

Využití RAW videa pro vizuální efekty ve školních podmínkách

Filip Šotola

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Audiovize

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Filip Šotola
Osobní číslo:	K22141
Studijní program:	B0211P310005 Teorie a praxe audiovizuální tvorby
Specializace:	Vizuální efekty
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	1. Teoretická část: Využití RAW videa pro vizuální efekty ve školních podmínkách 2. Praktická část: Samostatné audiovizuální dílo založené na využití VFX v délce odpovídající námětu a náročnosti technologie, v minimální délce 3 minuty. Varianta musí být schválena před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba. viz Zásady pro vypracování

Zásady pro vypracování

1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 15 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh.

Formální podoba: Jednotná formální úprava teoretické části práce, její uložení a zpřístupnění se řídí aktuální verzí příslušné směrnice rektora. Student odevzdává 1 ks fyzické (tištěné) práce v pevné vazbě. Tištěná verze práce obsahuje originální ?Zadání DP/BP? včetně příslušných podpisů a studentem podepsané Prohlášení o původnosti práce. Práce v elektronické podobě obsahuje nascanované ?Zadání DP/BP? se všemi formálními náležitostmi a také nepodepsané Prohlášení studenta o původnosti práce. Plný text elektronické verze ve formátu PDF/A a případné přílohy (zkomprimované do jednoho zip souboru) student odevzdá nahráním do IS/STAG a do příslušné složky na NAS-AAV (viz níže).

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti do podoby akademického/odborného textu.

2. Praktická část:

Přípustné varianty praktické části:

1) Významná triková spolupráce na bakalářském filmu (nezbytná délka závislá na náročnosti technologie po konzultaci a schválení Výrobní komisí AAV).

2) VFX na souboru audiovizuálních děl, oficiálně schváleného před odevzdáním Výrobní komisí AAV, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV, v minimální délce 4 minuty.

3) Samostatné audiovizuální dílo založené na využití VFX v délce odpovídající námětu a náročnosti technologie, v minimální délce 3 minuty. Varianta musí být schválena před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba.

Další požadované materiály praktické části:

a) VFX breakdown (?making-of?, ?behind-the-scenes?) k předloženému audiovizuálnímu dílu. (var. 1, 2, 3).

b) Písemná explikace z pohledu dané specializace. Minimální rozsah 2 normostrany (var. 1, 2, 3).

c) Anotace (var. 1, 2, 3).

d) Storyboard, případně animatik (var. 1, 2, 3).

e) Štábová listina (var. 1, 2).

V případě, že je dílo autorským počinem nebo není součástí praktické části SZS studenta Produkce, je nutné dodržet doložení požadovaných materiálu a?h dle zadání specializace Produkce. Tato data odevzdává za projekt vždy jeden člověk. Nezbytná je konzultace s vedením AAV.

Všechny odevzdávané materiály musí splňovat vnitřní technické normy dle Výrobní knihy AAV pro odevzdávání prací a musí být řádně popsány (jméno, název, logo fakulty, formát, rozlišení). Součástí závěrečné práce je vytištěný a podepsaný formulář "Údaje o bakalářské práci studenta".

Uložení na NAS:

Ve složce na NAS-AAV, označené ?Bakalářská / Magisterská práce? uložte:

1. Teoretickou práci ve formátu PDF/A a případné přílohy (zkomprimované do jednoho zip souboru) dle specifikací výše.

2. Vytvořte podsložku Praktická práce, která bude obsahovat materiály částí a- h. Řádně nazvaný film/absolventské dílo odevzdávejte ve formátech splňujících vnitřní technické normy AAV pro odevzdávání prací.

3. Vytvořte podsložku s názvem Katalog, která bude obsahovat "Podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně": 10 kusů obrazové dokumentace praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní e-mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

SQUIRES, Scott, ZWERMAN, Susan; OKUN, Jeffrey A. a RAFFERTY, Kevin (ed.). *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. Second Edition. New York: Focal Press, 2015. ISBN 978-0-240-82518-2.
PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024. ISBN 978-1-032-38361-3.
WRIGHT, Steve. *Digital Compositing for Film and Video: Production Workflows and Techniques*. 4th edition. Routledge, 2017. ISBN 978-1138240377.
POYNTON, Charles A. *Digital video and HD: algorithms and interfaces*. 2nd ed. Waltham: Elsevier/Morgan Kaufmann, c2012. ISBN 978-0-12-391932-8.

Vedoucí bakalářské práce:	ak. mal. Boris Masník Ateliér Audiovize
Konzultant bakalářské práce:	Martin Smékal, DiS. Ateliér Audiovize
Datum zadání bakalářské práce:	2. prosince 2024
Termín odevzdání bakalářské práce:	16. května 2025

L.S.

Mgr. Josef Kocourek, Ph.D.
děkan

MgA. Irena Pustina Kocí, Ph.D., MBA
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato práce se věnuje problematice barevných prostorů a color managementu. Zaměřuje se na jejich převody při předávání obrazových dat mezi postprodukčními pracovišti a navrhuje řešení vhodné pro prostředí školy zaměřené na audiovizuální tvorbu.

Klíčová slova: color management, color space, barevný prostor, ACES, Blackmagic RAW, pipeline, workflow

ABSTRACT

This work deals with the issue of color spaces and color management. It focuses on color space conversion when image data is exchanged between postproduction departments and proposes a solution suitable for schools focused on audiovisual production.

Keywords: color management, color space, ACES, Blackmagic RAW, pipeline, workflow

Děkuji Martinu Smékalovi, DiS. za osvětlení mnoha problémů kolem color managementu a rady z praxe. Dále děkuji ak. mal. Borisi Masníkovi za vedení našeho studia.

OBSAH

ÚVOD.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 NATÁČENÍ STUDENTSKÝCH FILMŮ NA FMK UTB.....	16
1.1 LOGARITMICKÝ OBRAZ	16
1.2 RAW VIDEO	16
2 OBRAZOVÁ POSTPRODUKCE VE ŠKOLNÍCH PODMÍNKÁCH.....	18
2.1 BLACKMAGIC RAW EKOSYSTÉM	18
2.1.1 Blackmagic RAW	18
2.2 LOG WORKFLOW	19
2.3 PROBLÉMY PŘI SPOLUPRÁCI S TRIKOVOU POSTPRODUKcí	19
3 ACADEMY COLOR ENCODING SYSTEM.....	20
3.1 SCENE REFERRED WORKFLOW	20
3.2 OPENCOLORIO	20
3.3 BAREVNÉ PROSTORY ACES	21
3.3.1 Gamut	21
3.3.2 Lineární data.....	21
4 OPENEXR.	23
4.1 VYUŽITÍ OPENEXR PRO TRIKOVOU POSTPRODUKCI.....	23
4.2 KOMPRESSE	23
II ANALYTICKÁ ČÁST.....	25
5 ZÁKLADNÍ PARAMETRY ŠKOLNÍ PIPELINE	26
5.1 JEDNOTNÝ BAREVNÝ PROSTOR.....	26
5.2 FORMÁT PŘEDÁVANÝCH SOUBORŮ.....	27
5.2.1 Bitová hloubka	27
5.2.2 Komprese	27
5.3 POJMENOVÁNÍ SOUBORŮ	28
6 STŘIH.....	30
6.1 DAVINCI RESOLVE.....	30
6.2 ADOBE PREMIERE PRO	31
6.3 GRAFIKA	31
6.4 EXPORT PRO COLOR GRADING	31
7 PREGRADE.....	32
7.1 NASTAVENÍ DAVINCI RESOLVE	32
7.2 EXPORT PRO TRIKOVOU POSTPRODUKCI	33

8	VFX.....	36
8.1	COMPOSITING	36
8.2	3D	37
8.2.1	Blender	38
8.3	EXPORT ZPĚT DO COLOR GRADINGU	39
9	COLOR GRADING	40
9.1	EXPORT PRO ADOBE PREMIERE PRO.....	40
10	SLOŽENÍ	41
10.1	DAVINCI RESOLVE	41
10.2	ADOBE PREMIERE PRO	41
	ZÁVĚR.....	42
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ	46

ÚVOD

Díky pokrokům ve vývoji kamer se studenti filmových škol stále častěji setkávají s technologiemi, které byly v minulosti dosažitelné jen pro velké produkce. I přestože lze argumentovat, že pro školní cvičení není taková kvalita obrazu nutná, je naprosto pochopitelné, že si studenti chtějí včas vyzkoušet věci, které budou záhy používat v praxi.

Jednou z těchto technologií je takzvané RAW video, které umožňuje zaznamenávání většího objemu obrazových dat a tím i více možností v postprodukci. S těmito formáty jde dnes pracovat na relativně dostupných počítačích v běžně používaných stříhových programech. Není tedy překvapivé, že se tato funkce často používá i na jednoduchá školní cvičení.

Pro stříh a color grading nepředstavuje práce s RAW videem takový problém, nicméně pro trikovou postprodukci jsou tyto formáty nevhodné a je tedy potřeba je převést. V tu chvíli ale zpravidla přicházíme o některé funkce RAW formátů, které přestanou být po převodu dostupné a stojí tedy za to se zamýšlet, jestli a jak tyto funkce využít před trikovou postprodukci. Zároveň se při převodu RAW videa nevyhnutelně setkáváme s problémem color managementu, což je důvod, proč jsem se rozhodl pro toto téma práce.

Jako na studenta vizuálních efektů na mě u společných projektů ve štábu většinou spadalo řešení tohoto problému. Zpravidla jsem si data převáděl sám, což ale bývá zdlouhavé na komunikaci ohledně toho, kterou část jetí ve stříhu používáme. Tím, že nebyl často daný jednotný systém předávání dat a jejich forma, objevovaly se problémy s vizuálními změnami a nedostatečnou kvalitou. V některých krocích se zase přenášelo zbytečně velké množství dat. Řešení těchto problémů mi pak bralo čas od samotné trikové postprodukce, které se především chci věnovat.

