

# **LABORATOŘ ARF**

FILIP BERÁNEK

Bakalářská práce, 2013

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Ústav reklamní fotografie a grafiky  
akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip BERÁNEK**  
Osobní číslo: **K09098**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimedia a design – Reklamní fotografie**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **1. Teoretická část:**  
**Laboratoř ARF, barevný proces**

**2. Praktická část:**  
**a) katalog výrobků nebo služeb:**  
**Architektura 1948 – 1989**  
**b) volný výstavní soubor:**  
**Výzkum**

## **Zásady pro vypracování:**

### **1. Teoretická část:**

**rozsah práce: minimálně 25 stran textu + předepsané přílohy.**

**Součástí obhajoby práce i hodnocení je přednáška na téma teoretické části bakalářské práce v rozsahu max. 15 min. včetně obrazové prezentace. Přednáška není reprodukování obsahu práce.**

### **2. Praktická část:**

**a) katalog výrobků nebo služeb: odevzdává se vázaná publikace – katalog, obsahující celkem 12 – 15 fotografií – formát 24x30 jako maketa s grafickou úpravou + soubor 7 – 10 zdrojových fotografií ve formátu 30x40cm (nebo odvozený formát) adjustovaných ve formě výstavních zvětšenin a instalovaných. Publikace bude obsahovat krátký informativní text.**

**b) volný výstavní soubor: ucelený, koncipovaný soubor fotografií (explikace + písemná obhajoba), min. 10 ks fotografií v archivní kvalitě, výstavní formát (min. 50x60 cm), libovolná technika, adjustováno + artist's statement cca 400 – 500 slov.**

**Současně budou všechny části praktické i teoretické práce odevzdány v digitální podobě na 2ks CD – teoretická v .pdf formátu a dále všechny fotografické práce v uvedených technických parametrech, včetně artist's statementu obou částí bakalářské práce (vždy cca 400 – 500 slov).**

**Dále na samostatném nosiči CD-ROM 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, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní 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:

**doporučené zdroje:**

**veškerá dostupná odborná literatura a webové stránky vztahující se k tématu po konzultaci s vedoucím práce.**

Vedoucí teoretické části:

**RNDr. Petr Novotný**

Ústav reklamní fotografie a grafiky

Vedoucí praktické části:

**prof. Mgr. Pavel Dias**

Ústav reklamní fotografie a grafiky

Datum zadání bakalářské práce:

**1. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 1. prosince 2012

  
doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.  
děkanka



  
doc. MgA. Jaroslav Prokop  
ředitel ústavu



## 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>;
- беру на ве́доміі, же бакала́рская/дипломовá 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 užít 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.

Filip Beránek

Ve Zlíně ..... 14. 12. 2012.....

.....  
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 nevdělečně 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 výpisy, 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, užije-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 vzdělávacího 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 užít 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

### Prehlásenie

Prehlasujem, že som na bakalárskej práci pracoval samostatne na základe odbornej literatúry a internetových zdrojov. Použitú literatúru som citoval.

Zároveň prehlasujem, že odovzdaná verzia bakalárskej práce a verzia nahraná do IS/STAG sú totožné.

## **ABSTRAKT**

Táto práca sa venuje analógovej farebnej fotografii a to v dvoch častiach, teoretickej ktorá uvádza základné informácie nevyhnutné pre pochopenie vnímania a skladania farieb a praktickej časti ktorá sa zaoberá aktuálnymi možnosťami spracovania v podmienkach dostupných v laboratóriách ateliéru reklamnej fotografie UTB v Zlíne.

Klíčové slová: farebná fotografia, farebný proces, C-41, RA-4

## **ABSTRACT**

This work is focused on analog color photography and color processing. Is it divided into the two parts. First part is theoretical, it includes necessary information about perception and folding colors . Practical part is about actual possibilities of colour processing specified by conditions in darkrooms of department of advertising photogrpahy TBU in Zlín.

Keywords: color processing, color photography, C-41, RA-4

## PodĎakovanie

Ďakujem vedúcemi práce RNDr. Petrovi Novotnému za cenné rady, konzultácie, pomoc a trpezlivosť pri vzniku práce, ďalej Michalovi Buráňovi a Jirkovi Balátovi za pomoc pri vzniku samotnej Laboratoře ARF, Zuzanne Beránkovej a Matejovi Chrenkovi za korektúru textu a Lenke Odstrčilovej za knihárske práce.

Motto:

*„When an artist learns his craft too well he makes slick art.“*

Sol Lewitt

# PREDSLOV

Začiatkom roka 2013 uviedla spoločnosť Google do predaja vývojársku beta verziu produktu nazvaného Google Glass. Ide o jednu z najočakávanejších „vedecko-fantastických“ noviniek tohto roku. Ich hlavným cieľom je sprístupniť počítač a internet kdekoľvek bez nutnosti použitia rúk. V podstate ide o smartphone integrovaný do okuliarov, ktorý užívateľ ovláda pomocou hlasových povelov podobne ako u konkurenčnej firmy Apple a ich inteligentného osobného hlasového navigátora s názvom Siri. Rozdiel je v tom že produkt Google Glass je upevnený na hlave užívateľa a tým sa stáva dočasnou súčasťou jeho tela. Tým pádom fotoaparát ktorým je prístroj vybavený vidí rovnaký obraz ako samotný užívateľ. Nasnímané obrázky môžete online zdieľať pomocou sociálnych sietí, k dispozícii je aj videozáznam, samozrejme aj v podobe živého zdieľania.

Takáto informácia bude s určitým odstupom času u väčšiny ľudí vzbudzovať úsmev, rovnako ako je to u všetkých technologických noviniek, ktoré boli svojim spôsobom prelomové, avšak z dnešného pohľadu pôsobia zastaralo. Za všetky príklady spomeňme prvé mobilné telefóny s integrovaným fotoaparátom, čo vo svojej dobe znamenalo revolúciu, no z dnešného pohľadu mali rozlíšenie „iba“ 640x480 pixlov. Alebo vôbec prvý komerčne dostupný digitálny fotoaparát Sony Mavica s ešte menším rozlíšením 570 × 490 pixlov.

Novátorstvo výroby Google Glass spočíva v tom, že posúva samotný fotografický proces o krok ďalej. Pripravuje fotografa o jeho najdôležitejší orgán, ktorým Roland Barthes<sup>1</sup> nazval prst. Už samotný Kodak v roku 1889 svojou kamerou Kodak No 1. zjednodušil fotografický proces na samotné stlačenie spúšte<sup>2</sup>. O 124 rokov neskôr sme zbavený aj toho posledného fyzického prepojenia s fotoaparátom. Technológia nám umožnila zdieľať náš vlastný pohľad na svet. Už to nie je onen výsek reality vytvorený pomocou hľadáčku, alebo neskôr obrazovky, výber momentu, ktorý závisel na povestnom ukazováčiku. Tá posledná chvíľa napätia, ktorá bola ešte s fotografiou spojená. Už je to iba náš obyčajný pohľad na svet a jeden rozkaz . Stačí povedať „take a picture“.

Pri zamyslení nad týmto faktom si môžeme presnejšie uvedomiť pozíciu analógovej farebnej fotografie, ktorej sa v tejto práci venujem. Zatiaľ čo sa v roku 2003 písalo o postupnom presadzovaní digitálnej fotografie v profesionálnych sférach, o desať rokov neskôr je takmer jasné, že médium filmu pomaly zomiera. Z pohľadu bežného spotrebiteľa pôsobí toto odvetvie popri on-line zdieľaní fotografie a iných vymoženostiach značne archaicky. Na odovzdávanie filmov v laboratóriách, náročné spracovanie a zväčšovanie sa dávno zabudlo. Už nepoznám nikoho kto by praktizoval metódu, kedy sa na jeden 36 snímkový film vošli udalosti z celého roka vrátane narodenín všetkých členov rodiny, Veľkonočných a Vianočných sviatkov a dovolenka k tomu. Vytratil sa onen moment prekvapenia ktorý predchádzal vyvolaniu exponovaného materiálu. Stratila sa vzácnosť a čaro fotografie. Nastala doba inteligentných telefónov a Facebooku, ktorý vlastní najväčšie množstvo online fotografií. Práca s filmom sa stala špecializáciou úzkej skupiny ľudí a je iba otázkou času, kedy

1: Roland Barthes (\* 1915-† 1980) francúzsky literát, esejista filozof a semiológ

2 : Heslo ktorým sa propagovala firma Eastman Kodak od roku 1888 znelo: "You press the button, we do the rest"

prestane byť finančne a materiálovo dostupná v rámci možností bežného užívateľa. Analógový farebný proces sa tak zaradí medzi historické techniky. Samozrejme, ak už sa tak nestalo.



Obrázok 1: Google glass



Obrázok 2: Sony Mavica



# Obsah

PREDSLOV	10
ÚVOD	13
TEORETICKÁ ČASŤ	
1.1 ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM	15
1.2 VIDITEĽNÉ SPEKTRUM	16
1.3 FAREBNÁ REPRODUKCIA	17
1.4 DIAGRAM CIE	18
1.5 ADITÍVNE A SUBTRAKTÍVNE MIEŠANIE FARIEB	19
1.6 METAMÉRIA	22
1.7 BIELA STRÁNKA	22
1.8 TEPLOTA CHROMATIČNOSTI	23
2. HISTORICKÝ VÝVOJ	24
2.1 REÁLNY OBRAZ	24
2.2 MAXWELLOV POKUS	25
2.3 PRVÁ FAREBNÁ FOTOGRAFIA	25
2.4 NOVÁ METÓDA FAREBNEJ FOTOGRAFIE	27
2.5 AUTOCHRÓM	28
2.6 FARBOTVORNÉ VYVOLÁVANIE	29
2.7 KODAK VERZUS AGFA	29
2.8 PRINCÍP FAREBNÉHO NEGATÍVU	32
2.9 MASKOVANIE NEGATÍVU	33
2.10 SÚČASNÁ PONUKA MATERIÁLOV	33
PRAKTICKÁ ČASŤ	
3.C-41	38
3.1 NEGATÍVNY PROCES C-41	38
3.2 DOSTUPNOSŤ MATERIÁLOV	39
3.3 PROCESORY	41
3.4 ALTERNATÍVNE SPRACOVANIE	42
3.5 CHYBNÉ SPRACOVANIE PROCESU	46
4.RA-4	50
4.1 VÝVOJ FAREBNEJ REPRODUKCIE	50
4.2 TECHNOLOGIA FAREBNEJ REPRODUKCIE	51
4.3 PROCES RA-4	51
4.4 PRINCÍP FAREBNÉHO ZVÄČŠOVANIA	53
DOSLOV	54
ZÁVER	55
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	57
INTERNETOVÉ ZDROJE	58
ZDROJE OBRÁZKOV	59

# ÚVOD

Ako som už spomenul, analógová farebná fotografia sa stala špecializáciou malej skupiny ľudí ktorí sa jej venujú. Tomu naznačujú aj služby poskytované v tejto oblasti. Je čoraz väčší problém nájsť laboratórium poskytujúce kvalitné služby v primeranej cene, nehovoriac o časovej dostupnosti. Rovnako analógové zväčšovanie sa stalo špecializáciou niekoľkých firiem (alebo jednotlivcov) a nič nenaznačuje tomu, že by sa situácia v budúcnosti zlepšila, ba naopak.

Pritom tu stále ešte existuje možnosť domáceho spracovania materiálov, ktoré nie je oveľa náročnejšie než čierno-biely proces, ktorý je stále pomerne rozšírený. Problém je skôr v dostupnosti informácií a materiálov. Preto je najväčšou prekážkou získavanie prehľadu, skúmanie dostupných možností, ako aj získavanie informácií o základných postupoch. Práve tejto problematike sa venujem v mojej diplomovej práci. Cieľom je priblížiť čitateľa tematike a zjednodušiť mu tak prvé kroky postupu, ktoré bývajú väčšinou najťažšie.

Samotnej práci predchádzal môj vlastný výskum v oblasti farebných procesov, hľadanie dostupných materiálov a technologického vybavenia, ich prevádzkovanie a ovládanie. Cieľom nebolo bezúčelne nazrieť do problematiky, ale vyskúšať si ju vo vlastnej praxi. Preto práci predchádzalo niekoľko stoviek vyvolaných filmov a nespočetne veľa dní strávených v tmavej komore. Tento proces predlžoval aj fakt, že v súčasnosti neexistuje takmer žiadna dostupná literatúra venujúca sa tejto problematike. Posledné publikácie vydané v Československu majú viac ako tridsať rokov a sú značne neaktuálne.

Za výsledok však nepovažujem vlastné poučenie, ale možnosť posunúť tieto informácie ďalším osobám. Za týmto účelom vznikla táto teoretická práca ktorej súčasťou sú aj workshopy a prednášky pre študentov.

# TEORETICKÁ ČASŤ

Súčasnou tendenciou v každom smere je zjednodušovanie. Nie je však myslené ako vytváranie menej komplikovaných technológií, ale ako možnosť uľahčenia rôznych úkonov pre človeka. Výsledkom je sprístupnenie mnohých možností, ktoré boli v minulosti určené pre úzku skupinu jednotlivcov. To čo bolo v minulosti finančne náročné a nedostupné, poprípadе záležitosťou určitej vízie, je dnes súčasťou každodenného života. Týka sa to všetkých oblastí, od transportu (nízko nákladové letecké spoločnosti, automobily a podobne) cez domácnosti (kuchynské spotrebiče, inteligenté domy) až po zábavu (hry simulujúce realitu, elektronické knihy). Každé ďalšie vylepšenie prináša zo sebou aj určitý negatívny efekt, ktorý je nutné časom kompenzovať inou formou. Napríklad situácia, ktorá sa týka jednoducho dostupných údajov na internete, ktoré ku všetkému nemusia byť v každom prípade pravdivé. Stáva sa bežným faktom, že je jednoduchšie informáciu okamžite vyhľadať pomocou hesla, než ju pracne „loviť v pamäti“. Objavujú sa teórie, ktoré tvrdia, že práve tento efekt spôsobí v budúcnosti obmedzenie krátkodobej pamäti. Kedy k tejto situácii dôjde nevieme. Dôležité je, že podobný efekt sa ponúka aj vo fotografii. Digitálne médium umožňuje okamžitý náhľad, ktorý je na rozdiel od instantnej fotografie menej nákladný. Ponúka sa nám tak možnosť vzdelávania systémom pokus-omyl. Na rovnakom princípe pracuje aj väčšina post produkčných programov, kde si môžeme výsledný požadovaný efekt nasimulovať, poprípadе sa vrátiť o krok späť. To však nie je iba prípad analógovej fotografie. Preto sa nevyhneme krátkemu teoretickému úvodu do problematiky, ktorý stručne objasňuje základné informácie nevyhnutné pre ďalšie postupy v oblasti analógovej fotografie.

