

# **Led osvětlení ve srovnání s dosavadními světelnými technologiemi v kinematografii**

Filip Blažek

---

Bakalářská práce  
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Audiovize

akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip Blažek**  
Osobní číslo: **K15256**  
Studijní program: **B8209 Teorie a praxe audiovizuální tvorby**  
Studijní obor: **Audiovizuální tvorba – Kamera**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **1. Teoretická část:**  
**Led osvětlení ve srovnání s dosavadními světelnými technologiemi v kinematografii**

**2. Praktická část:**  
**Audiovizuální dílo nebo tematický soubor audiovizuálních děl, délka minimálně 10 min., kamera.**

Zásady pro vypracování:

### 1. Teoretická část:

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

**Formální podoba:** 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-R. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf. a nahrát do příslušné složky na NAS-FMK.

**Pokyny k vypracování:** prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

### 2. Praktická část: Výstupní dílo:

a) 2 ks DVD ve formátu DVD-video (PAL) s graficky upraveným bookletem.

b) Písemná explikace z pohledu dané specializace. Minimální rozsah: 2x normostrany.

c) V případě, že je dílo autorským počinem nebo není součástí praktické části SZZ studenta produkce, je nutné dodržet dále zásady: a – h (dle zadání praktické části práce na oboru Produkce). Tyto data odevzdává za projekt vždy jeden člověk nutná konzultace s vedením AAV.

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

V samotné složce na AAV-NAS, označené "Podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně" odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní e-mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce: viz. Zásady pro vypracování  
Rozsah příloh: viz. Zásady pro vypracování  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/umělecké dílo

Seznam odborné literatury:

LANDAU, David. Lighting for cinematography: a practical guide to the art and craft of lighting for the moving image. New York, USA: Bloomsbury, 2014. ISBN 9781628926927.

American Cinematographer: the International Journal of Motion Picture Photography and Production Techniques. Los Angeles: American Society of Cinematographers, 1920. ISSN 0002-7928.

JAKOVENKO, Jiří. The development of new LED light bulbs – the future in lighting technology: Vývoj nových polovodičových LED žárovek – budoucnost v technologii osvětlení. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05264-8.

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Art. Július Liebenberger, ArtD.  
Ateliér Audiovize  
Datum zadání bakalářské práce: 4. prosince 2017  
Termín odevzdání bakalářské práce: 9. května 2018

Ve Zlíně dne 4. prosince 2017



doc. Mgr. Irena Armutidisová  
děkanka



MgA. Jiří Mynařík  
vedoucí ateliéru

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně .....

.....  
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užitje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce má za cíl seznámit čtenáře s novými světelnými trendy ve svícení filmového prostoru. Její výhody a nevýhody ve srovnání s lety prověřenými standarty. Praktická část má ukázat reálné možnosti využití. Zvolená problematika se prověří skrze přesné praktické měření colormetrem a díky reálnému využití při nasvícení filmového portrétu.

Klíčová slova:

LED, svícení, CRI, ARRI, HMI, Halogen, intenzita osvětlení

## **ABSTRACT**

The aim of the work is to introduce the reader to the new trends of lighting a film scene. It's advantages and disadvantages compared to the standards proven throughout the years. The practical part shows the real possibilities of usage. Selected issues are going to be tested through accurate colormetric measurement and real-life use on portrait photography

Keywords:

LED, lighting, CRI, HMI, Halogen, light intensity

Děkuji všem, kteří mi pomohli při zpracování Bakalářské práce. Jmenovitě vedoucímu bakalářské práce Mgr. art. Júliovi Liebenbergerovi, ArtD., dále pak Mirkovi Obrmannovi z ARRI RENTAL CZ, Andree Rosenwirth z ARRI RENTAL DE. Velké poděkování za poskytnutí techniky a prostorů k měření patří panu Martinu Vitoušovi ze Samuelson lighting rental, za techniku také Martinu Klimparovi z Biofilms rental, Františkovi Novákovi za zapůjčení světla Digital Sputnik, Antonovi Evdoshenkovi za zapůjčení color metru Sekonic C700 a Davidovi Městeckému za asistování při praktickém měření. „Tam, kde je světlo je i film“.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## **OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	9
<b>1. ZDROJE OSVĚTLENÍ</b> .....	11
1.1 Historie LED .....	11
1.2 LED .....	11
1.3 TUNGSTEN (Halogen) .....	17
1.4. HMI Hydrargyrum medium-arc iodide lamp .....	18
1.5 Fluorescenšční trubice .....	19
<b>2. MĚŘENÍ</b> .....	21
2.1 Kvalita barevného spektra .....	22
2.2 CRI (Color rendering index) .....	22
2.3 TLCI (Television lighting Consistency Index) .....	23
<b>3. NÁSTROJE PRO MĚŘENÍ</b> .....	27
3.1 Spectro meter .....	27
3.2 Expozice .....	28
3.3 Měřené světelné zdroje .....	29
<b>4. MĚŘENÍ SVĚTEL</b> .....	25
<b>5. ZÁVĚR</b> .....	85
5.1 Výsledky a shrnutí měření .....	85
5.2 Okometrické srovnání .....	87
<b>6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	89
6.1 Seznam internetových zdrojů .....	89
6.2 Seznam literárních zdrojů .....	90
<b>7. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ</b> .....	90



## ÚVOD

Ve filmovém světě se stále více setkáváme s dostupnějšími světly postavenými na technologii LED, které nám jsou především marketingově představovány jako budoucnost filmového svícení a jejich výhody nelze popřít. Ve své práci jsem se rozhodl zjistit, do jaké míry jsou tato tvrzení pravdivá a či opravdu stojíme na hranici světelné revoluce ve filmu. Cílem této práce je tedy porovnat stále se rozšiřující trend svícení světly postavenými na bázi LED, s konvenčními technologiemi, které jsou používány dlouhodobě s ohledem na běžnou evropskou filmovou scénu.

V praktické části proběhne měření intenzity osvětlení rozdílných zdrojů světla, příkonu, spektrální charakteristiky, ale i „okometrické“ srovnání. Nejprve dojde k podrobnějšímu seznámení s technologií LED, následně i krátké seznámení s technologiemi, s kterými se bude porovnávat, jejich známé výhody a nevýhody.

Po praktickém užití světel si ověříme, jak moc jsou výrobci udávané informace přesné. K praktickému měření bude přidán i subjektivní pocit z komfortu užití a úvaha o využití v různých případech filmové scény. Pro důkladné objektivní probádání možností světel, bude sloužit tabulka se změřenými hodnotami světelné intenzity na 1 watt (lux/W) a graf kvality reprodukce barevného spektra všech testovaných světel.

# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1. ZDROJE OSVĚTLENÍ

V této kapitole se budu se věnovat detailnějšímu pochopení principu záření jednotlivých zdrojů světla.

## 1.1 Historie LED

Myšlenka vyzařovat světlo z pevné látky se objevila již v roce 1907. Britský vědec Henry Joseph Round prováděl pokus s krystalem křemíku a při napojení elektřiny do křemíku začal krystal lehce zářit. O dvacet let později, v roce 1927 ruský vědec Oleg Losev, dokázal tento nápad zpracovat mimo laboratoř a vynalezl první LED světlo. Technologie LED je tedy velmi stará, ale pro použití v kinematografii jako hlavního zdroje světla, se stala teprve před několika lety.

LEDs Pros and Cons for Video Lighting. videomaker [online]. USA: Terry 'Rourke, 2013 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://www.videomaker.com/article/17040-leds-pros-and-cons-for-video-lighting>

## 1.2 LED

LED (Light emitting diode) je elektronická součástka fungující na principu polovodičů, které mění elektrický proud přímo na světlo a teplo.



Obrázek 1 – LED dioda

By oomlout (Flickr: 5mm Super Bright Blue LED - LED-05B-SB) [[CC BY-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0)], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3A5mm_Super_Bright_Blue_LED.jpg)

„Polovodič je pevná látka, která sama o sobě není elektricky vodivá, ale dodáme-li jí zvenčí energii, například elektrickou, tepelnou nebo světelnou, nebo změním-li její složení příměsí jiného prvku, může se vodivou stát. Vodivost polovodiče si lze nejjednodušeji představit tak, že dodáním energie zvenčí se z atomu uvolní elektron a na jeho místě vznikne kladně nabitá díra, která je vzápětí zaplněna jiným elektronem, který pak přeskakuje dále.

Tímto způsobem se při nepřetržitém dodávání energie „pohybují“ navzájem opačnými směry elektrony a díry a vzniká elektrický proud. Volné elektrony a volné díry jsou tedy nosiči elektrického náboje.

Podobný efekt jako dodání energie zvenčí může u některých polovodičů způsobit i příměs cizího prvku.

Mezi polovodiče patří například křemík, germanium, selen nebo některé soli. Většina polovodičů jsou krystalické látky, existují však i amorfní polovodiče (nekystalické – některá skla).

Polovodiče obsahující prvky s převahou elektronů se nazývají polovodiči typu N (negativní). Polovodiče obsahující prvky s menším počtem elektronů, tedy s převahou děr, se nazývají polovodiče typu P (pozitivní). Připojíme-li polovodiče ke zdroji elektrického napětí, pohybují se elektrony směrem od záporného pólu ke kladnému a díry opačným směrem.

Pokud spojíme polovodiče typu P a typu N, zaplní se na jejich rozhraní v určité šíři volné díry volnými elektrony a vzniká tzv. vyprázdněná oblast, která neobsahuje žádné nosiče elektrických nábojů (volné elektrony nebo díry). Při tomto jevu se uvolňuje energie. Vyprázdněná oblast brání zbylým volným nosičům nábojů (elektronům nebo dírám) pronikat přes rozhraní.

Připojíme-li kladný pól elektrického zdroje k polovodiči typu P a záporný pól k polovodiči typu N, zúží se vyprázdněná oblast až na milióntiny metru a přes rozhraní může procházet elektrický proud. Hovoříme o zapojení v propustném směru. Při opačném zapojení (kladný pól k N a záporný k P), se vyprázdněná oblast rozšiřuje a přechod nábojů se ztíží, až je zcela nepropustné. Hovoříme o zapojení v závěrném směru.

Tato oblast na rozhraní polovodičů typu P a N, nazývaná přechod P-N, tedy propouští elektrický proud pouze jedním směrem.

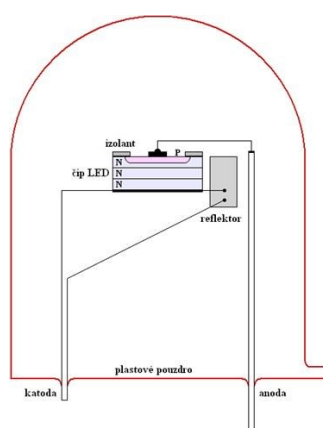
Polovodiče typu P a N vytvářející přechod P-N tvoří polovodičovou diodu. LED diodou (z anglického „light emitting diode“ – dioda vyzařující světlo) se pak nazývá taková polovodičová dioda, u níž při zapojení v propustném směru má energie vyzářená na přechodu P-N formu světla.“

Vítě, jak funguje LED a OLED dioda? Proelektrotechniky [online]. Česká Republika: redakce Proelektrotechniky.cz, 2013, 1. 3. 2012 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/15.php>

„Při rekombinaci páru elektron - díra se uvolňuje energie. Díky platnosti zákona zachování energie je tato uvolněná energie stejná jako energie nutná ke generaci. Energie se uvolňuje ve formě energie tepelné nebo světelné. Aby se uvolnila ve formě světelné je nutno přechod vyrobit ze speciálních materiálů. Barva světla je dána použitým materiálem. Nejjednodušší je výroba červené LED, protože červené světlo má nejmenší energii, ale vyrábějí se i modré LED (modré světlo má energii největší). Existují také infračervené LED. Při zapojování LED do obvodu je nutno dbát na správnou polaritu! V případě, že zapojíme LED do obvodu opačně, elektrický proud jí nebude procházet. Navíc hrozí nebezpečí jejího zničení. Detailnější pohled na LED je zobrazen na obr. níže. Samotný čip LED je tvořen vrstvou polovodičů. Počet vrstev a jejich složení závisí na druhu LED.

Na obrázku je zobrazena červená LED a proto jsou zobrazeny tři vrstvy polovodiče typu N a jedna vrstva polovodiče typu P. K výrobě polovodiče typu N pro tento účel se většinou používají materiály, které obsahují galium s příměsí arsenu a fosforu (viz tab. níže).“

LED. Fyzika.jreichl.com [online]. Praha: Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/276-led>



Obrázek 2 – LED dioda

REICHL, Jaroslav; VŠETIČKA, Martin. fyzika.jreichl.com [online]. [cit. 31.12.2017]. Dostupný na WWW: [http://fyzika.jreichl.com/data/E\\_polovodice\\_soubory/image043.jpg](http://fyzika.jreichl.com/data/E_polovodice_soubory/image043.jpg)

Materiál	Druh elektromagnetického záření	$\lambda$ nm	$\frac{U_{LED}}{V}$
SiC, GaN	modrá barva	450	3,6
GaP	zelená barva	565	2,2
$GaAs_{0,15}P_{0,85}N$	žlutá barva	580	2,1
$GaAs_{0,35}P_{0,65}N$ , GaPZnO, $GaAs_{0,6}P_{0,4}$	červená barva	635	2,0
SiC, GaN, luminofor na povrchu	bílá barva	450 - 650	3,6
GaAsSi	infračervené záření	820 - 950	1,5

Obrázek 3 – Tabulka barevných LED

LED. Fyzika.jreichl.com [online]. Praha: Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/276-led>

LED diody jsou v základu velmi jednoduchá zařízení. Velkou výhodou je, že pro jejich záření je potřeba jen málo elektrického proudu. Zde se dostáváme k jedné z výhod svícení pomocí LED a tím je možnost malé diodové zdroje napájet dostupnými bateriemi. S tím spojené je i to, že ve výsledku produkují jen velmi málo tepla. Avšak již toto malé množství tepla, je jedním z velkých nedostatků LED. Při dlouhodobějším zahřívání LED dochází k jejich nevratnému klesání intenzity svícení.

Proto kvalitní LED reflektory jsou vybaveny velkými aktivní i pasivními prvky chlazení. Další výhodou je, že neobsahují žádné pohyblivé části, tudíž jsou v porovnání s například halogenovým (TUNGSTEN) světlem, které má velmi křehkou žárovku, odolné a to i při jejich pohybování při zapnutém stavu.

### **Výhody:**

#### Životnost

LED světla mají při vhodném používání až cca 50x delší životnost než tungsten. Tedy až 50 000 hodin svícení.

#### Světelná účinnost/spotřeba

Jak již bylo zmíněno LED diodu stačí napájet jen velmi malým proudem a dosahujeme výborné intenzity osvětlení. Pro příklad halogenový reflektor ARRI T1 o výkonu 1000W má ve vzdálenosti 1 m při záření o úhlu 52° svítivost 19972 lux. Zatímco ARRI L10-TT LED reflektor o výkonu 400W je při stejné vzdálenosti téměř srovnatelný s 19087 lux.

(Výpočet proveden pomocí ARRI photometric calculator <http://calc.arri.de/calculator>)

#### Stmívatelné/ reprodukce jakékoliv barvy

Velmi vhodným pomocníkem při svícení scény pomocí LED je fakt, že můžou být stmívatelné, aniž by se jakkoliv měnila barevná teplota. Zároveň v případě světla s RGB+W diodami, lze reprodukovat téměř jakoukoliv barvu viditelného spektra a tím pádem není potřeba používat barevné nebo korekční filtry před světlo. Další výhodou je, že při zapnutí dokáží okamžitě svítit 100% výkonem.

#### Teplota

I přes svoji velkou intenzitu osvětlení produkují jen velmi málo tepla oproti konvenčním zářičům. Tím jsou vhodnější a bezpečnější pro jakoukoliv práci a manipulaci.

## Odolnost

Protože diody samy o sobě neobsahují křehké součástky, jsou velmi odolné proti mechanickému poškození.

## **Nevýhody:**

### Cena

Vyšší pořizovací cena kvalitního světla např. ARRI LC7-c LE2 se cenově pohybuje okolo 75 000 Kč zatímco 1kW ekvivalent halogenového ARRI T1 je pohybuje okolo 15 300 Kč.

(ceny a kurz dolaru: 24.11.2017 <https://www.bhphotovideo.com>)

### Teplota

Ač LED světla produkují jen velmi málo tepla, při nedostatečném chlazení dochází ke zkrácení životnosti a hlavně k poklesu svítivosti, která je nevratná. Proto je nezbytný velmi kvalitní a promyšlený temperature management tedy systém chlazení, který tento nedostatek eliminuje. Bohužel nutnost kvalitního a velkého chladiče, znemožňuje vytvořit LED světla o výkonu, který by se mohl rovnat několika kW HMI světlům. Další ochranou proti krátké životnosti je, že použité diody nesvítí 100% výkonem.

### Barevné spektrum

Především v případě levných LED zdrojů, světla produkují jen část barevného nehomogenního spektra, následně dochází k nepřesnému reprodukování barvy snímaného objektu.



Obrázek 4 – Filmové LED světlo

By ARRI AG (Own work) [[CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) 3.0], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AARRI_SkyPanel.jpg)



### **1.3 Tungsten (halogen)**

Jde o nejstarší a nejrozšířenější typ používané technologie pro filmové svícení.

Funguje na principu zahřátí wolframového vlákna, které svou vysokou teplotou emituje světlo a teplo.

#### **Výhody:**

##### Cena

Tento typ světel patří k nejlevnějším na trhu.

##### Barevné spektrum

Homogenní světelné spektrum, CRI 99+.

#### **Nevýhody:**

##### Životnost

Halogenová žárovka má životnost velmi krátkou pouze okolo 2000 hodin. Dále jsou pak žárovky velmi křehké a náchylné na mechanické poškození.

##### Světelná účinnost

Halogenové žárovky jsou svým svojí světelnou intenzitou velmi špatné, pouze 30 % výkonu je světlo, zbytek náleží teplu. Proto pokud potřebuju zasvítit scénu velkou lampou, je potřeba velkého množství elektrického proudu.

##### Změna barevné teploty

Světlo při stmívání mění svoji barevnou teplotu k nižším stupňům kelvina.



Obrázek 5 – Starý halogenový filmový reflektor

By Tomasz "Nemo5576" Górný (Own work) [[GFDL](http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html) or [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3A%C5%81%C3%B3d%C5%BA_Muzeum_Kinematografii_reflektor_02_05_2010_P5029859.JPG)

#### 1.4 HMI - Hydrargyrum medium-arc iodide lamp (Halogenidová výbojka)

Jde o technologii využívající k záření výbojku s dvěma elektrodami, mezi kterými vzniká výboj světla sloužící jako zdroj záření.

##### **Výhody:**

##### Barevné spektrum

Homogenní světelné spektrum, barevná teplota denního světla 6000k.

##### Intenzita osvětlení

HMI nabízejí největší možnou světelnou intenzitu, z dostupných světél na trhu. Produkují podstatně méně tepla než halogenové zářiče.

##### **Nevýhody:**

##### Cena

Vyšší pořizovací např. ARRI D12 1,2 kW HMI spolu s balastem se cenově pohybuje okolo 180 800Kč zatímco 1kW tungsten ARRI T1 je pohybuje okolo 15 300 Kč

(ceny a kurz dolaru: 24.11.2017 <https://www.bhphotovideo.com>)

### Potřeba kvalitního napětí

Lampa musí být připojená k tzv. balastu, který zařizuje správné napětí.

### Časová prodleva

Při zapnutí HMI je třeba čekat několik minut, než světlo svítí na plný výkon a reprodukuje deklarované barevné spektrum.

### Životnost

Lampa je velmi náchylná k mechanickému poškození, je vhodné lampu po vypnutí nechat zchladnout než se přistoupí k manipulaci, stejně tak není vhodné lampu po zhasnutí znovu ihned rozsvěcet.

### Změna barevné teploty

HMI výbojce se po dlouhodobém používání lehce mění barevná teplota a tón.



Obrázek 6 – HMI výbojka

By Daniel\*D (Own work) [[CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0) 4.0], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AHMI_18_kW_0548.JPG)

## **1.5 Fluorescenční trubice**

Skleněné trubice naplněné nejčastěji rtuťovými parami. Na každém konci se nachází výbojky.

Ty zažnou plyny, které produkují světlo v ultrafialové oblasti (méně než 350nm). Světlo dopadá na stěny trubice s naneseným luminoforem, které záření pohlcuje a samo začne zářit světlo, pro člověka, ve viditelném spektru.

### **Výhody:**

#### Cena

Nízká pořizovací cena.

#### Dlouhá životnost

Oproti halogenovým zářičům mají až několikanásobně delší životnost.

#### Stmívatelné

Trubice je možné, díky balastu, krokově stmívat bez změny barevné teploty.

### **Nevýhody:**

Reprodukuje charakterem pouze měkké světlo a lze jimi dosáhnout jen malé světelné intenzity.



Obrázek 7 – Běžná fluorescenční trubice

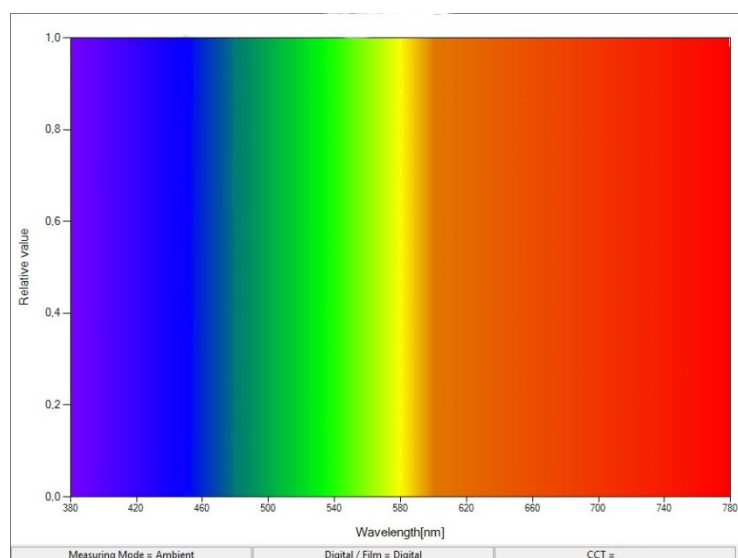
By Chetvorno (Own work) [[CC0](http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.en)], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AFluorescent_light_strip_2_tube.JPG)

## 2. MĚŘENÍ

### Co je to homogenní světelné spektrum

Denní světlo a umělé světlo, jakými jsou například žárovky nebo halogeny, vyzařují plné homogenní světelné spektrum. To znamená, že obsahují všechny, pro člověka, viditelné složky světla 380-750nm. Ačkoliv zdroje mohou obsahovat například více složky červeného světla jako je tomu v případě halogenových zdrojů nebo modrého světla v případě denního světla nebo HMI. V případě levných LED světel toto spektrum některé vlnové délky neobsahuje vůbec, jiné zase naopak ve velké míře. Tím dochází k špatné barevné reprodukci snímaného objektu. Tuto vadu, nelze korigovat ani pomocí barevných filtrů, těmi lze pouze napravit nesprávná barevná teplota světla a jeho barevný posun směrem k purpurové nebo zelené barvě. A i zde je vhodné využít speciálních barevných filtrů, které jsou určeny pro LED osvětlení, protože klasické filtry jsou přizpůsobeny k homogennímu světelnému spektru. To se, ale týká především levných LED panelů. High-endové LED světla jsou vybaveny množstvím LED (RGB+W) jednotek, které spolu kvalitně vykreslí homogenní spektrum a zároveň dokáží sami upravit barevný tón, teplotu a dokáží reprodukovat téměř jakoukoliv barvu ve viditelném spektru.

Ideální barevné světelné spektrum, by tedy obsahovalo ve všech jeho bodech vlnové délky jeho maximální intenzitu viz. obr. Tohoto ideálu, však zatím nelze dosáhnout.



Obrázek 8 – Ideální barevné spektrum

## 2.1 KVALITA BAREVNÉHO SPEKTRA

Při porovnání kvality světla patří mezi nejdůležitější parametry kvalita jeho spektra tzv. color rendering. Tedy schopnost reprodukovat homogenní barevné spektrum, které vyzařuje například slunce nebo halogenová technologie. V případě špatného barevného spektra, které se objevuje hlavně u levných LED panelů, dochází k nepřesnému reprodukování barvy, nejvíce si toho můžeme všimnout u nepřesného zobrazení pleťové barvy, která je pro kameramana něco jako etalon správné barevné reprodukce. Existuje několik možností, jak kvalitu světla měřit, zde se budeme zabírat dvěma nejčastějšími metodami, které podporují jak klasické high-endové filmařské color metry, tak i samotné firmy vyrábějící světla pro film.

„Stejně jako při zohlednění teploty barev musí kameramani znát schopnost umělých zdrojů světla reprodukovat barvy přesně. CRI a TLCI jsou měřítkem přesnosti zobrazování barev.“

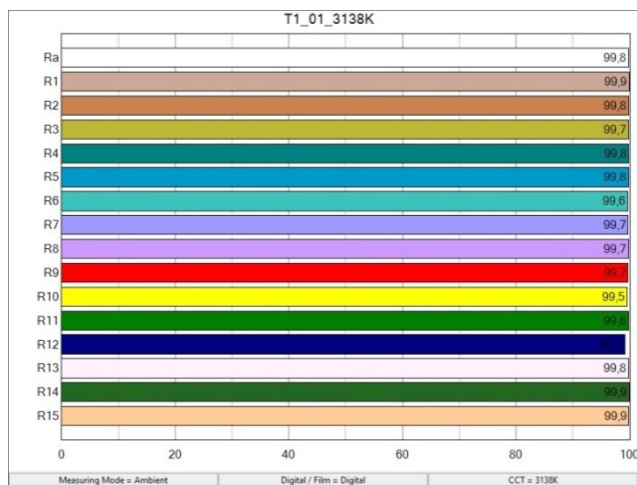
Understanding CRI & TLCI: The Importance Of Color Rendition. Videomaker [online]. USA: Pete Tomkies, 2016 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://www.videomaker.com/article/c03/18602-understanding-cri-tlci-the-importance-of-color-rendition>

## 2.2 (CRI (Color Rendering Index)

Jde již o velmi starou metodu pro měření přesnosti reprodukce barev. Byla vytvořena v roce 1964 v CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) mezinárodní komise pro osvětlování.

CRI metoda zkoumá přesnost reprodukce světelného zdroje v porovnání se spektrem denního světla. Porovnávání probíhá pomocí tzv. mackbeth tabulky, na které jsou barevné vzorky. Následně se porovnává jejich rozdílné zobrazení. Výsledky jsou poté zprůměrovány tak, aby vyšel dvouciferný výsledek. Maximální hodnotou CRI je 100, která je dána dennímu světlu, čím nižší je výsledek CRI, tím nepřesněji reprodukuje všechny snímané barvy. Jako mezní kvalitativní výsledek CRI pro využití světla v kinematografii se uvádí hodnota 90-95 a více.