Cílem této práce je navržení takové postprodukční pipeline, která bude vhodná pro podmínky školy se zaměřením na audiovizuální tvorbu. Tyto podmínky přinášejí určitá omezení, která znemožňují aplikovat pipeline používanou například ve velkém studiu a je tedy třeba zvážit, jaké kompromisy udělat, aby bylo možné využít co možná nejvíce funkcí a výhod, které RAW video přináší. Zároveň by nemělo docházet k přenášení zbytečně velkých obrazových dat.

Upřímně doufám, že se tato práce může stát přinejmenším příručkou mých spolužáků do dalších let, ideálně by se ale zakotvila do interních dokumentů specifikujících pravidla postprodukce školních děl.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 NATÁČENÍ STUDENTSKÝCH FILMŮ NA FMK UTB

Součástí studia na ateliéru Audiovizuální tvorba Fakulty multimediálních komunikací Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně je natáčení audiovizuálních děl. I když jsou tato díla v rámci studia brána jako cvičení, přirozeně vzniká tlak na technickou kvalitu. Studenti mají přístup v rámci školního vybavení ke kamerám podporujícím natáčení videa do logaritmických formátů. V rámci vypůjčení techniky z rentálů, které je běžnou praxí, mohou pak nahrávat i RAW video. Termíny logaritmický obraz a RAW video jsou vysvětleny níže a pro color management jsou důležité. Studenti tedy mají možnost pracovat s vybavením, se kterým by se setkali na profesionálním natáčení a tím pádem chtějí využít i možností, které tyto kamery nabízí v postprodukcí.

1.1 Logaritmický obraz

Obraz, jehož informace jsou zapisovány pomocí logaritmické transfer function je nazýván logaritmický, nebo také zkráceně log.¹ Transfer function je pak obecně funkce určující zápis barevné informace do barevného kanálu.² Transfer function je často nazývána pojmem gamma, nicméně tento termín je problematický, proto ho v této práci nepoužívám.³ Tento typ zápisu obrazu do logu je běžně dostupný i v současných digitálních fotoaparátech a kamerách.⁴ V kombinaci s vyšší bitovou hloubkou umožňuje větší barevné korekce oproti standardnímu videu.

1.2 RAW video

Termín RAW video je relativně nový. Spadají pod něj video formáty, které, podobně jako u RAW fotografie, zaznamenávají obraz tak, jak jej zachytil senzor. Příkladem může být formát Blackmagic RAW. Stále se ale jedná o ztrátovou kompresi, nejde o nekomprimovaný video signál. Formát využívající tento kodek vyžaduje speciální program od tvůrce formátu, který dokáže video správně převést na obraz zobrazitelný na monitoru.⁵

¹ SPEARS, Derek. 3D compositing. In: SQUIRES, Scott; ZWERMAN, Susan a OKUN, Jeffrey A., RAFFERTY, Kevin (ed.). *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. 2. New York: Focal Press, 2015, s. 817-818. ISBN 978-0-240-82518-2.

² 17-23-041. Online. CIE. 2025. Dostupné z: <https://cie.co.at/eilvterm/17-32-004>. [cit. 2025-01-30].

³ *Question #6: What the F*ck is a Transfer Function?* Online. The Hitchhiker's Guide to Digital Colour. Dostupné z: <https://hg2dc.com/2019/05/28/question-6/>. [cit. 2025-05-05].

⁴ PEREZ, Victor. Understanding color spaces. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 118-119. ISBN 978-1-032-38361-3.

⁵ *Blackmagic Design. Online. Blackmagic RAW*. 2025. Dostupné z: <https://www.blackmagicdesign.com>. [cit. 2025-01-31].

Tyto formáty jsou v současné době oblíbené mimo jiné z důvodů, které budou popsány v další kapitole.

2 OBRAZOVÁ POSTPRODUKCE VE ŠKOLNÍCH PODMÍNKÁCH

Na ateliéru Audiovizuální tvorba jsou k dispozici pracoviště obrazové postprodukce umožňující offline a online střih, color grading a trikovou postprodukci. Mimo to studenti mohou pracovat na svých počítačích. Nejpoužívanějšími programy pro střih je Adobe Premiere Pro a DaVinci Resolve, Resolve je pak využíván na color grading. Pro trikovou postprodukci v oblasti 2D, tedy compositing, je využíván především program Nuke od The Foundry a After Effects od Adobe. Pro oblast 3D pak v první řadě program Blender nebo Autodesk Maya. Tyto programy budou blíže popsány v dalších kapitolách.

2.1 Blackmagic RAW ekosystém

Společnost Blackmagic Design vyrábí mimo jiné profesionální kamery. Dále nabízí vlastní program DaVinci Resolve určený na střihovou postprodukci, color grading, vizuální efekty a zvukovou postprodukci. Díky vlastnímu RAW video formátu Blackmagic RAW je možné natočit film na kameru této společnosti, poté ho v jejich programu postprodukovat a exportovat hotový výsledek. Při jednoduchém nastavení pak není potřeba problematiku převodu barevných prostorů prakticky řešit.⁶ Pokud ale střih má probíhat například v programu Premiere Pro, je třeba přenášet práci napříč programy různých výrobců pomocí k tomu určených formátů. Pro vizuální efekty a někdy i celou obrazovou postprodukci v jiných programech je také běžnou praxí pracovat s formáty zapisující framy jako sekvenci jednotlivých souborů.⁷ Pokud mají školní podmínky odrážet postprodukci v praxi, mělo by být možné využít k ní více než jeden program.

2.1.1 Blackmagic RAW

Formát RAW videa Blackmagic RAW je k dispozici v kamerách od firmy Blackmagic Design a také v externích rekordérech dalších firem. Využívá proprietární nelineární barevný prostor o bitové hloubce 12-bit. Tento formát lze otevřít pomocí oficiálního přehrávače Blackmagic RAW Player, importovat do DaVinci Resolve nebo dalších střihových programů s využitím oficiálního pluginu. V těchto případech dojde

⁶ Data Levels, Color Management, and ACES. Online. In: *DaVinci Resolve 19 Reference Manual*. Blackmagic Design, 2024, s. 225-227. Dostupné z: https://documents.blackmagicdesign.com/UserManuals/DaVinci_Resolve_19_Reference_Manual.pdf. [cit. 2025-01-30].

⁷ SQUIRES, Scott. Resolution and image format considerations. In: SQUIRES, Scott; ZWERMAN, Susan a OKUN, Jeffrey A., RAFFERTY, Kevin (ed.). *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. 2. New York: Focal Press, 2015, s. 545-547. ISBN 978-0-240-82518-2.

k automatickému převedení barevného prostoru pomocí metadat. Při color gradingu v DaVinci Resolve je možné využít funkcí RAW videa jako je například zpětná změna nastavení ISO nebo vyvážení bílé, které by v běžných video formátech nebyly k dispozici. Tyto funkce mohou pomoci získat více informací z částí obrazu, které jsou příliš světlé nebo tmavé.⁸ Po převedení Blackmagic RAW do jiného formátu již není možné tyto funkce v programu DaVinci Resolve využívat.

2.2 Log workflow

Při natáčení videa do logaritmického formátu se může v postprodukcí stát, že obraz není automaticky převáděn do správného barevného prostoru. Převodu lze docílit využitím funkcí color managementu, kdy je potřeba ručně specifikovat, v jakém barevném prostoru je obraz natočen.⁹ Alternativou je využití LUT pro konkrétní převod mezi dvěma barevnými prostory. Možnosti využití těchto dvou způsobů se napříč postprodukčními programy liší a budou popsány v pozdějších kapitolách, kde to bude relevantní.

2.3 Problémy při spolupráci s trikovou postprodukcí

Jak už bylo nastíněno v předešlých kapitolách, pro práci trikové postprodukce je potřeba záběry převést do vhodnějšího formátu, zpravidla obrazové sekvence. Programy využívané k tvorbě triků mají zpravidla podporu menšího množství barevných prostorů, snadno tedy nastane situace, že je potřeba barevný prostor převádět. Pokud nejsou dodržena pravidla color managementu napříč pracovišti, může se stát, že obraz vypadá na každém pracovišti jinak. To komplikuje komunikaci a dělení zodpovědnosti za kvalitu obrazu. Pro efektivní fungování obrazové postprodukce je tedy zásadní dodržovat předem ustanovená pravidla color managementu.¹⁰

⁸ Camera Raw Palette. Online. In: *DaVinci Resolve 19 Reference Manual*. Blackmagic Design, 2024, s. 2935-2938. Dostupné z: https://documents.blackmagicdesign.com/UserManuals/DaVinci_Resolve_19_Reference_Manual.pdf. [cit. 2025-01-30].

⁹ Data Levels, Color Management, and ACES. Online. In: *DaVinci Resolve 19 Reference Manual*. Blackmagic Design, 2024, s. 221-225. Dostupné z: https://documents.blackmagicdesign.com/UserManuals/DaVinci_Resolve_19_Reference_Manual.pdf. [cit. 2025-01-30].

¹⁰ PEREZ, Victor. The importance of color management. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 97-98. ISBN 978-1-032-38361-3.

