

AKADEMIE MÚZICKÝCH UMĚNÍ V PRAZE

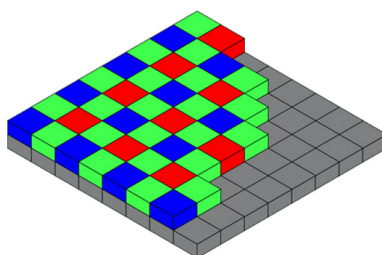
Filmová a Televizní Fakulta

KAMERA

Bakalářská práce

Obrazové soubory RAW a jejich postprodukční zpracování

Tomáš Kotas



Vedoucí práce: MgA. Vidu Gunaratna

Oponent práce: doc. Mgr. Antonín Weisser

Datum obhajoby: 13.9.2019

Přidělovaný akademický titul: BcA.

2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Obrazové soubory RAW a jejich postprodukční zpracování** vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce s využitím uvedených zdrojů.

Praha, dne

.....

podpis diplomanta

Upozornění

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě licenční smlouvy tj. souhlasu autora a AMU v Praze.

Abstrakt

RED, ARRI, SONY, CANON, BLACKMAGIC jsou nám notoricky známými výrobci digitálních technologií a zvláště pak kamer jakožto nedílné součásti kameramanské profese. Tyto všechny firmy mají jako součást svého repertoáru za sebou vývoj záznamových formátů. Jedním z nejmladších formátů je video formát RAW. Ten revolučně přenesl některé části nastavení obrazu z produkce do postprodukce a tím na trh přinesl úplně novou „workflow“. Je na nás aby-
chom posoudili kdy je tato revoluce přínosem a kdy se možná stává rozmarem. Co to RAW formát je? Jaké má RAW formát výhody, jaké má nevýhody? Kdy je nezbytné ho používat? S čím musíme počítat při jeho používání nebo kdy se nám opravdu vyplatí po něm sáhnout? Na tyto otázky se pokusím odhalit odpovědi v následujících několika stránkách.

Abstract

RED, ARRI, SONY, CANON, BLACKMAGIC are clearly known developers of digital technologies and specially cameras as one of the most important tools for us, cinematographers. All those companies has gone thru a long capturing tools developing process and the video capturing format is one of those. One of the youngest formats is video format RAW. RAW has broad multiple of camera settings from on set production to postproduction and that means a completely new workflow for everyone. Its up on us to consider if this “revolution” is a clear benefit or it might become a whim. What format RAW is? What benefits does it bring to the table? When its necessary to use format RAW? What do we need to think of while shooting RAW and when is it really worth it? To all those questions I will try to find solution within the next couple pages.

OBSAH

1. Úvod
2. RAW
3. De-Bayering
4. Formáty RAW
 - 4.1. ARRI RAW
 - 4.1.1. Shrnutí ARRI RAW
 - 4.2. REDCODE RAW
 - 4.2.1. Shrnutí REDCODE RAW
 - 4.3. SONY RAW
 - 4.3.1. Shrnutí SONY RAW
 - 4.4. BLACKMAGIC RAW
 - 4.4.1. Shrnutí BLACKMAGIC RAW
 - 4.5. CANON RAW
 - 4.5.1. Shrnutí CANON RAW
 - 4.6. PRORES RAW
 - 4.6.1. Shrnutí PRORES RAW
5. Nástroje pro natáčení formátu RAW
 - 4.7. KAMERY
 - 4.8. EXTERNÍ REKORDÉRY
5. Výhody formátu RAW
6. Nevýhody formátu RAW
7. Postprodukce RAW
8. Závěr

1. ÚVOD

V Bakalářské práci bude nejdůležitější představit základní chápání formátu RAW, hlavně jeho vlivy na produkci a postprodukci a měla by pomoci čtenáři si o formátu RAW udělat jasnější představu, na základě které se může rozhodnout jaké nástroje bude využívat. V úvodní kapitole se seznámíme s tím odkud Formát RAW pochází a jakým proběhl historickým vývojem. V kapitole RAW se seznámíme se spíše obecnějšími principy a možnostmi formátu RAW. Představíme si jednotlivé výrobce, kteří disponují možnostmi natáčení do RAW.

Formát RAW přinesl oproti jemu předcházejícím formátům velkou výhodu ve výrazně širší možnosti úprav a hlavně výhodu v možnosti provádění těchto úprav v postprodukci. Tím rozšířil autorovu pravomoc v kontrole nad snímkem, nabídl možnosti přesnějších korekcí i prostor pro stylistické variace. V roce 2004 firma *Adobe* přišla s první verzí RAW formátu v podobě souborů *.DNG (Digital Negative)*. DNG bylo prvním kodekem zaznamenávající snímky přímo ze sensoru. RAW se stalo velice rychle hlavním tématem ve fotografické komunitě. V roce 2007, v té době téměř neznámá firma pod vedením jednoho z majitelů firmy *Oakley Sunglasses* představila „revoluci“ ve světě videa. Představila kameru *RED ONE*, první kameru s možností nahrávání do Formátu RAW. Spolu s možností nahrávání do 4K a cenovkou okolo dvaceti tisíc dolarů, se stala nejžádanějším produktem své doby. V roce 2009, Trammel Hudson uvedl první verzi nového firmwaru pro *CANON 5D MKII Magic Lantern*, který umožnil fotoaparátu natáčet do formátu RAW. Zanedlouho přišla firma *BLACKMAGIC Design* s kamerou *BLACKMAGIC Production Camera*, s možností nahrávání RAW do rozlišení 2,5K za cenu 3 tisíc amerických dolarů. *BLACKMAGIC* na trhu otevřel novou kapitolu a přivedl uživatele na cestu malých kamer s možností nahrávání RAW za dostupnou cenu. *BLACKMAGIC RAW* byl novým formátem zapisující RAW jako sekvenci objemných souborů, které jsou náročné na zpracování. Jako většina nových technologií, i *BLACKMAGIC* musel tu svojí zdokonalovat tak, aby se zbavila různých chyb, které se objevily postupnou praxí. *BLACKMAGIC* vydával jeden update softwaru za druhým a konečně vytvořil dostatečně uživatelsky přátelskou „work-

flow“, díky které může konkurovat firmám jako je *RED*. Stejně jako se rychle vyvíjela technologie RAW se vyvíjely i ostatní formáty. Každý z nich si zdokonaloval své přednosti a staly se rovnovážnými konkurenty ve filmovém průmyslu.

[1]

Od vzniku digitální technologie udělal filmový průmysl veliký pokrok a otevřel spoustu cest, kterými se kameraman může vydat. Od boje o nejlepší technologii jsme se dostali do doby, kdy stojíme před jejich širokou škálou a tím i širokou škálou voleb. Na nás je vybrat si tu, která nejpřesněji náleží danému projektu. Jednou z nich je digitální formát RAW a tím se taky budeme zabývat v této práci. Konkrétně se budeme bavit o tom co formát RAW je a jak se liší jeho vlastnosti od ostatních formátů. V čem spočívají jeho přednosti a v čem může být RAW nepřítelem. Pokusíme se zabránit jeho mylným interpretacím a budeme mluvit i o tom, kdy je pravděpodobně nejlepší RAW využívat.