První Mackbeth tabulka obsahovala 8 vzorků barev CRI(Ra), následně byla tabulka rozšířena od dalších 7 vzorků CRI (Re)



Obrázek 9 – CRI hodnoty měřeného halogenové světla

### 2.3. TLCI (Television lighting Consistency Index)

Novější metoda počítá s více než 15 vzorky CRI, které nejsou dostačující pro porovnání spektra LED světél. A hlavně CRI řeší to, jak budou barvy reprodukovány pro lidský zrak. Zatímco metoda TLCI řeší, jak budou barvy reprodukovány pro kameru, protože kamera se snaží reprodukovat vnímání lidského oka a kamera v tomto ohledu není dokonalá.

Pro TLCI využíváme macbeth tabulku s 24 barevnými vzorky a kromě barev které jsou na tabulce pro CRI obsahuje další méně saturované barvy odpovídající výkyvům v světelném spektru LED. Jako mezní kvalitativní výsledek CRI pro využití světla v kinematografii se uvádí hodnota 90 a více.



Obrázek 10 – Mackbeth tabulka (X-rite color checker)

## **Praktické shrnutí**

Jak metoda CRI tak TLCI, jsou výborným pomocníkem pro zhodnocení kvality re-produkovaného světla. Nicméně při použití různého druhu světel je dobré, si před natáčením světla přeměřit, protože ač výrobci udávají stejné hodnoty, tak se mezi různými výrobci nemusejí lampy úplně shodovat a při použití smíšených zdrojů světla tak může dojít k velké nepřesnosti.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3. NÁSTROJE PRO MĚŘENÍ**

#### **3.1 Spectro meter**

#### **3.2 Expozice**

#### **3.3 Měřené světelné zdroje**

### 3. Nástroje pro měření

#### 3.1 Spectro meter

Pro měření jsem zvolil přístroj od firmy Sekonic C700c Spectro Meter, „který je určen pro snímání filmové scény v pohybu tak i statických snímků, které musí produkovat kvalitní výsledky se správnou barvou objektu při práci s více typy a značkami světelných zdrojů. Plně spektrální barevný měřič C-700 dokáže přesně měřit LED, HMI, fluorescenční zdroje, nové plazmové lampy, stejně jako zářivky, přírodní světlo a elektronický blesk. Jeho měřicí systém s vysokým rozlišením, vybavený snímačem CMOS, zachycuje a zobrazuje výkyvy ve výstupu světelného zdroje a poskytuje tak nepřekonatelnou přesnost měření barev.“

C-700 SpectroMaster. Sekonic [online]. USA: sekonic, 2016 [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: <https://www.sekonic.com/czech-republic/products/c-700/overview.aspx>



Obrázek 11 – Sekonic C700

Sekonic C700 jsem zvolil protože, patří mezi nejpoužívanější a nejspolehlivější spektrometry ve filmové branži. Přístroj poslouží pro měření a následné srovnání kvality barevného spektra, přesnosti reprodukované barevné teploty světla a barevného posunu světla směrem k purpurové (magenta) nebo zelené (green) barvě.

### 3.2 Expozice

Pro správné nastavení expozice, jsem volil expoziometr firmy Sekonic 758Cine, který zvládne přesně změřit hodnoty dopadajícího a odrážejícího se světla



Obrázek 12 – Sekonic 758Cine

By KennethHan (Own work) [[CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], [via Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ASekonic_Digital_Master_L758_cine.JPG)

### Mackbeth tabulka

Pro správné porovnání reprodukce barev jsem zvolil profesionální kalibrovanou „mackbeth“ tabulku firmy X-Rite color checker. Viz obr. č. 7

### 3.3 Měřené světelné zdroje

Jako etalon kvalitní barevné reprodukce umělého, a také jako zástupce halogenového, světla jsem zvolil filmový reflektor **ARRI T1**



Obrázek 13 – ARRI T1

AUTOR NEUVEDEN. *arri.com* [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:  
[http://www.arri.com/uploads/tx\\_arricontent/trueblue-t-1\\_prod.jpg](http://www.arri.com/uploads/tx_arricontent/trueblue-t-1_prod.jpg)

Jako zástupce světél z kategorie HMI jsem zvolil filmový reflektor **ARRI D12**.



Obrázek 14 – ARRI D12

AUTOR NEUVEDEN. *arri.com* [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:  
[http://www.arri.com/uploads/tx\\_arricontent/trueblue-d-12\\_prod.jpg](http://www.arri.com/uploads/tx_arricontent/trueblue-d-12_prod.jpg)

Zástupce fluorescenčních zdrojů světla jsem zvolil nejpoužívanější trubice ve filmové branži od firmy **KINO FLO Lighting Systems 4bank 60cm**

Tyto klasické, dlouhá léta využívané, zdroje pro svícení filmové scény jsem porovnal s několika značkami výrobců LED filmového osvětlení.

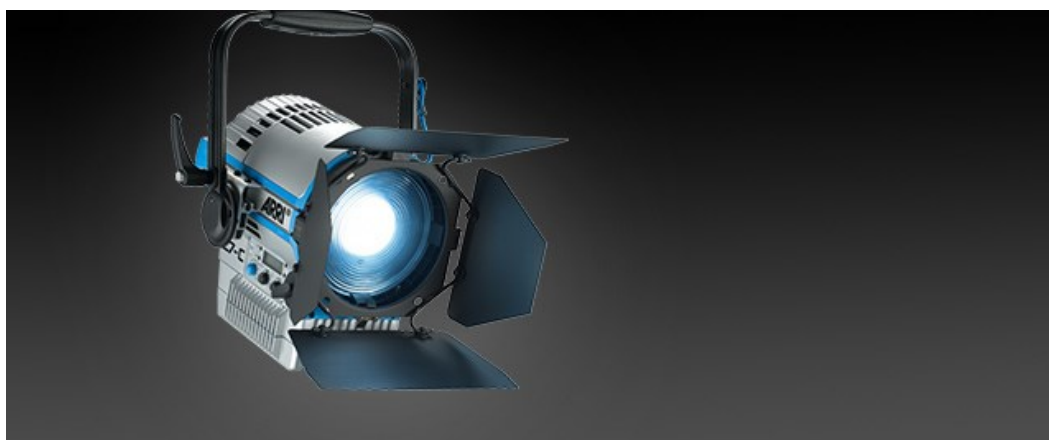


Obrázek 15 - KINO FLO Lighting Systems 4bank 60cm

AUTOR NEUVEDEN. *kinoflo.com* [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:  
[https://www.kinoflo.com/GIF%20image/Fixture%20Remote/Select%20DMX%204Bank/  
Kits%20Expansion/KIT\\_244B\\_120U.gif](https://www.kinoflo.com/GIF%20image/Fixture%20Remote/Select%20DMX%204Bank/Kits%20Expansion/KIT_244B_120U.gif)

Mezi high-endové zástupce LED světel jsem zařadil:

### **ARRI L7C**



Obrázek 16 – ARRI L7C

AUTOR NEUVEDEN. arri.com [online]. [cit. 28.12.2017].

Dostupný na WWW: [http://www.arri.com/uploads/tx\\_arricontent/l7-c\\_prod.jpg](http://www.arri.com/uploads/tx_arricontent/l7-c_prod.jpg)

### **DIGITAL SPUTNIK DS1**



Obrázek 17 – Digital Sputnik DS1

AUTOR NEUVEDEN. digitalsputnik.com [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na  
WWW: [https://www.digitalsputnik.com/wp-content/uploads/2017/04/ds5A\\_ds1\\_B-](https://www.digitalsputnik.com/wp-content/uploads/2017/04/ds5A_ds1_B-)

[1024x768.jpg](https://www.digitalsputnik.com/wp-content/uploads/2017/04/ds5A_ds1_B-1024x768.jpg)

## ARRI SKYPANEL S60C



Obrázek 18 – ARRI SKYPANEL S60C

AUTOR NEUVEDEN. arri.com [online]. [cit. 28.12.2017].

Dostupný na WWW: [http://www.arri.com/uploads/tx\\_arricontent/s60-c\\_prod\\_02.jpg](http://www.arri.com/uploads/tx_arricontent/s60-c_prod_02.jpg)

## KINO FLO Celeb 201



Obrázek 19 – KINO FLO Celeb 201

AUTOR NEUVEDEN. kinoflo.com [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:  
<https://www.kinoflo.com/GIF%20image/LED/Celeb%20200%20DMX/Kit%20Expansion/>

[KIT-C2\\_120U.gif](#)



Mezi low-endové zástupce LED světel jsem zařadil:

### **APUTURE LIGHT STORM LS1C bicolor**



Obrázek 20 - APUTURE LIGHT STORM LS1C bicolor

AUTOR NEUVEDEN. aputure.com [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:

[https://cdn.shopify.com/s/files/1/1343/1935/files/l2\\_s1.jpg](https://cdn.shopify.com/s/files/1/1343/1935/files/l2_s1.jpg)

### **APUTURE AMARAN AL-H198C**



Obrázek 21 - APUTURE AMARAN AL-H198C

AUTOR NEUVEDEN. aputure.com [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:

<https://cdn.shopify.com/s/files/1/1343/1935/products/a80feabc9847bb785e1fbd15840bd3b>

[c\\_large.jpg?v=1508462289](https://cdn.shopify.com/s/files/1/1343/1935/products/a80feabc9847bb785e1fbd15840bd3b_c_large.jpg?v=1508462289)

### **FaV K4000S bicolor**



Obrázek 22 - FaV K4000S bicolor

AUTOR NEUVEDEN. fvlighting.com [online]. [cit. 28.12.2017]. Dostupný na WWW:  
<https://www.fvlighting.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/k/4/k4000.jpg>

### **No name china LED panel**



Obrázek 23 - No name china LED panel

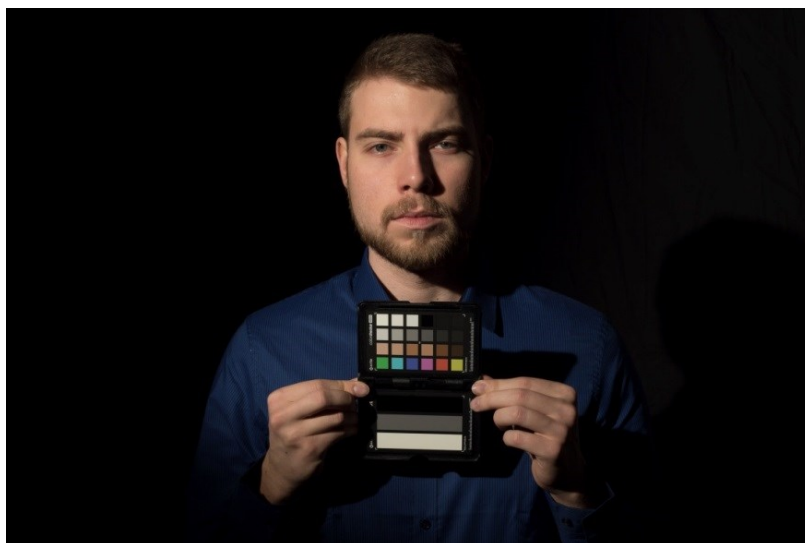
#### **4. Měření světla**

Průběh testování světla probíhal v temné místnosti, bez možnosti denního světla ovlivnit výsledky měření. Pro testovací snímky byl využit fotoaparát Sony A7s s objektivem Canon 50mm f1,8 STM. Pro minimalizaci nežádoucích odrazů byla fotografovaná scéna zakryta černou látkou. Vzdálenost všech zdrojů světla od měřeného subjektu byla 155cm. Zářiče s fresnelovou čočkou byla nastavena na úhel vyzařování 40 stupňů. Všechna světla byla nastavena na jejich maximální světelný výkon. Na přiložených fotografiích a grafech lze zhodnotit, okometrické vlastnosti světla, světelné spektru zářiče, kvalitu reprodukce jednotlivých barev (CRI) a barevný posun světla (CC index)

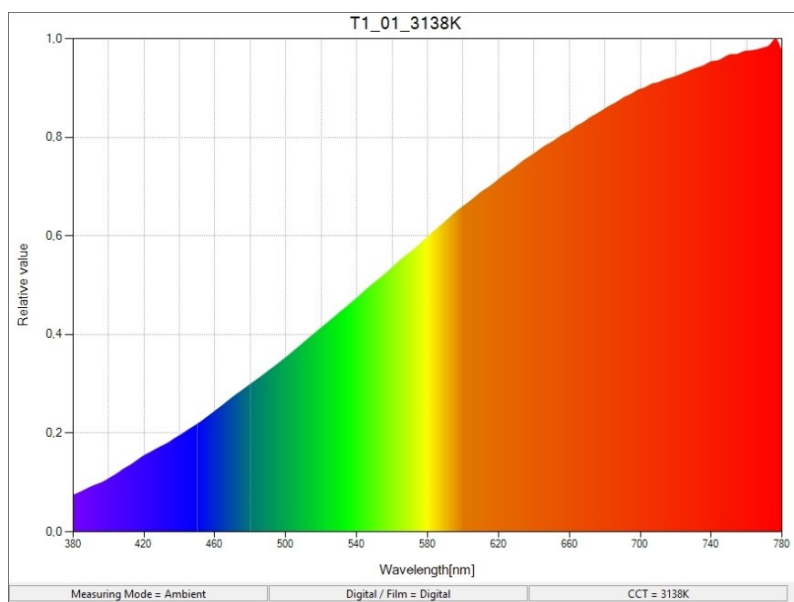
## 1. ARRI T1- halogenová žárovka (tungsten)

Zástupce nejběžnějšího typu světla ve filmovém průmyslu. V průběhu měření byly zhotoveny dva testovací snímky. Měřeno bylo klasické umělé světlo zariadení. V Druhém případě bylo světlo překryto konverzním filtrem značky Lee filters Full C. T. Blue 201, který mění barevnou teplotu z 3200K – 5700 K.

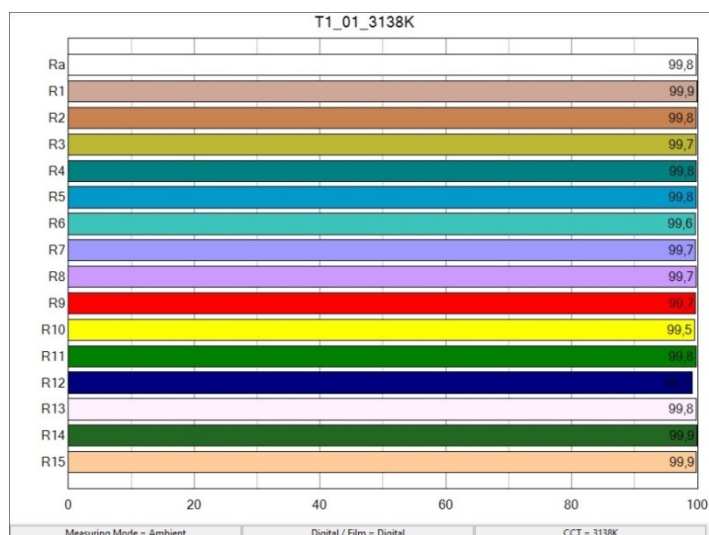
### ARRI T1



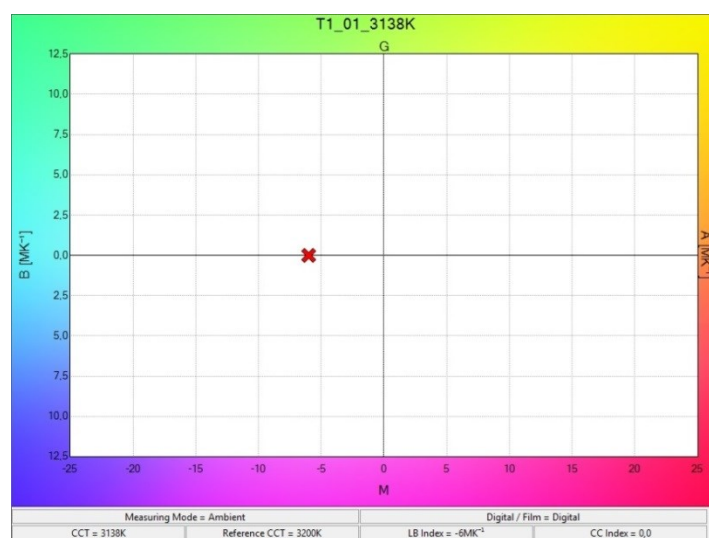
Obrázek 24 – Scéna + ARRI T1



Obrázek 25 – Barevné spektrum ARRI T1



Obrázek 26 – CRI ARRI T1



Obrázek 27 – Barevný posun ARRI T1

Barevná teplota: 3138 K

Intenzita osvětlení: 6130 lx

Barevný posun: 0,0

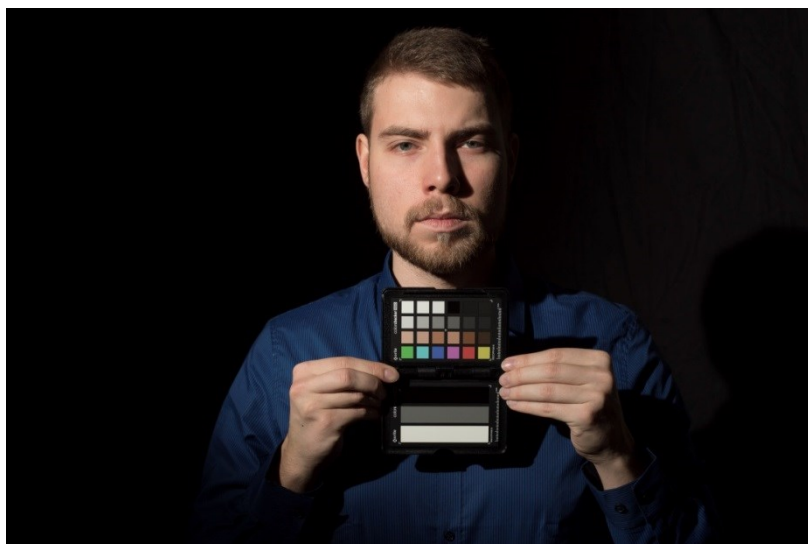
CRI: 99,8

Účinnost: 6,13 lx/W

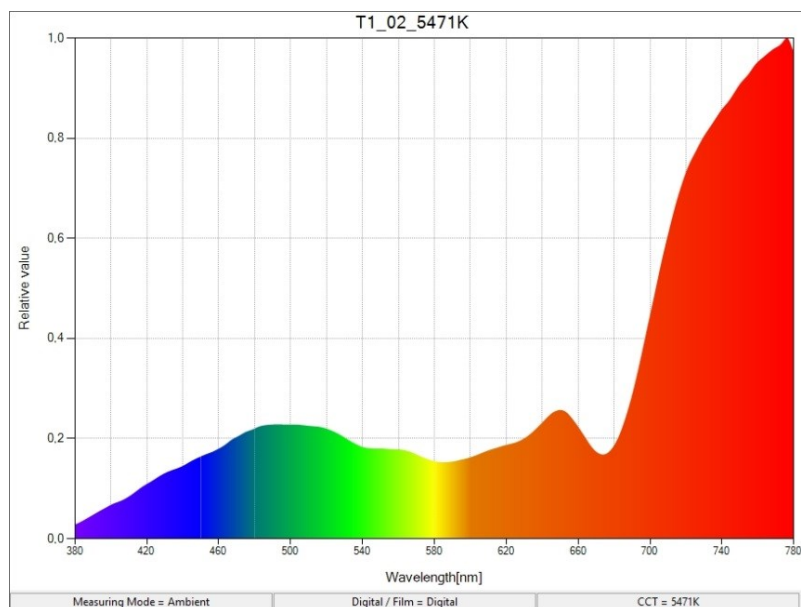
Z měřených grafů můžeme vyčíst, že šlo o velmi kvalitní světlo. Spektrum je obsahuje všechny vlnové délky s největším podílem složek červeného světla a infračerveného záření.

Kvalita reprodukce barev je u tohoto typu zářiče ze všech měřených světél nejlepší.

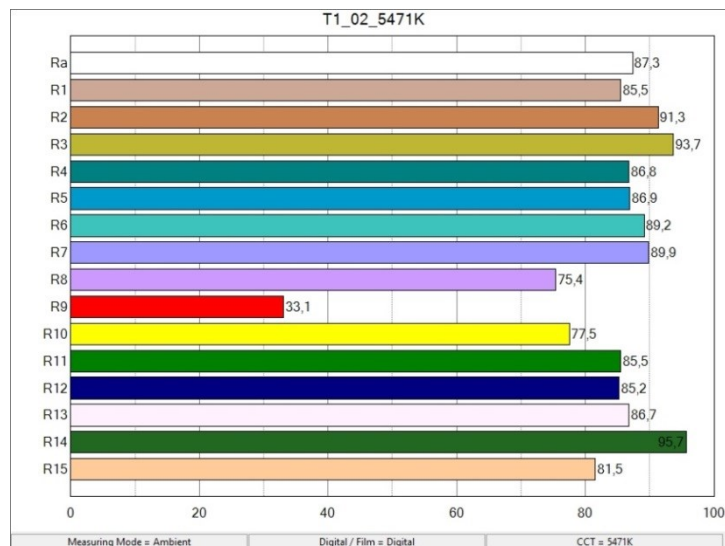
ARRI T1 + Lee filters Full C. T. Blue 201



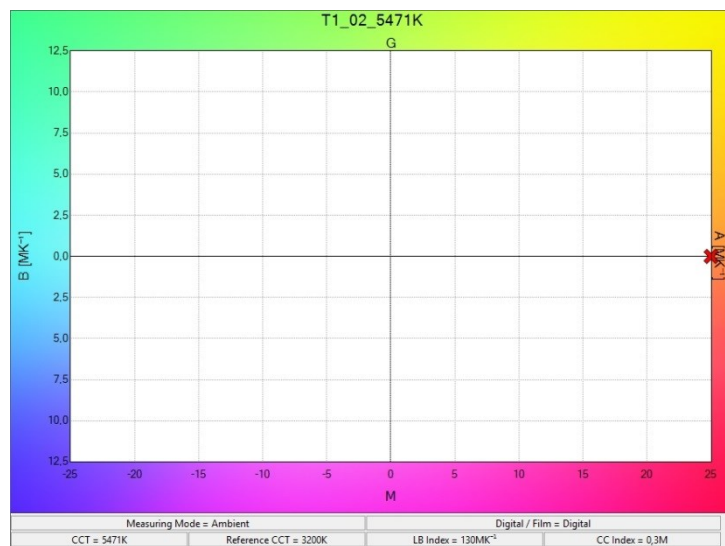
Obrázek 28 – ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201



Obrázek 29 – Barevné spektrum ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201



Obrázek 30 – CRI ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201



Obrázek 31 – Barevný posun ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201

Barevná teplota: 5471K

Intenzita osvětlení: 1780 lx

Barevný posun: 0,3M

CRI: 87,3

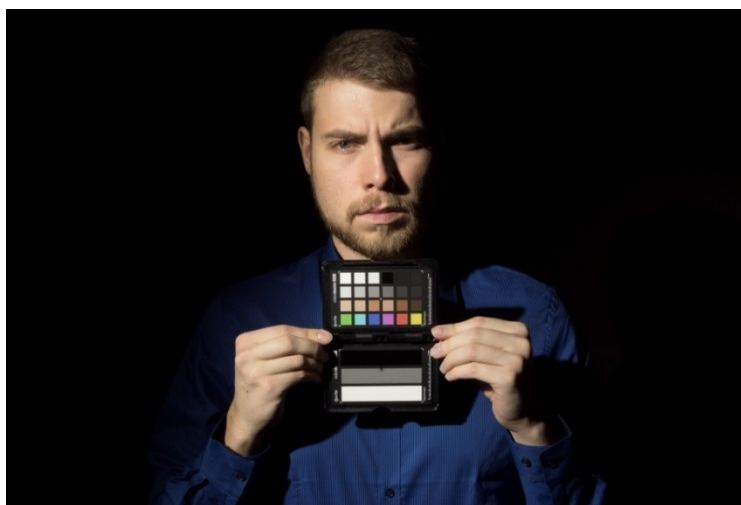
Účinnost: 1,78 lx/W

Z výsledku je jasné, že přidání filtru velmi změnilo spektrum světla a většinu reprodukováných barev zhoršil lehce pod úroveň 90CRI, která je udávána jako mezní kvalitativní výsledek pro použití v kinematografii. Filtr též zapříčinil obrovský úbytek světla a stejně tak nepřesně pozměnil barevnou teplotu.

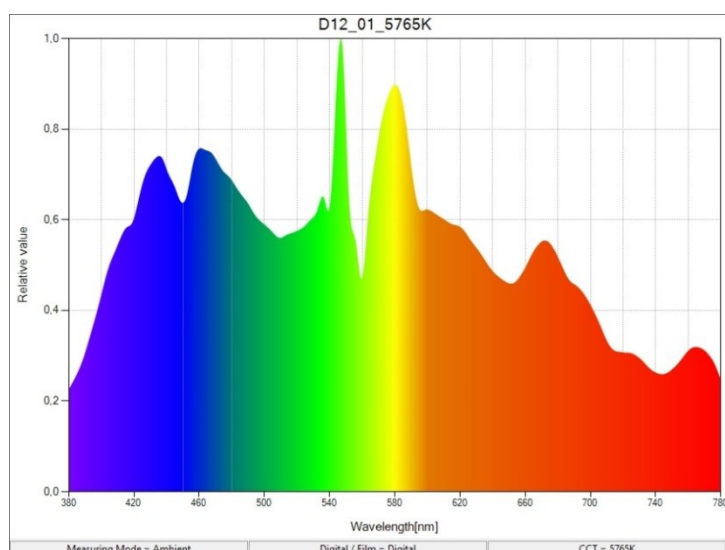
## 2. ARRI D12 – HMI

Zástupce nejběžnějšího typu denního světla ve filmovém průmyslu. V průběhu měření byly zhotoveny dva testovací snímky. Měřeno bylo denní světlo zářiče. V Druhém případě bylo světlo překryto konverzním filtrem značky Lee filters Full C. T. Orange 204, který mění barevnou teplotu z 5600 K – 3200 K.