3 ACADEMY COLOR ENCODING SYSTEM

Academy Color Encoding System (ACES) je systém pro color management vytvořený Akademií filmového umění a věd. Jedním z cílů tohoto systému je zlepšit výměnu obrazových dat mezi postprodukčními pracovišti. Dále pak tento systém obsahuje formáty určené k zachování co nejvyššího množství barevných a jasových informací. Jedná se o scene referred workflow, které využívá jednotný barevný prostor schopný zaznamenat všechny barvy viditelné lidským okem.¹¹ ACES využívá nástroje OCIO k implementaci napříč postprodukčními programy.¹²

3.1 Scene referred workflow

Scene referred workflow je přístup ke color managementu, kdy obrazová data reprezentují světlo tak, jak bylo zaznamenáno na place, nikoli tak, jak bude zobrazeno na konkrétním monitoru. Zpravidla jsou všechna obrazová data na začátku převedena do jednotného barevného prostoru pomocí takzvaného input transform. Tento jednotný barevný prostor by měl být schopný pojmout všechna natočená nebo jinak získaná data. Obrazové úpravy pak probíhají v tomto barevném prostoru a v důsledku toho se mohou data z různých zdrojů chovat při úpravách stejným způsobem, pokud jim to tedy umožňuje jejich rozsah. Pro zobrazení obrazu jsou data převedena do barevného prostoru konkrétního zařízení pomocí display transform, to samé probíhá i při exportu verzí pro odevzdání. Tím pádem při tomto workflow probíhají vždy maximálně dva převody barevného prostoru, což není pravidlem v alternativním display referred workflow.¹³

3.2 OpenColorIO

OpenColorIO je systém umožňující color management určený pro film s důrazem na vizuální efekty a počítačovou animaci. Je podporovaný v široké škále postprodukčních programů a využíváný zavedenými trikovými studiemi. Oproti převodu barevných prostorů pomocí LUT dosahuje vyšší přesnosti v extrémních hodnotách.¹⁴ Jedná se o open source

¹¹ HOUSTON, Jim; MALTZ, Andy; CLARK, Curtis. Academy color encoding system. In: SQUIRES, Scott; ZWERMAN, Susan a OKUN, Jeffrey A., RAFFERTY, Kevin (ed.). *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. 2. New York: Focal Press, 2015, s. 550-554. ISBN 978-0-240-82518-2.

¹² OCIO documentation. Online. OCIO studio config for ACES. 2025. Dostupné z: https://opencolorio.readthedocs.io/en/latest/configurations/aces_studio.html. [cit. 2025-01-31].

¹³ PEREZ, Victor. Understanding color spaces. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 131-138. ISBN 978-1-032-38361-3.

¹⁴ OpenColorIO. Online. OpenColorIO. 2025. Dostupné z: <https://opencolorio.org/>. [cit. 2025-01-31].

nástroj, který umožňuje konzistentní používání napříč programy a zároveň tvorbu vlastních konfigurací ať už jednotlivci nebo studii.¹⁵

3.3 Barevné prostory ACES

ACES definuje několik barevných prostorů podle jejich určení. ACES 2065-1 je lineární barevný prostor se širším gamutem definovaným primárními barvami AP0 určený pro předávání dat a archivaci. Pro trikovou postprodukci je určený lineární barevný prostor ACEScg. Tento prostor má užší gamut definovaný primárními barvami AP1, který je v praxi dostačující pro práci s obrazovými daty určenými pro displeje a kina. CGI je také standardně renderováno do tohoto prostoru. Další dva barevné prostory ACEScc a ACESct jsou určeny pro color grading. Využívají opět gamut AP1, ale nejsou lineární. Používají místo toho logaritmické nebo částečně logaritmické kódování.¹⁶

3.3.1 Gamut

Barevný gamut je rozsah barev, které je možné zapsat nebo zobrazit.¹⁷ V kontextu barevných prostorů se jedná o povrch definovaný třemi body hodnot takzvaných primárních barev (primaries) a čtvrtým bodem značícím střed barevného prostoru zvaný white point.¹⁸

3.3.2 Lineární data

Pojmem lineární data (linear) je na mysli způsob zápisu obrazových dat pomocí lineární transfer function. Nejedná se tedy o barevný prostor.¹⁹ V praxi to znamená, že zdvojnásobení hodnoty v barevném prostoru způsobí zdvojnásobení jasu. Výhodou tohoto kódování dat je snazší převod barevných prostorů a úpravy v compositingu.²⁰ Kromě lineárních barevných

¹⁵ PEREZ, Victor. ACES. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 194-195. ISBN 978-1-032-38361-3.

¹⁶ PEREZ, Victor. ACES. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 193-197. ISBN 978-1-032-38361-3.

¹⁷ 17-32-007. Online. CIE. 2025. Dostupné z: <https://cie.co.at/eilvterm/17-23-041>. [cit. 2025-01-30].

¹⁸ PEREZ, Victor. Understanding color spaces. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 107-116. ISBN 978-1-032-38361-3.

¹⁹ PEREZ, Victor. Color volume. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 158. ISBN 978-1-032-38361-3.

²⁰ HOUSTON, Jim; MALTZ, Andy; CLARK, Curtis. Academy color encoding system. In: SQUIRES, Scott; ZWERMAN, Susan a OKUN, Jeffrey A., RAFFERTY, Kevin (ed.). *The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*. 2. New York: Focal Press, 2015, s. 552-553. ISBN 978-0-240-82518-2.

prostorů ACES se také používá prostor Linear sRGB (Linear Rec.709), který používá gamut sRGB. Například Blender používá pro export do OpenEXR tento barevný prostor.²¹

²¹ *Color Management*. Online. Blender 4.2 Reference Manual. Dostupné z: https://docs.blender.org/manual/en/4.2/render/color_management.html. [cit. 2025-04-11].

4 OPENEXR.

OpenEXR je open source implementací formátu EXR využívaný pro uchovávání obrazových dat ve filmovém průmyslu. Jedná se o projekt Academy Software Foundation.²² Tento formát je vhodný pro práci na obrazu ve vysoké kvalitě mimo jiné díky tomu, že umožňuje zápis informací ve vysoké bitové hloubce 16 a 32-bit a to navíc jako floating point (plovoucí řádová čárka). Hloubka 16-bit stačí pro uchování dat v dynamickém rozsahu, který je vyšší, než jaký má většina kamer. Nabízí řadu kompresních algoritmů při vysoké rychlosti čtení a zápisu. Další výhodou je také možnost uchovávání rozsáhlých metadat a dalších kanálů, které mohou vzniknout v rámci trikové postprodukce.²³

4.1 Využití OpenEXR pro trikovou postprodukci

Do formátu OpenEXR se standartně zapisují data v lineárních barevných prostorech. Může být využit na uchovávání dat natočených kamerou, nebo renderů z 3D v jednotlivých vrstvách a render passech, což jsou další pomocné kanály navrch RGB a alphy. Pro obrazová data právě z kamery nebo světelné passy z renderu je hloubka 16-bit (rgb half) dostačující, pro technické passy z renderu je pak pro vyšší přesnost využívána hloubka 32-bit (rgb float).²⁴

4.2 Komprese

OpenEXR nabízí velké množství kompresních algoritmů. Pokud se chceme vyhnout předávání zbytečně velkého množství dat mezi pracovišti, stojí za to se zabývat tím, která komprese je vhodná. Pro bezztrátovou kompresi jsou k dispozici varianty ZIP komprese a také run length encoding vhodný pro obraz obsahující větší barevné plochy. Pro bezztrátovou kompresi záběrů z kamer a fotografií dosahuje nejlepších výsledků komprese PIZ se zmenšením na velikost mezi 33 a 55% původní velikosti.

Pro ztrátovou kompresi jsou k dispozici algoritmy optimalizované na přehrávání videa v reálném čase, případně varianty pro konkrétní postprodukční programy. Ztrátová

²² OpenEXR. Online. OpenEXR. 2025. Dostupné z: <https://openexr.com/en/latest/>. [cit. 2025-01-31].

²³ OpenEXR. Online. Technical Introduction to OpenEXR. 2025. Dostupné z: <https://openexr.com/en/latest/TechnicalIntroduction.html>. [cit. 2025-01-31].

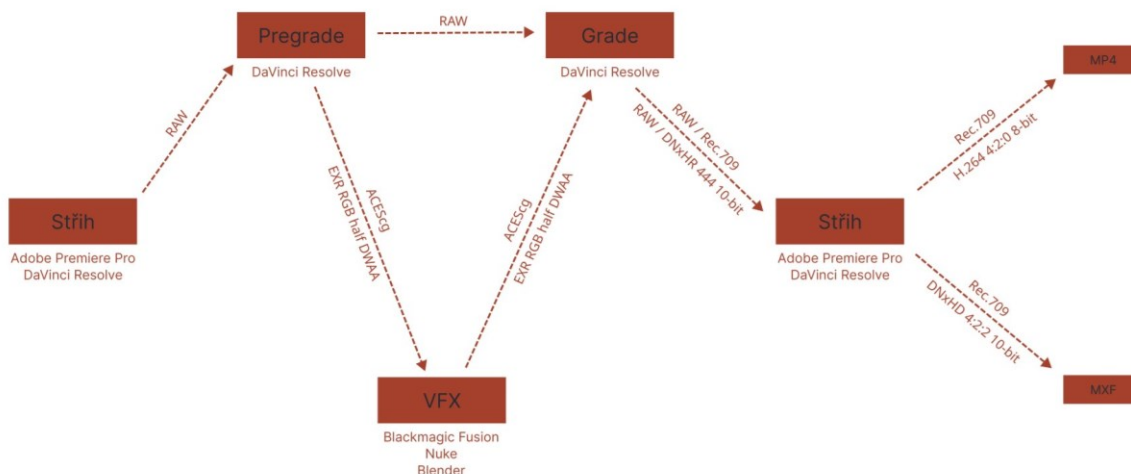
²⁴ PEREZ, Victor. Elements of digital color manipulation. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 70. ISBN 978-1-032-38361-3.

komprese může být u technických dat z renderu problematická, algoritmus PXR24 by měl být použitelný pro některé z nich.²⁵

²⁵ *OpenEXR*. Online. Technical Introduction to OpenEXR. 2025. Dostupné z: <https://openexr.com/en/latest/TechnicalIntroduction.html>. [cit. 2025-01-31].