2. RAW

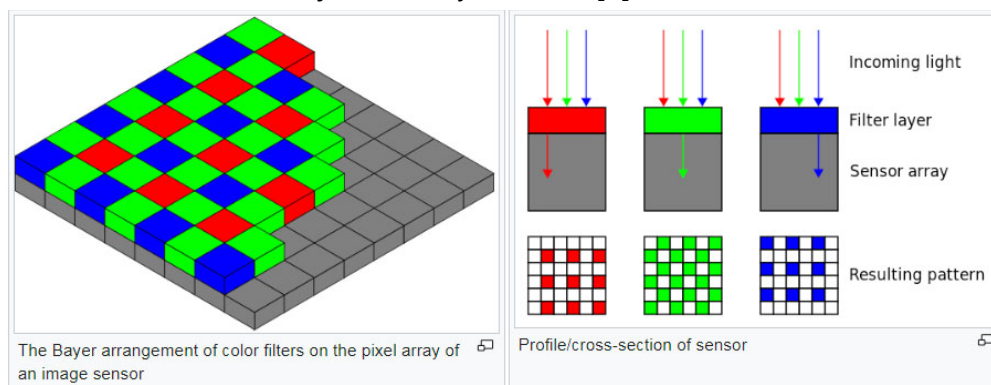
RAW ve vlastním překladu znamená syrový, to už naznačuje důvod jakého původu bude video formát s takovým názvem. V podstatě za to, výraz RAW označuje absolutně syrový nezprocesovaný, nekomprimovaný signál s přímou cestou ze senzoru na záznamové médium. RAW data jsou ve své podstatě neviditelnými obrazy v podobě toku informací o tom, jaká jasová úroveň byla změřena na které části senzoru. Hodnoty jsou později překonvertovány do digitální podoby za pomoci interních kamerových A/D konvertorů. A/D převodník je součástí určená pro převádění spojitého nebo-li analogového signálu na signál digitální. Důvodem proč převádíme signál je umožnění zpracování původně analogového signálu na počítačích, v číslech. Na základě toho jak tyto konvertory pracují, jsou přepsány do 12, 14 nebo více bitové hloubky. Pokud jsou data ze senzoru kvantovány ve 12 bitové hloubce, má každý pixel v uložených 4096 tonálních úrovních a 14 bitová hloubka umožňuje rozsah až 16384 tonálních úrovních na pixel. [2] RAW je stejně jako Log video kodek. RAW ale na rozdíl od Logu v sobě nemá nenávratně zapsané některé informace o expozici a barevnosti. Tyto parametry u formátu RAW můžeme měnit později v postprodukcii. To neznamená, že nemusíme mít správně zacloněno, ale nastavení citlivosti senzoru v kameře můžeme upravit v postprodukcii. V procesu mezi RAW a viditelným videem musí dojít k několika krokům. Všechno začíná takzvanou debayerizací, která tvoří skládáním signálu s informací o jasu a ze signálu informací z Bayerovy masky obraz barevný. V obraze je spousta drobných detailů, hran a struktur, které se musí v kameře zrekonstruovat, k tomu slouží další krok a to je takzvaný „edge refinement”. Díky několika algoritmům se struktury v obraze jeví přesné a ostré. Všechny senzory v nějakém momentu expozice začnou šumět všemi možnými tečkami, zrnky, čárami a červeno-zeleno-modrými body v obraze. Speciálně ve stinných částech obrazu, tedy musí pochopitelně proběhnout Redukce šumu, v kameře nebo v postprodukčním softwaru, ten by si s tím měl umět poradit a částečně šum redukovat. Neméně důležitá je barevná teplota a převedení signálů do zobrazitelných barevných prostorů. Dále lze uvést „tone-mapping” neboli mapování tónů, tónovou reprodukci, mapování intenzity světla, jinak řečeno rozsah obrazu. Tone mapping vezme data ze senzoru a poskládá z nich křivku zobrazovaného obrázku jako

je log. Pokud točíme do Logu, všechny tyto části procesu se stanou v kameře. Pokud točíme do formátu RAW, tyto procesy se stanou v kameře, ale data ze senzoru zapíše jako jedničky a nuly, a výstup z kamery tyto úpravy obsahuje pouze v metadatech. Takže RAW umožňuje jejich úpravy později v postprodukci. A jsme tedy schopni obraz mnohem více ovlivnit. [3]

3. DE-BAYERING

Abychom „vyvolali“ RAW na viditelný obraz, musí obraz projít takzvaným De-Bayeringem. To zahrnuje jak prolnutí barev do jasového, o kontrastu informaci nesoucího signálu z kamery, tak s tím související nastavení parametrů jako je vyvážení bílé, Redukce šumu, umístění do barevného prostoru nebo nastavení citlivosti senzoru. To vše se odehrává v postprodukci, implicitní nastavení, to jak se nám obraz zobrazí, je nastavení na základě metadat z kamery nebo připravených nastavení. Díky tomu jsou všechny tyto kroky neztrátové pro data z kamery.

V podstatě jde o proces, kdy se ze zaznamenaných dat z kamery, které jsou vedeny pouze v jednom lumenčním kanále, stane obraz barevný a zobrazitelný v potřebném barevném prostoru. De-bayering pracuje s daty z Bayerova filtru a disponuje jednou velkou výhodou pro budoucnost. Tou výhodou je, že pokud základní princip převádění formátu RAW do viditelného obrazu zůstane stejný a to je velice pravděpodobné. Znamená to, že pokud přijde výrobce s aktualizací nebo novým algoritmem pro rekonstrukci signálu, redukce šumu a podobných funkcí může tento nový algoritmus aplikovat na stará data a tím získat nový, kvalitnější obraz. [4]



Obr.1- Bayerova maska, řez jednotlivými částmi subpixel s jejich názorně ukázanou funkcí

4. FORMÁTY RAW

4.1 ARRI RAW

ARRIRAW je 12 bitovým RAW kodekem podobným jako je například Cinema DNG. ARRIRAW má stejnou bitovou hloubku jako PRORES, ale pokud dekódujeme ARRIRAW logaritmicky, dostaneme 16 bitovou hloubku. Obsahuje nezfiltrovaná data přímo ze senzoru. Data z kamery mohou být nahrávány díky certifikovaným rekordérům od Codex nebo Cineflow. V případě že při natáčení používáme ARRI objektivy s lens data systémem(LDS), ARRI RAW formát nahrává statická i dynamická metadata. ARRI RAW je formátem pro nekompromované, nekódované data přímo ze senzoru. Často je tedy nazýván digitálním negativem díky tomu, že ARRI RAW je jediným formátem, který drží reprodukci barev a úroveň expozice v nekompromovaných datech. Stejně jako filmový negativ ARRIRAW data musí být „vyvolána“ nebo přesněji řečeno zpracována Bayerovým vzorcem za účelem přetvoření jednokanálového obrazu do barevného, viditelného a standartně pozorovatelného lidským okem a myslí. Výrobce ARRI přišel s aktualizací s přívlastkem „XR“ pro svoje kamery, díky kterému je schopný nahrávat ARRIRAW interně. Formát ARRIRAW je zaznamatelný interně ARRI kamerami a to konkrétně: ALEXA mini, ALEXA mini LF, ALEXA LF, ALEXA XT Plus, ALEXA SXT, ALEXA SXT W, ARRI Amira. Starší modely, konkrétně ALEXA Classic, ALEXA Plus/Plus 4:3, ALEXA-M and ALEXA Studio mají možnost nahrávání ARRIRAW skrze HD-SDI output pouze za doprovodu certifikovaného rekordéru pomocí T-link signálu. ARRIRAW je zapisován ve formátu s .mxf nebo .ari koncovkou. Abychom převedli ARRIRAW do RGB dat, ARRI nabízí ARRIRAW konvertor. Ale díky tomu, že má ARRI poletité spolupráci provázanou „workflow“ s vývojáři posprodukčních softwarů, softwary znají dobře ARRI formáty a jsou schopní na ně okamžitě reagovat, číst jejich statické i dynamické metadata a tím být plně schopni naplňovat RAW „workflow“.

Těmito softwary jsou:

