

**Akademie múzických umění v Praze
Filmová a televizní fakulta**

Katedra kamery

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Proměna způsobu osvětlování ve vztahu k citlivosti
digitálních kamer**

Vojtěch Lukeš

Vedoucí práce: MgA. Martin Šec
Přidělovaný akademický titul: BcA.

Praha, srpen 2023

The Academy of Performing Arts in Prague
Film and TV School
Cinematography Department

BACHELOR'S THESIS

**Changes in film lighting methods in relation
to the sensitivity of digital cameras**

Vojtěch Lukeš

Thesis supervisor: MgA. Martin Šec

Awarded academic title: BcA.

Prague, August 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem

Proměna způsobu osvětlování ve vztahu k citlivosti digitálních kamer

vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím pouze uvedené literatury a pramenů a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu. Souhlasím s tím, aby práce byla zveřejněna v souladu se zákonem a vnitřními předpisy AMU.

Praha, dne 11. 8. 2023



.....

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu, kameramanovi MgA. Martinu Šecovi, za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Technologický pokrok dnes rychle posouvá limitace digitálních filmových kamer. Jedním z hlavních směrů vývoje je zvyšování citlivosti senzorů a snaha o dosažení kvalitního filmového obrazu při čím dál nižší hladině osvětlení. Technologie dvojitě nativní citlivosti přinesla zásadní změnu a umožnila natáčet na vyšší citlivosti bez negativních efektů jako jsou posun dynamického rozsahu a zvýšená hladina digitálního šumu v obraze.

Vývoji kamer a jejich zvýšené citlivosti se přizpůsobuje i způsob osvětlování. Vyšší citlivost kamer umožňuje svítit méně a jinými způsoby. Tato práce si klade za cíl popsat a nastínit další směr vývoje ve filmovém osvětlování v závislosti na vývoji citlivosti digitálních kamer.

ABSTRACT

Today, technological advances are rapidly pushing the limits of digital film cameras. One of the main directions of development is increasing the sensitivity of sensors and striving to achieve high quality film images at increasingly lower light levels. The technology of dual native sensitivity has brought a fundamental change to the industry and allowed for shooting at higher sensitivities without negative effects such as dynamic range shift and increased digital noise levels in the image.

The evolution of the cameras and their increased sensitivity has also affected the way movies are lit. The higher sensitivity of the cameras allows for shooting with less light and using different lighting methods. This thesis aims to describe them and outline the next direction of development in film lighting as digital camera sensitivity evolves.

OBSAH

Úvod	1
1 Teoretický základ problematiky	2
1.1 Citlivost	2
1.2 Problematika nativní citlivosti a posunu dynamického rozsahu u digitálních kamer	2
1.3 Stručná historie digitálních snímačů	5
1.4 Stručný vývoj citlivosti digitálních kinematografických kamer	6
1.5 Nižší kategorie kamer	8
1.6 Kontext citlivosti filmových materiálů	9
2 Proměna způsobů filmového svícení	11
2.1 Subjektivita	11
2.2 Začátky: konzervativní přístup k dynamickému rozsahu	11
2.3 Svícení vs. stínění	11
2.4 Postupná proměna intenzity svícení	12
2.5 Nový naturalismus a vyšší citlivost	12
2.6 Postupná proměna charakteru světla	13
2.7 Vyšší citlivost jako cesta k vyšší přirozenosti	19
2.9 Nové horizonty - využití reálného osvětlení zadních plánů obrazu	23
2.10 Další technologické změny	23
Závěr	24
Seznam zdrojů a použité literatury	25

Úvod

Technologický pokrok rychle posouvá limitace digitálních filmových kamer. Jedním z hlavních směrů vývoje je zvyšování citlivosti senzorů a snaha o dosažení kvalitního filmového obrazu při nižší hladině osvětlení. To se již částečně daří. Úkolem této práce je analýza dosavadního vývoje osvětlovacích technik v závislosti na technologických změnách citlivosti digitálních kamer a nastínění vývoje dalšího.

Tato práce se zabývá kameramanskými fenomény na poli hraných celovečerních filmů. Odvětví hrané filmové tvorby je obvykle zatíženo jistou dávkou technologického konzervativismu. Na poli techniky pro poloprofesionální a amatérskou video tvorbu je obvykle implementace nových technologií o poznání rychlejší. Pro vstup do světa celovečerních filmů se technologie musí osvědčit a získat důvěru producentů, které do projektů celovečerních filmů vkládají nemalé peníze. Popis posunu technologií ve světě hraného filmu je tak přirozeně o trochu opožděnější.

V první části práce bych rád definoval pojmy, se kterými budu dále v průběhu textu pracovat, stručně popsal historický vývoj citlivosti digitálních snímačů a uvedl ho do kontextu. V části druhé pak a popíšu a rozeberu nové postupy a fenomény v oblasti filmového osvětlování a jejich proměny v návaznosti na vývoj citlivosti digitálních snímačů.

1 Teoretický základ problematiky

1.1 Citlivost

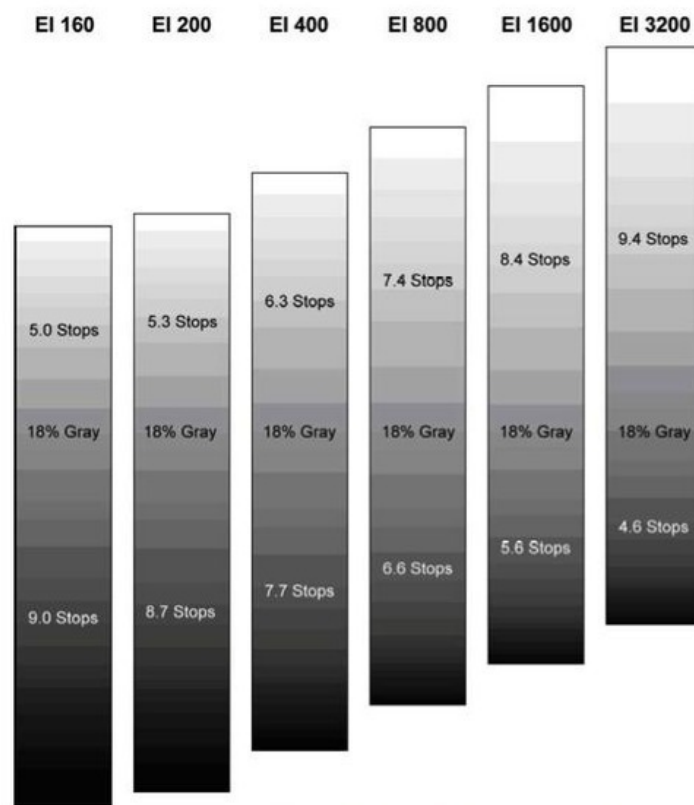
Filmová citlivost je numerická hodnota popisující reakci filmového materiálu, nebo digitálního senzoru na světlo, tj. množství světla potřebného pro správnou expozici. Podrobně se citlivostí zabývá senzimetrie. Vyšší hodnoty citlivosti znamenají, že filmový materiál nebo digitální senzor vyžaduje méně osvětlení pro dosažení vizuálně správné expozice. Naopak nižší hodnoty citlivosti vyžadují pro stejný výsledek světla více. Vyšší hodnoty mohou vést k většímu šumu v obraze z digitálních kamer a zrnitosti v obraze zaznamenaném na filmovou surovinu. (ISO 5800:1987 2021)

Dnes se citlivost udává zejména v jednotce ISO (International Organization for Standardization), existují však i další jednotky. ASA je starším americkým ekvivalentem ISO a DIN je stará německá norma používaná zejména při práci s filmovou surovinou. Setkat se v souvislosti s citlivostí můžeme i s pojmem EI. Takzvaný Exposure Index označuje hodnotu, na kterou kameramani své záznamové médium (ať už filmový pás nebo digitální snímač) exponují, (NFI Team, 2023). Filmová citlivost je jedním z klíčových faktorů při dosahování požadované expozice a estetiky v kinematografii a fotografii.

