, technologickými experty, státními autoritami a odpovědným digitálním restaurátorem je digitalizát nesoucí označení digitálně restaurovaný autorizát.

**(IV) Popis uplatnění certifikované metodiky, informace, pro koho je určena, subjekty, s kterými bude uzavřena smlouva o využití výsledku, a jakým způsobem bude uplatněna**

Uživateli metodiky mohou být všechny archivy vlastníci kinematografické sbírky, které je potřebné digitalizovat v nejvyšší kvalitě. V České republice jde o velké filmové archivy, jako jsou Národní filmový archiv, Archiv a programové fondy České televize, Vojenský historický ústav, Národní technické muzeum, BSA – Barrandov Studio Archiv, Národní muzeum, Krátký film, a. s., Národní archiv a podobně. Mnoho kinematografických archiválií se ale nachází i v regionálních muzeích. Mezi potenciální uživatele metodiky patří také soukromí sběratelé filmových snímků a soukromí filmoví producenti, kteří se snaží zachovat svá díla v digitální podobě. Šíře uplatnění metodiky vzhledem k její odborné a technologické náročnosti je zatím limitována, a proto je používána jen tam, kde je potřebné zachování autorizovaného původního vzhledu filmového díla.

V současné době smlouva o využití Certifikované metodiky kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu je podepsána s Českou televizí.

Umění se stává hodnotou právě díky svému trvalému působení na diváka, čtenáře či posluchače. Významná finanční investice do digitalizace filmů je zdůvodněna výběrem těch filmových děl, která zasluhují být zachována pro další generace. Základním předpokladem kvalitního digitálního restaurování je dodržení všech šesti základních kvalitativních kritérií metody DRA. Jedním z nich je oslovení kvalitního odborně vzdělaného digitálního restaurátora schopného provádět digitální restaurování odborně. Restaurátor je odpovědný zadavateli práce i za její ekonomickou úspornost při dodržení nejvyšších kvalitativních parametrů a potřebuje pro svoji práci rovněž kvalitní měřicí a analytické metodiky, které mu pomáhají tento odpovědný úkol zvládnout na profesionální úrovni. Takovou metodikou je rovněž Certifikovaná metodika kolorimetrické a jasové analýzy filmového obrazu na plátně a struktury klíčových scén černobílých a barevných filmů z hlediska světlotonality obrazu, která představuje výrazný nástroj ekonomického přínosu digitálního restaurování metodou DRA.

## **(V) Seznam použité související literatury**

- [1] Sharma, G., Wu, W., and Daa, E., The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations, *Color Research & Application* 30(1), 21–30, 2005.
- [2] Sharma, G., and Bala, R., *Digital Color Imaging Handbook*, Electrical Engineering & Applied Signal Processing Series, Taylor & Francis, 2002.
- [3] Zhang, X., and Wandell, B., A spatial extension of CIELAB for digital color-image reproduction, *Journal of the Society for Information Display* 5(1), 61–63, 1997.
- [4] Yang, Y., Ming, J., and Yu, N., Color image quality assessment based on CIEDE2000, *Advances in Multimedia* 2012, 2012.
- [5] Ortiz-Jaramillo, B., Kumcu, A., and Philips, W., Evaluating color difference measures in images, 2016, 8<sup>th</sup> International Conference on Quality of Multimedia Experience, QoMEX 2016.
- [6] Bernardo, M. V., Pinheiro, A. M. G., Fiadeiro, P. T., Pereira, M., Image Quality under Chromatic Impairments, *ACM Trans. Appl. Percept.* 14, 1, Article 6, August 2016.
- [7] Martinez-Verdu, F., Pujol, J., and Capilla, P., Characterization of a digital camera as an absolute tristimulus colorimeter, *Journal of Imaging Science and Technology* 47(4), 279–295, 2003.
- [8] Fliegel, K., and Havlín, J., Imaging photometer with a non-professional digital camera, *Proc. SPIE* 7443, 74431Q, 2009.
- [9] Fliegel, K., Krasula, L., Páta, P., Myslík, J., Pecák, J., and Jícha, M., System for objective assessment of image differences in digital cinema, *Proc. SPIE* 9217, 921701, 2014.
- [10] Fliegel, K., Vitek, S., Páta, P., Janout, P., Myslík, J., Pecák, J., and Jícha, M., Evaluation of color grading impact in restoration process of archive films, *Proc. SPIE* 9971, 997121, 2016.
- [11] Jícha, M., a kol., *Metodika digitálního restaurování filmů, jejímž výsledkem je digitálně restaurovaný autorizát (DRA)*, Česká společnost pro jakost, z. s., Praha 2016.
- [12] SMPTE Standard RP 431-2:2011 – D-Cinema Quality – Reference Projector and Environment. The Society of Motion Picture and Television Engineers 2011.
- [13] Akkaynak, D., Treibitz, T., Xiao, B., Guerkan, U. A., Allen, J. J., Demirci, U., Hanlon, R. T., Use of commercial off-the-shelf digital cameras for scientific data acquisition and scene-specific color calibration, *Journal of the Optical Society of America A: Optics and Image Science, and Vision* 31(2), 312–321, 2014.
- [14] SMPTE Standard ST 431-1:2006 – D-Cinema Quality-Screen Luminance Level. Chromaticity and Uniformity. The Society of Motion Picture and Television Engineers 2006.

