

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd  
Katedra informatiky a výpočetní techniky

**Bakalářská práce**  
**Barevné systémy a jejich aplikace**

Plzeň, 2014

Zuzana Mikolášová

## **Abstract**

Submitted bachelor's thesis, 'Color Systems and Their Applications', is focused on a summary of the modern color systems and their applications. The first part is focused on general knowledge about human sight and about color systems in general. The second part deals with individual color systems, their use in modern world and conversions between them. The implementation part of thesis is focused on the work with individual systems and their conversions.

## **Abstrakt**

Předložená bakalářská práce, *Barevné systémy a jejich aplikace*, je zaměřena na přehled moderních barevných systémů a jejich využití. První část práce obsahuje základní informace o lidském zraku a o barevných systémech obecně. Druhá část je soustředěna na individuální barevné systémy, jejich využití v moderním světě a na převody mezi nimi. Realizační část práce se pak věnuje hlavně převodům mezi systémy a jejich demonstraci.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

.....  
podpis

V Plzni dne 6.5.2014

Zuzana Mikolášová

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>LIDSKÝ ZRAK</b>	<b>9</b>
2.1	ZRAK OBECNĚ	9
2.2	BAREVNÉ VIDĚNÍ	9
2.3	PSÍ ZRAK V POROVNÁNÍ S LIDSKÝM	9
<b>3</b>	<b>BAREVNÉ SYSTÉMY OBECNĚ</b>	<b>10</b>
3.1	GAMUT	10
3.2	TRICHROMATICKÁ MĚRNÁ SOUSTAVA	10
3.3	CHROMATICKÝ DIAGRAM	11
3.4	MÍCHÁNÍ BAREV	12
3.4.1	<i>Aditivní míchání</i>	12
3.4.2	<i>Subtraktivní míchání</i>	12
<b>4</b>	<b>ICC</b>	<b>13</b>
4.1	BAREVNÁ TRANSFORMACE ZÁVISLÁ NA ZAŘÍZENÍ	14
4.2	BAREVNÁ TRANSFORMACE NEZÁVISLÁ NA ZAŘÍZENÍ	14
4.3	ICC PROFILY	15
<b>5</b>	<b>CIE XYZ</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>RGB</b>	<b>16</b>
6.1	PROBLÉM ZÁPORNÝCH HODNOT	17
6.2	TVORBA BAREV	17
6.3	NUMERICKÁ REPREZENTACE	17
6.3.1	<i>16bitová reprezentace</i>	18
6.3.2	<i>24bitová reprezentace</i>	18
6.3.3	<i>32bitová reprezentace</i>	18
6.3.4	<i>48bitová reprezentace</i>	18
6.4	TECHNOLOGICKÉ VYUŽITÍ	19
6.5	GRAFICKÁ REPREZENTACE MODELU	19
6.6	ADOBE RGB	20
6.7	PROPHOTO RGB	20
6.8	SRGB	21
<b>7</b>	<b>CMY(K)</b>	<b>22</b>
7.1	GRAFICKÁ REPREZENTACE MODELU	22
7.2	SCREEN ANGLE	23
7.3	CMYKOG (HEXACHROM)	23
7.4	CcMmYk (CMYKLcLm, CMYKcM)	24
<b>8</b>	<b>HSV (HSB)</b>	<b>24</b>
8.1	ZOBRAZENÍ	25
<b>9</b>	<b>HSI</b>	<b>25</b>
9.1	ZOBRAZENÍ	26
<b>10</b>	<b>SPOT COLOR SYSTEM</b>	<b>26</b>
10.1	PANTONE COLOR MATCHING SYSTEM	27