II ANALYTICKÁ ČÁST

5 ZÁKLADNÍ PARAMETRY ŠKOLNÍ PIPELINE



Obrázek 1 Schéma navrhované postprodukční pipeline

(zdroj: vlastní)

Pipeline je postavená na ACES. Následuje pravidla scene-referred workflow, tím pádem všechny zdroje jsou převedeny do jednotného prostoru, ze kterého jsou poté převedeny pro zobrazení při práci na konkrétním zobrazovacím zařízení a také při exportech verzí pro konkrétní užití.

5.1 Jednotný barevný prostor

ACES byl zvolen oproti ostatním srovnatelným řešením, v první řadě DaVinci Wide Gamut Intermediate, pro svou univerzální implementaci. ACES je díky OCIO dostupné ve většině programů, které jsou v rámci obrazové postprodukce využívány, případně je možné s ním pracovat s náhledovou LUT. Standard ACES specifikuje barevný prostor ACES2065-1 se širším gamutem AP0 pro předávání dat a archivaci, nicméně tento barevný prostor je v některých programech hůře podporovaný, takže by vyžadoval převod na jiný barevný prostor před začátkem práce. Z toho důvodu je pro školní podmínky vhodnější prostor ACEScg, který je také lineární, má ale menší gamut, nicméně tento prostor stačí na pokrytí barevných hodnot, které se v praxi vyskytují, používá se koneckonců na renderování CGI, kde mohou vznikat hodnoty vyšší.

Je nutné zmínit, že ani ACES není bez kompromisů. Jedním z nich je problém u saturovaných světel, kde vznikají vizuální artefakty. Ve verzi ACES 1.3 existuje řešení zvané Reference Gamut Compression, které tyto extrémní barevné hodnoty upravuje, aby nepůsobily problémy a zároveň obraz jinak nemění. Pro většinu záběrů tato funkce není potřeba, nicméně je dobré s tímto jevem počítat.

5.2 Formát předávaných souborů

Primárním formátem k předávání dat je zvolen formát OpenEXR. Jedná se o formát od začátku určený pro uchovávání dat v lineární podobě a je schopný pojmout širší gamuty, je tedy pro ACEScg vhodný. OpenEXR má široké možnosti nastavení a při některých z nich se datové toky mohou snadno dosáhnout desetinásobků datového toku zdrojového Blackmagic RAW souboru.

5.2.1 Bitová hloubka

První optimalizací je použití poloviční bitové hloubky 16-bit, v kontextu EXR také nazývané RGB half. Pro obrazová data, jako jsou natočené záběry nebo světelné render passy, tato hloubka stačí. Vyšší 32-bit (RGB float) je pak potřeba pro některé technické render passy.

5.2.2 Komprese

Dalším nastavením, kterým je třeba se zabývat, je volba komprese. Pro předávání obrazových dat je zvolena komprese DWAA. Jedná se o ztrátovou kompresi, která při výchozím nastavení na level 45 dosahuje výsledků vizuálně nerozlišitelných od původních dat. Přirozeně například při extrémním zvýšení kontrastu v postprodukci se drobné rozdíly oproti bezztrátové kompresi násobí, v reálné praxi ale téměř jistě takovým úpravám nedojde, tato míra ztráty obrazové informace je tedy snesitelná. Komprese DWAA v průměru dosáhne poloviční velikosti souborů oproti bezztrátové kompresi PIZ, kterou OpenEXR také podporuje. Varianta DWAA je oproti DWAB zvolená díky optimalizaci na čtení po řádcích, které používá compositing program Nuke.

U dalších ztrátových kompresních algoritmů se vyskytují problémy s podporou napříč programy, například DaVinci Resolve ve verzi 19 nepodporuje kompresi ztrátové komprese B44 a PXR24.²⁶

Je nutné zmínit, že stejně jako u otázky bitové hloubky je nutné rozlišit mezi obrazovými daty z kamery nebo renderu a technickými render passy. Technické passy vyžadují zachování všech informací, ztrátová komprese je tedy pro ně nevhodná.

Pro shrnutí, pokud je to možné, nejmenšího datového toku při zachování prakticky všech informací lze dosáhnout ve formátu OpenEXR RGB half DWAA.

5.3 Pojmenování souborů

Správné pojmenování souborů je zásadní pro udržení pořádku napříč postprodukcí, obzvlášť když se pracuje se sekvencemi framů. Z hlediska problematiky předávání dat a barevných prostorů je v některých případech vhodné, aby název obsahoval údaje o použitém barevném prostoru. U OpenEXR sekvencí v kontextu této pipeline vždy počítáme s tím, že obsahují lineární ACEScg, takže není nutné to do názvu souborů uvádět. Stejně tak není nutné uvádět barevný prostor například u jpg souborů, kam by se nic jiného než sRGB nemělo zapisovat. Pokud ale na první pohled není jasné, jakou kombinaci transfer function a gamutu soubor obsahuje, je nutné obě tyto informace specifikovat. Například kontejner .mov může obsahovat běžné video v kodeku h.264 ale také jakýkoliv logaritmický formát z kamery. Právě u zdrojových souborů z kamery je vhodné do názvu souboru přidat údaj o barevném prostoru i pro případ, že tyto informace nejsou obsaženy v metadatech, nebo kdyby bylo potřeba později diagnostikovat problémy v programech, které tato metadata nemohou využít. Pomocí nástrojů na dávkové přejmenování souborů lze tyto informace do názvu souborů snadno doplnit.

Pro přehlednější komunikaci mezi střížnou a trikovými stanovišti je vhodné neponechávat jako název záběru nezapamatovatelný název souboru, jak přišel z kamery, ale přejmenovat ho do nějaké čitelnější formy, shodné s trikovou soupiskou. Jedna z možností je použít zkrácený název projektu následovaný třiciferným nebo čtyřciferným pořadovým číslem. Toto číslo značí pořadí trikového záběru s tím, že stoupá po desítkách, tím pádem

²⁶ Windows 10 Still Image Sequence Formats. Online. In: *DaVinci Resolve Supported Formats and Codecs*. 2024, s. 10. Dostupné z: https://documents.blackmagicdesign.com/SupportNotes/DaVinci_Resolve_19_Supported_Codec_List.pdf?v=1723705210000. [cit. 2025-02-01].

číslo 010 značí první trikový záběr v soupisce. V případě, že ve střihu vznikne další práce pro vizuální efekty, tento systém umožňuje záběr v rámci pojmenování zařadit na správné místo. Pokud například vznikne nový záběr mezi záběry 010 a 020, dostane číslo 015.

Za zmínku stojí také způsob číslování framů u sekvencí. Číslo framu je vhodné dávat vždy na konec názvu souboru před příponu, aby se framy načítaly v programech ve správném pořadí. Například přehrávač DJV nepodporuje číslo framu jinde než na konci názvu souboru. Je také nutné dodržet počet cifer, aby se framy v adresářích správně řadily. To znamená, že například první frame sekvence bude mít v názvu číslo 0001 a tato sekvence může tedy být dlouhá 10 000 framů.

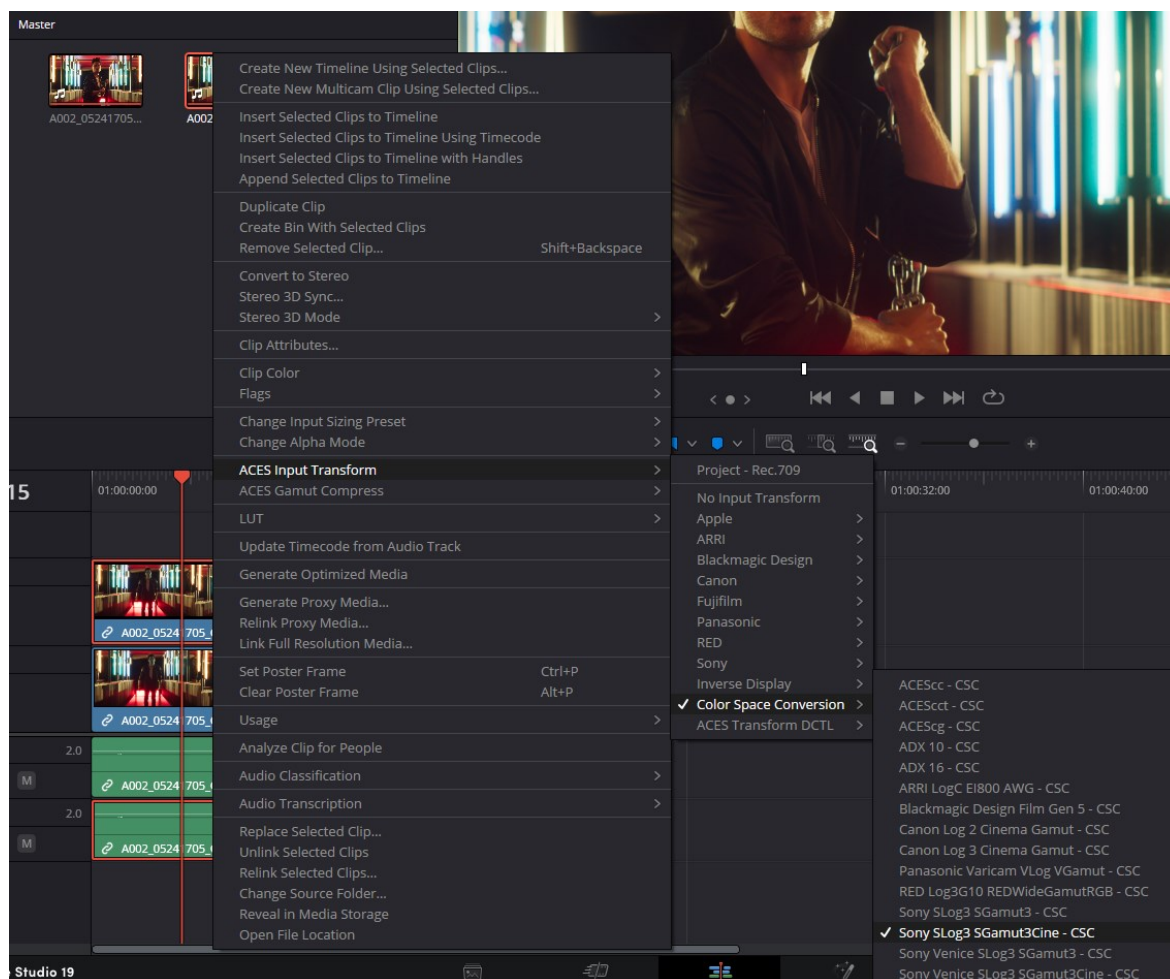
Pokud tedy ze střizny putuje k vizuálním efektům záběr druhý v projektu Karkulka osmý frame může vypadat takto: KAR_020_0008.exr. Takováto sekvence je pak uchovávaná v adresáři se stejným názvem, samozřejmě bez čísla framu: KAR_020.