## 1.1 ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM

Elektromagnetické žiarenie je nositeľom energie, ktoré sa šíri priestorom o intenzite  $E$ . Toto žiarenie má dve na seba kolmé zložky, z nich jedna náleží elektrickému a druhá magnetickému polu. Vzájomné súvislosti elektrického a magnetického pola popísal v polovici 19. storočia James Clerk Maxwell pomocou štyroch základných rovníc (obr. 4), a tým dal základ pre ďalšie skúmanie elektromagnetického pola. Intenzita oboch

### Maxwellove rovnice

$$\text{I. } \nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \text{ (Tok } \mathbf{E} \text{ uzavretou plochou) = (náboj vo vnútri plochy)}/\epsilon_0$$

$$\text{II. } \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \text{ (Čiarový integrál z } \mathbf{E} \text{ pozdĺž slučky) = } -\frac{d}{dt} \text{ (Tok } \mathbf{B} \text{ cez slučky)}$$

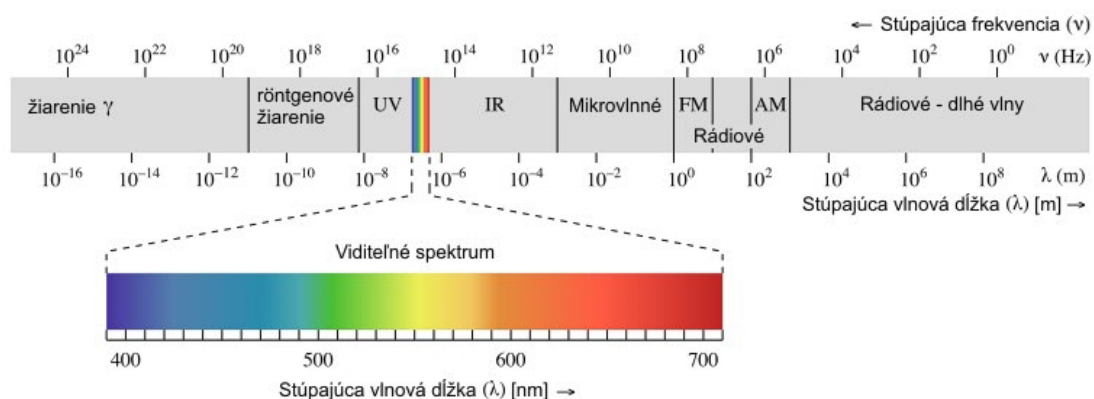
$$\text{III. } \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \text{ (Tok } \mathbf{B} \text{ cez uzavretú plochu) = 0}$$

$$\begin{aligned} \text{IV. } c^2 \nabla \times \mathbf{B} &= \frac{\mathbf{j}}{\epsilon_0} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad c^2 \text{ (Integrál z } \mathbf{B} \text{ pozdĺž slučky) =} \\ &= (\text{Prúdu cez slučku})/\epsilon_0 + \frac{\partial}{\partial t} (\text{Tok } \mathbf{E} \text{ cez slučku}) \end{aligned}$$

Obrázok 4: Maxwellove rovnice, prevzaté z [Feynmanove prednášky z fyziky / R.P. Feynman ; R.B. Leighton ; M. Sands. Bratislava : Alfa, 1988. 452s].

polí sa mení s časom, pričom priebeh týchto zmien vystihuje sinusoida, ktorá sa v tomto prípade nazýva elektromagnetickou vlnou. Vzdialenosť medzi dvoma po sebe

idúcimi maximálnymi hodnotami nazývame vlnovou dĺžkou  $\lambda$  (lambda) . Tá sa pohybuje od zlomku milimetrov po stovky kilometrov. Jej spektrum začína na rádiových vlnách ktorých vlnová dĺžka je od 100 000 Km po 1 mm. Ako názov naznačuje, používajú sa napríklad na šírenie rádiových signálov, rádiovú komunikáciu s ponorkami, radarové systémy, wi-fi siete a podobne. Žiarenie s vlnovou dĺžkou od 1mm po 760 nanomentrov (nm) pomenúvame ako infračervené. Jeho časť sa nazýva aj tepelným žiarením, pretože absorpciou ľubovoľného elektromagnetického žiarenia sa zahrieva povrch telesa, ktoré toto žiarenie absorbuje. Takéto žiarenie zahrieva aj zemský povrch. Túto vlastnosť má z časti aj viditeľná časť spektra. Tá sa jednoduchšie nazýva svetlom. Nachádza sa v úzkom rozmedzí od 400 do 750 nm. Hneď za ním nasleduje ultrafialové žiarenie, ktoré má vlnové dĺžky od 400 nm po 1 nm. Čím je hodnota vlnovej dĺžky nižšia, tým je žiarenie škodlivejšie, preto sa používa napríklad na dezinfekciu vody. Spektrum pokračuje röntgenovým žiarením a žiarením gama, ukončuje ho kozmické žiarenie. Samozrejme že všetky časti spektra sú mimoriadne odlišné a sú predmetom neustáleho výskumu. Pre potreby fotografie postačujú znalosti úzkej časti viditeľného spektra.



Obrázok 3: Elektromagnetické spektrum

## 1.2 VIDITEĽNÉ SPEKTRUM

K porozumeniu teórie vnímania farieb a ich akejkoľvek následnej reprodukcie je nutné uvedomiť si základný poznatok farebného videnia: a to, že žiadna farba neexistuje. V rámci evolúcie sa u živočíchov vyvinuli rôzne druhy receptorov citlivé na rôzne podnety, ktoré nazývame zmyslami. Receptor teda plní iba akúsi funkciu snímača, ktorý vysiela signál do mozgu. Na tomto princípe pracujú aj svetlocitlivé, presnejšie povedané elektro-magneticky citlivé receptory nachádzajúce sa v sietnici oka. Nazývajú sa tyčinky a čapíky<sup>1</sup> Ich funkcia je rovnaká u všetkých živočíchov, ktoré nimi disponujú, rozdiely sú iba v rozsahoch citlivosti v závislosti k vlnovej dĺžke žiarenia. Podľa oblastí, na ktoré sú najcitlivejšie a ktoré sú schopné zachytiť

1: Tyčiniek sa v ľudskom oku nachádza približne 120 miliónov a umožňujú vnímanie kontrastu a taktiež monochromatické videnie pri nízkej hladine osvetlenia. Čapíkov je v ľudskom oku približne 6 až 7 miliónov a ich najvyššia hustota je v takzvanej žltej škvrne ktorá je miestom najostrejšieho videnia.

je možné určiť druh videnia. V prípade, že je jeden druh najcitlivejší na oblasť 450 nanometrov, druhý v oblasti 550 nanometrov a tretí v rozsahu 650 nanometrov, ide o takzvané trichroidné videnie. Nie náhodou nebol použitý pojem farba, alebo svetlo. Existuje aj tetrachroidné videnie, ktorého rozsah je od 370 nanometrov po 560, rovnako aj dichroidné videnie. Tieto receptory vysielajú signály do mozgu ktorý si ich následne spracováva. Viditeľné spektrum je teda rozsah vlnových dĺžok, ktoré sme schopní detektovať. Ako mozog tieto vlnové dĺžky vníma nemusí byť až tak podstatné, dôležité je uvedomiť si, že na vyvolanie vzruchu máme k dispozícii tri podnety rôznej intenzity. V prípade, že sú tieto podnety určitým spôsobom kategorizované a máme dostatočné poznatky o ich vlastnostiach je možné v určitej miere tieto podnety simulovať. Na tomto princípe sú založené systémy trichromázie a trisimulácie. V prípade, že vyprodukuje žiarenie v rozmedzí citlivosti všetkých receptorov vzniká dojem, ktorý nazývame svetlo a jeho presná vlnová dĺžka popisuje konkrétnu farbu. Prečo nazývame jednotlivé vlnové dĺžky svetla abstraktnými pojmami farieb nie je predmetom tejto práce, podstatná bude pre nás schopnosť ich reprodukcie.



Obrázok 5 Citlivosť čapíkov ľudského oka

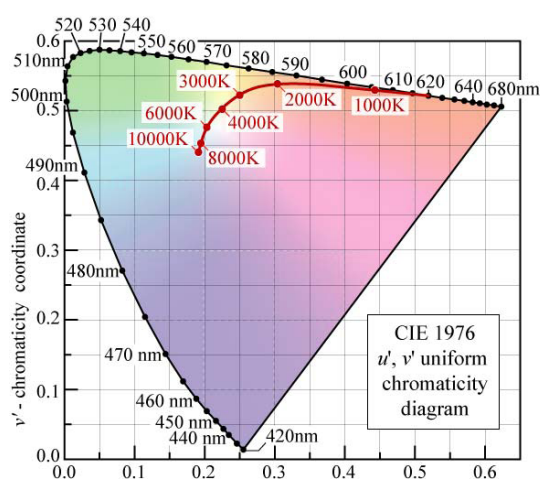
### 1.3 FAREBNÁ REPRODUKCIA

Účelom fotografického procesu je vytvorenie určitého vnemu prostredníctvom záznamu situácie. Fotografický aparát je teda vystavovaný tejto situácii, ktorá by sa dala popísať ako súhrn elektromagnetických žiarení rôznych vlnových dĺžok (samozrejme v rámci rozsahu zrakového vnímania). Následným spracovaním vznikne určitý fotografický objekt, ktorý by v ideálnom prípade obsahoval všetky zaznamenané údaje a sprostredkoval by ich rovnakým spôsobom (vyžaroval by rovnaké vlnové dĺžky aké zaznamenal). Takýto obraz by sme nazvali farebnou reprodukciou. V praxi je však takáto možnosť ťažko realizovateľná a ako sa ukázalo, tak ani nie je ideálnym prípadom. Nie je však nevyhnutná, pretože systém čapíkov v oblasti viditeľného spektra nerozlišuje jednotlivé vlnové dĺžky ale iba úzke spektrum v rozsahu priemerne 2 nm. Zjednodušene tak môžeme povedať, že ľudské oko nie je úplne dokonalý nástroj, a preto nevyžaduje presnú reprodukciu, ale situáciu, ktorá

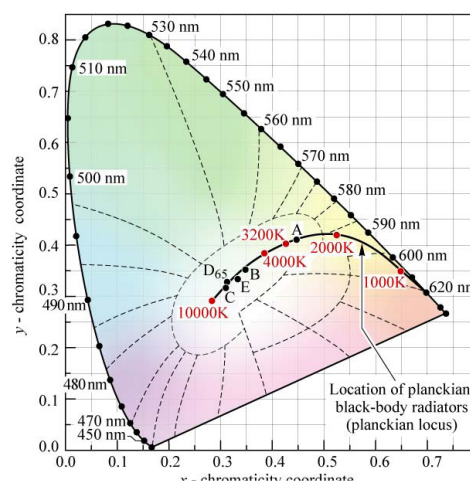
sa jej značne podobá, avšak v rámci rozsahu nedokonalostí tohto oka. Takýto model by sme nazývali farebné zobrazenie. Rôznymi laboratórnymi pokusmi sa prišlo aj na iné prípady. V situácii, keď je jediný receptor podráždený dvoma rôznymi svetlami súčasne, nevzniknú vnemy dvoch farieb. Energia podnetov sa sčíta a vzniká vnem nový. V takomto prípade sa ukazuje pomenovanie „nedokonalosť oka“ ako nesprávne a presnejšie vyjadrenie je „vlastnosť oka“. A práve sčítanie podnetov je druhý dôležitý faktor využitý pri farebnej reprodukcii a farebnom zobrazení.

## 1.4 DIAGRAM CIE

Aby bolo možné porovnať dve veličiny medzi sebou, je nutné ich presne definovať a zmerať. Zásadný pokrok v kolorimetrii<sup>1</sup> umožnila v roku 1931 medzinárodná komisia pre osvetlenie CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), ktorá využila poznatkov o tom, že vnímanie farieb pomocou troch svetlocitlivých buniek je u 90% populácie zhodné. Za pomoci skupiny nezávislých pozorovateľov, ktorý absolvovali sériu experimentov, počas ktorých sledovali modulovanú farbu referenčného zdroja zostavenú pomocou svetiel troch základných farieb, definovali takzvané trichromatické činitele štandardného pozorovateľa. Tie predstavujú množstvo červeného, zeleného a modrého stimulu, ktoré sú potrebné na vytvorenie simulácie akejkoľvek vlnovej dĺžky viditeľného spektra. Vznikol tak jeden z prvých matematicky definovaných farebných priestorov, ktorý potvrdil možnosť spoľahlivej reprodukcie farieb. Samozrejme, že bol postupne vylepšovaný, a tak vznikol neskorší model CIE LUV a nakoniec, v roku 1976 model CIE-LAB. Ten je na rozdiel od iných modelov zložený z imaginárnych farieb, ktoré boli definované matematicky, a až ich kombináciou obsiahne celú množinu farieb, ktorú je schopné vnímať ľudské oko.



Obrázok 6 :Diagram CIE-LAB 1976



Obrázok 7 Diagram CIE 1931

<sup>1</sup>: Kolorimetria, optická metóda založená na princípe porovnávania intenzity sfarbeného roztoku známej a neznámej koncentrácie

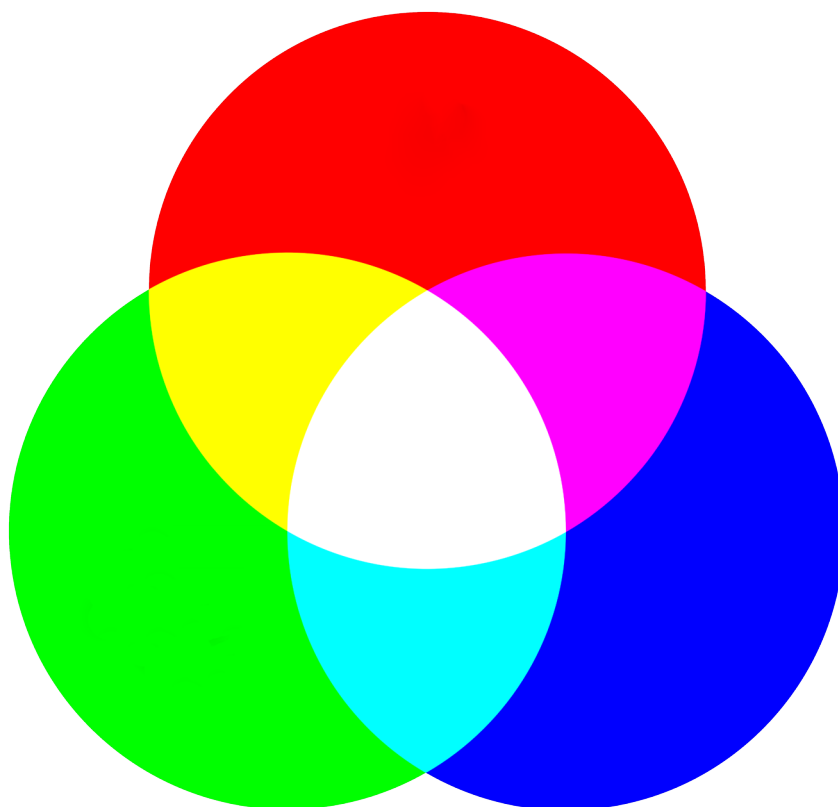


## 1.5 ADITÍVNE A SUBTRAKTÍVNE MIEŠANIE FARIEB

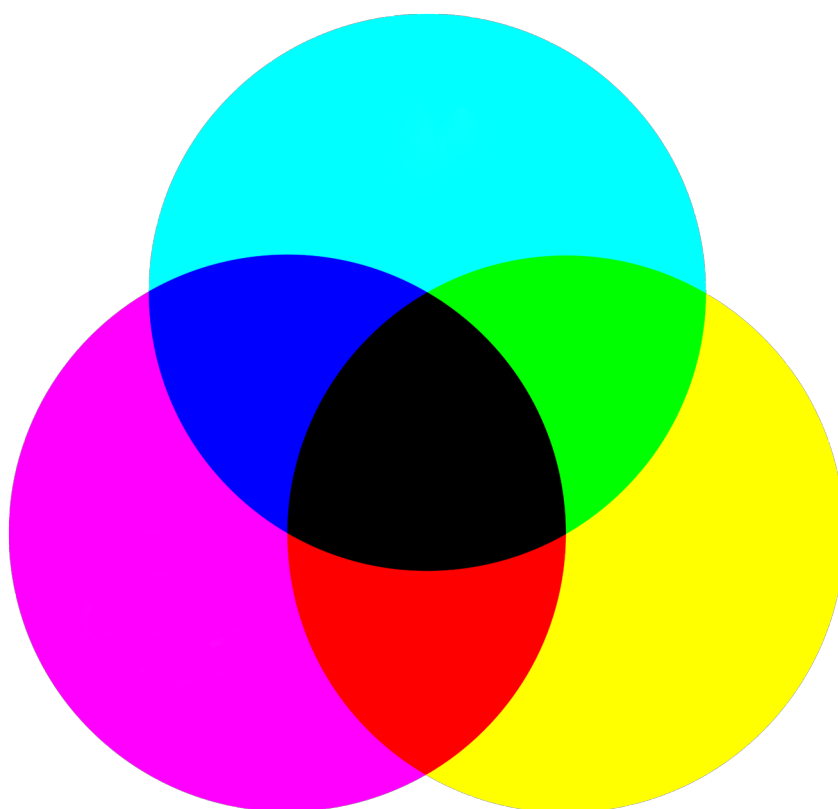
V praxi musíme rozlišovať dva základné modely správania viditeľného spektra. V prvom prípade hovoríme o telese ktoré má schopnosť vyžarovať elektromagnetické vlnenie. V závislosti na jeho vlnovej dĺžke vnímame farebný vnem, všeobecne povedané „farebné svetlo“. V prípade, že toto teleso vyžaruje v rovnakom pomere a intenzite vlnové dĺžky 630, 530 a 450 nanometrov (nm) vnímame ho ako biele svetlo. Tento model nazývame aditívny, pretože sčítava jednotlivé farebné svetlá za účelom vzniku svetla inej farby a vyššej intenzity. Známejším je však pod skratkou RGB, ktorá vznikla zo slov red, green a blue (obr.8).