10.1.1	Příprava barvy.....	27
10.2	ANPA .....	28
10.3	DIC A TOYO.....	28
10.4	FOCOLTONE.....	28
10.5	HKS .....	28
10.6	TRUEMATCH.....	28
<b>11</b>	<b>CIE 1976 L*A*B*</b> .....	<b>28</b>
11.1	NEVÝHODY SYSTÉMU .....	29
<b>12</b>	<b>YCOCG</b> .....	<b>29</b>
<b>13</b>	<b>YUV</b> .....	<b>29</b>
13.1	YCbCr.....	30
13.2	DALŠÍ MODIFIKACE.....	30
<b>14</b>	<b>TISK KOVOVÝCH BAREV</b> .....	<b>30</b>
14.1	ROLAND.....	30
14.1.1	Vývoj.....	31
14.2	HEWLETT – PACKARD.....	31
<b>15</b>	<b>PŘEVODY MEZI NĚKTERÝMI SYSTÉMY</b> .....	<b>32</b>
15.1	RGB CMY .....	32
15.2	RGB CMYK .....	32
15.3	RGB HSI.....	33
15.4	RGB HSV .....	34
15.5	RGB YUV.....	35
15.6	RGB YCoCG.....	36
15.7	RGB CIE XYZ.....	36
15.8	CIELAB CIE XYZ.....	38
15.9	PANTONE MATCHING COLOR SYSTEM.....	40
<b>16</b>	<b>PŘEVODY BAREVNÝCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>41</b>
<b>17</b>	<b>VÝBĚR PROGRAMOVACÍHO JAZYKA</b> .....	<b>41</b>
17.1	C++ .....	41
17.2	C#.....	41
<b>18</b>	<b>REALIZACE PROGRAMU</b> .....	<b>41</b>
18.1	POUŽITÝ JAZYK A SOFTWARE .....	41
18.2	DESIGN PŘEVODNÍKU.....	41
18.3	PŘEPÍNÁNÍ SYSTÉMŮ.....	42
18.4	OŠETŘENÍ VSTUPŮ A OKNO S CHYBOVOU HLÁŠKOU.....	43
<b>19</b>	<b>PŘEVODY MEZI SYSTÉMY</b> .....	<b>44</b>
19.1	RGB → PANTONE .....	44
19.2	PANTONE→ RGB / CMYK.....	45
19.3	DALŠÍ FUNKCE.....	45
19.3.1	Řetěžení převodů.....	45
19.3.2	Kopírování hodnot .....	45
19.4	ZOBRAZENÍ PŘEVÁDĚNÉ BARVY .....	45
<b>20</b>	<b>NÁPOVĚDA</b> .....	<b>46</b>
<b>21</b>	<b>ZOBRAZENÍ</b> .....	<b>46</b>

21.1	RGB .....	46
21.1.1	RGB v CIE XYZ.....	47
21.2	CMY(K).....	48
21.3	HEX .....	49
21.4	PROJEKCE BAREVNÝCH BODŮ Z RGB KRYCHLE NA PLOCHU .....	49
21.5	HSI.....	49
21.6	HSV .....	50
21.7	CIE L*A*B* .....	51
21.8	YUV.....	51
21.9	PANTONE.....	51
<b>22</b>	<b>GAMUTY .....</b>	<b>52</b>
22.1	DESIGN OKNA .....	52
22.2	CHROMATICKÝ DIAGRAM .....	52
22.3	CIELAB DIAGRAM .....	53
22.4	RGB .....	54
22.4.1	RGB v CIE XYZ.....	54
22.4.2	RGB v CIELAB .....	56
22.5	CMYK .....	56
22.5.1	CMYK V CIE XYZ.....	57
22.5.2	CMYK V CIELAB.....	57
22.6	NTSC .....	58
22.7	PŘEKRESLENÍ PLÁTNA .....	59
<b>23</b>	<b>VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....</b>	<b>59</b>
23.1	SPRÁVNOST PŘEVODŮ.....	59
23.2	FUNKČNOST PROGRAMU .....	59
23.3	SROVNÁNÍ S DALŠÍMI PROGRAMY .....	59
<b>24</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
24.1	PŘÍNOS PRÁCE.....	61
	<b>PŘEHLED ZKRATEK .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>PŘÍLOHA A – DALŠÍ ROVNICE A ALGORITMY .....</b>	<b>69</b>
	PŘEVOD HSI → RGB .....	69
	PŘEVOD ADOBE RGB → CIE XYZ.....	70
	PŘEVOD PROPHOTO RGB → CIE XYZ.....	70
	<b>PŘÍLOHA B – UŽIVATELSKÁ DOKUMENTACE .....</b>	<b>72</b>
	POPIS PROGRAMU .....	72
	ZADÁVANÉ HODNOTY.....	74
	NÁPOVĚDA .....	74
	ZOBRAZENÍ REPREZENTACE.....	74
	GAMUT.....	75
	<b>PŘÍLOHA C – INSTALACE.....</b>	<b>76</b>
	<b>PŘÍLOHA D – PROGRAMÁTORSKÁ DOKUMENTACE .....</b>	<b>77</b>
	POŽADAVKY .....	77
	ŠTAVBA PROGRAMU .....	77
	GAMUT.CS .....	77
	body .....	77