6 STŘIH

Samotný střih nepřináší mnoho problémů v rámci color managementu. Přístup se ale liší vzhledem k workflow střihače/střihačky a používaného stříhového programu.

6.1 DaVinci Resolve

DaVinci Resolve umožňuje snadno nastavit color management s podporou většiny používaných barevných prostorů. V případě Blackmagic RAW dochází k převedení barevného prostoru z kamery do jednotného ACES prostoru automaticky. U ostatních formátů lze vstupní barevný prostor specifikovat. Toto je typické pro formáty využívající kodeky DNxHR a Apple ProRes, které mohou být v různých logaritmických barevných prostorech.



Obrázek 2 Manuální nastavení input transform pro klip v DaVinci Resolve

(zdroj: vlastní)

Střih poté může probíhat na záběrech, které střihač/střihačka vidí tak, jak byly zobrazeny na monitoru na place. Nástroje na generování proxy souborů uvnitř DaVinci Resolve v rámci tohoto systému fungují, takže není potřeba nic manuálně převádět.

6.2 Adobe Premiere Pro

V případě Premiere Pro se nejedná o stejně jednoduchý proces. Mimo jiné, protože nepodporuje OCIO.²⁷ Plugin Blackmagic RAW umožňuje import tohoto formátu přímo do Premiere včetně převodu barevného prostoru, jiné formáty už takto automaticky často nefungují. Pro střih je pak vhodné využít náhledovou LUT, která daný barevný prostor převede do prostoru timeline. Pro střih na proxy souborech je vhodnější při exportu proxies použít náhledovou LUT, aby se propsala do těchto souborů a poté už pro střih nebyla potřeba. Pokud by se toto neprovedlo, mohly by například vzniknout obrazové artefakty způsobené zapsáním logaritmického obrazu do proxy souboru s bitovou hloubkou 8-bit, která pro log není dostatečná. Vzhledem k tomu, že proxy soubory slouží jen pro střih a nemají vliv na finální export, v konečném důsledku záleží na preferenci střihače/střihačky.

6.3 Grafika

Pokud projekt vyžaduje grafiku je dobré počítat s tím, že může být potřeba ji přenést do jiného programu. Apple ProRes i Avid DNxHR podporují alpha kanál a jsou proto vhodnými formáty. Aby případný externí grafik nemusel řešit na své straně color management, může posílat grafiku do střižny v sRGB nebo Rec709, jak je zvyklý. Ve střižových programech pak není problém drobné barevné změny opravit. Je ale nutné dodržet při exportu a následném importu stejné nastavení alpha kanálu – straight nebo premultiplied, abychom se vyhnuli problémům s průhledností.

6.4 Export pro color grading

Vzhledem k tomu, že finální export bude probíhat ve stejném programu, jako probíhá střih, není nutné přenášet do color gradingu všechny efekty a obrazové přechody, které vznikly ve střihu. Pokud střih probíhal v DaVinci Resolve, přenesení projektu je podstatně jednodušší, protože stačí vyexportovat projekt jako DRP soubor. Při střihu v Premiere Pro pak pro přenesení klipů lze použít XML soupisku. Soupiska se pak v obou případech předává společně se zdrojovými soubory z kamery a případnými dalšími zdroji na color grading.

²⁷ *OpenColorIO*. Online. OpenColorIO. 2025. Dostupné z: <https://opencolorio.org/>. [cit. 2025-01-31].

7 PREGRADE

Pregrade je v rámci této pipeline první část color gradingu, kdy se provedou základní barevné korekce zdrojových záběrů, než se tyto záběry exportují na předání trikové postprodukci.

Hlavním důvodem je, že některé funkce RAW video formátů není možné zachovat po převedení do jiného formátu. V případě Blackmagic RAW se jedná hlavně o nastavení ISO a vyvážení bílé. Pokud tedy kameraman nebo colorista chce tyto funkce změnit z výchozích, které se nachází v metadatech, musí tak učinit před trikovou postprodukci. Pokud tyto funkce využít nepotřebuje, může proběhnout export dat pro vizuální efekty už ve střížně, ale pouze přes DaVinci Resolve, kvůli color management funkcím.

Pokud projekt obsahuje záběry se saturovanými světly, mohou se objevit artefakty kvůli nedokonalosti ACES. V rámci pregradu je možné tento problém řešit pomocí Reference Gamut Compression. Tato úprava se pak запиše do dat určených pro trikovou postprodukci.

V rámci pregrade by pak měla vzniknout první verze gradingu, aby bylo možné exportovat náhledovou LUT pro každý záběr určenou pro trikovou postprodukci. Tyto náhledové LUT musí být aktualizovány, když se vyvíjí grading, aby trikoví pracovníci mohli vidět záběry se stejnými korekcemi.

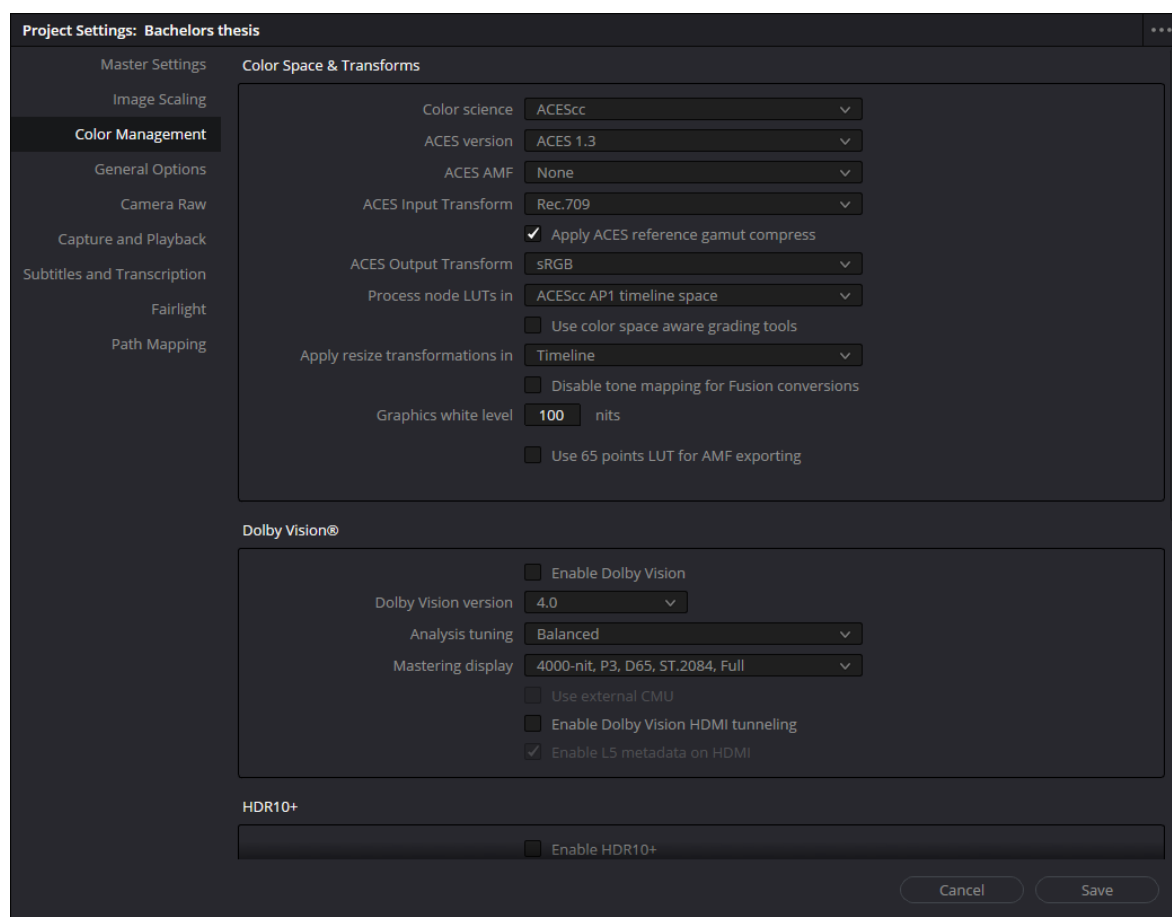
7.1 Nastavení DaVinci Resolve

Vzhledem k tomu, že pipeline je postavená na ACES, je potřeba DaVinci Resolve správně nastavit. Při nastavení color science do ACESc dochází k převodům barevných prostorů na vstupu a výstupu stejným způsobem, jako v dalších postprodukčních programech, nemělo by tedy docházet k barevným změnám, pokud se dodrží verze ACES, která je v době psaní této práce na verzi 1.3.

V případě práce s RAW formáty je nastavení ACES Input Transform ignorováno a program se řídí metadaty souborů z kamery. Jinak se jedná o výchozí nastavení pro převod barevného prostoru při importu, které lze pro konkrétní soubory dále změnit.