Adobe Premiere Pro Speedgrade od CS6 dál

Assimilate Scratch od verze v6.1 dál

BLACKMAGIC Design Resolve od verze v9.1.6 dál

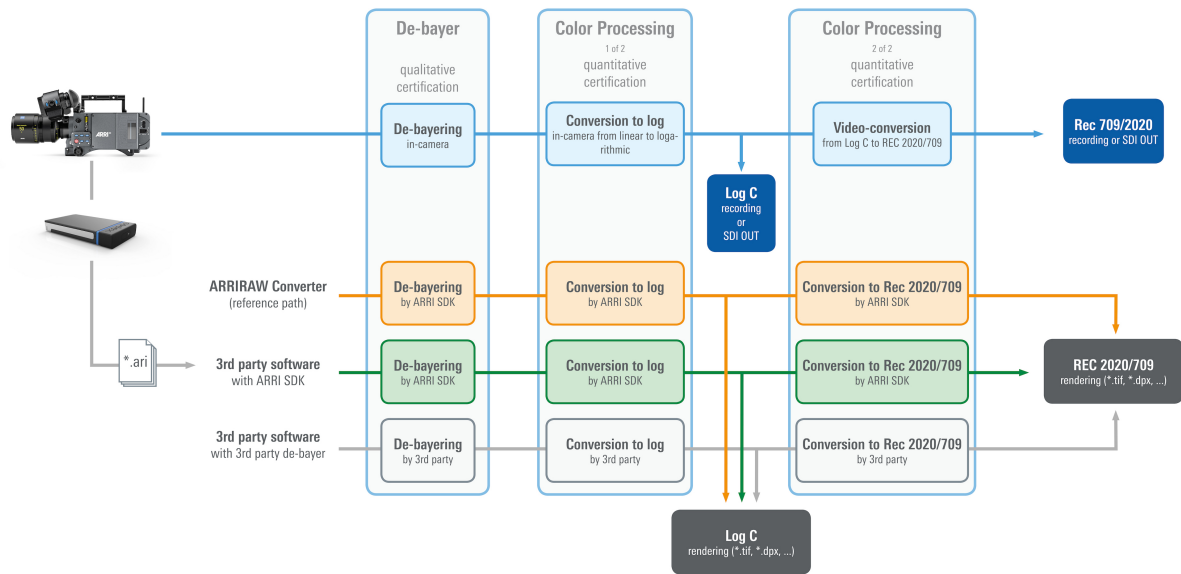
Colorfront OSD

Digital Vision Nucoda Filmmaster od verze v2011_0 dál

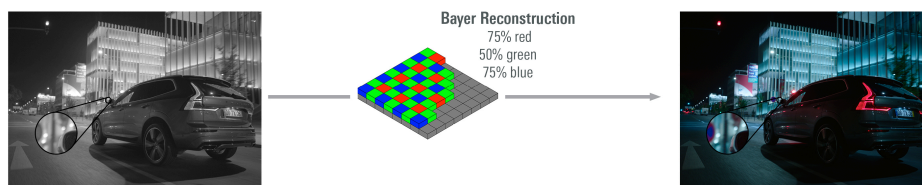
Quantel Pablo

The Foundry Nuke

[6]



Obr. 2: ARRIRAW Workflow



Obr. 3 - Ilustrovaná, zjednodušená demonstrace ARRI RAW debayeringu

V základu má ARRIRAW, jako každý jiný RAW formát, jeden „barevný“ kanál (jde o jasový kanál s barevným kódováním). Algoritmus pro rekonstrukci barev nebo-li de-bayering dopočítá chybějící komponenty pro každý pixel na základě umístění barevných filtrů na sensoru a vytvoří barevný obraz. Obrázek(Obr.3), z oficiální stránky ARRI, nám na levé straně ukazuje jednokanálový jas nesoucí obraz, který doprovázený informací o barvě z Bayerova filtru, uprostřed, promění v zrekonstruovaný obraz napravo. Polovina zelených hodnot je místo zobrazení dopočítána z okolních pixelů a jejich hodnot, 25ti procent červených a 25ti procent modrých. Výsledná kvalita obrazu je hodně závislá na algoritmu de-bayeringu. Obecně řečeno jednoduchý algoritmus bude rychlejší, ale má větší sklon k barevným chybám. ARRI RAW je druhým nejmladším RAW formátem, počítáme-li *PRORES RAW*, a je využíván řadou světově úspěšných kameramanů jako je Rodger Deakins (*James Bond, Skyfall, Prisoners, Unbroken, Sicario* nebo Oskarem za nejlepší kameru oceněný film *Blade Runner 2049*). Dalším kameramanem, který s ARRIRAW pracuje pro jeho flexibilní možnosti je Emmanuel Lubezki. Tvůrce je vyhlášený jeho oblibou práce s přirozeným světlem a s režiséry, kteří často pracují v podmínkách vyžadujících maximální kvalitu při minimálním množství techniky na svícení. O ARRIRAW mluvil Lubezki výhradně v souvislosti s možnostmi, které díky ARRI-RAW měl v postprodukci filmu *Revenant* po natáčení v podmínkách nízkých hladin přirozeného osvětlení. [7]

4.1.1 SHRNUTÍ ARRIRAW

VIDEO

Bitová hloubka : 12 bit

Brevné podvzorkování: 4:4:4

Poměr stran: 16:9 ARRIRAW: 1.34Gb/s nebo 605GB hodina

4:3 ARRIRAW: 1.79Gb/s (přibližně 224MB/s) nebo 806GB hodina

Codec: nekomprimovaný

Rozlišení:

16:9 = 2280 x 1620

4:3 = 2280 x 2160

cropped 4:3 = 2578 x 2160

open gate 4:3 = 3414 x 2198

Snímací frekvence:

Alexa XT 16:9 >120 fps

Alexa XT 4:4 >90 fps

Alexa XT 4:3 Open Gate > 75fps

Classic Alexa 16:9 s externím rekordérem >60 fps

Classic Alexa 4:3 s externím rekordérem >48 fps

Software:

Adobe Premiere Pro Speedgrade od CS6 dál

Assimilate Scratch od v6.1 dál

Blackmagic Design Resolve od v9.1.6 dál

Colorfront OSD

Digital Vision Nucoda Filmmaster od v2011_0 dál

Quantel Pablo

The Foundary Nuke

Přípona souboru: .ari

Záznamové médium:

Externí rekordéry (jakákoliv "Alexa Arriraw T-Link"):

Codex Digital Onboard S & M

S.Two OB- 1

Astrodesign HD - 7502

Convergent Design Gemini

CineFlow, Cine Take

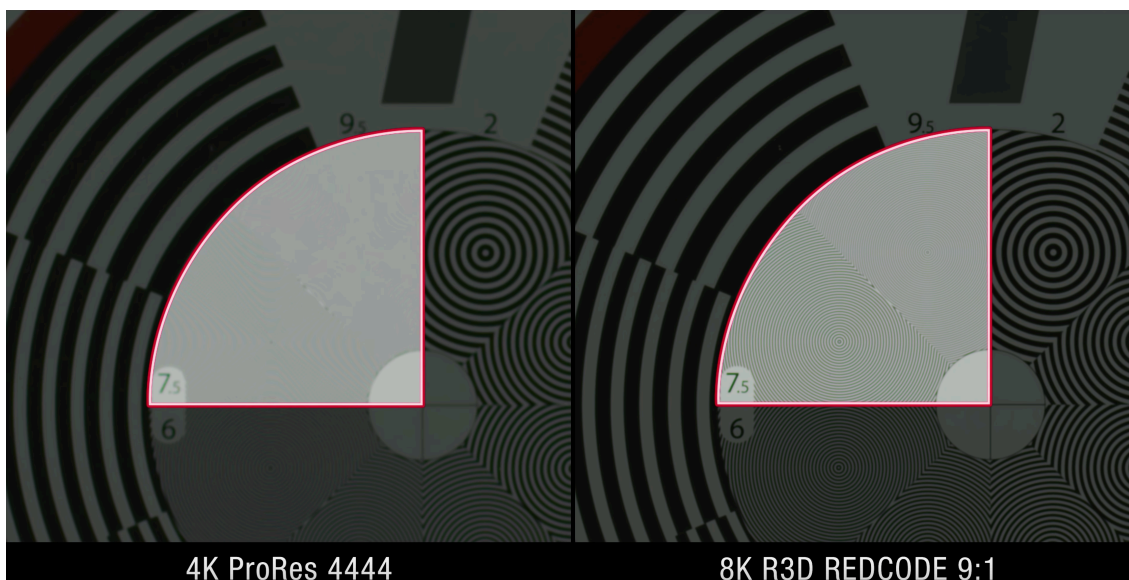
The logo for ARRIRAW, featuring the word "ARRIRAW" in a bold, black, sans-serif typeface. The letters are widely spaced and have a slightly irregular, hand-drawn quality.

Obr.4 - ARRIRAW oficiální logo

4.2 REDCODE RAW (2007)

REDCODE RAW je RAW formátem, do kterého zaznamenávají kamery od firmy RED. Od roku 2007, kdy výrobce představil svojí první kameru RED ONE s možností záznamu do formátu REDCODERAW se RED pyšní nejdelší tradicí tohoto záznamu. REDCODERAW tenkrát umožnil záznam do rozlišení 4k a do dnes je to nejpoužívanější formát schopný natáčet do vysokého rozlišení. Význačný je hlavně tím, že je schopný zaznamenávat do velkého rozlišení při poměrně rozumném datovém toku díky možnosti komprese přímo v kameře. Kamera nabízí kompresi v poměru od 3:1 do 18:1. Například pokud budeme natáčet 5:1 znamená to, že jde o 5-ti násobnou kompresi vůči nekomprimovanému obrazu z kamery, pokud budeme točit 8:1 jde o 8 násobnou kompresi vůči nekomprimovanému obrazu. Je to tedy poměr mezi velikostí souborů z nekomprimovaného a komprimovaného záznamu. To je výhodou REDCODERAW, pokud jsme například omezení velikostí diskového pole, můžeme zvýšit kompresi a velikost souborů rapidně klesne bez ztráty výhod formátu RAW. Pokud je prioritou kvalita záznamu, REDCODE RAW je schopný při podobné velikosti dat jako vzniknou při natáčení 4K procesu zaznamenávat 8K s vysokým množstvím detailů. Častou intencí je točit do co nejméně komprimovaného nebo dokonce nekomprimovaného nastavení, tím bychom ale 480-ti gigabajtový SSD disk, na který RED kamery zapisují data naplnili za 80 sekund. REDCODE je velice užitečný, to že můžeme točit do minimálně komprimovaného formátu neznámá to, že bychom měli. Komprese mezi 5:1 a 8:1 jsou subjektivně bezztrátové. Čím vyšší komprese záznamu, tím menší velikost souborů a množství dat. Komprese ovlivňuje datový tok, je na ní tedy závislý i maximální snímková frekvence nebo natáčení do HDR.