---

<i>lab</i> .....	77
<i>rgb</i> .....	78
<i>hexagon</i> .....	78
<i>main</i> .....	78
<i>jeVPolygonu</i> .....	78
PREPINANI.CS .....	78
VSTUPY.CS .....	79
VYBER.CS .....	79
<i>zapamatuj</i> .....	79
<i>grafika</i> .....	79
<i>spocitej</i> .....	80
ZOBRAZENI.CS .....	80
<i>vykresli</i> .....	80
<i>yuv</i> .....	80
<i>XYZcube</i> .....	80
<i>RGBinXYZ</i> .....	80
<i>rgbh</i> .....	81

# 1 Úvod

V dnešní době se technologie tisku a zobrazení barev jako takových vyvíjí, stejně jako jiné technologie v odvětví IT, velmi rychle. Moderní, avšak stále nákladné tiskárny zvládnou tisknout čím dál přesněji a věrohodněji. Tato práce se zabývá barevnými systémy, které se využívají v dnešní době. Jedná se o systémy, které se využívají při tisku, kompresi obrázků, úpravě fotografií nebo například v televizorech.

První část této práce se zabývá úplným základem, a to lidským zrakem, jeho vnímáním barev a porovnáním lidského zraku se psím.

Další část vysvětluje základy barevných systémů, jako je míchání barev, co je to chromatický diagram nebo základy problematiky ICC profilů.

Hlavní náplní této práce je přehled moderních či stále užívaných barevných systémů. Své místo na trhu si stále drží klasické barevné systémy, jako je RGB nebo CMYK. V současnosti se ale objevují i technologie se systémy, které se zabývají tiskem kovových barev a které jsou teprve ve vývoji a jednotlivé společnosti se v tomto odvětví tisku teprve objevují.

Poslední částí této práce je potom realizace některých převodů mezi jednotlivými systémy dle příslušných vztahů. Tyto převody jsou v praxi velmi důležitou součástí, protože například monitor a tiskárna pracují s naprosto odlišnými barevnými modely.



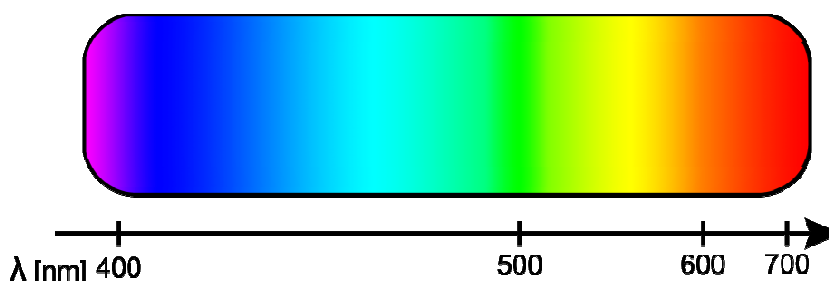
## 2 Lidský zrak

### 2.1 Zrak obecně

Zrak patří mezi pět smyslů člověka. Umožňuje nám vnímat obraz okolního světa. Ten vzniká tak, že oko zachytí a zaostří světlo od objektu tak, že vytvoří obrázek. Ten dále pokračuje k fotoreceptorům<sup>1</sup>, které předávají informace do mozku. [1]