### ARRI D12

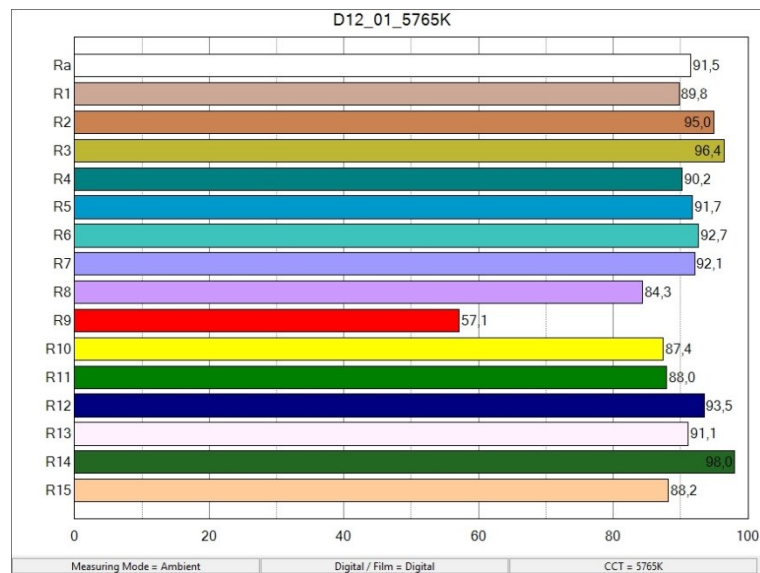


Obrázek 32 – ARRI D12

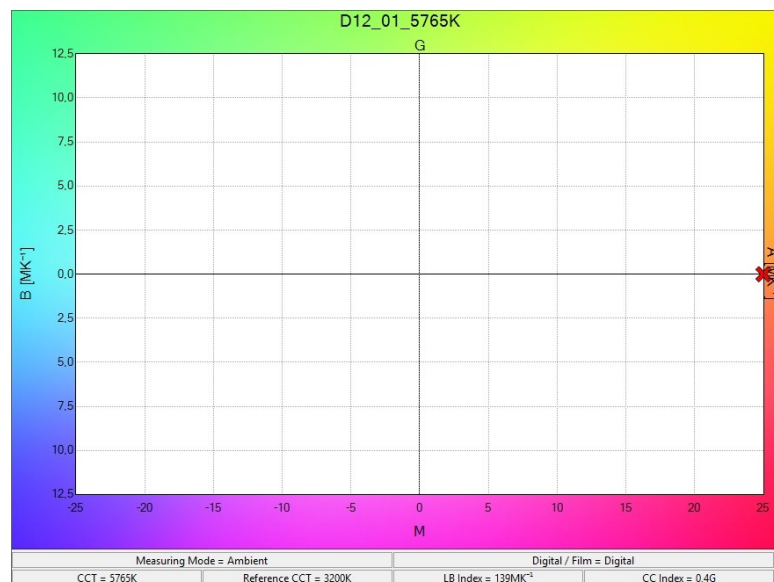


Obrázek 33 – Barevné spektrum ARRI D12





Obrázek 34 - CRI ARRI D12



Obrázek 35 – Barevný posun ARRI D12

Barevná teplota: 5765 K

Intenzita osvětlení: 27300 lx

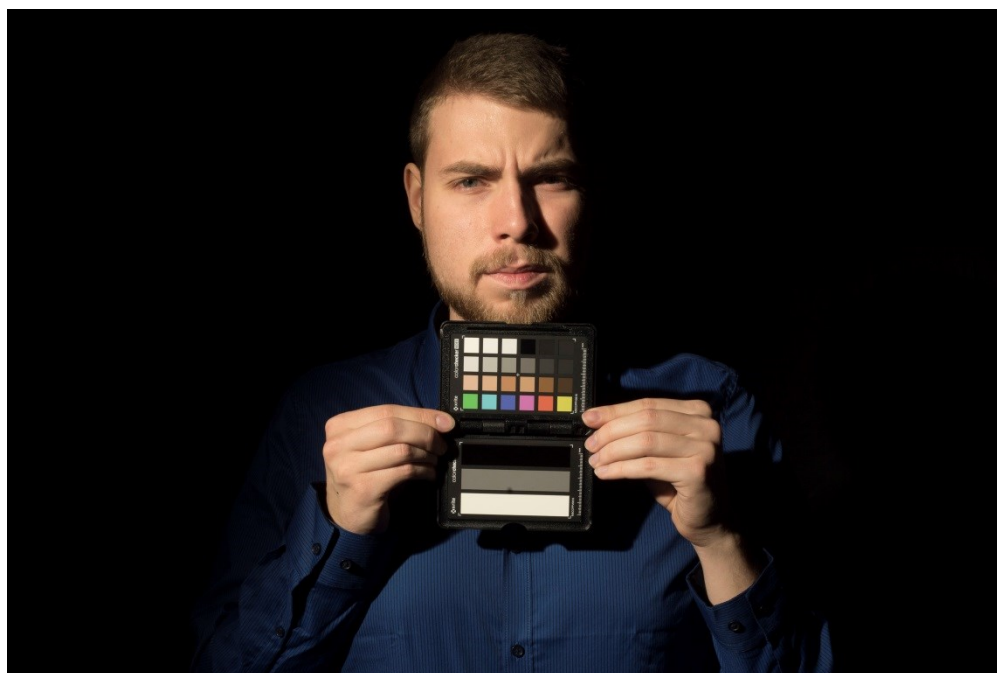
Barevný posun: 0,4G

CRI: 92,2

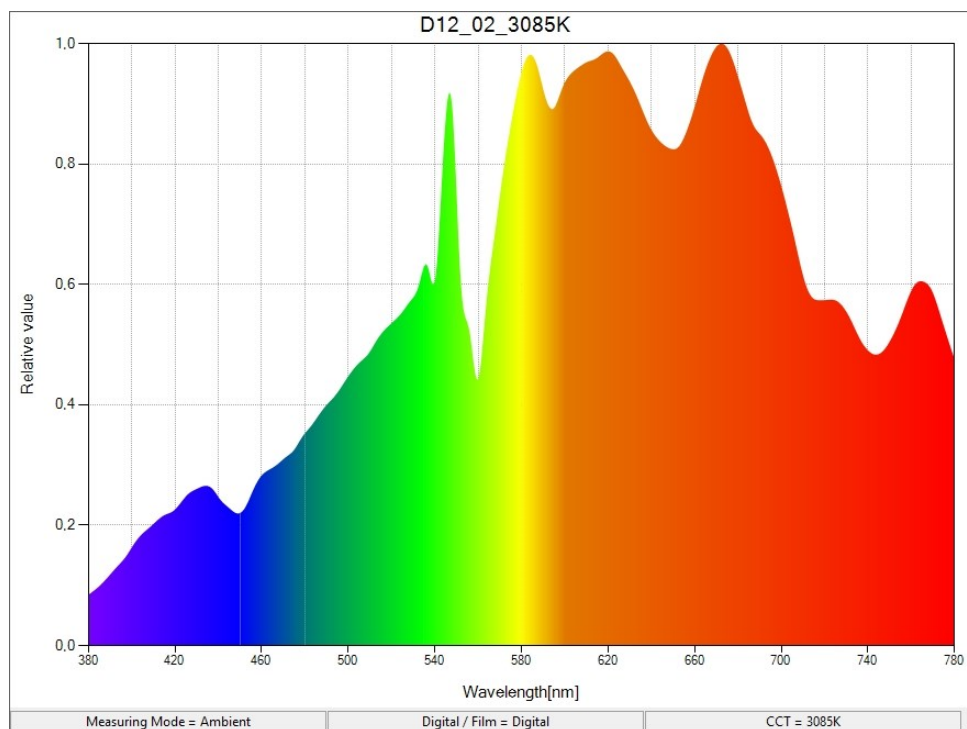
Účinnost: 22,8 lx/W

Světlo nabízí obrovský světelný výkon a i jeho barevná teplota je velmi blízká výrobce garantované hodnotě. Kvalita reprodukce je zde také poměrně kvalitní až na hůře reprodukovanou červenou barvu.

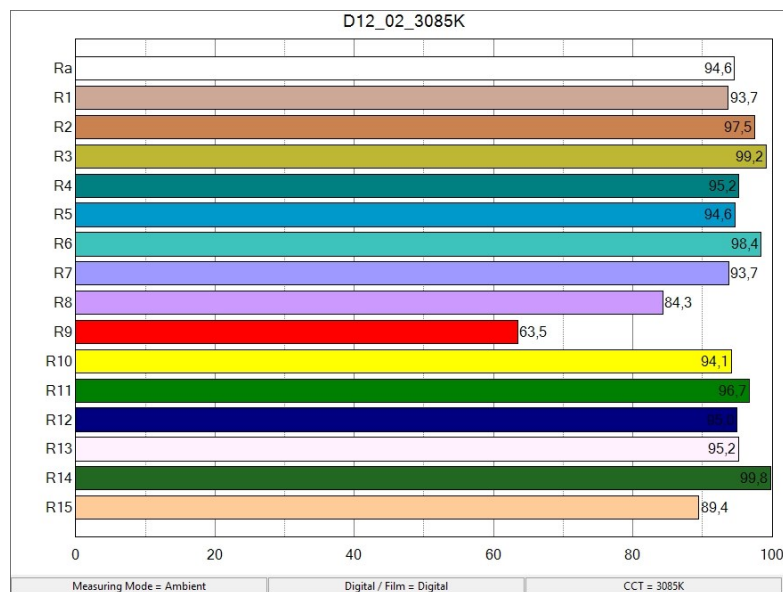
ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204



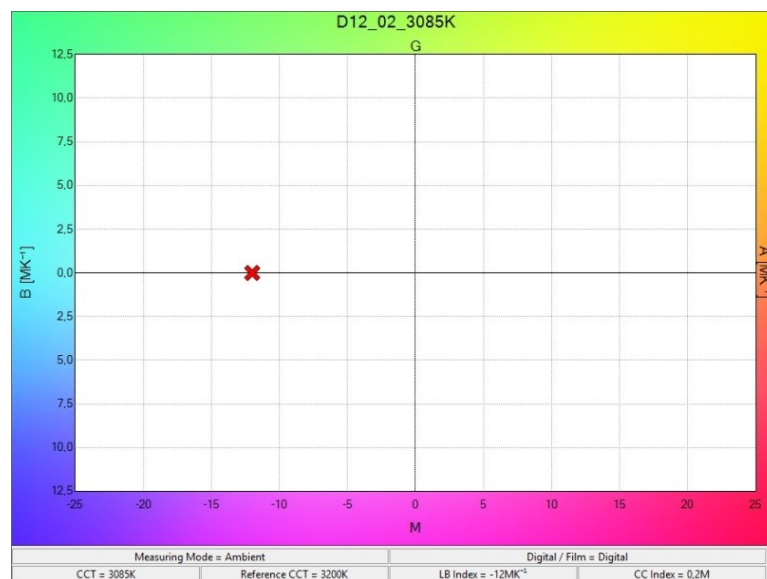
Obrázek 36 - ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204



Obrázek 37 - ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204



Obrázek 38 - CRI ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204



Obrázek 39 – Barevný posun ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204

Barevná teplota: 3085 K

Intenzita osvětlení: 12800 lx

Barevný posun: 0,2M

CRI: 94,6

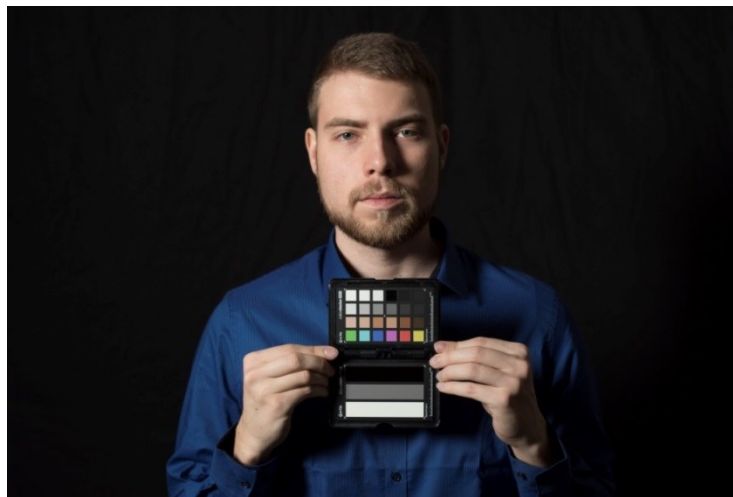
Účinnost: 10,7 lx/W

Přidaný konverzní filtr překvapivě mírně vylepšil barevnou reprodukci barev, avšak dle očekávání ubral velkou část světelného výkonu.

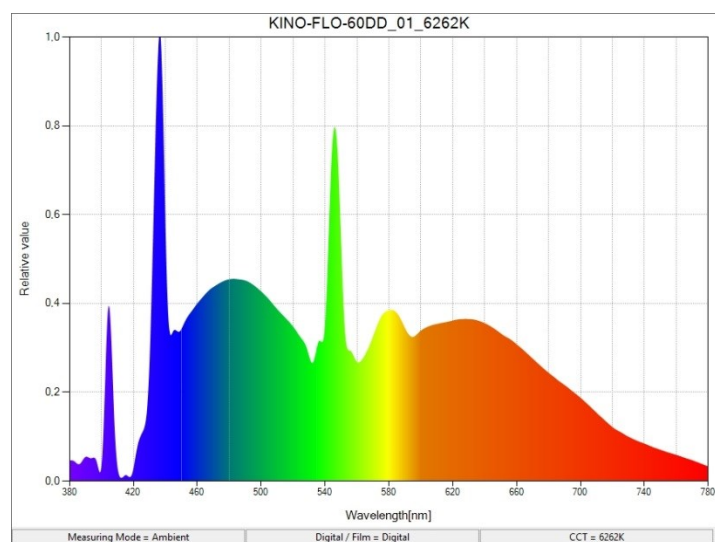
### 3. KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Zástupce fluorescenčních trubic, testovány byli kratší 60cm verze s 4 trubiciemi. V průběhu měření byly zhotoveny dva testovací snímky. Měřeno bylo denní světlo zářiče. V Druhém případě bylo světlo překryto konverzním filtrem značky Lee filters Full C. T. Orange 204, který mění barevnou teplotu z 5600 K – 3200 K.

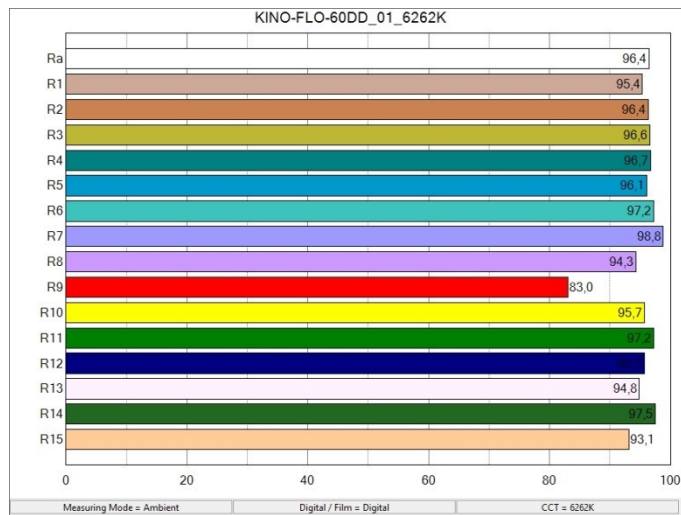
KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight



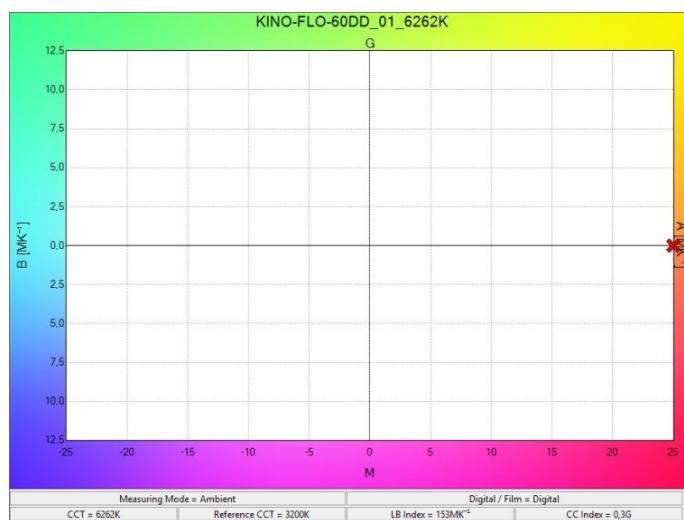
Obrázek 40 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight



Obrázek 41 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight



Obrázek 42 – CRI Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight



Obrázek 43 – Barevný posun Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Barevná teplota: 6262 K

Intenzita osvětlení: 627 lx

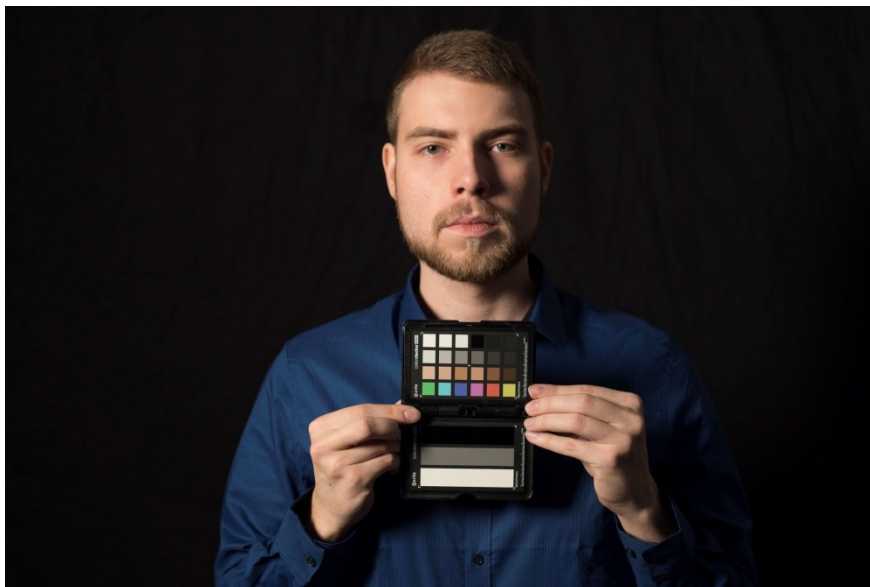
Barevný posun: 0,3G

CRI: 96,4

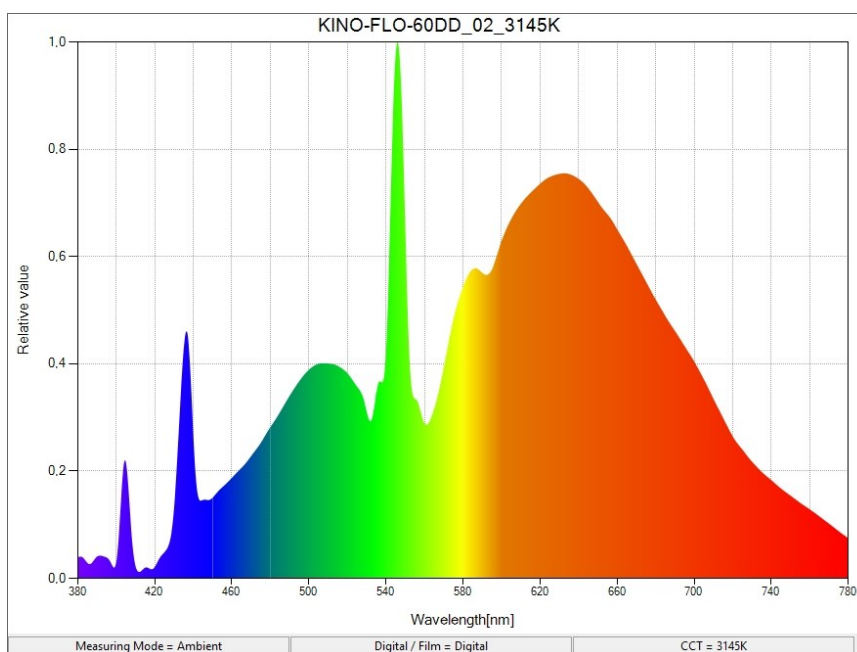
Účinnost: 3,9 lx/W

Světlo bylo zcela mimo výrobcem garantovanou barevnou teplotu, barevná reprodukce však vyšla velmi dobře a překvapivě vyšel i malý barevný posun, na který obecně fluorescenční trubice trpí.

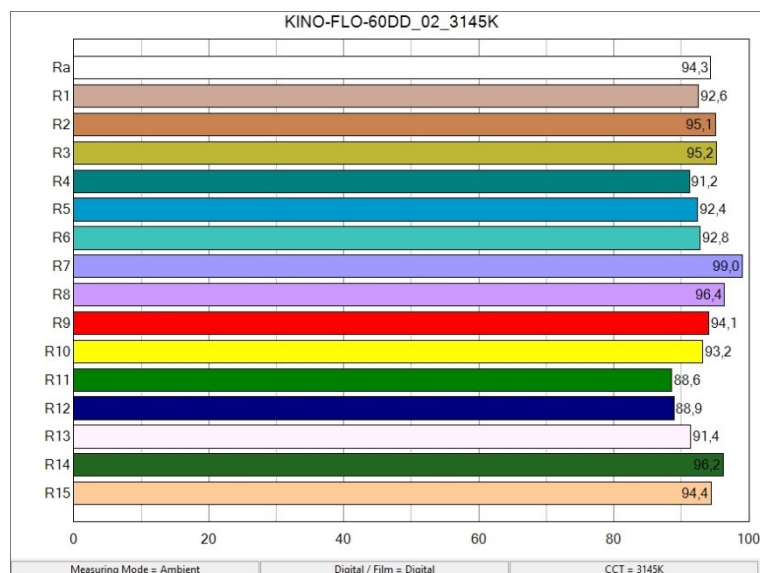
KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204



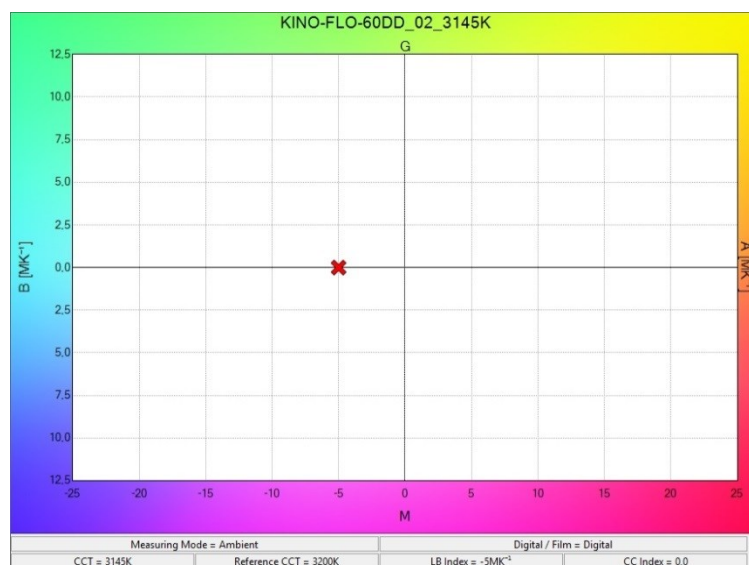
Obrázek 44 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204



Obrázek 45 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204



Obrázek 46 - CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full  
C. T. Orange 204



Obrázek 47 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee  
filters Full C. T. Orange 204

Barevná teplota: 3145 K

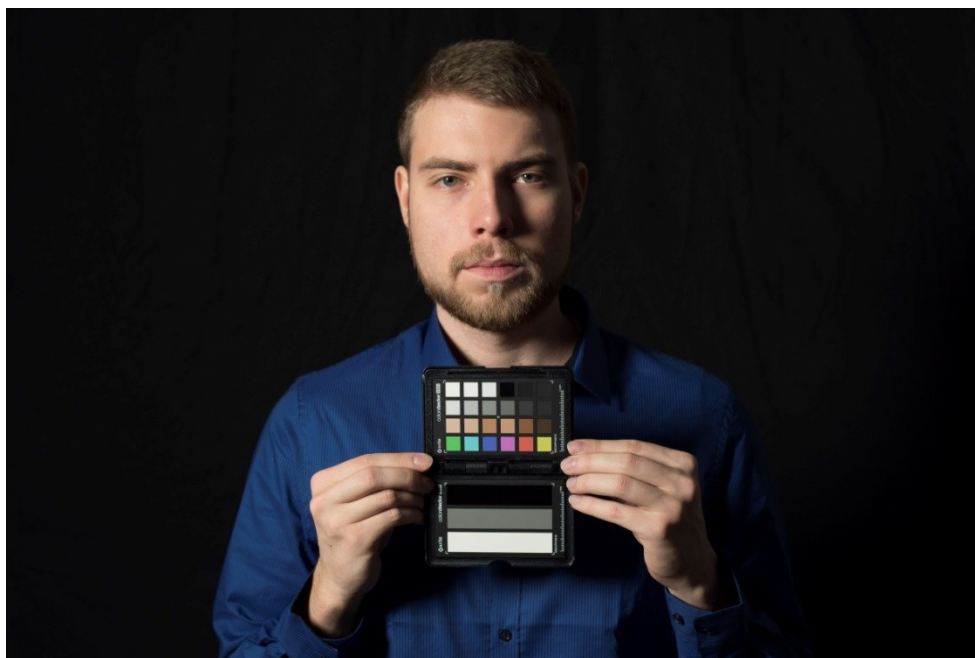
Intenzita osvětlení: 304 lx

Barevný posun: 0,0

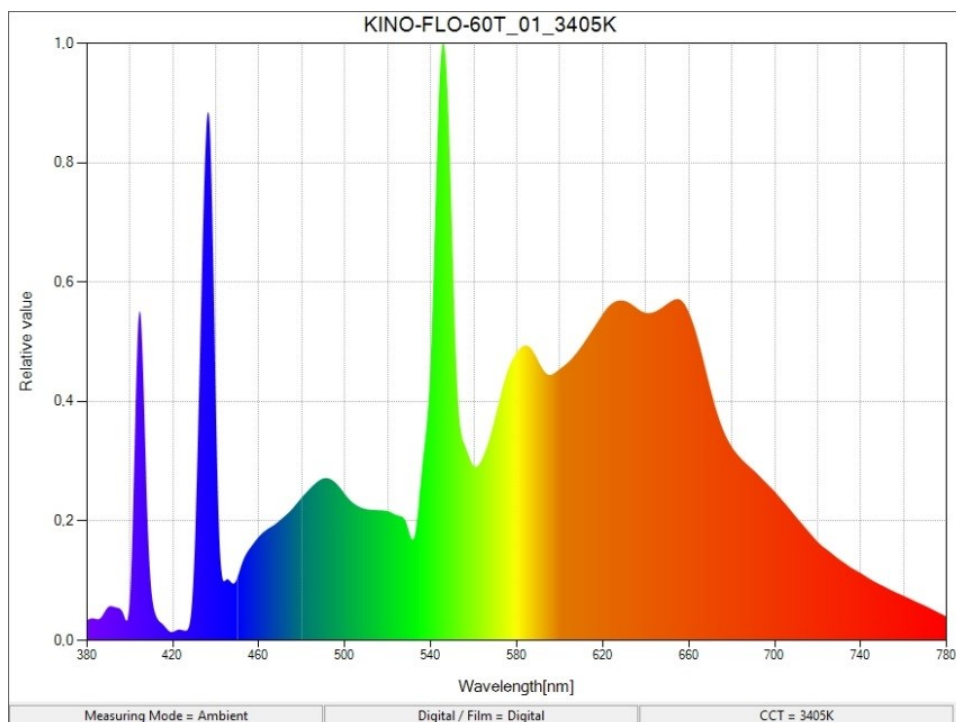
CRI: 94,3

Při použití konverzního filtru došlo k velké nápravě barevné teploty světla a k úplnému odstranění barevného posunu.

1. KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

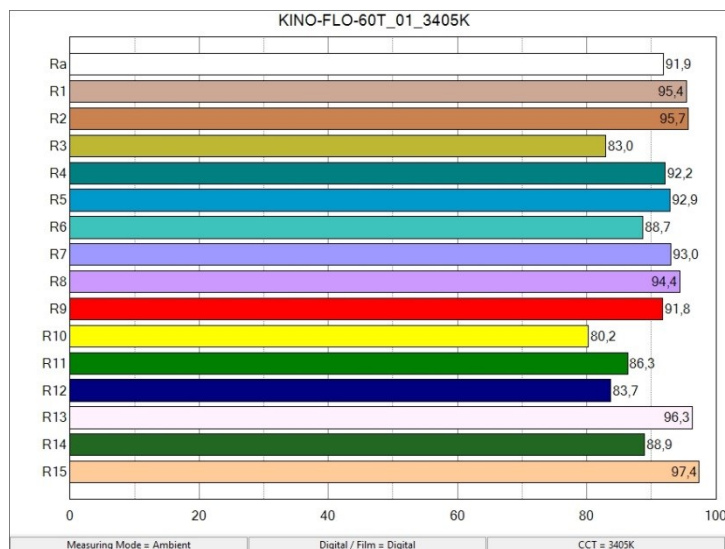


Obrázek 48 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

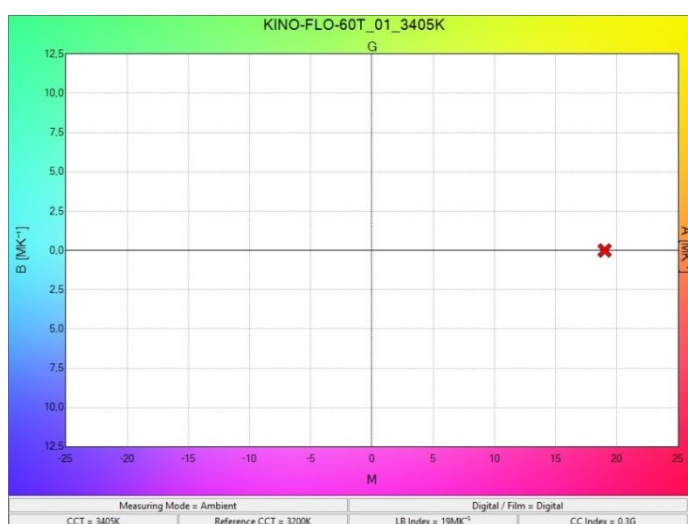


Obrázek 49 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten





Obrázek 50 – CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten



Obrázek 51 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

Barevná teplota: 3405 K

Intenzita osvětlení: 782 lx

Barevný posun: 0,3G

CRI: 91,9

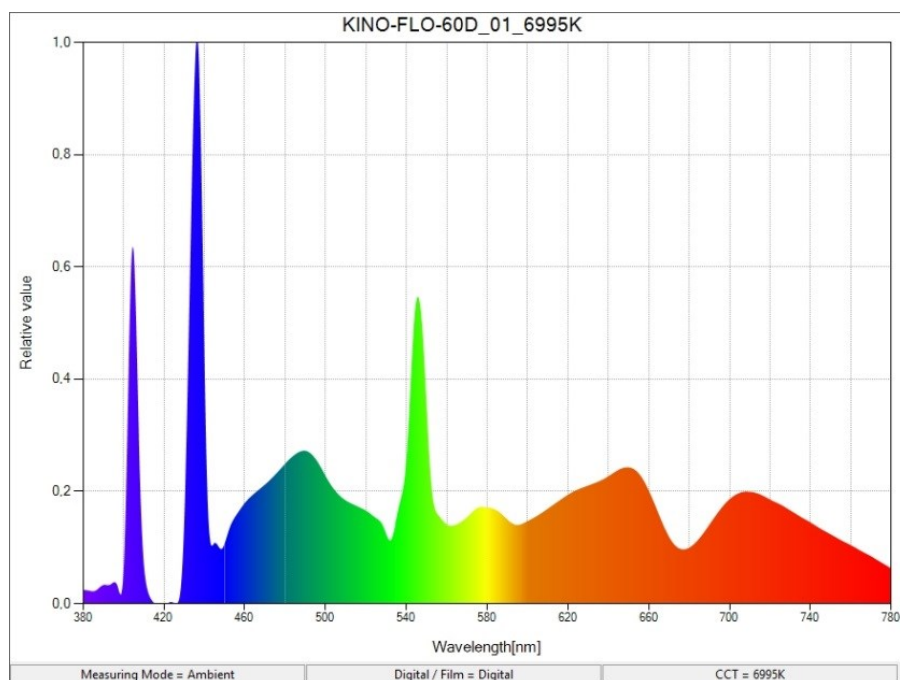
Účinnost: 4,9 lx/W

Trubice s barevnou teplotou umělého světla vyšli lépe, než trubice denní. Světlo vykazuje jen malé odchylky v barevné teplotě a barevném posunu, naopak reprodukce barevného světla vyšla uspokojivě.

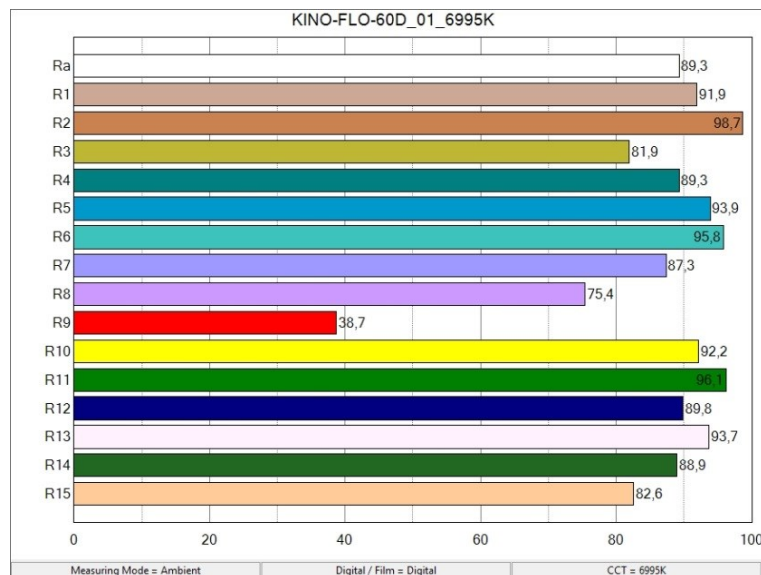
KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201



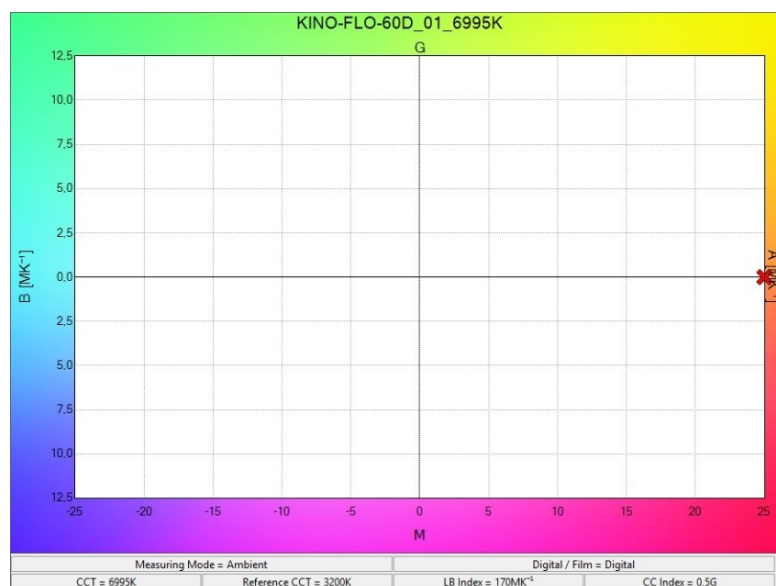
Obrázek 52 KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201



Obrázek 53 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201



Obrázek 54 – CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201



Obrázek 55 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201

Barevná teplota: 6995 K

Intenzita osvětlení: 213 lx

Barevný posun: 0,5G

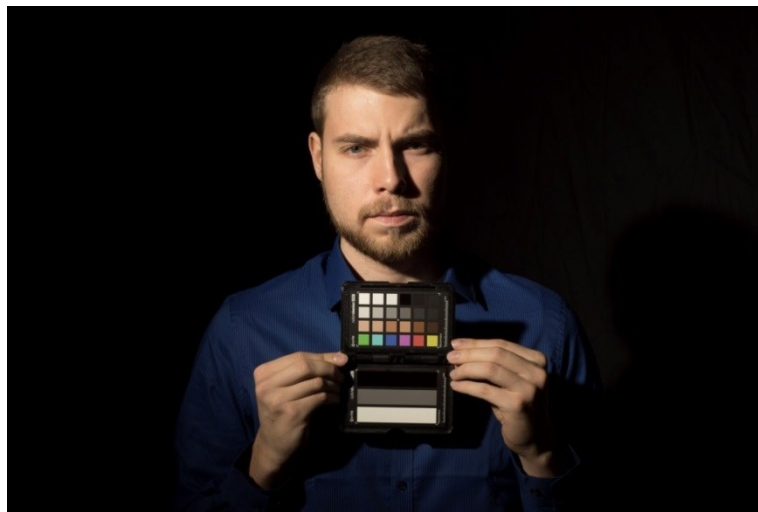
CRI: 89,3

Světlo kvůli použitému konverznímu filtru se obrovsky odchýlilo v barevné teplotě, k úbytku kvality reprodukce barev došlo jen v malé míře.

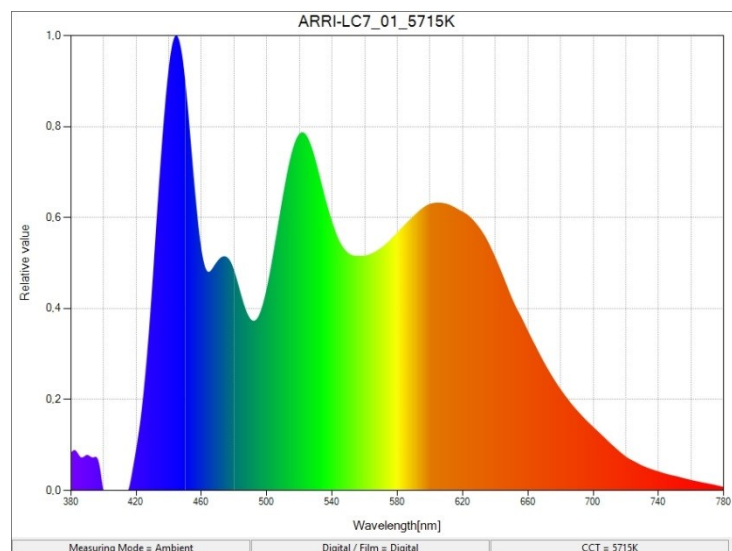
## 2. ARRI L7C

High-endový zástupce reflektoru s LED zářičem. LED světla byla testována na maximální výkon v barevných teplotách 5600 K a 3200 K.

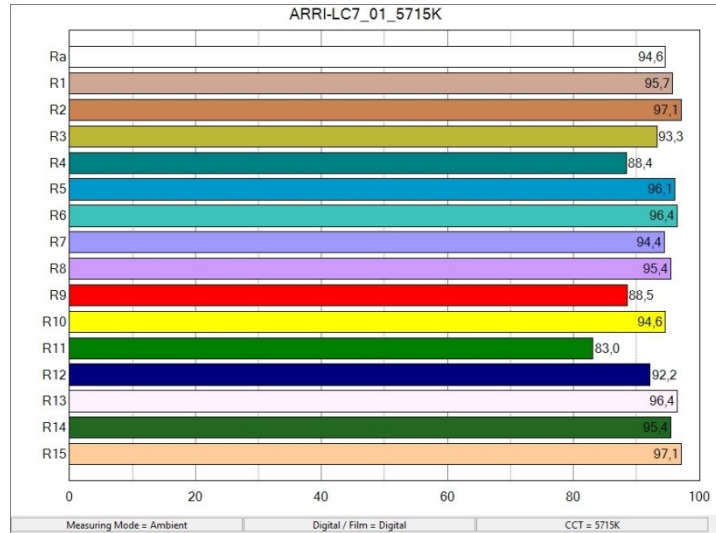
### ARRI L7C (5600 K)



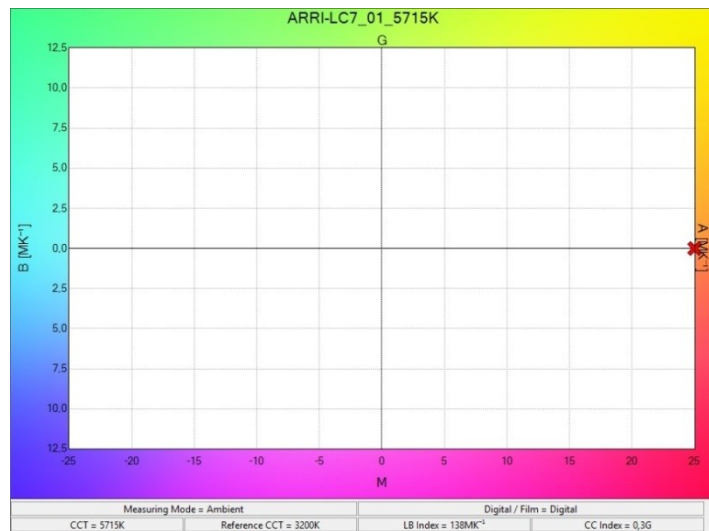
Obrázek 56 – ARRI L7C 5600K



Obrázek 57 – Barevné spektrum ARRI L7C 5600K



Obrázek 58 – CRI ARRI L7C 5600K



Obrázek 59 – Barevné spektrum ARRI L7C 5600K

Barevná teplota: 5715 K

Intenzita osvětlení: 7160 lx

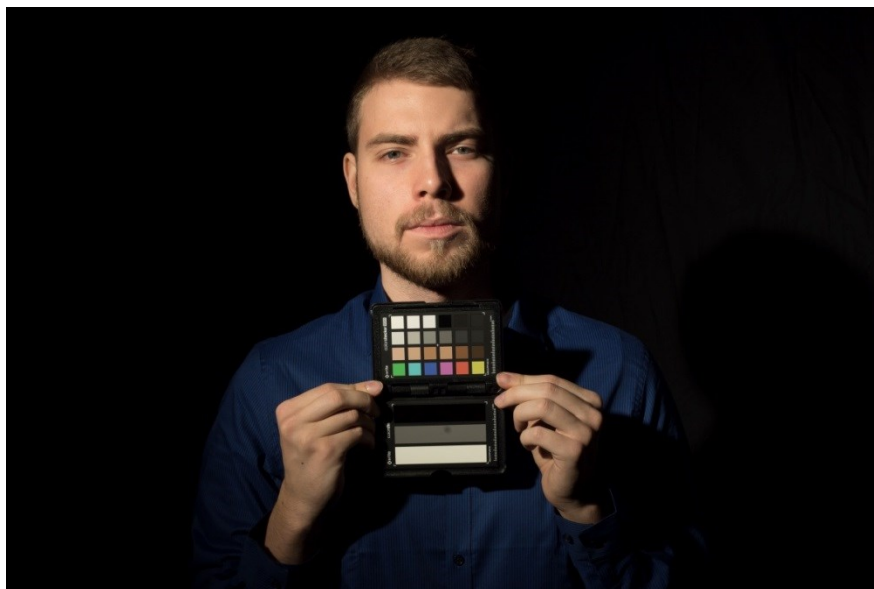
Barevný posun: 0,3G

CRI: 94,6

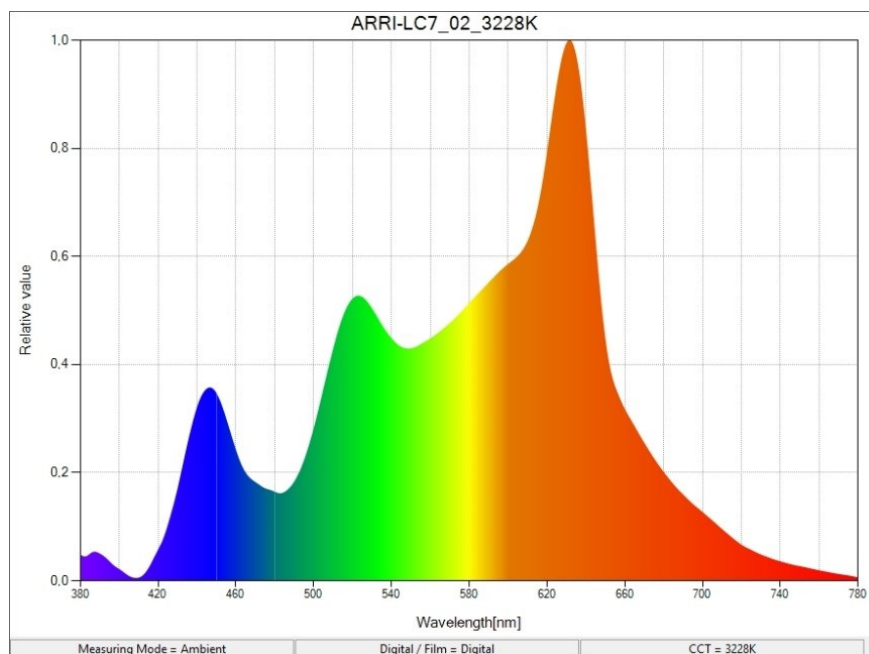
Účinnost: 32,5 lx/W

Tento typ světla si v měření vedl velmi dobře, barevná teplota je téměř stejná jaká byla nastavena na světle a mírný posun barev by díky této technologii nebyl problém ihned napravit přímo v nastavení světla. Barevná reprodukce vyšla také velmi dobře až na totální propad mezi hodnotami 400 nm až 420 nm.

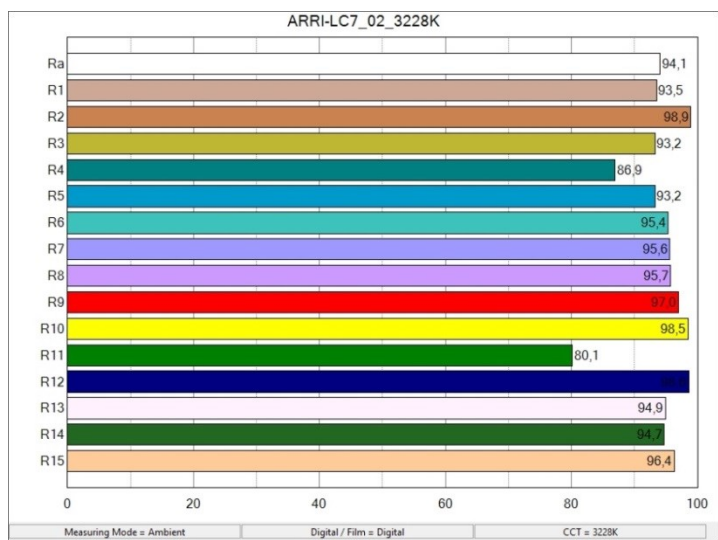
# ARRI L7C (3200 K)



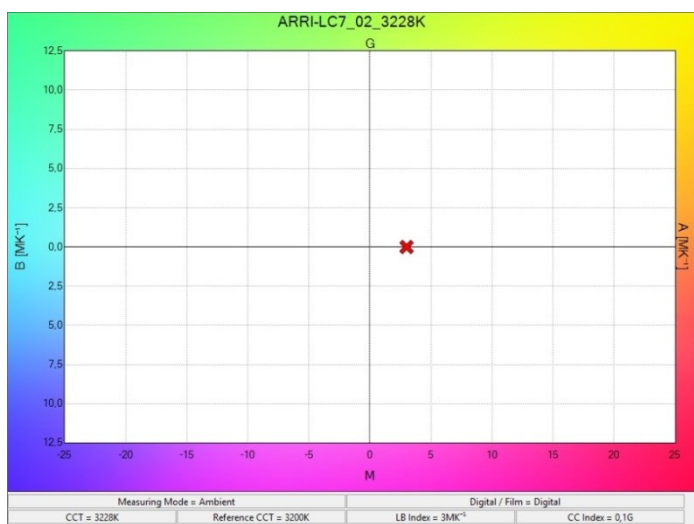
Obrázek 60 - ARRI L7C (3200 K)



Obrázek 61 – Barevné spektrum ARRI L7C (3200 K)



Obrázek 62 – CRI ARRI L7C (3200 K)



Obrázek 63 – Barevný posun ARRI L7C (3200 K)

Barevná teplota: 3228 K

Intenzita osvětlení: 6300 lx

Barevný posun: 0,1G

CRI: 94,1

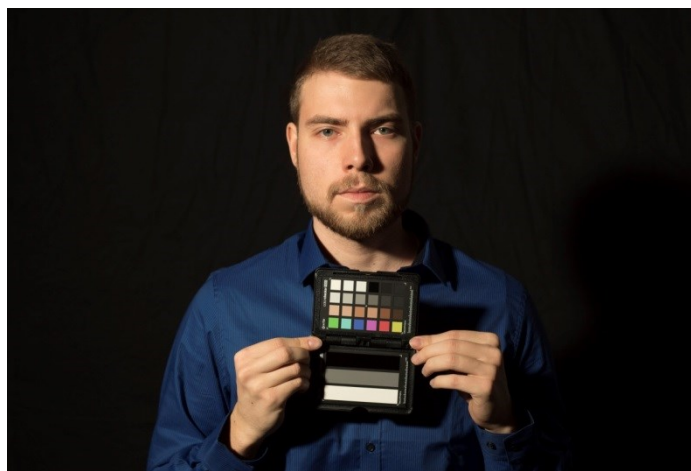
Účinnost: 28,6 lx/W

V případě umělého světla, si zdroj vedl velmi podobně jako v předcházejícím případě. Barevná teplota velmi dobře reprodukuje její natavenou hodnotu. Znatelnější je pokles světelného výkonu oproti svícení s barevnou teplotou 5600 K.

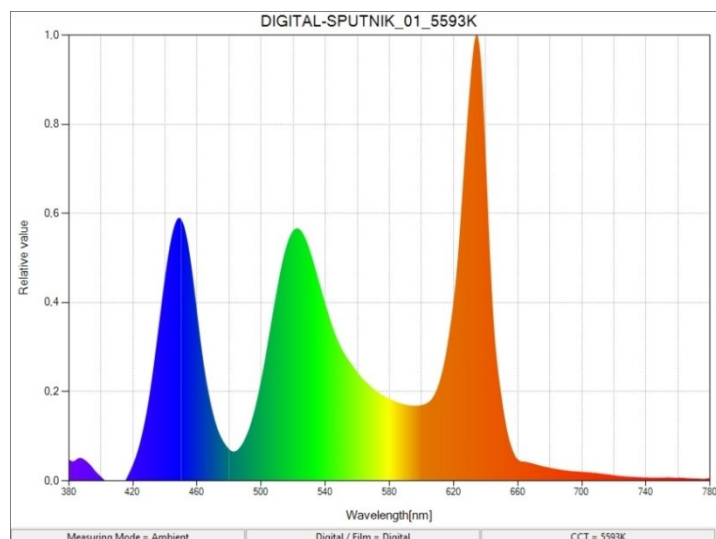
### 3. Digital Sputnik DS1

Velmi populární světlo využívané i v hollywoodských produkcích. Nabízí největší možnou barevnou reprodukci světla ze všech testovaných LED světel. Největší množství efektů z nich vytvořených. V tomto případě se však měřili pouze hodnoty 5600 K a 3200 K. Světlo se skládá z více jednotek, které je možné skládat a zvyšovat tím jejich výkon, v tomto případě byla měřena pouze jedna jednotka.