1.2 Problematika nativní citlivosti a posunu dynamického rozsahu u digitálních kamer

Pro účely dostatečného porozumění problematice citlivosti digitálních kamer je třeba zmínit i otázku posunu dynamického rozsahu v závislosti na její změně. Změna nastavení citlivosti na vyšší hodnoty ve skutečnosti nedělá senzor citlivějším, pouze mění způsob jakým se v procesoru kamery interpretují surová data ze senzoru. Senzor snímá ve stále stejném rozsahu hodnot. Vlivem odlišné interpretace dochází k posunu distribuce dynamického rozsahu, (Chapman, 2021).

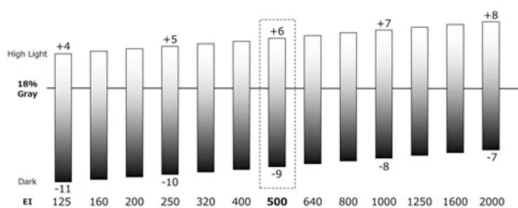
Pokud zvýšíme citlivost o jednu clonu, dojde k posunu referenční hodnoty středně šedé na škále zaznamenaných dat o jednu clonu níž. To znamená, že v zaznamenaných datech se středně šedou stane hodnota jasu původně o jednu clonu tmavší. Tím dochází ke zmenšení dynamického rozsahu ve spodních částech - stínech a zvýšení v částech vyšších - světlech, jak je znázorněno na Obrázku 1, (Chapman, 2021).



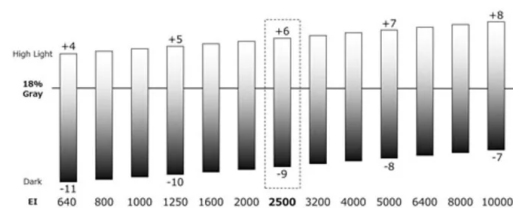
Obr. 1: Grafické znázornění posunu dynamického rozsahu v závislosti na zvolené citlivosti (zde uvedené jako EI - Exposure Index). S rostoucí citlivostí se dynamický rozsah posouvá směrem k vyšším expozičním hodnotám a ubývá u hodnot nižších, (Shipsides, 2013).

Tento fenomén vede ke kontra intuitivním výsledkům. Pokud chceme exponovat tmavou scénu světleji, nelze to pro dosažení kvalitního výsledku řešit pouhým zvýšením citlivosti. Pro tmavší scény je paradoxně lepší nastavit citlivost nižší a zvolit si tak větší dynamický rozsah v tmavších částech obrazu. Pro scény světlejší to pak platí naopak, (Korosec, 2020).

Tento problém do jisté míry řeší nástup kamer s dual base ISO. U obou hodnot nativní citlivosti je dynamický rozsah a jeho distribuce přibližně stejná a k výše zmíněným posunům dynamického rozsahu dochází pouze při odchýlení od hodnot nativních citlivostí. Kameraman tak může dosáhnout reálné vyšší citlivosti čipu nastavením kamery na snímání při vyšší hodnotě nativní citlivosti, (Chapman, 2021).



ISO 500



ISO 2500

Obr. 2: Distribuce dynamického rozsahu u obou nativních citlivostí kamery Sony Venice. K posunu dynamického rozsahu dochází pouze při odchýlení od nativních citlivostí. Při natáčení na jednu či druhou hodnotu nativní citlivosti zůstává dynamický rozsah distribuován stejně, (Chapman, 2021).

Někteří výrobci zvolili cestu otevřené komunikační strategie, kdy je možné přepínat mezi dvěma hodnotami nativního ISO - například Sony. Efekt duální citlivosti u kamery Sony Venice na posun dynamického rozsahu je znázorněn na Obrázku 2.

Někteří výrobci o dual base ISO svých kamer neinformují, ale z testů je možné přítomnost podobného systému dokázat - například Blackmagic Design. U jejich Pocket Cinema Camery 4K je možné jednoduše vysledovat změnu charakteru obrazu při změně ISO z 1000 na ISO 1250. (Behiri, 2019) V tomto bodě dochází k automatickému přenastavení kamery na vyšší hodnotu nativní citlivosti. Při snaze o dosažení co nejlepšího kameramanského výsledku je dobré o těchto změnách vědět a brát je společně s posunem dynamického rozsahu v potaz.

Je dobré zmínit, že na výslednou podobu obrazu má podstatný vliv taktéž další zpracování obrazu v procesoru kamery. Probíhá například převod dat do optimálního formátu, odšumování a komprese dat.

1.3 Stručná historie digitálních snímačů

S nápadem zelektronizovat záznam obrazu pro kinematografické použití přišla v osmdesátých letech dvacátého století firma Sony, která měla již bohaté zkušenosti na poli techniky televizní. Její nápad se z počátku neseťkal s velkým pochopením, avšak první digitálně natočený celovečerní hraný film byl uveden již v roce 1987. Pro novou technologii se rozhodl režisér Peter Del Monte s kameramanem Giuseppem Rotunnem a společně natočili film Julia a Julia. Nutno podotknout, že film byl ve finální verzi nakopírován na filmovou surovinu a z ní následně promítán.

Velkým popularizátorem digitální technologie se stal režisér George Lucas, který digitálně začal natáčet své filmy ze série Hvězdných válek, viz kapitola 1.4 o konkrétních kamerách, (Mk, 2021). V počátcích digitálního záznamu obrazu byly vyvinuty dva odlišné typy senzorů - CCD a CMOS.

CCD, neboli Charge-Coupled Device senzor funguje tak, že se elektrické náboje vzniklé fotoefektem na jednotlivých pixelech přenáší na okraj senzoru, kde jsou poté zesilovány a následně vyčítány. Tento proces způsobuje poměrně vyšší spotřebu energie a taktéž výrobní proces je náročnější a tudíž i dražší. Na druhou stranu CCD senzory byly ve své době považovány za obrazově kvalitnější a poskytující nižší úroveň šumu. (Williams, 2023)

CMOS senzor, neboli Complementary Metal-Oxide Semiconductor, využívá aktivní elektroniku přímo u každého pixelu a informaci o množství dopadnutého světla - elektrický náboj vyčítá přímo tam. Tento způsob snímání umožňuje snížit nároky na spotřebu energie a usnadňuje výrobu, což činí CMOS senzory cenově dostupnější. Moderní CMOS senzory se v průběhu let výrazně zlepšily a dosahují vyšší kvality obrazu, ačkoli na rozdíl od CCD senzorů stále mohou vykazovat vyšší úroveň šumu ve specifických situacích. Díky své nízké spotřebě energie, rychlosti a flexibilitě se CMOS senzory postupně rozšířily do naprosté většiny digitálních kinematografických kamer a vytlačily z trhu senzory CCD. (Williams, 2023)

1.4 Stručný vývoj citlivosti digitálních kinematografických kamer

První vážnější pokus o digitální kameru schopnou konkurence záznamu na filmový materiál byla snaha George Lucase spolu s firmami Sony a Panavision o prototyp pro natáčení STAR WARS (Hvězdné Války). Vznikla tak první kamera v Sony řadě CineAlta - HDW F900. Měla CCD senzor a nativní citlivost 300 ISO, (CVP, 2000).

O několik let později přišla Arri s vlastními prototypy digitálních kamer s CMOS senzory, nejdříve s D-20, následně pak D-21. Disponovaly nativní citlivostí 200 ISO. Ačkoliv si získaly poměrně velkou popularitu, k sériové výrobě se Arri nikdy neposunula, (Slater, 2007).

Hnacím motorem digitální revoluce se v té době stala firma RED. Bývalý majitel firmy Oakley přinesl do světa kinematografických technologií dravý marketing a spolu se svým týmem se snažil oslovit co nejvíce tvůrců. Výsledkem byla RED One, první digitální kamera se 4K rozlišením. Disponovala nativní citlivostí ISO 320. Pozdější verze RED Helium ji pak posunula na 800 ISO.

Arri nechtěla zůstat pozadu a investovala do dalšího vývoje. Zúročení přišlo v roce 2010, kdy odhalila ARRI Alexu společně s novým senzorem ALEV III. Nativní citlivost 800 ISO. Arri Alexa se stala na dlouhou dobu nepřekonatelným standardem kvality digitálního kinematografického záznamu a ARRI si tak upevnila pozici na trhu, (Gross, 2013).