RED disponuje vlastní HDR technologií a to technologií HDRX. HDRX rozšiřuje dynamický rozsah o 6 stop a to díky dvojitému současnému záznamu se stejnými rozlišením i snímkovou frekvencí. První záznam je exponován standardně a ten druhý záznam je podexponovaný (takzvaný X-track) s expozičními hodnotami zaznamenávajícími detaily ve světlých částech obrazu. Oba záznamy jsou pevně spojené a nedisponují žádným časovým zpožděním. To je rozdíl od jiných dvojitě zaznamenávajících způsobů snímání, které mohou mít drobné zpoždění a tím vytvářejí nechtěné pohybové stopy. [9]



Obr. 5 - rozdíl rozlišovací schopnosti formátu ProRes ve 4K a REDCODE 8K - při stejném datovém toku

Čím vyšší rozlišení pro REDCODE RAW kodek využíváte, tím účinnější tento kodek bude. To je k poměru vysokých rozlišení do kterých RED nahrává velikou přesností REDCODE RAW. RED kamery fungují tak, že pokud snižujeme rozlišení, využíváme záznam pouze z části senzoru a tím se nám v podstatě mění šířka záběru a vzniká výřez. Díky REDCODE RAW možnosti komprese můžeme obraz zkomprimovat na kvalitu potřebnou pro nižší rozlišení požadované výsledným produktem. Pokud například potřebujeme výstup v HD kvalitě a ne nezbytně v UHD, použijeme odpovídající kompresi 10:1. Neexistuje doporučení specifikující konkrétní kompresi, nejčastěji využívanou kompresí je rozmezí jmezi 8:1 a 12:1. Doporučuje se pro specifický výstup udělat test a vybrat si příslušnou kompresi na základě jeho výsledku. Tak zabráníme zbytečné ztrátě kvality, ale taky zbytečnému přenášení většího než nezbytného množství dat. REDCODE RAW je zapsaný v souborech s příponou R3D. Tento formát je kompatibilní s jakýmkoliv souborovým systémem (speciálně FAT32), rozděluje totiž soubory automaticky na 4GB segmenty. Je důležité zmínit, že RedCODERAW zapisuje ohromné množství metadat, díky kterým víme přesně jak byl záběr natočen. To ocení speciálně ve VFX postprodukcí. Pokud potřebujeme natáčet do vyšší snímkové frekvence, musíme počítat se ztrátou v rozlišení nebo kompresi REDCODU. REDCODE RAW workflow to dělá našťestí za nás a my si jen upravíme poměr mezi kompresí a úbytkem rozlišení. Díky občasné informovanosti produkce nebo producenta se může stát, že svým

producentským slovem může v některých případech ovlivnit nastavení komprese podle potřeb na finální výstup. Je důležité mít vždy na paměti pro jaké účely materiál natáčíme. Na stránkách <https://www.red.com/recording-time> je k dispozici nástroj zvaný RED TOOL, který slouží k výpočtu průměrného datového toku a odhadne váš maximální čas záznamu. [8]

Jedním z nástrojů úzce spjatým s REDCODE RAW workflow v postprodukcii je software vyvinutý RED výrobcem, RedCINE-X. RedCINE-X je volně dostupná kolekce softwarů vyvinutá speciálně pro RED systémy. V RedCINE-X se nacházejí nástroje na barevné korekce, úpravu obrazu, ale i odšumování. U některých kamer, například RED DRAGON se objevil nadměrný výskyt červeného šumu při natáčení ve všech hladinách osvětlení, takže vyvinula firma RED zatrhávací pole DEB (Dragon Enhanced Blacks) pro odstranění tohoto šumu, který v RedCINE-X aplikujete na svůj materiál a tím připravíte k dalšímu zpracování už vyčištěná data. [15]

File Format - 24FPS	Data Rate MB/s
8K Uncompressed 16BIT (TIFF/DPX/EXR)	5098MB/s
6.5K Competitors RAW	732MB/s
8K ProRes 4444	566MB/s
3.4K Competitors RAW	271MB/s
8K R3D (8:1)	162MB/s
4K ProRes 4444	141MB/s
2K ProRes 4444	56MB/s
4K R3D (6:1)	54MB/s

Obr. 6 - Tabulka porovnávající datové toky různých formátů a rozlišení

4.2.1 SHRNUTÍ REDCODE RAW:

Bitová hloubka: 12 bit

Komprese: wavelets, podobné kompresi JPEG2000

Minimální a maximální míra komprese: 3:1 - 18:1

Barevné podvzorkování: 4:4:4

Poměr stran: 16:9 (1,78:1), 2:1, 2,4:1

Snímací frekvence:

23.98p, 24p, 25p, 29.97p, 47.95p, 48p, 50p, 59.94p, 60p

Datový tok: až 300Mb/s, záleží na snímkové frekvenci, kompresi, zvolenému rozlišení a případně natáčení do HDRx

Rozlišení:

6K (6144x3160)

5K (5120x2700)

4.5K (4608x2412)

4K (4096x2160)

3K (3072x1620)

2K (2048x1080)

2K HD (1920x1080)

Přípona souboru:

.R3D

Kompatibilní úložiště:

Převážně tzv. RED Magy (SSD disky od firmy RED)

[10]



Obr. 7 - Oficiální logo firmy *RED Digital Cinema*

4.3 SONY RAW

Firma SONY má dlouholetou tradici v nahrávání do formátu XAVC a to je dodnes jejím hlavním interním nahrávacím formátem. I tak SONY myslelo na potřeby nahrávání do RAW formátu a vymyslelo způsob nahrávání formátu RAW sekundárně a primárně do svého vlastního rekordéru nebo do rekordéru od jiného výrobce. Rekordér SONY nesoucí název *AXS-R5* nebo *AXS-R7* slouží k sekundárnímu nahrávání formátu SONY RAW. Ten stejně jako je zvykem pro RAW formáty, nahrává nezprocesovaná data ze senzoru. Narozdíl ale od ostatních kamer produkujících RAW, SONY RAW je 16 bitový lineární formát. SONY RAW je nahráván jako variace různých souborů, které musejí být v postprodukci vyvolány, takže máme kompletní RAW kontrolu na obrazem v postprodukci.

Samotný *AXS-R5* rekordér pracuje s kamerami *F700*, *PM-F55* a *PMW-F5* pro využití jejich maximálních možností a natočení nejvyšší kvality materiálu. V tomto případě se jedná o 16-bit RAW ve 2K nebo 4K rozlišení. Rekordér nahrává na *AXSM* paměťové karty, které jsou kompatibilní s dostupnou *USB3.0* čtečkou karet (*AXS-CR1*). V počítači si můžeme RAW přehrát taky pomocí přehrávače vyvinutým firmou SONY, *RAW Viewer software*.

