

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Barevné korekce digitálního videa

Vojtěch Drs

© 2018/19 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vojtěch Drs

Informatika

Název práce

Barevné korekce digitálního videa

Název anglicky

Color-grading in digital video

Cíle práce

Bakalářská práce je tématicky zaměřena na postprodukční korekce a grading barev v digitálním videu.

Hlavním cílem práce je analyzovat vybrané nástroje a postupy. Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- charakterizovat technologická východiska a aktuální trendy
- analyzovat nastavení nahrávacího zařízení
- formulovat doporučené postupy a jejich alternativy

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných článků a informačních zdrojů. Vlastní práce bude založena na zpracování demonstračních příkladů a následném vícekritériálním posouzení variant. Na základě syntézy teoretických poznatků a poznatků získaných vlastní prací budou formulovány závěry bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Coloring, korekce barev, color grading, rgb

Doporučené zdroje informací

JAGO, Maxim. Adobe Premiere Pro CC 2018 release. San Francisco, California: Adobe Press, Peach Pit, a division of Pearson Education, [2018]. Classroom in a book. ISBN 9780134853239.

LAJDAR, M. *333 tipů a triků pro digitální video*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-3746-8.

SEILER, J. – RAGONHA, F M. – DVOŘÁK, J. – WONG, C M. – DIJK, J V. – SYKUT, A. – WONG, C M. *Digitální malířské techniky : postupy a inspirace od expertů z oboru*. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3627-0.

VAN HURKMAN, Alexis. Color correction look book: creative grading techniques for film and video. San Francisco, CA: Peachpit Press, [2014]. ISBN 0321988183.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Jan Jarolímek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 10. 10. 2018

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "barevné korekce v digitálním videu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu Ing. Janu Jarolímkovi, Ph.D za vstřícný přístup, cenné rady při řešení problémů a za odborné vedení této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegovi Ing. Danielovi Rozsnyó za odborné konzultace a výpomoc, respondentům za trpělivost a ochotu vyplnit potřebné podkladové materiály. V neposlední řadě všem mrakům bezútešně rozpuštěným na dně korzujících dnů, které z minima nevyškly

Barevné korekce digitálního videa

Abstrakt

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na možnosti postprodukčních úprav digitálního videa. V rámci zpracování práce zformulovat logický přehled funkcí a principů činnosti jednotlivých nástrojů určených pro barevné úpravy. Dále zprostředkovat pohled na barvy jako na digitální modifikovatelná data.

Teoretická část je věnována základním parametrům ovlivňující kvalitu digitálního obrazu, jak v nahrávacím zařízení tak při následných postprodukčních úpravách. Dále popisuje činnosti pomocných grafů určených pro objektivní náhled na barevné úpravy.

Praktická část je vypracována na základě podkladů popsaných v teoretické části. Východiskem je vícekriteriální analýza základních postprodukčních nástrojů určené pro barevné korekce. Váhy jednotlivých kritérií byly zvoleny respondenty z video studia. Pro výběr kompromisní varianty je použito metody bazické varianty a metody váženého součtu.

Klíčová slova: video, postprodukce, barvy, premiere pro, RGB, fotoaparát, kamera, vícekriteriální analýza, coloring

Color-grading in digital video

Abstract

The Bachelor thesis focuses thematically on the possibilities of postproduction adjustments of digital video. It aims to formulate a logical overview of the functions and principles of individual functioning of the operational tools for color adjustment. The work further aims to facilitate a new perspective on colors as digital modifiable data.

The theoretical section of this work focuses to the basic parameters affecting the quality of a digital image both in the recording device as well as in the postproduction settings. Furthermore, it describes additional functions of supportive graphs designed to achieve / for an “objective perspective” of the color adjustment.

The practical section of this work follows the bases of the theoretical section. A possibility considered for this work is a multi-criterial analysis of the basic postproduction tools intended for color adjustment and correction. The individual criteria have been selected by the of the video lab based on importance. For choosing the compromise option, we use the base variant and weighted sum method.

Keywords: video, postproduction effect, video effect, premiere pro, rgb, camera, coloring, multi-criteria analysis

1 Obsah

1 Obsah.....	9
2 Cíl práce a metodika	12
3 Teoretická část.....	12
3.1 Nastavení v nahrávacím zařízení	12
3.1.1 Bitrate / rychlost přenášených dat / datový tok.....	14
3.1.2 Počet snímků za sekundu / fps.....	14
3.1.3 Kodek a formát videa.....	15
3.1.3.1 Druhy komprimace dat	17
3.1.4 Rozlišení videa.....	18
3.1.4.1 Rozlišení videa x rozlišení snímače	20
• Line skipping.....	20
• Pixel Binning.....	21
Vliv rozlišení snímače a videa	23
3.1.5 Bitová hloubka videa a barevné prostory	23
3.1.5.1 Barevný prostor/y	23
3.1.5.2 Bitová hloubka.....	24
3.1.6 Vyvážení bílé	25
3.1.6.1 Teplota a odstín barvy	26
Histogram	26
3.1.7 Picture profile a barevný prostor	30
3.1.7.1 LOG.....	31
3.1.7.2 Picture style	34
3.2 Postprodukční úpravy.....	35
3.2.1 RGB křivky.....	37
3.2.1.1 Histogram	38
3.2.1.2 Užití RGB křivek.....	39
3.2.2 Waveform	42
3.2.3 RGB parade.....	46
3.2.4 Vectorscope	49
3.2.4.1 YUV vectorscope	50
HSL model	50
4 Praktická část	53
4.1 Popis zvolených nástrojů.....	54

4.1.1	Lumetri color.....	54
4.1.2	Three-Way color corrector.....	54
4.1.3	Fast color corrector	55
4.1.4	RGB Curves/křivky.....	55
4.2	Způsoby výpočtu a hodnocení jednotlivých kritérií.....	56
4.2.1	Čas renderu a pre-renderu	56
	Pre-render	57
4.2.1.1	Render.....	57
4.2.2	Celkový čas operace.....	61
4.2.3	Množství nastavitelných funkcí	62
4.2.3.1	Lumetri color	62
4.2.3.1.1	Basic correction	62
4.2.3.1.2	Creative.....	62
4.2.3.1.3	Curves.....	63
4.2.3.1.4	Color wheels	63
4.2.3.1.5	HSL secondary	64
4.2.3.1.6	Vignette	64
4.2.3.2	Three-way color corrector	65
4.2.3.3	Fast color correction	65
4.2.3.4	RGB Curves.....	66
4.2.3.5	Způsob hodnocení.....	66
4.2.4	Přívětivost uživatelského rozhraní	66
4.2.5	Dojem z práce s konkrétním nástrojem.....	68
4.2.6	Výsledky barevných operací	69
4.2.6.1	Korekce expozice.....	69
4.2.6.1.1	Zesvětlení.....	70
4.2.6.1.2	Ztmavení.....	71
4.2.6.2	Kontrast.....	72
4.2.6.3	Vyvážení bílé barvy	74
4.2.6.4	Color grading	78
4.2.6.4.1	Teal and orange	79
4.2.6.5	Shrnutí.....	81
4.2.6.6	Výběr kompromisní varianty/nástroje	81
5	Zhodnocení a diskuze.....	83
5.1.1	Stanovení vah kritérií	83

5.1.2	Metoda váženého součtu.....	84
5.1.3	Metoda bazické varianty.....	85
5.2	Diskuze a vymezení platnosti výsledků.....	86
6	Závěr.....	89
7	Informační zdroje.....	90
7.1	Použitá literatura.....	90
7.2	Další použité zdroje informací.....	90
8	Slovník užívaných odborných pojmů a zkratk.....	95
9	Seznam obrázků.....	97
10	Seznam tabulek.....	99
11	Přílohy.....	100

2 Cíl práce a metodika

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na postprodukční korekce a grading barev v digitálním videu. Hlavním cílem práce je analyzovat vybrané nástroje a postupy. Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- charakterizovat technologická východiska a aktuální trendy
- analyzovat nastavení nahrávacího zařízení
- formulovat doporučené postupy a jejich alternativy

Přínosem práce je praktické zhodnocení základních nástrojů pro barevnou korekci digitálního videa. Jako hodnotící objektivní kritéria jsem vybral: celkový čas strávený danou operací, náročnost nástroje na výpočet pre-renderu, náročnost nástroje na výpočet finálního renderu, porovnání výsledné operace při užití daného nástroje s kalibrační tabulkou či porovnání dle jiných sofistikovaných metod, a množství nastavení a funkcí. Dále dvě kritéria subjektivní: přehlednost uživatelského rozhraní nástroje a celkový subjektivní dojem z práce s nástrojem. Pro stanovení vah kritérií je použito „*Saatyho*“ metody, preference jednotlivých kritérií jsou zvolena profesionálními střiháči, editory a kameramany ze studia „*In Motion Creative*“, výsledky z těchto dílčích matic jsou následně zprůměrovány. K samotnému nalezení ideálního nástroje bude použita metoda váženého součtu. V teoretické části je přínosem uvedení informací v tématech, kterými se autoři české literatury mnoho nevěnují. Nejvíce informací je získáno z odborných knih "cinematography theory & practise " a "THE FILM-MAKER'S HAND-BOOK A COMPREHENSIVE GUIDE FOR THE DIGITAL AGE“. Dalším významným zdrojem v zejména oblasti hardwaru jsou informace od pana Ing. Daniela Rozsnyó, který se žije návrhem a konstruováním obrazově digitálních záznamových zařízení.

3 Teoretická část

3.1 Nastavení v nahrávacím zařízení

Nehledě na sílu postprodukčních programů a jejich funkcí, je základem videa nahraný materiál z kamery případně fotoaparátu. Při samotném natáčení lze předejít nejvíce chybám a správným nastavením přizpůsobit obraz tíženému výsledku.

V dnešní digitální době je navíc většina záznamových zařízení uzpůsobena přímo pro ulehčení postprodukční činnosti. To je ovšem na úkor kvality surového záběru a tak se

může stát, že záběr z mobilního telefonu se bude zdát daleko lepší, než surový záběr z profesionální filmové kamery. Proto si nyní uvedeme několik pojmů a skutečností, jenž nám ovlivní kvalitu videa a zajistí lepší surový materiál pro postprodukční práci s obrazem.

Budou zmíněny některé vlastnosti, které se v laické veřejnosti přeceňují nebo jsou špatně interpretovány. Proto tyto informace zmíním, abych uved nejasnosti na pravou míru, či vyvrátil fámy. Dále zde jsou popsány také chyby, které jsou spojené s používáním konkrétní filmové techniky.

3.1.1 Bitrate / rychlost přenášených dat / datový tok

Datový tok se podílí nejvíce na kvalitě obrazu videa. Zjednodušeně datový tok nám říká kolik dat je uloženo za určitou časovou jednotku. Zpravidla se označuje Mbit/s (megabit za sekundu) či kb/s (kilobit za sekundu). Například konkrétní nastavení z mého fotoaparátu sony dsc-rx100m4. Na padesát snímků, nabízí výstup 50Mbit, tzn., že na jeden snímek videa připadá 1Mbit.

Datový tok videa se nejnanežji pozná na pohyblivém záběru („švenku“) nebo na obrazu, kde se v jednu chvíli děje více věcí. Typicky lán pole, listí ve větru, švenk na rychle jedoucí auto apod.

Má první kamera „*ABUS action-cam*“, která nabízela při 60 snímcích maximální datový tok 12Mbit. Na jeden snímek vycházelo 0,2Mbit. Při tomto nedostatečném datovém toku obvykle docházelo k rozpadání obrazu, což se projevuje slitím barevných ploch do jednoho celku a rozkostičkování obrazu či ztrátou detailů.

Datový tok nám omezuje několik faktů, mezi nejdůležitější patří kodek a formát, do kterého jsou data ukládána. Tomuto tématu se budu podrobně věnovat v následující kapitole. Dále také ovlivňuje rychlost zápisu pamětí, mezi-pamětí a externích uložišť např. paměťových karet či SSD disku. Datový tok je z pravidla nepřímou úměrnou počtu snímků za sekundu, lze tudíž říci, že čím méně snímků tím větší datový tok. Počet snímků by, ale neměl být menší než 24 snímků za sekundu, při menším počtu už obraz vypadá trhaně a nepůsobí plynule.

3.1.2 Počet snímků za sekundu / fps

Počet snímků za sekundu je jednou z řád, které se šíří ohledně kvality záznamu. Toto tvrzení šíří zejména výrobci akčních kamer a mobilních telefonů popř. mezi 1zákazníky preferující určitou značku, obvykle je zde uveden počet snímků, ale opomíjí se už zmíněný bitrate.

- „*iPhone 6 tuto hranici ještě překonal a nabízí možnost zaznamenávat video v rychlosti 240 fps, díky čemuž můžete vytvořit skutečně jedinečné záběry. Jedním*

¹-(Takto nahrává iPhone 6 při 240fps!. *Letem světem Applem | Magazín o Apple a jeho produktech* [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [cit. 14.01.2019]. Dostupné z: <https://www.letemsvetemapple.com/2014/09/22/takto-nahrava-iphone-6-pri-240fps/>)

z nich je například video, ve kterém se můžete podívat, jak to vypadá, když se do sklenky nalévá červené víno při 240 fps. iPhone 6 dokáže zaznamenat slow motion video buď při 120 fps s rozlišením Full HD, tedy 1080p nebo při 240 fps v rozlišení HD, tedy 720p.

Pro zajímavost se můžete podívat na video v 400 fps od našeho kolegy Michala Líšku, které je natočené na profesionální kameru v ceně 15 000€ a srovnat obě videa. ^[1]

Ve zmíněném článku je porovnáván mobilní telefon s profesionální nutno však říci, že se zastaralou kamerou. Sony FS700 nabízí skutečně ve 400fps pouhých 28Mbit/s, avšak v 240fps zvládá při stejném datovém toku FullHD rozlišení. Pro objektivnost bych porovnal iPhone s dobově stejným zařízením jako např.: Sony DSC-RX100M4, který zvládne 250fps ve FullHD rozlišení s datovým tokem 60Mbit/s.

Jednoduchým přepočtem si tedy můžeme zmínit, kolik informací obsahuje například HD záznam z mobilní telefonu „Apple iPhone 6“, který poskytuje zázračné slowmotion 240fps, ovšem datový tok je pouhých 40Mbit/s. Z toho plyne, že mezi 240 snímků se rozkládá 40Mbitů informací. Z jednoduchého pravidla, čím více informací na jeden snímek videa, tím je kvalita videa lepší, tudíž se s ním lépe postprodukčně zpracovává, mám více informací, které mohu modifikovat, lze tedy dedukovat, že kvalita není nejvyšší $40/240 \approx 0,1667$, tudíž na jeden snímek připadají necelé dvě desetiny megabitu. Stejně zařízení umí též nahrávat 30 snímků s datovým tokem 18Mbit/s. Tudíž pro postprodukční práce, kdy není třeba využít zpomalených záběrů, je vhodnější použít tohoto nastavení.

3.1.3 Kodek a formát videa

V první řadě si musím rozlišit tyto dva pojmy, které neodborná literatura nesprávně uvádí jako synonymum. ^{[20][21]}

- Kodek – Vznikl ze složení slov komprimovat a dekomprimovat. Je to program, software, jenž určuje způsob šifrování dat a způsob jakým se ukládají do „kontejneru“. Výpočetní technika a paměti nahrávacích zařízení, až na výjimky, nejsou schopny zaznamenat najednou sto procent informací, které vidí čip, proto video komprimují. Zmenšují data pomocí šifrování. V nastavení zařízení máme

obvykle na výběr mezi několika kódováními např.: h264, h265, AVCHD, XAVC, ProRes, DnxHD

- Formát – Formát je soubor, který určuje strukturu videa. Tzn., slučuje video a zvuk, ale např. i titulky a další. Například můj fotoaparát „sony dsc-rx100m4“ šifruje pomocí kodeku XAVC a výsledný viditelný soubor je MP4. Je to proto, že k obrazu zakódovaném v XAVC je přibalena ještě zvuková stopa, která je pro změnu kódována v AAC kodeku. Mezi nejčastěji používané se řadí MPEG-4, MPEG-2, MOV, či dnes zastaralé AVI (viz obrázek 1).^[2]

Přehled formátů s nejširším zastoupením	
MPEG-2	Standardní formát užívaný k ukládání a přenosu videa na DVD nebo distribuci televizního signálu DVB-T. Setkáte se s ním také u starších zpravodajských kamer.
MOV	Tento kontejner vyvinula společnost Apple a patří k nejrozšířenějším na světě. Používají ho kamery a fotoaparáty v kombinaci s kodekem H264 a kamery s méně komprimovaným kodekem ProRes (Blackmagic cinema, Arri Alexa, Red Raven).
MPEG-4	Zkráceně MP4 je ve spojení s H264 kodekem nejrozšířenějším formátem na světě. Používají ho kamery, fotoaparáty a podporují ho i mobily, tablety a Smart-TV.
XDCAM	Natáčí do něj kamery značky Sony.
R3D	Natáčí do něj kamery značky RED.
MXF	Natáčí do něj kamery značky Arri.

Obrázek 1, Přehled nepoužívanějších video formátů

Užívání komprimace ve videu je nezbytná, i když jsou kamery, které nabízejí v dnešní době nekomprimovaný záznam, ovšem bitový tok dat se v těchto kamerách pohybuje v desítkách Gb/s v závislosti na rozlišení. Pro tento pojem se ujalo pojmenování RAW („surová data“). RAW video se rozumí RAW data, jenž zachytil snímač, převedená do video formátu. Takovýto formát je samozřejmě pro postprodukční účely nejlepší možný, ale používá se i v profesionální sféře velice, zřídka a to kvůli jeho náročnosti na velikost.

² ŠPETLA, Petr. SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY. SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY [online]. Trutnov, 2014, s. 23-23 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/>

3.1.3.1 Druhy komprimace dat

Datový tok nám určuje kvalitu videa, ale samotný kodek se zde podílí také a to je druhem komprimace dat. Zde zhodnotím dva nejrozšířenější druhy komprimace dat.^[23]

- Intraframe – V kamerách často popisovaná jako „all-intra“. Je jednoduchá komprimace, kdy je každý snímek komprimován jako skutečný jeden snímek, tzn., že komprimace videa v 25snímcích za sekundu se komprimuje, jakoby to bylo 25 fotek.
- Interframe – Označovaná v jako „IPB“. Je složitější komprimace, kdy se zjišťuje rozdíl mezi stávajícím a minulým snímkem. Uloží pak pouze změny, které se v obraze staly a oblasti, kde se žádná změna neprojevila, se okopírují z předchozího snímku, což znamená, že můžeme při nižším datovém toku uložit daleko více dat.

V ideální případě, když je datový tok dostatečně velký doporučuje se použít komprimaci all-intra. Snímky se budou komprimovat samostatně a výsledný datový tok bude vyšší. V poloprofesionálních strojích tomu, ale tak nemusí být vždy pravidlem.

př. „*panasonic lumix-GH4*“ nabízí ve FullHD rozlišení při šedesáti snímcích za sekundu následující možnosti.

- 200Mbit/s při komprimaci All-intra
- 100Mbit/s při komprimaci IPB

Nyní pár výpočtů ohledně datové toku. Pro lepší interpretaci budu data převádět z bitů na byte

- Pro All-intra – $200/8 = 25\text{MB/s} \rightarrow \frac{25\text{MB/s}}{60\text{fps}} \cong 0,42\text{MB}$, takže na jeden snímek nám připadá, při dané komprimaci 0,42MB dat.
- Pro IPB – $100/8 = 12,5\text{MB/s} \rightarrow \frac{12,5\text{MB/s}}{60\text{fps}} \cong 0,21\text{MB}$, na jeden snímek připadá 0,21MB dat.

Nyní by se mohlo zdát, že první („all-intra“) komprimace je lepší než druhá („IPB“). Hodnota 0,42 pro „all-intra“ je větší, než 0,21 pro IPB, ale jak již bylo zmíněno komprimace „all-intra“ komprimuje všechny snímky stejně. Jeden po druhém, takže na každý snímek bude připadat 0,42MB.

U komprimace „IPB“ se datový tok rozloží mezi změny jednotlivých snímků. Z toho plyne, že na první snímek, vždy připadne daleko více informací. To je důvod, proč je IPB v tomto případě lepší.^[22]



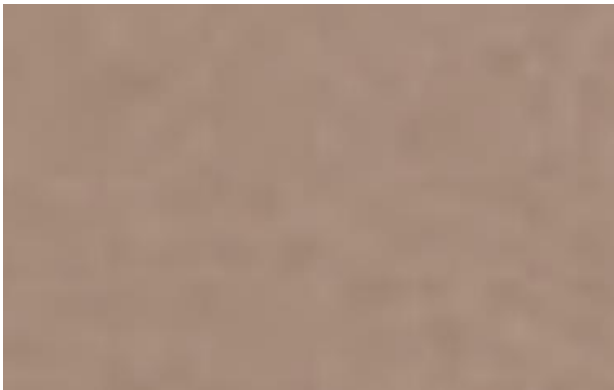



3.1.4 Rozlišení videa

Zde se dostáváme k jedné z největších polopravd, která je mezi laickou veřejností šířena. Rozlišení určuje kvalitu fotky či videa. Ano i ne. Na rozdíl od fotografií se rozlišení neuvádí v megapixelech, ale v poměru počtu pixelů, šířka k výšce. Například poměr stran videu na DVD disku je 720x576. Rozlišení v megapixelech znamená kolik je celkem pixelů na ploše, takže vynásobením poměru stran získáme rozlišení v megapixelech 0,41Mpx. 1920x1080 fullHD vyháží na 2,1Mpx, a dnešní standart 4k 3840x2160 vychází na 8Mpx, ale rozlišení nám jen říká počet pixelů, neříká nám nic o datovém toku, který musí být daleko vyšší, než při dvakrát menším FullHD rozlišení. Fotoaparát („sony dsc-rx100m4“) nabízí rozlišení ve 4k s datovým tokem 100Mb/s, je to dvojnásobek bitratu, než který nabízí při snímání do FullHD.

Nahrávat do 4k se vyplatí pouze u zařízení, které mají takovéto rozlišení na snímači tj. už zmíněných 8Mpx, stroje které mají méně, musí výsledný obraz dopočítat z ostatních pixelů a vzniká šum a barevná nehomogenost. Ve 4k, obvykle je větší bitrate, než u FullHD videa. Poté, když zmenšíme („tzv. downscale“) video na FullHD rozlišení, zhustí se tím informace, docílí se tím menšího šumu a výsledný datový tok bude z pravidla vyšší, než kdybychom interně nahrávali do FullHD rozlišení.

Pokud se, ale vrátím k samotnému rozlišení je nutno zmínit ještě jeden faktor, který přímo souvisí s kvalitou výsledného obrazu a tím je velikost snímacího senzoru („čipu“). Ty se mohou lišit z více hledisek, ale pro nás je hlavní velikost. Tu uvedu v „mm“ („milimetrech“) a v poměru šířka k/ke výšce. Velikost čipů používaných v mobilních fotoaparátech se pohybuje od 4 x 3 po 5,76 x 4,29. V digitálních fotoaparátech se pohybuje od 6,4 x 4,8 po 13,2 x 8,8 u většiny kompakťů, a pro poloprofesionální a profesionální 17,3 x 13 po 36 x 24 (velikost políčka kinofilmu).

Čím více pixelů na malé ploše tím horší mají přístup ke světlu, v praxi se proto signál musí zesílit, aby bylo možné z něj využít všechny potřebné informace. Tím se samozřejmě degraduje barevná složka a vzniká digitální šum, který degraduje obraz. Pro názornost porovnání z přístrojů („Sony A7m1“ / „Sony dsc-rx100m4“). U „rx100m4“ je velikost snímače 13,2 x 8,8 a u A7m1 3,6 x 2,4 (velikosti uvedené v „milimetrech“). Fotografie nejsou stejné, ale jsou vyfocené na stejné parametry. ISO 200, Clona F5.0, Čas 1/500s (viz *Tabulka 1*).

Rx100m4 20Mpx	A7m1 24Mpx
Původní snímek	
	
Po zvětšení 8:1, detail ve světlech	
	
Po zvětšení 8:1, detail ve stínech	
	

Tabulka 1, Porovnání digitálního šumu FX/CX

Na první pohled je patrné, že „*kinoformátový*“ přístroj si vede daleko lépe, a po bližším zkoumání při přiblížení fotek je u „*rx100m4*“ jasně patrný digitální šum a u „*A7m1*“ je obraz čistý, bez pixelů, které by měli výrazně jinou barvu či kontrast, než ostatní v okolí. Při vyšších citlivostech (hodnotách ISO) se šum zvyšuje, tento výzkum je proveden na ISO200 pro názornou ukázkou, že šumu se při práci nedá prakticky vyhnout ani při nízkých citlivostech.

Pro ujednocení získaných informací pokud máme přístroj s malým čipem a vysokým rozlišení doporučuji do 4k záznamu točit pouze za dobrých světelných podmínek. Při použití citlivostí nad ISO400 již přejít na záznam do FHD, kde záznam nebude tolik degradován. Při zmenšování 4k videa do rozlišení FHD není digitální šum tak výrazný jako při nahrávání do FHD. Pokud používáme přístroj s velkým čipem a úměrným rozlišení (pro *kinoformát* cca 20Mpx) nejsou pak špatné světelné podmínky takovým problémem a lze řídit rozlišení podle svých momentálních potřeb.

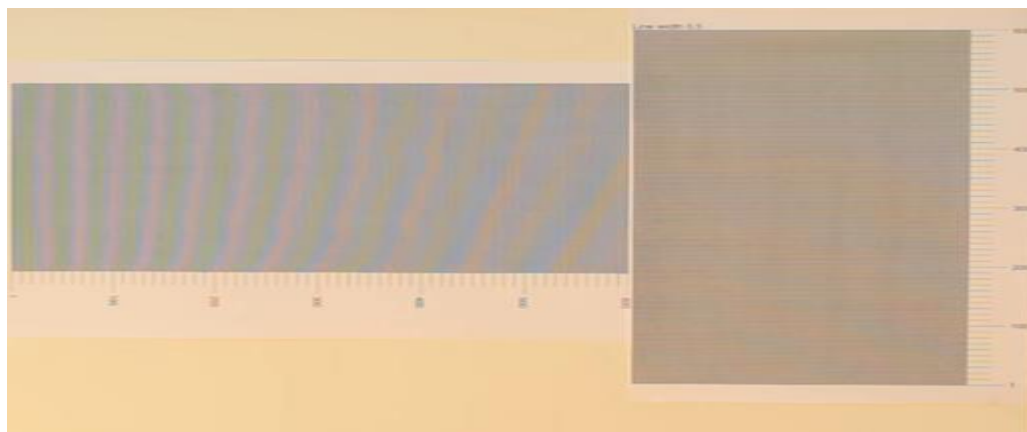
3.1.4.1 Rozlišení videa x rozlišení snímáče

Dnešní fotoaparáty tedy mají běžně přes 20Mpx, v roce 2018 byl na konferenci „*Photokina*“ dokonce představen fotoaparát značky Fuji, který disponuje 100Mpx snímačem. Nabízí se otázka, proč tedy mnoho fotoaparátů nabízí pouze FHD video tj. 2Mpx video. Je to dáno kvůli složitosti zpracování, jednoduše řečeno výpočetní vybava foťáku nemá kapacity jak tolik dat zpracovat.