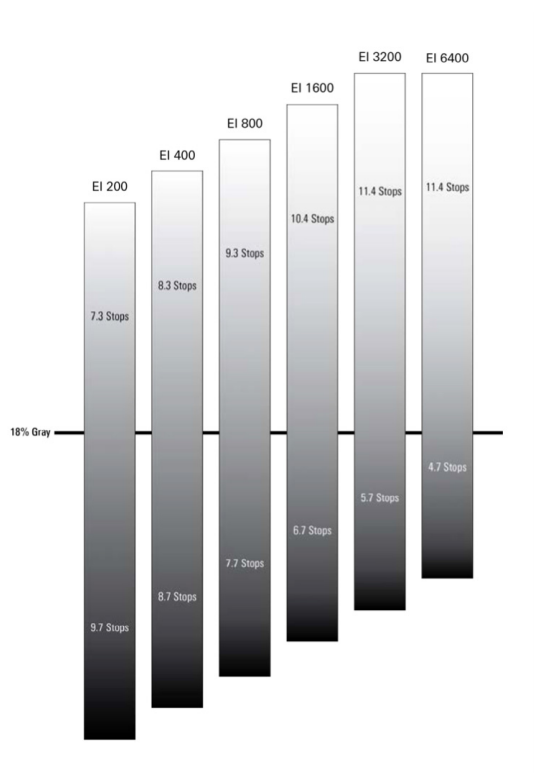
Nástup Arri Alexy znamenal definitivní dominanci CMOS čipů na trhu. Sony v roce 2010 upustila od vývoje řady kinematografických kamer s CCD čipy a taktéž přesunula svoji pozornost na čipy typu CMOS, jako první v kameře Sony F3, (Shipsides, 2010).

V roce 2012 Sony přišla na trh s kamerami Sony F5 a F55 s nativní citlivostí ISO 2000, respektive ISO 1250. Zavedla taktéž systém CineEI, který nedovoluje natáčet na jinou než nativní citlivost a umožňuje pouze měnit EI - Exposure index. Jeho změnou dochází k změně náhledové LUT - Look Up Table, která pouze převádí obraz z logaritmického prostoru pro lepší náhled, (Shipsides, 2013).

V roce 2017 byla uvedena první kamera se systémem dvou nativních citlivostí - Sony VENICE. Disponovala nativním ISO 500 a 2500 a senzorem velikosti Full-Frame. Následovala druhá generace kamery v roce 2021, která posunula obě nativní citlivosti na

800 a 3200 ISO, (Sony, 2021). RED uvedla na trh S35 kameru Red Gemini s duální nativní citlivostí v roce 2018. Disponovala nativní citlivostí 800 ISO a 3200 ISO, (RED, 2018).

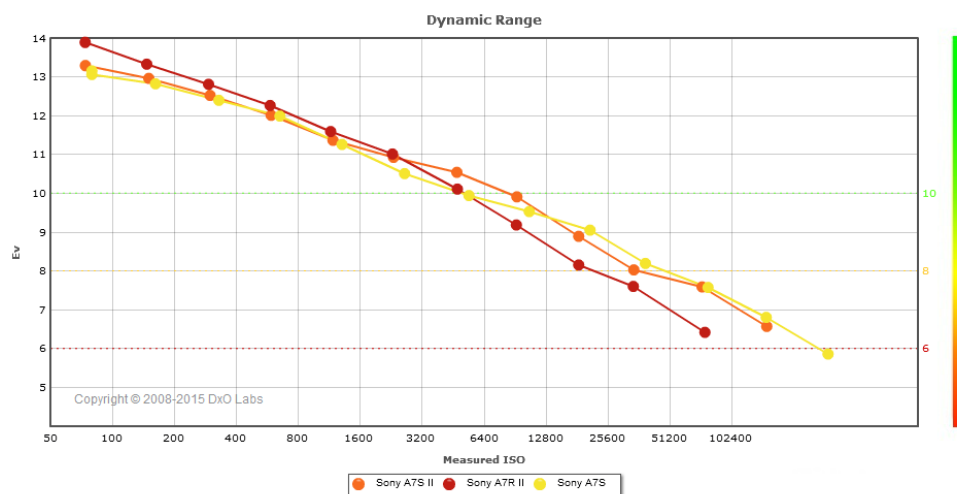
ARRI se dlouho držela svého senzoru ALEV III a na trh přicházely pouze jeho nové implementace - Alexa XT, Mini, LF (dva ALEV senzory vedle sebe), Mini LF. Nový senzor odhalila až v roce 2022, kdy světlo reflektorů spatřila Alexa 35 s novým senzorem ALEV IV. Arri musela zareagovat na vyšší nativní citlivosti ostatních výrobců, rozhodla se ale jít jiným směrem. Nativní citlivost senzoru ALEV IV Alexa 35 je propagována jako High-ISO kamera, ne ale díky více nativním ISO citlivostem, ale díky sníženému prahu šumu a novém způsobu jeho potlačení v tzv. Enhanced Sensitivity módu kamery. Jak je vidět na Obrázku 3, dochází při použití vyšší než nativní hodnoty ISO k posunu dynamického rozsahu viz předchozí kapitola 1.2. Dynamický rozsah kamery je ale tak velký, že i s jeho posunem je ve stínech při použití vysokých hodnot ISO většinou stále dostačující. To samé platí ve světlech při použití nižších hodnot citlivosti, (Arri, 2023).



Obr. 3: Posun dynamického rozsahu v závislosti na citlivost u kamery ARRI Alexa 35. Celkově velký dynamický rozsah částečně kompenzuje dopad jeho posunu, (AbelCine, 2023).

1.5 Nižší kategorie kamer

Nižší kategorie profesionálních kamer a poloprofesionální kategorie zaznamenali v oblasti vyšší citlivosti ještě o poznání progresivnější vývoj. Sony v roce 2014 uvedla na trh řadu bezzrcadlových fotoaparátů A7S zaměřených na video. Jejich specialitou byla zejména možnost použít velice vysokou citlivost až do 409600 ISO. Obraz zaznamenaný na takto vysoké hodnoty ISO samozřejmě trpěl mnoha neduhy, vysoký šum a posun/redukci dynamického rozsahu nevýjimaje, ale stal se velice zajímavým testem možností technologie ve výhledu do budoucna. Redukci dynamického rozsahu A7S, jeho následovníka A7S II a více fotograficky zaměřenou verzi A7R II můžete vidět na následujícím Obrázku 4.



Obr. 4: Vztah citlivosti a redukce dynamického rozsahu pro fotoaparáty A7s, A7s II a A7R II. Celkový dynamický rozsah se s rostoucí citlivostí rapidně snižuje, (Carter, 2019).

S fotoaparátem A7s II natočil v roce 2020 kameraman John Shier částí dokumentární série Earth At Night In Color pro Apple TV. Ve dvanácti půlhodinových epizodách se vydáváme na přírodovědecké procházky do různých koutů světa. Celý seriál je ale natočen během noci bez filmového svícení, (Hemphill, 2021).

O třídu výš zavedlo Sony vysokou citlivost na konci roku 2020, kdy uvedlo na trh FX9 a následně FX6 - řadu kamer mířenou zejména na dokumentární a nezávislé použití. Obě kamery disponují systémem dvojitě nativní citlivosti, přičemž vyšší citlivost je na 4000 ISO pro FX9 a 12800 ISO pro FX6, (Sony, 2023).

1.6 Kontext citlivosti filmových materiálů

Pro uvedení do kontextu, nejcitlivějším filmovým negativem pro kinematografické použití byl KODAK VISION 800T Color Negative Film 5289/7289 s tabulkovou citlivostí 800 ISO. (Probst, 1999) Byl však vyráběn pouze od roku 1998 do roku 2004. (KODAK, 2023)

Většina filmů v posledních dekáдах byla natáčena na negativy s citlivostí od 50 do 500 ISO. Populárními materiály byly například KODAK VISION 500T Color Negative Film 5219/7219 s citlivostí 500 ISO nebo KODAK VISION 250D Color Negative Film 5207/7207 s citlivostí 250 ISO.