AXS-R7 je následovníkem *AXS-R5*. Spolupracuje s kamerami *F5*, *F55*, *SONY VENICE*. Kromě toho, že je *AXS-R7* odolnější vůči povětrnostním podmínkám, zvedá předchozí 2K RAW standart na 4K RAW při stejných možnostech. Taky zdvojnásobí 4K RAW z maximální snímací frekvence 60fps na 120fps. Disponuje dvěma sloty na paměťové karty pro duální nahrávání pro zrychlení zálohování RAW souborů nebo pro rozšíření nahrávací kapacity. Tento rekordér taky nabízí možnost RAW „prerecordingu” až 30 sekund ve „standby“ módu. Stavba rekordéru je bitelnější a otevírá možnost točení do formátu RAW i v podmínkách natáčení dramatu v komplikovaných podmínkách, dokumentu nebo natáčení v divoké přírodě. *ASX-R7* disponuje novým nahrávacím formátem *X-OCN*. Tento nový formát podporuje vysokou kvalitu workflow s nízkým datovým tokem. Systém přitom zachovává všechno co viděl senzor s tonálními přechody 16 bitového záznamu. To je naprosto ideální pro barvení HDR obrazu nebo workflow která vyžaduje větší než 10 nebo 12 bitovou hloubku obrazu. [11]

RAW zde zastupuje opět roli formátu otevírajícího možnost lepších podmínek pro čistější color grading a přesnější workflow pro další postprodukcii. SONY 16 bitové nahrávání disponuje schopností reprodukovat větší množství barevných tónů než lidské oko. SONY RAW má šestnáctkrát více červených, zelených a modrých tónů než 12 bitový RAW formát a šedesát čtyři krát více barevných tónů než 10 bit. SONY RAW je jedním z ideálních formátů pro workflow *Academy Color Encoding* systému jinak zvaného ACES. Díky nahrávání RAW formátu jako sekundárního do externího rekordéru, můžeme nahrávat zároveň i interně na SxS paměťové karty XAVC nebo *Proress Proxy* a tím mít rovnou připravené offline soubory jako denní práce a pro střih. Všechna metadata včetně timecódu (opravit) budou shodná a vyhneme se případným problémům s přelinkováním záběrů v postprodukcii.

Jednou z častých otázek při seznámení se s faktem, že SONY nahrává RAW externě je jak moc externí rekordér ovlivňuje ergonomii, váhu a velikost kamery, přeci jen to zní jako věc navíc. Naštěstí na to firma SONY myslela a externí rekordéry vyrábí tak, aby kameru jen lehce prodloužily a váhově jí moc nezatěžovaly (viz Obr.8). Tvar přispívá i k tomu, aby byla kamera příhodná například k rigování pro 3D stereoskopii.

SONY F55 dovoluje při nahrávání do 2K až 240fps a F5 dovoluje ve stejném rozlišení 120fps, to při 16 bitovém barevném rozsahu. SONY RAW používá neoddělené gama křivky. Díky 16 bitové kvantizaci jsme schopni vidět celý 14 clonový rozsah v lineárním zobrazení. Například u SONY F65 může být rozlišení z RAW RGB signálu jakékoliv mezi HD nebo 8K, protože CMOS senzor kamery SONY F65 poskytuje horizontální rozlišení 8182 pixelů. Díky tomuto procesu podvzorkování pro vytvoření nižšího než nativního rozlišení senzoru se nám nabízí spousta výhod spojených s postprodukcí. Například máme lepší podmínky, více a přesnější body pro stabilizaci a „compoziting“.

SONY RAW může být zobrazen přidanými softwary jako je RWV-10 RAW Viewerem. Avid Media Composer a Adobe Premiere podporují přirozené použití SONY RAW.



Obr 8 - Kamera SONY F5 s externím rekordérem AXS-R7 (v prostřední, zadní části) a V-mount baterií (vpravo)

4.3.1 SHRNUTÍ SONY RAW:

VIDEO

Bitová hloubka: 16 bit

Komprese: 3.6:1, 6:1

Poměr stran (senzor): 17:9 (1,89:1)

Rozlišení: až do 8192x2160

Framerate: 1-120fps variabilní framerate,

23.98p, 24p, 25p, 29.97p, 59.94p, 60p

Datový tok: 1.2 - 2Gbit/s

ZÁZNAMOVÉ MÉDIUM

Formát: MXF

Úložiště: SR Memory Cards

[12]

SONY

Obr. 9 - Oficiální logo firmy SONY

4.4 BLACKMAGIC RAW

BLACKMAGIC je druhý, pokud počítáme *PRORES RAW*, nejmladším výrobcem kamer nahrávajícím do formátu RAW. S novým firmware updatem, *BLACKMAGIC* nabízí pět interních kodeků, ze kterých si můžeme vybrat. *BLACKMAGIC RAW* má stejně jako *PRORES RAW* dvě různé metody kódování. Jednou metodou je kódování v konstantním datovém toku a druhou je kódování v konstantní kvalitě. Například pokud máte scénu na narozeninové oslavě. Všichni najednou začnou rozhazovat konfety a natáčíme v kodeku s konstantním bitrate, konfety začnou poletovat v obraze a náš bitrate zůstane stejný, může se stát, že klesne kvalita obrazu. To proto, že je v obraze spousta nových detailů a kodek nemůže změnit bitrate tak, aby detaily reprodukoval. Na druhé straně pokud použijeme kodek pro držení konstantní kvality a dostaneme se do podobné situace, kdy se v obraze najednou objeví množství nových detailů, změní se prudce barevnost obrazu nebo výrazně větší množství věcí v obraze je v ostrosti, bitrate se zvýší. Tím se přizpůsobíme novému detailu a udržíme jeho kvalitu. Pokud se ocitnete v situaci, kdy se moc charakteristik obrazu nemění, můžete použít kodek pro konstantní bitrate. V tom případě nám *BLACKMAGIC RAW* nabízí kompresi 3:1, 5:1, 8:1 a 12:1. Pokud ale točíme scény, kde se může hodně věcí nečekaně měnit, točíme materiál pro VFX nebo potřebujeme vysokou a konstantní kvalitu, vybereme si kodek s konstantní kvalitou.

U starších modelů kamer od firmy *BLACKMAGIC* se formát RAW ukládal jako *Cinema DNG*, což je sekvence jednotlivých snímků DNG. To je veliké množství materiálu náročné na přehrávání, bylo téměř nemožné se dívat na materiál bez toho aby si uživatel vyexportoval offline náhled. *BLACKMAGIC* tedy vyvinul *BLACKMAGIC RAW*, který už nerozděluje záběr do snímkové sekvence, ale zůstává jako jeden celistvý soubor. Ten bere v úvahu výkonnost vašeho procesoru a operační paměti. Díky tomu je schopný záběry přehrávat rychle a efektivně. *BLACKMAGIC RAW* umožňuje jako většina RAW souborů změnu barevné teploty, tint tónu nebo možnosti změny nastavení citlivosti senzoru a podobně. Jednou z výhod *BLACKMAGIC RAW* workflow jsou jeho metadata, jsou zapsána v souborech ve svém originálním znění, pokud je tedy začneme upravovat v postprodukci, vytvoří se sekundární datová informační

tabulka, kam se zapisují metadata změněná a můžeme je tak kdykoliv porovnat nebo se k nim kdykoliv vrátit.

Další důležitou vlastností BLACKMAGIC RAW je rozdělení De-Bayeringu částečně do postprodukce a částečného De-Bayeringu v kameře. Co to vlastně znamená je, že místo toho abychom čekali až za náš počítač zprocesuje všechny data. Takže spojí všechny červené, zelené, modré signály a postaví z nich pixel, to se stane částečně už v kameře. Díky tomu nejsme závislí na konkrétním softwaru, který nám zprocesuje De-Bayering a přehraje záběry. Nevýhodou je, že pokud v budoucnosti přijde výrobce s novým algoritmem, nebudeme schopní ho úplně aplikovat na starší záběry a tím zvýšit zpětně jejich kvalitu. Budeme schopni ho aplikovat částečně, ale část De-Bayeringu už je zapsána ve zdrojovém materiálu z kamery. Nemůžeme se tedy kompletně vrátit k plně RAW materiálu což přináší otázku. Je BLACKMAGIC RAW opravdu RAW nebo je to formát s vysokým dynamickým rozsahem a metadata variabilitou nástrojů. BLACKMAGIC RAW má „pouze“ 12 bitovou hloubku, oproti tomu RED RAW nám dovolí 16bit, SONY RAW má 16 bitovou hloubku a PRORES RAW nemá konkrétní limit. BLACKMAGIC RAW je kompatibilní se všemi běžně užívanými systémy ať už je to *MAC*, *LINUX* nebo *WINDOWS*, oproti tomu například PRORES RAW je kompatibilní pouze s MAC platformami. [12]

4.4.1 SHRNUÍ BLACKMAGIC RAW:

VIDEO

Bitová hloubka: 12bit

Komprese: 3:1, 5:1, 8:1, 12:1

Poměr stran (senzor): 16:9

Rozlišení: až 4,6k, 4608x2592

Framerate: 306.67 fps (4,6k), 445.96 fps (UHD), 740.16 fps (FHD)