Navíc zde dochází k zjevnému nesouladu mezi poměry stran. Snímač má obvykle rozměry 3:2 nebo 4:3 a videa jsou dnes standardizovány na poměr 16:9. Pro tyto převody používají záznamové zařízení několik různých technik. Nutno ovšem podotknout, že tyto principy jsou jedním z nejtřeštěnějších tajemství výrobců. Přesný princip tak nelze popsat. Uvedu, ale základní přehled jejich funkčnosti. ^[35]

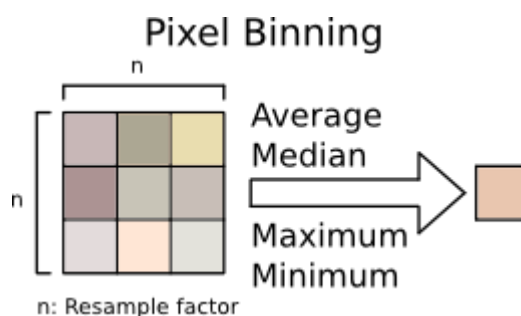
- **Line skipping** – Je metoda, kterou používá většina spotřebních kamer atd. Jde o metodu, kdy se přeskakují řádky. Ze senzoru se tedy čte např., každý 2,3...x , řádek. „*Line skipping*“ se používal např.: pro „*live view*“ náhled obrazu na displeji zařízení. Ze snímače s 20Mpx se generoval typicky „VGA“ obrázek o 480 řádcích, když snímač uměl např. 5snímků za sekundu v plném rozlišení tj. fotky, tak skrz „*line skipping*“ se gerovalo 30fps, tzn., četl se každý 6. řádek. Tato metoda má velkou nevýhodu, při hustých strukturách vznikají různé artefakty, moaré, neplynulé barevné přechody, které vzniknou přeskočením řádek, a vzniklý obraz na sebe tedy přesně nenasazuje. Line skipping se používá např: v nejnižších třídách

značek Canon, Nikon, DJI. Na poruchy obrazu zapříčiněným „*line skippingem*“ trpí nejvíc drony. Plochy z výšky mají tendence vytvářet textury a při pohybu dronu vzniká nejvíce obrazových chyb a artefaktů (viz obrázek 2).^[38]



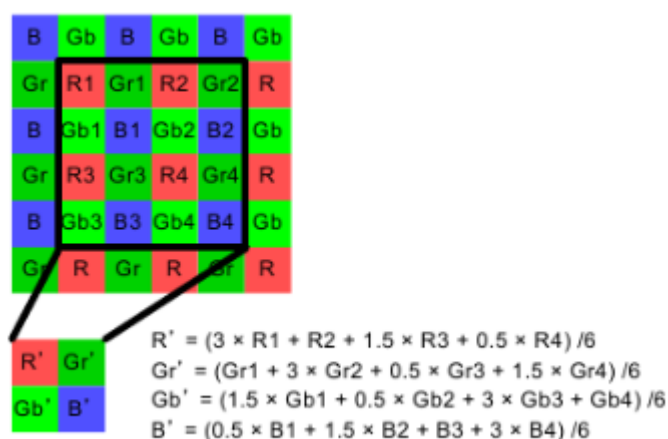
Obrázek 2, Ukázka vzniku barevných artefaktů a moaré při snímání milimetrového papíru

- **Pixel Binning**^[39] – Ve snímačích kamery je „binování“ proces, při kterém se spojují elektrické náboje ze sousedních snímačích pixelů do jednoho superpixelu. Nejobvyklejší metoda je ze 4x4 pixelů vytvořit 2x2 matici pixelů. To vede také k redukci šumu, zvyšuje se poměr signálu k šumu. Tyto informace jsou pak převedeny pomocí „*demosaiicing*“ algoritmů, které fungují na průměrování vyčítaných pixelů, a vzniká výsledný obraz (viz obrázek 3). Tato metoda netrpí přímo destruktivně na obraz, nevznikají artefakty. Ovlivňuje, ale vypovídavost barev, protože barvy výsledných pixelů jsou dopočítávány z ostatních. Jedním z prvních přístrojů, který využíval „*pixel binning*“ byl „*panasonic lumix GH2*“ při čtení jednotlivých pixelů se pixely jevíly, že jich je 4x méně a jsou 4x větší, z toho tedy plyne, že „binning“ se děje na úrovni samotných buněk tedy do převodníku, o kterém se zmíním později jde jen jedna analogová hodnota.^[38]



Obrázek 3, Princip vytváření výsledné průměrné barvy

U nejlevnějších přístrojů se k hodnotě výsledného pixelu dojde jednoduchým naivním průměrem tj. hodnota každého pixelu děleno počtem pixelů. U dražších zařízení se průměrování dělá s důrazem na jednu barevnou složku (viz. obrázek 4). Pro pochopení je důležité chápat princip bayerovské mřížky, která popisuje vnímání jednotlivých barev pixelů na senzoru. Tuto metodu využívají např. přístroje: *Sony a5100...a6500, panasonic lumix GH4/5/, canon C100* atd.



Obrázek 4, Průměrování s důrazem pro konkrétní barevnou složku

Dalším omezením v této problematice je rychlost převodníku. Tento převodník je součástí, která má za úkol převést spojitý analogový signál na diskrétní hodnoty digitálního signálu. V záznamových zařízeních existují dva typy těchto převodníků u starších zařízení je to externí A/D převodník, který byl nahrazen integrovaným „column parallel A/D“ sloupcovým paralelním A/D převodníkem.

Externí převodník používala ještě do nedávna zejména firma „canon“ a to u všech typů zařízení, které poskytovaly maximálně FHD v 60fps, díky konstrukci nebylo možné dosáhnout většího přenosu dat než 120Mpx/s.

Ze snímače vede několik (1/2/4/8) analogových signálů, které se převádí externě v převodníku (obvykle na 14bit lineární data).

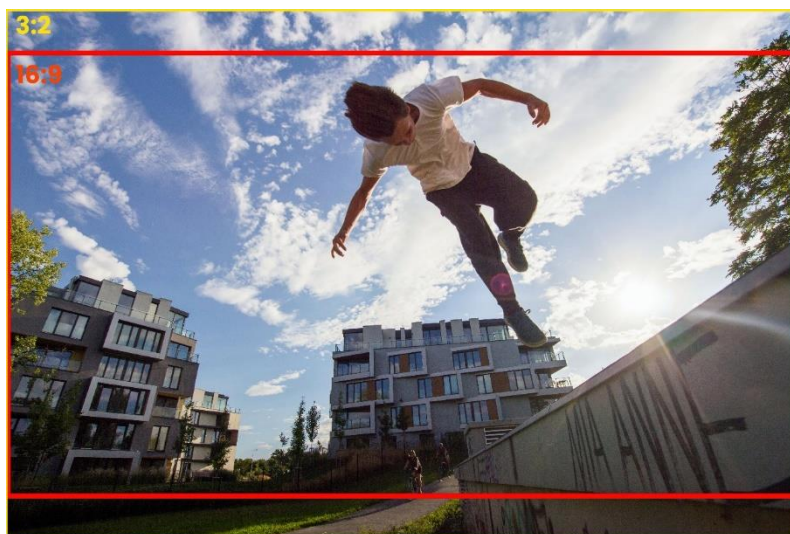
Interní převodník používá většina fotoaparátů a kamer je součástí čipu snímače, u 4k rozlišení je to nutnost. Tento převodník převádí všechny pixely paralelně, tzn. že pro každý řádek pixelů je jeden převodník v případě 4k tedy 4 tisíce převodníků, i když by se mohlo zdát, že tento proces je časově náročnější, je ve výsledku pořád rychlejší, než metoda s externím A/D převodníkem. Hlavní výhodou je, že nám poskytuje více Mpx/s. Ve 4k rozlišení v 60fps typicky 480Mpx/s.

Všechny barevné operace se pak dělají ve vzniklém lineárním prostoru, z důvodu dodržení pravidel pro aritmetiku („viz *debayerova barevná matice*“) po těchto operacích se pomocí „*gammy*“ data zredukuje na 8 nebo 10 bit.

Vliv rozlišení snímáče a videa

Ideální je, když poměr stran snímáče je 1:1 s poměrem maximálního rozlišení videa. Tím pádem při snížení rozlišení videa dochází k výřezu ze snímáče. Výhoda je, že je daleko jednodušší zpracování dat. Nemusí se nic dopočítávat, průměrovat atpod., přístroje tak nemusí trpět na přehřívání. Tímto řešením je vybaveno, ale pouze profesionální nahrávací vybavení např: *sony A7s/sII*, *panasonic GH5s*, *dále kamery black magic design* atd.

Dalším problémem je poměr stran snímáče k poměru stran videa. Snímáče typicky 4:3 nebo 3:2 a video standartně je 16:9 (viz obrázek 5). Tento problém má, ale jednoduché řešení metodou tzv. vertical cropu. Ze snímáče se použije jen prostřední část vršek a spodek snímáče zůstává nevyužitý a data se z něj nezpracovávají.



Obrázek 5, Rozdíl poměrů stran 4:3 a 16:9

3.1.5 Bitová hloubka videa a barevné prostory

3.1.5.1 Barevný prostor/y

Jedno z nejdůležitějších znalostí pro následnou barevnou korekci videa. Je to z důvodu, že zde opravdu pracujeme s barvami jako takovými. Respektive s jejich odstíny. Digitální nahrávací zařízení a digitální zobrazovací zařízení pracují v barevném prostoru RGB. Respektive komunikují pomocí tohoto barevného prostoru.

Každý pixel, jeden obrazový bod, ze kterého se skládá snímek, je vyobrazen

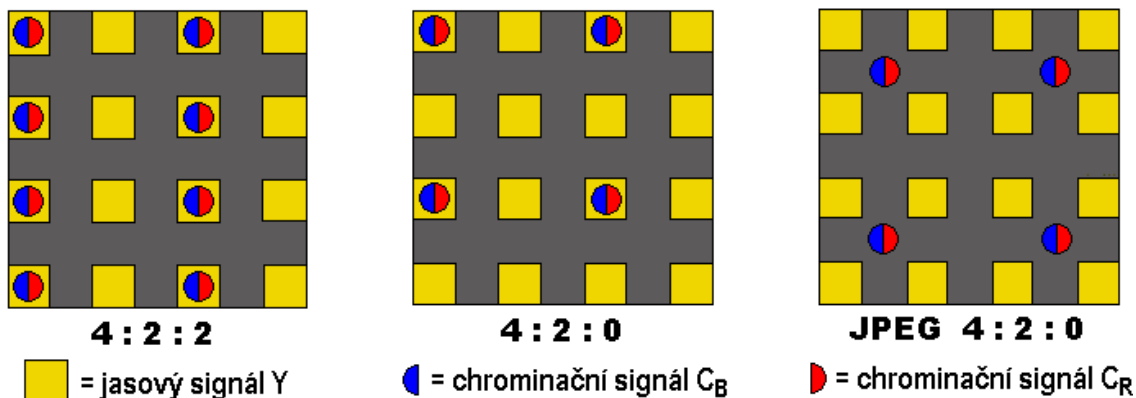
kombinací základních tří barev. Červená (red=R), Zelená (green=G), Modrá (blue=B).

Každá barva je přidána s jinou intenzitou a výsledná kombinace nám dává dohromady určitou barvu. Složením všech barev při sto procentní intenzitě vznikne bílá barva. Pokud jen intenzita každého kanálu nula procentní vznikne barva černá. Samotný čip vidí barvy trochu jinak, jeho barevný model se nazývá „YCbCr nebo Y'CbCr“. Y'CbCr není absolutní barevný model. Je to způsob kódování RGB informací, kdy kanál Y obsahuje hodnoty jasu. Kanály Cb s Cr jsou kanály červeného a modrého spektra barev. Hodnoty pro zelenou barvu lze dopočítat z aditivního schématu.

Pro tyto modely označované zkratkou též „YUV“ se také užívá troj číselné poměrové složení, které značí poměr jednotlivých složek jasu a jednotlivé chromatičnosti barev (např. 4:2:2). Většina spotřebních zařízení v dnešní době stále používá vzorkování 4:2:0, každé dvě řádkové informace o jasu používají společný řádek pro přenos barevné složky. Tím je sníženo barevné rozlišení nejen ve vertikálním, ale i v horizontálním směru a výsledná barevná informace je čtvrtinová. V poloprofesionální třídě nabízí vzorkování 4:2:2 např. *Panasonic Lumix-GH5/GH5s*.

Vzorkování 4:4:4 značí plné rozlišení barev, tohoto vzorkování lze docílit, jen použitím profesionální filmové techniky, kamery nebo externího rekordéru.

Závěrem čím více nám vzorkování dá informací o barvách tím více jich logicky budeme mít, se vzorkováním (viz obrázek 6), jde také ruku v ruce bitová hloubka o té v příští kapitole.^{[24][25][26]}



Obrázek 6, Vzorkování barev v YUV

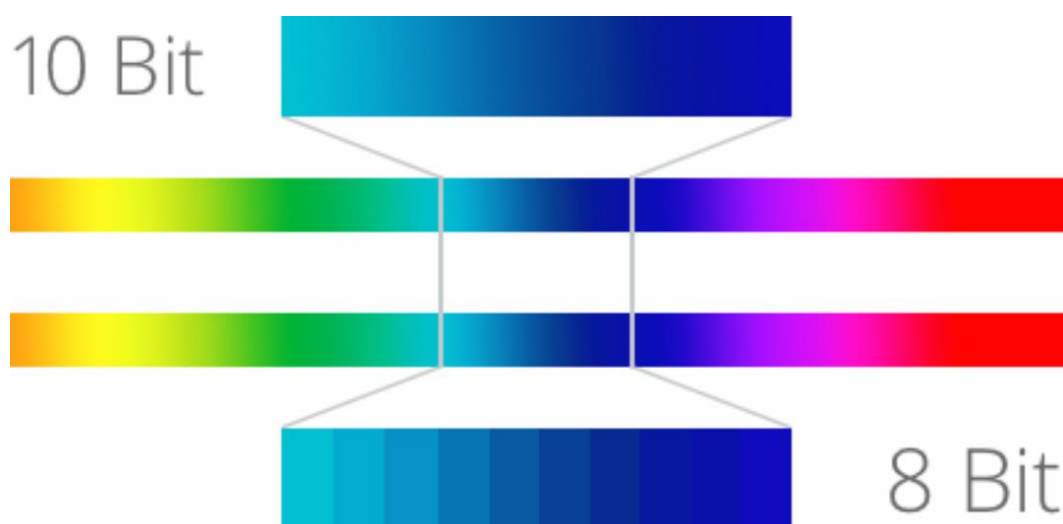
3.1.5.2 Bitová hloubka

Bitová hloubka nám udává kolik odstínů jednotlivých barev RGB zvládneme vytvořit. Standartní je 8 bitová hloubka, což znamená že od každé barvy zvládneme zobrazit $2^8 = 256$ odstínů. Tzn. že každá barva může nabývat hodnot od 0 do 255. Osmi

bitová hloubka nám dovoluje zobrazit celkem 16777216 možných barev. Nutno podotknout, že většina dostupných zobrazovacích zařízení pracuje právě s 8bitovou hloubkou stejně tak je tomu u webových přehrávačů jako je youtube, vimeo atd. .

Některé přístroje ovšem nabízí též 10bitovou hloubku např. již zmíněný „*pannasonic GH5/GH5s*“ je to první přístroj, který zvládne tak pracovat interně bez použití externího rekordéru ve střední cenové kategorii. 10 bit znamená, že lze zobrazit pro každou barvu $2^{10}=1024$ odstínů. Ve výsledku teda máme čtyři krát více barevných odstínů (viz obrázek 7)pro každou barvu. Počet všech barev, které lze zobrazit je 1073741824.

V dnešní době má nemá úplně zobrazovací využití, protože většina zařízení barvy zobrazí 8bitově, ale má využití právě pro barevnou korekci, správu a práci barvami. Např. při klíčování barev, maskování jednotlivých barevných ploch atd.



Obrázek 7, Rozdíl gradientů v paletách 8 a 10 bitových palet

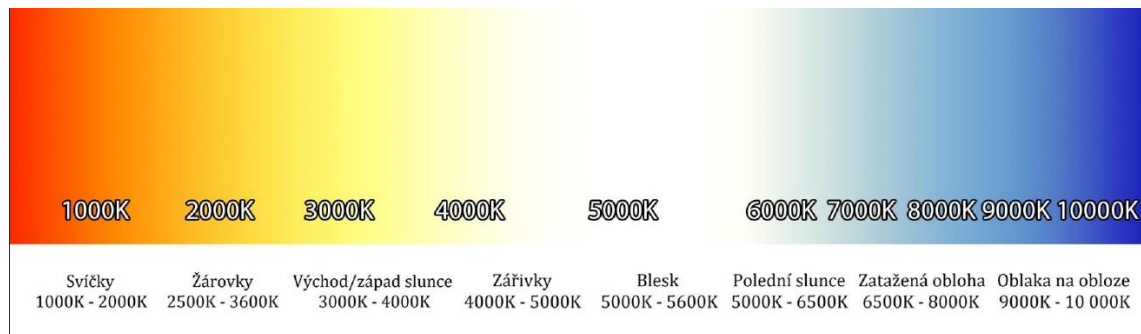
3.1.6 Vyvážení bílé

Oko je schopné přizpůsobovat světelné situaci, ve které se právě nachází, aniž bychom to vnímali. Při ostrém slunci mhouříme oči, v noci naopak jsou víčky odkryté, aby vstřebali co nejvíce světla. Těchto faktů si ještě lze všimnout. Jiný problém je u barev. Člověk jako takový má od malička naučené jakou barvu, které předměty mají. Např. víme, že zeď je bílá a když na ní budeme svítit žlutým světlem, náš mozek nám stále bude říkat, že je bílá.^[27]

Bohužel digitální technika toto neumí. Proto se musí v každých podmínkách, kde natáčíme přizpůsobit tzv. vyvážení bílé. Jinými slovy nastavit fotoaparát tak, aby vnímal teploty/odstíny barev stejně jako my popř. nastavit tonalitu tak jak si právě přejeme. Toto nastavení v nahrávacím zařízení je velmi důležité, protože při postprodukčních úpravách

sice, lze bílou ještě do vyvážit, ale pokud nenahráváme do formátu „RAW“, bude náš obraz už při malých změnách trpět na posterizaci a vznik barevného šumu a slévání barevných ploch. Posterizaci^[33] je vada, kdy dojde k viditelným skokům mezi odstíny barev, přechod mezi barvami není plynulý.

3.1.6.1 Teplota a odstín barvy



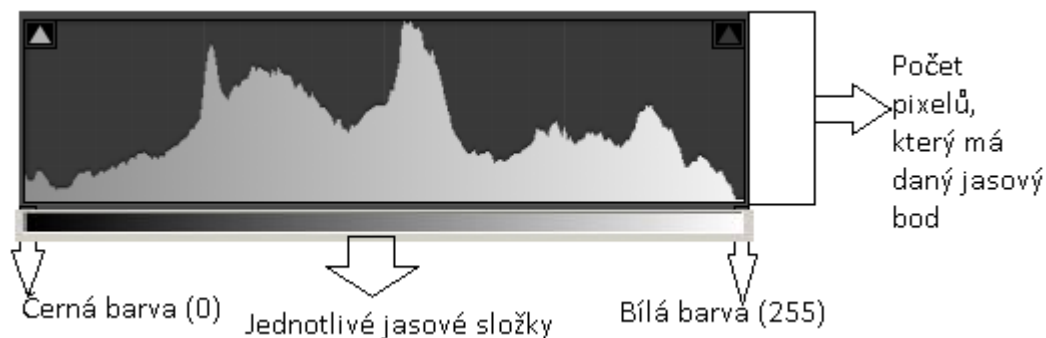
Obrázek 8, Různost barvy, znázorněná zahřátím na určitý stupeň Kelvina

Více o tomto tématu naleznete v kapitole o softwarové postprodukci. Důležité při vyvažování je, abychom použili jedno nastavení na jednu lokaci, čas apod. Teplota barev je jedna z důležitých vlastností, který nám ovlivňuje barvy ve videu.

Ve videu se užívá místo, standartních předvoleb používaných pro fotografii jemnější nástroj a to vyvažování přes stupně Kelvina na konkrétní teplotu světla (viz obrázek 8). Spektrum zobrazuje teplotu absolutně černého tělesa a stupně „K“, na které je potřeba těleso zahřát pro dosažení cílené barvy. Jako univerzální nastavení se doporučuje vyvážit bílou barvu na 5500K s výjimkou klasických žárovek, kde se doporučuje 3500K.^[28]

V další kapitole „histogram“ bude vysvětlen způsob jak zkontrolovat vyvážení bílé ve fotoaparátu. Správné vyvážení bílé znamená, že jas jednotlivých barevných kanálů bude mít úplně stejně přesné zastoupení v obraze.

Histogram


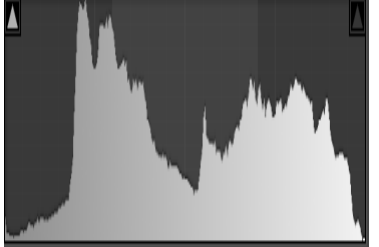

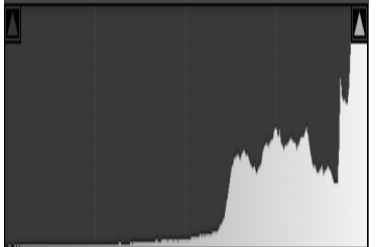

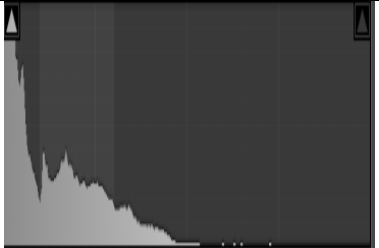


Obrázek 9, stručná charakteristika histogramu

Histogram je zařízení, které nám dává informace o jasovém přehledu dané scény. Je to graf, kde na jeho levé straně máme barvu černou na pravé straně bílou. Mezi těmito dvěma hranicemi je celkem 256 jasový stupňů. Každá snímaná barva má určitý jas buď tmavý či světlý. Histogram ukazuje, kolik pixelů v obraze náleží jaké jasové úrovni.

Z histogramu lze určit, jeli obraz správně exponován. Řekne nám to právě plocha grafu, kde je její nejvyšší část. Pro lepší konkrétnost zvolím popsání pomocí obrázků. Pro pochopení jasové složky nám budou stačit černobílé obrázky (*viz tabulka 2*).

Tabulka 2, Vlastnosti histogramu

Fotka	Histogram	Info
		<p>Zde histogram ukazuje, že nejvíc pixelů jsou v odstínech šedi. Zároveň se graf dotýká krajních bodů, tzn., že máme jak černou tak bílou barvu v obraze.</p>
		<p>Obraz táhne celý do bílé. Vzniká, přepal velké plochy 100% bílé. Takový obraz je naprosto nevhodný k postprodukci. Z obrazu se ztratila kresba.</p>
		<p>Zde opačná situace obraz je velmi tmavý a na mnoha místech obsahuje 100% černou, z těchto míst už se nedají získat informace o kresbě. Obecně je podexponování menší zlo než přexponování</p>

Obecně u video dobré vyhýbat se přexponování i podexponování, protože v těchto místech se nám jasové body slejí do celistvé barvy, např. mraky budou úplně bílé a nebudeme moc zachytit v nich kresbu. Univerzální pravidlo je snažit se mít co nejvíce bodů uprostřed plochy v tzv. středních tónech (*viz obrázek 9*).

U barevné fotky dokáže histogram zobrazit i chromatičnost jednotlivých barev. (*viz tabulka 3*).

Tabulka 3, vlastnosti RGB histogramu

Histogram ve fotoaparátu	Informace
	<p>Histogramy pro jednotlivé kanály RGB jsou v zákrytu to nám značí, že máme správně vyváženou bílou. V obrazu nepřevažují odstíny jiných barev nebo naprosto minimálně.</p>
	<p>Histogram pro červený kanál je posunutý oproti ostatní barvám doprava. A modrá barva se vyskytuje v porovnání se zelenou a červenou minimálně. Obraz tedy bude táhnout do červena. A barvy se budou jevit teplejší.</p>
	<p>Přesný opak předchozího obrázku. Posunutý je modrý kanál. Výsledný snímek táhne výrazně do modra a barvy budou působit velmi chladně.</p>

Díky tomu můžeme dobře poznat, jestli máme správně nastavené vyvážení bílé či jestli nám nějaká barva převažuje nad ostatními.

Jak se tedy stane, že se z jednotlivých barevných kanálů stane jasový histogram? Každý kanál má na podílu histogramu jinou část není rovnoměrně rozložen po kanálech na třetiny, nýbrž zelená má 59% podíl, červená 30% podíl a zelená 11% podíl.

Histogram je nejjednodušší cesta jak si zkontrolovat, zda mám správně exponovaný

obraz a vyváženou bílou. A slouží je základ pro spoustu dalších grafů, o kterých se bude zmiňovat v dalších kapitolách

3.1.7 Picture profile a barevný prostor

Barevný prostor ovlivňuje barevný rozsah dostupný pro reprodukci barev. U videa se můžete setkat s „REC 709“(televizní standart) a LOG^[29]

- REC709 – Zobrazuje nahraný materiál, tak jak ve skutečnosti vypadá (viz obrázek 10). Co je černé zůstane černé, bílá zůstane bílou, barvy se ponechávají svůj odstín a teplotu, jasnost a sytost. Obraz je kontrastní, jednoduše lze říct, že obraz vypadá tak jak ho vidíme. Jeho nevýhodou je, že nepoužije maximální potenciál z nahrávacího zařízení. Obraz může být dobrý a nebude potřebovat postprodukční úpravy, ale pokud v obrazu vznikne nějaká chyba, bude daleko obtížnější ji odstranit.^[30]



Obrázek 10, Ukázka surového záznamu v REC709

- LOG – Snaží se zachytit obraz, tak aby bylo docíleno co největšího dynamického rozsahu. Tzn., že vyjadřuje poměr mezi nejsvětlejším a nejtmaším místem ve scéně. V obrazu chybí černá a bílá barva (viz obrázek 11). Celkově je v odstínech šedi a barvy jsou desaturované. Stíny a světla modifikovány, aby byli ve středech.