#### Digital Sputnik DS1 (5600 K)

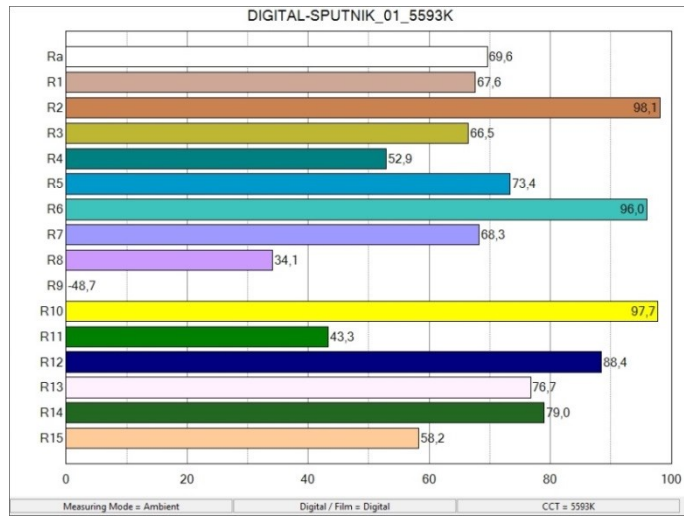


Obrázek 64 - Digital Sputnik DS1 (5600 K)

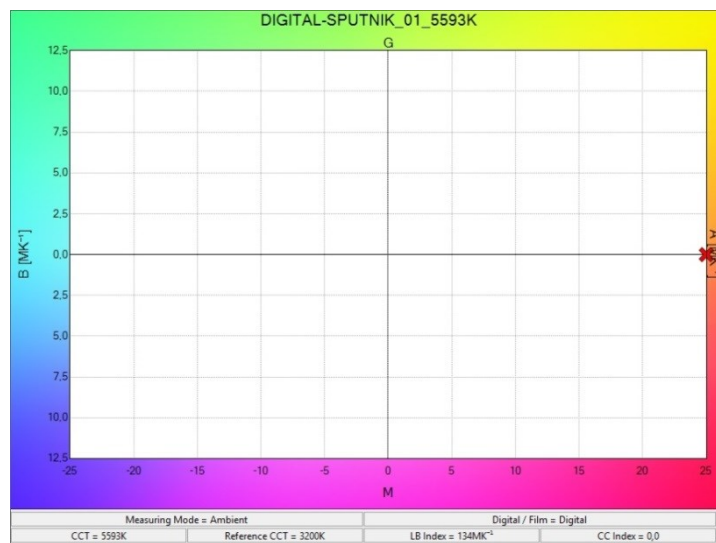


Obrázek 65 – Barevné spektrum Digital Sputnik DS1 (5600 K)





Obrázek 66 – CRI Digital Sputnik DS1 (5600 K)



Obrázek 67 – Barevný posun Digital Sputnik DS1 (5600 K)

Barevná teplota: 5593 K

Intenzita osvětlení: 865 lx (s nasazeným difuzorem)

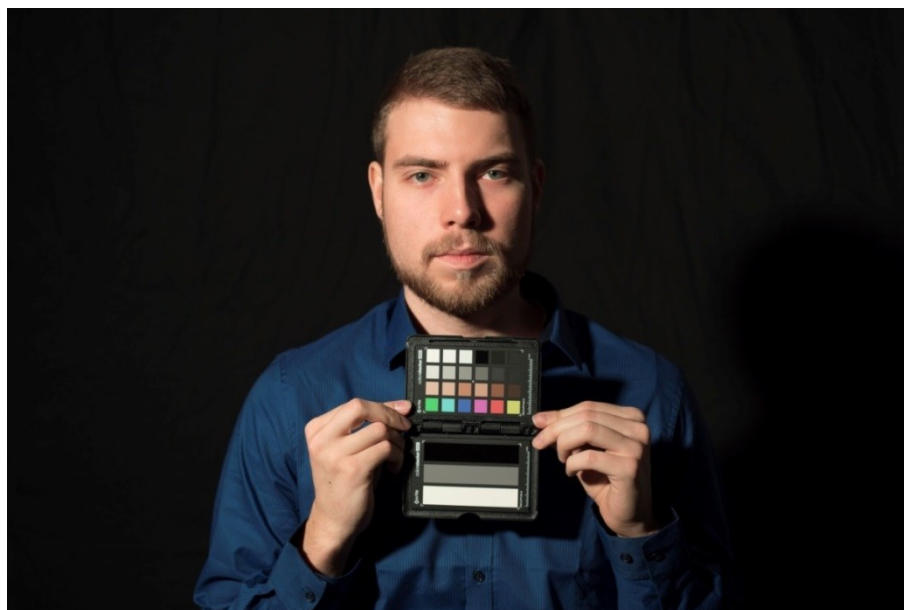
Barevný posun: 0,0

CRI: 69,6

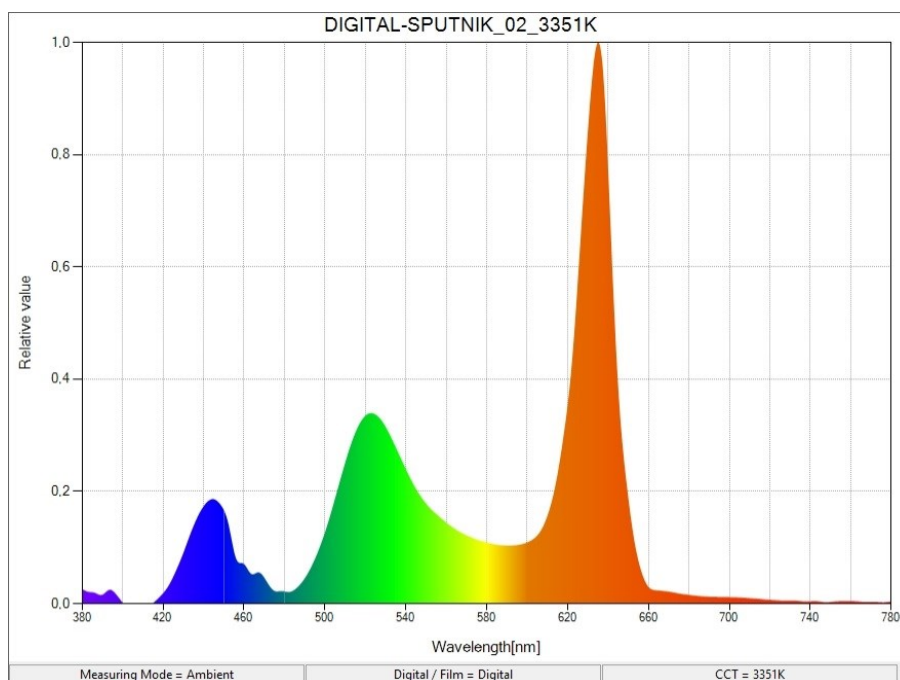
Účinnost: 6,2 lx/W

Světlo bylo měřené s nasazeným difuzorem, protože bez difuzoru docházelo k vytváření více stínů z důvodů použití více LED najednou. Velmi dobrá je reprodukce barevné teploty a nulový barevný posun avšak schopnost reprodukce barev dopadla nejhůře z testovaných světel.

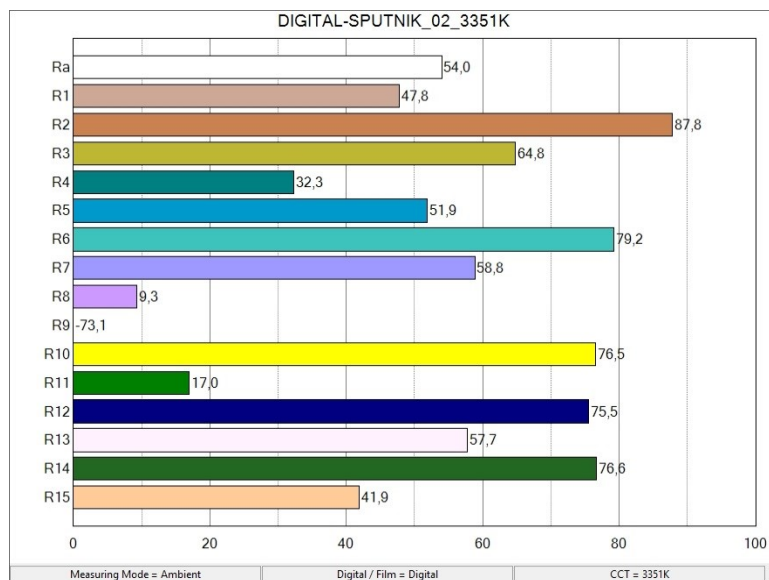
## Digital Sputnik DS1 (3200 K)



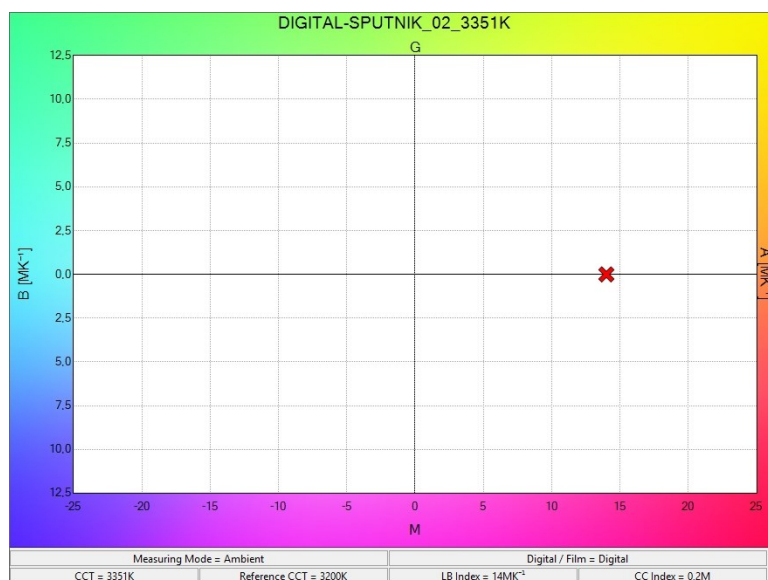
Obrázek 68 Digital Sputnik DS1 (3200 K)



Obrázek 69 – Barevné spektrum Digital Sputnik DS1 (3200 K)



Obrázek 70 – CRI Digital Sputnik DS1 (3200 K)



Obrázek 71 – Barevný posun Digital Sputnik DS1 (3200 K)

Barevná teplota: 3351 K

Intenzita osvětlení: 905 lx (s nasazeným difuzorem)

Barevný posun: 0,2M

CRI: 54,0

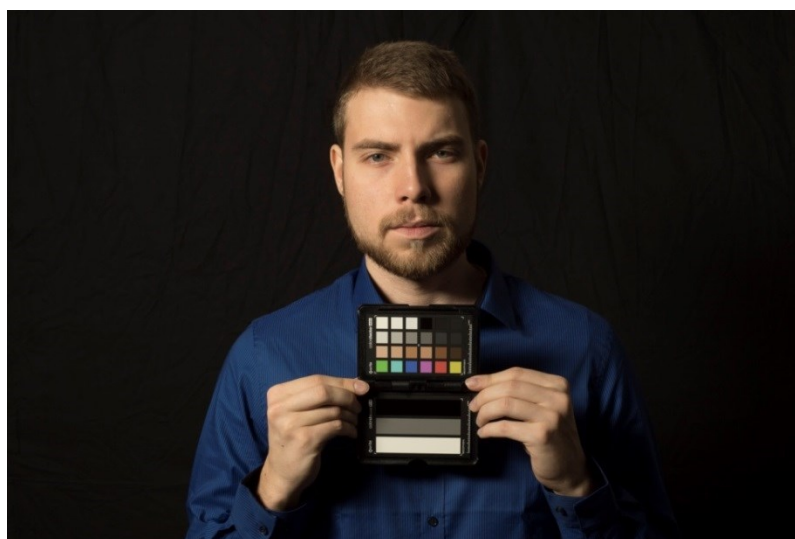
Účinnost: 6,5 lx/W

Při měření barevné teploty 3200 K se příliš nezměnilo, kvalita barevné reprodukce klesla ještě více.

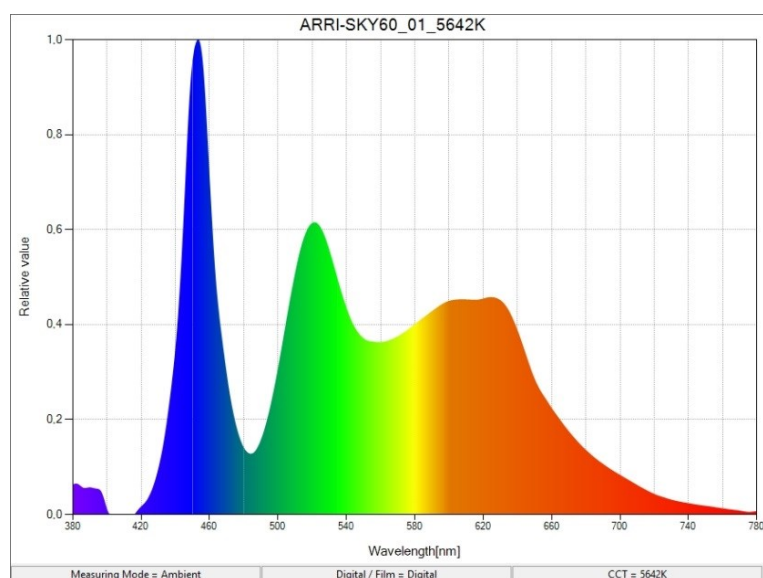
#### 4. ARRI SKYPANEL S60C

Oblíbený LED panel s charakterem měkkého světla a s možností reprodukovat téměř jakoukoliv barvu spektra díky RGBW diodám. V tomto případě byl panel testován na hodnoty 5600 K a 3200 K

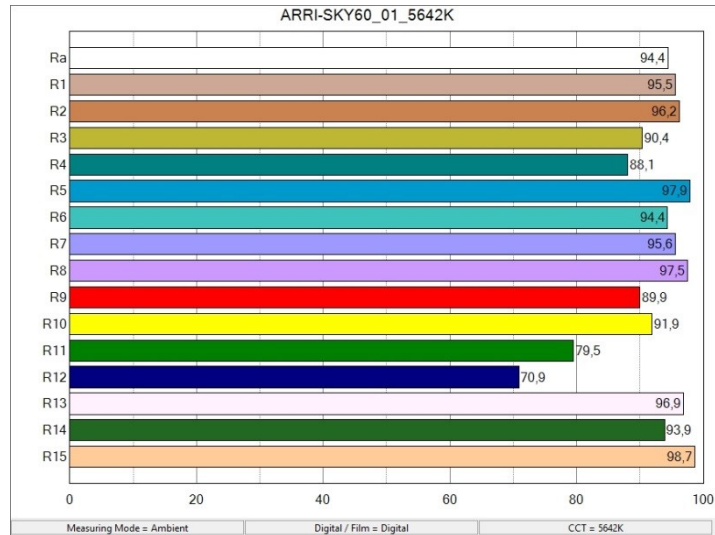
ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)



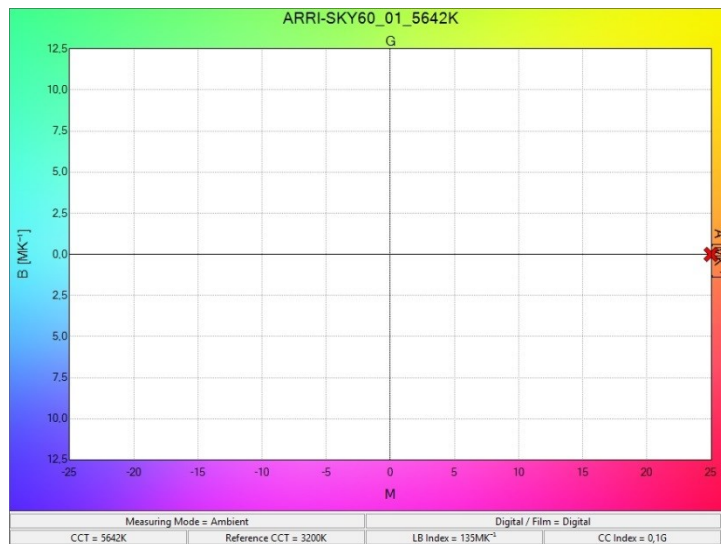
Obrázek 72 - ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)



Obrázek 73 - ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)



Obrázek 74 – CRI ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)



Obrázek 75 – Barevný posun ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)

Barevná teplota: 5642 K

Intenzita osvětlení: 5260 lx + (L2.0003345 Standard Diffusion S60)

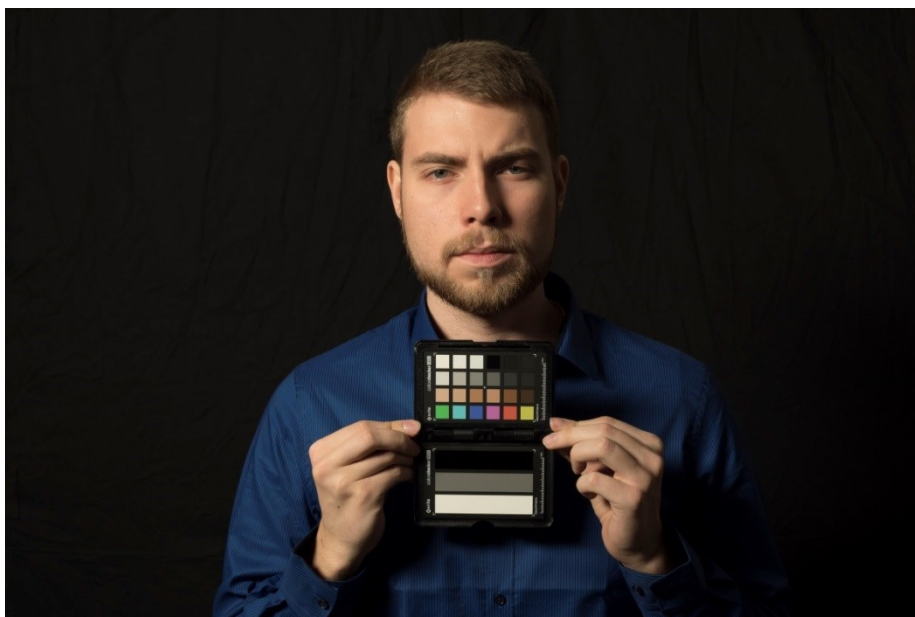
Barevný posun: 0,1G

CRI: 94,4

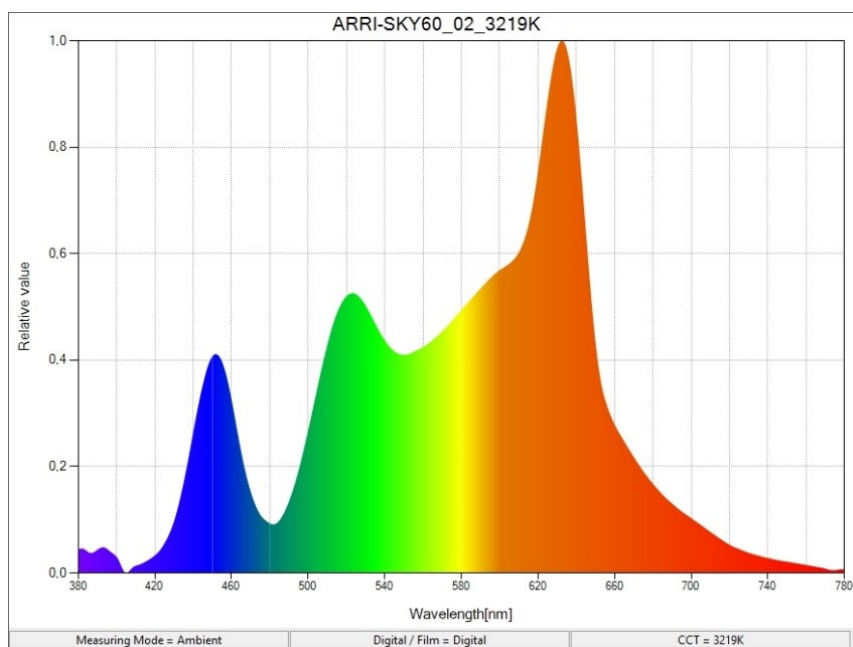
Účinnost: 13,2 lx/W

Světlo podává velmi dobré výsledky, ať už jde o správnou reprodukci barevné teploty až po kvalitu barevného spektra. Velmi dobře vyšel i světelný výkon světla, který z testovaných světél s měkkým charakterem vyšel bezkonkurenčně nejvyšší.

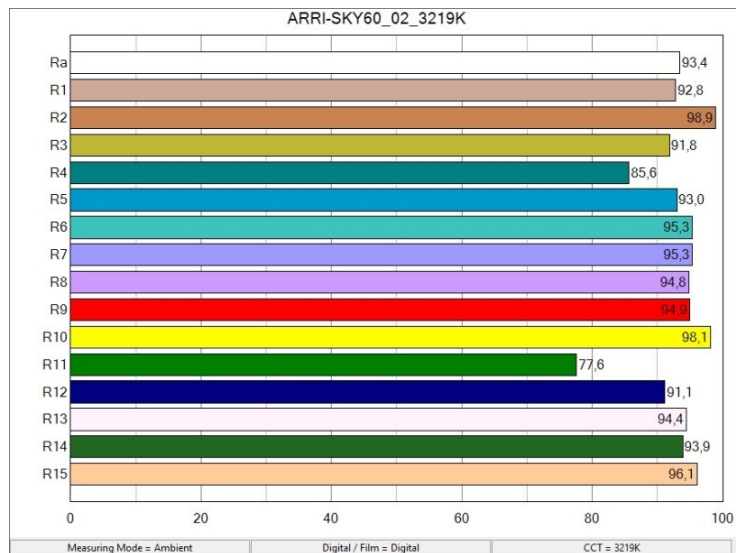
## ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)



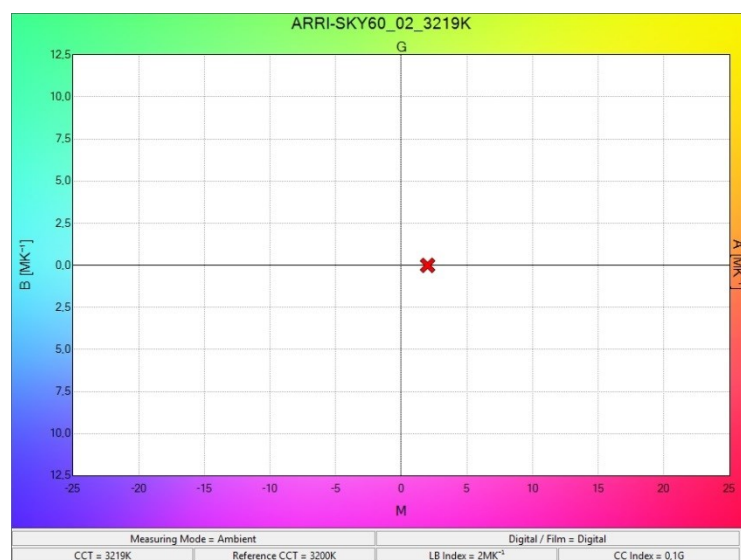
Obrázek 76 - ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)



Obrázek 77 – Barevné spektrum ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)



Obrázek 78 – CRI ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)



Obrázek 79 – Barevný posun ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)

Barevná teplota: 3219 K

Intenzita osvětlení: 4560 lx + (L2.0003345 Standard Diffusion S60)

Barevný posun: 0,1G

CRI: 93,4

Účinnost: 11,4 lx/W

Stejný případ jako v testování světla v barevné teplotě 5600 K. Jediná velká změna se projevila v menším světelném výkonu.

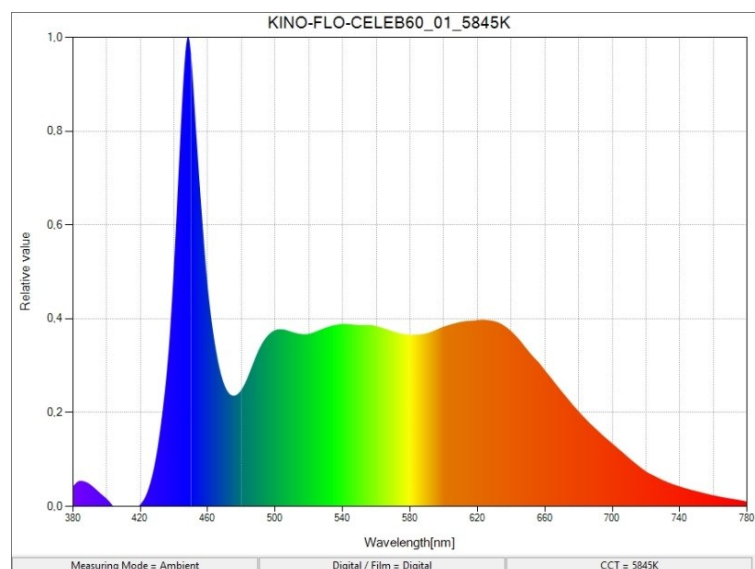
## KINO FLO Lighting system Celeb 201

Velmi rozšířený výrobce filmového fluorescenčního osvětlení nyní s verzí LED a možností reprodukovat téměř jakoukoliv barvu viditelného spektra. V tomto případě se měřili pouze hodnoty 5600K a 3200K.

### KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

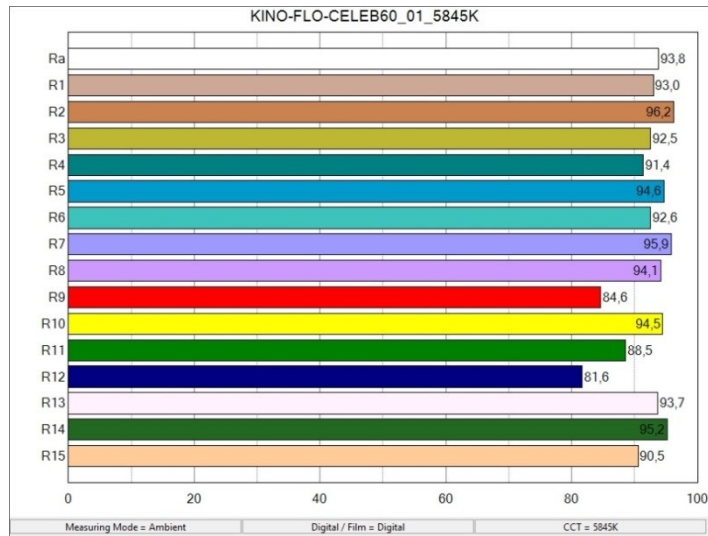


Obrázek 80 - KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

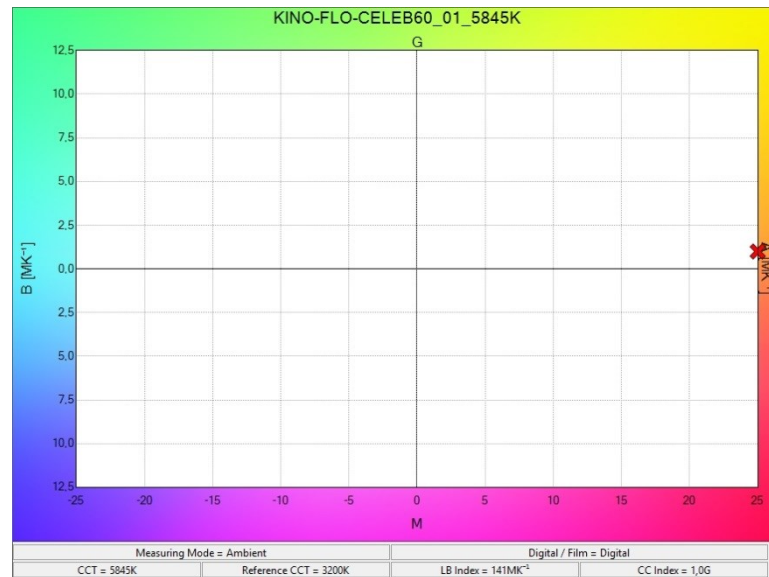


Obrázek 81 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)





Obrázek 82 - CRI KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)



Obrázek 83 – Barevný posun KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

Barevná teplota: 5845 K

Intenzita osvětlení: 1620 lx + základní difuze

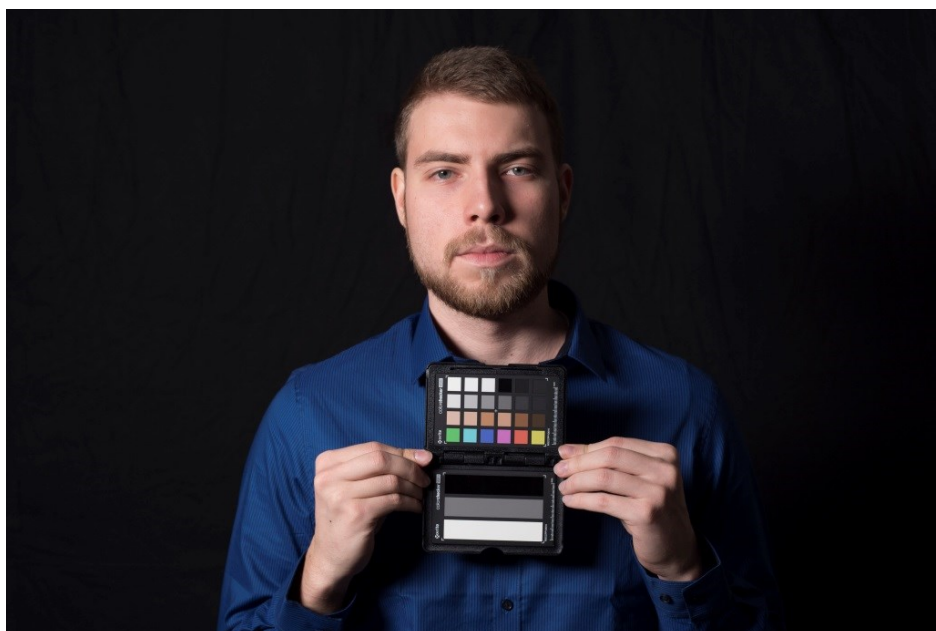
Barevný posun: 1,0G

CRI: 93,8

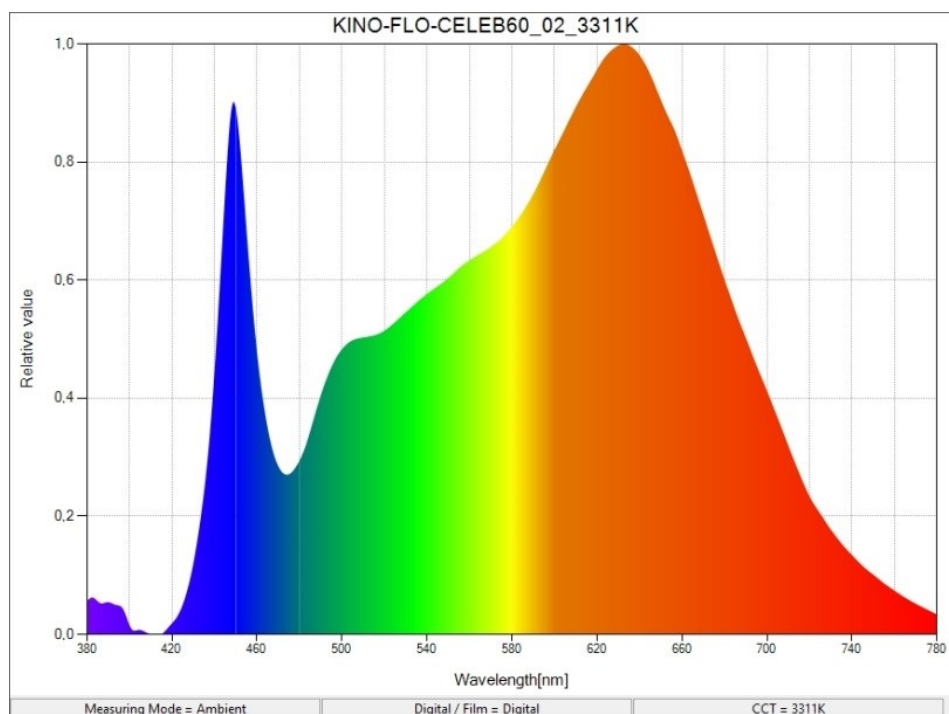
Účinnost: 6,2 lx/W

Poměrně kvalitní zdroj světla, překvapením byly velké nepřesnosti v nastavení světla a v následně změřených hodnotách.