V opačnom prípade pracujeme s telesom, ktoré žiadne vlnenie nevyžaruje. Potrebujeme teda zdroj svetla, ktorý sa správajú podľa vzoru aditívneho systému. Teleso toto vlnenie odráža a v závislosti na odraznosti jeho povrchu modifikuje výsledný farebný vnem. V prípade že tento povrch odrazí takmer všetko dopadajúce vlnenie, vnímame jeho farbu ako farbu zhodnú s farbou svetla, resp. ako biele teleso. V opačnom prípade povrch telesa pohlcuje všetky vlnové dĺžky a neodrazí žiadne. Takéto teleso je vnímané ako čierne. Ako modré by sme vnímali teleso, ktoré odrazí vlnové dĺžky v oblasti 450 nm a ostatné pohltí. Na tomto princípe pracuje subtraktívny farebný systém, ktorý sa skladá z doplnkových farieb systému RGB, ktorými sú azúrová, purpurová a žltá farba. Známy je pod skratkou CMY<sup>1</sup> z anglických názvov farieb cyan, magenta a yellow (obr. 9). Zložením dvoch základných farieb zo systému vznikne takzvaná doplnková farba k zostávajúcej tretej farbe. V analógovej fotografii je praktické uvedomiť si, že negatívny obraz sa vyfarbuje práve v týchto doplnkových farbách, presnejšie červená azúrovo, modrá žltá a zelená purpurovo. Rovnako aj kombinácia všetkých troch základných svetiel RGB, ktorou vznikne biele svetlo, by sa v negatívnom obraze javila ako čierna. Napríklad, ilustrácia systému RGB by na farebnom negatíve vyzerala rovnako ako model CMY.

1: Systém býva často nesprávne označovaný ako CMYK, kde K znamená skratku slova Key, mnohé mnemotechnické pomôcky používajú slovo black (čierna) ktorá býva dodatočne využívaná pri tlačových metódach, keďže bolo ekonomickejšie používať čierny pigment než kombináciu troch pigmentov.



Obrázok 8: Aditívny systém RGB



Obrázok 9: Subtraktívny systém CMY

## 1.6 METAMÉRIA

Pri farebnej reprodukcii je nutné uvedomiť si niekoľko základných vlastností ľudského oka a javov, ktorým podlieha. Jedným z nich je metaméria, ktorú spôsobuje systém, na základe ktorého náš mozog vyhodnocuje farebný vnem. Nevnímame totiž spektrálne zloženie svetla, alebo jeho jednotlivé vlnové dĺžky, ale výsledný vnem, ktorý vytvorí mozog na základe týchto informácií. Môže tak nastať situácia, pri ktorej dva spektrálne odlišné farebné objekty vyvolávajú rovnaký vnem.

Rozlišujeme dva druhy metamérie, metamériu ktorá vzniká vplyvom osvetlenia, alebo metamériu ktorá vzniká vplyvom pozorovateľa.

V prvom prípade sa nám dva rôzne sfarbené objekty javia pod určitým osvetlením rovnaké, ich odlišnosť spozorujeme až pri zmene osvetlenia.

V druhom prípade dva rôzne objekty pri rovnakom osvetlení označí jeden pozorovateľ za zhodné, a druhý pozorovateľ za odlišné.

Na tomto poznatku sú založené princípy správy farieb pretože cieľom nie je zachovať farby ako akúsi formu presného údaju, ale reprodukovať určitý farebný vnem. V takomto prípade je možné využiť metamériu vo svoj prospech, tým však celá problematika zďaleka nekončí.



Obrázok 10: Příklad metamérie

## 1.7 BIELA STRÁNKA

Fakt, že farebný vnem vytvára náš mozog, prináša so sebou niekoľko zvláštností (ktoré sa často neoprávnene označujú ako chyby). Pre nás bude základnou problematikou vnem bielej farby. Z poznatkov o spektrálnom zložení svetla vieme, že denné svetlo ktoré považujeme za základné a vnímame ho ako biele, má odlišné vlastnosti napríklad od svetla žiarovky, ktorej maximum vyžarovania je v žltej časti spektra. V prípade, že by sme v danom svetle pozorovali objekt, ktorý nám je dôverne známy, mozog posúdi jeho farebnosť subjektívne a prispôbi si ju. Za príklad sa používa list bieleho papiera, ktorý za rôznych svetelných podmienok vnímame vždy ako biely. Mozog využije poznatok o jeho skutočnej farbe a farbu svetla, ktoré ho osvetľuje, vypustí. Presnejšie povedané, prispôbi sa jej. Mení sa však iba náš vnem, predpoklady zostávajú rovnaké. V prípade, že by sa táto situácia zaznamenala fotoaparátom, získame jej reálnu podobu, ktorá by bola pravdepodobne odlišná od nášho vnímania, keďže fotoaparát na rozdiel od nás nemá psychofyzologické vnímanie. Až v tomto momente by sme si uvedomili že list papiera ktorý sa nám javil pri dennom svetle ako biely, je pri svetle žiarovky v skutočnosti žltý. Situácia pri ktorej sa vnem nezohoduje s reprodukciou

pôsobí nedôveryhodne, čo je samozrejme paradoxom pretože predstavuje reálny pohľad na záznam. Keďže mozog posudzuje povahu svetla subjektívne, nezostáva nám nič iné, ako posudzovať situáciu objektívne pomocou nadobudnutých poznatkov o jeho vlastnostiach. Pre jednoduchšiu orientáciu v problematike sa zaviedla takzvaná teplota chromatičnosti

## 1.8 TEPLOTA CHROMATIČNOSTI

Teplota chromatičnosti je taká teplota, ktorú by muselo mať absolútne čierne teleso na to, aby sa farba jeho svetla zhodovala čo najpresnejšie s farbou svetla danej teploty chromatičnosti. Tak znie najznámejšie a pravdepodobne najvýstižnejšie vysvetlenie tejto problematiky. Absolútne čierne teleso je objekt, ktorý býva najčastejšie prirovnávaný k dutej kocke s malým otvorom. Žiarenie ktoré vojde do vnútra tohto telesa sa neustále odráža od jeho stien a keďže nemá kadiaľ uniknúť, je pohltené a následne vyžarované stenami v podobe tepelnej energie. Z dutiny telesa týmto otvorom teda žiadne žiarenie nevychádza a javí sa nám ako absolútne čierne. Zároveň však predstavuje ideálny žiarič, ktorý je schopný vyslať najväčšie množstvo energie ktorú prijal. Túto energiu vnímame ako svetelný a tepelný vnem, pretože množstvo vyžarovanej energie závisí práve od jeho teploty. Čím vyššia je jeho teplota, tým viac sa bude skracovať vlnová dĺžka vyžarovaného svetla<sup>1</sup>. V konkrétnom prípade môžeme povedať, že žiarenie parafínovej sviečky má zhodné spektrálne zloženie ako absolútne čierne teleso s teplotou 1200 kelvinov (K), aj keď teplota horiaceho knôtu nemusí byť presne rovnaká. Kelvinova stupnica, na rozdiel od Celsiovej (°C), začína na absolútnej nule, čiže teplota topného bodu, v ktorom Celsiova stupnica začína, je v kelvinoch 273,16. Rozsah jedného stupňa K a jedného °C je však rovnaký, platí teda že 1200 K je približne 927 °C. Stupnica sa teda používa iba pre zjednodušenie údajov, v praxi totiž nie je nutné poznať celý rozsah viditeľného spektra, ktorý je v rozmedzí približne od 1200 po 20 000 kelvinov. Oko nedokáže rozlíšiť menšie rozdiely, preto využívame niekoľko základných údajov pre najpoužívanejšie zdroje svetla akými sú žiarovky, žiarivky výbojky a podobne. Napríklad spektrálne zloženie svetla Slnka mimo zemskú atmosféru sa zhoduje so spektrálnym zložením svetla absolútne čierneho telesa pri teplote 6565 K. Pri prechode zemskou atmosférou sa však táto energia znižuje v závislosti na dĺžke dráhy, ktorú musí žiarenie absolvovať. Preto je hodnota najnižšia pri východe a západe Slnka, kedy je dráha najdlhšia, teplota chromatičnosti je približne 2800 K a naopak najvyššia na poludnie kedy žiarenie prechádza atmosférou kolmo a dráha je najkratšia. Poludňajšie Slnko má teda teplotu chromatičnosti v rozmedzí 5400 až 6000 K, počas troch hodín sa zmení uhol jeho dopadu, dráha sa predĺži a výsledná energia sa zníži a tým aj teplota chromatičnosti klesne približne o 600 K.



Obrázok 11: Farba svetla v závislosti na jeho teplote chromatičnosti

1: Vyžarovanie absolútne čierneho telesa bližšie popisujú dva zákony: Wienov posunovací zákon hovorí, že vlnová dĺžka  $\lambda_{\max}$  na ktorú pripadá maximum vyžarovania čierneho telesa je nepriamo úmerná termodynamickej teplote  $T$ . Stefanov-Boltzmanov zákon hovorí, že energia ktorú vyžiari teleso s povrchom  $1\text{m}^2$  sa zväčšuje so štvrtou mocninou termodynamickej teploty čierneho telesa.

## 2.HISTORICKÝ VÝVOJ

### 2.1 REÁLNY OBRAZ

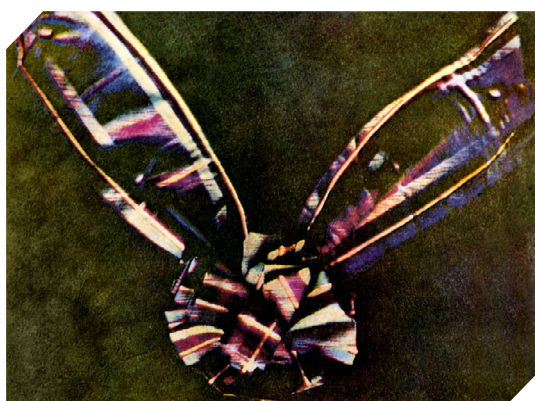
V rámci histórie fotografie došlo k jednému zásadnému úkazu. Dnes už jasným predpokladom vzniku bola potreba nového média, ktoré malo na rozdiel od maľby ponúkať nový objektívny obraz sveta, nezaťažený akýmkoľvek zásahom ľudského vnímania. Bolo potrebné poskytnúť reálny záznam situácie, ktorej bol divák vystavený bez možnosti zásahu ľudským faktorom, ktorý by narušil jeho autenticitu. To umožňuje jedine dôsledná znalosť fyzikálno-chemických reakcií, ktoré sú úzko späté s vnímaním našich zmyslov. Než doba a znalosti dospeli do štádia, v ktorom by mohli vytvoriť niečo ako farebnú reprodukciu, vznikol akýsi jej predstupeň. Prvá reprodukcia reality označovaná za fotografiu poskytovala nekvalitný pohľad do dvora so stodolou<sup>1</sup>. Avšak spomínané farebné vnemy pretransformovala iba do tónov čiernej a bielej, napriek tomu bola označená za reprodukciu. Na plnohodnotné zobrazenie si muselo ľudstvo ešte dlho počkať. Zapríčiňoval to nedostatok poznatkov o elektromagnetickom vlnení, stavbe ľudského oka a taktiež chémie. Ľudstvo chcelo verný obraz reality tak silno, že sa uspokojilo s jeho nedokončenou verziou a hneď po nástupe prvých, aj keď stále značne subjektívnych, čierno-bielych reprodukcí nastal obrovský rozmach fotografie. Tento fakt samozrejme výrazne oddialil príchod farebného obrazu, ktorý aj po svojom nástupe čelil obrovskej konkurencii v podobe svojho staršieho, ale menej dokonalého vývojového stupňa. Prakticky až v druhej polovici dvadsiateho storočia prestáva byť čierno-biela fotografia vnímaná ako niečo prirodzené. Za realitu sa začína považovať farba a stupne šedi dodnes budia skôr pocit sentimentu.

---

<sup>1</sup>:Za najstaršiu dochovanú fotografiu je označovaná fotografia Nicéphora Niépceho z roku 1826 s názvom Pohľad z okna na dvor. Zhotovená bola kamerou obscurou, citlivú vrstvu tvoril asfalt, ktorý sa následne vymýval olejom

## 2.2 MAXWELLOV POKUS

Až do šesťdesiatych rokov devätnásteho storočia, teda takmer 35 rokov po vzniku prvej fotografie, nebolo jasné, ako sa vlastne svetlo šíri a akú má podstatu. Neustále medzi sebou bojovali korpuskulárne a vlnové teórie, ktoré sa odvolávali na existenciu éteru, látky ktorá sa nedá pozorovať, ale obklopuje celý náš svet. Zatiaľ čo čierno-biela fotografia si s takýmito poznatkami vystačila, vznik farebnej fotografie umožnil až James Clerck Maxwell. Pomocou štyroch rovníc matematicky popísal a spojil zákony elektriny a magnetizmu a tým objasnil aj dnes už známy údaj, že svetlo nie je nič iné, ako súčasť oveľa širšieho elektromagnetického spektra (kapitola 1.1 a 1.2). Rovnako potvrdil aj pravdivosť aditívneho sčítania farieb (kapitola 1.5) tým, že dňa 17. mája 1861 počas prednášky o farebnom videní na Royal Institution v Londýne, prezentoval prvú farebnú projekciu. Premietol súčasne tri fotografie pomocou projektorov opatrených filtrami červenej, zelenej a modrej farby. Snímky boli nasnímané na čiernobiely diapozitív, ktorý bol filtrovaný rovnakou farbou, akou bol premietaný. Naskytl sa tak pohľad na tartanovú stuhu (tartan ribbon). Čiastočnú nedokonalosť farebného zobrazenia však spôsobila fotografia, ktorá mala reprezentovať výťažok pre červenú farbu, keďže zachytila časť ultrafialového žiarenia.