[31]

Obrázek 11, Ukázka surového záznamu v LOG

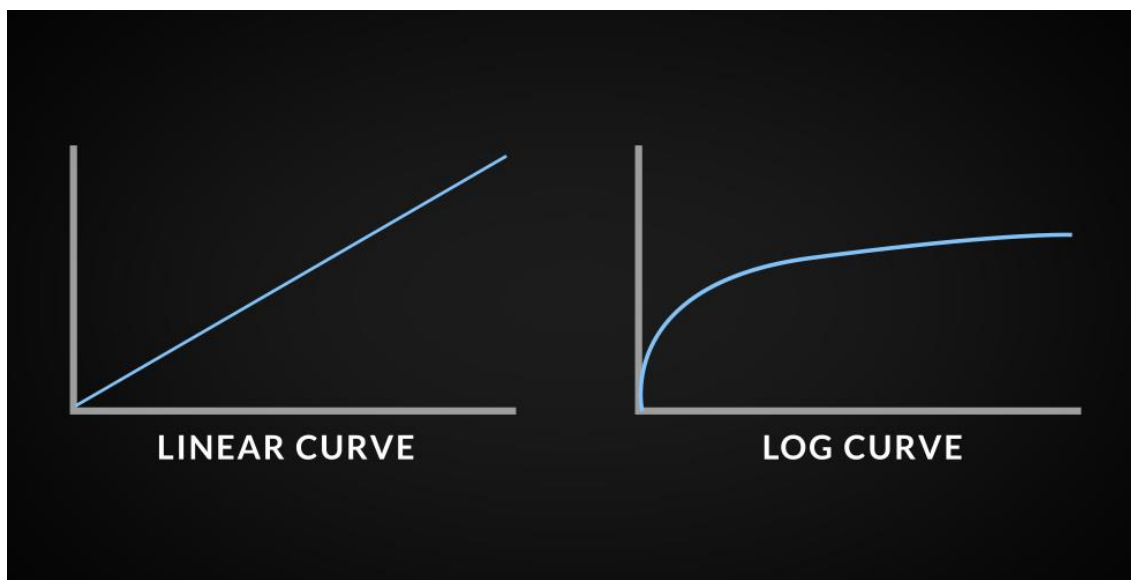
3.1.7.1 LOG

Pro postprodukční účely je nejlepší tzv. „flat obraz“. To je plochý, kde se barvy a kontrast tolik nevyhraňují oproti ostatním. Díky tomu bude možno docílit daleko měkčího přechodu mezi světlými místy a tmou a také mezi jednotlivými barevnými přechody. To přesně umožňuje LOG profile. Pro postprodukční práci s barvami je proto „LOG“ standardem.^[36]

Log totiž barvy, které vidí senzor, kóduje logaritmičticky nikoli lineárně. Pro vysvětlení použiji obrázků křivek.

Na obrázku je zobrazen graf tzv. křivek. Vodorovný přechod zobrazuje vstupní sílu daného bodu a vertikální přechod nám zobrazuje sílu výstupní intenzity daného obrazového bodu. Tato křivka nám tedy výsledný obraz neovlivní. Hodnoty na vstupu se rovnají hodnotám na výstupu. Takto snímá obraz kamera ve standartním nastavení

„REC709“. „LOG“ jak již z názvu vyplývá, ukládá barvy logaritmicky (viz obrázek 12).



Obrázek 12, Rozdíl mezi lineární a logaritmickém uložení barev

Tím pádem využívá více informací ze senzoru, než při použití standartní (lineární) video-křivky. Logaritmicke křivka nám tlačí tmavá místa v obrazu nahoru, takže se zachovávají informace o stínech. Světla místa jsou posunuta dolů, aby se udržela kresba ve světlých místech. To je důvod proč lze uchovat více dat z každé strany křivek.

Log má i své nevýhody. Obraz v 8bitové hloubce často trpí na „banding“, a to hlavně ve stínech. Místo tmavé zelené často zobrazí fialovou a modrou, a celkově se ve stínech projevuje rozpadání barev v jednolitě slité plochy. V *obrázku 13*, je vidět v levém dolním rohu, že voda má fialovou barvu, do které přechází ze zelené(odraz lesa), což je skok o několik odstínů a navíc zjevně špatná interpretace barvy ve stínech. Obraz byl zachycen v „LOGu“ a poté převeden do „REC709“.



Obrázek 13, Fialová voda po navrácení saturace a kontrastu do LOG obrazu

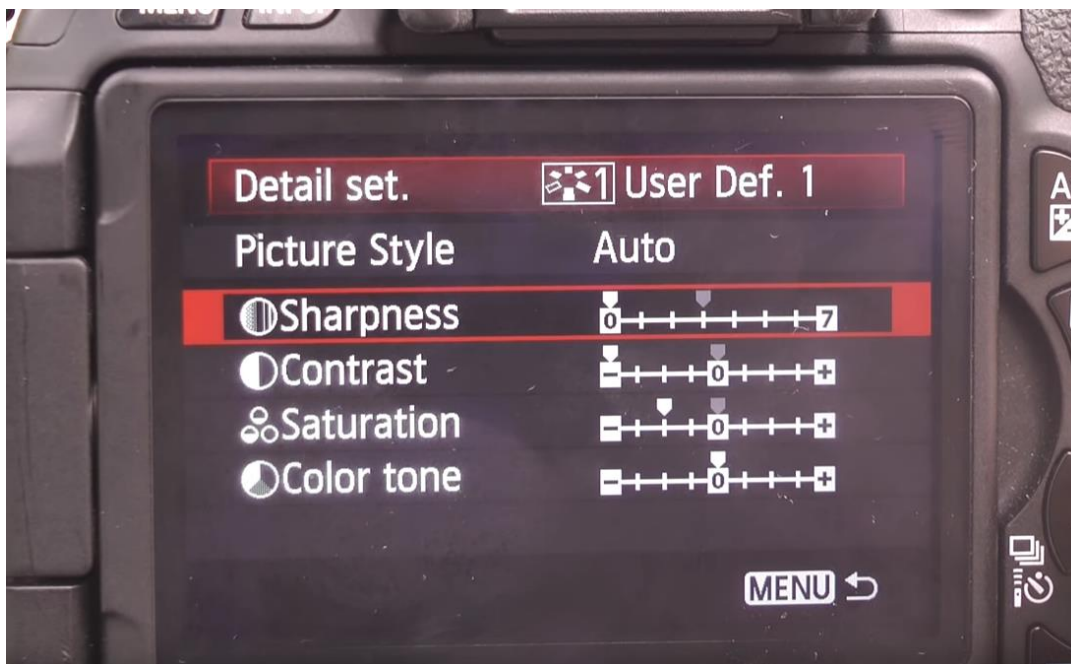
Další nevýhodou je nativní iso (minimální citlivost pro záznam v „LOG“). To bývá většinou velmi vysoké, což nám zhorší možnost ovládní kamery. Musíme korekci řešit pouze za použití clony a závěrky, tyto hodnoty často, ale nechceme změnit, takže musíme užít zatmavovacích filtrů. Druhý problém, je že obraz může šumět a s vyšší hodnotou šumu jen přibude. Největším problémem je asi problém se správnou expozicí, protože histogram nám neukazuje správné hodnoty bílé a černé, protože obraz je nekонтastní, takže pak v post produkci můžeme zjistit, že naše obloha je přepálená či že celá scéna se topí ve stínech. Řešením tohoto je problému je mít zařízení, které zvládne převést náhled do „REC709“ např. externí rekordér s monitorem, též některé zařízení jako („blackmagic pocket 4k camera“), zvládnou obraz převést interně.

Další možností je zjistit, jak dané zařízení „LOG“ nahrává a dle toho exponovat. Např. „sony dsc-rx100m4“ je třeba obraz natočit světlejší o 1 až 2 EV stupně. To se mi osvědčilo při natáčení za běžného světla, při natáčení v noci lze natáčet s nulovým EV posunem. Toto je ovšem jen můj subjektivní názor. Navíc každá kamera se chová při natáčení do „LOGu“ jinak.^{[31][32] [36]}

3.1.7.2 Picture style

Je interní nastavení samotného vizuálu videa. K nastavení picture style přicházíme tehdy, pokud naše kamera nenatáčí do „LOGu“ nebo nám barevný prostor „LOG“ nevyhovuje, ale přesto chceme dosáhnout co největšího dynamického rozsahu. Nastavení picture style nabízí snad každý digitální fotoaparát či kamera. Picture style ovlivňuje nastavení kontrastu, ostrosti, saturace občas redukci šumu a tón barvy u pokročilejších fotoaparátů mnoho dalšího, ale s prvními třemi pracují i nejlevnější zařízení.

Standardem jsou většinou tyto předvolby: automaticky, portrét, neutrální, živý a černobílý. Ve vychytralejší zařízeních pak mohou nastavovat hodnoty pro konkrétní složku. Viz nastavení mého první foťáku „Canon 600D (viz obrázek 14)“.



Obrázek 14, Konkrétní nastavení pro nejlepší dynamické rozsah na Canon 600D

Položky k upravení jsou právě ostrost, kontrast, saturace a tón barvy. Pro co největší dynamický rozsah jsou podstatné ostrost a kontrast. Ty způsobují vyhranění v obrazu, jako jasnost barev a přesnost okrajů popř. přechodů, proto oba posuvníky posunu na co nejmenší hodnotu. Kontrast i ostrost není problém v postprodukci vrátit a díky zvětšenému dynamickému rozsahu půjdou i lépe použít než při interním nastavení.

Kontrast je definován jako rozdíl mezi světlým a tmavým. Pokud bychom kontrast nechali na původní stavu nebo ho dokonce zvětšili, stane se to, že rozdíl mezi tmavým a světlým se zvýší. Tím pádem je daleko větší pravděpodobnost výskytu přexponovaných či podexponovaných ploch. S těmito plochy nejde dál pracovat, protože nemají ani kam růst jsou na maximální jasnosti (255/0) zároveň ani klesat, protože informace o daném místě není, respektive by se měnila celá plocha jako by to byl jeden pixel, takže kresba by se zde stejně neobjevila. Zatímco pokud oblast je ve středních tónech, vždy v post produkci mohou změnit saturaci a jas daného místa.

Závěrem cílem dynamického rozsahu je dostat kresbu, i do míst, které by obvykle zanikly v kontrastu tj. do stínů a světel. Jednoduše cílem je, že pokud je v jedné scéně puma v jeskyni a zároveň je vidět obloha a bílé mraky, tak aby na výsledném obrázku bylo vidět něco z obojího. ^[34]

3.2 Postprodukční úpravy

V úvodu jsem již zmínil, že většinu postprodukčních úprav budu demonstrovat v programu „*Adobe Premiere Pro CC*“ aktuální pro rok 2018. V něm užiju jen interní efekty či pluginy, které jsou součástí standartní verze programu. Nejčastěji budu využívat plugin „*lumetri color*“, dále také zmíním efekt „*three way color corrector*“.

Již zde zmíním rozdíl mezi dvěma termíny a to je „*color correction*“ a „*color grading*“.

- *Color correction* – Je úprava obrazu, tak aby byl správně exponovaný, kontrastní a barevně neutrální. Takový obraz, který je vhodný pro právě následný *grading* obrazu. Při korekcích vlastně opravujeme chyby v obrazu, které se staly při samotném natáčení.
- *Color grading* – Výsledná tonální úprava barev, kontrastu, odstínů atp. Jde převážně o umělecký záměr s cílem vyvolat emoce. Tyto úpravy jsou velmi individuální a subjektivní, nelze říct co je správně a co není. Proto se této problematice budu věnovat jen minimálně.

Zde charakterizuji dva největší problémy, kterými se hodlám zaobírat. V první řadě to bude správná interpretace obrazu pro různá zařízení. Zobrazovací zařízení je totiž každé trochu jiné. Některé zobrazuje obraz světleji, tmavěji, kontrastněji, barevněji, zeleněji, modřeji atp., zde se budu zabývat tím jak mít správně upravený obraz, i když například pracuji nekalibrovaném monitoru.

Druhým problémem bude vyvážení bílé, správná interpretace barev, korekce pleťových barev atp.

V této kapitole rozeberu funkce jednotlivých nástrojů. Vysvětlím data, která ovlivňují a jak se to projeví ve výsledném obraze. Všechny ukázky a faktory budou doplněny o vysvětlující obrázky.

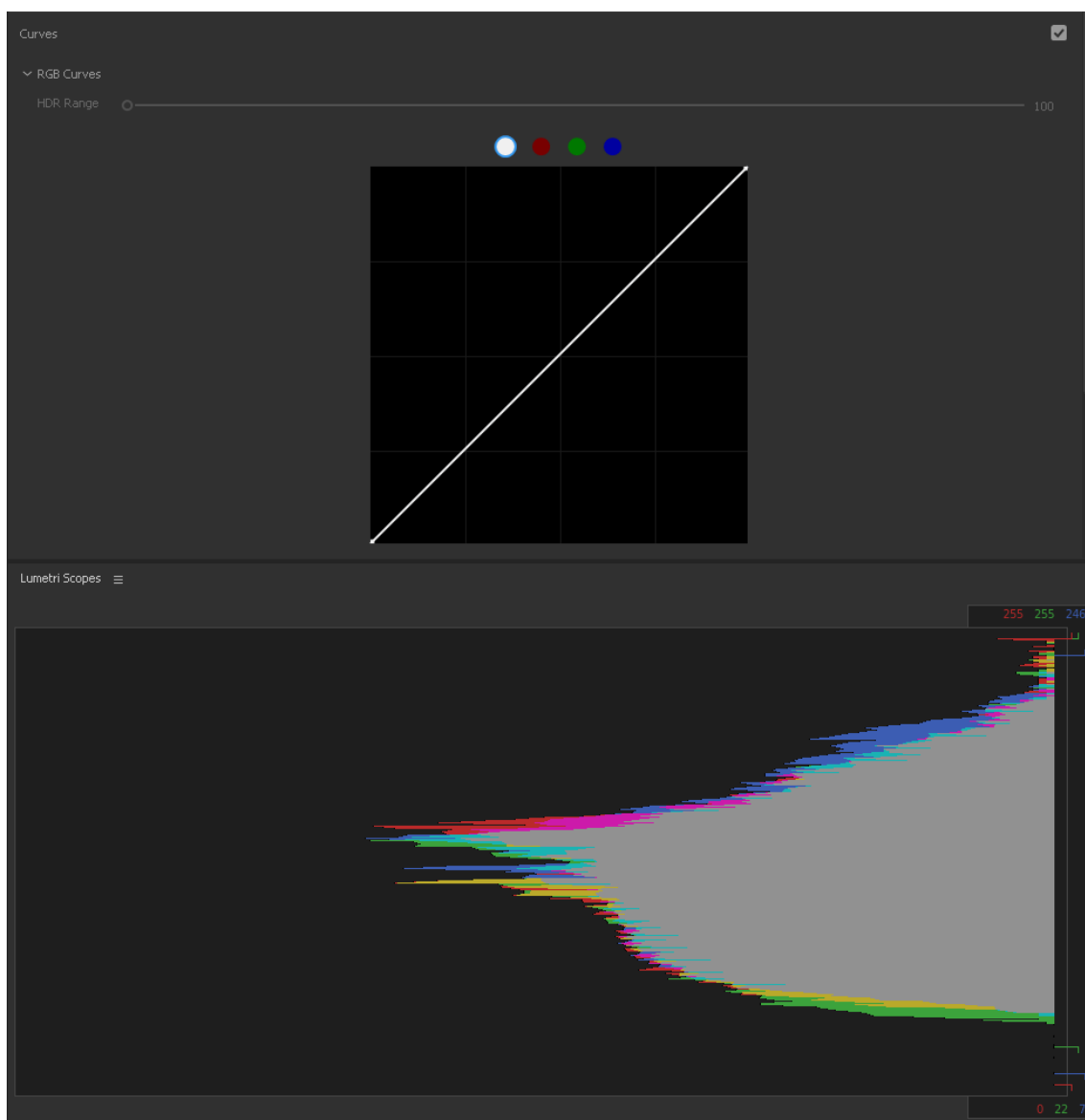
Kapitolou samo pro sebe je zvolení referenčního obrazu, pro který budu aplikovat úpravy. Jako ideální je použít tu část, která byla v daném záběru hlavní. Další věci, které se musí hodnotit, jsou přexponování popř. podexponování obrazu, vady objektivu, zkreslení, aberace. Z vlastní zkušenosti doporučuji zvolit si takový obraz, kde chceme mít v daném místě černou či bílou barvu. Např. Bílé budou šaty nevěsty a nikoli zeď v pozadí, či pokud točím interiér z exteriéru, kde je mnoho světla, tak přizpůsobuju obraz ve tmě na úkor přexponování, které mě nebude tak rušit, protože cíl našeho vnímání bude upoutávat děj v interiéru.

Efekty barevných korekcí se samozřejmě dají měnit v závislosti na čase. Tyto animace jsou, ale velmi časově náročné a přechody od původního k žádoucímu stavu vypadají často velmi nereálně.

3.2.1 RGB křivky

Jsou jedním z nejmocnějších nástrojů při barevných i jasových korekcích. Pracují se vstupními hodnotami pro jednotlivé kanály RGB a s celkovou jasovou složkou („luma“). Bohužel „Premiere pro CC“ neukazuje v poli histogram a pouze křivku.

Na *obrázku 15* je použitý klasický histogram, který jsem již popsal v kapitole „*histogram*“. Úhlopříčná křivka nám nyní nic neovlivňuje. Vstupní body (vodorovná osa, x) odpovídají výstupním (svislá osa, y). Na této křivce lze umístit body, které ovlivní jednotlivé složky obrazu, křivka se chová dle pravidel pro *bézierovu* křivku, při manipulaci

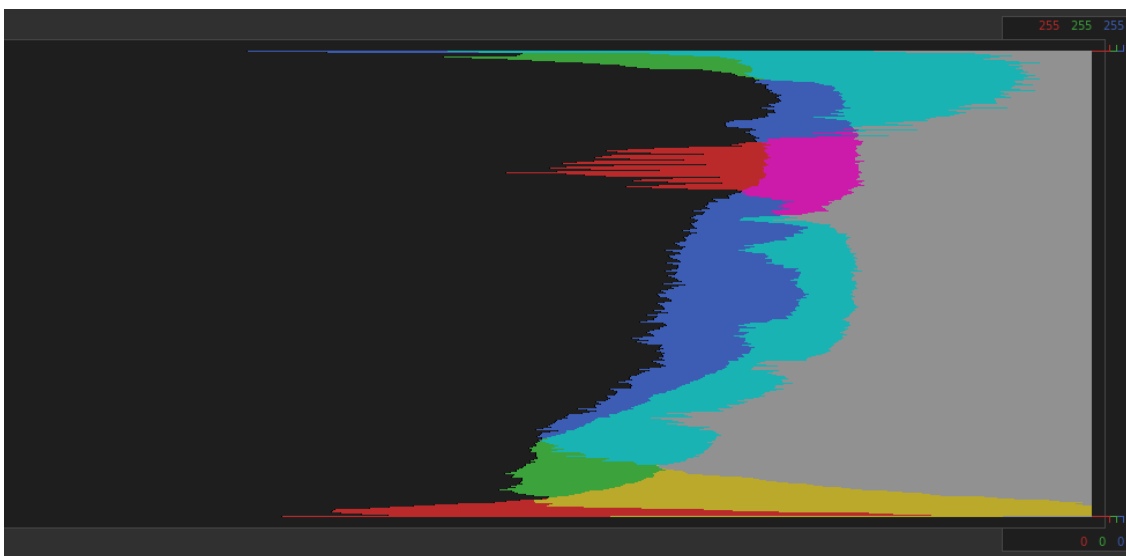


Obrázek 15, Lumetri looks, křivky a RGB histogram

s křivkou nehýbu samotnými body (polygony), ale jen jeho těžnicemi, tzn., že bod stále zůstává na jednom místě. Pro adekvátní interpretaci videa se přesunu do „Premiere pro CC“. [37][42]

3.2.1.1 Histogram

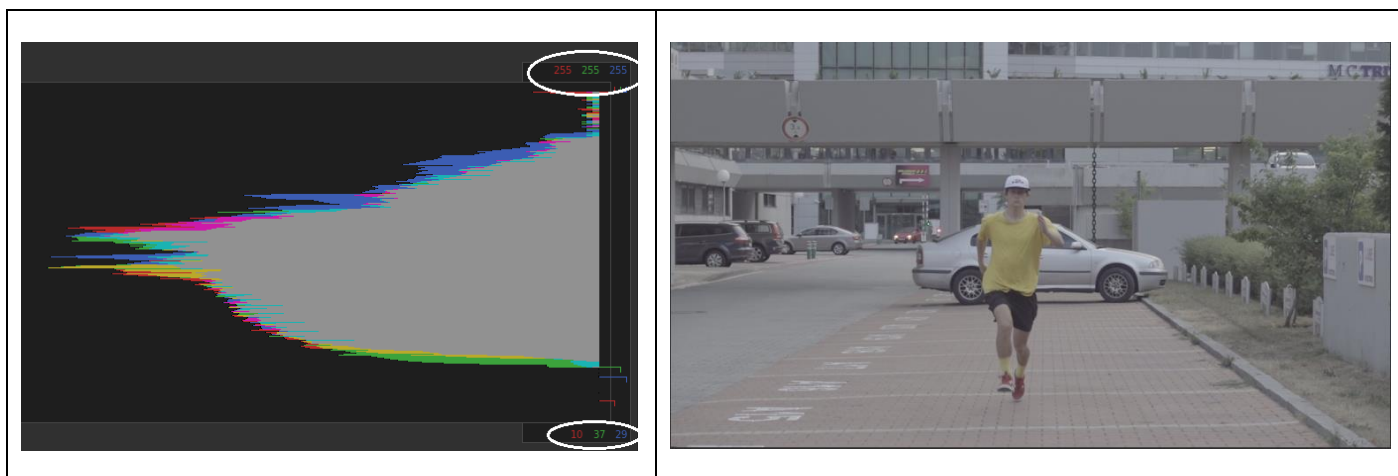
Histogram je v *premiere* otočený o 90° doleva. Jinak je jeho vypovídací hodnota stejná, pouze stíny máme nyní ve spod a světla na vrchu. Osa „X“ nám tedy zobrazuje kolik pixelů má jaký odstín. Osa „Y“ zobrazuje jasovou složku pro daný kanál. Graf zobrazuje také jednotlivé kanály barev, takže je pro nás snadnější zjistit na první pohled, zda jsou barvy vyvážené, či některý kanál převažuje. Na *obrázku 16* je vidět, že bílá barva není evidentně dobře vyvážená, ale modrý kanál převažuje na ostatními.



Obrázek 16, Nevyvážené barvy, modrá převažuje

Výhodou histogramu jsou jasové hodnoty, která nám indikují čísla na krajích grafu. Udávají od a do jakého odstínu se rozkládají dané barevné kanály, díky tomu lze rozpoznat, zda jsou v obraze hraniční body odstínů (tj. 0 nebo 255 případně nejbližší odstíny) nebo zda v obraze chybí. Pokud dojde k tomuto problému, křivky jsou ideální nástroj jak roztáhnout histogram po celé jeho šířce a vyplnit všechny odstíny. K tomuto účelu poslouží právě *rgb* křivky.

Tabulka 4, Histogram k přiloženému obrazu z videa, chybí informace pro černou a stíny




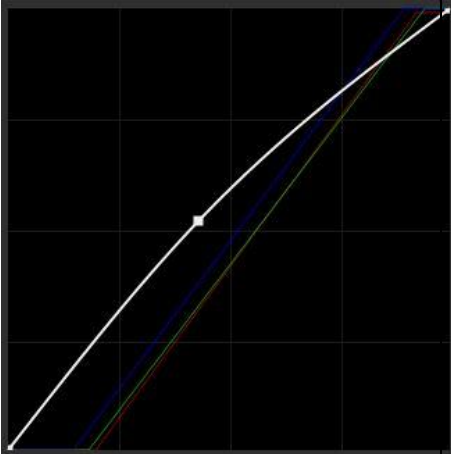

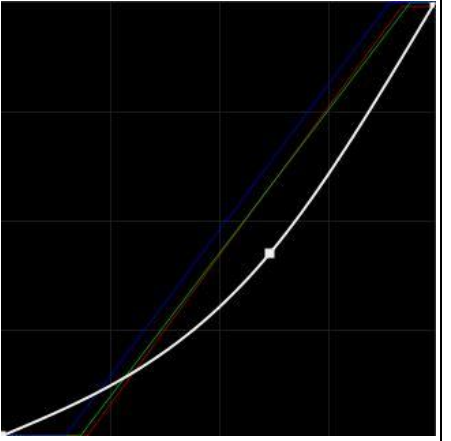

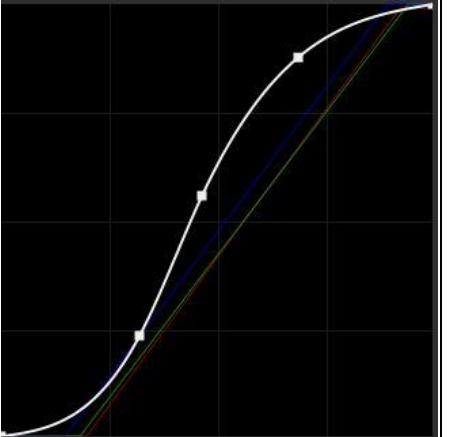
3.2.1.2 Užití RGB křivek

Na první pohled je na obrázku vidět, že je šedivý a málo kontrastní. Byl natočen v barevném prostoru „ $S\text{-log}2$ “ (viz tabulka 4)“.

Z histogramu lze vyčíst, že máme správně vyváženou bílou, barvy jsou téměř v zákrytu, ale je zde nedostatek informací ve stínech, z čísel pod histogramem, lze vyčíst rozsah barevných odstínů, pro každý kanál. Pro červenou 10-255, zelená 37-255, modrá 29-255. Proto tedy pomocí křivek posunu jednotlivé kanály. Jejich vstupní hodnoty změním tak, aby se hodnota pro daný kanál dostala na nulu, tu samou operaci provedu pro zbývající dva kanály modrý a zelený. Po těchto úpravách se do obrazu opět navrátí černé, obraz se stane mírně kontrastnějším.

Pro zesvětlení případně ztmavení obrazu lze též použít křivek. Výhoda tkví v zachování černých a bílých bodů, ty jsou totiž na pevně zafixovány. V následující tabulce (viz tabulka 5) uvedu tři nejběžnější použití křivek.

Tabulka 5, Příklad užití křivek pro zesvětlení případně ztmavení

		<p>Zesvětlení obrazu všechny vstupní body jsou zesvětleny s výjimkou krajových bodů</p>
		<p>Ztmavení obrazu, přesně opačný princip, všechny vstupní hodnoty jsou ztmaveny</p>
		<p>Tzv. S křivka, používá se k navrácení kontrastu, místa ve stínech jsou ztmavena naopak stíny, jsou zesvětleny, středy zůstávají nezměněny. Na této fotce jsou středy jemně zesvětleny.</p>

Křivky „*rgb*“ jsou jedním z nejsilnějších nástrojů pro barevnou korekci, a dají se použít i pro grading videa. Jejich největší výhodou je, že body neovlivňují ostatní nastavení křivky. Většina pokročilých efektů vychází právě z těchto křivek.