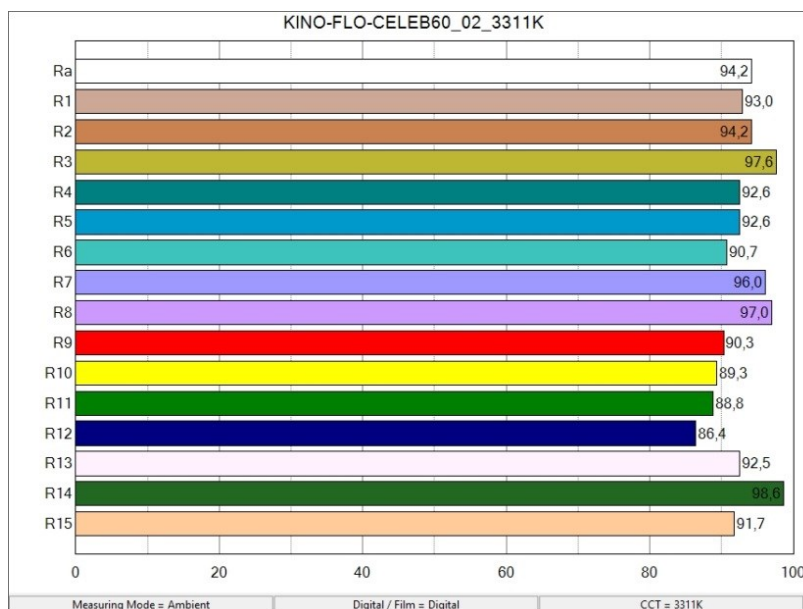
KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)



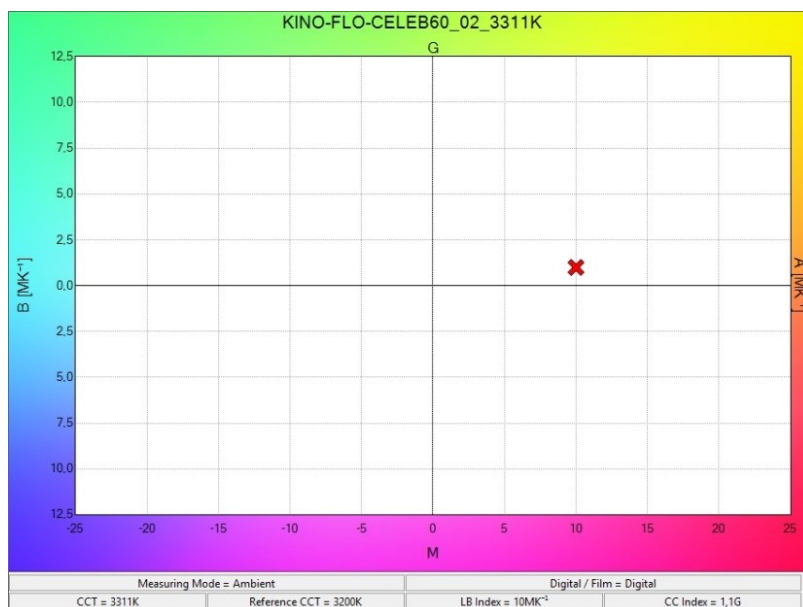
Obrázek 84 - KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)



Obrázek 85 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)



Obrázek 86 – CRI KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)



Obrázek 87 – Barevný posun KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)

Barevná teplota: 3311 K

Intenzita osvětlení: 1510 lx + základní difuze

Barevný posun: 1,1G

CRI: 94,2

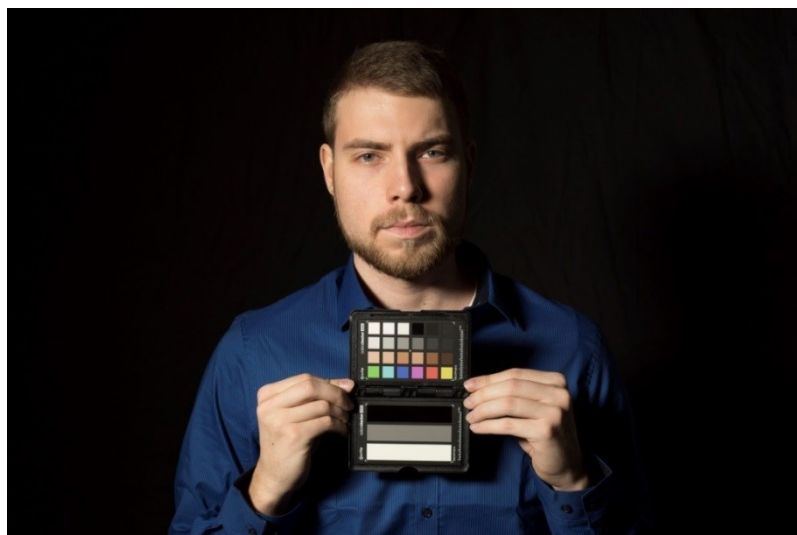
Účinnost: 6,5 lx/W

Velmi podobné výsledky jako v případě měření barevné teploty 5600 K.

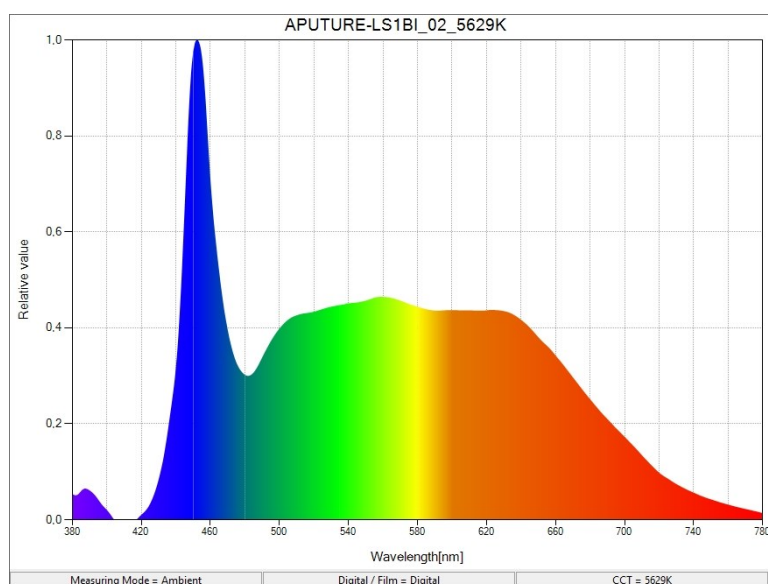
## 5. APUTURE LightStorm LS1 bicolor

Zástupce lepší low-endové třídy. LED panel nabízí možnosti nastavení barevné teploty mezi 3200 K – 5600 K

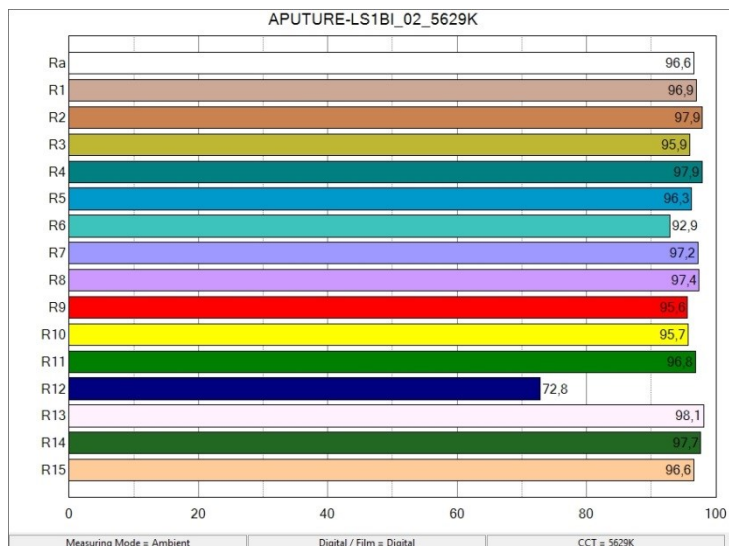
APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)



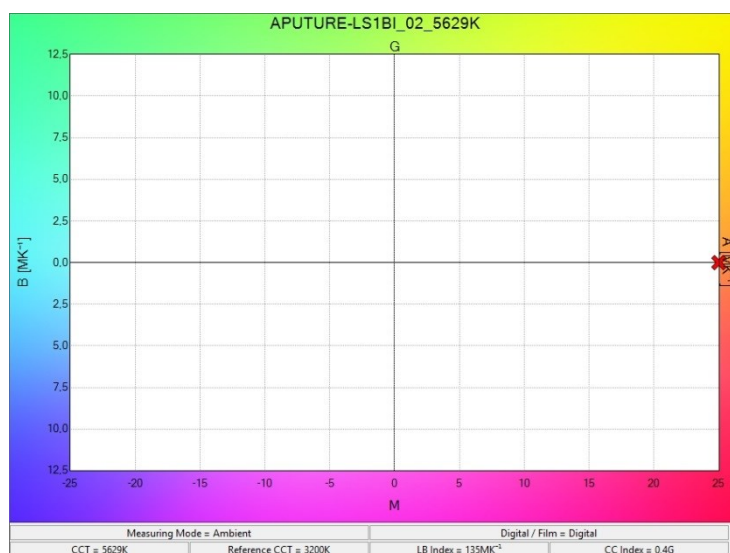
Obrázek 88 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)



Obrázek 89 – Barevné spektrum APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)



Obrázek 90 – CRI APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)



Obrázek 91 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)

Barevná teplota: 5629 K

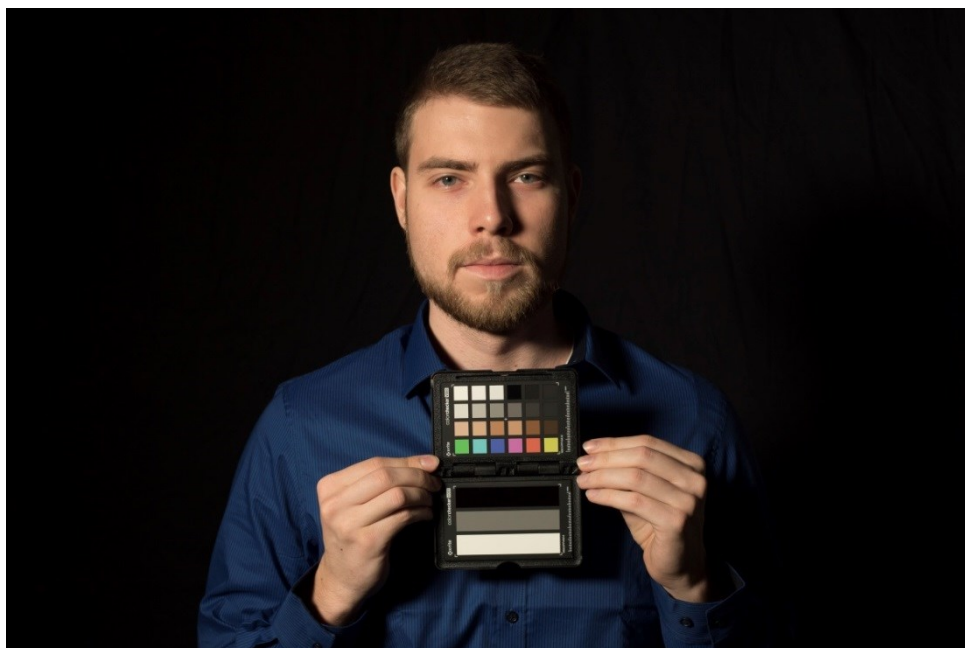
Intenzita osvětlení: 1930

Barevný posun: 0,4G

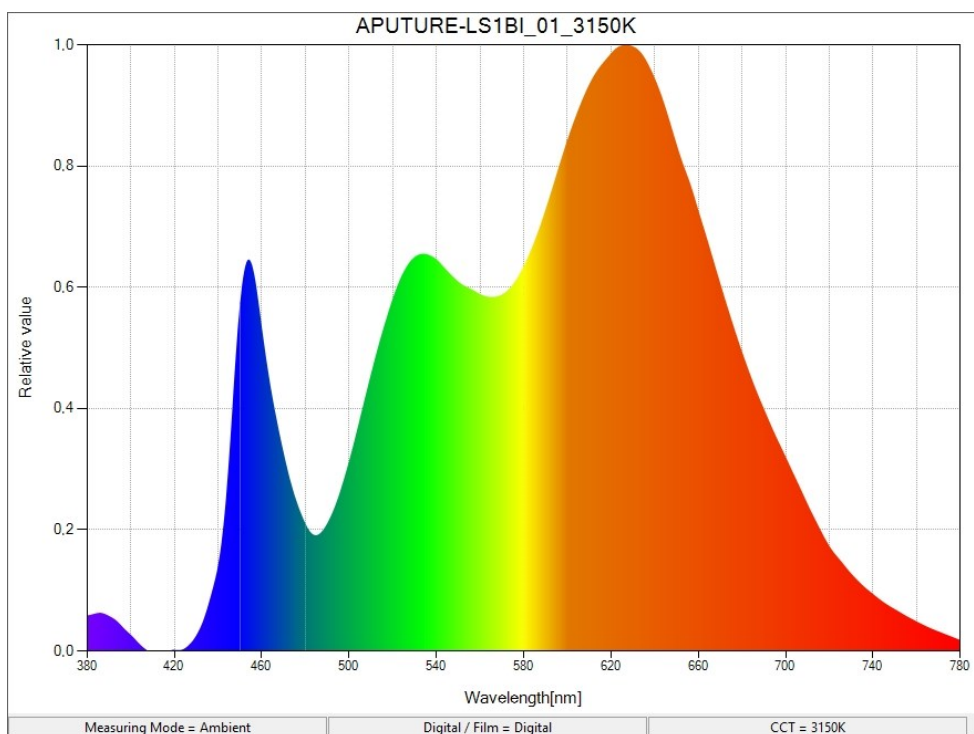
CRI: 96,6

Mezi low-endovými světly, se Aputure ukázalo jako velmi kvalitní produkt, které svými světelnými vlastnostmi konkuruje daleko dražším světlům. Kde světlo pokulháva je jeho zpracování, použití materiálů a chlazení.

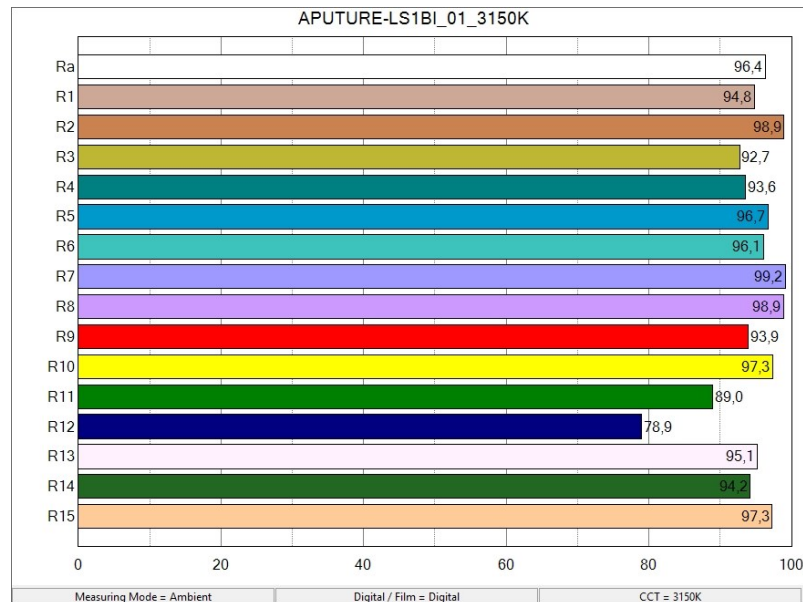
APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)



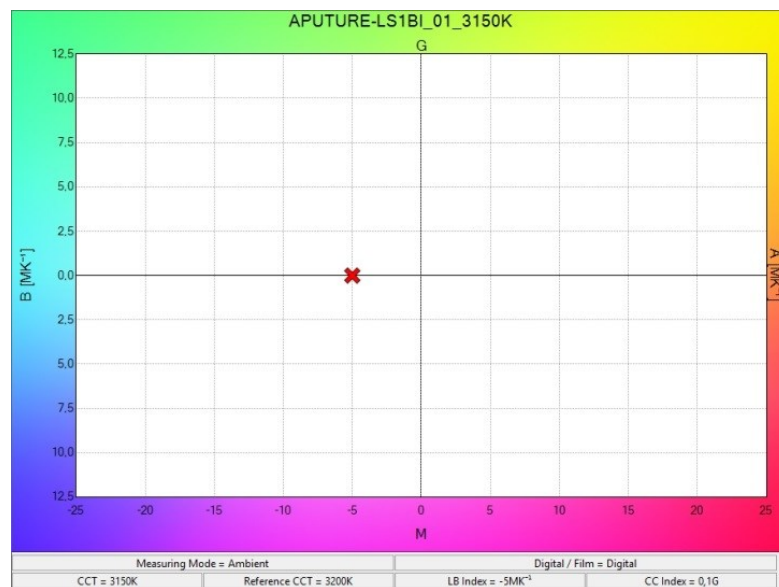
Obrázek 92 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)



Obrázek 93 – Barevné spektrum APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)



Obrázek 94 – CRI APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)



Obrázek 95 – Barevný posun APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)

Barevná teplota: 3150 K

Intenzita osvětlení: 2080 lx

Barevný posun: 0,1G

CRI: 96,4

Velmi podobné výsledky jako v případě měření barevné teploty 5600 K.

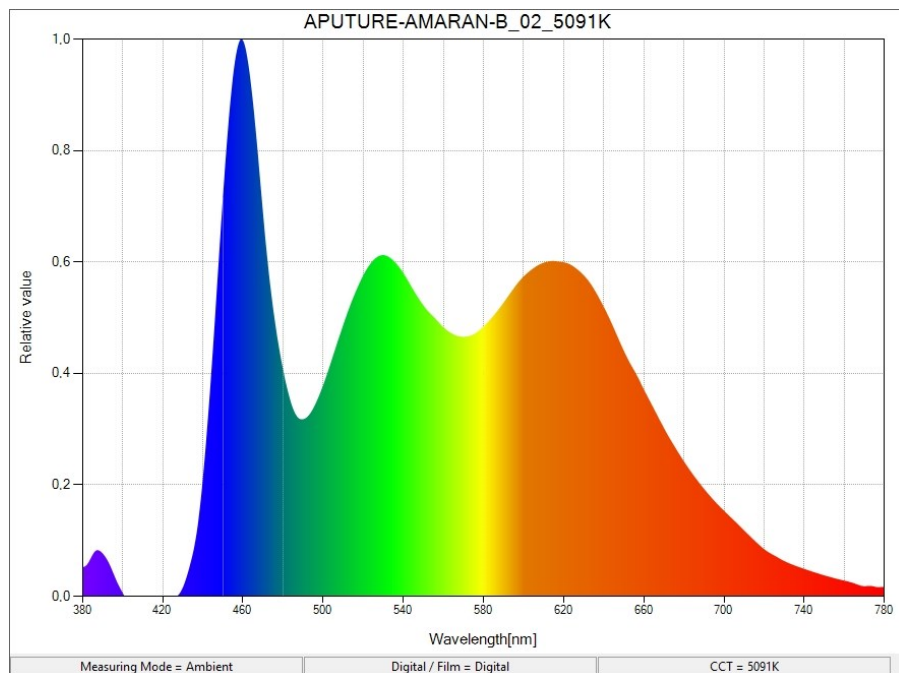
## 6. APUTURE AMARAN AL-H198C

Malý on-board LED panel s možností plynulé regulace barevné teploty od 3200 K – 5600 K.

APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

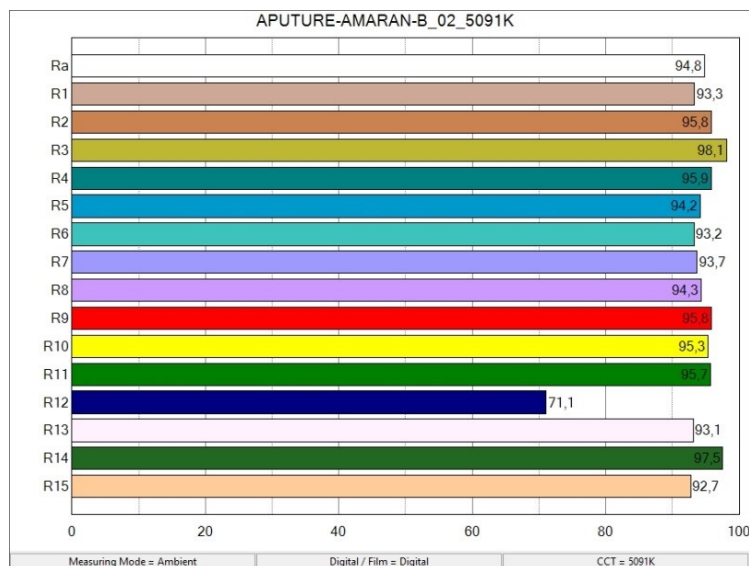


Obrázek 96 - APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

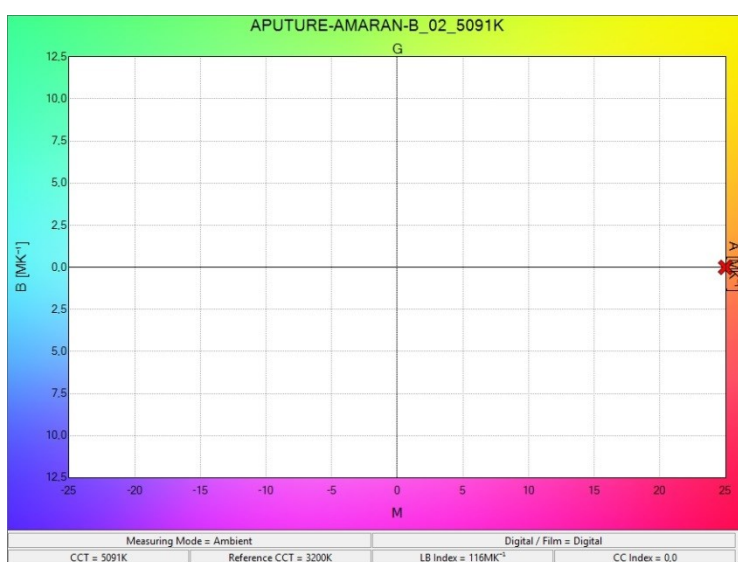


Obrázek 97 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)





Obrázek 98 – CRI APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)



Obrázek 99 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

Barevná teplota: 5091 K

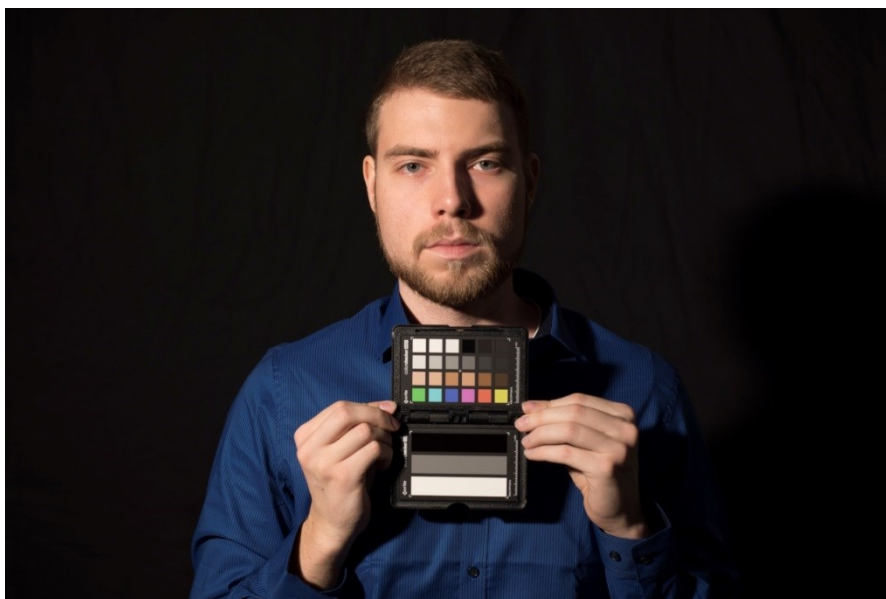
Intenzita osvětlení: 180 lx

Barevný posun: 0,0

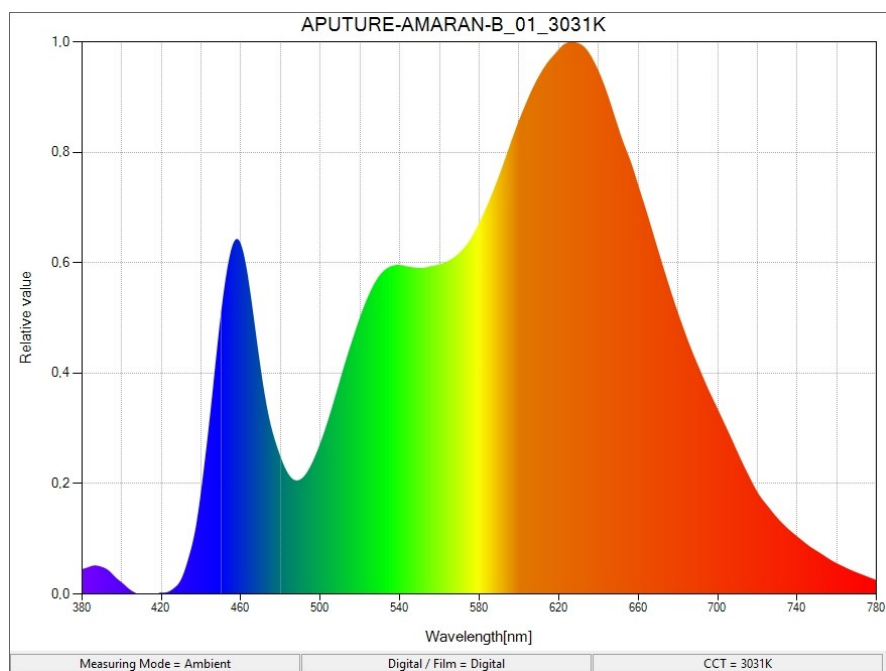
CRI: 94,8

Světlo se prokázalo jako velmi schopné reprodukovat barvy, k největšímu propadu došlo v nepřesnosti barevné teploty.