ACES Output Transform udává, jak se obraz převádí jak při zobrazení v Resolve, tak při exportu. To je lehce problematické například oproti přístupu Nuke, kde existuje možnost náhledové LUT odlišné od exportu. V praxi to znamená, že je potřeba pro práci v gradingu

mít nastavený output transform podle monitoru, na kterém grading probíhá²⁸ (sRGB nebo Rec.709, případně P3 pro některá Apple zařízení) a pro export záběrů se pak output transform změní na relevantní barevný prostor. Při exportu pro trikovou postprodukci jde o ACEScg.



Obrázek 3 Nastavení DaVinci Resolve pro práci v ACES s využitím Reference Gamut Compression a zobrazení na běžném sRGB monitoru

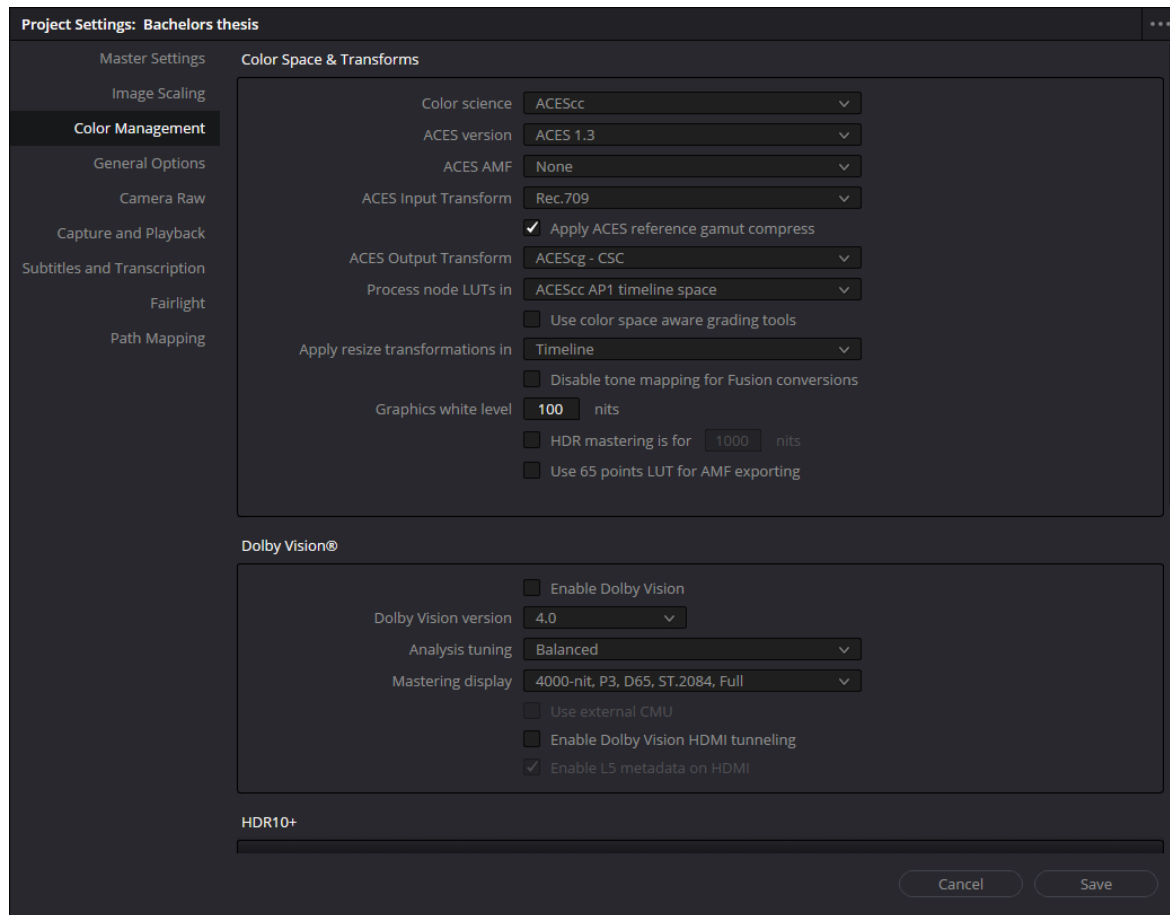
(zdroj: vlastní)

7.2 Export pro trikovou postprodukci

Export z gradingu pro trikovou postprodukci se řídí výše uvedenými základními parametry školní pipeline. Na základě dohody ve štábu mohou být klipy exportovány s takzvanými handles – několika snímky navíc na začátku a konci klipu. To může usnadnit případné zásahy do střihu. DaVinci Resolve umožňuje pojmenování klipů, které lze pak využít při dávkovém exportu sekvencí tak, aby byly sekvence správně pojmenované podle

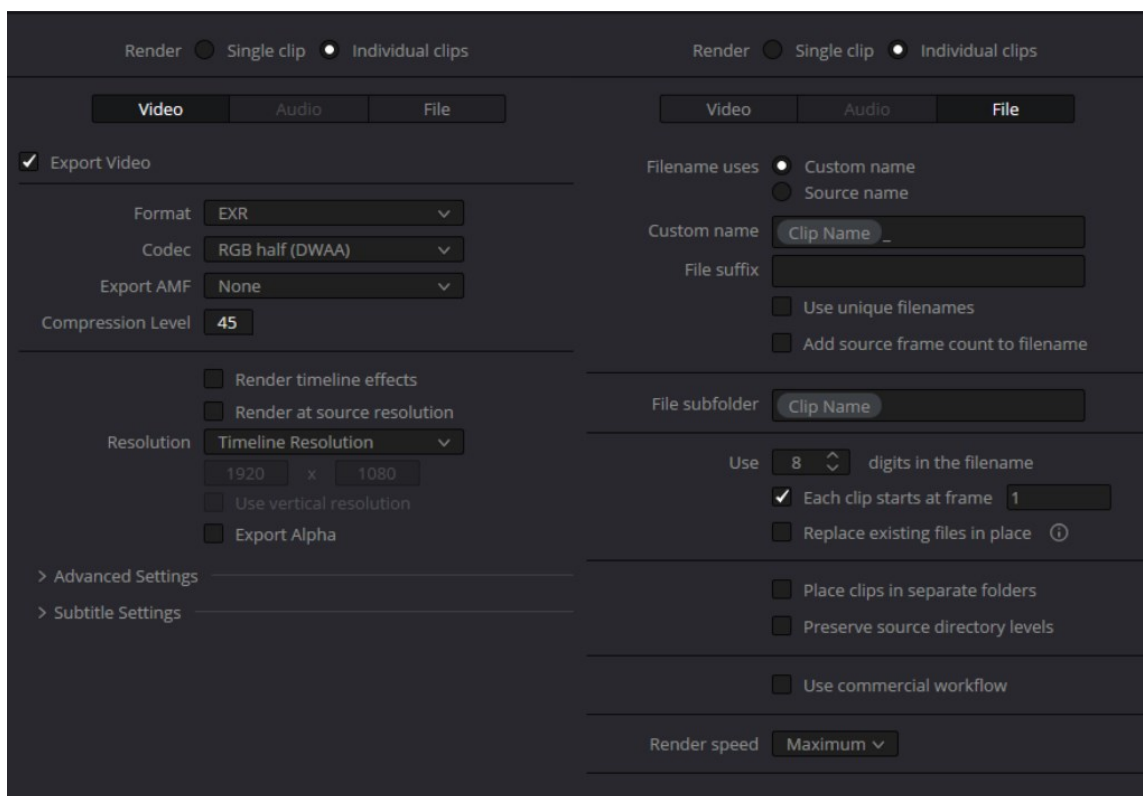
²⁸ PEREZ, Victor. Understanding color spaces. In: PEREZ, Victor. *The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows*. New York: Routledge, 2024, s. 136. ISBN 978-1-032-38361-3.

záběru a každá sekvence byla ve své vlastní složce. Záběry se exportují ve výše uvedeném formátu a barevném prostoru pouze s těmi barevnými úpravami, které závisí na funkcích RAW videa. Zbylé barevné úpravy jsou součástí náhledové LUT.



Obrázek 4 Nastavení DaVinci Resolve color managementu pro export dat v ACEScg

(zdroj: vlastní)



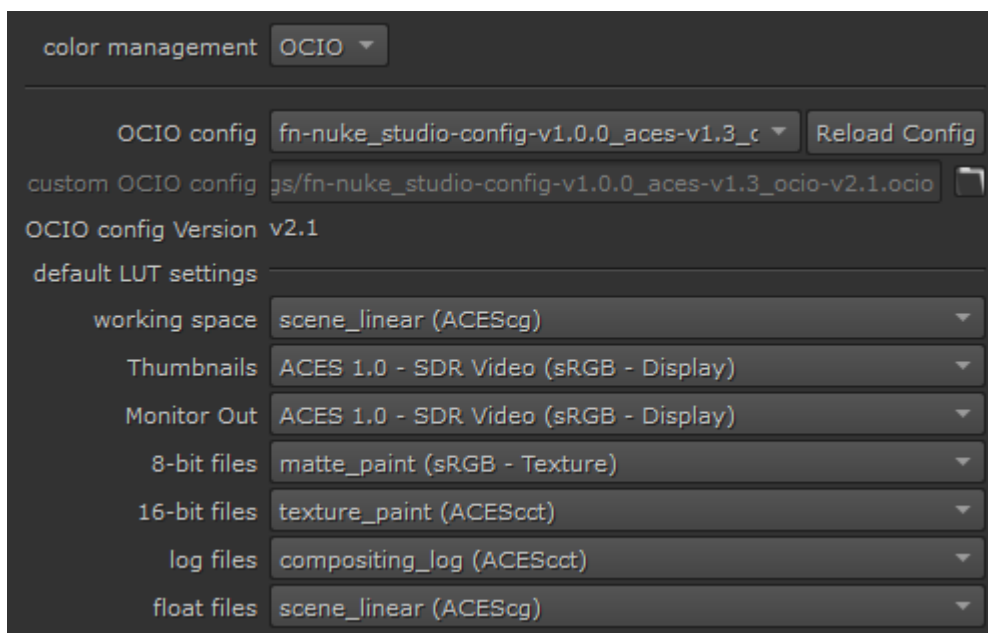
Obrázek 5 Nastavení renderu v DaVinci Resolve pro export OpenEXR sekvence v ACEScg