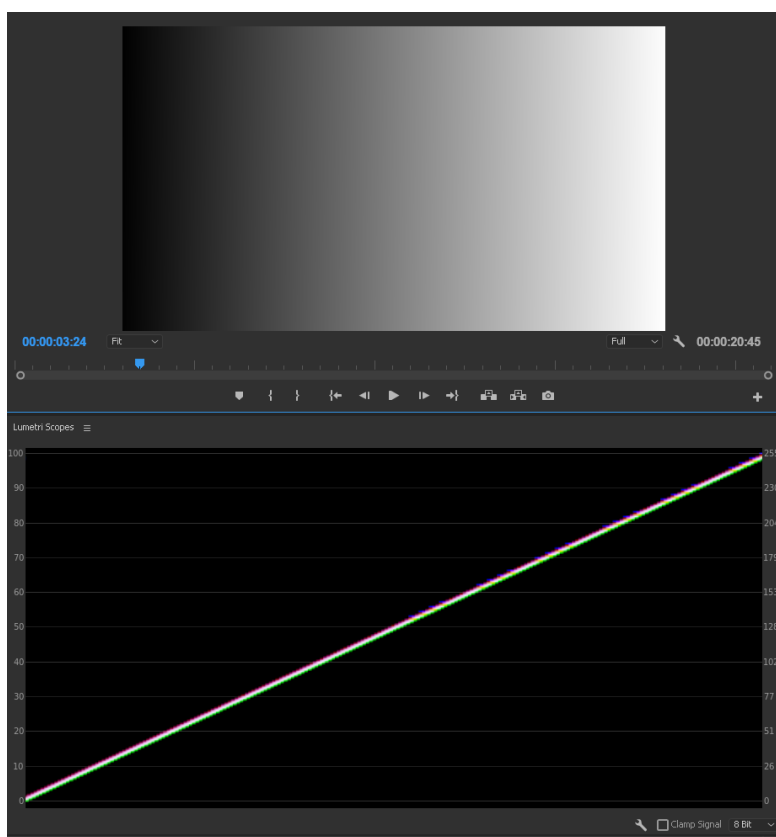
V další kapitole se budu podrobně zabývat pomocnými diagramy, které mají jen zobrazovací vypovídací hodnotu. Diagramy nám slouží jako kontrola obrazu, aby byl technicky správný. Pomohou nám určit a zobrazit na jakou část obrazu právě daným efekt působí a znázornit jeho změny.

3.2.2 Waveform

Je graf, který vychází z teorie histogramu, pro správnou interpretaci dat je tedy nezbytně nutná znalost předchozích kapitol, které pojednávají o vypočítání hodnotě histogramu.

Waveform je graf, který koresponduje přesně s naším obrazem. Jeho šířka (osa x) nám znázorňuje šířku reálného záběru. Jeho vertikální část (osa y) znázorňuje konkrétní jasovou složku zastoupenou v obrazu. V dolní části jsou znázorněny tmavé barvy, postupem nahoru se odstíny přibližují k barvě bílé. Hodnota 0 reprezentuje černou barvu hodnota 100 pak barvu bílou. Tyto hodnoty jsou odvozeny z procent jasu. 0% pixel nemá žádný jas a 100% pixel má plný jas tzn. bílá barva.

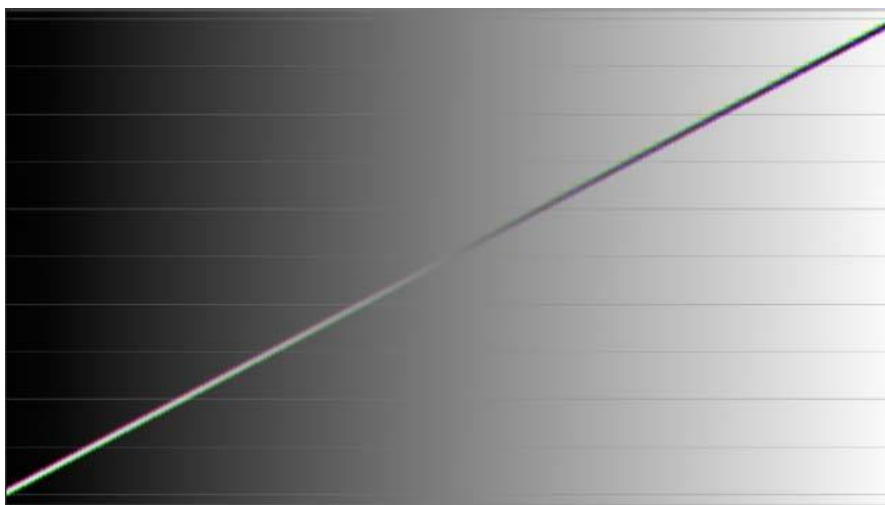
Pro lepší čitelnost grafu budu jeho princip popisovat na obrázcích, ze kterých je jasnější a srozumitelnější přesný popis zobrazovaných dat.



Obrázek 17, Waveform-zobrazení černobílého lineárního gradientu

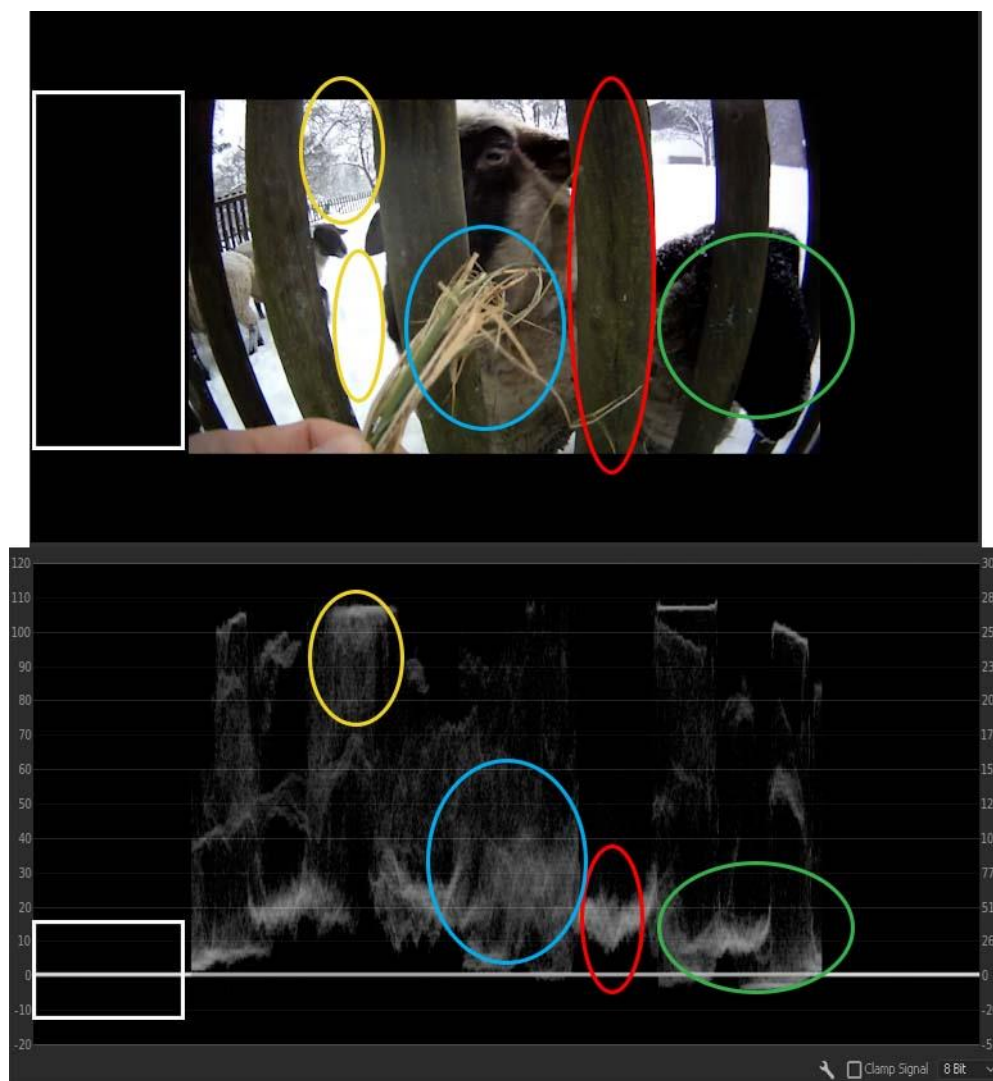
Na tomto plynulém přechodu je jasně vidět co daný graf zobrazuje (viz obrázek 17). Levá část grafu odpovídá levé části obrazu tedy černé a pravá část odpovídá pravé tedy

bílé. Celý graf se proto lze představit takto (viz *obrázek 19*). Shrnuto, pro každý sloupec v obraze waveform zobrazuje hodnoty jasu, jednotlivých pixelů.



Obrázek 19, Waveform přesně lícuje s obrazem, popisuje momentální situaci v obraze

Pro jasnost přiložím jeden konkrétním snímek z videa, a ukážu na něm co a jak, jde zde znázorněno (viz Obrázek 20). Pro zajímavost jsem vybral obraz natočen v menší rozlišení, než je nastavené rozlišení sekvenci v „premiere pro CC“. Černé okolí kolem snímku nám krásně potvrdí, jak waveform koresponduje z obrazem. Popis bude situován z leva do prava.

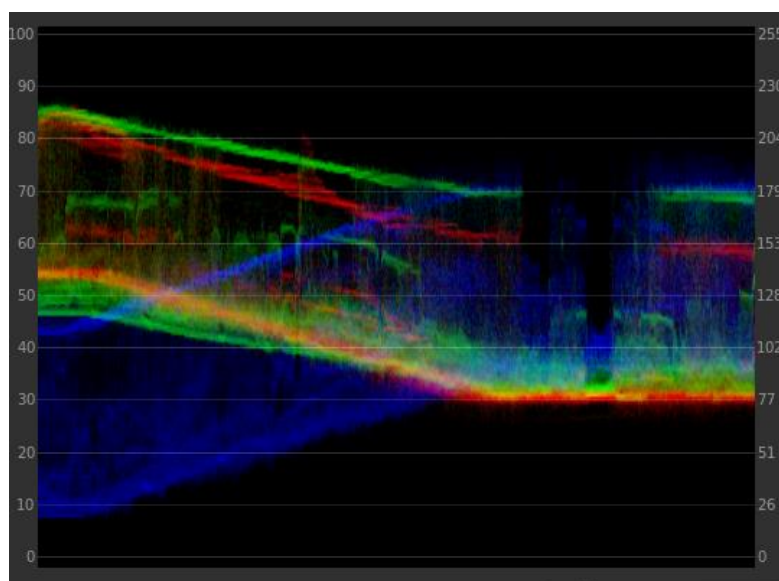


Obrázek 20, Přesná ukázka závislosti obrazu a waveform

- Bílé obdélníky a celá spodní vodorovná přímka na hodnotě „0“ znázorňují černé pruhy vzniklé použitím menšího obrazu než je rozlišení sekvence. Na rozlišení 1920x1080 bylo použito rozlišení 1280x720.
- Žluté kruhy nám znázorňují 100% bílou barvu, v tomto případě bílou barvu poskytuje sníh. V tomto případě tedy nemusíme nutně považovat bílou za přepal, naopak sníh má být bílý nikoli šedivý. Další bílou barvu můžeme nalézt na grafu dále vpravo a odpovídá opět horní části obrazu se sněhem.
- Modré kruhy znázorňují strukturu stínů až středních tónů. Stínům odpovídá odstín sloupku plotu. Středním tónům pak odpovídá srst ovce a barva slámy.
- Červeně jsou znázorněny čistě stíny, v dané části obrazu se nevyskytují jiné odstíny ani černá ani bílá barva.
- Zelená charakterizuje černou a podpaly. Waveform dokonce klesá pod hodnotu 0. Takové informace samozřejmě, již nelze zobrazit, ale může poskytnout přehled o tom kolik informací z obrazu je ztraceno. V tomto případě černá hlava ovce opravdu nemá žádnou kresbu, místo toho je zde jednoduše černá plocha. Takovýto obraz by již bylo správné v daném místě zesvětlit, abychom do tohoto místa dostali strukturu srsti na hlavě ovce.

Waveform si lze přepnout i do módu RGB (viz obrázek 18), kdy bude zobrazovat jasové složky jednotlivých barev. To nám může usnadnit přehled o místech, kde se např. mění druh osvětlení a barvy získávají různou chromatičnost. Případně lze zkontrolovat

vyvážení bílé.



Obrázek 18, RGB waveform, změna barevné tonality záběru

Daná situace zobrazuje švenk z prava do leva. Co tedy graf říká o situaci, aniž bychom viděli reálný obraz.

1. Obraz byl původně pouze ve středních tónech, to ovšem nelze považovat za chybu. Obraz byl točený do LOG profilu, který se snaží co nejvíce informací shromáždit právě ve stínech i přesto lze podotknout, že daná situace byla velmi světlá.
2. Původní obraz vpravo táhnul do modra.
3. Po přechodu se jasně změnilo zastoupení barev, modrá se přemístila do stínů a do světel se dostala červená se zelenou. Daný obraz tedy bude táhnout do žlutozelené.

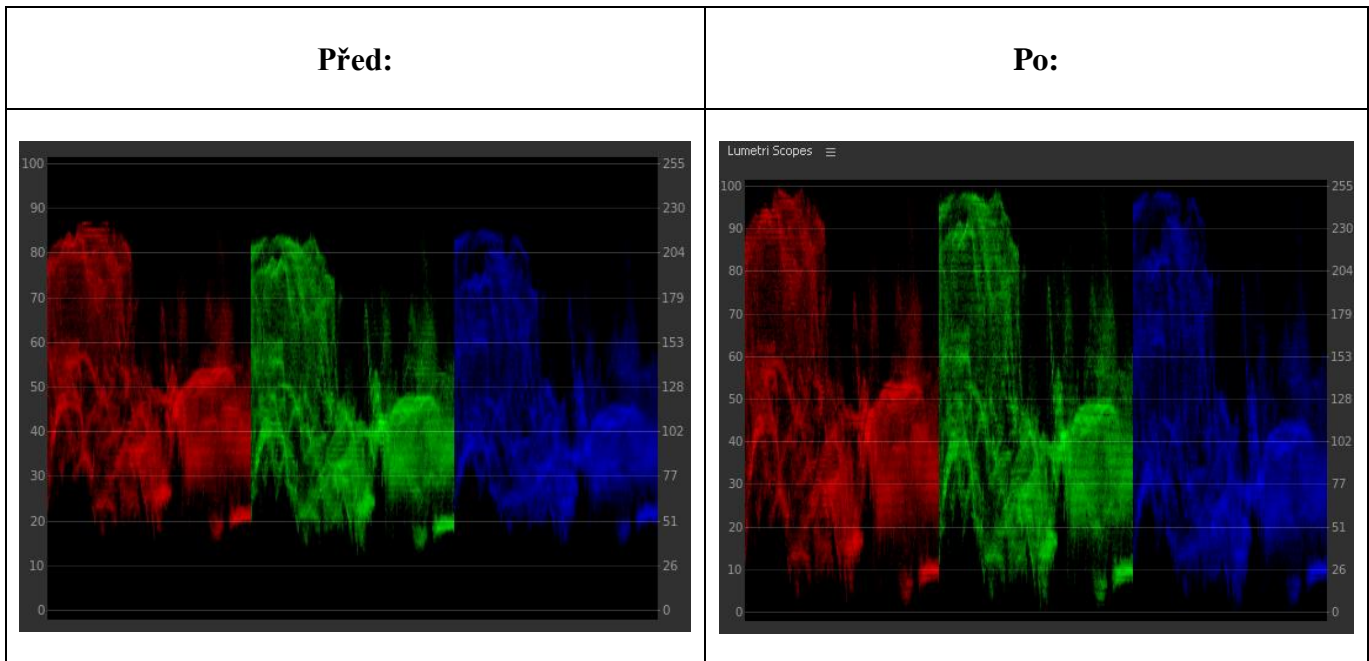
Dnešní zařízení, které jsou primárně určeny na záznam videa, obvykle umí waveform zobrazit v živém náhledu. To je velmi užitečné, protože graf jasně říká, kde v obraze je a jaký to má jas, tím pádem si mohu jasně určit co je černé a co ne, a mohu se rozhodnout, zda dané místo v obraze bude vidět, či zda tam může mít přepal či podpal.

3.2.3 RGB parade

Je diagram, který vychází z principu waveform grafu. Zobrazuje waveform pro každý barevný kanál vedle sebe. Je tedy lepší přehled o zastoupení jasu v jednotlivých barevných kanálech, tím je snazší vypořádat konkrétní barevné a expoziční niance. RGB parade je proto velice dobrým pomocníkem jak při korekci expozice, tak při vyvažování barev.

Hodnoty reprezentující světla jsou 100-70%, střeďy 70-30%, stíny 30-0%.

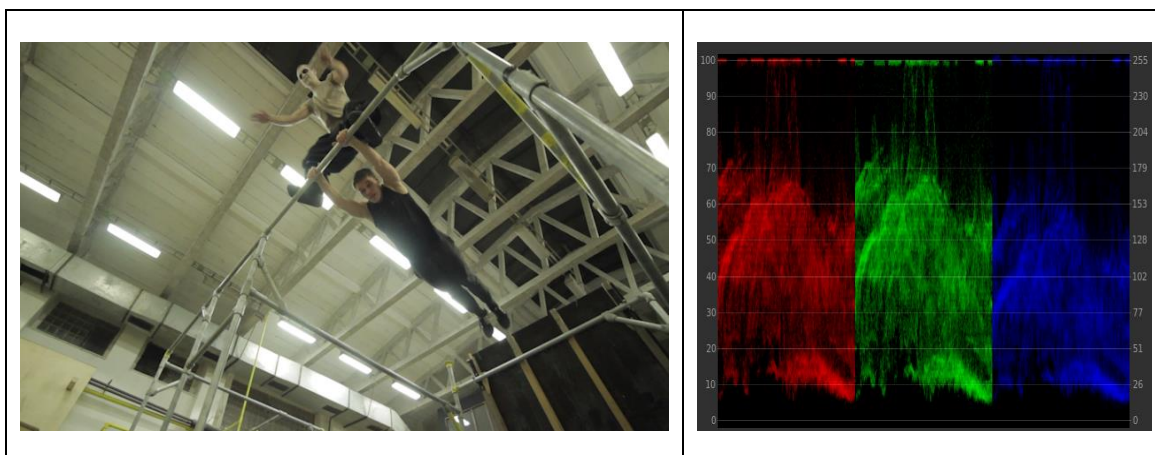
Tabulka 6, RGB parade, rozdíl před a po jasové úpravě



V tomto obraze (tabulka 6) je bílá barva vyvážená dobře, grafy jsou téměř stejné a budou vzájemně v zákrytu. Co se týče korekce expozice ani jeden z grafů se nedotýká hodnoty 0% ani 100% v obraze tedy není bílá a černá barva, důvodem je, že záznam je pořízen v barevném prostoru „LOG“. Pomocí křivek se problém dá jednoduše vyřešit a to tím, že posunuje vstupní hodnoty do té chvíle, dokud se graf nedotkne hodnoty 0% a 100%. Aby tato korekce byla přesnější, je lepší pracovat pro každý kanál zvlášť. V praxi je dobré si od vrcholu ponechávat 5 až 15%, dle změn prostředí v záběru. To abychom předešli slitím barev, při přechodu přes svítící světlo nebo černé místa, tyto místa nám pak vyplní mezeru vzniklou nedotknutím vrcholu grafu 100% nebo 0%.

Další funkcí RGB parade, je schopnost zobrazení vyvážení barev. Díky tomuto faktu ho lze využít při vyvážení bílé.

Tabulka 7, RGB parade zobrazení špatně vyvážené bílé



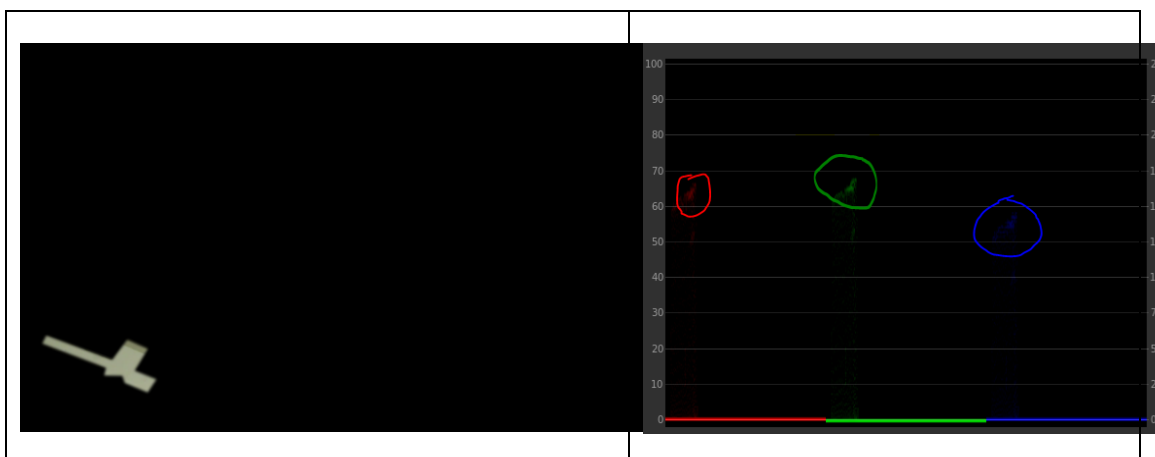
Bílá je na snímku z videa na první pohled špatně vyvážená. Celý obraz táhne do žlutozelené. To je zřejmé na první pohled i z grafu. Modrá barva zjevně nedosahuje takových hodnot, jako dosahuje zelená s červenou (viz tabulka 7).

Proto tuto situaci je lepší udělat výřez kolem dané místa, a upravovat jen toto místo, informací bude méně a grafy budou přehlednější.

Jako referenční bílou barvu, použiji barvu zdi vpravo dole (viz tabulka 8), mohl bych použít i strop, ale u zdi je větší jistota, že interpretuje skutečnou bílou barvu. Grafy jednotlivých kanálů se velmi zmenšili, pro lepší rozpoznání jsou označeny barevnými kruhy.

Nyní pomocí křivek kanály srovnám do stejné úrovně, jako pomoc využiji 60% vodorovnou linku. Na přesun grafů jednotlivých barev.


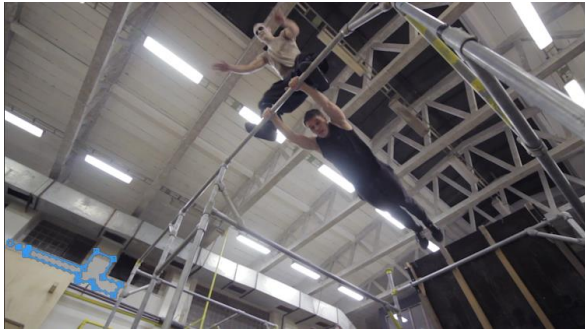
Tabulka 8, Rozhození jednotlivých barevných kanálů při vymaskování samotné bílé barvy



Po vyrovnání zkontrolujeme obraz původní a upravený, doladěný pomocí RGB parade. V tabulce je též označená oblast, která byla zvolena jako referenční bílá pro celý

obraz. Tuto část znázorňuje modrý mnohoúhelník v pravé části obrazu. Z tohoto příkladu je jasně vidět, jak silný je RGB parade pomocník, při korekci expozice či při korekci barev (viz tabulka 9).

Tabulka 9, Rozdíl vyvážení barev pomocí RGB parade

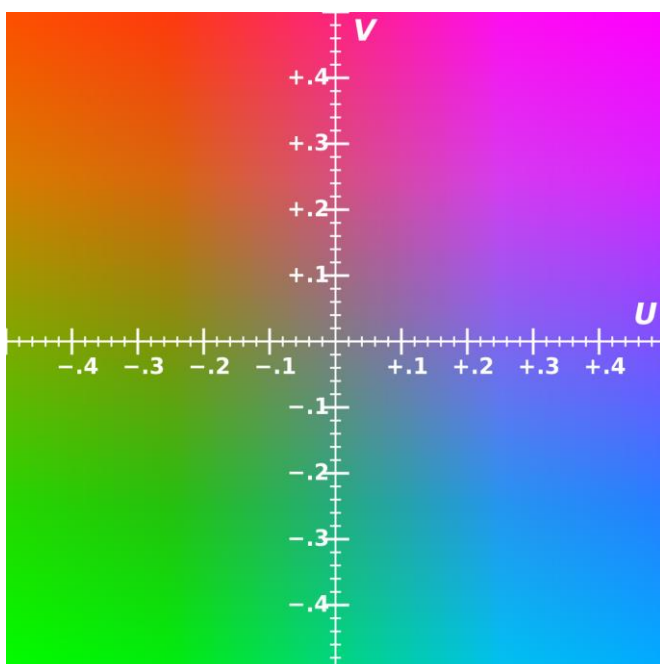
Před:	Po:
	

3.2.4 Vectorscope

Pro správné pochopení grafu „vectorscope“ je nutné pochopení barevných prostorů konkrétně „ YIQ “, který byl popsán v kapitole „barevné prostory“ a jenž vyplývá z „ YUV “. Nezbytná také bude znalost tzv. „*color wheel*“, které symbolizuje barevné škály, jednotlivých barevných prostorů. Dalším barevným prostorem, který bude třeba osvětlit je HSL model, který bude vysvětlen právě v této kapitole.

Samotný graf „vectorscope“ nám již neřekne nic o jasové složce obrazu, je zaměřen naopak na informace o barvách. V premiere pro jsou v nabídce dva druhy těchto grafů. YUV , který se používá častěji a HSL, který se používá méně, to z důvodu rozdílnosti veličin, které v modelu nejsou příliš intuitivně zobrazené.

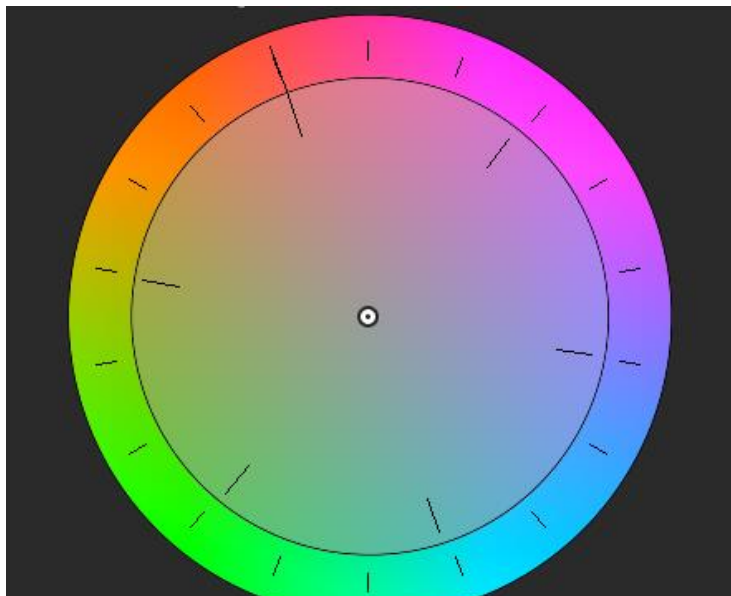
3.2.4.1 YUV vectorscope



Obrázek 19, Barevný prostor YUV barevném modelu.

Na obrázku 19 vidíme barevný prostor, který na ose X má složku U a na ose Y složku V . Na spojnici kolmic těchto hodnot se pak nalézá odstín dané barvy. V hodnotě nula jsou Y barvy, tedy barvy černobílého spektra. Ty se tedy v grafu neprojeví. Dál od středu se barevná saturace zvyšuje a při okrajích jsou nejvíce saturované barvy. V tomto spektru jsou všechny barvy, kterých lze dosáhnout v RGB

HSL model



Obrázek 20, YUV color wheel

V modelu HSL^[40] je jasová složka pod písmenem L - *luma/luminance/lightness*. Složka H - *hue* je úhel a S - *saturation* vzdálenost od středu soustavy souřadnic.