Problémem natáčení na filmovou surovinu není jen relativně nízká citlivost materiálů, ale také rozložení dynamického rozsahu. Filmový materiál má dynamický rozsah distribuovaný nerovnoměrně - daleko více expozičního prostoru je ve světlých částech obrazu oproti častem tmavým - viz porovnání dynamického rozsahu filmových surovin a digitálních kamer na obrázku níže, (Primes, 2011).



Obr. 5: Výstřižek z pořadu Great Camera Shootout 2011 firmy Zacuto - srovnání dynamických rozsahů filmových materiálů a digitálních snímačů, (Primes, 2011). Lze pozorovat výrazný rozdíl distribuce dynamického rozsahu mezi filmovou surovinou a digitálními snímači.

Na tabulce jsou filmové materiály Kodak 5219 a Kodak 5213 porovnávány s digitálními kamerami dostupnými v roce 2011. Jak již bylo zmíněno výše, Arri Alexa byla tehdy čerstvou novinkou. Jak je na tabulce vidět, filmové suroviny jasně překonávají digitální senzory v přeexpozici, ale zaostávají za nimi v podexpozici. Dnešní kamery určené pro kinematografické použití celkový dynamický rozsah filmu překonávají a jeho distribuci při použití nativní citlivosti mají výrazně vyrovnanější.

2 Proměna způsobů filmového svícení

2.1 Subjektivita

Náhled na svět se liší u každého z nás a stejně tak se liší náhled na obraz každého kameramana. Filmové svícení je velice subjektivně vnímanou dovedností a nelze ji přímo hodnotit žádným objektivním měřítkem. Jediným hodnotitelem je divák v kině, na kterého film působí jako celek. Filmové svícení je tak jen jedním z mnoha stavebních dílů emocionálního účinku filmu. V zájmu tento účinek maximalizovat je možné všechna nepsaná pravidla svícení porušit a vybudovat koncept odlišně, než tomu filmaři činili doposud.

Proměny stylu svícení v závislosti na citlivosti snímačů není v návaznosti na výše zmíněné tak lehké jasně vysledovat. Je však možné vidět jisté nastupující, opakující se trendy a pokusit se logicky vyvodit souvislosti.

2.2 Začátky: konzervativní přístup k dynamickému rozsahu

V začátcích digitální kinematografie bylo nutné svícení přizpůsobit možnostem technologie a menší dynamický rozsah snímačů kompenzovat svícením s nižším kontrastem. Problematický byl tento přístup zejména při svícení denních atmosfér, kdy je třeba se svícením filmovým dorovnat intenzitě světla přirozeného. Nízký dynamický rozsah kamer nutil kameramany k používání silnějších lamp pro větší dorovnání hladiny umělého a přirozeného světla a tudíž dosažení nižšího světelného kontrastu scény.

2.3 Svícení vs. stínění

V důsledku vyšší citlivosti snímačů se zejména v denních exteriérech používá tzv. negative fill. Světelný poměr se tvoří místo přidáváním světla na jedné straně ubíráním na straně druhé. K tomuto účelu se používají černé plochy s minimální odrazivostí, např. černé sametové tkaniny.

Typické použití negative fillu je při natáčení denního exteriéru při zatažené obloze. Negative fillem omezíme z jedné, nebo více stran rozptýleného denního světla a jednoduše tak dosáhneme chtěného světelného poměru na tváři herce. Nutno dodat, že šířka záběru má na jednoduchosti tohoto postupu značný efekt. Stejně jako svícení je použití negative fillu v širších záběrech technicky náročnější.

Další typické použití se dá vysledovat při natáčení denních interiérů, zejména reálů, kdy kameraman pracuje se světlými stěnami a interiérem prostoru obecně. Natáhnutím černých sametů na světlé stěny mimo záběr je možné zabránit odrazům světla a nechtěnému zvýšení intenzity doplňkového světla. Černé stěny mimo záběr opět mohou pomoci zajistit chtěný světelný poměr scény. Často je tato technika používána v kombinaci se svícením skrz okna z venku.

2.4 Postupná proměna intenzity svícení

Následující řádky platí zejména pro svícení v noci a v ateliéru, kdy kameraman vytváří celou světelnou realitu. Úrovně denního svícení a dosvécování se řídí intenzitou přirozeného světla, ke kterému se musí obvykle svícení filmové intenzitně dorovnat. Na přístupu k dennímu dosvécování toho tak vyšší citlivost kamer tolik nemění.

Při zamyšlení se nad principy osvětlování pro citlivější kamery přijdeme jednoduchou logikou na nápad vyměnit stávající světelné zdroje za slabší. Levnější pronájem, nižší spotřeba elektřiny i snazší manipulace jsou na filmovém natáčení velice vítané změny.

Rozdíl v množství světla při exponování na ISO 800 a ISO 3200 je čtyřnásobný. Při snížení světelného výkonu světel na natáčení čtyřnásobně lze ve většině případů dosáhnout významné finanční a energetické úspory.

Podobně se vyjadřují kameraman Russell Carpenter, ASC a režisér James Cameron o tvorbě filmu *Avatar: The Way of Water*. Natáčení na ISO 2500 jim dovolilo používat daleko menší zdroje a ušetřit tak jak na technice, energii, tak i na lidské síle. Menší světla jsou výrazně jednodušší na manipulaci, což šetří i čas, který je na natáčení obvykle velmi drahou komoditou, (SonyCine, 2023)

2.5 Nový naturalismus a vyšší citlivost

Ve filmovém světě jsme stále častěji svědky práce pouze s přirozeným světlem. Ta byla v denních scénách přítomna již od počátku kinematografických dějin, kdy měl Georges Méliés svůj ateliér shora otevřený, aby mohl využívat slunečního svitu. Vyšší a vyšší citlivost snímacího média ale umožňuje točit za stále nižší hladiny světla a točit tak s dostupným světlem i během svítání, soumraku a noci.

Výborným příkladem je již výše zmíněná televizní dokumentární série *Earth at Night in Color*, která je extrémním příkladem tohoto přístupu. Ve světě hraných celovečerních filmů je jedním z vyčnívajících příkladů snímek režisérky Chloe Zhao *Nomadland* (2020). Kameraman Joshua James Richard se spolu s režisérkou rozhodl film natočit takřka výhradně při přirozených světelných atmosférách těsně před a po západu Slunce. Richards pracoval s kamerou Arri Alexa, která má nativní citlivost 800 ISO, což jak bylo výše zmíněno není na dnešní dobu přehnaně vysoké číslo. I tak ale dosáhl vizuálně velice zajímavých výsledků. Natáčením na kameru s vyšší nativní citlivostí by se ještě zvýšil počet netradičních atmosfér přirozeného světla při kterých by bylo možné natáčet a dál tak rozšířil počet možností, které je možné v rámci nového naturalismu kreativně využít, (B, 2021).

2.6 Postupná proměna charakteru světla

Při osvětlování filmových scén musí brát kameramani kromě jiného v potaz úbytek světla. Ten nastává buď díky vzdálenosti, nebo modulaci světla. Nejčastější modulací je měkčení světla, kdy buď díky odrazu od větší plochy nebo difúzí pomocí částečně průsvitného materiálu taktéž větší plochy dosáhneme měkkého, vizuálně příjemnějšího charakteru světla. Při modulaci na měkčí světlo však dochází k poměrně velkým ztrátám na intenzitě. Při měkčení odrazem se světlo odráží i do nechtěných směrů a při měkčení pomocí průsvitného materiálu se zase část světla odráží zpět.

To že, světlo ubývá se čtvercem vzdálenosti je základní kameramanskou poučkou. Logicky tak platí, že při svícení z větší dálky, tj. při svícení širších záběrů, potřebujeme silnější, nebo více zdrojů. V následující části bych rád popsal proměnu převládajícího charakteru světla používaného pro svícení hraných filmů v průběhu historie. Zde je opět dobré připomenout, že filmové svícení je značně subjektivní obor a následující řádky popisují obecné trendy, které měly a mají spoustu výjimek.