Obrázok 12: James Clerck Maxwell, The tartan ribbon

## 2.3 PRVÁ FAREBNÁ FOTOGRAFIA

Maxwellovi však nešlo o objavovanie nových možností fotografie. Spomínaný pokus slúžil ako prezentácia pravdivosti jeho teórie o elektromagnetizme a farebnom videní. Keďže metóda využívala aditívne sčítanie farieb (1.5), bola odkázaná na prezentáciu prostredníctvom projekcie. Tieto poznatky však využil francúzsky vedec Louis Ducous Du Hauron, ktorý od roku 1862 vyvíjal systém pre farebnú reprodukciu. Metóda filtrácie pomocou troch základných farieb, červenej, zelenej a modrej pre získanie čiernobieleho diapozitívu zostala rovnaká. Následne sa však použil subtraktívny farebný systém a jednotlivé farebné výťažky sa zafarbily do azúrovej, purpurovej a žltej farby. Spojenie diapozitívou tak umožnilo vznik prvých, fyzicky hmatateľných, farebných zobrazení. Ešte však nešlo o fotografie. Hauron sa stretol s rovnakým problémom ako Maxwell a tým bola nízka citlivosť halogenidov striebra voči červenému svetlu. Expozícia tak trvala niekoľko hodín, preto prvé



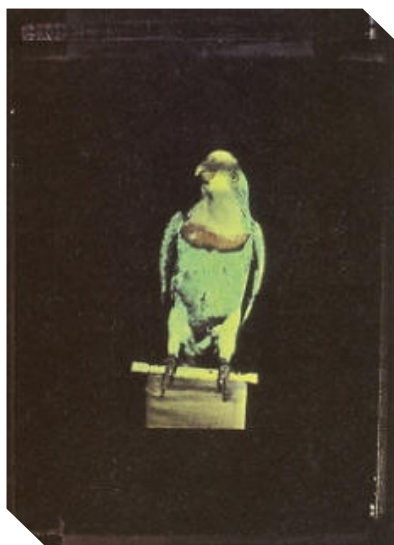
pokusy predstavovali kontaktné kópie listov a rastlín exponované na dennom svetle bez použitia fotoaparátu. Za prvú farebnú fotografiu, ktorá bola vytvorená pomocou fotoaparátu bol teda považovaný snímok z roku 1877 s názvom Pohľad na Agen. Táto najčastejšie reprodukovaná fotografia však určite nebola jeho prvou. Jej vznik umožnilo objavenie senzibilátorov, ktoré zvyšovali citlivosť fotografickej emulzie k rôznym častiam farebného spektra, čo umožnilo skrátenie expozície na niekoľko minút.



Obrázok 13: Louis Ducous Du Hauron, Pohľad na Agen

## 2.4 NOVÁ METÓDA FAREBNEJ FOTOGRAFIE

Všetky metody používajúce tri diapozitívy boli však veľmi náročné, pracné a drahé zároveň. Po čase sa podarilo odstrániť problém časovej paralaxy znásobením obrazu pomocou hranolov a zrkadiel, ale ani toto vylepšenie neumožnilo masovejšie rozšírenie farebnej fotografie. Celý proces vyžadoval razantné zjednodušenie, ktoré priniesol v roku 1891 Gabriel Lippmann. Pri svojom výskume využil posledné poznatky o interferencii (skladaní) vln. Tri diapozitívy nahradil sklenenou doskou, ktorá nemala emulznú vrstvu na povrchu, ale na zadnej strane a uzatvárala ju reflexná vrstva vytvorená ortuťou. Svetlo, ktoré dopadlo na túto vrstvu bolo od ortuťového zrkadla odrazené späť do emulzie, kde interferovala s dopadajúcou vlnou. Samozrejme, že takto vzniknutý latentný obraz po vyvolaní neobsahoval žiadne farbivá, bol teda čiernobiely. Farebné zobrazenie umožňovala vlastnosť vyvolanej citlivej vrstvy, ktorá odrážala (presnejšie interferovala a ohýbala) z bieleho spektra najmä tie vlnové dĺžky, ktorými bola exponovaná a tým vznikol výsledný obraz. Podobný efekt nastáva napríklad u mydlovej bubliny. Lippmannova metóda poskytovala reálnejšie podanie farieb než vtedy známe postupy. Nevýhodou bolo, že obraz bolo možné pozorovať iba pod určitým uhlom a taktiež nemožnosť kopírovania výsledného snímku. Napriek tomu za tento objav obdržal v roku 1908 Nobelovu cenu. Zaslúžil sa tak o vznik prvej jednovrstvovej emulzie, ktorá dala predpoklad oprostiť farebnú fotografiu od použitia metódy troch samostatných farebných výťažkov. .



Obrázok 14: Gabriel Lippmann, Parrot

## 2.5 AUTOCHRÓM

Nemožnosť komerčného úspechu všetkých predošlých systémov bola zapríčinená ich technologickou náročnosťou v oblastiach výroby, aj použitia. Stále teda existovala potreba farebného zobrazenia, ktoré by bolo prístupnejšie širším masám fotografom. K jej naplneniu došlo v roku 1904 kedy bratia Lumierovci podali v časopise *La nature* správu o novom objave nazývanom autochróm, ktorý sa o tri roky dostal do výroby. Doposiaľ nevídaný rozmach farebnej fotografie umožnil jeho pomerne jednoduchý systém založený na aditívnom farebnom princípe. Jednotlivé filtrácie ktoré sa museli uskutočňovať separátne mimo kamery sa pri autochróme odohrávali na jednom záznamovom médiu. Fialovo- modré, zelené a oranžovo-červené škrobové zrníčka sa zmiešali na homogénnu zmes a pomocou včelieho vosku naniesli na sklenenú dosku. Na tento farebný filter sa naniesla čiernobiela citlivá vrstva. Obraz bol exponovaný cez tento filter, to znamená sklenenou podložkou k objektívu. Keďže emulzia nebola rovnako citlivá ku všetkým farbám, používal sa ešte žltý filter. Jednotlivé zrníčka prepustili iba svetlo rovnakej farby, ostatné farby sa rovnomerne rozložili. Obraz sa inverzne vyvolal, čiže v miestach, na ktoré dopadlo svetlo, bola emulzia priehľadná a v miestach, kde bolo svetlo pohltené, emulzia sčernela. Čiernobiely obraz teda korigoval množstvo svetla, ktoré prechádzalo cez farebnú masku na výsledný snímok. Keďže zrníčka mali mikroskopickú veľkosť, oko si jednotlivé vnemy spojilo a vznikol plnohodnotný farebný obraz. Po čase získal autochróm niekoľko zlepšení, ako napríklad sploštenie pôvodných guľatých zrníčok, ktoré rozkladali svetlo a tým znižovali jas ako aj prechod zo sklenenej podložky na filmovú (tzv. Filmochrome) . Napriek tomu nebola nikdy vyriešená jeho nízka citlivosť a hlavne jeho značné skreslenie podania farieb, ktoré pripomínalo skôr kolorovanú fotografiu než realitu. Závažným problémom bola tiež nemožnosť vytvorenia kópií. Každý autochróm bol samostatným originálom, podobne ako to môžeme pozorovať u Daguerrotypie alebo Lippmannovej fotografie. Napriek tomu šlo o prvý komerčný úspech, ktorý zaznamenala farebná fotografia a vďaka autochrómu sa nám sprostredkúva onen značne malebný pohľad do začiatkov dvadsiateho storočia.



Obrázok 15: Vojaci v zákopoch, autochróm z prvej svetovej vojny

## 2.6 FARBOTVORNÉ VYVOLÁVANIE

Väčšina dokumentov popisuje osobu Rudolpha Fischera iba menom a rokom patentovania jeho objavu [1912], poprípadе informáciou, že pracoval ako chemik v továrni na papiere. Napriek tomu bol ďalšou zásadnou postavou v dejinách farebnej fotografie a jeho patent využívame aj v súčasnosti. Všetky vtedajšie systémy farebnej fotografie pracovali s hotovými farbivami, ktoré sa využívali ako filtre a zapríčiňovali tak spomínaný úbytok svetla a tým aj nízku citlivosť. V tej dobe bol už známy jav takzvaného primárneho farebného vyvolávania. Čiernobiely materiál vyvolávaný v pyrogallolovej vývojke získaval hnedý nádych (čo vysvetlil v roku 1907 B. Homolka). Fischerov patentovaný spôsob využíval ako vyvolávaciu látku deriváty p-fenyldiaminu, ktoré pri vyvolávaní halogenidov striebra vytvárajú oxidačné splodiny, ktoré v bežnej čiernobielej fotografii nemajú žiaden význam. Avšak v prípade, že sa tieto splodiny zlúčili s určitou bezfarebnou organickou látkou, vzniklo farbivo. Patent popisuje päť druhov týchto farbív. V praxi teda umožnil vytvoriť z čiernobieleho negatívu negatív farebný. Tento proces nazývaný aj sekundárnym farebným vyvolávaním našiel onedlho uplatnenie v praxi.

## 2.7 KODAK VERZUS AGFA

V tridsiatych rokoch dvadsiateho storočia boli takmer súčasne na trh uvedené dva úplne nové systémy farebnej fotografie. Ich podstatou už neboli pomerne jednoduché systémy založené na aditívnom princípe filtrácii čierneho-bieleho obrazu. Vznikla nová koncepcia viacvrstvových fotografických emulzií, ktoré používali subtraktívne metódy čím sa vyhli pomerne vysokej absorpcii svetla predošlých metód. Približne rok po sebe boli uvedené nové spôsoby snímania farebného obrazu. V Amerike roku 1935 to nebol nikto iný ako Kodak. Táto firma už dávnejšie použila obrovskú revolúciu v podobe jednoduchých kamier a dostupných služieb v oblasti spracovania, čím umožnila vznik postavy fotografického amatéra. Tentokrát priniesla na trh doposiaľ nevidane realistický farebný film, ktorý sa udržal na trhu 74 rokov a ešte aj dnes ohromuje svojou kvalitou. Bol ním Kodachrom, symbol kvality a výnimočnosti. O rok neskôr prichádza odpoveď zo starého kontinentu v podobe výrobku firmy Agfa, konkrétne materiál Agfacolor Neu. Oba princípy bolo veľmi podobné. Agfa však použila farbivá umiestnené priamo v citlivých vrstvách filmu, Kodak ich do vrstiev pridával až následným spracovaním. To umožnilo vyrobiť tenšie vrstvy s vyššou ostrosťou a tým aj lepšie farebné podanie. Nevýhodou bolo veľmi náročné spracovanie Kodacoloru a nemožnosť spracovania filmu mimo továrne Kodaku, v čom bola Agfa výhodnejšia, hoci za obetu horšieho farebného podania. Vzhľadom na svetovú situáciu sa dalo predpokladať, na aké účely budú nové materiály využívané. Agfacoloru sa chopila nacistická propaganda, ktorá videla hrozbu v Hollywoodských filmoch ako *Snow White and the seven Dwarfs* (1937) alebo *A star is born* (1937), ktoré by mohli ovplyvniť vtedajšiu neexistujúcu farebnú nemeckú kinematografiu. Chceli reagovať na ohromujúco kvalitný, avšak technicky a finančne náročný systém farebnej kinematografie nazvaný Technicolor, ktorý využívala americká kinematografia (princíp Technicoloru bol však úplne odlišný, využíval tri samostatné materiály). Sám Josep Goebbels nariadil natáčanie filmu *Frauen sind doch bessere Diplomaten* výhradne na nemecký materiál značky Agfa, ktorého vývoj však nebol úplne ukončený. Vo filme tak



môžeme sledovať napríklad trávu žltých, hnedých a modrých odtieňov a rôzne iné vady a odchýlky materiálu. Nakoľko môže táto história budiť v súčasnosti odpor, nemôžeme poprieť fakt, že vzájomná konkurencia urýchlila vývoj moderných trojvrstvových farebných materiálov a ich následné uplatnenie na trhu. Výroba slávneho Kodacoloru skončila v roku 2009, následne v roku 2012 spoločnosť ohlásila bankrot. Túto situáciu zapríčinil jeden z ich vlastných objavov. Bol ním digitálny fotoaparát.



Obrázok 16: Žena pracujúca v továrni na lietadlá, obrázok americkej vojnovkej propagandy fotografovaný na materiál Kodachrome



Obrázok 17: Obrázok nemeckej propagandy vyfotografovanej na materiál Agfacolor Neu

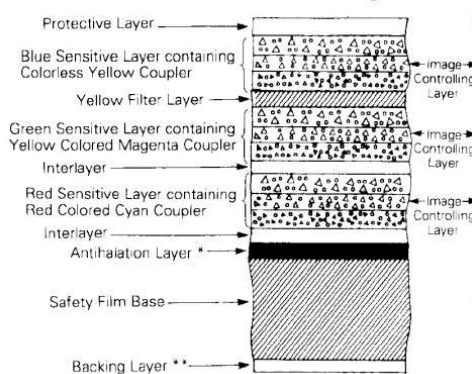
Procesy Agfacolor Neu položili základy fotografie tak ako ju poznáme dnes. Ďalšie inovácie sa týkali iba vylepšovania systému trojvrstvého filmu a možnosti jeho reprodukcie. Vzniklo zopár zaujímavostí ako napríklad instantná fotografia, ale žiadna nová revolúcia sa nekonala. Ustálenie vývoja a ponuka kvalitných materiálov za prístupné ceny boli hlavnými predpokladmi pre rozvoj samotného média farebnej fotografie. Tá však už mala silnú konkurenciu v podobe čiernobielej fotografie ktorá technologicky predstavovala jej vývojového predchodcu. Časový rozsah v ktorom boli tieto dva prístupy zobrazenia uvedené a uplatnené bol príliš vysoký, čo zapríčinilo že začali byť vnímané ako dve samostatné médiá rovnakého princípu. Dlhé roky bola farba vnímaná ako niečo podradné, slúžila iba na reklamné účely a galérie ju odmietali prijímať ako plnohodnotné výtvarné dielo. Zlom nastal až v sedemdesiatych rokoch keď v Múzeu moderného umenia v New Yorku (MoMA) prvý krát vystavili farebné fotografie Williama Egglestona<sup>1</sup>.

---

1: Výstava s názvom Color photographs by William Eggleston, trvala od 25. Mája do 1. Augusta 1976, kurátorom bol John Szarkowski, súčasťou bola monografia s názvom William Egglestone s guide ktorá bola rovnako prvou publikáciou o farebnej fotografii ktorú toto múzeum vydalo.

## 2.8 PRINCÍP FAREBNÉHO NEGATÍVU

Prvé trojvrstvé materiály používané v praxi boli takzvané inverzné (v názve väčšinou označované príponou chrome). Proces ich spracovania je dvojfázový. Najprv získavame čiernobiely obraz, z ktorého pomocou druhého osvetlenia získavame pozitívny obraz, teda v rovnakých farbách, aké boli snímané. Neskôr bol uvedený aj systém farebných negatívnych materiálov, ktoré poskytujú obraz v doplnkových farbách a pozitívny obraz vzniká až ďalším spracovaním. Napriek tomu je konštrukcia oboch materiálov veľmi podobná. Využíva všetky spomínané poznatky o spektrálnom zložení svetla a viditeľnom spektre [1.2], taktiež aj o citlivosti receptorov v oku, ktoré sme nazvali základnými farbami aditívneho systému [1.5] a ich filtrácie pomocou subtraktívneho systému, taktiež aj poznatkov Rudolpha Fischera [2.5] o farbotvornom vyvolávaní.



Obrázok 18: Vrstvy farebného negatívneho filmu

Zjednodušene sa dá povedať, že farebný negatív tvoria tri samostatné citlivé vrstvy opatrené senzibilovaným halogenidom strieborným a určitými farbotvornými zložkami, ktoré sú nanesené na jednej podložke.

Expozícia takéhoto materiálu prebieha nasledovne:

Svetlo dopadá na prvú vrstvu materiálu, ktorý využíva svoju prirodzenú citlivosť k najnižším vlnovým dĺžkam svetla, ktoré vnímame ako modrú farbu. Prvá vrstva teda zachycuje modrý obraz, ktorý sa vyfarbuje vo svojej doplnkovej (negatívnej) farbe, tj. žltá.

Za touto vrstvou sa nachádza žltý filter. Subtraktívny farebný systém hovorí, že filter určitej farby prepúšťa všetko svetlo, okrem svetla svojej doplnkovej farby. To znamená, že žltý filter zachytí svetlo modrej farby, ktorú potrebujeme zachytiť iba v prvej vrstve a do nižších vrstiev prepúšťa iba svetlo červené a zelené (ktoré spolu vytvárajú žlté svetlo).

V druhej vrstve sa nachádza halogenid strieborný, ktorého citlivosť je pomocou senzibilátorov čiastočne zvýšená a tým získava schopnosť zaznamenať nielen modrú časť spektra, ale aj zelenú. Avšak modré svetlo je pohltené prvou vrstvou a žltým filtrom, preto vrstva zachycuje iba zelený obraz ktorý sa opäť vyfarbuje v doplnkovej purpurovej farbe. Citlivosť halogenidov striebra v poslednej vrstve je najvyššia a zachycuje teda najdlhšie vlnové dĺžky svetla, ktoré vnímame ako červenú farbu. Predošlé vrstvy neboli dostatočne senzibilované, a preto neboli schopné svetlo červenej farby zachytiť. Vrstva opäť obsahuje farbotvornú zložku, ktorá zapríčiňuje že



po vyvolaní v tejto vrstve vznikne azúrový obraz.