### 2.2 Barevné vidění

Lidské oko obsahuje speciální buňky, tzv. čípky, které se vyskytují ve třech variantách. To jim umožňuje reagovat na světlo, které odpovídá barvě červené, modré či zelené. V mozku se pak informace z čípků spojí a vytvoří výsledný barevný obraz. Tyto buňky však nepracují v šeru, a proto člověk není schopen v této době barvy rozlišit. [1]

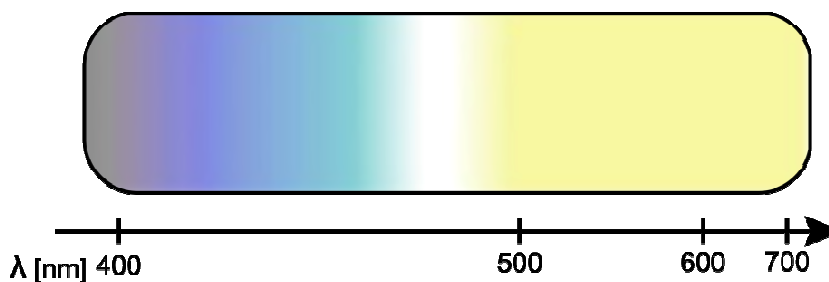


Obr. 2.1 Spektrum barev viditelné lidským okem [4]

### 2.3 Psí zrak v porovnání s lidským

Zatímco většina lidí považuje zrak za nejdůležitější smysl, zrak psí se v žebříčku dokonalosti jeho smyslů řadí až na třetí místo. Přesto je jeho kvalita srovnatelná s kvalitou lidského vidění.

Tyčinky v psím oku obsahují mnohem více rodopsinu<sup>2</sup>, jehož nedostatek způsobuje šeroslepost. Navíc má pes nad sítnicí odrazovou vrstvu, která zvětšuje množství světla, které projde zornicí oka. Pes má velmi málo čípků, a proto se má za to, že jsou psi do určité míry barvoslepi. [4]



Obr. 2.2 Spektrum barev viditelné psím okem [4]

<sup>1</sup> Buňky reagující na světlo.

<sup>2</sup> Látka obsahující vitamin A a protein.

### 3 Barevné systémy obecně

Barevné systémy jsou modely, které byly odvozeny ze známých principů míchání barev. Každý systém pak dokáže vytvořit a matematicky či fyzikálně vyjádřit různé množství barev. To je většinou menší než rozsah barev, které dokáže lidské oko rozlišit.

Různá zařízení pracují s různými systémy. Volba daného systému závisí na využití zařízení. Barvy v jednom modelu totiž nemusí být dostupné v modelu druhém. Barva, která není dostupná na daném přístroji, je nahrazena nejbližší dostupnou barvou.

Jedním z nejznámějších barevných systémů je tzv. RGB, který vychází z vnímání barev lidským okem. [2]

#### 3.1 Gamut

Gamut je rozsah všech barev, které lze v popisovaném prostoru zobrazit. Barvy, které jsou mimo rozsah této škály, lze zobrazit pouze přibližně. To znamená, že je tato barva nahrazena nejpodobnější barvou v rámci rozsahu gamutu.

Žádná technologie není schopná reprodukovat všechny viditelné barvy světla, a proto je gamut jedním z hlavních kritérií schopností daného zařízení.

Pokud tedy například porovnáme gamut lidského oka a fotoaparátu, je rozsah reprodukovatelných barev u lidského oka větší než u fotoaparátu. Pokud srovnáme ofsetový tisk a monitor, větší gamut má monitor.