Datový tok: 46 Mb/s (12:1) -> 548 Mb/s (nekomprimovaný)

ZÁZNAMOVÉ MÉDIUM

Formát:

.bRAW

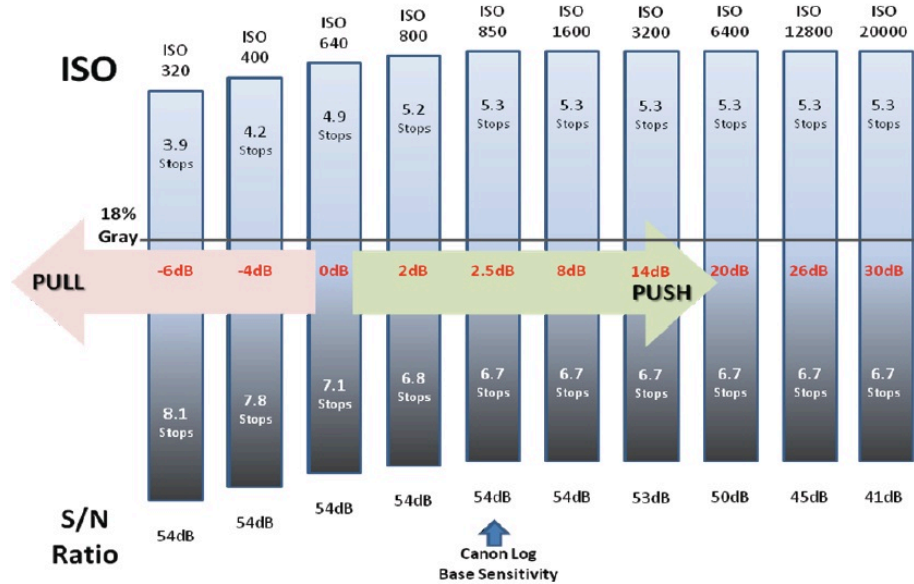
a metadata jsou v souboru s koncovkou .sidecar [13]

4.5 CANON RAW

CANON RAW může být zaznamenáván pomocí externího rekordéru jako je Codex S, Odyssey Q7+ nebo Convergent Design Gemini 4:4:4. CANON RAW je v několika vlastnostech odlišný od ostatních RAW formátů. [16]

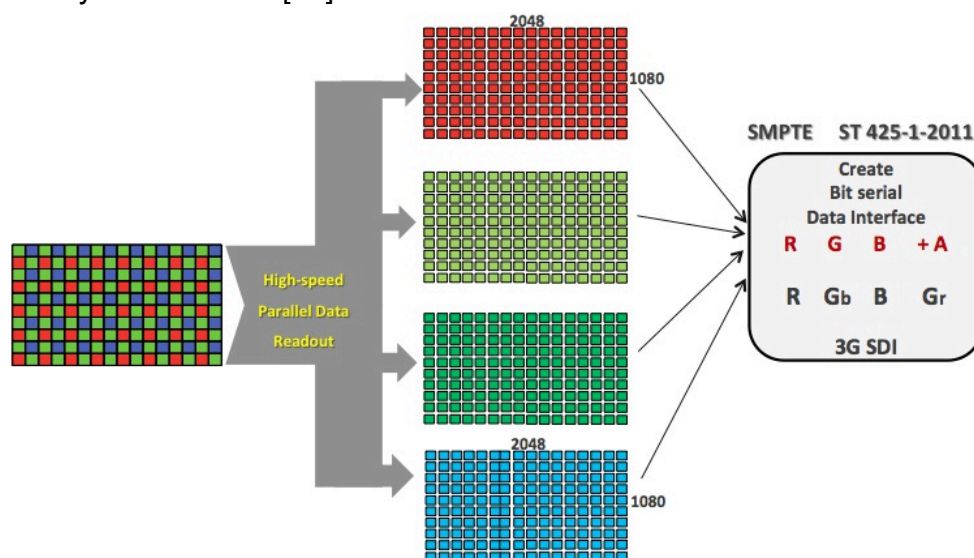
CANON RAW zaznamenává do sekvence snímků podobně jako *ARRI* RAW nebo *CinemaDNG*. Každý snímek je jednotlivým .RMF (RAW Media Format) souborem. Každý záběr je v podobě složky naplněné jednotlivými snímky. Každý z těchto snímků má přibližně 11MB, tím je CANON RAW datově objemnější než jakýkoliv jiný formát. Jedna minuta záznamu vytváří 16GB materiálu a 950GB tvoří objem jedné hodiny záznamu. Teď se ale bavíme o nezkomprimovaných RAW datech, většina ostatních RAW formátů jako *RED RAW* nebo *SONY F65 RAW* (F5 a F55 stejně tak) jsou do nějaké míry zkomprimované.

CANON RAW je 10 bitový formát se zapsaným nastavením citlivosti sensoru(gain) a vyvážení bílé. Patří tedy opravdu CANON RAW mezi RAW formáty? Všechno to má to ale svůj důvod. Díky tomu, že CANON zapíše informace o expozici do materiálu, materiál si drží konzistentní dynamický rozsah nad i pod úrovní středně šedé, to i při vysokých citlivostech. Díky tomu je schopný efektivněji aplikovat Redukci šumu a i při vysokých citlivostech je materiál použitelný. Tady je tabulka znázorňující jak se pohybuje dynamický rozsah při změně nastavení citlivosti, a všimněte si jak rozsah zůstává stejný nad iso 850(základní citlivost kamery).



Obr. 10: Grafické znázornění poměru posazení dynamického rozsahu vůči nastavené citlivosti senzoru

Otázka zda je CANON RAW opravdu RAW zůstává. A ano je, protože De-Bayering probíhá stále v postprodukci. Můžete přirovnat používání syrových RAW dat v podobě CANON RAW jako pokud by jste si objednávali steak středně propečený. CANON produkuje data jako více 2k signálů. Červený signál, modrý signál a dva v zelené. To odpovídá SMPTE standardům, avšak druhý zelený signál je umístěn tam kde by měl být umístěn alfa kanál. Tyto čtyři signály vytvoří dohromady RMF soubor. Každý klip obsahuje taky audio soubory a metadata. [14]



Obr.11- Uspořádání Bayerovy informace pro CANON

4.5.1 SHRNU TÍ CANON RAW

VIDEO

Bitová hloubka: 10bit

Komprese: částečná

Poměr stran (senzor): 3:2

Rozlišení: až 4K

Snímková frekvence: 60p a až 120p při polovičním rozlišení

Datový tok: 50Mbps

ZÁZNAMOVÉ MÉDIUM

Formát: .rmf

Úložiště: SSD disk kompatibilní s externím rekordérem

CINEMA EOS

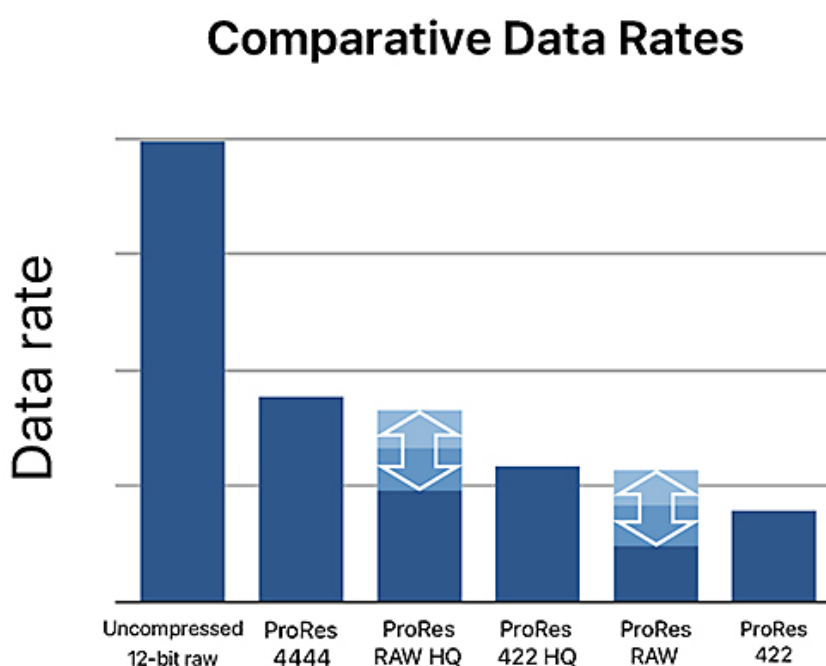
Canon

Obr.12: Oficiální logo *CANON Cinema* systému

4.6 PRORES RAW

V roce 2018 představila na veletrhu NAB firma *Apple* video formát PRORES RAW. Tím se dlouho nepitvané téma RAW dostalo zpět do záře reflektorů. Eliminace hlavního problému natáčení do formátu RAW, masivní množství dat, je zdá se přesně to co měla firma *Apple* na mysli. PRORES RAW je novým formátem podporující částečnou RAW flexibilitu a přitom datově nenáročnou workflow. *Apple Proress* RAW kodek rodinka slibuje vysoký výkon při nízkých datových tocích, jako přínos do zaběhnuté RAW workflow.