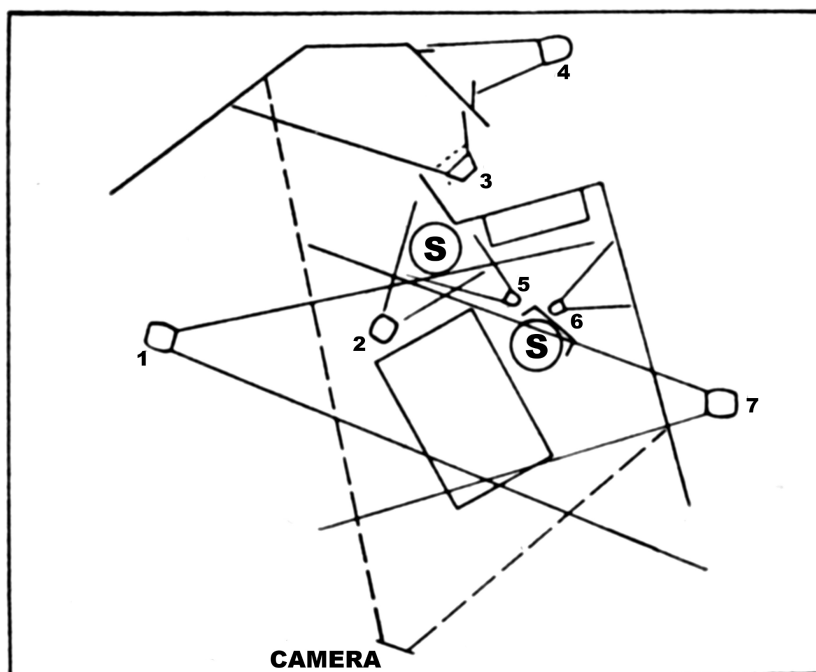
Pro posouzení proměny charakteru světla bych rád zabrousil i do historie před éru digitální kinematografie. Pro tuto potřebu jsem nahlédl do článku o osvětlování interiérů vydaného v září roku 1966 v profesním časopise *American Cinematographer*. Článek cituje původní text o způsobu tvorby kameramana Arthura C. Millera z března 1940.

V počátcích kinematografie byla hlavním problémem osvětlováním intenzita. Na dnešní dobu málo citlivé filmové materiály potřebovaly na správnou expozici vysokou hladinu

osvětlení. A tak světla, v té době výhradně jednobodové zdroje, byla umisťována zejména tak, aby přímo osvětlovala tvář herce, jak lze vidět na Obrázku 6.



Obr. 6: Výstřížek z noční scény filmu *The Mark of Zorro* (1940), (Clarke, 2002).



Obr. 7: Půdorys zasnícení scény na Obr. 6, (Clarke, 2002).

Na půdorysu zasvícení scény na Obrázku 7 výše je vidět, jak kameraman Arthur C. Miller postupoval. Jediný světelný zdroj, který byl modulován difuzorem do měkkého charakteru je světlo č. 5. na pozadí. Nutno dodat, že všechny použité lampy byly z dnešního pohledu relativně slabé - od 500W do 1500W příkonu, (Clarke, 2002).

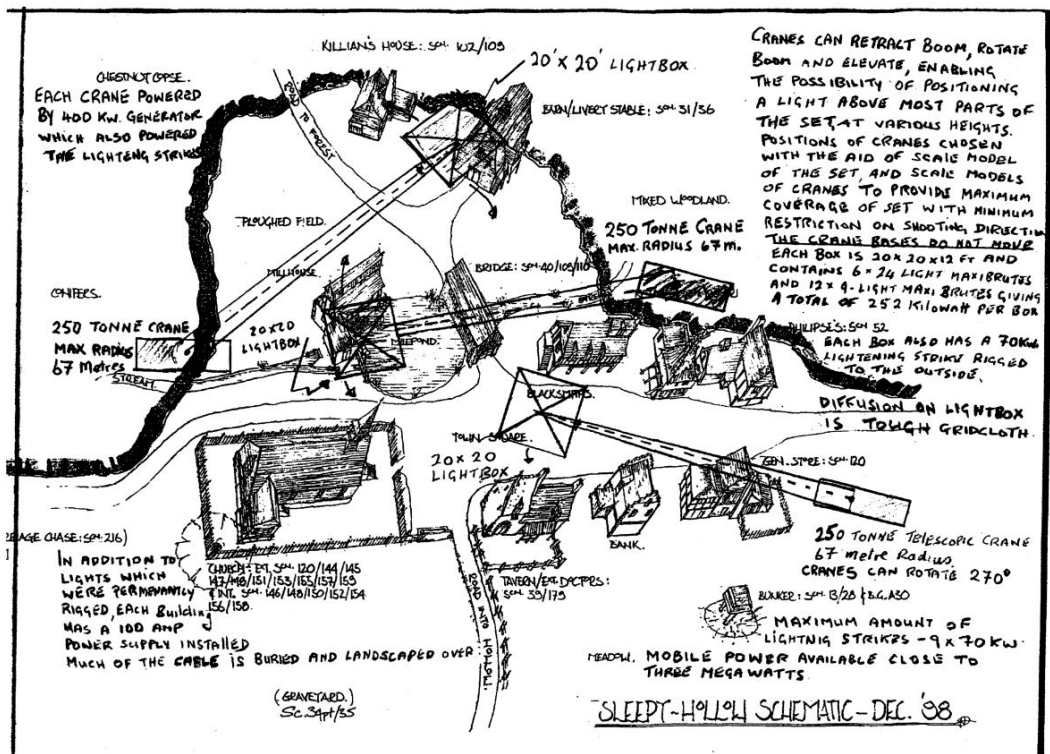
Měkký charakter světla se začal do osvětlovacích postupů vkrádat více a více díky technologickým pokrokům jak v citlivosti filmu, tak v konstrukci a výkonu filmových světel. Kameramani si tak mohli dovolit světlo odrážet či měkčit difúzí. Stále to byla však otázka hlavně peněz filmových produkcí. Velká a výkonná světla spotřebovávala řádově víc elektrické energie, byla dražší na pronájem, potřebovala více lidí na obsluhu a obsluha trvala déle. Měkký charakter se tak stal doménou zejména bližších záběrů. Velké celky nočních atmosfér a obzvlášť pak ty s použitím měkkého charakteru světla je možné brát jako poměrně dobrý ukazatel velkého rozpočtu filmu.

Konkrétním příkladem může být snímek *Sleepy Hollow* (1999) režírovaný Timem Burtonem a natočený kameramanem Emmanuelem Lubezkim. Burton a Lubezki přišli s velice charakteristickou stylizací, která kromě CCE procesu vyvolávání zahrnovala použití velkých měkkých horních zdrojů světla a velkého množství kouře ve scéně.

Při svícení velké scény v malé vesnici, kde potřebovali natočit i celky, Lubezki spolu se svým osvětlovačem vymysleli přístup svícení třemi měkkými zdroji zavěšenými na třech obřích jeřábech nad vesnicí. Lubezki natáčel i kvůli procesu CCE na surovinu s relativně nízkou citlivostí 200 ISO (Kodak Vision 200T 5274). Pro dosažení chtěné expoziční hodnoty tak v každém ze třech softboxů nad scénou byla světla s příkonem 250 kW. Studiové scény se stovkami spacelightů (6x800w každé) pak potvrzovali ohromné prostředky vynaložené na svícení filmu, (Pizzello, 2023).



Obr. 8: 750kW světla nad vesnicí, (Pizzello, 2023).



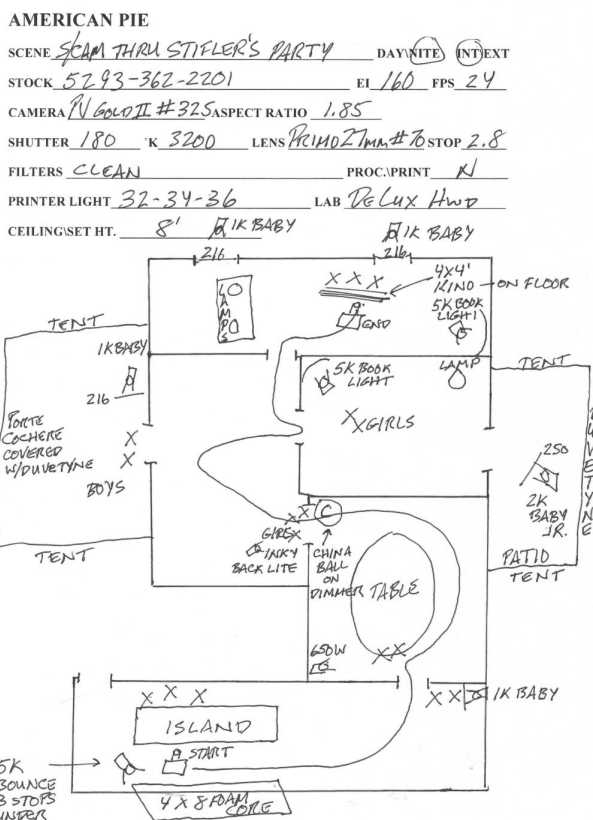
Obr. 9: Plán zsvícení vesnice, (Pizzello, 2023).