(zdroj: vlastní)

8 VFX

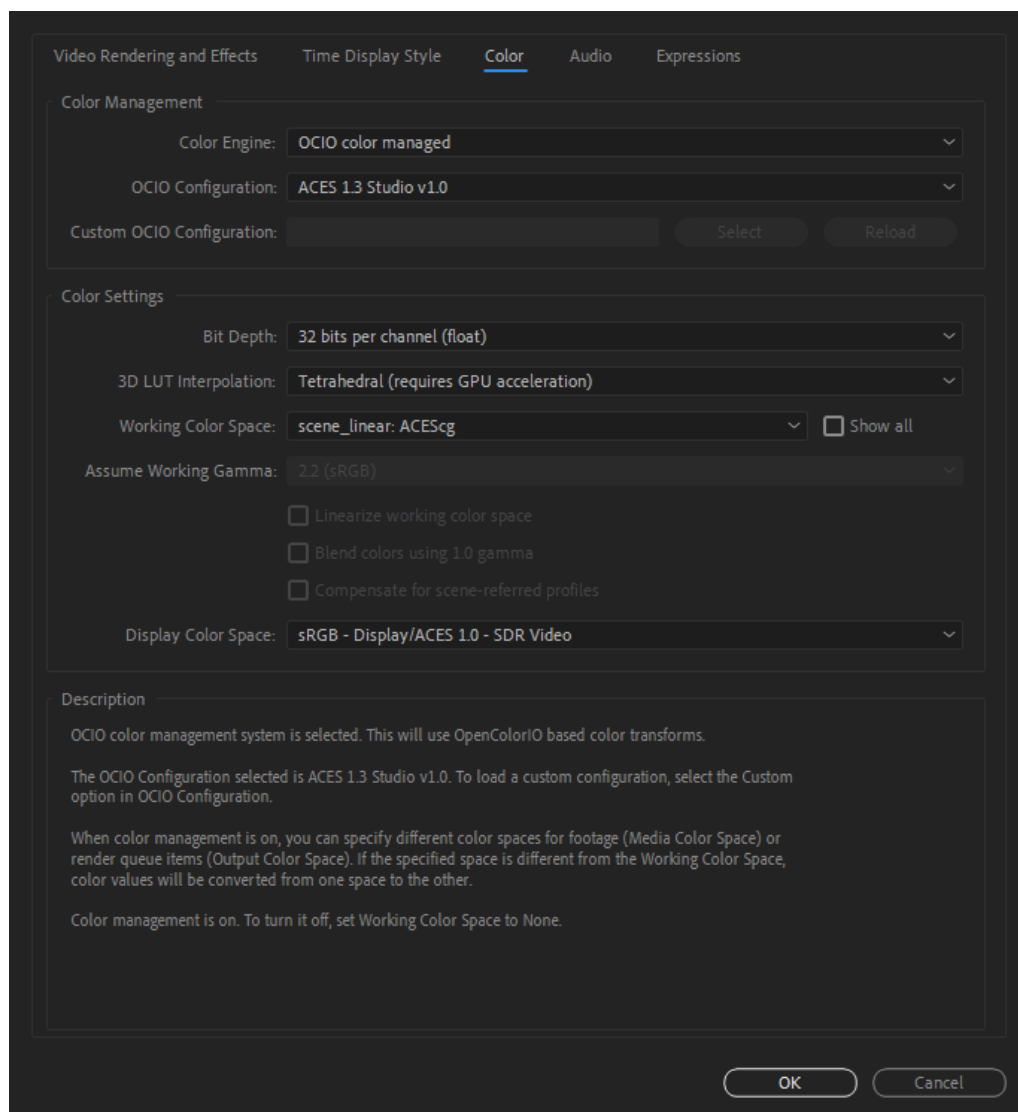
8.1 Compositing

Dnes již zavedeným standardem v kontextu vizuálních efektů je pracovat s lineárními obrazovými daty. Compositor by měl zasahovat do obrazu jen do takové míry, jak je to nutné pro odvedení práce. Současné compositing programy (The Foundry Nuke, Adobe After Effects, Blackmagic Fusion) podporují implementaci ACES pomocí OCIO tak, že se úpravy obrazu provádí v lineárním barevném prostoru ACEScg, ale uživatel vidí obraz v barevném prostoru svého monitoru. V případě Nuke a After Effects je výchozím algoritmem k převodu barevných prostorů verze od daných společností, pro zachování jednotného obrazu je vhodné zvolit implementaci pomocí OCIO.



Obrázek 6 Nastavení color management v programu The Foundry Nuke

(zdroj: vlastní)



Obrázek 7 Nastavení color management v programu Adobe After Effects

(zdroj: vlastní)

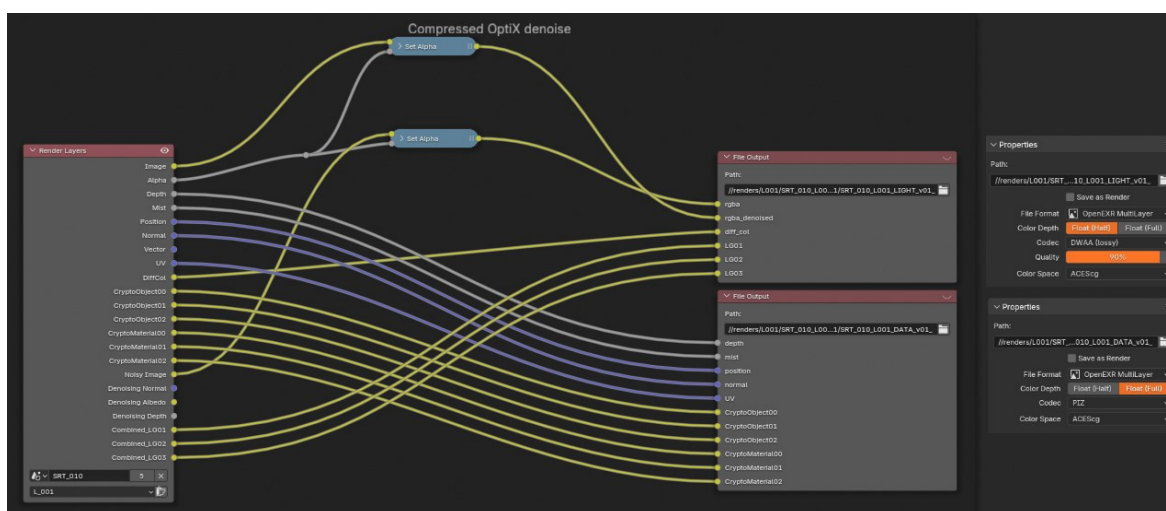
Zároveň je možné využít přídavnou náhledovou LUT z color gradingu. V Nuke pomocí Input Process, v After Effects pomocí referenční vrstvy. Záběry z color gradingu tedy není potřeba převádět do jiného prostoru. To platí také pro rendery ze 3D. Případným dalším zdrojům ze střížny nebo jiným pomocným vrstvám se musí přiřadit jejich správný barevný prostor pro linearizaci.

8.2 3D

V oblasti 3D je ACES a EXR také zavedený pojem. EXR bylo vyvinuto právě na ukládání renderů ze 3D. Většina 3D programů používaných v praxi umožňuje využití ACES

pro zápis lineárních EXR a také pro jednotný vzhled obrazu napříč stříhem, color gradingem a trikovými pracovišti.

Pro co nejmenší velikost exportovaných souborů je vhodné rozdělit a data podle typu a přistupovat k nim jiným způsobem. Prvním typem jsou všechna obrazová data jako je beauty pass a ostatní light passy. Tyto passy mohou být komprimovány ztrátově do bitové hloubky 16-bit - half. Druhý soubor obsahuje data, pro která je tato komprese nevhodná. Jedná se například o Cryptomatte, Position a ZDepth. Na tyto passy se využije bezztrátová komprese a ukládají se do 32-bit - float. Tyto dva soubory, respektive sekvence, je vhodné odlišit v názvu souboru. Některé 3D programy dokonce umožňují zapsat do jednoho OpenEXR Multilayer passy v různé bitové hloubce a kompresi. Toto rozdělení dat do dvou souborů způsobuje lehce obtížnější import do compositingu. Snížení velikosti dat podle mě za tuto komplikaci stojí, nicméně tento postup není nutný.