PRORES RAW by měl mít velikost datového toku někde mezi *ProRes 422* a *422HQ*, zatímco PRORES RAW HQ se vejde někam mezi *422 HQ* a *PRORES 4444*.



Obr. 13 - Datové toky a jejich rozmezí při různých kodecích

Kodeky 422 a 422 HQ byly dlouho vysoce kvalitním kodekem, často sloužícím jako proxy files. Dnes *Apple* přichází s RAW formátem v podobném datovém toku.

PRORES RAW je variabilní například v tom, že pokud natáčíme silně přeexponovaný nebo podexponovaný obraz, PRORES RAW vytvoří větší soubor, který bude, na základě potřeby záběru rozšiřovat svojí pružnost. Na druhé straně, přesně exponované záběry budou mít menší velikost. Stejně tak pokud obsahuje záběr větší množství detailů nebo šumu, budou kódovány ve vyšším datového toku a tím vytvoří větší soubory.

Apple dočasně omezoval podporu PRORES RAW pouze na operační systém *MAC* a izoloval uživatele jiných systémů jako je *WINDOWS* nebo *LINUX*. Podobnou taktiku zvolil *APPLE*, když přišel s formátem *PRORES*. Ten se ve chvíli kdy *APPLE* otevřel dveře pro více platform, stal rychle standardním a oblíbeným záznamovým kodekem. [15]

4.6.1 PRORES RAW SHRNUÍ:

VIDEO

Bitrate: Nemá Konkrétní Limit

Aspect Ratio (senzor): Podle kamery

Rozlišení: až 8K

Framerate: Podle kamery

Datový tok: 10-550 MB/s

ZÁZNAMOVÉ MÉDIUM

Úložiště: Záleží na recordéru



Obr. 14 - Oficiální logo ProResu RAW

5. NÁSTROJE PRO NATÁČENÍ RAW

5.1 Kamery nebo jim příslušné rekordéry:

ARRI (ARRIRAW) (12bit)

Všechny kamera ARRI ALEXA s XR modulem

ALEXA mini

ALEXA mini LF

ALEXA LF

ALEXA XT Plus

ALEXA SXT

ALEXA SXT W

ARRI Amira

ALEXA 65

Všechny "Alexa ARRIRAW T-Link" nahrávání schopné rekordéry

Codex Digital Onboard S & M

S.Two OB-1

Astrodesign HD-7502

Convergent Design Gemini

CineFlow, Cine Take

RED (REDCODE RAW) (16bit)

RED ONE

RED SCARLETT

RED EPIC

RED DRAGON

RED RAVEN

RED HELIUM

RED MONSTRO

RED GEMINI

BLACKMAGIC (12bit)

BM PRODUCTION Camera

BM Cinema

BM URSA mini

BLACKMAGIC Pocket

CANON(10bit)

CANON C500 (10bit)

SONY(16bit) with the AXS-R7 nebo AXS-R5 recordérem

SONY FS700

SONY FS7

SONY F5

SONYF55

SONY F65

SONY VENICE

5.2 Externí rekordéry:

Odyssey 7Q+

Atomos

AXS-R7

AXS-R5



Obr. 15 - Externí rekordéry (AXS-R7 nahoře, Atomos Ninja vlevo, Odyssey7Q+ vpravo)

6. Výhody formátu RAW

Tím, že je formát RAW většinou opravdu syrovým materiálem ve svém slova smyslu, jsme schopní s formátem manipulovat v postprodukci v rámci teploty chromatičnosti, nastavení iso, nastavení barevné složky a obecně s funkcemi spojenými s *High Dynamic Range(HDR)* obrazem. Jednou z mnoha výhod formátu RAW je, že výrobci mohou vyvinout a přidat nové algoritmy pro procesování RAW formátu. Myšleno tedy hranovou ostrost, Redukci šumu, barevné podání a podobné funkce a aplikovat je na záběry ve formátu RAW ze starších modelů stejného výrobce. Firma *RED* v roce 2018 vyvinula nový "IPP2 color science" algoritmus, který aplikovala na materiál natočený na RED ONE, první kameru která natáčela do formátu REDCODE RAW před více než deseti lety a výsledkem byl obraz, který měl mnohem ostřejší hrany, zRedukovanější šum, mnohem lépe zvládnuté vysoké tóny a lépe saturované barvy.

Jednou z dalších výhod formátu RAW je jeho postprodukční flexibilita pro případ, kdy máme natočený materiál ve světelně nekontrolovatelných podmínkách. Formát RAW obsahuje vyšší množství detailu ve stínech a stejně tak ve světlech.

7. Nevýhody formátu RAW

Formát RAW, jakožto formát mnoha možností nese pro tuto škálu možnosti i velké množství dat. I přes variace možností komprese nebo „částěčné“ RAW formáty jako třeba *BLACKMAGIC* RAW formátu nebo *CANON* RAW, je formát RAW objemnějším formátem a je tedy třeba využít k jeho zálohování větší datová pole, pro jejich zpracování výkonnější hardware a pro jejich zpracování tím pádem i více času. To vše není v současném světě až takový problém, všechno je pouze a jenom otázkou peněz. Pokud jsme „maloobchodními“ uživateli a zpracováváme si materiál sami, můžeme se setkat s množstvím úskalí nekompatibility softwarů, datových toků a kapacit našeho hardwaru. Pokud je materiál, který natočíme zpracován postprodukční společností nebo studiem je všechno přirozeně pod naprostou kontrolou, všechny studia jsou dnes zvyklá na RAW data a mnoho z nich je dokonce oceňují. Nevýhodou je, že díky datovému toku potřebuje formát RAW větší

úložiště, delší čas na i „pouhé“ zálohování a tím je značně finančně náročnější na jeho postprodukci a skladování oproti například *Prores*.

Další nevýhodou formátu RAW je, že se může v dnešní „digitální“ době stát, že se kameraman začne spoléhat na možnost mnoha změn v postprodukci a přestane dbát dostatečně na to co natáčí. Je sice pravda, že díky formátu RAW jsme schopni srovnat například nesrovnalosti v teplotě chromatičnosti, to ale většinou proběhne až v gradingu a pokud bychom to měli dělat u každého záběru, je velké množství zbytečných úkonů. Už ve střížně, kde většinou pracují s daty s jednotnou aplikovanou LUT může materiál působit zmatečně, díky tomu, že nemá srovnané teploty chromatičnosti.

8. POSTPRODUKCE RAW

RAW je v podstatě nejflexibilnějším video formátem co se týče postprodukce. Přirozeně je jeho nekomprimovaná struktura datově náročnější než jiné formáty. S tím souvisí i přirozený požadavek na výkonnější hardware, větší úložiště pro plynulý chod postprodukce a z toho přirozeně vyplývá větší finanční náročnost pro náklady na zpracování. To je často rozhodujícím faktorem při výběru mezi RAW a jinými formáty. Dříve se často formáty RAW překonvertovaly do zkomprimovaného formátu aby byly kompatibilní s jinými postupy. Proto se vývojáři softwarů rychle zaměřili na funkce pro formát RAW aby umožnili práci s jeho nativními vlastnostmi.

RAW má větší dynamický rozsah než formáty, které automaticky zpracovává kamera. Algoritmus na takovou kompresi není nikdy dokonalý a hardware má svoje limity, což vede ke ztrátě kvality.

Tak či onak čistá, nedotčená data RAW jsou obecně doporučeným formátem pro VFX a obsahují větší množství detailů a barevných valérů než jiný formát. Obsahuje největší množství metadat, které sdílejí informace o tom jak byl záběr natočen se softwary a lidmi vytvářející VFX, CGI a pod.

9. ZÁVĚR

Na otázku “Jakým způsobem formát RAW a RAW workflow ovlivňuje vaši práci?” jsem dostal několik odpovědí.