Gamut je většinou zaznamenáván pomocí chromatického diagramu. [2]

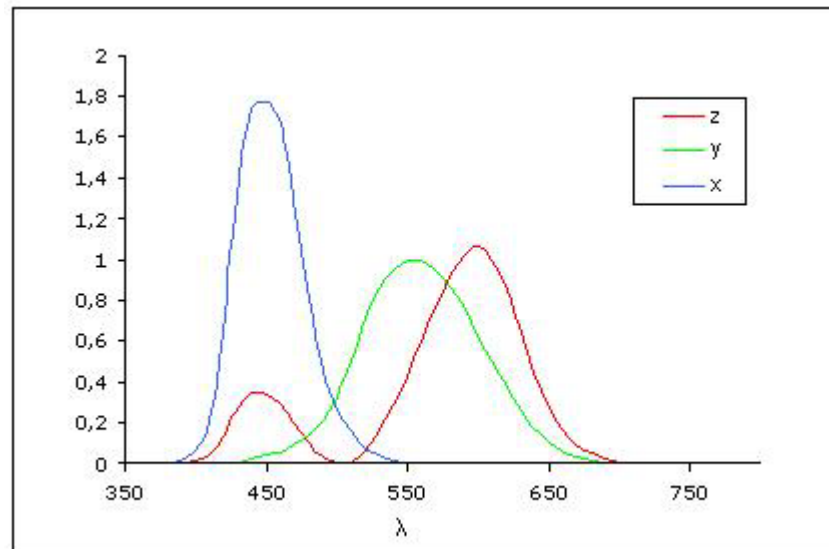
#### 3.2 Trichromatická měrná soustava

Trichromatická soustava je systém, který je založen na myšlence, že vjem barvy je možné simulovat pomocí tří volitelných základních světél. Byl definován CIE v roce 1931.

Tato soustava je definována třemi trichromatickými členiteli<sup>3</sup>:  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$  a  $z(\lambda)$ . Tyto hodnoty se získávají experimentálně.

---

<sup>3</sup> Průměrné výsledky měření citlivosti ke krátkým, středním a dlouhým vlnovým délkám



Obr. 3.1 Citlivost ke krátkým, středním a dlouhým vlnám [11]

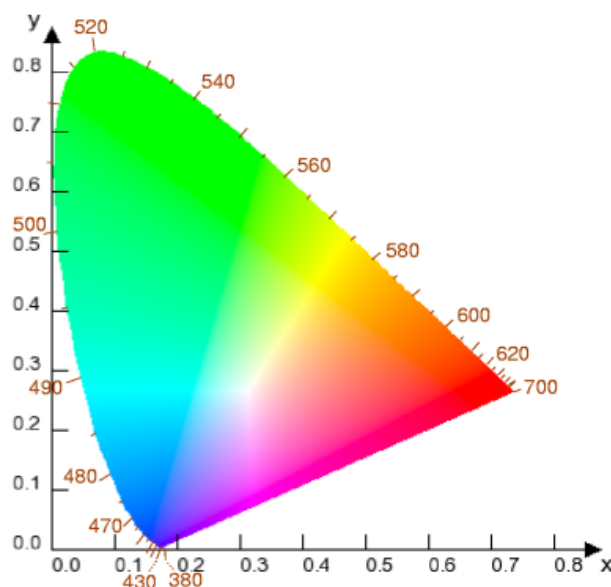
V dnešní době se však častěji než CIE XYZ používá k vyjádření barev prostor CIE  $L^*a^*b^*$ , který je založen na velmi podobném principu jako je vnímání barev lidským okem. [11]