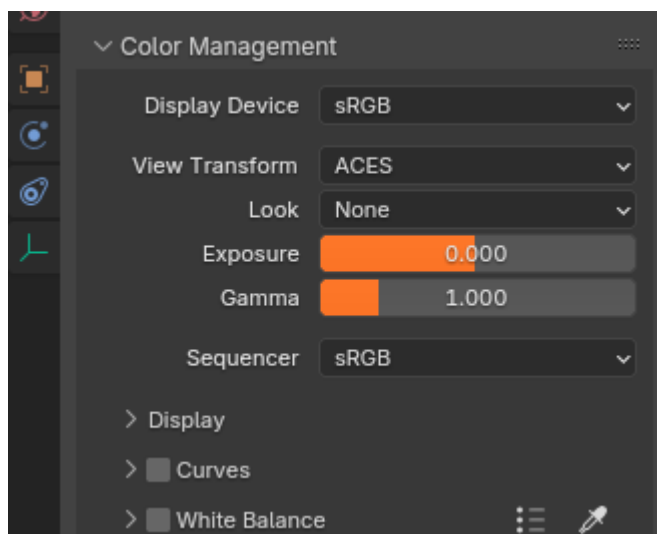
Obrázek 8 Ukázka exportu dat z renderu do dvou EXR sekvencí v programu Blender

(zdroj: vlastní)

8.2.1 Blender

Blender ve verzi 4.3 podporuje ACEScg pro čtení a zapisování lineárních dat, ale neobsahuje output transform tonemapper pro zobrazení HDR renderu tak, jak bude převeden pro zobrazení na SDR monitoru v compositingu nebo color grading programech. Místo toho nabízí tonemappery Filmic a AgX, které plní stejnou funkci, ale jejich výsledkem je jiný obraz především z hlediska kontrastu a saturace. Tato limitace jde vyřešit způsobem, který se používal i v době, kdy Blender ACES nepodporoval vůbec. Je možné nahradit OCIO konfiguraci Blenderu konfigurací ACES. PixelManager je jedna z těchto konfigurací, která

podporuje ACES a zároveň ponechává tonemappery Filmic a AgX, nabízí tedy největší flexibilitu.²⁹



Obrázek 9 Nastavení output transform v programu Blender s využitím PixelManager

(zdroj: vlastní)

8.3 Export zpět do color gradingu

Data z 3D zpravidla prochází přes compositing, kde se finální export odevzdává zpět do color gradingu ve stejném formátu v jakém přišel, tedy ACEScg v OpenEXR RGB half DWAA. Do názvů souborů je také vhodné uvést verzi úprav triků.

²⁹ Joengenco / PixelManager. Online. GitHub. 2025. Dostupné z: <https://github.com/Joengenco/PixelManager>. [cit. 2025-05-10].

9 COLOR GRADING

Color grading v kontextu této pipeline začíná výše uvedeným pregradem a probíhá zároveň s trikovou postprodukcí. Úpravy z gradingu lze přenést do compositing programů pomocí náhledové LUT, kterou je potřeba pro každý záběr průběžně aktualizovat. Opět je nutné mít v DaVinci Resolve správně nastavený ACES Output Transform podle monitoru, na kterém grading probíhá.

Zdrojové soubory z kamery mohou pak být nahrazeny exporty z trikového pracoviště. U těchto exportů je potřeba v DaVinci Resolve opět specifikovat, že obsahují data zapsaná v barevném prostoru ACEScg. Pokud probíhá závěrečné složení a export v DaVinci Resolve, stačí opět předávat soubor DaVinci projektu, zdrojové soubory z kamery a výstupy z trikového pracoviště.

9.1 Export pro Adobe Premiere Pro

Pokud probíhá střih a finální složení v Adobe Premiere Pro, je potřeba respektovat, že v tomto programu není možné převádět data mezi barevnými prostory pomocí OCIO. Vzhledem k tomu, že po color gradingu už nebude potřeba dělat před finálním exportem další barevné úpravy, lze tato data předávat v barevném prostoru Rec.709, který Premiere Pro očekává jako každé jiné SDR video. Na přenos dat z gradingu zpět do střižny je v tomto případě proto zvolen formát DNxHR 444 10-bit. DaVinci Resolve nabízí tento formát při volbě exportu společně s XML pro Premiere Pro.

Opět je vhodné po domluvě ve štábu exportovat klipy s handles. Toto je nutné v případě, že střih obsahuje například prolínání záběrů.

10 SLOŽENÍ

Závěrečné složení obrazu se zvukem a případnou grafikou probíhá ve střižně. Díky tomu efekty včetně titulků a prolnutí, které byly při stříhu provedeny, nemusí být přenášeny do jiného programu. Následuje export verzí k odevzdání do předepsaných formátů.

10.1 DaVinci Resolve

Pokud stříh probíhal v DaVinci Resolve, projekt zůstává nastavený stejně jako od začátku. Projekt obsahuje grading provedený na zdrojových souborech z kamery a sekvencích z trikového pracoviště. Pro finální export je potřeba nastavit output transform na barevný prostor určený pro odevzdání, například v podmínkách FMK UTB je to Rec.709.

10.2 Adobe Premiere Pro

V případě Premiere Pro přichází data z color gradingu v barevném prostoru Rec.709. Premiere Pro na importu barevný prostor nepřevádí, je tedy možné v tomto prostoru bez dalších změn exportovat verze k odevzdání.

ZÁVĚR

V rámci této práce jsem po nastudování a představení možností a nástrojů pro color management navrhnul pipeline pro obrazovou postprodukci na ateliéru Audiovizuální tvorby FMK UTB. Oproti řešením, se kterými jsem se v rámci řešerše setkal a která byla určena spíše pro triková studia, dává můj návrh větší prioritu velikosti souborů a použitelnosti jednotlivci. Z toho důvodu jsem volil určité kompromisy popsané v analytické části nebo zde v závěru.

V práci pojednávám především o využití pro vstupní formáty Blackmagic RAW, případně video v logaritmickém barevném prostoru. Pipeline tyto formáty podle mě využívá tak dobře, jak je to v daných podmínkách možné. Existují nicméně další RAW formáty, případně určitě vzniknou další v budoucnu. Pro využití těchto dalších formátů by mělo stačit vyřešit práci s nimi ve střihu a gradingu, což je otázka jejich implementace danými programy. Zbytek pipeline by měl díky ACES fungovat stejně, jak byl zde popsán.

V rámci převodu této pipeline také neřeším, že by mohla EXR sekvence obsahovat metadata, která byla součástí zdrojových souborů z kamery, jako je třeba timecode. Formát OpenEXR to umožňuje, ale vzhledem k tomu, že k tomuto exportu dochází až po lock cut, nejsou tato metadata nutná pro synchronizaci zvuku. Nahrazení původních záběrů trikovými v gradingu je relativně snadné například pomocí prolnutí Difference.

Pipeline se také nedrží konceptu ACES v tom ohledu, že do něj do EXR sekvencí jsou převáděny jen záběry určené pro trikovou postprodukci. Kdyby se měly převádět všechny záběry, tento krok by se děl v gradingu kvůli využití RAW funkcí, odkud ale už není potřeba přenášet data v tak vysoké kvalitě zpět do Premiere Pro a v případě střihu v DaVinci Resolve probíhá export z dat, která zůstávají ve střihně. Je ale nutné podotknout, že ač EXR RGB half DWAA sekvence má vyšší datový tok než Blackmagic RAW, v případě, že se z celého klipu použije ve střihu jen krátká část, mohl by se převod celého lock cutu do EXR z hlediska velikosti přenášených dat vyplatit. ACES také udává specifickou variantu formátu EXR určenou jen pro ACES, kterou jsem se ale rozhodl nevyužít, protože ji není možné zapsat v některých používaných programech.

Závěrem také stojí za zmínění, že díky upravitelnosti ACES pomocí OCIO je možné vytvářet jiné ACES Output Transform, které mohou dosahovat lepších výsledků například v extrémních jasových hodnotách. Toto dělají jednotlivci i velká triková studia. Vzhledem k tomu, že studenti pracují na svých filmech na mnoha různých zařízeních, rozhodl jsem se

držet se v rámci této pipeline standardního ACES Output Transform, které je k dispozici v každém podporovaném programu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Perez, Victor. The color management handbook for visual effects artists: digital color principles, color management fundamentals & ACES workflows. New York : Routledge, 2024. 978-1-032-38361-3.
2. OpenEXR. OpenEXR. [Online] 2025. [Citace: 31. 1 2025.] <https://openexr.com/en/latest/>.
3. OpenColorIO. [Online] 2025. [Citace: 31. 1 2025.] <https://opencolorio.org/>.
4. OCIO documentation. [Online] 2025. [Cited: 1 31, 2025.] <https://opencolorio.readthedocs.io/en/latest/index.html>.
5. E-ILV. CIE. [Online] 2025. <https://cie.co.at/e-ilv>.
6. DaVinci Resolve Supported Formats and Codecs. Blackmagic Design. [Online] 2024. [Cited: 2 1, 2025.] Windows 10 Still Image Sequence Formats. Online. In: DaVinci Resolve Supported Formats and Codecs. 2024, s. 10. Dostupné z: https://documents.blackmagicdesign.com/SupportNotes/DaVinci_Resolve_19_Supported_Codec_List.pdf?v=1723705210000. [cit. 2025-02-01].
7. Blackmagic Design Pty. Ltd. DaVinci Resolve 19 Reference Manual. [Online] 2024.
8. Blender 4.2 Reference Manual. [Online] 2025. <https://docs.blender.org/manual/en/4.2/index.html>.
9. Hitchhiker's Guide to Digital Colour. [Online] 2025. [Citace: 5. 5 2025.] <https://hg2dc.com/>.
10. Squires, Scott, Zwerman, Susan a Okun, Jeffrey A. The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures. [editor] Kevin Rafferty. 2. New York : Focal Press, 2015. 978-0-240-82518-2.
11. GitHub. [Online] 2025. [Citace: 10. 05 2025.] <https://github.com/>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma navrhované postprodukční pipeline	26
Obrázek 2 Manuální nastavení input transform pro klip v DaVinci Resolve	30
Obrázek 3 Nastavení DaVinci Resolve pro práci v ACES s využitím Reference Gamut Compression a zobrazení na běžném sRGB monitoru.....	33
Obrázek 4 Nastavení DaVinci Resolve color managementu pro export dat v ACEScg.....	34
Obrázek 5 Nastavení renderu v DaVinci Resolve pro export OpenEXR sekvence v ACEScg	35
Obrázek 6 Nastavení color management v programu The Foundry Nuke	36
Obrázek 7 Nastavení color management v programu Adobe After Effects	37
Obrázek 8 Ukázka exportu dat z renderu do dvou EXR sekvencí v programu Blender.....	38
Obrázek 9 Nastavení output transform v programu Blender s využitím PixelManager	39