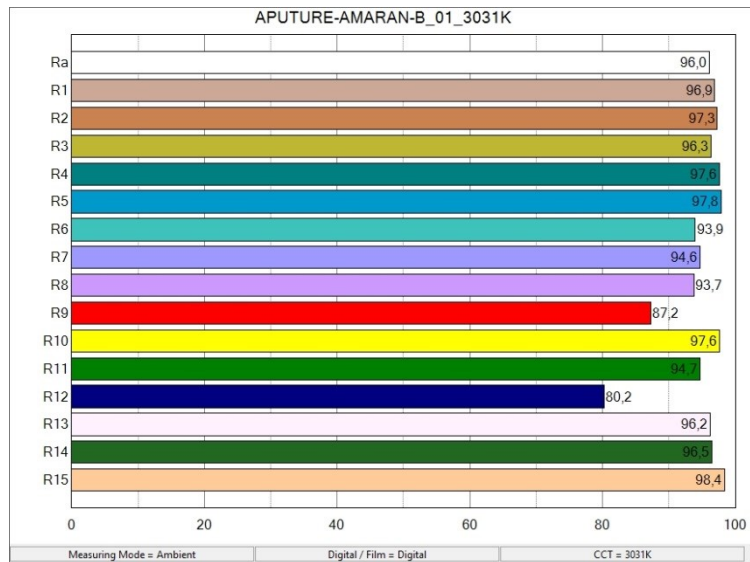
## APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)



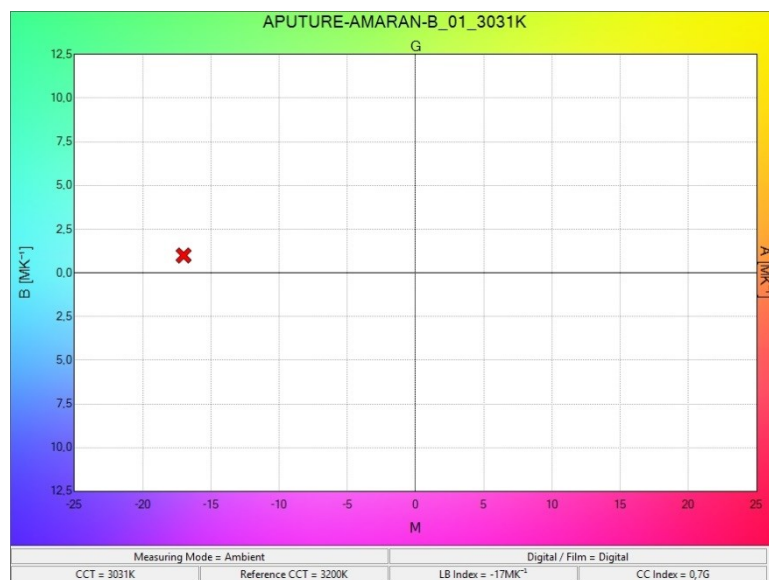
Obrázek 100 - APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)



Obrázek 101 – Barevné spektrum APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)



Obrázek 102 – CRI APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)



Obrázek 103 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)

Barevná teplota: 3031 K

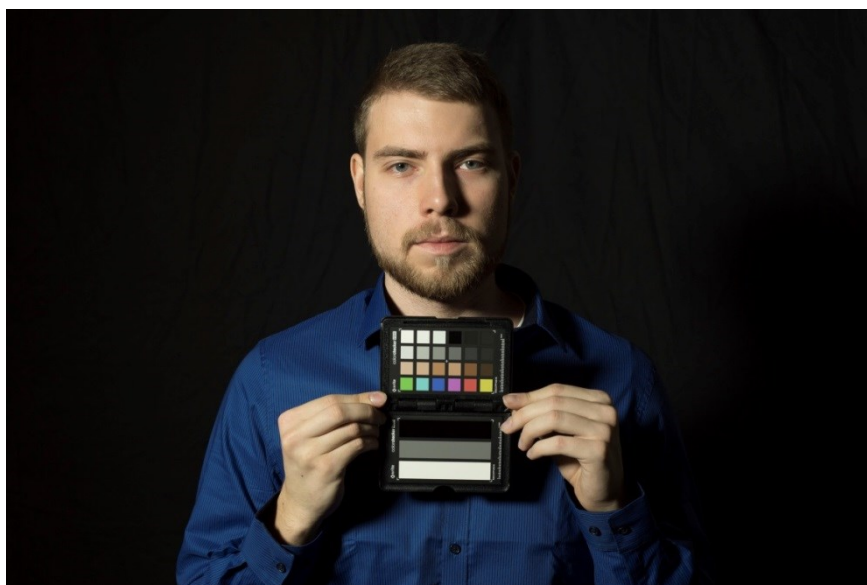
Intenzita osvětlení: 208 lx

Barevný posun: 0,7G

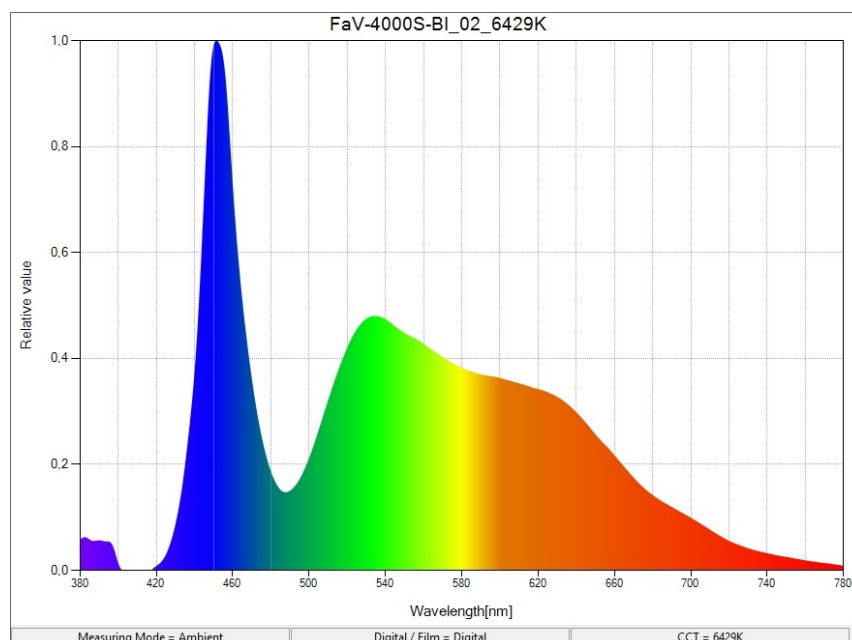
CRI: 96,0

Podobné výsledky jako při měření barevné teploty 5600 K. K výraznějšímu výkyvu došlo v barevném posunu.

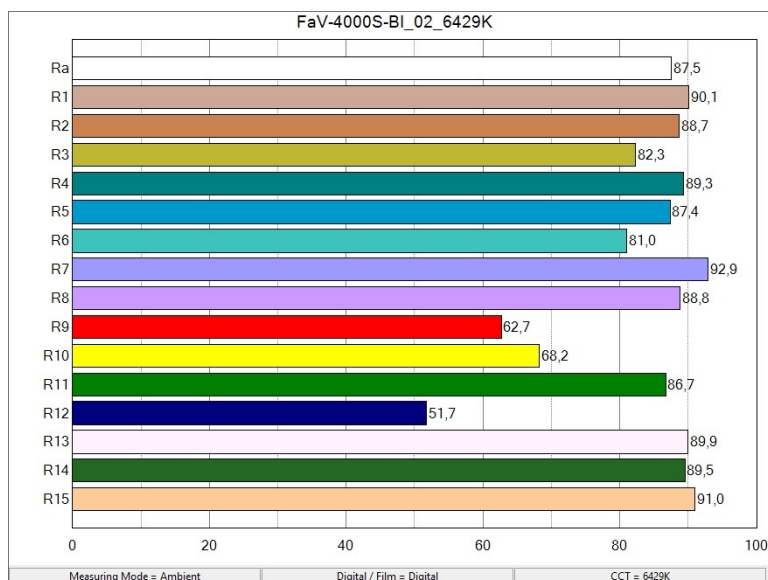
7. FaV K4000S bicolor  
LED panel s možností regulace varevné teploty 3200 K – 5600K  
FaV K4000S (5600 K)



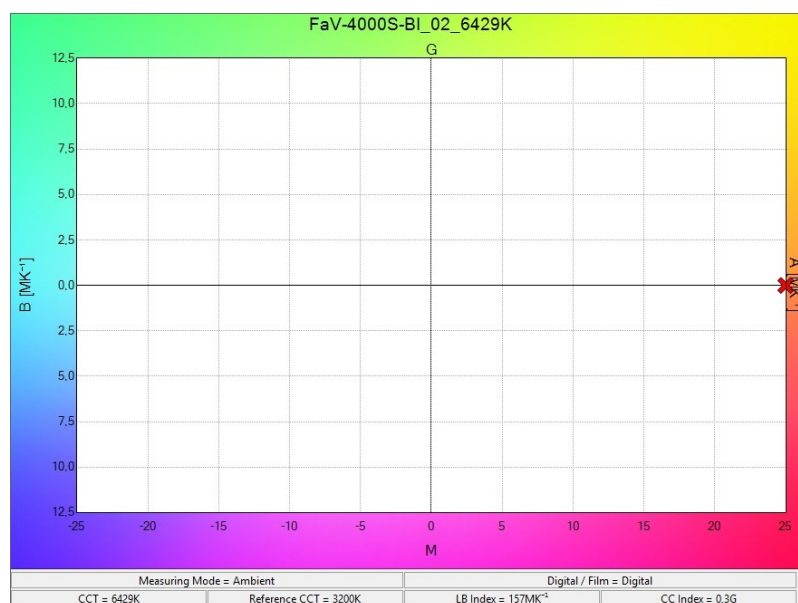
Obrázek 104 - FaV K4000S (5600 K)



Obrázek 105 – Barevné spektrum FaV K4000S (5600 K)



Obrázek 106 – CRI FaV K4000S (5600 K)



Obrázek 107 – Barevný posun FaV K4000S (5600 K)

Barevná teplota: 6429 K

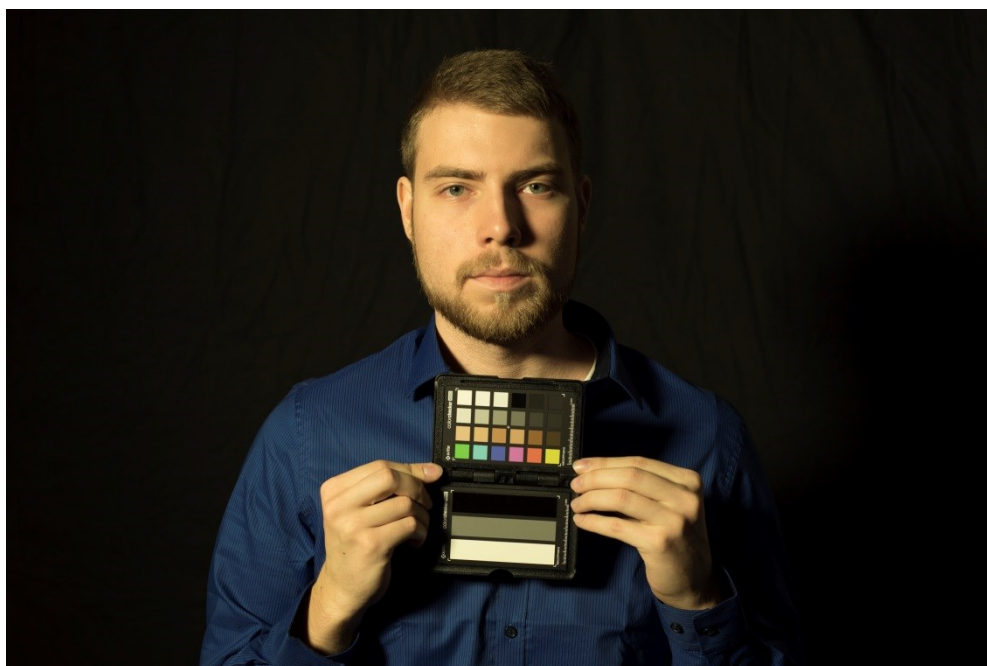
Intenzita osvětlení: 509 lx

Barevný posun: 0,3G

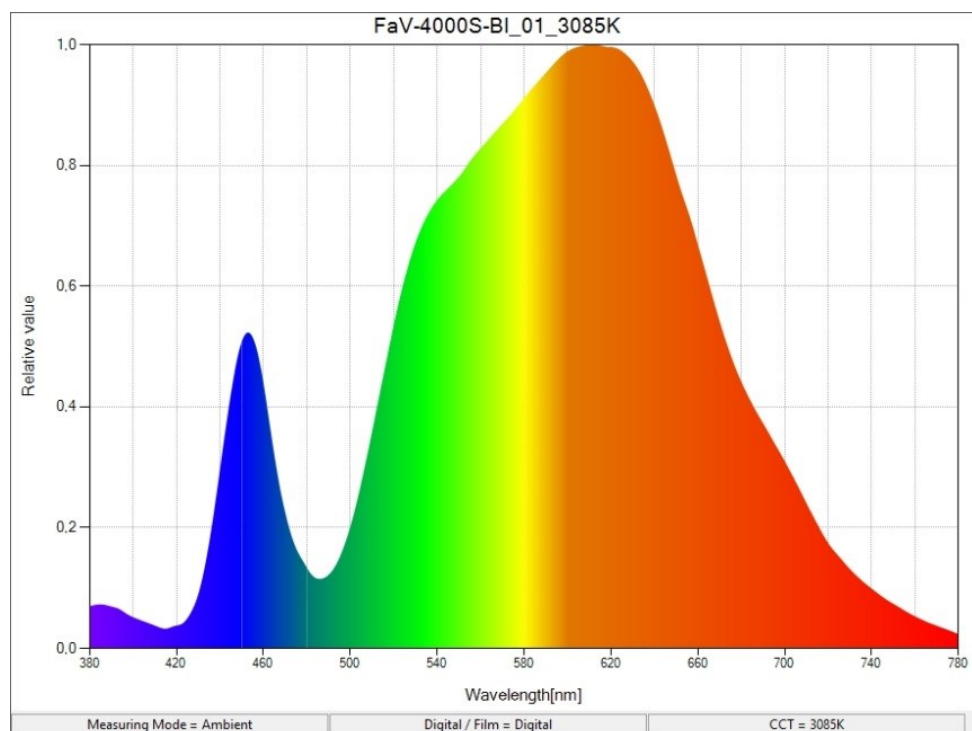
CRI: 87,5

Světlo, které ve všech měřených hodnotách propadá.

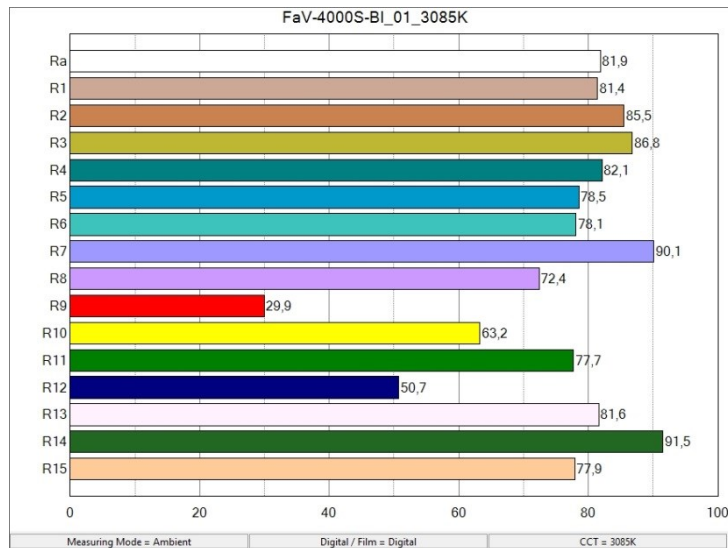
FaV K4000S (3200 K)



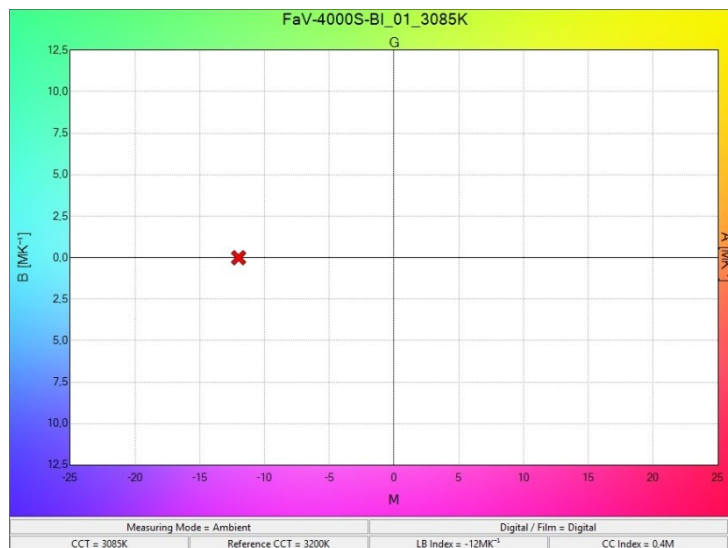
Obrázek 108 - FaV K4000S (3200 K)



Obrázek 109 – Barevné spektrum FaV K4000S (3200 K)



Obrázek 110 - CRI FaV K4000S (3200 K)



Obrázek 111 – Barevný posun FaV K4000S (3200 K)

Barevná teplota: 3085 K

Intenzita osvětlení: 451 lx

Barevný posun: 0,4M

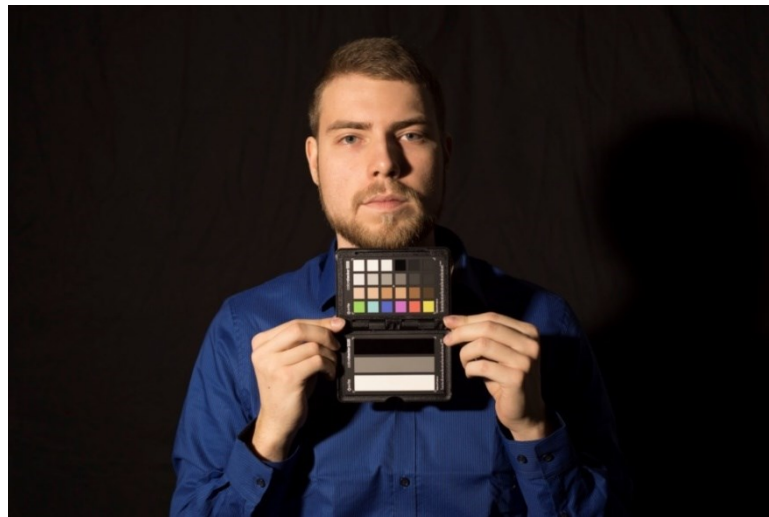
CRI: 81,9

Znatelný posun ve kvalitě se nekonal ani v případě měření barevné teploty 3200 K. Le-  
hce se napravila nepřesnost jeho zobrazení, nicméně kvalita reprodukce barev  
je velmi špatná.

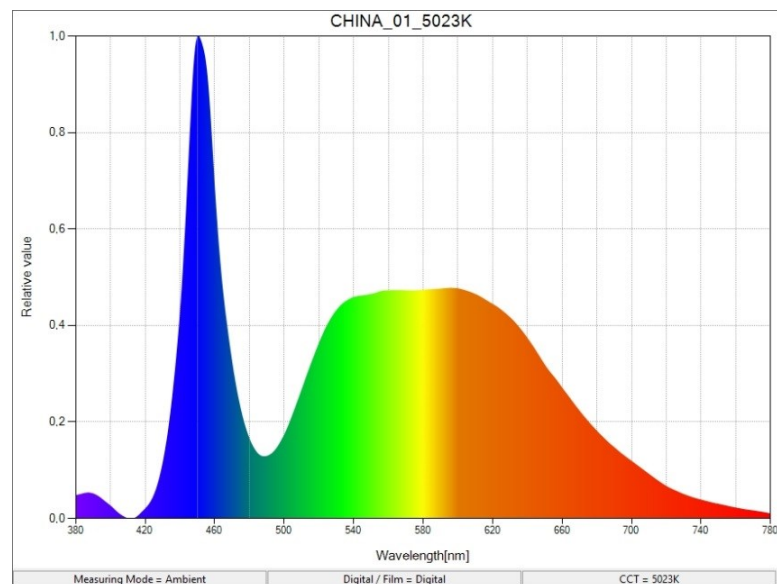
8. No name china LED panel

On-board LED panel neznámé čínské značky s velmi nekvalitním provedením. Panel má možnost regulovat plynule barevnou teplotu v rozmezí 3200 K – 5600 K.

No name china LED panel (5600 K)

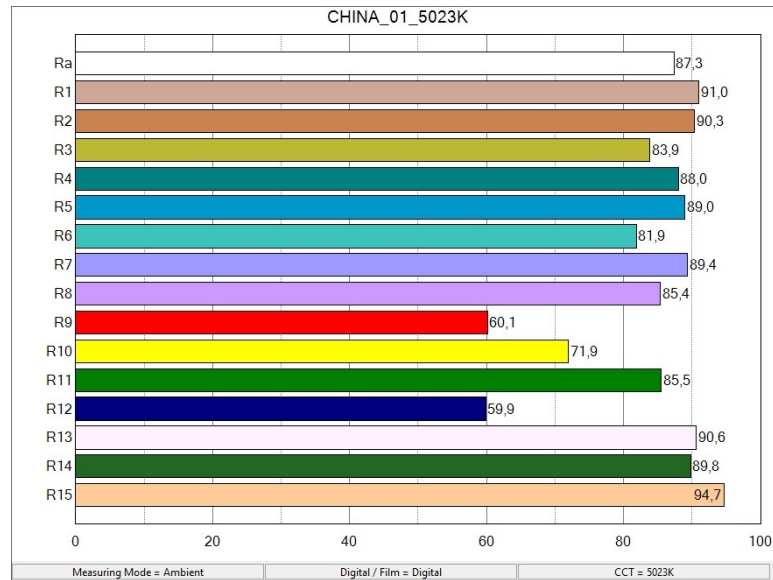


Obrázek 112 - No name china LED panel (5600 K)

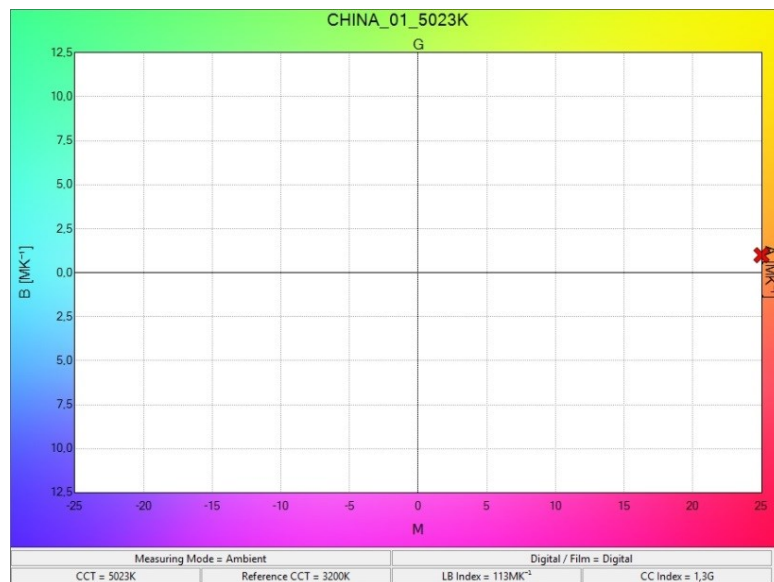


Obrázek 113 – Barevné spektrum No name china LED panel (5600 K)





Obrázek 114 – CRI No name china LED panel (5600 K)



Obrázek 115 – Barevný posun No name china LED panel (5600 K)

Barevná teplota: 5023 K

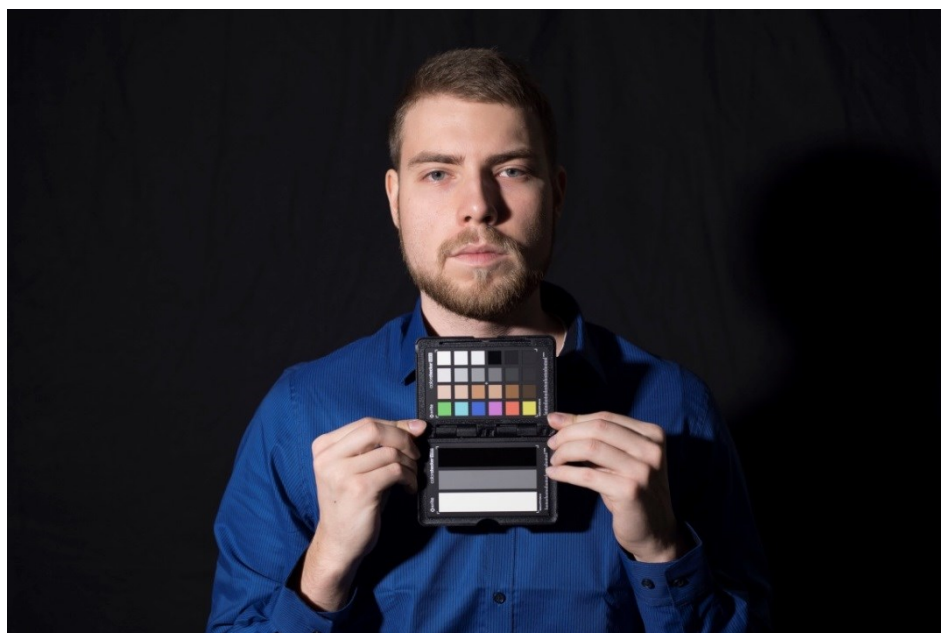
Intenzita osvětlení: 257 lx

Barevný posun: 1,3G

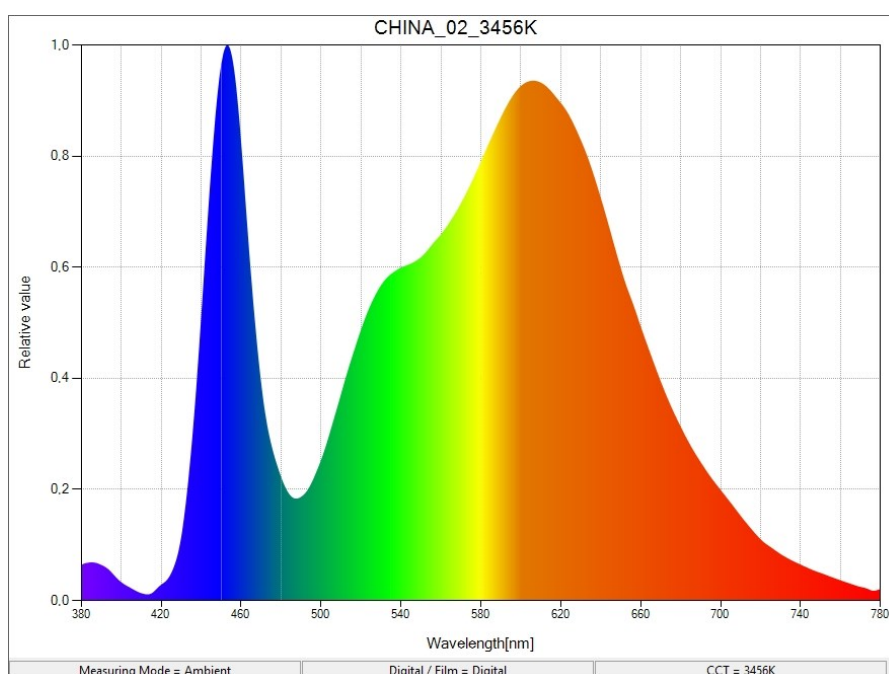
CRI: 87,3

Levný LED panel neuspěl v žádné z měřených hodnot, ale velkým překvapením bylo, na tento typ panelu, poměrně vysoká reprodukce barevného spektra.