### 3.3 Chromatický diagram

Chromatický diagram se využívá k určení barevnosti. Je základem modelu CIE XYZ. Trichromatické souřadnice, které využívá, se buď stanoví pomocí přístrojů nebo se vypočítají ze spektrálních vlastností světla. Pro tyto souřadnice pak platí vztah:

$$x + y + z = 1 \quad 3.1$$

Hodnota  $y$  popisuje jas, zbylé dvě hodnoty jsou pak spíše matematickými popisy. [26]



Obr. 3.2 Chromatický diagram [35]

### 3.4 Míchání barev

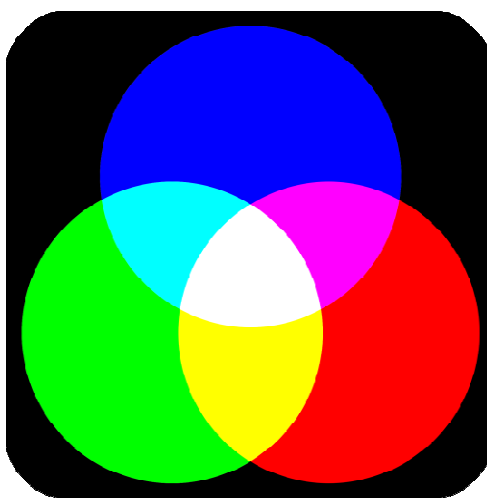
Existují dva základní přístupy barev:

- Aditivní (součtové) míchání, díky kterému se získávají barvy světla,
- subtraktivní (odčítací) míchání, díky kterému se získávají barvy pigmentu.

Hlavním rozdílem mezi těmito principy je zdroj světla, díky kterému vzniká barva. Zatímco aditivní míchání míchá světlo vyzařované přímo ze zdroje, subtraktivní míchání funguje na principu odrazu světla od barevných povrchů. [2]

#### 3.4.1 Aditivní míchání

Při tomto principu dochází ke sčítání různě barevných světél s různě vysokou intenzitou. Aditivní primární barvy světla jsou tři: červená, zelená a modrá. Při kombinacích těchto světél s různou intenzitou vznikají všechny barvy ve viditelné části světla. Pakliže dojde ke smíchání všech světél, přičemž mají stejnou intenzitu, vznikne bílá barva. Čím vyšší je intenzita, tím světlejší je výsledná barva. Při úplné absenci všech tří světél je výsledkem barva černá. [3]

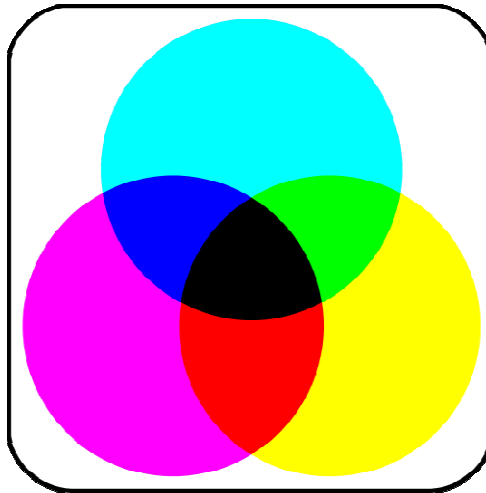


Obr. 3.3 Ukázka aditivního míchání barev [51]

#### 3.4.2 Subtraktivní míchání

Tento princip vychází ze způsobu, jakým pracují malíři s barvami. Subtraktivní primárními barvami jsou azurová, purpurová a žlutá. Základem je vždy bílá, na kterou se nanášejí další barvy. Další barvy vznikají vzájemným překrýváním barev primárních.