V praxi sa vo vrstvách nachádza ešte antihalačná vrstva pohlcujúca prebytočné žiarenie, ktoré neabsorbovali jednotlivé emulzie a mohla by sa od podložky odrážať späť do emulzie. Jednotlivé emulzie sa medzi sebou oddelujú pomocou špeciálnych vrstiev zabráňujúcich difundácii farbív medzi jednotlivými vrstvami, rovnako aj celý film je vo výsledku chránený z oboch strán ochrannou vrstvou, ktorá býva z vrchnej strany doplnená UV filtrom. Špecialitou niektorých výrobkov firmy Fujifilm je štvrtá citlivá vrstva vylepšujúca podanie v oblasti 520 nm, zodpovedajúcej zeleným oblastiam, na ktoré je ľudské oko najviac citlivé.

## 2.9 MASKOVANIE NEGATÍVU

V praxi môžeme sledovať typické oranžové sfarbenie negatívneho materiálu, ktoré býva mylne nazývané farbou podložky. V skutočnosti ide o takzvanú masku, ktorá ma za úlohu napraviť spektrálnu neidealitu jednotlivých farebných zložiek. Zapríčiňuje ju samotný bromid strieborný, ktorý má prirodzenú citlivosť k modrej časti bieleho spektra. Jeho citlivosť sa následnou senzibiláciou iba rozširuje, ale nedá sa úplne zrušiť. Zostáva teda stále citlivý aj k ostatným vlnovým dĺžkam. To napráva žltý filter umiestnený pod prvou vrstvou, avšak aj ten prepustí určité množstvo modrého svetla, ktoré následne exponuje aj spodné vrstvy, ktoré majú k nemu prirodzenú citlivosť. Napríklad druhá vrstva, ktorá by bola v ideálnom prípade citlivá iba k zelenej časti spektra, by bola naexponovaná aj modrou časťou spektra, čo by po vyvolaní zapríčinilo odchýlku v hustote purpurového obrazu. Pri kopírovaní by tak obraz miesto zelenej farby dostal modrozelený nádych. Ten sa dá však jednoducho odstrániť žltým filtrom, ktorý by vznikol ako negatív purpurovej vrstvy exponovaný zeleným svetlom. Tým vznikne presná maska, ktorá odstráni celkový modrý nádych v purpurovej vrstve. Rovnako by pracovala aj červená maska v azúrovej vrstve. V praxi sa na vytvorenie týchto masiek používajú doplnkové farbivá umiestnené priamo v jednotlivých citlivých vrstvách negatívu a vznikajú zároveň s farebným obrazom. Vo výsledku pre ľudské oko pôsobí žltá a červená maska ako rovnomerný oranžový závoj. Mohlo by sa zdať že tento závoj bude spôsobovať problémy pri kopírovaní, ale moderné materiály sú prispôbivé takto maskovaným negatívom

## 2.10 SÚČASNÁ PONUKA MATERIÁLOV

Súčasnú ponuku materiálov ovplyvnila nielen veľkosť trhu, ktorá samozrejme prudko poklesla, ale aj vznik fotografie, ktorá býva označovaná za takzvanú „hybridnú“. Analógové materiály majú využitie aj v dnešnej dobe, ale po následnom spracovaní sa film naskenuje a je ďalej používaný ako digitálny materiál, čo samozrejme absolútne mení povahu celého média. Napriek tomu je tento proces pomerne rozšírený a analógová fotografia dnes existuje pravdepodobne iba vďaka nemu.

Samozrejme, že na túto situáciu zareagovali aj výrobcovia. V prvom rade digitálne spracovanie nevyžaduje druh materiálu používané pre umelé osvetlenie označované písmenom T (zo slova tungsten-wolfrám), ktorých citlivosť bola prispôbivá teplote chromatičnosti (viď. sekcia 1.8) 3200K. Všetky súčasné materiály sú svojou citlivosťou

a farebným zobrazením prispôsobené dennému svetlu. Ide o takzvané daylight filmy (prispôsobené teplote chromatičnosti 5500 K) .

Rovnako bola ukončená výroba všetkých filmov odlišujúcich sa napríklad podaním farieb a kontrastom, čo bolo nutné pri analógovom spracovaní obrazu, ktoré neumožňuje podobné zmeny v rámci postprodukcie obrazu. Boli známe pod skratkami NC , alebo VC , C, S, H a podobne<sup>1</sup>.

Celkovo by mohla byť takáto situácia vnímaná negatívne, ale je nutné uviesť si, že predstavuje prispôsobenie sa požiadavkám spotrebiteľov. Na trhu sú v podstate dvaja poslední výrobcovia negatívnych farebných materiálov a to americký Kodak a japonský Fujifilm. Obaja výrobcovia zúžili ponuku svojich produktov so zameraním na dve cieľové skupiny: amatérov a profesionálov.

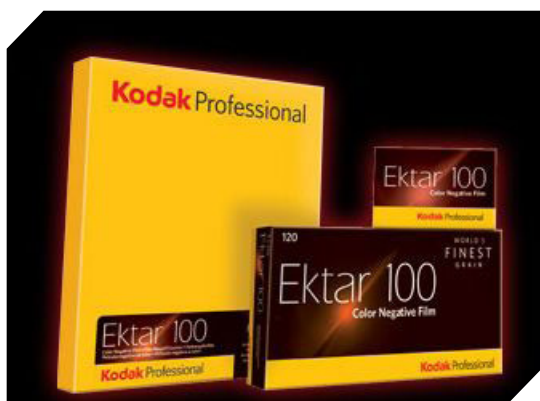
Fujifilm ohlásil v roku 2013 ukončenie výroby prvého štvorvrstvého farebného filmu Reala, a tak už iba ponúka dve série filmov. Amatérskemu využitiu sú určené produkty označované ako Superia, dostupné iba v 135 formáte. Profesionálom je určená séria ozančovaná ako PRO dostupná vo formáte 135, 120 a dokonca aj ako listový film formátu 4x5 a 8x10 palcov.

Kodak ponúka pre amatérov dva filmy s odlišným názvom a citlivosťou, a to konkrétne Ultramax a Gold. Produkciu farebných filmov obmedzil na sériu Portra, ktorú ponúka v rôznych citlivostiach v kinofilmovej, stredoformátovej a taktiež aj veľkoformátovej podobe. Zaujímavosťou je produktová séria s názvom Ektar, ktorá bola uvedená v roku 2008 a získala celú radu prestížnych ocenení. Jedná sa o film navrhnutý špeciálne pre potreby následného scanovania a digitálneho spracovania. Jeho modernej konštrukcii zodpovedá aj vysoká kvalita a často býva užívateľmi označovaný za najlepší negatívny film súčasnosti. Na trhu sú samozrejme dostupné aj materiály predávané pod inými označeniami, väčšinou sa však jedná iba o licenčnú výrobu spomínaných dvoch firiem a preto nie je nutné sa nimi bližšie zaoberať.



Obrázok 19: Materiál Kodak Portra

1: Označenie NC a VC používal výrobca Kodak u filmov Portra, kde NC predstavovalo skratku slov neutral colors čiže neutrálne farby a VC vivid colors, čiže živé farby. Firma Fuji označovala filmy ako S-smooth, film pre jemné podanie pletovej farby, C-contrast, kontrastný film, H ako high speed čiže citlivý film (ISO 400) poprípade Z predstavovalo najcitlivejší film (ISO 800)

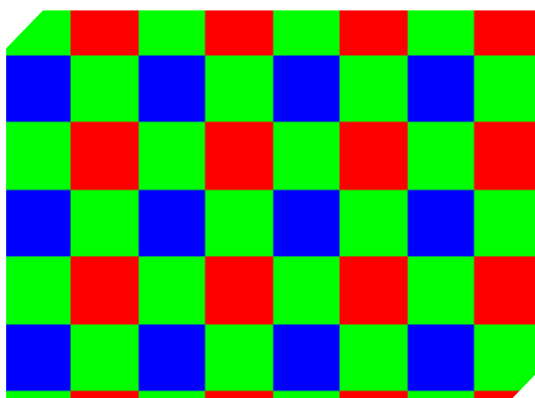


Obrázok 20: Materiál Kodak Ektar



Obrázok 21: Materiál Fuji PRO 160 S

V prípade, že poznáme základy analógovej farebnej fotografie je vhodné porozumieť jej základnému rozdielu s fotografiou digitálnou. Súboj analóg verzus digitál patrí skôr do nadpisu rozsiahlej internetovej diskusie amatérskeho fotografického fóra. Dôkaz ako pocit z fotografie, náhoda alebo zrno, poprípade večný argument rozvážnej a pomalej práce s technologicky zastaralými aparátmi rozhodne nepatria medzi opodstatnené. Je nutné pochopiť na akom systéme pracujú dnes najpoužívanejšie snímače digitálnych fotoaparátov. Základom takzvaného CMOS<sup>1</sup> snímača sú jednotlivé svetlocitlivé bunky, ktoré merajú intenzitu svetla, presnejšie povedané, dopadajúci elektrický náboj. Podľa ich počtu určujeme rozlíšenie čipu udávané najčastejšie v megapixeloch. Takýto snímací čip však nerozlišuje jednotlivé vlnové dĺžky svetla. Mohli by sme teda zjednodušene povedať, že je farboslepý. Aby sme však získali informácie o intenzite svetiel troch základných farieb, musíme použiť určitý filter. Ten si dal v roku 1976 patentovať zamestnanec Kodaku Bruce Bayer a nazýva sa na jeho počesť Bayerovým filtrom (obr. 22). Je zložený z mozaiky troch základných farieb, červenej, zelenej a modrej, ktoré vytvárajú rovnomernú štruktúru. Vychádzajúc z poznatkov o ľudskom oku, ktoré je najcitlivejšie k zelenej farbe, jedna polovica buniek filtra je zelenej farby a druhá



Obrázok 22: Schéma rozmiestnenia buniek Bayeroveho filtra

1: skratka slova Complementary Metal Oxide Semiconductor

polovica je modrá a červená. Takýto filter je používaný ako súčasť CMOS snímača a umožňuje mu rozlišovať jednotlivé farby. V prípade, že dopadne svetlo na takýto čip, je meraná jeho intenzita pre príslušnú farbu. Týmto spôsobom je získaná iba jedna tretina informácií potrebných pre vytvorenie farebného obrazu. V prípade, že dopadne svetlo na modrý pixel, máme pre tento pixel informáciu iba o intenzite modrého svetla. Chýba však informácia o intenzite zeleného a červeného svetla. Tá je dopočítaná za pomoci matematického algoritmu z okolitých buniek snímača. Tento proces sa nazýva interpolácia. Vo výsledku to znamená, že pri snímaní obrazu napríklad 24 megapixelovým snímačom máme k dispozícii 12 megapixelov pre zelený obraz, a 6 + 6 megapixelov pre modrý a červený obraz. Vplyvom interpolácie však z reálnych údajov vychádza približne jedna tretina výsledného obrazu, to znamená, že dve tretiny obrazu sú vygenerované algoritmom. Zjednodušene povedané, skutočné rozlíšenie fotoaparátu je približne jedna tretina počtu obrazových bodov.

Digitálne snímaný analógový obraz však týmto problémom netrpí. Film obsahuje jednotlivé farebné vrstvy ktoré sú nositeľmi obrazu. Pri skenovaní je postupne presvetlený modrým, zeleným a červeným svetlom, čiže snímač nepotrebuje žiadnu formu filtra, každú zložku farebného spektra meria samostatne. Rovnako aj rozlíšenie nie je obmedzené, keďže snímame nepohyblivú predlohu ktorá môže byť snímaná po častiach. Pre každý pixel máme teda všetky tri hodnoty základných farieb, počet pixlov výsledného obrazu nie je obmedzený počtom buniek snímača použitého v scanneri. Cenovo dostupný skener nám poskytuje rozlíšenie 4000 dpi ktoré je dané rozlíšením použitej optiky. Znamená to, že napríklad jeden snímok o rozmere negatívu 6x9 cm má v digitálnej forme 8964 x 13 176 pixlov (cca 118 M pix)<sup>1</sup>.

Samozrejme, že tento fakt si uvedomujú výrobcovia digitálnych fotoaparátov, na trhu však momentálne vládnu výrobky používajúce bayerov filter a interpoláciu. Výnimkou sú však fotoaparáty značky Sigma, ktoré obsahujú takzvaný Foveon X snímač ktorý pracuje na základe trojvrstvého filmu a má podobne tri pod sebou umiestnené čipy. Problémom je nízka citlivosť tohto systému, výsledky sú však neporovnateľne kvalitnejšie. Zostáva iba otázkou času kedy sa podobný systém vyvinie a uplatí v širšom použití.

1: Podľa technického listu filmového skeneru Nikon 9000 ED <http://www.nikonusa.com/en/Nikon-Products/Product-Archive/Film-Scanners/9237/Super-COOLSCAN-9000-ED.html#tab-ProductDetail-ProductTabs-TechSpecs>

# **PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 3.C-41

### 3.1 NEGATÍVNY PROCES C-41

Aby sme pochopili čo vlastne znamená proces C-41, musíme si uvedomiť situáciu, ktorá predchádzala jeho vzniku. Akékoľvek domáce spracovanie negatívu predstavovalo komplikovaný zážitok s prípravou roztokov z jednotlivých surových chemikálii. Vo výsledku získal užívateľ niekoľko jedovatých a nebezpečných roztokov, ktorých životnosť bola poväčšine jednodňová. Akýkoľvek kontakt s vývojkou spôsoboval ekzémy a zdravotné problémy, stabilizátory obsahovali karcinogénne zložky. V prípade, že sa užívateľ nebál o svoje zdravie, čakal ho zdĺhavý a náročný proces ktorého výsledky boli pomerne nestále, naviac extrémne materiálne náročné. Domáce laboratórium teda rozhodne nepredstavovalo finančne výhodnejšiu variantu spracovania farebnej fotografie. O niečo lepšie na tom boli špecializované laboratória, ktoré disponovali lepším technickým vybavením. Čo sa týka filmov, situácia sa podobala tej, ktorá dnes vládne v čiernobielej fotografii. Každý materiál vyžadoval individuálne spracovanie vo vlastnej vývojke. Nebolo možné kombinovať rôzne druhy materiálov medzi sebou. To samozrejme spôsobovalo obrovskú neefektívnosť a komplikácie každému, kto sa rozhodol fotografovať farebne (Samozrejme že podobné tendencie môžeme sledovať úplne kdekoľvek a slúžia najmä pre vyššie zisky výrobcov. Individuálne spracovanie materiálov znemožňovalo vzájomnú kompatibilitu, čím si výrobca zaručil zisky nielen z predaja filmového materiálu, ale aj z distribúcie technológie ďalšieho spracovania). Situácia vo fotografii sa však zmenila. Nastal moment kedy sa jednotliví výrobcovia negatívnych filmov napriek vlastnej konkurencieschopnosti dohodli na jednotnom procese, ktorý dnes poznáme pod skratkou C-41<sup>1</sup>. Táto unifikovanosť sa týka všetkých aspektov, ktoré môžeme sledovať pri spracovaní fotografie.

---

1:Firma Fuji ho však označuje ako CN-16, AGFA ako AP-70, ide však o rovnaký proces ako C-41

Proces C-41 má teda tieto základné vlastnosti:

- je určený pre všetky druhy negatívnych filmov všetkých výrobcov ktoré sú označené touto skratkou
- rovnako všetky spracovateľské materiály označované ako C-41 sú kompatibilné s každým C-41 filmom
- všetky vývojky vyvolávajú rovnakým spôsobom (neexistujú pojmy ako jemnozrná alebo vyrovnávací vývojka)
- teplota vyvolávania je vždy rovnaká
- vyvolávací čas je rovnaký pre všetky filmy všetkých citlivostí
- neexistuje možnosť akejkoľvek modifikácie procesu okrem push<sup>1</sup> a pull<sup>2</sup> spracovania

V praxi to teda znamená obrovskú univerzálnosť a jednoduchosť celého systému. Všetky vlastnosti výsledného obrazu so sebou teda nesie samotný materiál a správne vyvolávanie ho neovplyvňuje. Ide teda o akúsi záruku kvality, ktorú nám systém umožňuje. Z tohto hľadiska môžeme C-41 označiť za užívateľsky veľmi prívetivý a jednoduchý systém.