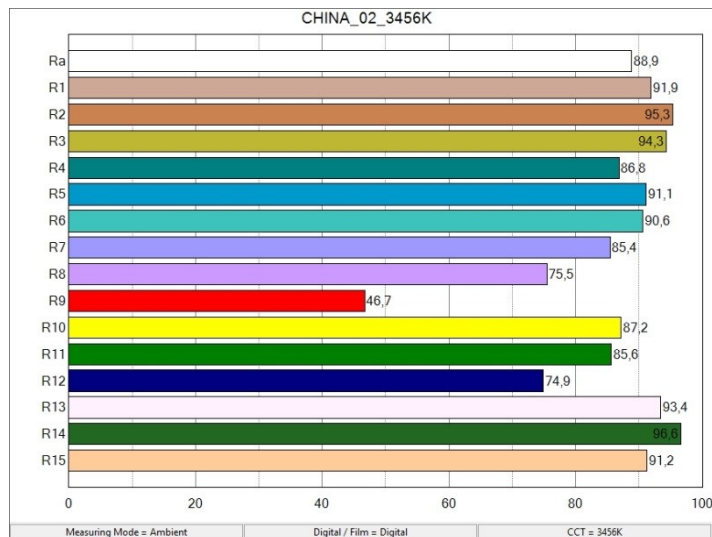
No name china LED panel (3200 K)



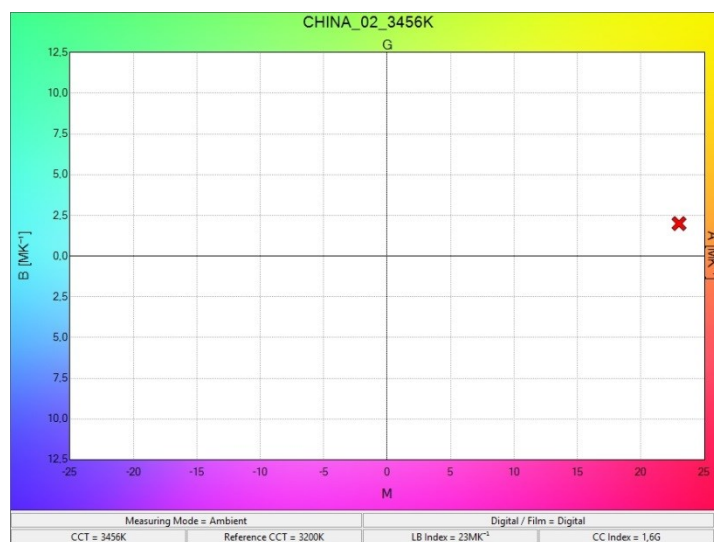
Obrázek 116 - No name china LED panel (3200 K)



Obrázek 117 - No name china LED panel (3200 K)



Obrázek 118 – CRI No name china LED panel (3200 K)



Obrázek 119 – Barevný posun No name china LED panel (3200 K)

Barevná teplota: 3456 K

Intenzita osvětlení: 227 lx

Barevný posun: 1,6G

CRI: 88,7

K téměř podobným hodnotám se došlu i u měření barevné teploty 3200 K.

**Příkon a světelná intenzita zářičů nutných být připojených k elektrické síti.**

D=5600K

T=3200K

ARRI L7C - 220 W D= 7160 lx, T=6300 lx

ARRI D12 – 1200 W D=27300 lx, T= 12800 lx

ARRI T1 – 1000 W D=1780 lx, T=6130 lx

Kino Flo Lighting system 4bank 60cm - 160 W D=627 lx, T= 782 lx

Kino Flo Lighting system Celeb 201 – 100 W D=1620 lx, T=1510 lx

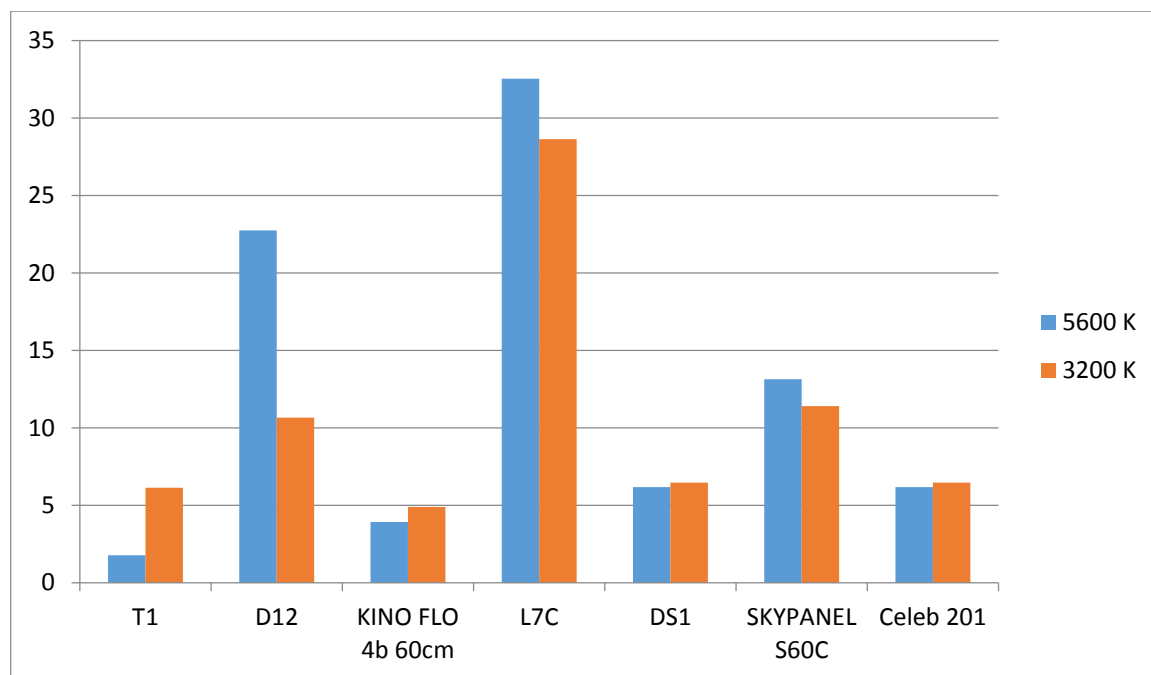
ARRI SKYPANEL S60C – 450 W D=5260 lx, T=4560 lx

Digital Sputnik DS1 – 140 W D=865 lx, T=905 lx

## 5. Závěr

### 5.1 Výsledky a shrnutí měření.

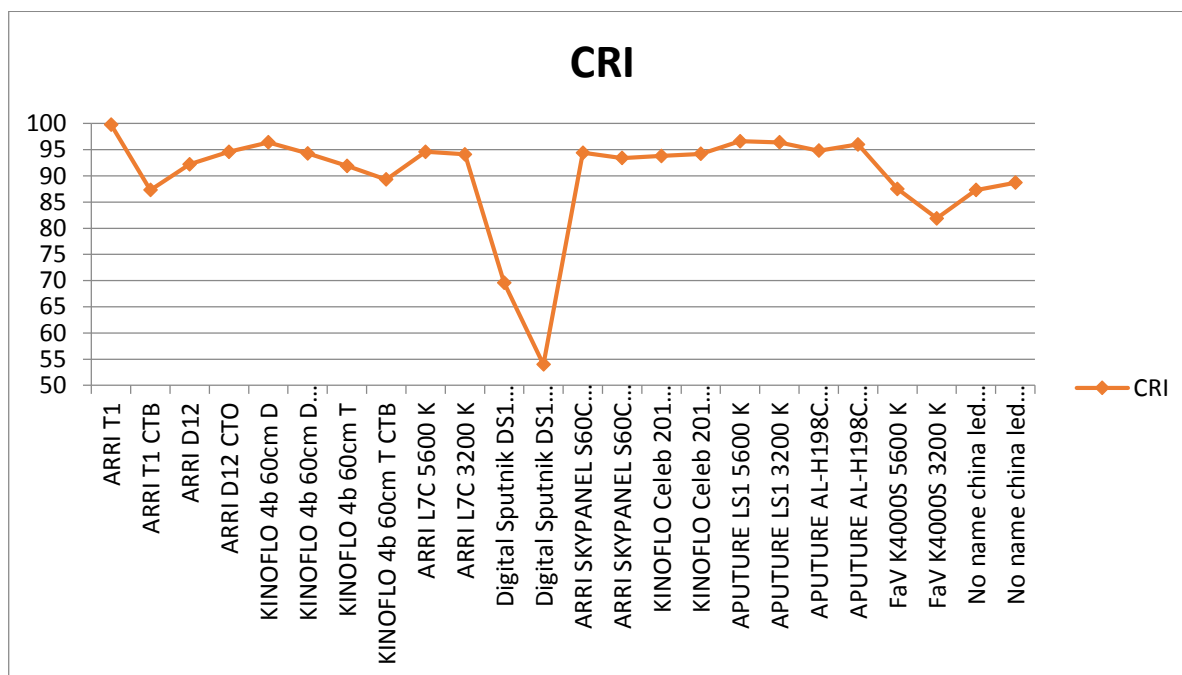
Graf závislosti intenzity osvětlení (lx) a příkonu testovaných světel. V grafu jsou zařazeny pouze světla nutná, pro své fungování, být zapojena do elektrické sítě. A nelze je primárně napájet z baterií.



Obrázek 120 – Graf lux/watt

Z grafu je vidět, že nejvýhodnějším zdrojem pro svícení filmové scény nabízí ARRI L7C, které produkuje nejlepší poměr lux/watt. Avšak kvůli technologii LED, která v současnosti nabízí jen omezený výkon. Je pro svícení velké filmové scény, nebo dosvícování denního exteriéru nejvýhodnější používat technologii HMI, v našem případě testované světlo ARRI D12, světlo s touto technologií vyrábí ARRI až do výkonu 18 kW.

Graf kvality reprodukce barevného spektra CRI



Obrázek 121 – Graf CRI

Jako nejkvalitnější se dle předpokladů stal zdroj s halogenovou žárovkou v našem případě ARRI T1, největší propad si zajistila technologie LED v našem případě Digital Sputnik DS1 a velmi nevyhovující výsledek nabídl také LED panel FaV K4000S. Nelze tedy s přesností říci, že špatná LED světla patří do low-endové třídy. Navzdory tomu světlo Digital Sputnik nabízí bezkonkurenční kvality jako světlo efektové a čistě barevné. Velkým překvapením se stalo světlo LS1 low-endového výrobce APUTURE, které se svou reprodukcí barev vyrovnalo, nebo i lehce předešlo high-endové zařízení. Největší rozdíl se ale projevil při dílenském zpracování, chlazení, možnosti updatu softwaru světla a s pravděpodobností v budoucnu i na životnosti.

### Pohodlnost užívání světel

Po měření jsem dospěl k závěru, že nejvíce uživatelsky přívětivé světlo bylo technologie LED, nebylo potřeba je ve většině případů napojovat do balastů a světlo nevydávalo žádné nepříjemné teplo. Tudiž je možné zdroje umístit na místa, kam by to např. s halogenovým zdrojem nebylo zcela možné. Naproti tomu LED světla low-endových výrobců nebyla příliš dobré konstrukce a místy jsem nabýval pocitu,

že při nepřiměřené manipulaci mohou světlo poškodit. Čím jsem byl překvapen byla jednoduchost obsluhy softwaru světel, ať už šlo o low-endová, tak i high-endová světla. Vždy měla velmi příjemné a logické menu. Technologie HMI pro mě byla nejméně uživatelsky příjemná, světlo je velmi těžké, je potřeba balast, těžké kabely a světlo též vydává nepříjemný, úrazu schopný, žár.

## 5.2 Okometrické srovnání

Pro okometrické srovnání jsou zde porovnány mackbeth tabulky s nejlepšími a nejhoršími výsledky.

Na tabulce níže, je zobrazeno porovnání světla s nejlepším výsledkem ARRI T1 a se zastupitelem nejhorší barevné reprodukce Digital Sputnik DS1.

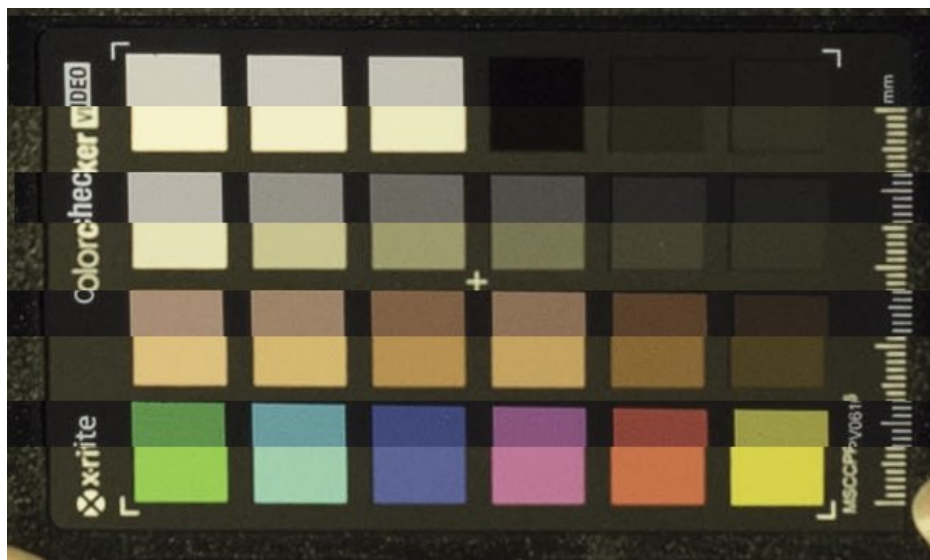
Vždy horní část pruhu patří ARRI T1



Obrázek 122 – mackbeth tabulka č.1

Na tabulce níže, je zobrazeno porovnání světla s nejlepším výsledkem ARRI T1 a se zastupitelem nejhorší barevné reprodukce a barevného posunu FaV 4000S.

Vždy horní část pruhu patří ARRI T1



Obrázek 123 – mackbeth tabulka č. 2

Z měření se prokázalo, že technologie LED v určitých ohledech předehнала dosavadní zdroje světla využívané v kinematografii, přinesla nezpochybnitelný přínos v možnosti upravovat barevnou teplotu bez použití reverzních filtrů, které ve všech případech měření lehce zhoršili hodnoty CRI. Zpřístupnily možnost regulovat barevný posun případně reprodukovat téměř jakoukoliv barvu z lidského viditelného spektra. Pro svoje napájení potřebuje jen zlomek elektrického energie ve srovnání s konvenčními zdroji. Diodová světla jsou velmi robustní konstrukce a snesou i hrubější zacházení, aniž by to mělo vliv na funkci. Vyzařují jen zlomek tepelného záření, které i přesto musí být, pro jejich životnost, velmi dobře chlazeno. Při zapnutí svítí okamžitě 100% svého výkonu oproti technologii HMI, u které 100% světelného záření dosáhneme až po několika minutách. Stejně tak u LED odpadá nutnost nechat diodu vychladnout, aby se při manipulaci nepoškodila. Avšak technologie LED, ve srovnání s konvenčními zdroji typu HMI a Halogen, stále nabízí jen omezenou světelnou intenzitu.



V případě dosvícování denní exteriérové scény by LED světla nestačila. Pro toto využití by se nejlépe obstála technologie HMI.

Ač kvalitní LED světla dosáhla vysokého indexu CRI, například prosvícení módy, či reprodukce galerijních obrazů, kde je nutná co nejpřesnější barevná reprodukce. Bylo by nejvhodnější využít technologie Halogen, která ve všech případech vyzařuje vždy stejné CRI a barevnou teplotu, proto by nebyl problém kombinovat více typů světel této technologie. S ohledem na snahu výrobců LED světla se nikdy přesně neshodují a mívají drobné odchylky především v CRI a barevné teplotě. Měření bylo přínosné a dokázalo, že ač by se měla filmová světla ve svých parametrech, jakými je především barevná teplota, rovnat, tak docházelo k velkým výkyvům. Jako velká výhoda, která však nebyla součástí zkoumání, je že některá LED světla díky zabudovaným počítačům umožňují světelné efekty, jako je například policejní maják, oheň, záblesky při ohňostroji, blikání televize, diskotéková světla, to je jen část z toho co lze využít a výrobci velmi často uvolňují nové firmwary, které nové efekty přidávají. Stejně tak je možné světla dálkově řídit a ovládat pomocí chytrého mobilního telefonu. Měření dokázalo, že je nezbytné pro korektní svícení scény, třeba přeměřit každý zdroj světla zvlášť. Každá filmová scéna si žádá svoje specifické nároky a dle testů a měření, nelze říct, že by technologie LED byla už na takové úrovni, aby mohla zcela nahradit konvenční typy světel.

## **6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

### **6.1 Seznam internetových zdrojů**

www.proelektrotechniky.cz (17.12.2017)

www.fyzika.jreichl.com (25.12. 2017)

www.arri.com (28.12. 2017)

www.kinoflo.com (28.12. 2017)

www.digitalsputnik.com (28.12. 2017)

www.videomaker.com (02.12. 2017)

www.sekonic.com (20.12. 2017)

### **6.2 Seznam literárních zdrojů**

LANDAU, David. Lighting for cinematography: a practical guide to the art and craft of lighting for the moving image. New York, USA: Bloomsbury, 2014. ISBN 9781628926927.

American Cinematographer: the International Journal of Motion Picture Photography and Production Techniques. Los Angeles: American Society of Cinematographers, 1920. ISSN 0002-7928.

JAKOVENKO, Jiří. The development of new LED light bulbs - the future in lighting technology: Vývoj nových polovodičových LED žárovek - budoucnost v technologii osvětlení. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05264-8.

## **7. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – LED dioda

Obrázek 2 – LED dioda

Obrázek 3 – Tabulka barevných LED

Obrázek 4 – Filmové LED světlo

Obrázek 5 – Starý halogenový filmový reflektor

Obrázek 6 – HMI výbojka

Obrázek 7 – Běžná fluorescenční trubice

Obrázek 8 – Ideální barevné spektrum

Obrázek 9 – CRI hodnoty měřeného halogenové světla

Obrázek 10 – Mackbeth tabulka (X-rite color checker)

Obrázek 11 – Sekonic C700

Obrázek 12 – Sekonic 758Cine

Obrázek 13 – ARRI T1

Obrázek 14 – ARRI D12

Obrázek 15 - KINO FLO Lighting Systems 4bank 60cm

Obrázek 16 – ARRI L7C

Obrázek 17 – Digital Sputnik DS1

Obrázek 18 – ARRI SKYPANEL S60C

Obrázek 19 – KINO FLO Celeb 201

Obrázek 20 - APUTURE LIGHT STORM LS1C bicolor

Obrázek 21 - APUTURE AMARAN AL-H198C

Obrázek 22 - FaV K4000S bicolor

Obrázek 23 - No name china LED panel

Obrázek 24 – Scéna + ARRI T1

Obrázek 25 – Barevné spektrum ARRI T1

Obrázek 26 – CRI ARRI T1

Obrázek 27 – Barevný posun ARRI T1

Obrázek 28 – ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201

Obrázek 29 – Barevné spektrum ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201

Obrázek 30 – CRI ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201

Obrázek 31 – Barevný posun ARRI T1 + Lee filter Full C. T. Blue 201

Obrázek 32 – ARRI D12

Obrázek 33 – Barevné spektrum ARRI D12

Obrázek 34 - CRI ARRI D12

Obrázek 35 – Barevný posun ARRI D12

Obrázek 36 - ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 37 - ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 38 - CRI ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 39 – Barevný posun ARRI D12 + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 40 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Obrázek 41 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Obrázek 42 – CRI Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Obrázek 43 – Barevný posun Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight

Obrázek 44 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 45 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 46 - CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 47 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Daylight + Lee filters Full C. T. Orange 204

Obrázek 48 - KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

Obrázek 49 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

Obrázek 50 – CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

Obrázek 51 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten

Obrázek 52 KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201

Obrázek 53 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201

Obrázek 54 – CRI KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201

Obrázek 55 – Barevný posun KINO FLO Lighting system – 4bank 60cm Tungsten + Lee filters Full C. T. Blue 201

Obrázek 56 – ARRI L7C 5600K

Obrázek 57 – Barevné spektrum ARRI L7C 5600K

Obrázek 58 – CRI ARRI L7C 5600K

Obrázek 59 – Barevné spektrum ARRI L7C 5600K

Obrázek 60 - ARRI L7C (3200 K)

Obrázek 61 – Barevné spektrum ARRI L7C (3200 K)

Obrázek 62 – CRI ARRI L7C (3200 K)

Obrázek 63 – Barevný posun ARRI L7C (3200 K)

Obrázek 64 - Digital Sputnik DS1 (5600 K)

Obrázek 65 – Barevné spektrum Digital Sputnik DS1 (5600 K)

Obrázek 66 – CRI Digital Sputnik DS1 (5600 K)

Obrázek 67 – Barevný posun Digital Sputnik DS1 (5600 K)

Obrázek 68 Digital Sputnik DS1 (3200 K)

Obrázek 69 – Barevné spektrum Digital Sputnik DS1 (3200 K)

Obrázek 70 – CRI Digital Sputnik DS1 (3200 K)

Obrázek 71 – Barevný posun Digital Sputnik DS1 (3200 K)

Obrázek 72 - ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)

Obrázek 73 - ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)

Obrázek 74 – CRI ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)

Obrázek 75 – Barevný posun ARRI SKYPANEL S60C (5600 K)

Obrázek 76 - ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)

Obrázek 77 – Barevné spektrum ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)

Obrázek 78 – CRI ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)

Obrázek 79 – Barevný posun ARRI SKYPANEL S60C (3200 K)

Obrázek 80 - KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

Obrázek 81 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

Obrázek 82 - CRI KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

Obrázek 83 – Barevný posun KINO FLO Lighting system Celeb 201 (5600 K)

Obrázek 84 - KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)

Obrázek 85 – Barevné spektrum KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)

Obrázek 86 – CRI KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)

Obrázek 87 – Barevný posun KINO FLO Lighting system Celeb 201 (3200 K)

Obrázek 88 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)

Obrázek 89 – Barevné spektrum APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)

Obrázek 90 – CRI APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)

Obrázek 91 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (5600 K)

Obrázek 92 - APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)

Obrázek 93 – Barevné spektrum APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)

Obrázek 94 – CRI APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)

Obrázek 95 – Barevný posun APUTURE LightStorm LS1 bicolor (3200 K)

Obrázek 96 - APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

Obrázek 97 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

Obrázek 98 – CRI APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

Obrázek 99 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (5600 K)

Obrázek 100 - APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)

Obrázek 101 – Barevné spektrum APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)

Obrázek 102 – CRI APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)

Obrázek 103 – Barevný posun APUTURE AMARAN AL-H198C (3200 K)

Obrázek 104 - FaV K4000S (5600 K)

Obrázek 105 – Barevné spektrum FaV K4000S (5600 K)

Obrázek 106 – CRI FaV K4000S (5600 K)

Obrázek 107 – Barevný posun FaV K4000S (5600 K)

Obrázek 108 - FaV K4000S (3200 K)

Obrázek 109 – Barevné spektrum FaV K4000S (3200 K)

Obrázek 110 - CRI FaV K4000S (3200 K)

Obrázek 111 – Barevný posun FaV K4000S (3200 K)

Obrázek 112 - No name china LED panel (5600 K)

Obrázek 113 – Barevné spektrum No name china LED panel (5600 K)

Obrázek 114 – CRI No name china LED panel (5600 K)

Obrázek 115 – Barevný posun No name china LED panel (5600 K)

Obrázek 116 - No name china LED panel (3200 K)

Obrázek 117 - No name china LED panel (3200 K)

Obrázek 118 – CRI No name china LED panel (3200 K)

Obrázek 119 – Barevný posun No name china LED panel (3200 K)

Obrázek 120 – Graf lux/watt

Obrázek 121 – Graf CRI

Obrázek 122 – mackbeth tabulka č.1

Obrázek 123 – mackbeth tabulka č. 2