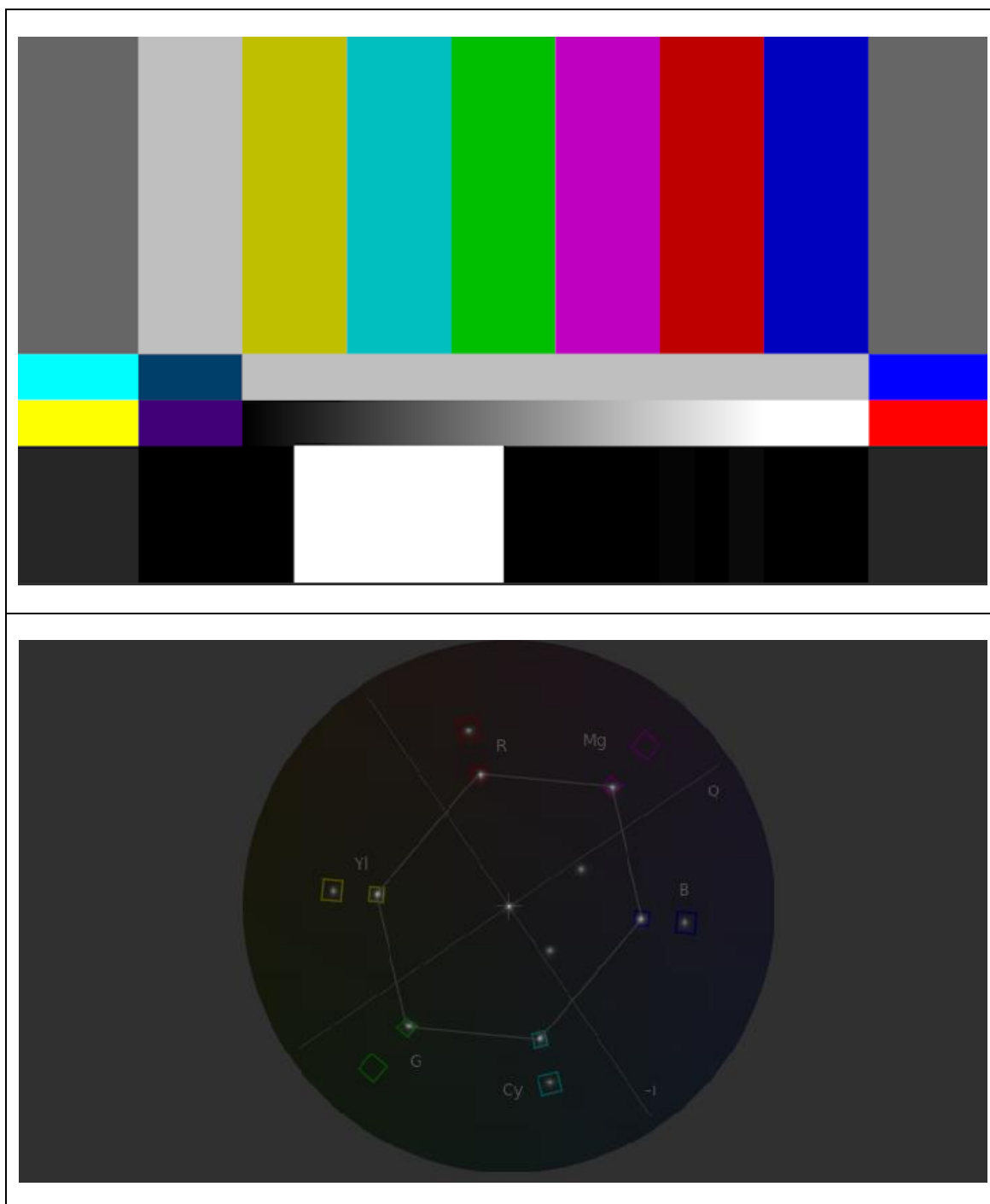
V *Premiere Pro CC* je toto barevné spektrum zobrazeno pomocí tzv. *color wheel* (viz obrázek 20). V tomto

barevném kole je nutné znát, kde jsou umístěná jednotlivé barvy. Nejdůležitější barvy jsou na dvojitých čarách jsou to základní a doplňkové barvy. V Protisměru hodinových ručiček při začátku na 12 hodině to jsou červená, žlutá, zelená, bledě modrá, modrá a purpurová.

Vectorscope zobrazuje přesně toto kolo a na něm vyobrazu signál popisující barevnou příslušnost dat.

Další nutností ke zmínění jsou televizní barevné pruhy, tzv. color bars označované jako SMPTE, EBU, HD bars atd. Ty byly využívány hlavně v době analogových záznamů pro správnou barevnou korekci či synchronizaci obrazů. Barvy těchto pruhů jsou zejména důležité pro televizní vysílání, jsou to maximálně možně satureované barvy, které lze přenést televizním vysíláním. [56]

Tabulka 10, Zobrazení HD bars a jejich projevení v vectorscope



Graf zobrazuje přesnou interpretaci barev a množství pixelu mající daný odstín (viz *tabulka 10*) v celé škále, čím více pixelů bude mít stejný odstín, tím bude graf v tomto místě světlejší. Šestiúhelník značí prostor bezpečných barev pro televizní vysílání. Všechny barevné informace by měly být uvnitř tohoto prostoru, informace které se vyskytnou, mimo bezpečnou část se mohou mít špatnou barevnou interpretaci. Osy IQ jsou totožné s osami UV z předešlého příkladu. Na kladné části osy I se nalézá také např. pleťová barva.

4 Praktická část

V praxi je naprosto běžné kombinovat vlastnosti nástrojů a vrstvit je na sebe. To ovšem velmi komplikuje výpočet živého náhledu či následných renderů. Z tohoto důvodu mezi sebou porovnávám potenciál jednotlivých nástrojů a jejich náročnost na výpočet. Jednotlivé nástroje budu aplikovat na digitální videa z celého spektra daného odvětví tj. od cenově dostupných fotoaparátů až po profesionální filmové kamery.

Jako výchozí software pro práci s videem používám „*Adobe Premiere Pro CC 2018*“. K výpočtu a renderům užívám dvě sestavy slabší a silnější z důvodu přehlednosti náročnosti nástrojů na různý typ hardware.

Sestavy:

1. CPU: *Intel® Core™ i5-4440 CPU @3.10GHz*
GPU: *MSI GeForce GTX760 4GB*
RAM: *8GB*
2. CPU: *Intel® Core™ i9-9900K CPU @3.60GHz*
GPU: *MSI GeForce GTX 1080 Ti 11GB*
RAM: *64GB*

Z mnou zvolených nástrojů pro korekci barev a grading budu užívat tyto čtyři:

1. *Lumetri color*
2. *Three-Way color corrector*
3. *Fast color corrector*
4. *RGB Curves*

Jako hodnotící objektivní kritéria jsem vybral: *čas strávený danou operací, čas výpočtu pre-renderu, čas výpočtu renderu, „množství nastavení a funkcí“ a funkcí a porovnání specifikací* tj. barevné podání, porovnání hodnot pomocí BST11 tabulky pro barevnou korekci atd. Konkrétní postupy specifikací budou, vždy zmíněné u kapitoly tímto se zabývající se. K měření budu využívat víceúčelový program *Photoshop CC* od Adobe.

Z neméně důležitých avšak nejednoznačných subjektivních kritérií jsem vybral: přehlednost a intuitivnost rozhraní daného nástroje, subjektivní dojem z výsledné operace.

Váhy těchto kritérií stanovím „*saatyho metodou*“, kterou pro objektivnost a nezkreslenost mými osobními preferencemi výzkumu vyplní profesionální editor a grafik pan Bc. Tomáš Dohnal. Samostatný výpočet, je proveden metodou váženého součtu, která

poskytuje pro daný případ vhodná z důvodu zohlednění jednotlivého užítku. Přesné povahy kritérií, bodovací škály a techniky výpočtu budou vysvětlená v konkrétních kapitolách.

V závěru zhodnotím výsledky a vyjádřím se k výsledkům. Porovnání výsledků s aktuálními trendy při barevných korekcích a celkové komplexní shrnutí dosažených znalostí a informace získanými při studiu, řešením praktických příkladů, či finálních výpočtech.

4.1 Popis zvolených nástrojů

4.1.1 Lumetri color

Je z výše zmíněných nejnovějším nástrojem, který byl předveden s verzí CC v roce 2015. Je to implementovaný *plugin*, který funguje jako samostatný podprogram *premiere*. V jednom přehledném menu dovoluje všechny úpravy od základních korekcí, až po načtení *LUT* či přidání *vinětace*. Adobe předkládá tento nástroj jako primární. Je pro jeho použití určeno samostatné pracovní rozhraní „*color*“. Lumetri color je velmi dobře přehledný, jednoznačnou výhodou je např. jednoduchost ovládání pomocí táhel, kterými se pohybuje v dané škále, dále je také jednoduché nulování (*reset*) nastavení. Není nutno nastavovat ručně hodnoty na nula či vynulovat celý efekt, což ovlivní všechny sekce nástroje, ale stačí dvou klikem poklepat na příslušné táhlo sekce a toto táhlo se vynuluje.

Lumetri color v sobě obsahuje všechny efekty porovnávaných nástrojů plus přináší něco navíc. Je, ale toto implementování doopravdy přínosné? Nevystačil by si editor i s jednotlivými nástroji z předchozích verzí *premiere*, které jsou též určeny pro komplexní práci s digitálním obrazem. Na víc se naskytá otázka, není tento efekt příliš náročný na hardware a nezpomaluje tak celý proces stříhu. Na tyto otázky odpovím v průběhu výzkumu v praktické části. ^[41]

4.1.2 Three-Way color corrector

[402]Jak z názvu vyplývá, jedná se o nástroj, kde máme zobrazeny barevné kola (tzv. *color wheel*) s dosažitelnými barvami v *HSL* prostoru (více v kapitolách „barevné prostory“ a „*vectorscope*“). Celkem tři kola pro upravení stínů, středů a světél. Každé kolo má terč, kterým lze upravovat odstín a sytost pro jednotlivé jasové rozsahy barev.

Od verze CC 2017, Adobe tento nástroj spolu s jeho odvozeným „*Fast color corrector*“ a spousty dalších do kategorie zastaralé. Už se nepočítá s jejich dalším vývojem. Plně nevyužijí potenciál *HDR a Raw* formátů, úpravu expozice provádějí pomocí „*úrovni*“, což je na rozdíl od křivek velmi destruktivní metoda.

Úrovně jsou, skoro to samé jako křivky, ale s tím rozdílem, že hůře vybarvují a stíny po úpravě připomínají tmu.[401] Pomocí úrovní totiž posouváme hraniční hodnotu pro černou/bílou barvu, tzn., že se zkracuje škála, na které se mohou zobrazit data.

Na druhou stranu tento nástroj má i své silné stránky mezi ně patří detailní systém pro vyvážení bílé barvy, kde si při změně náhledu do „*tonal range*“ masky, můžeme zobrazit, kde se v obraze nachází bílé, šedé, a černé barvy a tak můžeme nastavit přesně referenční body pro teplotu a odstín. Toto rozhraní nám také v masce přesně ukáže oblasti stínů, středů a světel. *Lumetri color* nabízí oproti tomu jen vyvážení přes referenční bílou barvu, které nefunguje zdaleka tak přesně jako právě u *three-way color corrector*.^[43]

4.1.3 Fast color corrector

Tento nástroj vznikl jako zjednodušení již zmíněného *three-way color corrector*, je značně ořezaný, což by mohlo vypadat jako nelogické pro srovnání. Ve srovnáních se, ale nezabýváme pouze detailností vybavení nástrojů, ale jejich skutečným použitím. Někdy tudíž může být jednodušší nástroj lepší a hlavně rychlejší pro konkrétní situace.

Fast color corrector umožňuje vyvážení bílé pouze přes kapátko, pro výběr referenční bílé barvy. Ze tří barevných kol, zde je jen jedno tzv. master, to ovlivňuje barvy v celém barevné škále. Není možno tedy upravovat zvlášť barvy ve stínech, středech a světlech. Tím ubylo i mnoho nastavení pro detailnější upravení škály těchto jasových složek.

Je jasné, že *Fast color corrector* nebude nejlepším univerzálním nástrojem, ale v některých situacích by mohl zejména z časového hlediska, díky jeho jednoduchosti podávat dobré výsledky.[403]

4.1.4 RGB Curves/křivky

^[42]Tomuto nástroji jsem se již podrobně věnoval v kapitole „*histogram*“ a „*užití RGB křivek*“.

Křivky jsou nástroj jednoduchý, a jsou základem pro nadstavbové nástroje, pomocí nich lze docílit libovolných modifikací, složitější operace jsou, ale velmi časově náročné, kvůli komplikovanému ovládní kotevních bodů „*Bézierovy*“ křivky.

4.2 Způsoby výpočtu a hodnocení jednotlivých kritérií

(příloha: b)

4.2.1 Čas renderu a pre-renderu

Jako zdrojový soubor byl vybrán záznam z profesionální kamery „*RED WEAPON HELIUM 8K S35*“, kvůli jeho náročnosti na zpracování, díky které se pozná, každá sekunda výpočtu navíc. Z této kamery, byly pořízené dva záznamy s odlišnými parametry nastavení. Dva záznamy byli zvoleny z důvody zprůměrování dat, pro jejich lepší datovou výpovědní hodnotu.

Parametry zdrojových souborů ^[43]

1. Kamera: *RED WEAPON HELIUM 8K S35*

Rozlišení: *8192 x 3456 (px)*

Datový tok: *100MB/s*

Snímkovací frekvence: *50fps*

Formát: *RED R3D Raw File*

Komprese: *14:1*

Celková velikost: *762,90 MB*

Délka záznamu: *08:24s*

2. Kamera: *RED WEAPON HELIUM 8K S35*

Rozlišení: *8192 x 4320 (px)*

Datový tok: *130MB/s*

Snímkovací frekvence: *24fps*

Formát: *RED R3D Raw File*

Komprese: *9:1*

Celková velikost: *2,17 GB*

Délka záznamu: *17:07s*

[45]

Samostatný výpočet musel být adekvátní, pro schopnosti každého nástroje. Proto jsem pomocí „*waveform*“ grafu referenční úpravu, které má být dosaženo (příloha: d). Jednalo se o kompletní zesvětlení s důrazem na výrazné místo v obraze s dobře znatelným vychýlením v grafu.

4.2.1.1 Pre-Render

Je určen k vypočtení efektů v živém náhledu. Výsledná data jsou shodná s nastavením samotné sekvence. Z provedené akce nemáme žádné výsledné video, pouze pomocné soubory vytvořené při výpočtu.

4.2.1.2 Render

Při renderu „*premiere pro*“ jsou poskytnuté hardwarové prostředky určeny pouze k výpočtu. Render vychází s nastavení samotného renderu samotného, tzn., že jsou obvykle větší nároky než na výpočet pro zobrazení živého náhledu. To pro přepočítání mezi výsledným a zdrojovým kodekem, změny snímkovací frekvence, datového toku, komprese atd. Těž je, ale je při renderu lepší využití výpočetní výbavy a to hlavně *CPU* a *GPU*. [45]

V tabulkách je přehled času výpočtů jednotlivých souborů. Pro render bylo zvoleno přednastavení pro „*youtube 1080p*“.

- Rozlišení – 1920x1080
- Kontejner – MP4
- Kodek – h.264
- Snímkovací frekvence – dle zdrojového souboru
- TV standart – PAL
- Datový tok – VBR, jeden průchod
 - Cílový datový tok - 16Mbps
 - Maximální datový tok – 16Mbps

Tabulka 11, měření renderu a pre-renderu CPU: i5-4440

Čas renderu a pre-renderu								
Red Dragon Weapon 8K								
CPU:	Intel® Core™ i5-4440 3.10GHz							
Nastavení:	R3D,8K , 24 fps,REDCODE 14:1				R3D,8K , 50 fps,REDCODE 9:1			
Celkový čas:	00:00:08:24		00:00:17:07		Průměr		Pořadí	
	Pre-render	Render	Pre-render	Render	Pre-render	Render	Pre-render	render
Lumetri color	0:01:20	0:01:14	0:55:44	1:20:30	0:28:32	0:40:52	4	4
Three-Way Color								
Corrector	0:00:51	0:00:48	0:28:07	0:24:10	0:14:29	0:12:29	1	2
Corrector	0:00:45	0:00:45	0:28:30	0:21:57	0:14:37	0:11:21	2	1
RGB Curves	0:01:05	0:01:15	0:50:20	0:41:02	0:25:42	0:21:08	3	3

1. Tabulka pro první měření (h:mm:ss)

2. Tabulka pro druhé měření (h:mm:ss)

Tabulka 12, měření renderu a pre-renderu CPU: i9-9900K

Čas renderu a pre-renderu								
Red Dragon Weapon 8K								
CPU:	Intel® Core™ i9-9900K CPU 3.60GHz							
Nastavení:	R3D,8K , 24 fps,REDCODE 14:1				R3D,8K , 50 fps,REDCODE 9:1			
Celkový čas:	00:00:08:24		00:00:17:07		Průměr		Pořadí	
	Pre-render	Render	Pre-render	Render	Pre-render	Render	Pre-render	render
Lumetri color	0:00:25	0:00:19	0:10:54	0:10:08	0:05:39	0:05:14	4	3
Three-Way Color	0:00:27	0:00:39	0:09:19	0:14:12	0:04:53	0:07:25	2	4
Fast Color Correct	0:00:31	0:00:35	0:08:55	0:09:17	0:04:43	0:04:56	1	2
RGB Curves	0:00:39	0:00:32	0:10:03	0:08:26	0:05:21	0:04:29	3	1

Tabulka 13, Výsledné pořadí

	Průměr z pořadí		Výsledné pořadí	
	pre-render	render	pre-render	render
Lumetri color	4	3,5	4	4
Three-Way Co	1,5	3	1,5	3
Fast Color Cor	1,5	1,5	1,5	1
RGB Curves	3	2	3	2

3. Výsledná tabulka s výsledky a pořadím

Z výsledků (viz tabulka 11) je patrné, že zatímco kratší soubor, na výpočet není tak časově náročný ani pro slabší hardwarovou stanici, s dalším souborem má problém i profesionální sestava, i když časy byly i 10x rychlejší. Při takto náročných souborech se proto vyplatí vytvořit si proxy cache soubory^[46].

Na posledním místě v obou kategoriích se umístil *Lumetri color*, i přes snahu adobe optimalizovat hardwarovou náročnost tohoto nástroje je kvůli komplexnosti a množství funkcí na výpočet zdaleka nejnáročnější.

V oblasti *pre-renderu*, zarážející výsledek. Nejméně časově náročné nástroje jsou *Three-Way Color Corrector* a odvozený *Fast Color Corrector*, zde jsem čekal primitivní nástroj *RGB Curves*, který bych předpokládal, že kvůli jeho jednoduchosti, bude nejméně složitý pro výpočet.

V oblasti renderu první místo obsadil *Fast Color Corrector*. U *Three-Way Color Corrector* a *RGB Curves* lze upozorovat zajímavost na výkonnější sestavě byl render rychlejší *RGB Curves* zatímco u slabší sestavy byl výsledek opačný.

Pro výpočet se, ale poslední tabulka nedá směrodatně použít. Samotným pořadím nebudou zobrazeny niance mezi jednotlivými hodnotami, a tudíž hodnoty, které jsou jen několik od sebe, se budou lišit výrazně. Zatím co čas o mnoho horší, než ostatní by zde byl zobrazen jako jen malá odchylka jednoho či dvou stupňů pořadí. Pro zobrazení méně zkrácených hodnot, které budou lépe interpretovat dosažené časy je použita metoda bazické varianty, ze které prostým vynásobením deseti získám bodové hodnocení, přičemž 10 bodů má nejlepší varianta (viz tabulka 14). (příloha: b)

Metoda bazické varianty - v přenosu na bodavací metodu

Red Dragon Weapon 8K

CPU: *Intel® Core™ i5-4440 3.10GHz*

R3D,8K , 24 fps,REDCODE

Nastavení: **14:1**

00:00:08:24

00:00:17:07

	Pre-render	Render	Pre-render	Render
	5,625	6,081081	5,044856	2,726708
	8,823529412	9,375	10	9,082759
	10	10	9,865497	10
	6,923076923	6	5,586093	5,34931
Nejlepší čas	0:00:45	0:00:45	0:28:07	0:21:57

Red Dragon Weapon 8K

CPU: *Intel® Core™ i9-9900K CPU 3.60GHz*

R3D,8K , 24 fps,REDCODE

Nastavení: **14:1**

00:00:08:24

00:00:17:07

	Pre-render	Render	Pre-render	Render
	10	10	8,180428	8,322368
	9,259259259	4,871795	9,570662	5,938967
	8,064516129	5,428571	10	9,084381
	6,41025641	5,9375	8,872305	10
Nejlepší čas	0:00:25	0:00:19	0:08:55	0:08:26

	Průměr body	
	Pre-render	Render
Lumetri color	7,212571	6,782539
Three-Way Color		
Corrector	9,413363	7,31713
Fast Color Corrector	9,482503	8,628238
RGB Curves	6,947933	6,821702

Tabulka 14, použití bazické metody pro normalizaci

4.2.2 Celkový čas operace

Zde se jedná o čas, který jsem strávil s daným nástrojem při výkonu dané operace či kritéria. Pro každou operaci jsem toto měření dělal dvakrát a vybral lepší čas. Čas, kterým je stráven při provádění daného úkonu nepřimo ukazuje na logičnost poskládání ovládacích prvků v nástroji a složitost manipulace se samotnými ovládacími prvky nástroje.

Pro hodnocení časů byla opět zvolena škála 1-10, samotné body jsou pro lepší výpověď odchylek časů vypočítány metodou bazické varianty x10, jak tomu bylo u předchozího příkladu. Výsledky měření jsou celkem pro pět operací (viz *tabulka 15*). Pro měření korekce expozice byly provedeny měření dvě z důvodu přehledu naprosto základních funkcí a to je ztmavení a zesvětlení obrazu.

Tabulka 15, Metoda bazické varianty pro "celkový čas operace"

Výpočty budů pomocí bazické varianty							
Přehled časů:							
(hh:mm:ss:ss)							
	Zesvětlení	Ztmavení		Vyvážení bílé:	Kontrast	Vyvážení pleťových barev	Color grading
Lumetri color	00:01:54,12	00:00:26,64		00:04:15,98	00:01:31,89	00:03:30,06	00:01:32,25
Three-Way Color Corrector	00:01:57,61	00:00:27,80		00:08:04,38	00:01:24,84	00:06:05,22	00:03:42,04
Fast Color Corrector	00:01:48,73	00:00:30,55		00:01:10,23	00:01:10,33	00:02:25,03	00:02:40,32
RGB Curves	00:02:07,66	00:00:21,55		00:04:11,46	00:00:58,41	00:05:04,92	00:01:30,18
Nejllepší čas	00:01:48,73	00:00:21,55	Průměr z korekce expozice	00:01:10,23	00:00:58,41	00:02:25,03	00:01:30,18
Lumetri color	9,5277	8,0893	8,8085	2,7436	6,3565	6,9042	9,7756
Three-Way Color Corrector	9,2450	7,7518	8,4984	1,4499	6,8847	3,9710	4,0614
Fast Color Corrector	10,0000	7,0540	8,5270	10,0000	8,3051	10,0000	5,6250
RGB Curves	8,51715494	10	9,258577471	2,792889525	10	4,756329529	10
váhy:	0,2						

Výsledky tohoto měření (viz *tabulka 16*) nemají žádnou spojitost s barevnou korektností výsledku, jde jen o zprostředkování náhledu na to, kolik času zabere daná operace při použití jednoho z nástrojů.

Průměrný nejrychlejší čas získal *Fast color corrector 1:37,53*, a dostal tak svému názvu. Velmi blízko s průměrnými časy *02:11,82* a *2:22,36* se umístily *Lumetri color* a *RGB Curves*. Nejdéle trvali operace s nástrojem *Three way color corrector*.

Tabulka 16, výsledný užitek, pořadí a body pro "celkový čas operace"

Užitek	Lumetri color	Three-Way Color Corrector	Fast Color Corrector	RGB Curves
W	0,691768586	0,497309216	0,849142757	0,736155931
pořadí	3	4	1	2
Body	6,917685857	4,973092158	8,491427571	7,361559305

4.2.3 Množství nastavitelných funkcí

Každý nástroj má více mechanismů, kterými dokáže řešit daný problém, též každý nástroj má více jednotlivých efektů, které se hodí pro různé typy operací. V následujících podkapitolách uvedu jednotlivé funkce a efekty, které daný nástroj má.

4.2.3.1 Lumetri color

Nabízí čtyři rozklikávací rolety: *Basic correction*, *Creative*, *Curves*, *Color wheels*, *HSL secondary*, *Vignette*.

4.2.3.1.1 Basic correction

Jako první nabízí možnost vložit vstupní LUT, která slouží k možnosti převedení LOG do REC701, tím zaručí reálnou interpretaci barev.

Dále možnost pro vyvážení bílé, je zde kapátko, pro určení referenční bílé barvy z obrazu, ovšem chybí kapátko pro šedou a černou barvu. Samozřejmostí jsou posuvníky pro individuální nastavení teploty a odstínu.

V nastavení „tone“ jsou posuvníky pro samostatné ovládání expozice, kontrastu, světel, stínů, bílé, černé a saturace. Posuvníky se ovládají velice dobře navíc je lze mapovat na speciální ovládací hardwarové prvky nebo kolečko myši.

4.2.3.1.2 Creative

Zde, lze načíst LUT, která slouží pro ovlivnění tonality barev a možnost nastavení intenzity těchto úprav.

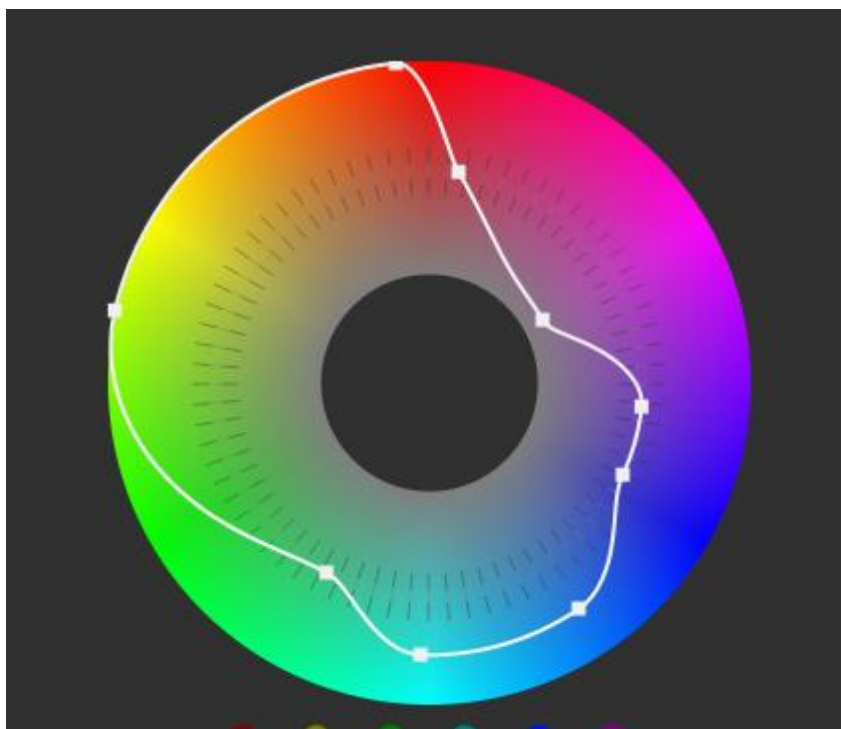
V další sekci máme posuvníky určené pro specifické nastavení. Faded film přidává efekt oparu a snižuje jasnost bílých a černých barev a posouvá k směrem k šedé. Nastavení ostrosti, vibrance, která ovlivňuje sytost pouze méně výrazných barev, celkovou saturaci barev.