Filmy s nižším rozpočtem a méně ambiciózním přístupem ke svícení stále využívaly i tvrdé světlo, zejména pak v celcích a jako kontra světlo v záběrech užších. Ukázkou může být scéna z filmu *American Pie* natočeného také v roce 1999 režisérem Paulem Weitzem a kameramanem Richardem Crudem, ASC. Na snímku níže je ukázka tvrdého světla použitého jako kontra světlo. Na dalším obrázku pak plán zasvícení scény a pohybu steadicamu. Crudo používá kombinaci měkkého svícení ze zepředu do cca 45 stupňů a tvrdého zezadu či ze strany, (Crudo, 2021).

Scénu nelze svým rozsahem porovnávat s prací Burtona a Lubezkiho na *Sleepy Hollow*. Pokud by však chtěl Crudo také svítit pouze měkce, musel by pro zadní a boční svícení použít výrazně silnější světelné zdroje.



Obr. 10: Výstřížek z filmu *American Pie*. Lze vidět efekt ostrého světla použitého v kontra směru, (Crudo, 2021).



Obr. 11: Plán zasnícení party scény filmu *American Pie*, (Crudo, 2021).

Tento přístup je i dnes často uplatňován, více však v televizních filmech, seriálech a celovečerních filmech nižších rozpočtů a ambicí. Digitální revoluce učinila měkké svícení i širších záběrů cenově dostupnější a tudíž rozšířenější.

Kdyby Emmanuel Lubezki svítil vesnici pro *Sleepy Hollow* dnes na digitální kameru potřeboval byl čtyřikrát méně světla pokud vezmeme v úvahu konzervativní volbu kamery s nativní citlivostí 800 ISO a 16krát méně světla při progresivní volbě kamery s nativní citlivostí 3200 ISO. Tento jednoduchý výpočet dělá podobné koncepty svícení dnes výrazně realizovatelnější.

Jako poslední příklad bych rád uvedl práci kameramana Matthewa Libatiquea, ASC, LPS na filmu *The Whale* (2022) režiséra Darrena Aronofského. Jedná se o příběh obézního učitele angličtiny a prakticky celý film se odehrává v jeho bytě, postaveným ve filmovém ateliéru. Film je pojat velmi jemným nízkopoměrovým stylem svícení, kontrast je tvořen zejména tmavou mizanscénou bytu.

Libatique se rozhodl natáčet interiér bytu na vyšší hladinu nativní citlivosti, ISO 2500. Chtěl tak omezit počet světel ve scéně na minimum, aby vznikl co možná nejvěrnější prostor pro herce. Uplatňuje tak podobný přístup jako kameraman Bradford Young, ASC, který popisují v následující kapitole 2.7.

Ke svícení interiéru používal malá světla, hlavním stylem svícení byla podpora dvou skutečných stojacích lamp okolo gauče, kde se hlavní hrdina, Charlie, po naprostou většinu času nachází. Většina zdrojů použitých uvnitř a okolo domu byla měkká, většinou část z nich pak tvořili LED zdroje. Celý světelný příkon scény se pohyboval do 20kW. Jedinými silnějšími a zároveň tvrdými světly byla dvě ARRI 24kW Fresnel, která byla použita pro slunečnou atmosféru závěrečné scény filmu, (Marcks, 2023).

2.7 Vyšší citlivost jako cesta k vyšší přirozenosti

Christian Herrera v rozhovoru s finským kameramanem Matti Haapojou na technologické přehlídce NAB 2023 popisuje změnu v přemýšlení při práci s kamerou o nativní citlivosti ISO 2500. Když přijde na místo natáčení, první o čem začne přemýšlet je, co vše za reálná světla na místě je třeba vypnout. „Lokační manažer se tak stává nedílnou součástí kameramanského týmu”, zmiňuje s úsměvem na tváři Herrera.

Říká, že kameraman má nyní možnost využívat reálné osvětlení na reálných lokacích a pokud styl osvětlení sedí do koncepce filmu, není třeba nic měnit. Doba, kdy bylo potřeba uměle zvyšovat intenzitu a napodobovat reálné zdroje silnějšími filmovými světly, je pryč. Samozřejmě je stále nutné myslet na barevnosti zdroje, index podání kvality barev a charakter světla. Je ale možné nalézt situace, kdy na reálném místě opravdu není nutné nic měnit. Kameraman pak může začít svítit až ve chvíli, kdy chce realitu kreativně pozměnit. (Haapoja, 2023)

Tento přístup může logicky vést k větší přirozenosti jak výrazu filmové kamery, tak výrazu hereckého projevu. Herec si nemusí vnitřně budovat filmový svět kolem sebe, i když je právě v houšti filmových světelných zdrojů a stativů. Může "žít" momentem v prostředí, které se velice blíží reálné situaci.

Podobně o věci přemýšlí i americký kameraman Bradford Young, ASC. Přirozenost je pro něj jedním z hlavních aspektů dobrého filmového díla, a tak při své tvorbě dbá na maximální snahu o její vybudování. Při svícení se snaží maximum filmových světelných zdrojů umístit vně lokace, kdy světlo imituje reálné světelné zdroje za okny. Světlo je pak po své cestě modulováno okny, záclonami a závěsy, což samo o sobě přidává na charakteru obrazu. V interiérech samotných se Young snaží přidávat světla, či světelné modulátory co možná nejméně. Dává tak hercům možnost cítit se do jisté míry na lokaci jak na místě reálném. Zároveň umožňuje tento přístup poměrně volný pohyb herců po scéně a přidává tak dále na přirozenosti tím, že po hercích nejsou vyžadovány zcela přesné pozice, na kterých se mají v průběhu scény nacházet.

Tento přístup má samozřejmě za následek ne zcela ideální osvětlení herců v každém momentu scény. Bradford Young ale právě v tom vidí další díl filmové přirozenosti, kterou se snaží budovat. V reálném životě člověk taktéž není perfektně nasvícen v každém momentu. Taktéž se nachází občas ve stínu, kde není vidět. Young tudíž tyto momenty cíleně vyhledává a přidává do své tvorby. Činí tak svůj filmový obraz lidštějším.

Samotnou kapitolou jsou dokumentární filmy, kde je vyšší nativní citlivost taktéž klíčem k novým možnostem natáčení scén a výrazným pomocníkem při čistě observativní metodě natáčení dokumentu. V kombinaci se světelným objektivem je možné například natáčet pouze při světle pouličních lamp a stále udržet správnou expozici.

2.8 Natáčení na vyšší clony

Kameraman Jayson Crothers sdílel poznatky o natáčení na vyšší citlivost po práci na seriálu Cruel Summer 2 (2021).

„Nyní používám citlivost 2 500 ISO téměř vždy,” říká Crothers. „Myslím, že vypadá fantasticky a je prostě velmi univerzální. A pro mě to není otázka: 'Aha, můžu si vystačit s menším osvětlením'. V mnoha ohledech stále svítím stejně jako vždycky. Rozdíl je v tom, že v minulosti, když jsem točil s citlivostí 500 nebo 800 ISO, jsem exponoval na clonu 2,5 nebo 2,8. Vždycky jsem clonil 2,5. Ted' dělám v podstatě stejný typ osvětlení, až na to, že ted' osvětluji své sety až na 5,6. Abych mohl exponovat na 2,8, prostě použiji ND filtr. Mám mnohem víc možností. Objektiv 40 mm na T2 je jedna věc. Když najednou udělám záběr s 250mm širokoúhlým objektivem, ten obrovský posun hloubky ostrosti mi prostě připadá špatný, takže můžu vytáhnout ND a udělat ten záběr s vyšší clonou a zachovat tak hloubku ostrosti, která mi připadá konzistentnější. Vysoká citlivost ISO mi prostě dává více kreativních možností.” (Anderson-Moore, 2023, překlad autora z anglického originálu)

Natáčení na vyšší clony má podle Crotherse i ryze praktické výhody.