**(VI) Seznam publikací, které předcházely metodice a byly zveřejněny (pokud existují), případně výstupy z originální práce**

Fliegel, K., Krasula, L., Páta, P., Myslík, J., Pecák, J., and Jícha, M., System for objective assessment of image differences in digital cinema, Proc. SPIE 9217, 921701, 2014.

Fliegel, K., Vítek, S., Páta, P., Janout, P., Myslík, J., Pecák, J., and Jícha, M., Evaluation of color grading impact in restoration process of archive films, Proc. SPIE 9971, 997121, 2016.

Jícha, M., Šofr, J., a kol., Živý film, Digitalizace metodou DRA, Praha 2016.

**Dedikace -  
uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program.**

Projekt VaV: Číslo projektu: 185  
Výzkum Programu NAKI Akademie múzických umění v Praze č. DF13P01OVV006

Poskytovatele: Česká republika - Ministerstvo kultury - organizační složka státu  
Adresa: Maltézské nám. 1, 118 11 Praha 1  
IČ: 00023671  
Zastoupené: Mgr. Danielem Hermanem

Příjemce: Akademie múzických umění v Praze – Filmová a televizní fakulta  
Právní forma: veřejná vysoká škola  
Adresa: Malostranské náměstí 259/12, Praha 1, 118 00  
IČ: 61384984  
Zastoupený statutárním orgánem Doc. Mgr. Janem Hančilem, rektorem

Název projektu:  
METODIKY DIGITALIZACE NÁRODNÍHO FILMOVÉHO FONDU  
Metodiky hodnocení kvality filmového obrazu z pohledu zrakového vjemu diváka s cílem vytvoření rovnocenné restaurované digitální kopie v porovnání s mateřskými archivními filmovými obrazovými zdroji.

Identifikační kód projektu: DF13P01OVV006

Cíl projektu:  
Cílem řešení projektu je uchování hodnot kulturního dědictví pro další generace a jeho zpřístupnění široké obci zájemců a uživatelů s možností rozšíření i do mezinárodních zájmových sfér v kvalitě věrně původnímu dílu. S tím souvisí výzkum nástrojů a metodik a jejich ověření pro odborné zkvalitnění současného systému péče o archivní fondy s využitím nových metod a moderních technologií průzkumu a prezentace kulturního dědictví, jejichž cílem je jeho zabezpečení a ochrana. V tom směru předložený projekt naplňuje v plném rozsahu cíle programu NAKI a výsledky výzkumu poslouží všem organizacím zabývajícím se digitálním restaurováním filmů a bude velkou pomocí pro nově vznikající postprodukční restaurátorské dílny. Podpora digitalizace a restaurování národního filmového fondu je nutnou odezvou na obdobné restaurátorské ale i komerční hnutí ve světě propagující návrat starých filmových fondů zpět do kin k divákům a jejich nové komerční využití. Jde o vytvoření certifikovaných metodik nejvýhodnějšího postprodukčního zpracování digitalizovaného filmu tak, aby jasová a barevná struktura obrazů na plátně u filmové a digitální projekce byla rovnocenná a přitom vynaložené finanční prostředky státu na digitalizaci byly minimální. Současným cílem je vytvoření měřicí laboratoře založené na laboratorním filmovém a digitálním kalibrovaném projektoru v prostoru se standardními pozorovacími podmínkami. Součástí bude také vytvoření centra poradenské a analytické služby pro potřeby průmyslové digitalizace kinematografických obrazů, které bude zajišťovat aplikaci certifikovaných metodik v praxi.

Kontakty:  
prof. MgA. Marek Jícha +420 723437344 [lampafilmx@gmail.com](mailto:lampafilmx@gmail.com)  
prof. Mgr. Josef Pecák, CSc +420 608311102 [pecakj@fam.u.cz](mailto:pecakj@fam.u.cz)