Poslední sekce je určená pro barevné ovlivnění odstínů stínů a světel. K ním je připojen posuvník ovlivňující rovnováhu mezi těmito odstíny.

4.2.3.1.3 Curves

Jak už název napovídá je zde nastavení RGB křivek. Lze s nimi upravovat jak samotnou expozici, tak jednotlivé barevné kanály.

V druhé části je velmi sofistikovaný nástroj Hue saturation curves, který určuje



Obrázek 24, lumetri color - individuální změna saturace

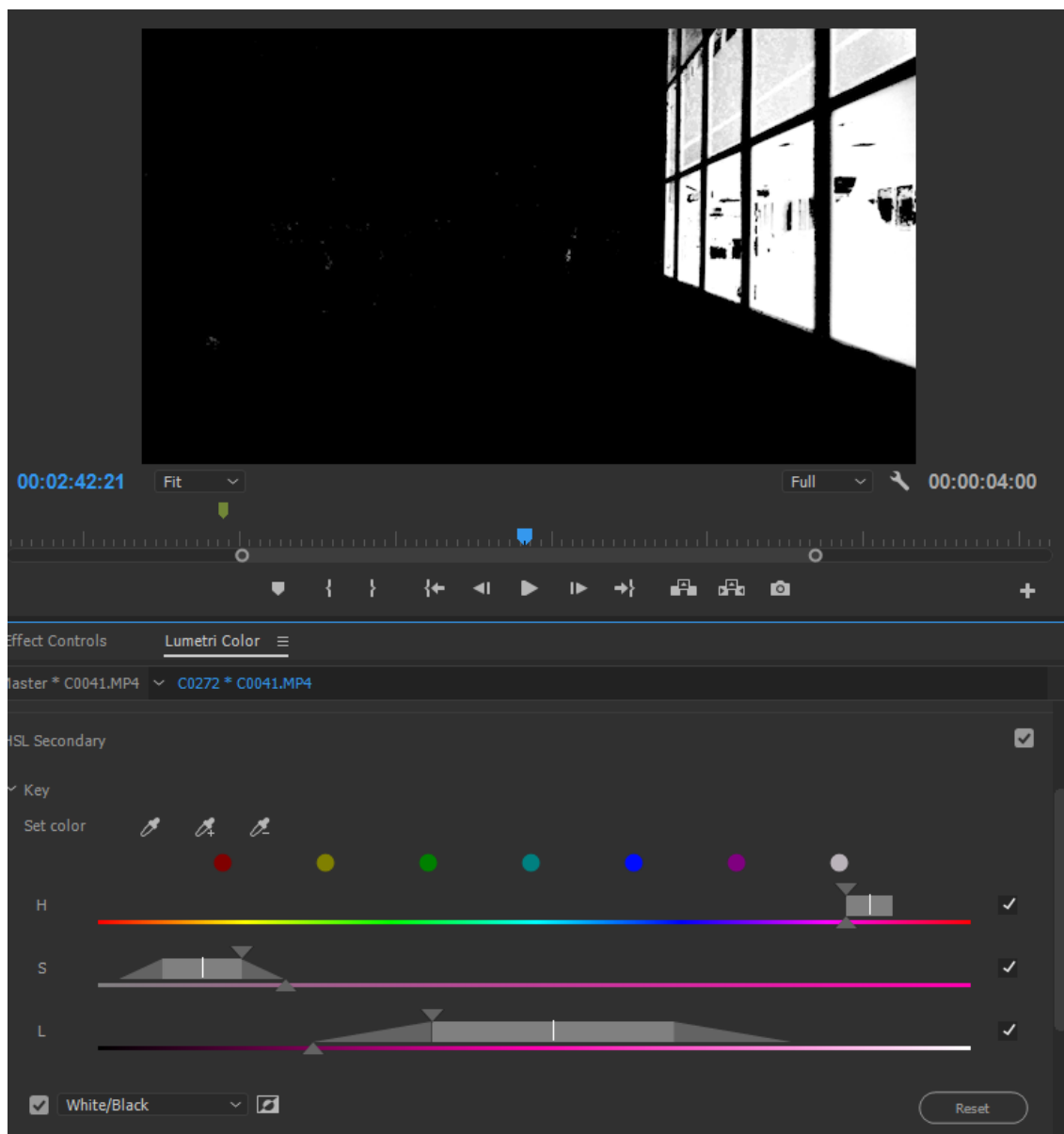
konkrétní nastavení sytosti všech barev. Pomocí bodů, lze konkrétní barvy více či méně saturovat (viz obrázek 24). Křivka se řídí dle pravidel pro beziérovu^[55] křivku.

4.2.3.1.4 Color wheels

Tři kola pro upravení barevné tonality pro stíny, středy, a světlá. Navíc u každého kola je posuvník, kterým upravujeme světlost barev, to se velmi hodí při korekcích expozice. Pomocí tohoto nástroje, lze ideálně navrátit data do celého barevného spektra.

4.2.3.1.5 HSL secondary

Pomocí kapátek si lze vybrat jednu z barev a díky třem posuvníkům doladit přesně tonalitu, kterou chceme přesně změnit. Lze si též zobrazit masku (viz obrázek 21), která



Obrázek 21, lumetri color - vymaskování míst mající nastavený odstín barev

nám přesně řekne, která místa disponují právě onou barvou. Úpravu konkrétní barvy můžeme pozměnit posuvníky pro Teplotu, odstín, kontrast, ostrost a saturaci.

4.2.3.1.6 Vignette

Zprostředkovává jednoduchý kruhový přechod od středu ke kraji do černé nebo bílé barvy. Bohužel se nedá pohnout středovým bodem kruhu, takže vinětace se vypočítává,

vždy od prostředku obrazu. Toto nastavení supluje přirozenou vinětaci objektivu pro jiné účely, než je zdůraznění děje ve středu je vhodné použít jiných nástrojů

Shrnutím *lumetri color* je velmi komplexní nástroj, který disponuje efekty kompletní barevnou úpravou od korekcí po grading. Rozmístění jednotlivých efektů, ale může prodlužovat práci, protože je nutno se přepínat mezi jednotlivými sekcemi a v nich ještě hledat tížený posuvník nebo jiný ovládací prvek. ^[48]

4.2.3.2 Three-way color corrector

Upravovaný obraz si lze rozdělit na dvě části, kde v jedné vidíme upravovanou část obrazu a druhé původní obraz, díky tomu si lze snadno pozorovat prováděné změny.

Nabízí již známé color wheels, která lze použít buď k dobarvení obrazu, dle potřeb nebo pod každým kolem pro stíny, středy a světla je kapátko, kterým lze přesně vyvážit bílou. K tomuto účelu je i speciální posuvník *tonal range definition*, kterým si lze přesně najít nejsvětlejší, nejtmavší a nejšedivější části obrazu, tím lze dosáhnout velmi přesného vyvážení bílé.

Dále jsou zde dva posuvníky, kterými lze ovládat vstupní a výstupní „úrovně“. Je zde, i jaká si automatická předvolba *auto levels* kde lze podle přednastavené logiky nastavit úrovně černé, bílé a kontrast.

Saturace lze též, velmi dobře upravit díky, tomu ovládání saturaci zvlášť pro stíny, středy, světla a master (celkový obraz).

Posledním efektem, který stojí za zmínění je *secondary color correction*, zde je stejná funkce jako u *lumetri look*.

V dalších nastaveních lze ovlivňovat barevná kola, pomocí parametrů a ne vizuálně pomocí speciální ovládacích prvků.

4.2.3.3 Fast color correction

Jak již bylo zmíněno, jedná se o zjednodušené nástroj *three-way color corrector*. Ubylo zde nastavení pro jednotlivé jasové složky a je zde jen celkový master, který ovlivňuje stejně všechny jasové složky najednou. Tudíž, zde je jen jedno barevné kolo.

Nastavení vyvážení bílé je zde prováděno přes kapátko, určené pouze pro referenční bílou barvu.

Nastavení úrovní zůstalo stejné. Též zůstala funkce možnosti rozdělení obrazu určená k pozorování změn.

4.2.3.4 RGB Curves

Jejich funkce již byla popsána v kapitole *užití RGB křivek a RGB křivky*. Navíc je zde funkce rozdělení obrazu a *secondary color correction*, která již byla vysvětlena v předchozích kapitolách.

4.2.3.5 Způsob hodnocení

K ohodnocení jsem zvolil bodovací metodu s maximalizační povahou. Body budou na škála 1 až 10 bodů (viz tabulka 17).

Nejvíce nastavení poskytuje bez diskuze *lumetri color* po něm *three-way color corrector*. Zbylé dva efekty nabízí minimální možnosti k řešení komplexních problémů.

Tabulka 17, výsledné body získané bodovací metodou

Množství nastavitelných funkcí	
Nástroj:	Body
Lumetri color	10
Three-way color corrector	6
Fast color corrector	4
RGB Curves	3

Bodové výsledky viz tabulka.

4.2.4 Přívětivost uživatelského rozhraní

První ze subjektivně hodnocených kritérií. Smyslem hodnocení je získat přehled o tom jak jsou jednotlivé efekty v nástroji poskládány mezi sebou, jestli jejich rozmístění je intuitivní. Stejně tak zhodnotit ovládací prvky jednotlivých efektů. Metoda byla zvolena bodovací na škále od 1 až 10 s maximalizační povahou. Obrázky s uživatelským rozhraním jednotlivých nástrojů budou dostupné v příloze. Všechny výsledky jsou zcela ovlivněny mými osobními preferencemi a zkušenostmi. Při statistickém zkoumání na větším souboru by se mohli výsledky změnit.^[50]

Nejjednodušším nástrojem jsou bez pochyby křivky, které jsou jednoduché a krom křivek neobsahují žádné další prvky, práce s nimi je jednoduchá a intuitivní. Jak již bylo zmíněno v křivkách, lze docílit téměř jakékoli barevné úpravy. V některých případech může být nastavení o něco složitější, než pouhý posuvník. Např. při nastavení kontrastu, ale nastavení pomocí křivek o co přichází na rychlosti, tím získává na kvalitě a přesnosti.

Dalším velmi jednoduchým nástrojem je *Fast color corrector*. Rozvržení je podřízeno jednoduché rychlé úpravě. Vše co nástroj umožňuje blízko u sebe, není nutno žádného nadbytečného scrollování.

Jak lze očekávat nástroje vhodné pro komplexnější úpravy budou mít detailnější a složitější ovládání. *Lumetri look* má ovládací prvky jednoduše popsané, takže i laik si může domyslet, co budou ovlivňovat. Velkou nevýhodou je, ale nutnost proklikávání mezi jednotlivými sekcemi. Navíc tyto sekce nemohou být otevřeny naráz, takže se zavřením jedné ztrácím přesný přehled o nastavených parametrech.

U *three-way color corrector* je to obdobné pro jednoduché úpravy postačí vizuální barevná kola, jakmile ale chci upravovat pomocí přesných hodnot parametrů, musím najít konkrétní sekci, tyto sekce se mohou otevřít najednou, ale toto nastavení má nevýhodu v tom, že při otevření více sekcí se obvykle překryjí barevné kola, takže pro konkrétní kontrolu co udělal, který parametr je nutno se posouvat v nástroji, což může při detailní práci být velmi vyčerpávající a demotivující.

Tabulka 18, bodovací metoda pro UI

Nástroj:	Body
Lumetri color	4
Three-way color corrector	4
Fast color corrector	7
RGB Curves	8

Přesné subjektivní ohodnocení je dostupné v *tabulce 18. (příloha: c)*

4.2.5 Dojem z práce s konkrétním nástrojem

Je další subjektivní kritérium. Výsledky jsou zprůměrovány od stejných respondentů, kteří vyplňovali „*saatyho matici*“

Tabulka 19, respondenty obodované nástroje

Dojem z práce				
	Lumetri color	Three-way color corrector	Fast color corrector	RGB Curves
Respondent 1	8	5	8	7
Respondent 2	10	6	9	5
Respondent 3	9	4	8	6
Respondent 4	8	5	6	9
Respondent 5	6	7	8	5
Respondent 6	10	5	7	5
Respondent 7	8	4	6	5
Respondent 8	10	6	5	7
Respondent 9	9	8	5	9
Respondent 10	9	6	8	6
průměr:	8,70	5,60	7,00	6,40

Jedním z nejčastějších řešených témat bylo, jestli respondenti nástroj využívají a pracuje se jim s ním dobře, nebo zda pro jeho využití sáhnou, jen tehdy je-li to nezbytnou nutností. Celé toto kritérium má za úkol shrnout na testovaném vzorku: oblíbenost nástroje, četnost jeho využívání, pohodlí při práci s nástrojem atd.

Respondenti hodnotili bodově 1-10 s maximalizační povahou (viz tabulka 19), tzn. čím více bodů tím kladnější vztah k nástroji. Bodové hodnocení nižší než pět, lze chápat jako negativní vztah k užívání daného nástroje.

Data jsou zkeslena osobními preferencemi a zkušenostmi jednotlivých respondentů, při statistickém zpracování na větším či jiném testovaném vzorku se mohou výsledky lišit.

Všichni hodnotitelé se shodli, že jejich nejoblíbenější nástroj je *lumetri look*. Toto tvrzení nejčastěji zdůvodňovali, přejatým rozhraním z příbuzného programu „*adobe lightroom*“, na které jsou všichni zvyklí.

4.2.6 Výsledky barevných operací

Je výzkum sám pro sebe, protože zde docházelo k zajímavým okolnostem při zjišťování objektivnosti výsledných operací. Též jsem musel v některých případech použít sofistikované metody pro zjištění odpovídajících výsledků. Výsledné zkoumané obrazy jsou umístěné v příloze.

V následujících podkapitolách budu popisovat metody zkoumání. K těmto operacím bylo zapotřebí individuálního přístupu, protože ne všechny metody měření se hodí k hodnocení konkrétních parametrů obrazu.

K výpočtům a celkovému výzkumu bylo využito hlavně programu „adobe Photoshop“, který je uzpůsoben k složitým obrazovým úpravám a zvládne selektovat barvy, vytvářet potřebné masky a měřit počty pixelů. K ověření barevné věrnosti jsem též používal kalibrační „BST-11“ tabulku, a k ní přiložené nástroje pro hodnocení barevné věrnosti.

K samotnému měření byl vždy vybrán jeden snímek z videa. Vždy jiný, než kterým byly prováděny barevné operace, to kvůli věrohodnosti aplikování nástroje na celý obraz. Pořadí snímku bylo stejné pro každý nástroj, takže jsem porovnával stejné části z videa, ale pokaždé s trochu jinou úpravou, dle možností jednotlivých nástrojů. U každé operace bylo použita jiné záznamové zařízení, jeho název a konkrétní interní nastavení bude zmíněno v příslušné podkapitole.

Příslušnou sumarizace a průměr výsledků uvedu v poslední podkapitole této kapitoly. Nicméně i dílčí výsledky jsou velmi důležité mimo jiné z nich, lze charakterizovat, pro jakou operaci se jaký nástroj hodí, či nehodí. I proto je v každém výzkumu podloženém tabulkou k dispozici pořadí umístění jednotlivých nástrojů. (*příloha: a)*

4.2.6.1 Korekce expozice

Je naprosto základní korekci, a proto pro tuto operaci bylo provedeno dvojí měření. Jednou pro zesvětlení a podruhé pro ztmavení obrazu. Jako zdrojový soubor byl vybrán záznam z fotoaparátu „Canon 600D“ a fotoaparátu „SONY CyberShot DSC-RX100 IV“.

Pro jednotné nastavení obrazů byl využit *waveform* diagram.

4.2.6.1.1 Zesvětlení

Požadavky:

- Bílá barva R=249, G=249, B=249
- Šedá barva R=127,5, G=127,5, B=127,5
- Černá barva R=0, G=0, B=0
- Prosvětlení stínů

Navrácení středních tónů

Tabulka 20, Nastavení kamery

Nastavení	
Kamera	Canon 600D
Formát	AVC
kontejner	MPEG-4
Rozlišení (px)	1280x720
Datový tok (Mb/s)	45,2
Uživatelský profil	Cinestyle
Velikost souboru (MB)	23



Obrázek 22, měření podle referenčních bodů

Na obrazu byly pomocí masky barevného rozsahu zvoleny referenční body (viz obrázek 22), u kterých bylo následně změřeno pomocí kapátka podíl jednotlivých hodnot kanálů. A ten porovnán s požadovanými výsledky. Pro lepší interpretaci výsledků byly z výsledku vybrány dva snímky, které byly podrobeny zkoumání.

Výsledky pro každý kanál pak byly zprůměrovány. Výsledkem tedy je průměrná

odchylka RGB. Obě průměrné hodnoty pak byly znovu zprůměrovány do výsledné průměrné odchylky, která shrnuje data z obou posuzovaných obrazů.

Zesvětlení:	Odchylka 1	Odchylka 2	Průměr	Pořadí
Lumetri color	18,167	7,387	12,777	3
Three-Way Color Corrector	14,89	19,22	17,055	4
Fast Color Corrector	9,833	2,39	6,1115	1
RGB Curves	8,5	4,723	6,6115	2

Tabulka 21, Odchylky nástrojů - zesvětlení

Z výsledku (viz tabulka 21) lze vyvodit, že jednodušší efekty se umístili lépe. Zajímavá situace je, že nejlepšího výsledku dosáhnul *Fast color corrector*, který je odvozený z *Three-way color corrector*, který měl odchylku nejvyšší.

4.2.6.1.2 Ztmavení

Požadavky:

- Bílá barva R=249, G=249, B=249
- Šedá barva R=127,5, G=127,5, B=127,5
- Černá barva R=0, G=0, B=0
- Ztmavení světel
- Navrácení černé

Tabulka 22, nastavení kamery

Nastavení:	
Kamera	Sony CyberShot DSC-RX100 IV
Formát	XAVC
Kontejner	MPEG-4
Rozlišení (px)	1920x1080
Počet snímků za sekundu	100
Datový tok (kb/s)	139205
Uživatelský profil	Cine-2
Velikost souboru (MB)	33,4

Postup vyhodnocení je naprosto stejný byly zvoleny referenční body pro jednotlivé barvy. Na nich poté bylo provedeno měření (viz *tabulka 23*).

Tabulka 23, Odchylky nástrojů - ztmavení

Ztmavení:	Odchylka 1	Odchylka 2	Průměr	Pořadí
Lumetri color	8,833	9,277	9,055	2
Three-Way Color Corrector	9,723	9,943	9,833	3
Fast Color Corrector	14,167	8,28	11,2235	4
RGB Curves	7,11	9,057	8,0835	1

Zde opět zajímavá změna pro *fast color corrector*, který se z prvního místa při této operaci přesunul na poslední místo, nutno dodat, že odchylky, zde nejsou tak markantní jako u předchozího příkladu. S velmi podobnými výsledky se umístily zbývající nástroje. S nejmenší odchylkou se umístil *RGB curves*.

Celkové průměry a umístění jednotlivých nástrojů. Jsou k nahlédnutí v následující *tabulce 24*.

Tabulka 24, Kompletní průměrné výsledky z obou operací

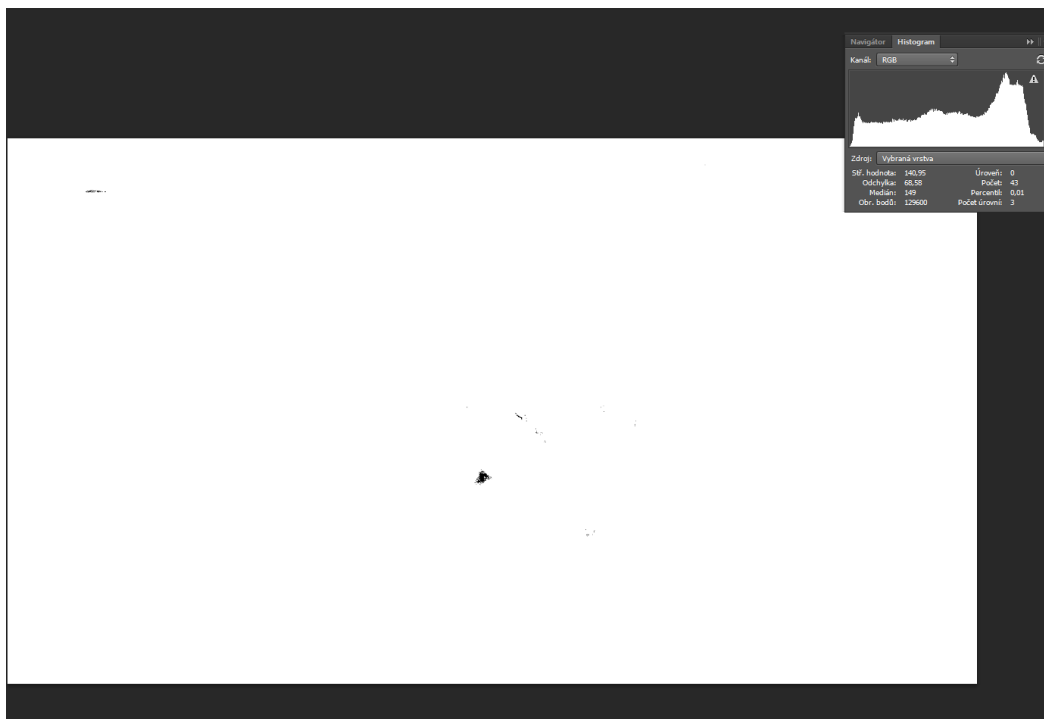
průměr korekcí	průměr
Lumetri color	10,916
Three-Way Color Corrector	13,444
Fast Color Corrector	8,6675
RGB Curves	7,3475

4.2.6.2 Kontrast

Při zvětšení kontrastu dochází k zvětšování rozdílů mezi světlými a tmavými místy. Tato operace, byla, ale neměla být příliš destruktivní, neměly by ve velké míře vznikat podexponovaná a přeexponovaná místa. V tmavých i světlých místech musí zůstat kresba, slité bílé a černé barvy vypadají v obrazu nepřirozeně.

Z časového hlediska operace byla nejrychlejší práce s nástrojem *RGB Curves*, ale jak to bude s výsledkem kvality. Měření bylo prováděno způsobem spočítání absolutně černých a absolutně bílých pixelů ve výsledných obrazech. Čím méně tím lépe, dodatek kritéria zní, že od každé sto procentně bílé a černé barvy musí být počet větší, než 30 pixelů, jinak nebude splněno kritérium pro dosažení těchto barev. Zjednodušeně černé i bílé barvy by v obrazu měly být, ale neměly by shlukovat do velkých ploch (viz *obrázek 23*), které pak působí nepřirozeně. ^[49]

Obrázek 23, ukázka z počítání černých pixelů



Požadavky:

- Nastavení bílé a černé barvy (minimální počet 30px pro každou)
- Roztáhnutí dat po celé datové šířce
- Zvýšení rozdílu mezi světlými a tmavými odstíny

Tabulka 25, nastavení kamery

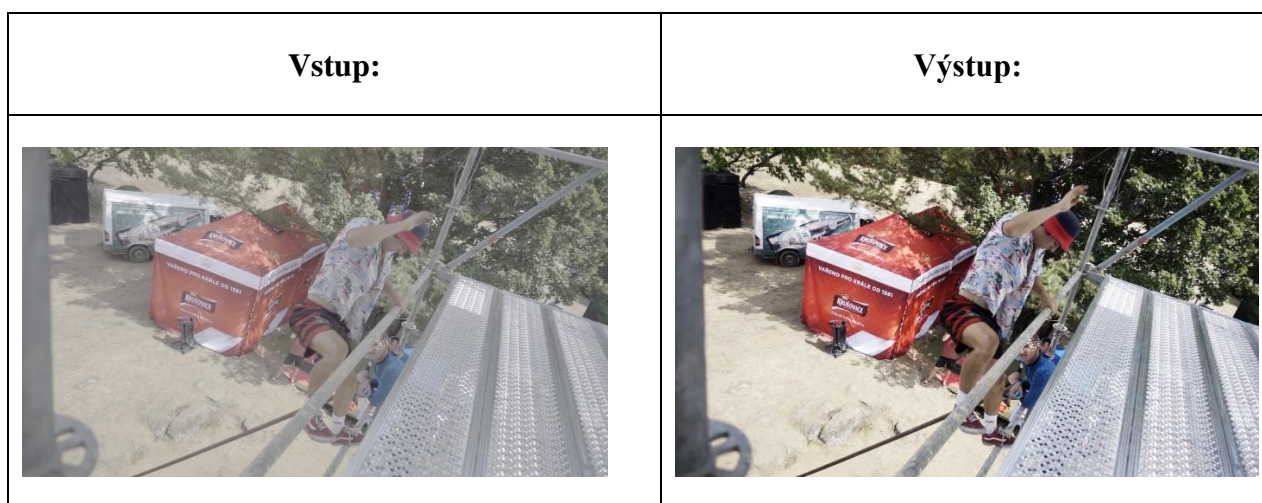
Nastavení:	
Kamera	Sony CyberShot DSC-RX100 IV
Formát	AVC
Kontejner	MPEG-4
Rozlišení (px)	1920x1080
Počet snímků za sekundu	250/25
Datový tok(kb/s)	49052
Barevný profil	s-log2
Velikost souboru(MB)	111,58

Tabulka 26, Výsledné hodnoty - Kontrast

Kontrast:	Počet 100% bílých px	Počet 100% černých px	Součet	Pořadí
Lumetri color	43	288	331	2
Three-Way Color Corrector	3978	2079	6057	3
Fast Color Corrector	3288	3568	6856	4
RGB Curves	46	144	190	1

S přiložené tabulky (viz tabulka 26) je vidět, které nástroje jsou vhodné pro práci s kontrastem, a které nikoli. Při porovnání na čas, který zabrala operace je v těchto dvou kritériích jasný vítěz a to jsou křivky. Důvod pro velký skok mezi druhým a třetím místem je vysvětlen v kapitole „popis zvolených nástrojů“. Pro lepší interpretaci operace přidávám zdrojový obraz a výstupní obraz po úpravě pomocí právě *RGB Curves* (viz tabulka 27).

Tabulka 27, Zdrojový neupravený obraz vs. obraz s přidaným kontrastem nástrojem *RGB Curves*



Pro jednotné nastavení obrazů bylo využito především *waveform* diagramu a *histogramu*.