„Reálně existují záběry, které jsou pro ostříče velmi obtížné,” popisuje Crothers. „Jak natáčení pokračuje a dny se prodlužují, lidé jsou unavení a věci jsou těžší. Ne vždy, ale ve většině případů může být rozdíl jedné clony mezi 2 a 2,8 pro mě vizuálně neznatelný rozdíl, ale může být rozdílem mezi tím, zda bude daný záběr zaostřený perfektně, nebo mírně neostrý. Nechci přijít o úžasný herecký výkon kvůli ostrosti. Takže pokud nastavím záběr, kde je ostříč na dlouhém objektivu, je tam hodně pohybu, pohybuje se tam jízda, pohybuje se herec atd. No a díky vysoké citlivosti ISO tam mám zabudovanou další možnost korekce. Můžu vytáhnout ND a dát ostříčovi větší prostor.” (Anderson-Moore, 2023, překlad autora z anglického originálu)

Stejně tak se vyjadřuje i Paul Cameron o natáčení filmu *Reminiscence* režisérky Lisy Joy z roku 2021. Důležitou roli hraje pro Camerona psychologie hloubky ostrosti, tj. považuje důležité držet hloubku ostrosti podobnou mezi jednotlivými záběry. Snaží se ve své práci zabránit situacím, kdy je v detailu herce pozadí natolik rozostřené, že si ho nedokážeme prostorově usadit. Zdá se, jako by byl v neidentifikovatelném prostoru. Držet podobnou hloubku ostrosti v praxi znamená clonit širší objektivy na nižší clonu než objektivy delší. (SonyCine, 2021)

„Noční exteriéry jsem vždy osvětloval na clonu 5.6 a široké záběry jsem pak točil s ND 0.6. Pak jsem vytáhl ND 0.3 pro střední objektiv. A pak bych pro úzký anamorfní objektiv vytáhl všechny ND filtry a snažil bych se v záběrech dosáhnout jisté citlivosti a větší hloubky ostrosti, protože je to pro mě prostě důležité.“ (Berlin, 2022, Překlad autora z anglického originálu)

Modelový příklad by tak vypadal následovně: Scéna je vysvícená na 5.6. Široký záběr na 25mm objektiv je točen s ND 0.6 na clonu 2.8 pro dosažení vizuální separace ostrosti mezi jednotlivými plány. Pro druhý záběr na 50mm je ND filtr zredukován na ND 0.3 a clona zvýšena na clonu 4. Úzký záběr, detail na herce, je pak točen bez ND filtru na clonu 5.6.

Tato technika nabývá ještě většího významu s postupným, stále častějším přechodem na Full Frame senzory. U většího čipu dosáhneme se stejnými clonami menší hloubky ostrosti a tak je důležité nenechat se touto estetikou unést držet vztah postavy s pozadím pomocí hloubky ostrosti v ještě rozeznatelné rovině. Vyšší nativní citlivost je pro to zásadním pomocníkem.

Kameraman Chayse Irvin řešil při natáčení filmu *Blonde* režiséra Andrewa Dominika z roku 2022 problém, jak udržet expozici na správné úrovni při dlouhých záběrech na steadicamu, kdy hlavní herečka prochází mezi různými místnostmi interiéru. Řešením se ukázal systém Cinefade, který je krystalickým variabilním ND filtrem, který mohl Irvin ovládat od svého monitoru. Díky vyšší citlivosti mohl udržet zamýšlenou expozici i v temných chodbách mezi pokoji, které by jinak musel náročně svítit, (Lyon, 2023).

„Téměř celý film jsme natočili při citlivosti 2 500 ISO a použili jsme další technologii s názvem Cinefade, což je variabilní ND filtr, který jsem ovládal pomocí bezdrátového ovladače. Mohli jsme tak s kamerou sledovat herečku pomocí steadicamu z místnosti do místnosti a já jsem během záběru upravoval expozici. To bylo možné jen díky pokroku v citlivosti kamery.” (Lyon, 2023, překlad autora z anglického originálu)

2.9 Nové horizonty - využití reálného osvětlení zadních plánů obrazu

Další výhodou vysoké citlivosti snímače je možnost využití reálných světelných zdrojů při natáčení nočních scén. Intenzita reálných zdrojů historicky nebyla dostatečně silná.

Kameraman Christian Tico Herrera, CCR uvádí ve svém rozhovoru o seriálu Snowfall, že vyšší citlivost mu výrazně pomohla v budování hloubky v záběrech městských nočních exteriérů, kterých je v seriálu nespočet. Herrera točil na kombinaci kamer Sony Venice 2, Sony Venice, Sony FX3 a FX6. Hlavní kamerou byla Venice 2, kterou pro noční exteriéry exponoval na ISO 3200, pro některé scény i ISO 6400. Kamera mu v kombinaci se světelnými skly T1.3 (Ticovision T-Speed) umožnila přidat hloubku - další plány do záběrů nočního města. Reálné osvětlení stačilo na jejich zamýšlenou expozici. Samostatnou kapitolou jsou pak horizonty hor v plánech nejzazších, kde stačí pouze minimálně intenzita nebe za nimi pro potřebné vizuální odlišení tónů. V prvních plánech Herrera zachoval svícení filmovými zdroji pro přesnou kontrolu barevnosti, kvality a charakteru světla, (SonyCine, 2023).

2.10 Další technologické změny

Nutno podotknout, že zvyšování citlivosti filmových kamer není zdaleka jedinou podstatnou technologickou změnou dnešního filmového svícení. Velký ruch způsobuje taktéž neustálý vývoj světelných zdrojů samotných. V posledním desetiletí masivně vstoupila do světa filmového svícení technologie LED. Umožňuje velice široce modifikovat barvu světla, čímž odpadá nutnost používání barevných fólií před světly, stmívat zdroje beze změny barevnosti a u určitých svítidel i programovat složitější světelné efekty. Taktéž je možné menší světelné zdroje napájet bateriově a ovládat bezdrátově, což značně zrychluje a zlevňuje celý osvětlovací proces. V začátcích trpěla LED technologie špatným podáním barev - nízkým CRI (Color Rendering Index). To je dnes však již vyřešeno a LED světla pro filmové použití mají CRI standardně vysoké a jsou Flicker-free, (Light, 2023).

Závěr

Vyšší citlivosti digitálních kinematografických kamer mohou vést ke snížení prostředků potřebných pro realizaci natáčení, možnostem světlo více modulovat, svítit z větší dálky, nebo i nesvítit vůbec a zaznamenat zajímavější atmosféry přirozeného světla. Tyto efekty sdílí jednu společnou vlastnost - činí natáčení méně náročné na prostředky a čas. To do jisté míry zajišťuje filmařům větší svobodu při tvorbě. Vyšší citlivosti digitálních kamer tudíž ve svém důsledku demokratizují filmový průmysl, dávají možnost novým tvůrcům ukázat svůj potenciál a otevírají dosud nepoznané možnosti výrazu filmového obrazu.

A ačkoliv to pro nás kameramany může být nebezpečné ve smyslu větší konkurence, tak doufám, že další technologický pokrok povede k ještě větší demokratizaci světa filmové kamery a jeho otevření dalším tvůrcům. Jedině tak můžeme být svědky nových originálních přístupů, které budou dál posouvat naši profesi kupředu.

Seznam zdrojů a použité literatury

AbelCine (2023) *Arri Alexa 35: A new standard for Digital Cinema* | *Abelcine*. Available at: <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tech-news/arri-alexa-35-a-new-standard-for-digital-cinema> (Accessed: 09 August 2023).