Samotný proces prebieha v troch základných krokoch. Vyvolávanie vo farebnej vývojke pri ktorom v samostatných vrstvách vzniká čiernobiely negatívny obraz a vytvárajú sa oxidačné splodiny. S tými reagujú jednotlivé farbotvorné zložky obsiahnuté v emulziách a vzniká tak farebný obraz v doplnkových farbách

V druhej fáze sa v bieliacom roztoku odstraňuje vzniknutý čiernobiely obraz tvorený kovovým striebrom. Princíp funguje na báze Farmerovho zoslabovača<sup>3</sup> ktorý je známy aj z iných procesov.

Poslednou fázou je ustáľovanie, ktoré má rovnaký princíp ako u čiernobieleho procesu: neexponovaný a nevyvolaný halogenid strieborný, ktorý zostal vo vrstvách filmu, sa prevedie na rozpustné zložky, aby mohol byť následne odstránený v záverečnom praní. Proces môže byť doplnený o stabilizáciu ktorá utvrdzuje jednotlivé vrstvy a zároveň vyrovnáva pH filmu, čím sa výrazne zvyšuje jeho životnosť a stálosť farieb.

## 3.2 DOSTUPNOSŤ MATERIÁLOV

Ako bolo spomenuté, spočiatku bolo nevyhnutnosťou presné váženie jednotlivých chemikálií a ich miešanie podľa receptov samotných pracovných roztokov. Tento proces

1: Push proces predstavuje zámerné predĺženie vyvolávacej doby za účelom zvýšenia efektívnej citlivosti materiálu

2: Pull proces predstavuje zámerné skrátenie vyvolávacej doby za účelom zníženia efektívnej citlivosti materiálu

3: Farmerov zoslabovač je zlúčenina thiosíranu sodného a ferrikyandiu draselného, ktorá sa pôvodne používala na zníženie krytia exponovaných a vyvolaných fotografických materiálov



vyžadoval ďalšie skúsenosti, preto sa neskôr začali predávať kompaktné práškové zmesi, ktoré stačilo rozmiešať vo vode a tým vznikol samotný pracovný roztok. Kvôli jeho homogénnosti bolo potrebné použiť vždy celé balenie, čo samozrejme prinášalo určité nevýhody. Do predaja sa tak začali dostávať špeciálne tabletové chémie, ktorých koncentráty sa pripravili vždy z jednej lisovanej tablety, ktorých bolo v balení niekoľko. Systém tak umožňoval vyššiu hospodárnosť.

V súčasnosti sa poskytujú prakticky iba kvapalné koncentráty jednotlivých roztokov. Najčastejšie sú dostupné takzvané kompletne spracovateľské sety, obsahujúce potrebné zložky pre celý proces. Všetko teda získame zakúpením jedného balenia. Čiastočnou nevýhodou tohto systému je jeho nižšia efektivita, keďže pracuje na jednorázovom systéme. To znamená, že po spracovaní určitého počtu materiálu sa nedajú ďalej použiť. V závislosti na tomto počte si jednoducho spočítame ich výhodosť a hospodárnosť.

Odlišný systém využívajú procesy takzvanej priebežnej regenerácie. Každý roztok sa delí na pracovný roztok a regenerátor, poprípade býva doplnený štartovacím roztokom. Po každom vyvolaní sa odoberie časť pracovného roztoku, ktorá sa nahradí regenerátorom. Jeho množstvo sa určuje podľa plochy materiálu a použitého spôsobu spracovania. Vyššia efektivita je teda na úkor komplikovanejšieho spracovania a dôsledného sledovania procesu. Pracovný roztok má totiž predpísanú životnosť, počas ktorej musí byť kompletne nahradený regenerátorom. Je teda nevyhnutné spracovávať predpísané množstvo materiálu za určitú dobu.

Zjednodušene by sa teda dalo povedať, že efektivita celého procesu rastie s počtom spracovaného materiálu. Samozrejme, že iba do určitého množstva, ktoré je únosné v rámci ručného vyvolávania.



Obrázok 23: Spracovateľský set tetenal pre proces C-41

### 3.3 PROCESORY

Samotný proces spracovania sa takmer nelíši od rozšírenejšieho čiernobieleho procesu a užívateľ si vystačí s rovnakými pomôckami. Kritickým momentom však býva udržanie konštantnej teploty vyvolávacích roztokov a všetkých mechanických častí, ktoré prídu s nimi do styku. Domáce spracovanie čiernobieleho materiálu je o to jednoduchšie, že jeho základná teplota je stanovená podľa izbovej teploty (20 °C) a mierne nezrovnalosti sa jednoducho skorigujú prispôbením doby vyvolávania. Základná teplota farebného procesu C-41 je však 100 F (38 °C) s toleranciou 0,5 °C. Zároveň však nie je možné teplotu meniť, je teda konštantná. Niektorí výrobcovia poskytujú spracovanie pri alternatívnej teplote (najčastejšie 30°C alebo 45°C) s ktorými súvisí aj predĺženie alebo skrátenie vyvolávacích časov avšak bez vplyvu na výsledný obraz. Nejedná sa však o možnosť korekcie odchýlky teploty roztokov. V praxi sa teda podstatnou časťou stáva proces temperovania, pri ktorom sú všetky chemikálie uzatvorené v nádobách umiestnené v jednom vodnom kúpeli a tým sa dosiahne ich rovnaká teplota. Tohto efektu sa dá samozrejme dosiahnuť rôznym spôsobom. V praxi je však najjednoduchšie použitie špeciálnych temperovacích boxov alebo procesorov.

Temperovací box je v podstate veľká nádoba vybavená termostatom a výhrevným telesom, poprípade obehovým čerpadlom. Box sa naplní vodou a umiestnia sa do nej jednotlivé chemikálie v príslušných nádobách ako aj samotný vyvolávací tank. Užívateľ si skalibruje teplotu vody a teplotu chémie, ktorá nebýva vždy rovnaká. Následné spracovanie prebieha rovnako ako pri čiernobielym procese. Vyvolávacia doba počítaná od dotyku materiálu s chémiou po dotyk s druhou chémiou je pomerne krátka (najčastejšie 3 minúty 15 sekúnd). Navyše musí byť zabezpečený stály pohyb materiálu v roztoku. Zníženým pohybom by došlo k nesprávnemu vyvolaniu, zmenou pohybu v roztoku vývojky sa však neovplyvňuje kontrast ako to poznáme z čiernobieleho



Obrázok 24: Rotačný procesor JOB0 CPPE3  
ktorý je posledným procesorom tohto druhu  
na trhu



Obrázok 25: Automatický procesor JOB0 ATL

materiálu. Pre vyššiu efektivitu a jednoduchšiu manipuláciu sa využívajú takzvané rotačné procesory.

Rotačný procesor je v podstate temperovací box opatrený motorovou rotáciou vyvolávacieho tanku. Poskytuje možnosť regulácie otáčok, čím zaručuje stabilný a kontrolovateľný pohyb materiálu v jednotlivých chemikáliách. Vyššie modely disponujú technológiou, ktorá umožňuje výmenu jednotlivých roztokov bez nutnosti odnímania tanku z procesoru, čiže užívateľ iba prelieva jednotlivé roztoky v správnom čase a poradí.

Najvyššia rada rotačných procesorov pracuje kompletne bez nutnosti zásahu obsluhy počas vyvolávacieho procesu, keďže si jednotlivé roztoky mení sama. Na užívateľovi teda zostáva iba založiť film do vyvolávacieho tanku a po skončení procesu ho vybrať. Napriek tomu môžeme stále hovoriť o ručnom spracovaní filmového materiálu, a to nielen kvôli úkonu založenia a vyňatia filmu z procesoru. Bežný minilab používa totiž priebežný systém, ktorý je celkom odlišný. Jednotlivé filmy prechádzajú cez vyvolávacie roztoky pomocou posuvného valcového systému, naproti tomu ručné spracovanie používa spomínaný tank a cievku a jednotlivé chemikálie je potrebné vymieňať. Samozrejme, že minilabový systém je ďaleko efektívnejší, avšak je energeticky a finančne náročnejší a pre stabilnú prevádzku vyžaduje oveľa vyšší počet filmov a odbornú obsluhu (čo býva častým kameňom úrazu). Okrem vyčerpanej chémie je teda najčastejším problémom mechanické poškodenie filmu, ktoré je dané transportom pri vyvolávaní. Táto možnosť poškodenia je pri ručnom spracovaní filmov prakticky vylúčená vďaka jednoduchosti jeho princípu, čo patrí medzi najzásadnejšie výhody tohto systému.

### 3.4 ALTERNATÍVNE SPRACOVANIE

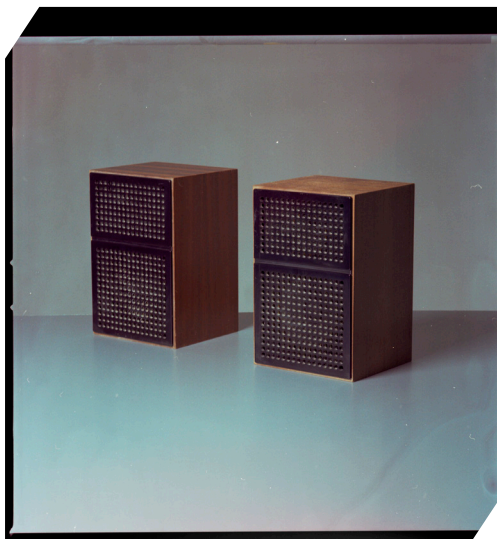
Univerzálnosť procesu C-41 prináša so sebou aj jednu už spomínanú, zaujímavú vlastnosť. Okrem možnosti push procesu, ktorý predstavuje predĺženú dobu vyvolávania a pull procesu, ktorý je jeho opakom, neexistuje žiadna iná možnosť spracovania materiálu. Veľmi zjednodušene by sa dalo povedať, že máme k dispozícii iba dva možné výsledky- správny alebo nesprávny. Iná možnosť neexistuje a práve v tom spočíva celá jednoduchosť. V prípade experimentovania sa vyskytuje jedna možnosť nazývaná bleach bypass. Pri tomto postupe sa vynecháva bieliaci proces a film sa ustáli hneď po vyvolaní. Vznikne tak zároveň čiernobiely aj farebný obraz, čo zapríčiňuje vysoký kontrast a mierny posun vo farebnom podaní. Populárny cross proces je založený na vyvolaní inverzného materiálu v negatívnej vývojke, nejedná sa teda o iný druh spracovania. Podobné efekty našli obrovské uplatnenie u skupiny ľudí zoskupených okolo Lomo hnutia. Typické je použitie expirovaných materiálov v kombinácii s alternatívnym, popríade nesprávnym vyvolávaním. Vzniknutý náhodný efekt následne pripisujú vlastnému vyjadrovaciemu spôsobu. Proces náhody však nemá v profesionálnom uplatnení miesto, preto nie je nutné venovať sa tejto problematike podrobnejšie.



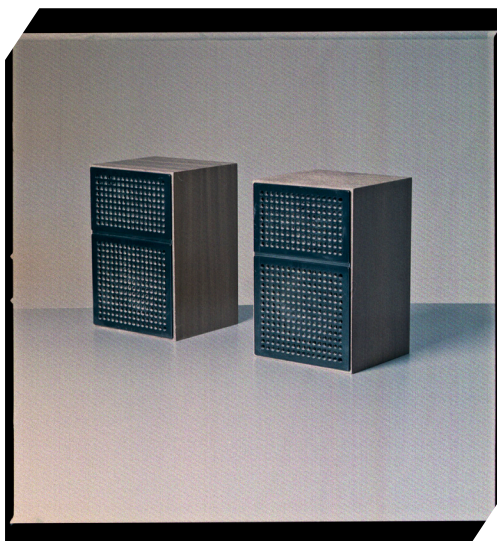
Obrázok 26: Pôvodný snímok



Obrázok 27: Push proces

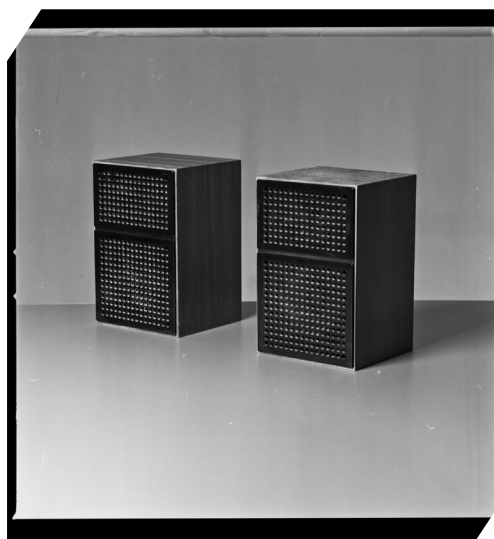


Obrázok 28: Pull proces



Obrázok 29: Bleach bypass

V ponuke dnešných materiálov neboli spomenuté dva produkty určené pre spracovanie procesom C-41, ich výsledný obraz je však čiernobiely. Spájajú tak v sebe výhody možnosti expozičného rozsahu negatívneho filmu, ako aj výhody univerzálneho spracovania. Materiály ponúka firma Ilford pod označením XP2 a firma Kodak pod označením BW400 CN. Napriek tomu, že majú rovnaké spracovanie, líšia sa v použití. Výrobok firmy Ilford je určený pre čiernobiely proces, to znamená, že po vyvolaní nevznikne typická oranžová maska. Takýto negatív je rovnaký, ako ostatné čiernobiele filmy. Rovnaké je aj jeho následovné spracovanie a možnosť zväčšovania. Naopak výrobok firmy Kodak je plnohodnotným farebným negatívom. Obsahuje v sebe farbivá pre vytvorenie oranžovej masky a je ho tak možné zväčšovať na papieri určené pre farebný proces. Pre lepšie podanie Kodak ponúka špeciálny papier pre čiernobiele zväčšeniny vytvorené procesom RA-4.



Obrázok 30: Snímok vytvorený na  
materiál Ilford XP2



### 3.5 CHYBNÉ SPRACOVANIE PROCESU

Pokiaľ sú dodržané všetky zásady procesu výsledky sú ideálne. Nesprávnym použitím však môže dôjsť k zásadným zmenám vo výsledkoch. Pre jednoduchšiu ilustráciu som sa rozhodol simulovať najčastejšie chyby ktoré sa vyskytujú pri procese C-41.