4.2.6.3 Vyvážení bílé barvy

Problematika byla podrobně zpracována v kapitole *vyvážení bílé*. Opět při zpětném pohledu do kategorie čas zabraný operací lze zjistit, že jednoznačným vítězem je *Fast color corrector*. Naskytá se tedy, jestli rychlost je úměrná kvalitě či, zda práce může být rychlá a i barevně odpovídající jak tomu bylo v předešlé kapitole u *RGB Curves*.

Cílem operace bylo vyvážit barevné kanály dle zvolené referenční bílé barvy

v obraze. Pro kontrolu byl zvolený obraz převeden do *photoshopu*, kde byly barvy přesně vyváženy pomocí zobrazení přesných bílých, černých a šedivých míst. Pro bílou barvu byla zvolena stejná část obrazu, jako v premiéře při práci s nástroji. Tato část obrazu byla poté přesně vytyčena a zprůměrována. Tato průměrná barva pak byla brána jako kontrolní pro testované obrazy (viz obrázek 24). Samotné testování bylo na stejném principu, vybrala se ta samá část obrazu s bílou barvou, ta byla pak zprůměrována. Čím méně se hodnota jednotlivých kanálů lišila od stanovené kontrolní tím lépe. Odchylka (viz tabulka 29) pro jednotlivé kanály byla též zprůměrována do jedné hodnoty. [53]

Při postupu s jednotlivými nástroji byl využíván *vectorscope* a *RGB parade* diagramy. [51]

Požadavky:

- Vyvážení bílé, dle vybrané oblasti

Tabulka 28, nastavení kamery

Nastavení:	
Kamera	Sony PMW-F55
Formát	Sony RAW SQ
Kontejner	mxr
Rozlišení (px)	4096x2160
Počet snímků za sekundu	23,976
Datový tok(Mb/s)	945
Velikost souboru (MB)	888

Tabulka 29, výsledky - vyvážení bílé

Vyvážení bílé:	Odchylka	Pořadí
Lumetri color	55	1
Three-Way Color Corrector	66,67	3
Fast Color Corrector	73	4
RGB Curves	64	2

Nejmenší odchylku získal *lumetri color*. Ovšem zajímavější je fakt, že nástroje, které mají automatické metody pro vyvážení bílé, se umístili hůře, než nástroje, kde se musí s barvami pracovat ručně. Též z výsledku vidíme, že ačkoli pro práci nejrychlejší nástroj *fast color corrector*, který nabízí automatické vyvážení bílé podle zvolení referenční barvy má největší odchylku od kontrolní bílé barvy. *Lumetri color*, byl nejnáročnější na čas práce. Kvalita, zde vítězí nad rychlostí.



Obrázek 24, vybraná kontrolní oblast měření po přiblížení

4.2.6.4 Korekce pleťových barev

Jedna z velmi důležitých atributů diskutovaný na fórech zabývající se touto tematikou je podání pleťových barev. Každá kamera podává pleťovou barvu jinak. Záleží to na vnitřním nastavení nástroje, jak kompenzuje jaké osvětlení atp.

„Úprava pleťové barvy ve skutečnosti není jednoduchá záležitost. Nelze totiž snadno říct, že správná pleťovka je tvořena určitou konkrétní kombinací hodnot RGB. Hodně záleží na použitém osvětlení, které automatika foťáku většinou nějak kompenzuje. Různí lidé mají samozřejmě různé barvy pleti, navíc je ale dobré vědět, že i u jednoho člověka se odstín pleti v průběhu roku mění.“^[3]

Pro správný odstín jsem proto použil *vectorscope* diagramu. Více v kapitole „*vectorscope*“.

³ Očíslovaná pleťovka v editoru – DIGIarena.cz. *DIGIarena.cz – O fotografování víme vše* [online]. Dostupné z: https://digiarena.e15.cz/ocislovana-pletovka-v-editoru_5

Požadavky:

- Návrat černé a bílé barvy
- Vyvážení pleťové barvy dle „*YUV vectorscope*“ diagramu

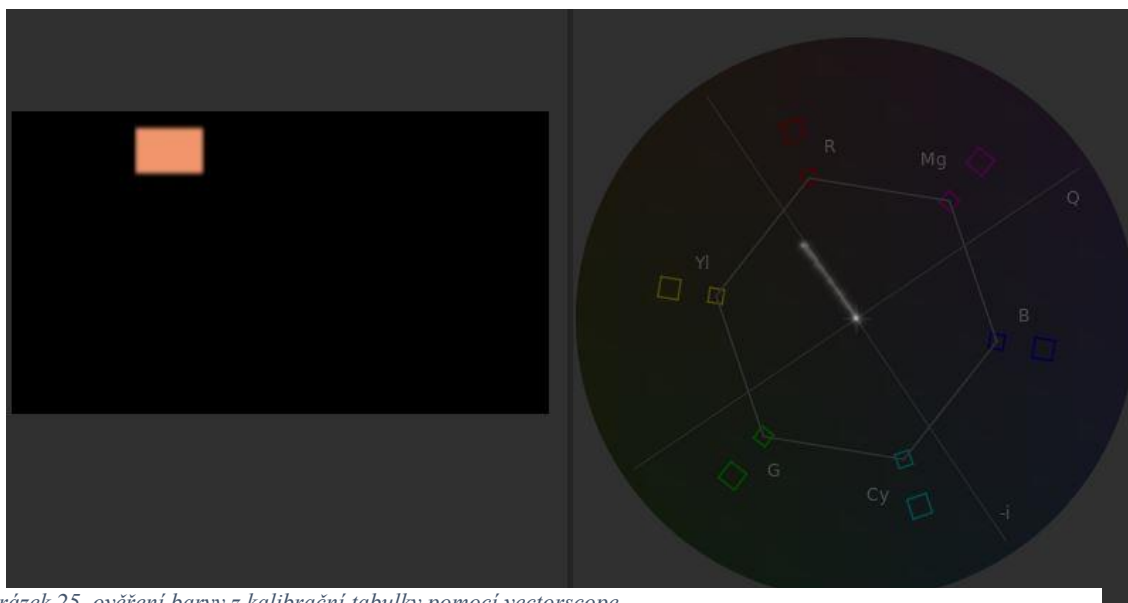
Tabulka 30, Nastavení kamery

Nastavení:	
Kamera	CANON EOS C200
Formát	ProRes (4444)
Kontejner	MPEG-4(QuickTime)
Rozlišení (px)	4096x2160
Počet snímků za sekundu	59,94
Datový tok(Mb/s)	146
Velikost souboru (MB)	888

Samotný postup při úpravách byl podobný jako u vyvážení bílé. V stejné části videa byl vybrán snímek ten, z toho byla vybrána oblast, která byla zprůměrována a porovnána s pleťovou barvou z kalibrační tabulky.

Jak bylo v úvodním článku zmíněno, pleťové není přímo jedna barva, nic méně v kalibrační tabulce se tato hodnota vyskytuje, a po zprůměrování by výsledné odchylky měly být co nejmenší. Hodnota s tabulky pro pleťovou barvu je R=241, G=149, B=108. pro zhodnocení správnosti jsem tuto barvu podrobil porovnání s vectorscope grafem (viz *obrázek 25*), a barva z kalibrační tabulky přesně kopíruje pleťovou křivku umístěnou v grafu. Tudiž je vhodná pro korekci měření.

Všechny výsledky vyšli velice uspokojující (viz *tabulka 31*), jen jeden jediný nástroj překročil průměrnou odchylkou ze všech tří kanálů hodnotu 50 odstínů. To by se mohlo zdát jako velká suma, ale jak již, bylo řečeno, pleťová barvy se mění v důsledku intenzity a barvy světla. Všechny ostatní nástroje si vyšli téměř rovnocenně o pět odstínů má horší hodnocení Three-Way Color Corrector a RGB curves, než Lumetri color, které se dělí o druhé a třetí místo. Kdyby šlo o rozhodnutí můj subjektivní názor je, že je jasným



Obrázek 25, ověření barvy z kalibrační tabulky pomocí vectorscope

vítězem, je obraz upravený v RGB curves, je daleko výraznější a kontrastnější oproti Lumetri color, výsledná hodnocené obrazy jsou k posouzení dostupné v příloze. (*příloha:*

a)

Tabulka 31, Výsledky a pořadí - pleťová barva

Pleťová barva:	Odchylka průměrné pleťové barvy	Pořadí
Lumetri color	28,67	1
Three-Way Color Corrector	33,67	2,5
Fast Color Corrector	53,67	4
RGB Curves	33,67	2,5

4.2.6.5 Color grading

Grading je nejkompexnější operace, ze všech zmíněných, protože obsahuje všechny výše zmíněné operace a navíc se již specifickým způsobem ovlivňuje jasová složka a barevná, to cílené tematiky. Grading je nezbytný pro navození atmosféry nebo její

zvýraznění. Při gradingu jde tedy, vždy o umělecký záměr, který lze těžko objektivně posoudit.

4.2.6.5.1 Teal and orange

Tabulka 32, nastavení kamery

Nastavení:	
Kamera	ARRI Amira
Formát	ProRes (4444)
Kontejner	MPEG-4(QuickTime)
Barevný profil	Log C
Rozlišení (px)	2048*1152
Počet snímků za sekundu	25
Datový tok(Mb/s)	309
Velikost souboru (MB)	388

Je druh obarvení videa, kdy světlé tóny se tónují do oranžova a stíny do azurové barvy. Tento druh barvení je založený na vnímání lidského oka. Tyto dvě barvy jsou naproti sobě v RGB zobrazení, a jsou tedy navzájem velmi kontrastní, což znamená, že snadno upoutají lidské oko. Též oranžová je pro naše oko velice příjemná barva, proto je tento druh coloringu pro jeho upoutávací schopnost velmi často používán i zneužíván. Často je ve spotřebních videích užíván nadbytečně a výsledný vizuál pak působí otravně.^[4]

⁴ Cinematic Teal and Orange Look: Lighting Tutorial | Cinecom.net. *Cinecom.net - Learn creative and professional film making* [online]. Copyright © Copyright [cit. 13.02.2019]. Dostupné z: <https://www.cinecom.net/lighting-tutorials/cinematic-teal-orange-look/>

V praxi se při gradingu používá více nástrojů, z každého si tvůrce vybírá potřebný efekt. V tomto zkoumání, se ale hodnotí nástroje zvlášť, proto zde je zajímavá ukázka, jaké jsou možnosti jednotlivých nástrojů na složitější a komplexní operaci.

Požadavky

- Korekce expozice
- Úprava kontrastu
- Teal and orange look

Aby mohl být obraz objektivně nikoli subjektivně hodnocen, zvolil jsem metodu, při které pomocí vrstev a možnosti prolnutí odeberu obrazu všechny barvy mimo zvolených *teal*(R=0, G=148, B=189) a *orange*(R=255, G=142, B=0). Obraz tedy pak zůstane v odstínech těchto dvou barev. V následujícím kroku budu vybírat rozsahem barev právě ty z předem vybraných referenčních bodů, pro světla a stíny. Neurčitost zvýším na 20 odstínů, tedy mimo vybrané referenční barvy program vyber i barvy, které se liší o 20 odstínů. Pro každý obraz zvlášť bylo spočítáno počet výsledných pixelů.

Pro každou disciplínu jsem stanovil pořadí a tyto dvě pořadí následně zprůměroval. Výsledné hodnota má minimalizační povahu.

Z výsledků (viz *tabulka 33*) je jasně patrné, které nástroje jsou vhodné pro komplexnější úpravy. *Fast color corrector* není rozhodně stavěný na takoveto úpravy, protože nemá možnost ovlivňovat jiný barevný kanál než master, tato skutečnost by šla

Tabulka 33, výsledný počet zjištěných hodnot a výsledné pořadí

Color grading	počet teal stíny	Počet orange syp	pořadí	Pořadí 2	Výsledné pořadí
Lumetri color	7893	8488	2	1	1,5
Three-Way Color Corrector	6211	4507	3	3	3
Fast Color Correct	6080	1798	4	4	4
RGB Curves	8312	6601	1	2	1,5

obejít skládáním nástroje do vrstev a měnit jejich prolnutí, ale v této práci se zabírám použitím nástrojů v jejich přirozené podobě. Zajímavostí je *RGB Curves*, který podal společně s *lumetri color* nejlepší výsledek, což jsou dva velmi odlišné nástroje jeden komplexní a druhý jednoduchý. Z hlediska času tyto nástroje též vyšli velmi podobně s rozdílem sekund a náskokem jedné minuty. Na třetím místě se umístil *three-Way Color*

Corrector , který má o trochu horší výsledky, ale dle mého názoru se ke gradingu hodí, i když jeho funkce, dokáže nahradit *lumetri look*.

4.2.6.6 Shrnutí

Po detailnějším průzkumu jednotlivých nástrojů. Uvedu ještě jedno srovnání komplexnější. Po znormalizování hodnot jsem tyto hodnoty přepočítal pomocí bazické varianty. Výsledky jsem poté ještě odečetl od nejlepší hodnoty báze, tento výsledek poté uvádí procentuální hodnotu, o kolik se daný nástroj liší od nástroje, který pro danou operaci dosáhnul nejlepšího výsledku. Z této tabulky (viz *Tabulka 34*) si lze všimnout i operací, kdy mezi výsledky nebyli velké rozdíly a naopak, kde byly velké propady.

Tabulka 34, procentuální zhodnocení nástrojů

O kolik procent jsou horší jednotlivé nástroje oproti nejlepšímu				korekce expozice		
	Color grading	Vyvážení pleťové	Kontrast	Vyvážení bílé	Ztmavení	Zesvětlení
Lumetri color	0,00%	0,00%	42,60%	0,00%	10,73%	52,17%
Three-Way Color Corrector	34,57%	14,85%	96,86%	17,50%	17,79%	64,17%
Fast Color Corrector	51,91%	46,58%	97,23%	24,66%	27,98%	0,00%
RGB Curves	8,96%	14,85%	0,00%	14,06%	0,00%	7,56%

4.2.6.7 Výběr kompromisní varianty/nástroje

^[54]Jako výpočtovou metodu jsem zvolil metodu bazické varianty. K tomu jsem měl mnoho důvodů za prvé její normalizační schopnost, která zachovává rozdíly mezi hodnotami, bez ohledu na velikost vstupních jednotek. Při samotném výpočtu navíc poskytuje furt přehled rozdílu mezi jednotlivými variantami, tak je zajištěna lepší výpovědní schopnost, než např. u metody pořadí. Jednotlivé kritéria/operace jsem

ohodnotil stejnou důležitostí. To z důvody nezávislosti jednotlivých zkoumáních, při výzkumu se počítalo s každou operací zvlášť a nepočítalo se s dalšími navazujícími operacemi, takže nelze říct, která operace, je důležitější než jiná.

Již předem lze tušit, že nástroj *lumetri color*, který obsahuje ve svém rozhraní většinu funkcí ostatních hodnocených nástrojů, hrají tyto skutečnosti do karet. Co se tedy týče pouze všestrannosti, můžeme bez diskuze prohlásit bez jakýkoliv výzkumů prohlásit za vítěze. Nicméně to neznamena, že jím provedené operace dopadnou nejlépe, ale lze to předpokládat. Pro konkrétní zhodnocení doporučuji prostudovat tabulku (viz *Tabulka 34*). Např. při zesvětlujících operacích působí značně destruktivně. Přístupme tedy k samostatnému výběru nástroje poskytující celkově shrnuté výsledky (viz *tabulka 35*).

Tabulka 35, Výpočet celkového užítku - bazická metoda, dílčí zhodnocení výsledků barevných operací

Výpočet kompromisní varianty						
Výsledek normalizace pro:	Color grading	Vyvážení pleťové	Kontrast	Vyvážení bílé	korekce expozice	W
Lumetri color	1	1	0,574018127	1	0,712455837	0,8572948
Three-Way Color Corrector	0,65429461	0,851499851	0,031368664	0,824958752	0,613404284	0,5951052
Fast Color Corrector	0,480923021	0,534190423	0,027712952	0,753424658	0,893916515	0,5380335
RGB Curves	0,910383981	0,851499851	1	0,859375	1	0,9242518
Váhy:	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

Největší užitek nám tedy poskytuje nástroj *RGB Curves*, který je lepší o necelou desetinu než výše zmiňovaný *Lumetri color*. S velkou propastí se umístily zbývající nástroje. Můžeme tedy obhájit ukončení jejich vývoje firmou *Adobe* a označení jako zastaralé, protože obrazové operace působily v některých případech velmi nepřesně či degradačně. Ovšem nástroj *RGB Curves* patří mezi jedny z nejstarších nástrojů určeným k barevným operacím. A po pochopení jeho ovládacích prvků, je pro jednoduché operace velmi rychlý. Potvrzuje rčení, že v jednoduchosti může být krása v našem případě

užitečnost.

Výsledky tohoto výzkumu, použiji v další již komplexnější analýze, kde zahrnu již dříve zde zmíněné zkoumané skutečnosti.

5 Zhodnocení a diskuze

Všechny kritéria a hodnocení se nyní přezkoumají pomocí vícekritériální analýzy.

Ve výsledném výzkumu tedy budeme mít následujících sedm, již zmíněných kritérií.

1. Čas renderu
2. Čas pre-renderu
3. Celkový čas strávený operací
4. Množství nastavení funkcí
5. Přívětivost uživatelského rozhraní
6. Dojem z práce s nástroji
7. Výsledky barevných operací

5.1.1 Stanovení vah kritérií

Tabulka 36, matice s výslednými vahami, získaná průměrem dílčích matic

	matice 1	matice 2	matice 3	matice 4	matice 5	matice 6	matice 7	matice 8	matice 9	matice 10	průměr (váhy)
čas renderu	0,0323	0,1227	0,0357	0,0311	0,0756	0,0616	0,0344	0,0249	0,0386	0,0686	0,0525
čas pre-renderu	0,1174	0,0897	0,1100	0,0788	0,1172	0,2626	0,0419	0,0671	0,0911	0,2213	0,1197
Celkový čas strávený operací	0,0972	0,0751	0,3340	0,1114	0,1867	0,2703	0,1768	0,1811	0,1341	0,3744	0,1941
Množství nastavení	0,0830	0,0649	0,1545	0,1323	0,0514	0,1296	0,2410	0,1402	0,2676	0,0377	0,1302
Uživatelské rozhraní	0,0957	0,0489	0,1451	0,1936	0,0404	0,0356	0,1190	0,1704	0,1364	0,1479	0,1133
Dojem z práce	0,1754	0,1562	0,0940	0,1230	0,2340	0,0446	0,1123	0,1185	0,1856	0,0900	0,1333
Výsledky barevných operací	0,3990	0,4426	0,1267	0,3299	0,2948	0,1957	0,2747	0,2977	0,1466	0,0602	0,2568
součet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Pro objektivní přiřazení vah, byli osloveni zaměstnanci video studia „In Motion Creative“ a celkem tedy deset respondentů bylo přístupno vyplnit *saatyho* matici, která slouží k zjištění kritérií formou preference jedné možnosti před jinou.

Výsledné váhy těchto matic (*viz tabulka 36*), byly poté zprůměrovány, pro lepší statistickou výpovědní hodnotu. Kontrolu postupu byla zajištěna kontrolními součty vah, který se vždy musí rovnat jedné. Z jednotlivých dílčích matic, lze sledovat jednotlivé

různorodosti výzkumu. Též by bylo možné zprostředkovat porovnání pro jednotlivé respondenty. To, ale není předmětem mého zájmu. Jednotlivé dílčí matice jsou dostupné v příloze. (*příloha: f*)

Z výsledné tabulky je patrné, že nejméně důležité je pro uživatele rychlost renderu. Je to z důvodu, že finální výpočty jsou prováděny např. přes noc, takže uživatele tolik neobtěžuje vytižení nástroje a doba výpočtem strávená. Na druhou stranu respondenti ve výjimečných situacích jako např. opravy na poslední chvíli apod., krátkou dobu renderu uvítají.

Kritérium s nejvyšší mírou důležitosti (cca 26%) obsahuje výsledky barevných operací. To je pochopitelné, protože studio si zakládá na kvalitě jak po umělecké tak po technické stránce obrazu. Druhé nejdůležitější kritérium (cca 19%) je celkový čas strávený operací, což respondenti odůvodňují tím, že na prvním místě je kvalita a na druhém rychlost. Není pro ně tolik důležitá např. doba pre-renderu, protože tento vydaný čas lze předpokládat a přizpůsobit mu pracovní postup. Ostatní kritéria mají podíl mezi 10 a 15%, lze tedy říct, že pro respondenty nejsou až tak důležité, ale stále nezbytné. Přesné informace si lze přečíst v tabulce v sloupci s průměrem vah. ^[57]

5.1.2 Metoda váženého součtu

Tuto metodu jsem využil z několika důvodů. Za prvé hledá výsledek pro každou variantu, tím pádem lze užít jak pro nalezení nejlepší varianty, tak pro seřazení všech variant od nejlepší po nejhorší.

Za druhé pak z principu maximalizace užitku. Každá hodnota přinese určitý užitek, tak si lze dobře představit, jaké hodnocení má daný nástroj v konkrétní situaci.

V následující tabulce, již máme výsledky celého zkoumání metodou součtu. Tento výsledek, ale nepřináší ideální hodnotu pro zjištění kompromisní varianty. Respektive bez většího rozdílu, s nejlepším skóre skončil nástroj *lumetri color*, jeho náskok, ale menší, než pět setin.

Jednotlivé výsledné užítky pro nástroje zaokrouhlené na setiny vyšly takto:

1. Lumetri color – 0,59
2. RGB Curves – 0,54
3. Fast color corrector – 0,53
4. Three-way color corrector – 0,18

Z výsledků (viz tabulka 37) tedy plyne, že můžeme zahrnout nástroj *Three-way color corrector*, který má výrazně horší (cca 30%) horší hodnocení, než ostatní. Mezi ostatními názory je, dle mého subjektivního názoru tak malý rozdíl, že nemá cenu je

Tabulka 37, vícekritériální analýza metoda váženého součtu

Nástroje:	Kritéria							W	Pořadí
	Čas: Pre-render	Čas: Render	Doba operace	Množství nastavení a funkcí	Přívětivost uživatelského rozhraní	Dojem z práce s nástroji	Výsledky barevných operací		
Lumetri color	0,1044	0,0000	0,5527	1,0000	0,0000	1,0000	0,8266	0,5886	1
Three-Way Color Corrector	0,9727	0,2896	0,0000	0,4286	0,0000	0,0000	0,1478	0,1795	4
Fast Color Corrector	1,0000	1,0000	1,0000	0,1429	0,7500	0,4516	0,0000	0,5301	3
RGB Curves	0,0000	0,0212	0,6789	0,0000	1,0000	0,2581	1,0000	0,5388	2
Povaha	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX		
Ideální varianta(H)	9,4825	8,6282	8,4914	10,0000	8,0000	8,7000	9,2425		
Bazální varianta(D)	6,9479	6,7825	4,9731	3,0000	4,0000	5,6000	5,3803		
H-D	2,5346	1,8457	3,5183	7,0000	4,0000	3,1000	3,8622		

porovnávat. Naopak můžeme doporučit všechny tři zbývající nástroje nebo si uživatel může vybrat, dle své osobní preference. Nicméně, dle získaného nejvyššího užítku, lze vybrat kompromisní nástroj jako *lumetri color*.

Pro lepší názornost a ověření získaných výsledků podrobím získané data ještě jedné analýze a to metodě bazické varianty (viz tabulka 39), které nepůsobí necitlivě na minimální hodnoty.

5.1.3 Metoda bazické varianty

Tabulka 38, výsledné váhy

	Kritéria						
	Čas: Pre-render	Čas: Render	Doba operace	Množství nastavení a funkcí	Přívětivost uživatelského rozhraní	Dojem z práce s nástroji	Výsledky barevných operací
Váhy	0,0525	0,1197	0,1941	0,1302	0,1133	0,1333	0,2568

Jako váhy (viz tabulka 38), byly použity stejné hodnoty jako v předchozím případě, tudíž váhy získané *saatyho* metodou. Bazická metoda by nám díky citlivosti, k nejhorším hodnotám měla poskytnout větší užítky.

Tabulka 39, vícekritériální analýza metoda bazická varianty

		Kritéria							W	pořadí
		Čas: Pre-render	Čas: Render	Doba operace	Množství nastavení a funkcí	Přívětivost uživatelského rozhraní	Dojem z práce s nástroji	Výsledky barevných operací		
Nástroje:	Lumetri color	0,7606	0,7861	0,8147	1,0000	0,5000	1,0000	0,9276	0,8506	1
	Three-Way Color Corrector	0,9927	0,8480	0,5857	0,6000	0,5000	0,6437	0,6439	0,6533	4
	Fast Color Corrector	1,0000	1,0000	1,0000	0,4000	0,8750	0,8046	0,5821	0,7743	3
	RGB Curves	0,7327	0,7906	0,8669	0,3000	1,0000	0,7356	1,0000	0,8087	2

Tato tabulka, už nám dává lepší hodnoty k vyhodnocení kompromisní varianty. Hodnoty sice stále vychází velice blízko, ale již jsou rozdělené s mírně větší odchylkou. Rozdíl této odchylky (mezi prvním a druhým pořadím) je stále velmi malý cca 0,008 ve prospěch bazické varianty a touto metodou nelze tak snadno zavrhnout nejhorší nástroj jeho skóre nemá takový odskok, jako při řešení metodou váženého součtu.

Pořadí vyšlo stejné, jemně se zvětšili rozestupy mezi prvními třemi variantami. Opět, dle nejvyššího získaného užítku můžeme jako kompromisní nástroj zvolit *lumetri color*.

5.2 Diskuze a vymezení platnosti výsledků

Z obou metod vícekritériálních analýz vyšel jako vítěz *lumetri color*, nic méně s malým náskokem před ostatními. Osobně jako autor jsem čekal větší rozestup mezi první a druhým umístěním, jako důvod bych označil velkou váhu pro kritérium celkový čas zabraný operací, který z důvodu rozsáhlosti nástroje jeho funkcemi a možnostmi, není vždy nejrychlejší. Má osobní zkušenost, je že pokud mám větší množství nastavení, většinou je využiju, i když tato akce ovlivní výsledek naprosto minimálně. Též je složitější na výpočetní kapacitu z toho samého důvodu, ale co se týče kvality úprav, nemá při porovnání s ostatními nástroji konkurenta, díky sofistikovaným funkcím se dají vyladit i drobné niance v obraze, též na poněkud složitější uživatelské rozhraní si lze zvyknout. Tomuto rozhraní nejvíce vytykám nemožnost mít otevřené všechny záložky najednou. Nejlepších výsledků nástroje bylo dosaženo v kritériích *množství nastavitelných funkcí* a *dojem z práce s nástrojem*. Jeho další výhodou je aktuální podpora, takže je optimalizovaný pro moderní formáty či práci s *HDR* nebo *raw*, též velkou výhodou je možnost nasazení *LUT*.