Anderson-Moore, O. (2023) *Shot on Venice: How DP Jayson Crothers evolved the thrilling new look of 'cruel summer 2'*, *Sony Cine*. Available at: <https://sonycine.com/articles/shot-on-venice-how-dp-jayson-crothers-evolved-the-thrilling-new-look-of--cruel-summer-2/> (Accessed: 09 August 2023).

Arri (2023) *Alexa 35 - 4.6K Super 35 digital camera*, *ARRI*. Available at: <https://www.arri.com/en/camera-systems/cameras/alexa-35> (Accessed: 11 August 2023).

B, B. (2021) *Nomadland: New naturalism*, *The American Society of Cinematographers (en-US)*. Available at: <https://theasc.com/articles/nomadland-new-naturalism> (Accessed: 09 August 2023).

Behiri, J. (2019) *Blackmagic Pocket cinema camera 4K - dual ISO explained and lowlight footage*, *CineD*. Available at: <https://www.cined.com/blackmagic-pocket-cinema-camera-4k-dual-iso-explained-and-lowlight-footage/> (Accessed: 09 August 2023).

Berlin, J. (2022) *Shot on Venice – 'The call' - pepsi halftime show trailer - DP Paul Cameron*, *ASC, Sony Cine*. Available at: <https://sonycine.com/articles/shot-on-venice---the-call--pepsi-halftime-show-trailer-dp-paul-cameron-asc/> (Accessed: 09 August 2023).

Carter, K. (2019) *Sony A7S II sensor review: Low-light performance redefined*, *DXOMARK*. Available at: <https://www.dxomark.com/sony-a7s-ii-sensor-review-low-light-performance-redefined/> (Accessed: 09 August 2023).

Chapman, A. (2021) *What is dual base iso?*, *Sony Cine*. Available at: <https://sonycine.com/articles/what-is-dual-base-iso/> (Accessed: 09 August 2023).

Clarke, C.G. (2002) *Professional cinematography*. Hollywood, CA: ASC Press.

Crudo, R. (2021) *Lighting diagram #37 - American pie, Normal Exposure - Notes on a career in cinematography from Richard Crudo, ASC*. Available at: <https://normalexposure.com/lighting-diagram-37-american-pie/> (Accessed: 09 August 2023).

CVP (2000) *Digital Camcorder - CVP*. Available at: https://cvp.com/pdf/sony_hdwf900.pdf (Accessed: 09 August 2023).

Gross, M. (2013) *Introducing the arri alexa HD | tutorials & guides | blog ... - abelcine*. Available at: <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/introducing-the-arri-alexa-hd> (Accessed: 11 August 2023).

Haapoja, M. (2023) *Why the Sony venice 2 is taking over Hollywood, YouTube*. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=yqD1pnNguCw&ab_channel=MattiHaapoja (Accessed: 09 August 2023).

Hemphill, J. (2021) *Clubhouse Conversations - Apple TV+ docu-series roundtable, Clubhouse Conversations - Apple TV+ Docu-Series Roundtable - The American Society of Cinematographers (en-US)*. Available at: <https://theasc.com/videos/clubhouse-conversations-apple-tv-docu-series-roundtable> (Accessed: 11 August 2023).

ISO 5800:1987 (2021) *ISO*. Available at: <https://www.iso.org/standard/11948.html> (Accessed: 09 August 2023).

KODAK (2023) *History of film, Kodak*. Available at: <https://www.kodak.com/en/motion/page/chronology-of-film> (Accessed: 09 August 2023).

Korosec, N. (2020) *Understanding ISO selection vs. effective dynamic range, Grey Scale Motion Pictures*. Available at: <https://greyscalemp.com/blog/2020/2/25/iso-choice-vs-effect-dynamic-range> (Accessed: 09 August 2023).

Light, C. (2023) *Guide to filming LED lights: Basics, lighting types & using issue, COLBOR*. Available at: <https://www.colborlight.com/blogs/articles/guide-to-filming-led-lights> (Accessed: 09 August 2023).

Lyon, T. (2023) *Video: Behind the scenes of blonde with Chayse Irvin*, Sony Cine.

Available at:

<https://sonycine.com/articles/video-behind-the-scenes-of-blonde-with-chayse-irvin/>

(Accessed: 09 August 2023).

Marcks, I. (2023) *The Whale Plumbs Deep Water*, *The American Society of*

Cinematographers (en-US). Available at: <https://theasc.com/articles/the-whale> (Accessed:

09 August 2023).

Mk (2021) *System*, *Cinepedia*. Available at:

<https://cinepedia.com/history/an-early-history-of-digital-cinema/> (Accessed: 09 August

2023).

NFI Team (2023) *Film speed - everything you need to know*, *NFI*. Available at:

<https://www.nfi.edu/film-speed/> (Accessed: 09 August 2023).

Pizzello, S. (2023) *Galloping ghost: Sleepy hollow*, *The American Society of*

Cinematographers (en-US). Available at:

<https://theasc.com/articles/flashback-sleepy-hollow> (Accessed: 09 August 2023).

Primes, R. (2011) *The Great Camera Shootout 2011: Episode 1 ~ 'The tipping point'*,

YouTube. Available at:

https://www.youtube.com/watch?v=k-hqzw5MEa8&ab_channel=Zacuto (Accessed: 09

August 2023).

Probst, C. (1999) *New products*. Available at:

<https://theasc.com/magazine/nov98/PRODUCTS/page3.html> (Accessed: 09 August

2023).

RED (2018) *Product introduction - RED Gemini S35*. Available at:

[https://docs.red.com/955-0169_v7.4/DSMC2_GEMINI_7_4/en-us/Content/1_Intro/Overview](https://docs.red.com/955-0169_v7.4/DSMC2_GEMINI_7_4/en-us/Content/1_Intro/OverviewwHTML.htm)

[wHTML.htm](https://docs.red.com/955-0169_v7.4/DSMC2_GEMINI_7_4/en-us/Content/1_Intro/OverviewwHTML.htm) (Accessed: 11 August 2023).

Shipsides, A. (2010) *Hands-on with the Sony PMW-F3 | Tutorials & Guides | Blog &*

Knowledge ... Available at:

[https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/hands-on-with](https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/hands-on-with-the-sony-pmw-f3)

[-the-sony-pmw-f3](https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/hands-on-with-the-sony-pmw-f3) (Accessed: 11 August 2023).

Shipsides, A. (2013) *Sense and sensitivity: ISO, EI, and gain explained* | *Abelcine*. Available at: <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/iso-ei-and-gain-explained> (Accessed: 09 August 2023).

Shipsides, A. (2013) *At the bench: Introduction to the Sony PMW-F55* | *Abelcine*. Available at: <https://www.abelcine.com/articles/blog-and-knowledge/tutorials-and-guides/at-the-bench-introduction-to-the-sony-pmw-f55> (Accessed: 11 August 2023).

Slater, J.. (2007). *The ARRIFLEX D-20:the first film-style digital camera*. 89. 32-35.

Sony (2021) *Venice Digital Cinema Camera - Full Frame Sensor - Sony Pro, Digital Cinema Camera - Full frame sensor - Sony Pro*. Available at: https://pro.sony/ue_US/products/digital-cinema-cameras/venice (Accessed: 11 August 2023).

Sony (2023) *Sony Cinema Line, Sony Electronics*. Available at: <https://electronics.sony.com/cinema-line> (Accessed: 11 August 2023).

SonyCine (2021) *Shot on Venice: Paul Cameron, ASC on the feature film 'reminiscence'*, *YouTube*. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=pESgWKhUMMQ&t=403s&ab_channel=SonyCine (Accessed: 09 August 2023).

SonyCine (2023) *Snowfall behind the scenes: 1 on 1 with snowfall DP Christian 'Tico' herrera, CCR, YouTube*. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=bCvbVHo9nTo&t=390s&ab_channel=SonyCine (Accessed: 09 August 2023).

SonyCine (2023) *Behind the scenes of Avatar: The way of water with Russell Carpenter ASC and James Cameron, YouTube*. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=jlV417cHr7A&t=343s&ab_channel=SonyCine (Accessed: 09 August 2023).

Williams, M. (2023) *What is the difference between a CCD and CMOS camera sensor?, PetaPixel*. Available at: <https://petapixel.com/what-is-ccd-cmos-sensor/> (Accessed: 09 August 2023).