Vplyvom nesprávneho skladovania alebo prekročenia vyvolávacej kapacity vývojky dochádza k nekvalitným výsledkom. Podobný efekt je možné sledovať aj pri nesprávnej regenerácii pracovného roztoku. Udávané informácie o životnosti vývojky sa väčšinou spájajú s určitými podmienkami skladovania, použitím vhodných nádob a ochrany roztokov pred oxidáciou ochranným plynom. Pri simulácii bola použitá vývojka ktorej regenerácia je 66 ml na jeden film typu 135, v ktorej boli vyvolané 3 filmy bez



Obrázok 31: Pôvodný snímok

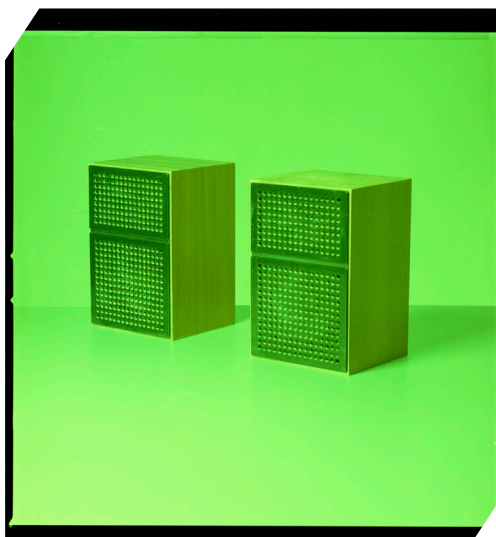


Obrázok 32: Film vyvolaný v nesprávne regenerovanej vývojke



regenerácie, čím sa znížila jej vyvolávací schopnosť na minimum

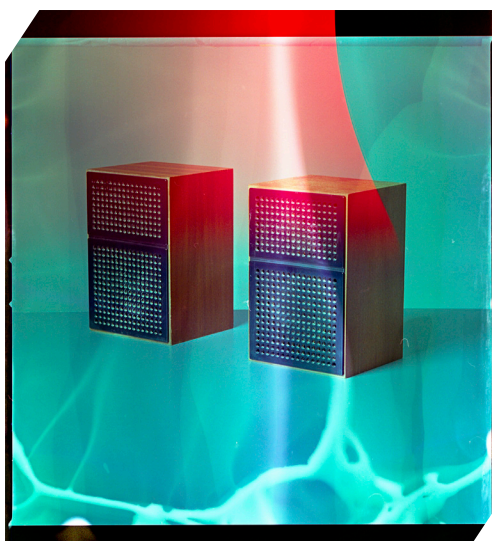
Samotná vývojka je veľmi citlivá na kontamináciu. Pri jej použití a manipulácii je preto nutné dodržiavať absolútnu čistotu. To sa samozrejme týka aj všetkých mechanických častí ktoré prídu do styku s vývojkou (vyvolávací tank, lieviky, odmerné valce apod.) V príklade bola použitá vývojka ktorá bola kontaminovaná roztokom bielaceho ustaľovača . Táto situácia sa dá ľahko rozoznať aj typickým zápachom a



Obrázok 33: Film vyvolaný vo vývojke kontaminovanej bleach fixom

sfarbením vývojky.

Vplyvom komplikovanosti a závislosti na elektrickom prúde môže v minilabe nastať situácia, pri ktorej film neprechádza jednotlivými roztokmi plynule, v najhoršom prípade sa zastaví (tzv. utopený film). Takáto situácia v podstate nie je možná pri ručnom spracovaní, keďže vidíme a sledujeme vyvolávací tank v ktorom je materiál. Čiste teoreticky by táto situácia mohla nastať pri vyvolávaní v rotačnom procesore iba v prípade neprítomnosti obsluhy spojenej s výpadkom prúdu alebo poruchou prístroja. V spracovaní bez procesora by mohla nastať v prípade nedodržania kinetiky vyvolávania, presnejšie povedané pri jej absolútnom vynechaní.



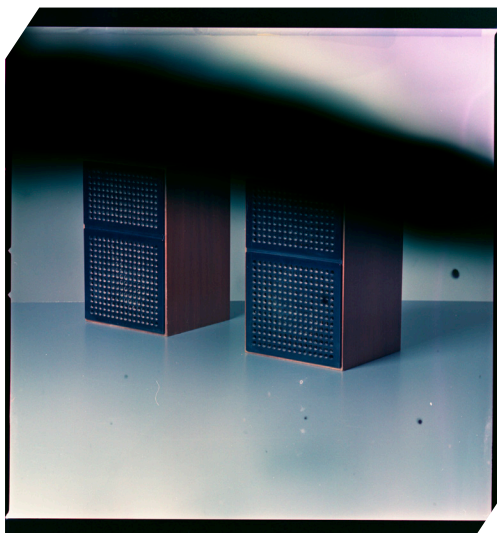
Obrázok 34: Film, pri ktorom sa pohyboval materiál vo vývojnici iba prvých 15 sekúnd z celkovej vyvolávacej doby 3 minúty 15 sekúnd

Rovnako aj roztoky bieliču a ustaľovaču majú predpísanú kapacitu a to aj v prípade keď sú tvorené jedným roztokom. Tak isto aj samotný roztok má časovo obmedzenú životnosť, ktorá sa znižuje nesprávnym skladovaním alebo zlou manipuláciou. Pokiaľ nemá roztok požadované vlastnosti a je po životnosti, film má špecifický biely povlak, ktorý sa dá odstrániť dodatočným vybielením a ustálením.



Obrázok 35: Nesprávne ustálený film získava typický mliečny povrch a je takmer neprehľadný

Niektoré vývojnice poskytujú pre vyššiu efektivitu použitia možnosť umiestnenia dvoch filmov typu 120 do jednej cievky. Kritickým miestom sa teda stáva stret dvoch materiálov v jednej cievke, ktoré sa môžu vplyvom nesprávneho zavedenia prekryvať. Takéto filmy sa v prekryvanej oblasti samozrejme nevyvolajú správne. Podobná situácia môže nastať pri spracovaní listových filmov, pri ktorom je umiestnených viacero filmov na sebe.



Obrázok 36: Jeden z dvoch filmov, ktoré boli zlepené na sebe a následne vyvolané

## 4.RA-4

### 4.1 VÝVOJ FAREBNEJ REPRODUKCIE

Efektivita rôznorodých fotografickým materiálov nezávisí iba od ich obrazovej kvality a užívateľskej prívetivosti. Pravdepodobne najdôležitejším predpokladom pre využitie záznamového materiálu je možnosť reprodukovania a vytváranie kópií. V histórii fotografie prvýkrát v podobnom dueli nastúpili dve osobnosti čiernobielej fotografie. Wiliam Henry Fox Talbot<sup>1</sup> so svojím zrnitými obrázkami prekonal oveľa precíznejšiu technológiu Louisa Daguerra<sup>2</sup> a vytvoril systém, ktorý bol používaný až do nástupu digitálnej fotografie. Samozrejme, bol ním princíp zobrazovania negatív-pozitív, ktorý narozdiel od Daguerrotypie, umožňoval vytváranie ľubovoľného množstva kópií. Možnosť jednoduchého sprostredkovania a rozmnožovania fotografie je teda dôležitejšia ako samotná obrazová kvalita. Podobná situácia sa zopakovala v priebehu druhej svetovej vojny. Stál za ňou opäť fotografický gigant z Ameriky. Kodak v januári roku 1942 uvádza na trh prvú dostupnú technológiu reprodukcie farebného obrazu s názvom Kodacolor. Zvolený postup založený na princípe svetlocitlivého papiera bol technologicky neporovnateľne jednoduchší a cenovo neprekonateľný, čo umožnilo jeho rýchle uplatnenie na trhu. Z dnešného pohľadu samozrejme táto informácia nepôsobí prekvapivo, ale je nutné uvedomiť si situáciu, v ktorej bola táto technológia uvedená. Hoci boli už niekoľko rokov úspešne používané technológie ako Technicolor alebo Kodachrome, farebná reprodukcia stále predstavovala určitú formu výnimočnosti. V niektorých krajinách sa vďaka technologickej obmedzenosti udržal tento názor pomerne dlho. Napríklad v Československu, ktoré bolo svetovému vývoju dlhodobo uzatvorené pretrval pocit, že farebná fotografia je pre bežného užívateľa nedostupná a využívala sa iba pri výnimočných udalostiach, akými boli napríklad svadby. Zmenu tejto situácie nastala až na prelome 80. a 90. rokov, kedy farebná fotografia nahradila čiernobiely aj v amatérskych sférach. Proces Kodacolor bol teda posledným krokom k plnohodnotnému uplatneniu farebnej fotografie. Kodak teda poskytol svetu nielen médium pre kvalitný záznam farebného obrazu, ale aj možnosť jeho jednoduchej reprodukcie a samozrejme všetko v rámci cenovej dostupnosti. O technologickej náročnosti tu nemusí byť žiadna zmienka. Naďalej platí heslo „You press the button, we do the rest“ (stačí stlačiť spúšť, zbytok nechajte na nás) a Kodak poskytuje kompletné služby v oblasti spracovania a distribúcie materiálov. Onedlho ho nasledovali aj ostatní výrobcovia s podobnými systémami. Farebná fotografia sa tak začala šíriť svetom.

1: William Henry Fox Talbot, 1800-1887, Veľká Británia, v roku 1839 si dal patentovať Kalotypiu, prvú fotografickú metódu založenú na princípe negatív- pozitív

2: Louis Jacques Mandé Daguerre, 1787-1851, Francúzsko, v roku 1837 patentoval vlastnú metódu zhotovovania pozitívneho fotografického obrazu

## 4.2 TECHNOLOGIA FAREBNEJ REPRODUKcie

Technológia Kodacolor využívala papier označovaný ako Typ C od čoho bol neskôr odvodený samotný názov pre všetky farebné zväčšeniny tohto systému-takzvaný C-print. Tento svetlocitlivý papier používa takmer totožný princíp ako trojvrstvový film- v jednotlivých emulzných vrstvách sa teda spolu umiestňuje halogenid strieborný spolu s farbotovornými zložkami, z ktorých pomocou farbotvornej vývojky vzniká výsledný obraz. Využíva sa teda rovnako subtraktívny systém ako aj poznatok o farbotvornom vyvolávaní. V jednoduchosti by sme mohli tvrdiť, že rozdiel je iba v podložke a povrchu. Systém krátko po uvedení na trh doznal značné vylepšenie, ktorým bolo obrátenie poradia citlivých vrstiev. Usporiadanie pri ktorom bola na povrchu žltá zložka, v strede pururová a následne azúrová sa neukázal ako ideálny, pretože žltá zložka má na dojem výslednej ostrosti najmenší vplyv. Problém s citlivosťou halogenidov striebra k modrej farbe, ktorá v tomto prípade prechádzala všetkými vrstvami bol vyriešený maximálnym zvýšením citlivosti poslednej vrstvy k modrému svetlu. Na správne exponovanie žltej zložky tak postačuje minimum svetla v porovnaní s dvoma ostatnými vrstvami. Časom sa podarilo vyriešiť aj všetky ostatné nedokonalosti medzi ktoré patrila hlavne nestálosť a veľkosť, resp. tvar jednotlivých farebných plôch ktoré vytvárajú obraz (ich rozmer sa pohybuje od 1.25 po 4 mikróny). Kvalita a efektivita tohto systému nebola dodnes prekonaná a preto sa digitalizácia týkala aj systému farebnej zväčšeniny. V prípade pojednania o zväčšenine ktorá vzniká osvitom negatívneho filmu na pozitívny papier bez využitia digitálnej technológie, vzniká takzvaný C-print. V dnešnej dobe sa však využíva technológia pri ktorej je obraz digitalizovaný a až následovne je nazväčšovaná digitálna podoba predlohy pomocou laserového osvitu. Takýto proces nazývame digitálny C-print. Rozdiel medzi C-printom a digitálnym C-printom je teda značný, avšak mnoho užívateľov nemá dostatočné znalosti o tomto procese a preto častokrát uvádzajú nesprávne pojmy. Napríklad, jeden z najpoužívanejších a najrozšírenejších prístrojov pre vysoko kvalitný digitálny osvit na svetlocitlivý papier typu C sa nazýva Durst Lambda. Lambda print teda označuje reprodukciiu zhotovenú práve pomocou tohto prístroja.

## 4.3 PROCES RA-4

Jednotlivé technológie exponovania svetlocitlivého papiera teda rozlišujeme pomocou metódy prevedenia. Metódu vyvolania však sprevádzal podobný osud unifikácie, aký bolo možné sledovať pri procese C-41. Pod skratkou procesu RA-4 sa skrýva dnes najrozšírenejší spôsob vyvolávania farebných zväčšení. Bližšie popisovanie procesu prakticky nemá význam pretože je takmer totožné s chemizmom procesu vyvolávania filmu (samozrejme, že zloženie roztokov a materiálov nie je celkom identické). Rozdiel však môžeme sledovať v použití chémie. V minulosti boli pomerne rozšírené spracovateľské sety, ktoré umožňovali použitie roztokov pri izbovej teplote. Ich výroba sa však skončila, ale naďalej sa dá zakúpiť široké spektrum chémie používané v minilaboch, poprípade špeciálna chémia určená pre takzvané priebežné valcové procesory. Rozdiel je vo vyvolávacej teplote, ktorá je zvyčajne 35 °C pri dobe vyvolávania 45 sekúnd. V kombinácii s podmienkou, že celý proces až po ustálenie

musí prebiehať v absolútnej tme, je takmer nemožné spracovanie v miskách, ktoré je známe z čiernobieleho procesu.

K dispozícii sú teda dve možnosti. Prvou z nich je spracovávanie v rotačnom procesore, ktorý je zhodný s procesorom používaným pre vyvolávanie filmov. Miesto tanku s cievkou na film sa však používa špeciálny tank, do ktorého sa umiestni papier. Celý proces teda prebieha rovnako ako vyvolanie filmu, čomu zodpovedá aj jeho časová náročnosť.

Jednoduchšie je použitie priebežného valcového procesoru. Ide v podstate o systém, ktorý je využívaný v minilabovej technológii. Exponovaný papier je pomocou prevodov transportovaný cez jednotlivé chemikálie. V závislosti na type použitého procesora môžeme použiť niekoľko samostatných krokov procesu. Najjednoduchšie modely poskytujú dva tanky, v ktorých je umiestnená vývojka a bieliaci ustaľovač. Materiál teda treba dodatočne vyprať a vysušiť. Naopak, najvyššie modely poskytujú niekoľko samostatných tankov pričom posledné bývajú špeciálne prispôsobené pre vypieranie materiálu. Rovnako bývajú vybavené sušičkou, možnosťou regulácie teploty chémie v tankoch a taktiež aj rýchlosť ktorou materiál cez tieto tanky prechádza. Systém býva doplnený aj o automatickú regeneráciu jednotlivých chemikálií. Za cenu technologickej náročnosti tak užívateľ získava možnosť kompletného spracovania materiálu „od sucha do sucha“ bez nutnosti akýchkoľvek ďalších zásahov. Je však potrebné dodať, že v dnešnej dobe už neexistuje výroba podobných procesorov pre domáce použitie a ich dostupnosť je závislá iba na ponuke použitých strojov.



Obrázok 37: Priebežný válcový procesor  
Thermaphot ACP



Obrázok 38: Procesor Durst Printo



## 4.4 PRINCÍP FAREBNÉHO ZVĚČŠOVANIA

Domáce spracovanie negatívov znova vyžaduje uvádzané znalosti o vlastnostiach svetla a jeho skladbe. Narozdiel od analógového minilabu, bežný užívateľ nemá možnosť plne automatického spracovania a musí sa spoľahnúť na svoje vlastné schopnosti. Zásadným problémom farebnej reprodukcie je princíp na ktorom je založená a málo kto si ho uvedomuje. Výstižne ho popisuje Ján Šmok : „*Obecne panuje dojem, akoby doplnkovosť vo vzťahu farieb negatívu k farbám skutočnosti (modrá skutočnosť-žltý negatív) bola akýmsi základným princípom farebnej fotografie. V skutočnosti nemajú farbivá negatívu s farbami skutočnosti absolútne žiadnu súvislosť, zafarbenie jednotlivých vrstiev má iba manipulačný zmysel. Má umožniť oddelené kopírovanie obrazov v jednotlivých vrstvách bez nutnosti oddeľovania týchto vrstiev.*“<sup>1</sup>. Farebný negatív sa stáva teda iba akýmsi základným kameňom stavby celého obrazu, ktorý si užívateľ musí pomocou filtrácie vytvoriť sám. Komplikovanosť celého systému spočíva v tom, že vzniká pozitívny obraz z negatívneho, pri ktorom sa subtraktívnou metódou odoberajú zo svetla základné farby aditívneho systému. Prevládajúci farebný závoj sa teda odstraňuje pridaním filtrácie rovnakej farby alebo odobraním filtrácie doplnkovej farby. Doplnková farba môže byť tvorená kombináciou rovnakej filtrácie dvoch samostatných filtrov.