Nejhorším nástrojem se dle zkoumaných kritérií a následných analýz se stal *three-way color corrector*. Má velmi složité neintuitivní nastavení, jednotlivé funkce nejsou jasně popsány, takže není zcela jasné, na jakou část obrazu budou mít vliv. Další nevýhodu vidím v nemožnosti resetovat, některá nastavení. Ne všechny funkce, mají ikonu pro reset, takže pokud je potřeba některý parametr nastavit na výchozí hodnotu, musí se to buď udělat ručně či resetovat všechno předchozí nastavení. Jeho největší výhodou je detailní vyvážení bílé a možnost zobrazení tonální masky, kterou kupodivu *adobe* neimportovalo do *lumetri color*, ale co se týče všech ostatních funkcí, ty jsou již v *lumetri* obsažené, nutno podotknout, že s lepšími ovládacími prvky

Zvláštní pozornost chci věnovat výsledkům pro nástroj RGB Curves, který se v celkovém hodnocení umístil s malým rozdílem za prvním nástrojem. Křivky jak je nástroj s oblibou nazýván jsou z výše testovaných nejjednodušším nástrojem a přitom s trochou šikovnosti, v nich lze dosáhnout téměř jakékoli barevné operace. Navíc základní úpravy v něm lze provádět velmi rychle kvalitní nedegradační cestou.

Co je nejvíce zarážející, že s takto malým rozdílem na prvním a druhém místě se umístily nejsložitější a naopak nejméně náročný nástroj a to nejen množstvím nastavením, ale ovládacími prvky. Osobním doporučením autora je využít křivky, pro začátek jakékoli operace, a pokud zhodnotím, že žádaného efektu nelze dosáhnout vzniká nutnost nasadit silnější nástroj.

O nástroji *fast color corrector* se zmíním jen letmo. Tento nástroj je pro konkrétní případy vhodný, rozhodně, ale není vhodný na všechny operace, což se o předešlých říct dá. Nicméně vzhledem k zprůměrování hodnot vychází jeho hodnocení lépe než u *three-way color corrector*.

V dílčích výsledcích si lze najít, pro jakou situaci se nástroj hodí, například právě výsledky náročnosti a rychlosti renderu či zhodnocení kvality barevných operací a další.

Samotným závěrem v běžné praxi se nástroje kombinují a vrství na sebe, celý tento výzkum byl motivovaný reálnou situací, kdy z nějakého důvodu jsme připraveni o výkonnou pracovní stanici, a musí se tedy pracovat na zařízení se slabším výpočetním výkonem a je tedy nutno co nejvíce ulehčit výpočty stroji pro urychlení práce a to právě třeba tím, že budeme využívat plný potenciál jednotlivých nástrojů na místo vybírání jednotlivých funkcí z více nástrojů a kombinovat je. Nejvhodnějším nástrojem pro tuto situaci je, dle předchozích výzkumů a analýz, nástroj *lumetri color*, který sice neposkytuje nejrychlejší výpočet, který nakonec respondenti nezhodnotili, jako nejdůležitější kritérium

upřednostnili kvalitu práce, čas, který stráví s nástrojem do konce dané operace nebo například vybavení nástroje.

6 Závěr

Cílem práce bylo najít mezi testovanými nástroji pro barevné korekce kompromis, který dle stanovených kritérií ve své přirozené podobě podává nejlepší výsledky. K tomuto výzkumu bylo využito metod vícekritériální analýzy.

Ke stanování vah, bylo použito saatyho matice, z které vyplývá, že nejdůležitější kritérium je korektní barevná přesnost s $\approx 26\%$ váhovou důležitostí. Nejméně důležité ze všech sedmi testovaných kritérií byla doba renderu s $\approx 5\%$ váhovou důležitostí.

Z celkového přehledu ohodnocení kritérií, lze vyvodit, že zaměstnanci tohoto studia preferují spíše kvalitativní kritéria před kritérii časové náročnosti.

Z použitých analýz vyšlo závěrem stejné pořadí testovaných nástrojů. Na prvním místě s největším celkovým užitekem se umístil nástroj *lumetri color*. Umístění nástrojů *fast color corrector* (3. místo) a *RGB curves* (2. místo), ale nebylo některak propadové jejich průměrná ztráta z obou zvolených metod na první místo byla $\approx 0,06$. Lze tedy tvrdit, že ze zmíněných nástrojů není určený naprosto jednoznačný vítěz a záleží tedy na individuálních preferencích uživatele. Dalším východiskem výzkumu je, že se nedoporučuje užití nástroje *three-way color corrector* výsledný užitek tohoto nástroje ztrácel v případě metody váženého součtu $\approx 0,4$ a v případě metody bazické varianty $\approx 0,2$, což je oproti zmíněným předchozím setinovým odchylkám značný propad.

7 Informační zdroje

7.1 Použitá literatura

1. BROWN, Blain. *Cinematography: Theory and Practice: for cinematographers & directors*. 3rd ed. New York: Routledge, 2016. ISBN 978-1-138-94092-5.
2. PINCUS, Edward a Steven ASCHER. *The filmmaker's handbook: a comprehensive guide for the digital age*. Fourth edition. New York, New York: Plume, [2012]. ISBN 978-0-452-29728-9.
3. ŠPETLA, Petr. *SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY* [online]. Trutnov, 2014 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/>
4. PIHAN, Roman a Ondřej NEFF. *Mistrovství práce s DSLR: vše, co jste chtěli vědět o digitální zrcadlovce a nikdo vám to neuměl vysvětlit*. 3., aktualiz. vyd. Praha: IDIF - Institut digitální fotografie, c2008. ISBN 978-80-87155-07-3.
5. ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

7.2 Další použité zdroje informací

20. File formats and data exchange. The filmmaker's handbook: a comprehensive guide for the digital age. Fourth edition. New York, New York: Plume, [2012], s. 242-252. ISBN 978-0-452-29728-9.
21. The History of Video File Formats Infographic — RealPlayer. RealPlayer and RealTimes Blog - The easiest way to download, watch, save, share your photos and videos. [online]. Copyright © Copyright 2019, RealNetworks, Inc. [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://blog.real.com/resources/digital-video-file-formats>
22. Digital compression. *The filmmaker's handbook: a comprehensive guide for the digital age*. Fourth edition. New York, New York: Plume, [2012], s. 245-252. ISBN 978-0-452-29728-9.
23. ŠPETLA, Petr. Komprimace snímků. *SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY* [online]. Trutnov, 2014, s. 27-28 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/>

24. Color sampling. *The filmmaker's handbook: a comprehensive guide for the digital age*. Fourth edition. New York, New York: Plume, [2012], s. 209-211. ISBN 978-0-452-29728-9.
25. [online]. Copyright ©V [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://edux.fit.cvut.cz/oppa/BI-MGA/prednasky/MGA2010-4.pdf>
26. Digitální video 3 - Vzorkování - Grafika.cz - vše o počítačové grafice. *Grafika.cz - vše o počítačové grafice* [online]. Copyright © Grafika.cz [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <http://www.grafika.cz/rubriky/digitalni-video/digitalni-video-3-vzorkovani-130120cz>
27. Proč vidíme barevně – tajemství lidského oka | Rexter.cz. *Rexter.cz | Aktuální nezávislé zprávy ze světa a domova* [online]. Copyright © [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: https://www.rexter.cz/rubriky/zajimavosti/proc-vidime-barvy-tajemstvi-lidskeho-oka_212.html
28. 410-ŠPETLA, Petr. 3.2. Vyvážení bílé. *SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY* [online]. Trutnov, 2014, s. 50-51 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/>
29. Picture Profile. *The filmmaker's handbook: a comprehensive guide for the digital age*. Fourth edition. New York, New York: Plume, [2012], 137, 196, 207. ISBN 978-0-452-29728-9.
30. REC.709. BROWN, Blain. *Cinematography: Theory and Practice: for cinematographers & directors*. 3rd ed. New York: Routledge, 2016, s. 204. ISBN 978-1-138-94092-5.
31. LOG encoding. BROWN, Blain. *Cinematography: Theory and Practice: for cinematographers & directors*. 3rd ed. New York: Routledge, 2016, s. 208-124. ISBN 978-1-138-94092-5.
32. LOG - picture profile | Petr Špetla. *Blog | Petr Špetla* [online]. Copyright © 2018 BROOKLYN THEMEPOWERED BY UNITED THEMES [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://petrspetla.cz/log-barevny-prostor/>
33. Learn How To Fix Color Banding Using Just One Simple Tool | Fstoppers. *Fstoppers - Photography News and Community for Creative Professionals* [online]. Copyright ©2019 Fstoppers [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://fstoppers.com/post-production/learn-how-fix-color-banding-using-just-one-simple-tool-7946>

34. Přepálené fotografie? Pochopte, co je dynamický rozsah, a jsou minulostí | Milujeme fotografii – vše o digitální fotografii. *Milujeme fotografii – vše o digitální fotografii | Vše o digitální fotografii a úpravách v Zoner Photo Studiu* [online]. Copyright © 2019 ZONER software, a.s. [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://www.milujemefotografii.cz/prepalene-fotografie-pochopte-co-je-dynamicky-rozsah-a-jsou-minulosti>
35. KORTUS, Jaroslav. Makofoto - Rozměry snímačů. *Makofoto* [online]. Strakonice, 2016-03-01 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: http://www.makofoto.cz/nikon/fotoaparaty/Rozmery_snimacu/rozmery_snimacu.htm
36. Understanding Log and Color Space In Compositing. *Video Elements & After Effects Templates - RocketStock* [online]. Copyright © 2014 [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://www.rocketstock.com/blog/tips-for-log-color-space-compositing/>
37. MARTY. Úprava fotografie nástrojem Křivky - 1. díl. *Fotoradce* [online]. 2009-08-05 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.fotoradce.cz/uprava-fotografie-nastrojem-krivky-1-dil-blog>
38. Pixel Binning vs. Skipping vs. Oversampling: Sony Alpha Full Frame E-mount Talk Forum: Digital Photography Review. *Digital Photography Review* [online]. Copyright © 1998 [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dpreview.com/forums/thread/3922435>
39. What is Pixel Binning in Cameras? | Ubergizmo. *Ubergizmo* [online]. Dostupné z: <https://www.ubergizmo.com/what-is/pixel-binning-camera/>
40. Color terminology. BROWN, Blain. *Cinematography: Theory and Practice: for cinematographers & directors*. 3rd ed. New York: Routledge, 2016, s. 98-99. ISBN ISBN 978-1-138-94092-5.
41. PiXEL.cz • Recenze - Adobe Premiere Pro CC 2018. *PiXEL.cz • Server o natáčení a zpracování videa* [online]. Copyright © ATLANTIDA s.r.o. [cit. 27.01.2019]. Dostupné z: <https://www.pixel.cz/recenze/adobe-premiere-pro-cc-2018-t605.html>
42. Křivky (curves) a úrovně (levels) ve Photoshopu - JustGraphic.cz. *JustGraphic.cz - Internetový magazín nejen o grafice a designu* [online]. Dostupné z: <http://www.justgraphic.cz/c20-krivky-curves-a-urovne-levels-ve-photoshopu.html>

43. Premiere Pro Three-way-color corrector. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://helpx.adobe.com/premiere-pro/using/three-way-color-corrector-cs6.html>
44. - Premiere Pro CS6: Fast Color Correction | Larry Jordan. *Larry Jordan* [online]. Copyright © Thalo LLC. ALL Rights Reserved. [cit. 28.01.2019]. Dostupné z: <https://larryjordan.com/articles/ppro6-fast-color-correction/>
45. *RED Digital Cinema / 8K & 5K Professional Cameras* [online]. Copyright © 2004 [cit. 28.01.2019]. Dostupné z: <https://www.red.com/red-101/redcode-file-format>
46. PiXEL.cz • Návod - Adobe Premiere Pro CS6 - 9. díl. *PiXEL.cz • Server o natáčení a zpracování videa* [online]. Copyright © ATLANTIDA s.r.o. [cit. 04.02.2019]. Dostupné z: <https://www.pixel.cz/navody/adobe-premiere-pro-cs6-9-dil-t381.html>
47. Metoda bazické varianty. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015, s. 168-169. ISBN 978-80-7380-563-0.
48. Vignetting. BROWN, Blain. *Cinematography: Theory and Practice: for cinematographers & directors*. 3rd ed. New York: Routledge, 2016, s. 173. ISBN 978-1-138-94092-5.
49. Expozice. PIHAN, Roman. *Mistrovství práce s DSLR: vše, co jste chtěli vědět o digitální zrcadlovce a nikdo vám to neuměl vysvětlit*. 3., aktualiz. vyd. Praha: IDIF - Institut digitální fotografie, c2008, s. 74-109. ISBN 978-80-87155-07-3.
50. KRUG, Steve. *Don't make me think, revisited: a common sense approach to Web usability*. Third edition. Berkeley, Calif.: New Riders, [2014]. ISBN 978-0321965516.
51. Barva a vyvážení bílé. *Mistrovství práce s DSLR: vše, co jste chtěli vědět o digitální zrcadlovce a nikdo vám to neuměl vysvětlit*. 3., aktualiz. vyd. Praha: IDIF - Institut digitální fotografie, c2008, s. 166-181. ISBN 978-80-87155-07-3.
52. ISO citlivost. *Mistrovství práce s DSLR: vše, co jste chtěli vědět o digitální zrcadlovce a nikdo vám to neuměl vysvětlit*. Vydání deváté. Praha: IDIF, [2014], s. 79-85. ISBN 978-80-905601-3-0.
53. MIKA, Antonín. *Trik na správné vyvážení barev* [online]. In: . 2017-07-37 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://profiphotoshop.cz/trik-na-spravne-vyvazeni-barev/>
54. Modely vícekriteriálního rozhodování. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015, s. 150-180. ISBN 978-80-7380-563-0.

55. MARINACCI, Josh, *How Bezier Curves Work* [online]. 2018-07-11 [cit. 2019-03-06].
Dostupné z: <https://joshondesign.com/2018/07/11/bezier-curves>
56. SMPTE EBU timecode by Phil Rees. Music computers and technology by Philip Rees
[online]. Copyright © 1997, 2001 Philip Rees [cit. 05.03.2019]. Dostupné z:
<http://www.philrees.co.uk/articles/timecode.htm>
57. Saatyho metoda. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň:
Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015, s. 160-164. ISBN 978-80-7380-563-
0.

8 Slovník užívaných odborných pojmů a zkratek

Render – Výpočet finálního obrazu na základě počítačových modelů

Pre-render – Předběžný výpočet vykreslení obrazu, obvykle se užívá pro plynulý náhled v reálném čase, pro složité výpočtem zatížená data

RGB – Skládání barevný model, jednotlivá písmena charakterizují základní barvy tohoto modelu, z nichž se pak skládají barvy další. *R*-Red, *G*-Green, *B*-Blue. Stoprocentním složením těchto barev vznikne barva bílá.

FPS – Z angličtiny frames per second, počet snímků za vteřinu. Udává frekvenci střídání obrazu za jednu vteřinu. Např. 24,25,50 atd.

FHD,fullHD – udává rozlišení pixelů (šířka x výška) 1920x1080

4K,4k – udává rozlišení pixelů, jehož šířka se pohybuje kolem 4000px, přesný počet záleží na poměru stran. Pro poměr 16:9 standart 4096x2304, 3840x2160 px.

ISO – Hodnota světelné citlivosti snímače, čím je hodnota větší tím je obraz světlejší.

S navyšující citlivostí vzniká digitální šum.^[52]

A/D převodník – Komponenta, která převádí analogový signál na signál digitální.

Gamma – Matematický vztah mezi hodnotam RGB, které jsou odeslány do zobrazovacího zařízení a množstvím světla, které je nakonec vyzářeno.

Luma – Zobrazení jasových složek obrazu obvykle černobílé. Vztah mezi černou a bílou barvou.

LUT- Z angličtiny „lookup table“, tabulka pro vyhledání matematických operací pro změnu barev.

CPU – Centrální výpočetní součástka, které má za úkol zpracovat vstupní informace pomocí sad instrukcí na informace výstupní.

RAW – Označení pro surová, nezpracovaná či minimálně zpracovaná data ze snímače. Soubory v tomto formátu jsou lépe modifikovatelné, pro náhled výsledného obrazu je nutné tzv. vyvolání rawu.

HUE – Je označován odstín barvy, konkrétní barva se určuje stupni v zobrazení na barevných kolech.

Slow motion – Záběr natočený s větším počtem snímků za sekundu, lze jej proto zpomalit resp. prodloužit. Např. 50fps lze dvakrát zpomalit při zachování plynulosti obrazu, tedy na standartních 25fps, zároveň se dvakrát prodlouží celková doba záběru.

Gbit/s, Mbit/s, kb/s – Gigabit, Megabit, kilobit za jednu sekundu, rychlost přenesených dat v bitech

Plugin – Samostatný podprogram, také zvaný zásuvný modul, jenž není schopen funkce bez řídicího/rodičovského programu, ze kterého je spuštěn.

9 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1, PŘEHLED NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH VIDEO FORMÁTŮ	16
-zdroj: ŠPETLA, Petr. SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY. SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY [online]. Trutnov, 2014, s. 23-23 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/	
OBRÁZEK 2, UKÁZKA VZNIKU BAREVNÝCH ARTEFAKTŮ A MOARÉ PŘI SNÍMÁNÍ MILIMETROVÉHO PAPÍRU.....	21
-zdroj: PONT, Kristian. DSLR Moire and Line Skipping test: Servere line pattern test Nikon D5100. In: <i>Youtube</i> [online]. 2014-02-27 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://youtu.be/w2jmfzfmpg	
OBRÁZEK 3, PRINCIP VYTVÁŘENÍ VÝSLEDNÉ PRŮMĚRNÉ BARVY	21
-zdroj: SANCHIS MUÑOZ, Javier a PTEAM. PixInsight Reference Documentation IntegerResample. In: <i>Pixinsight</i> [online]. 2014-02-18 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://pixinsight.com/doc/tools/IntegerResample/images/PixelBinning.png	
OBRÁZEK 4, PRŮMĚROVÁNÍ S DŮRAZEM PRO KONKRÉTNÍ BAREVNOU SLOŽKU	22
-zdroj: 曹子晟. TheCamera sensor usedin MavicPro. In: <i>Dronomania</i> [online]. 2017-09 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2017/09/DJI-Mavic-Pro-1080p-60fps-or-96fps-DroningON.pdf	
OBRÁZEK 5, ROZDÍL POMĚRŮ STRAN 4:3 A 16:9	23
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 6, VZORKOVÁNÍ BAREV V YUV	24
zdroj: PILNÝ, Vladimír. Mkompresevidea_422_420. In: <i>Atrey</i> [online]. 1999-04-20 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: http://atrey.karlin.mff.cuni.cz/~vlada/obr/mkompresevidea_422_420.gif	
OBRÁZEK 7, ROZDÍL GRADIENTŮ V PALETÁCH 8 A 10 BITOVÝCH PALET.....	25
-zdroj: FOXBELDIN a JEUXVIDEO-LIVE. 810bits. In: <i>Jeuxvideo-live</i> [online]. 2016-12-10 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://www.jeuxvideo-live.com/news-img/810bits-1474019919.png	
OBRÁZEK 8, RŮZNOST BARVY, ZNÁZORNĚNÁ ZAHŘÁTÍM NA URČITÝ STUPEŇ KELVINA.....	26
-zdroj: 410-ŠPETLA, Petr. 3.2. Vyvážení bílé. <i>SVĚT V HLEDÁČKU: UMĚNÍ A PRAXE FILMAŘINY PRO ZAČÁTEČNÍKY</i> [online]. Trutnov, 2014, s. 51 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: https://eshop.petrspetla.cz/produkt/svet-v-hledacku/	
OBRÁZEK 9, STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA HISTOGRAMU	26
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 10, UKÁZKA SUROVÉHO ZÁZNAMU V REC709.....	30
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	

OBRÁZEK 11, UKÁZKA SUROVÉHO ZÁZNAMU V LOG	31
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 12, ROZDÍL MEZI LINEÁRNÍ A LOGARITMICKÉM ULOŽENÍ BAREV	32
-zdroj: ROCKETSTOCK. Log-Curve. In: <i>Rocketstock</i> [online]. 2017-05-22 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://assets.rocketstock.com/uploads/2017/05/Log-Curve.jpg	
OBRÁZEK 13, FIALOVÁ VODA PO NAVRÁCENÍ SATURACE A KONTRASTU DO LOG OBRAZU	33
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 14, KONKRÉTNÍ NASTAVENÍ PRO NEJLEPŠÍ DYNAMICKÉ ROZSAH NA CANON 600D	34
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 15, LUMETRI LOOKS, KŘIVKY A RGB HISTORGRAM	37
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 16, NEVYVÁŽENÉ BARVY, MODRÁ PŘEVAŽUJE.....	38
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 17, WAVEFORM-ZOBRAZENÍ ČERNOBÍLÉHO LINEÁRNÍHO GRADIENTU.....	42
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 18, RGB WAVEFORM, ZMĚNA BAREVNÉ TONALITY ZÁBĚRU.....	45
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 19, BAREVNÝ PROSTOR YUV	50
-zdroj: TONYLE. YIQ_IQ_plane. In: <i>Wikimedia</i> [online]. 2015-05-22 [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/82/YIQ_IQ_plane.svg/600px-YIQ_IQ_plane.svg.png	
OBRÁZEK 20, YUV COLOR WHEEL.....	50
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 21, LUMETRI COLOR - VYMASKOVÁNÍ MÍST MAJÍCÍ NASTAVENÝ ODSTÍN BAREV	64
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 22, MĚŘENÍ PODLE REFERENČNÍCH BODŮ	70
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 23, UKÁZKA Z POČÍTÁNÍ ČERNÝCH PIXELŮ	73
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 24, VYBRANÁ KONTROLNÍ OBLAST MĚŘENÍ PO PŘIBLIŽENÍ	76
- zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	
OBRÁZEK 25, OVĚŘENÍ BARVY Z KALIBRAČNÍ TABULKY POMOCÍ VECTORSCOPE	78
-zdroj: <i>Vlastní tvorba</i>	

10 Seznam tabulek*

TABULKA 1, POROVNÁNÍ DIGITÁLNÍHO ŠUMU FX/CX.....	19
TABULKA 2, VLASTNOSTI HISTOGRAMU	28
TABULKA 3, VLASTNOSTI RGB HISTOGRAMU	29
TABULKA 4, HISTOGRAM K PŘILOŽENÉMU OBRAZU Z VIDEO, CHYBÍ INFORMACE PRO ČERNOU A STÍNY	39
TABULKA 5, PŘÍKLAD UŽITÍ KŘIVEK PRO ZESVĚTLENÍ PŘÍPADNĚ ZTMAVENÍ	40
TABULKA 6, RGB PARADE, ROZDÍL PŘED A PO JASOVÉ ÚPRAVĚ.....	47
TABULKA 7, RGB PARADE ZOBRAZENÍ ŠPATNĚ VYVÁŽENÉ BÍLÉ	48
TABULKA 8, ROZHOZENÍ JEDNOTLIVÝCH BAREVNÝCH KANÁLŮ PŘI VYMASKOVÁNÍ SAMOTNÉ BÍLÉ BARVY.....	48
TABULKA 9, ROZDÍL VYVÁŽENÍ BAREV POMOCÍ RGB PARADE	49
TABULKA 10, ZOBRAZENÍ HD BARS A JEJICH PROJEVENÍ V VECTORSCOPE.....	51
TABULKA 11, MĚŘENÍ RENDERU A PRE-RENDERU CPU: I5-4440	58
TABULKA 12, MĚŘENÍ RENDERU A PRE-RENDERU CPU: I9-9900K	58
TABULKA 13, VÝSLEDNÉ POŘADÍ.....	58
TABULKA 14, POUŽITÍ BAZICKÉ METODY PRO NORMALIZACI	60
TABULKA 15, METODA BAZICKÉ VARIANTY PRO "CELKOVÝ ČAS OPERACE"	61
TABULKA 16, VÝSLEDNÝ UŽITEK, POŘADÍ A BODY PRO "CELKOVÝ ČAS OPERACE"	61
TABULKA 17, VÝSLEDNÉ BODY ZÍSKANÉ BODOVACÍ METODOU	66
TABULKA 18, BODOVACÍ METODA PRO UI	67
TABULKA 19, RESPONDENTY OBODOVANÉ NÁSTROJE	68
TABULKA 20, NASTAVENÍ KAMERY	70
TABULKA 21, ODCHYLKY NÁSTROJŮ - ZESVĚTLENÍ.....	71
TABULKA 22, NASTAVENÍ KAMERY.....	71
TABULKA 23, ODCHYLKY NÁSTROJŮ - ZTMAVENÍ.....	72
TABULKA 24, KOMPLETNÍ PRŮMĚRNÉ VÝSLEDKY Z OBOU OPERACÍ	72
TABULKA 25, NASTAVENÍ KAMERY.....	73
TABULKA 26, VÝSLEDNÉ HODNOTY - KONTRAST.....	74
TABULKA 27, ZDROJOVÝ NEUPRAVENÝ OBRAZ VS. OBRAZ S PŘIDANÝM KONTRASTEM NÁSTROJEM RGB CURVES.....	74
TABULKA 28, NASTAVENÍ KAMERY.....	75
TABULKA 29, VÝSLEDKY - VYVÁŽENÍ BÍLÉ	75
TABULKA 30, NASTAVENÍ KAMERY	77
TABULKA 31, VÝSLEDKY A POŘADÍ - PLEŤOVÁ BARVA.....	78
TABULKA 32, NASTAVENÍ KAMERY.....	79
TABULKA 33, VÝSLEDNÝ POČET ZJIŠTĚNÝCH HODNOT A VÝSLEDNÉ POŘADÍ	80
TABULKA 34, PROCENTUÁLNÍ ZHODNOCENÍ NÁSTROJŮ	81
TABULKA 35, VÝPOČET CELKOVÉHO UŽITKU - BAZICKÁ METODA, DÍLČÍ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ BAREVNÝCH OPERACÍ.....	82
TABULKA 36, MATICE S VÝSLEDNÝMI VAHAMÍ, ZÍSKANÁ PRŮMĚREM DÍLČÍCH MATIC	83
TABULKA 37, VÍCEKTERIÁLNÍ ANALÝZA METODA VÁŽENÉHO SOUČTU	85
TABULKA 38, VÝSLEDNÉ VÁHY	85
TABULKA 39, VÍCEKTERIÁLNÍ ANALÝZA METODA BAZICKÁ VARIANTY	86

**Všechny tabulky byly zpracovány vlastní autorovou tvorbou*

11 Přílohy

- a) Výsledné obrazy z barevných operací:

https://drive.google.com/drive/folders/1GnVNV3LYA6BSu1SpxGIQXM_aaAw6tUjO?usp=sharing

- b) Přehled tabulek a výpočtů:

https://drive.google.com/open?id=1ghyU7OJysGM9sLxGwd-9S-YXDEVY9_-X

- c) Obrázky rozhraní jednotlivých nástrojů:

https://drive.google.com/open?id=1KtNC33Wkc11Ankj72J8Ag-dmECW_8hEY

- d) Obrázky kritérií obrazů pro nastavení renderu:

<https://drive.google.com/open?id=1QJMI33-YXQLPvQKPmKxw2oAOD-dLvbKP>

- e) Nadřazená složka se všemi dílčími podsložkami a soubory:

<https://drive.google.com/open?id=1nXfjUl8rIKiki21eYbIhQOrN82vRINQd>

- f) Saatyho dílčí a výsledná matice:

<https://drive.google.com/open?id=1HoVb6SOiVbW7EHj22BkoORb2abpjTxHf>