Patrik Velek, kolorista Achtung4k: *„Obecně RAW je nejlepší, protože mi dává nejvíc možností jak pracovat s materiálem, když je to podexponovaný. A potom samozřejmě preferuji log, tam už je to vlastně částečně postprodukované kamerou. Pak samozřejmě lineární data jsou vždycky nepříjemná. Jsou dobrá tak akorát pro televizní zprávy nebo maximálně dokument.“*

Pavel Marco, kolorista UPP: *„Nevidím až takový rozdíl, většinou se pracuje s ProResem, ale určitě mám lepší pocit, když mám za zády větší variabilitu. Může se stát, že se potřebujeme vzdálit původnímu nastavení obrazu pro potřeby výsledného produktu a tam je RAW velkou výhodou. Pak je otázkou jestli je to dobře natočený kameramanem, hehe. Aspoň že si vybral právě RAW.“*

Kvůli této práci jsem napsal 27 lidem a poprosil je o názor a pár stručných odpovědí na otázky týkající se formátu RAW. Z nich mi odpovědělo 7 lidí a pouze 4 z nich se vyjádřili k tématu. Tímto bych chtěl poděkovat Steve Anis, Patrik Velek a Pavel Marco za příspěvek do mé bakalářské práce.

Je důležité mít na paměti jednu věc, kterou mi řekl Steve Annis, kameraman filmu *I'm Mother*, když jsem ho požádal o názor na RAW pro účel mé bakalářské práce. Napsal mi: *„Will RAW make a bad script good script? Will RAW make it in to a better one?“*. RAW je nástroj, to jak a kdy ho použijeme je čistě na našem uvážení, neznamená, že je lepší než například LOG, má jenom jiné možnosti a jiné omezení. Je důležité si uvědomit jeho místo na žebříčku priorit při přípravě audiovizuálního díla a případně ocenit jeho kvality v postprodukcii. Napsal jsem několika kameramanům a navštívil několik koloristů. Velké množství z nich nepovažovala téma za dostatečně důležité a v podstatě naznačili, že je spousta důležitějších témat, kterými se jako kameramani zabývají při přípravě filmu. Ti, kteří mi na otázku ohledně RAW formátu odpověděli, většinou koloristi, o něm promluvili jako o nástroji, který je přínosný, ale je stále sekundárně využívaným formátem. Takže pro ně není takovou prioritou, ale pokud má produkce dostatečný rozpočet, mohou z obrazu dostat větší preciznost a ostřejší struktury, to samozřejmě záleží i na požadavku kameramana.

Několik kameramanů se k formátu RAW vyjádřilo jako k něčemu, co může jejich práci i komplikovat, pokud nemají stoprocentní jistotu péče o data a jistotu, že si s tím postprodukční společnost, se kterou budou spolupracovat, bude umět poradit. Jako všechno RAW má svojí pozici ve filmovém řetězci a stále probíhá jeho vývoj. Myslím si, že vývojáři filmových technologií jsou na dobré cestě minimalizovat chyby a nevýhody s formátem spojenými a díky hybridním formátům se RAW „workflow“ stane součástí několika dalších generací snímacích formátů. Z vypracování této práce jsem nabyl dojmu, že znalost formátu RAW je výhodou ze dvou základních důvodů. Formát RAW není až takovou výhodou jako se někdy na základě marketingových kampaní může zdát. Na druhé straně formát RAW taky dnes už není ani tak strašidelnou datovou závějí jako se o něm veřejně povídá. Je dobré vědět jak se věci doopravdy mají pro případ, že s RAWem budeme muset nebo chtít pracovat.

Použitá literatura/zdroje:

Internet:

- [1] A Brief History of RAW Footage in Video Production, dostupné na <https://www.premiumbeat.com/blog/history-raw-video-footage/> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 30.7.2019.
- [2] Understanding RAW, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=197> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 1.7.2019.
- [3] What is RAW Video?, dostupné na https://www.youtube.com/watch?v=pPA2-HBi_iY překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 3.7.2019.
- [4] What is De-Bayering?, dostupné na <https://www.apertus.org/what-is-debayering-article-october-2015> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 2013 07-21
- [6] ARRIRAW, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=6> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 5.7.2019.
- [7] ARRIRAW - uncompressed, unencrypted and uncompromised, dostupné na <https://www.arri.com/en/learn-help/learn-help-camera-system/camera-workflow/arriraw>, překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 15.7.2019.
- [8] RED tech - REDCODE RAW, dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=fgaQF8nXLWg> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 27.7.2019.
- [9] HDRX, dostupné na <https://support.red.com/hc/en-us/articles/217961768-HDRX>, překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 26.8.2019.
- [10] REDCODE RAW, dostupné na: <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=16> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 15.8.2019.
- [11] SONYRAW, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=17> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 17.8.2019.
- [12] BLACKMAGIC RAW, dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=kg4RLSE3oNY&t=1s> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 14.8.2019.
- [13] BLACKMAGIC RAW, dostupné na <https://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicraw>, překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 15.8.2019.
- [14] What Exactly is CANON RAW?, dostupné na <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/what-exactly-is-canon-raw>, překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 18.7.2019.
- [15] How to quiet noisy dragon?, dostupné na <http://nateclapp.com/2014/08/21/how-to-quiet-a-noisy-dragon/> překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 24.8.2019

[15] Apple PRORES RAW, dostupné na https://www.apple.com/final-cut-pro/docs/Apple_ProRes_RAW_White_Paper.pdf, překlad Tomáš Kotas, vyhledáno 1.8.2019.

Literatura:

[16] David Stump, Digital Cinematography, strana 390, kapitola 14, Velká británie 2014

Obrazová ilustrace:

Obr. 1 - Bayerova maska, dostupné na <https://cameras.altairastro.com/what-is-debayering-and-why-should-i-do-it-before-stacking-my-images/>, vyhledáno 4.7.2019

Obr. 2 - ARRIRAW Workflow, dostupné na <https://www.arri.com/en/learn-help/learn-help-camera-system/camera-workflow/arriraw>, vyhledáno 8.7.2019

Obr. 3 - Ilustrovaná, zjednodušená demonstrace ARRI RAW debayeringu, dostupné na <https://www.arri.com/en/learn-help/learn-help-camera-system/camera-workflow/arriraw>, vyhledáno 8.7.2019

Obr.4 - ARRIRAW official Logo, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=6>, vyhledáno 9.8.2019

Obr. 5 - rozdíl rozlišovací schopnosti formátu ProRes ve 4K a REDCODE 8K - při stejném datovém toku, dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=fgaQF8nXLWg>, vyhledáno 20.8.2019

Obr. 6 - Tabulka porovnávající datové toky různých formátů a rozlišení, dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=fgaQF8nXLWg>, vyhledáno 20.8.2019

Obr. 7 - Oficiální logo firmy RED Digital Cinema, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=16>, vyhledáno 21.8.2019

Obr.8 - Kamera SONY F5 s externím rekordérem AXS-R7, dostupné na https://pro.sony/ue_US/products/digital-cinema-cameras/pmw-f5, vyhledáno 11.8.2019

Obr. 9 - Oficiální logo firmy SONY, dostupné na <https://www.filmtechapp.com/article.php?id=17>, vyhledáno 27.7.2019

Obr. 10 - Grafické znázornění poměru posazení dynamického rozsahu vůči nastavené citlivosti sensoru, dostupné na <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/what-exactly-is-canon-raw>, vyhledáno 13.8.2019

Obr.11 - Uspořádání Bayerovy informace pro CANON, dostupné na <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/what-exactly-is-canon-raw>, vyhledáno 13.8. 2019

Obr.12 - Oficiální logo CANON Cinema systému, dostupné na https://www.pinterest.com/pindetail/TxJhox_canon-eos-cinema-logo-clipart/, vyhledáno 10.8.2019

Obr. 13 - Datové toky a jejich rozmezí při různých kodecích, dostupné na https://www.apple.com/final-cut-pro/docs/Apple_ProRes_RAW_White_Paper.pdf, vyhledáno 17.8.2019

Obr. 14 - Oficiální logo ProResu RAW, dostupné na https://www.apple.com/final-cut-pro/docs/Apple_ProRes_RAW_White_Paper.pdf, vyhledáno 17.8.2019

Obr. 15 - Externí recordéry (AXS-R7 nahoře, Atomos Ninja vlevo, Odyssey7Q+ vpravo)