Pre značnú zdĺhavosť tohto systému sa používajú rôzne druhy farebných analyzátorov, ktoré pomocou kalibrácie na neutrálnu alebo stredne šedú farbu skráti celý proces vytvárania obrazu. Avšak aj s pomocou podobných pomôcok je nutné obraz finálne skorigovať, čo vyžaduje rovnaké znalosti. Nie je totiž možné pracovať systémom pokus omyl ako je tomu dnes bežné napríklad v počítačovom spracovaní obrazu, pri ktorom vidíme výsledok v živom náhľade a jednotlivé kroky konáme bez toho, aby sme vedeli ich výsledok pred tým, než sa ich rozhodneme vykonať. V tom práve spočíva značná rozdielnosť analógového a digitálneho spracovania. Filtráciou bieleho svetla môžu vzniknúť všetky farby viditeľného spektra a cieľom užívateľa je získať iba tu správnu. V praxi býva najčastejší rozsah stupnice farebných hláv približne sto stupňov ktorých hodnota je relatívna a slúži iba pre lepšiu orientáciu. V takomto prípade by sme mali 999 999 nesprávnych možností a iba jednu správnu (nakoľko totiž bývajú stupnice odlišné v praxi platí, že rozdiel jedného stupňa je okom rozoznateľný). Výsledná filtrácia môže ale poslúžiť ako základná filtrácia pri ďalšom snímku. Platí však použitie rovnakých materiálov (negatív, pozitív) spracovaných rovnakým spôsobom ako aj rovnakého zväčšovacieho prístroja. V ideálnom prípade sa jednotlivé snímky odlišujú iba farebným podaním v závislosti od teploty chromatičnosti fotografovanej scény.

Následné spracovanie exponovaného materiálu závisí od použitia rôznych druhov chémie, papierov a najmä použitého spôsobu vyvolávania. Chyby spracovania nesú podobné znaky ako u procese C-41, preto ich nie je potrebné podrobnejšie rozpisovať.

1: PECÁK, Josef; TAUSK, Petr; ŠMOK, Ján. *Barevná Fotografie*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1975.



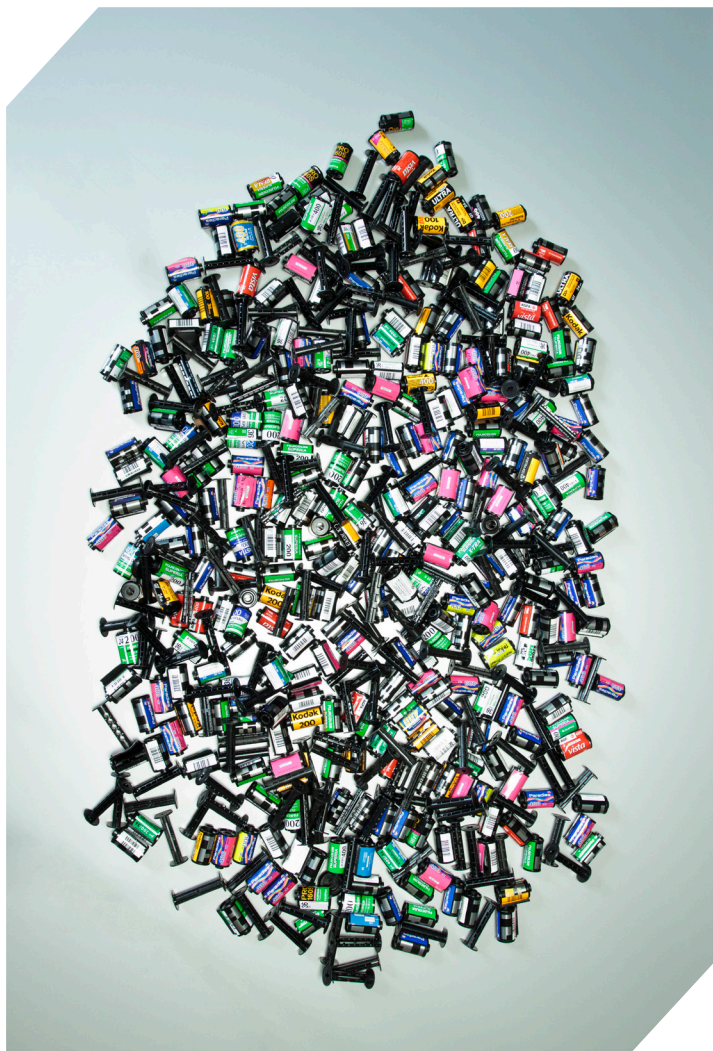
## DOSLOV

Výsledkom všetkých spomenutých znalostí a teórií, postupov a pravidiel je farebný obraz. Ten na prvý pohľad nenesie žiadne prvky radikálnej odlišnosti od iných farebných reprodukcí. Tvrdiť, že jeho jedinečnosť je daná iba jeho analógiou, nie je žiaden oprávnený fakt. Farebná fotografia, ktorá vznikla bez použitia digitálnej technológie prejavuje rovnaké vlastnosti, ako kvalitne zoscanovaná a postprodukčne spracovaná fotografia vyzväčšovaná pomocou digitálneho C-printu. Napriek tomu je tu jeden zvláštny faktor. Možnosti a výhody digitálneho zobrazovania, ktoré som spomínal v predslove sa v dnešnej dobe stali samozrejmosťou. Opakom tejto samozrejmosti je analógová fotografia získaná popísaným postupom. Realita a priamočiarosť jej zobrazenia nie sú iným spôsobom dosiahnuteľné. Snímky tak môžu pri pohľade vyvolať podobný efekt, ako v druhej polovici 20. storočia prvé digitálne zobrazenia. Výnimočnosť analógovej farebnej fotografie však nie je daná jej autenticitou. Odvolávanie sa na realitu a pravdivosť je neoprávnené. Výnimočnosť tohto procesu je daná dobou, v ktorej žijeme.

## ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo teoretické priblíženie problematiky analógových farebných procesov užívateľovi. Jej zdrojom informácií sa stali staršie odborné publikácie aktualizované zahraničnými odbornými článkami venujúce sa danej problematike. Zároveň sa ako cenný zdroj informácií ukázali samotní výrobcovia materiálov, chémie a vybavenia a najmä komunikácia s ich distribútormi. Pre praktické použitie sa ukázali ako najcennejšie konzultácie s jedným z posledných ľudí venujúcich sa komerčnej ponuke C-printov.

Praktickým ukážkam bol venovaný workshop pre študentov. Ten predstavoval akési vyvrcholenie viac ako trojročnej snahy o prevádzkovanie kompletného analógového farebného procesu na pôde Ateliéru reklamnej fotografie Fakulty multimediálnych komunikácií univerzity Tomáša Baťu v Zlíne. Dôvodom bola ťažká dostupnosť prístrojového vybavenia a najmä finančná náročnosť s tým spojená. Po získaní potrebných prístrojov pokračovalo hľadanie vhodnej chémie a materiálov ako aj samotných pracovných postupov. Za pomoci mojich spolužiakov vznikla takzvaná "laborať ARF" ktorá je dnes schopná a plne vybavená pre spracovanie procesov C-41, E-6 a RA-4 a je k dispozícii pre všetkých záujemcov z radu študentov nášho ateliéru. Počas dvojročnej praxe sme dokonca aj potrebné vybavenie presunuli do Partizánskeho a Slavoníc, kde sme vyvolávali filmy pre potreby workshopu. Začiatkom roku 2013 sa konali dva workshopy farebných procesov pre študentov. V prvej fáze boli oboznámení s problematikou prostredníctvom teoretickej prednášky, ktorej heslo znelo: "Teorie není pouze rána bičem". V druhej časti si účastníci sami vyvolali negatívy procesom C-41 pomocou rotačného procesora, s ktorého obsluhou boli taktiež oboznámení. V poslednej fáze dostali poznatky o princípoch farebného zväčšovania a obsluhy priebežného valcového procesora a sami si zhotovili farebné zväčšeniny. Moje vlastné poučenie som sa týmto spôsobom snažil rozšíriť aj medzi ostatných študentov. Laborať ARF teda nie je iba teoretickou bakalárskou prácou, ale hlavne realizácia myšlienky, že zlepšenie podmienok ateliéru by malo vychádzať z radov študentov.



ČASŤ FILMOV VYVOLANÁ V LABORATOŘI ARF

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

FEYNMAN, Richard Phillips; LEIGHTON, Robert; SANDS, Matthew. *Feynmanove prednášky z fyziky*. 1.vyd. Bratislava : Alfa, 1988. 452 s. ISBN:8005000294.

HÜBNER, Günter; JUNGE, Karl-Wilhelm. *Fotografická chemie*. 1. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1986. 311 s.

KŘIVÁNEK, Ladislav. *Barevná fotografie: Základy a praxe*. Praha : Orbis, 1962. 261 s.

PECÁK, Josef; TAUSK, Petr; ŠMOK, Ján. *Barevná fotografie*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1975.

PLESKOTOVÁ, Petra. *Svět barev*. 1. vyd. Praha: Albatros, 1987, 199 s.

ŠTRBA, Anton. *Všeobecná Fyzika: Optika*. Bratislava : Alfa, 1979. 354 s.

TOMÁŠEK, Zdeněk. *Fotografické chemikálie*. Praha : Merkur, 1982. 266 s.

PUBLIKÁCIE KODAK: E-4051, E-4050, E-4046, E-4040, E-4070, Z-100, Z-130, Z-131

## INTERNETOVÉ ZDROJE

<http://cernotik.blog.idnes.cz/c/130374/Nobelova-cena-8-Barevna-fotografie.html>

<http://home.bway.net/jsruggs/auto.html>

<http://home.bway.net/jsruggs/auto.html>

[http://notesonphotographs.org/index.php?title=Weaver,\\_Gawain\\_and\\_Zach\\_Long.\\_Chromogenic\\_Characterization:\\_A\\_Study\\_of\\_Kodak\\_Color\\_Prints,\\_1942-2008](http://notesonphotographs.org/index.php?title=Weaver,_Gawain_and_Zach_Long._Chromogenic_Characterization:_A_Study_of_Kodak_Color_Prints,_1942-2008)

<http://sechtl-vosecek.ucw.cz/expozice10/tabule-autochrom.html>

[http://www.durstus.com/mbLit/dl/Lambda/Lambda130\\_E.pdf](http://www.durstus.com/mbLit/dl/Lambda/Lambda130_E.pdf)

[http://www.fujifilm.com/products/films/color\\_negative\\_films/](http://www.fujifilm.com/products/films/color_negative_films/)

[http://www.fujifilm.com/products/films/color\\_negative\\_films/](http://www.fujifilm.com/products/films/color_negative_films/)

<http://www.grafika.cz/rubriky/polygrafie/co-je-to-metamerie-a-jak-s-ni-bojovat--133528cz>

<http://www.jobo.com/JOB0-CPP3.949.0.html>

[http://www.kodak.com/ek/US/en/Consumer\\_Products/Consumer\\_Products/Consumer\\_Films.htm](http://www.kodak.com/ek/US/en/Consumer_Products/Consumer_Products/Consumer_Films.htm)

<http://www.kodak.com/global/en/professional/products/colorNegativeIndex.jhtml?pq-path=1230>

[http://www.moma.org/docs/press\\_archives/5391/releases/MOMA\\_1976\\_0051\\_40.pdf?2010](http://www.moma.org/docs/press_archives/5391/releases/MOMA_1976_0051_40.pdf?2010)

<http://www.paladix.cz/clanky/barevny-negativ-i.html>

<http://www.paladix.cz/clanky/barevny-negativ-ii-jak-funguje-barevny-negativ.html>

[http://www.slate.com/articles/arts/art/2003/02/kodachrome\\_moment.html](http://www.slate.com/articles/arts/art/2003/02/kodachrome_moment.html)

[http://www.tetenal.com/index\\_c.htm?AKT=01120020002000100000&L=UK](http://www.tetenal.com/index_c.htm?AKT=01120020002000100000&L=UK)

[http://www.tetenal.com/index\\_c.htm?AKT=01120020002000200000&L=UK](http://www.tetenal.com/index_c.htm?AKT=01120020002000200000&L=UK)

## ZDROJE OBRÁZKOV

- 1: <http://uncrate.com/p/2013/02/google-glass-xl.jpg>
- 2: <http://www.digicamhistory.com/Sony%20Mavica%2081%20Big%20Color.jpg>
- 3: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/EM\\_spectrum\\_SK.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/EM_spectrum_SK.jpg)
- 4: FEYNMAN, Richard Phillips; LEIGHTON, Robert; SANDS, Matthew. Feynmanove Prednášky Z Fyziky. 1.vyd. Bratislava : Alfa, 1988. 452 s. ISBN:8005000294.
- 5: <http://hockicko.uniza.sk/semestralky/prace/l01/graf1.gif>
- 6: <http://www.ecse.rpi.edu/~schubert/Light-Emitting-Diodes-dot-org/chap18/F18-03%20Chromaticity%20diagram%20-%20planckian.jpg>
- 7: <http://www.ecse.rpi.edu/~schubert/Light-Emitting-Diodes-dot-org/chap18/F18-04%20u'v'%20Chromaticity%20diagram%20-%20planckian.jpg>
- 10: <http://www.farbkarten-shop.de/images/Art43-08570.jpg>
- 11: [http://i.idnes.cz/09/013/gal/BMA28b223\\_teploty.jpg](http://i.idnes.cz/09/013/gal/BMA28b223_teploty.jpg)
- 12: [http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/013/cache/color-tartan-ribbon\\_1376\\_990x742.jpg](http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/013/cache/color-tartan-ribbon_1376_990x742.jpg)
- 13: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/08/Duhauron1877.jpg/550px-Duhauron1877.jpg>
- 14: [http://www.zauberklang.ch/pics/middle/CoePhotography\\_Lippmann.jpg](http://www.zauberklang.ch/pics/middle/CoePhotography_Lippmann.jpg)
- 15: <http://www.awm.gov.au/exhibitions/captured/images/french/aul096.jpg>
- 16: <http://3.bp.blogspot.com/-4-0XhXk-af4/UH0WuHUq72I/AAAAAAAAABwI/9O9Ym1TcAXY/s1600/16.jpg>
- 17: [http://1.bp.blogspot.com/\\_Ut2djuT8OYk/S8ROaLtuyjI/AAAAAAAVEQ/1bHHo3e11iY/s1600/20.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_Ut2djuT8OYk/S8ROaLtuyjI/AAAAAAAVEQ/1bHHo3e11iY/s1600/20.jpg)
- 18: [http://media.tumblr.com/tumblr\\_kzkut4MDEq1qarqqa.jpg](http://media.tumblr.com/tumblr_kzkut4MDEq1qarqqa.jpg)
- 19: <http://www.bjp-online.com/IMG/596/166596/04-kodak-portra-family.jpg?1300381238>
- 20: [http://www.photographyblog.com/images/sized/images/uploads\\_ee1/ektar100choices-336x265.jpg](http://www.photographyblog.com/images/sized/images/uploads_ee1/ektar100choices-336x265.jpg)
- 21: <http://www.bjp-online.com/IMG/498/101498/pro160s450x360-jpg0622.jpeg?1275327623>
- 22: <http://www.laesieworks.com/digicom/digicom-images/BayerFilter.png>
- 23: [http://www.tetenaluk.com/shop/media/catalog/product/cache/1/image/600x/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/1/0/102228\\_2.jpg](http://www.tetenaluk.com/shop/media/catalog/product/cache/1/image/600x/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/1/0/102228_2.jpg)
- 24: <http://www.ephotozine.com/articles/job0-cpp3-film-and-print-processor-released-18905/images/CPP3.jpg>
- 25: [http://pamflett.files.wordpress.com/2009/03/atl1500\\_01.jpg](http://pamflett.files.wordpress.com/2009/03/atl1500_01.jpg)
- 37: <http://www.odyssey-sales.co.uk/content/products/thermaphot/acp-505.jpg>
- 38: [http://photoschool.narod.ru/durst\\_xl.jpg](http://photoschool.narod.ru/durst_xl.jpg)