Tento způsob míchání je založen na odrazu světla. Každý barevný pigment pohlcuje a odráží určitou část světla. Při odrazu dochází k odečítání barevných složek, což znamená, že čím více bude barevných pigmentů, tím tmavší bude výsledek. [2]



Obr. 3.4 Ukázka subtraktivního míchání barev [51]

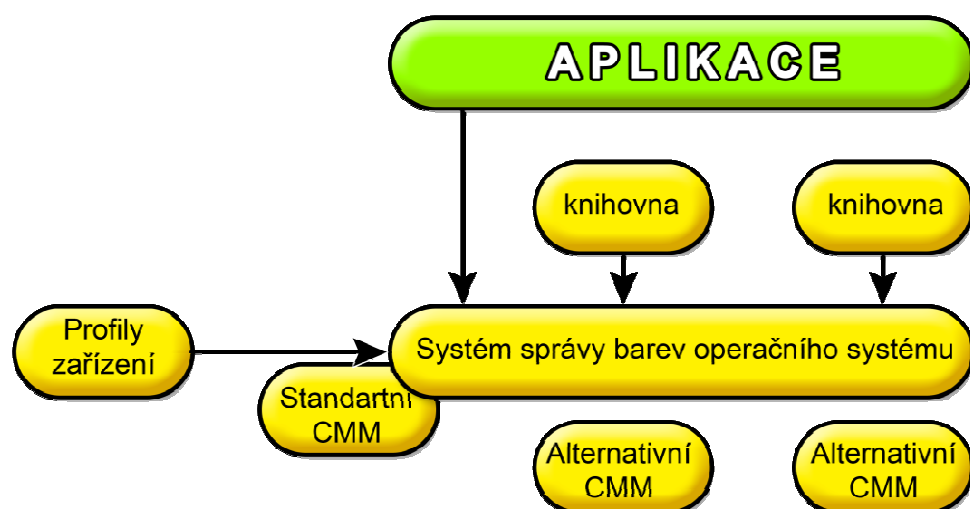
## 4 ICC

ICC vzniklo ve spolupráci několika velkých firem. Cílem bylo vytvořit management systému barev. Mezi zakladatele patří například Microsoft Corporation nebo Adobe Systems Incorporated.

Jejich cílem je řešit problém, který vyvstává z faktu, že tiskárny, monitory či například operační systémy často interpretují barvy rozdílnými způsoby.

Stejný dokument tedy bude vypadat jinak na různých monitorech nebo vytisknutý. Pro eliminaci velkých rozdílů mezi barvami se používají dvě transformace:

- Barevná transformace závislá na zařízení,
- barevná transformace nezávislá na zařízení. [22]



Obr.4.1 Architektura ICC správy barev [28]

- *Profily zařízení* – charakteristika daného zařízení, ta je předána *modulu správy barev* – CMM,

- *modul správy barev* – provádí matematické výpočty při převodu z jednoho profilu do jiného,
- *aplikace* – modul správy je vyzván k dané transformaci,
- *systém správy barev operačního systému* – dává CMM základy pro transformaci.

Podrobnosti lze najít v tomto zdroji: [28]

#### 4.1 Barevná transformace závislá na zařízení

Barevné systémy RGB a CMYK (kapitoly 6 a 7) jsou barevnými systémy, které jsou závislé na zařízení. To znamená, že například technicky stejná červená bude na dvou různých monitorech vypadat odlišně. Aby bylo dosaženo stejné barvy na různých zařízeních, je zapotřebí tomu přizpůsobit hodnoty, které barvu definují. K tomu slouží barevná transformace.

Transformace má informace o vstupním i výstupním zařízení (např. gamuty). Tato transformace může být optimalizována pro konkrétní dvě zařízení (např. konkrétní monitor s tiskárnou).

Tato transformace má ale několik nevýhod:

- Pro systém, který obsahuje  $n$  zařízení, je potřeba  $n^2$  transformací,
- po přidání nového zařízení je potřeba  $n$  nových transformací,
- pokud dojde k recalibraci zařízení, bude opět potřeba  $n$  nových transformací.

[22] [39]

#### 4.2 Barevná transformace nezávislá na zařízení

Tato transformace využívá barevné modely nezávislé na zařízení, které se snaží co nejdříve kopírovat vnímání barev lidským okem. Hodnoty těchto modelů tedy nevyjadřují definovanou barvu, ale snaží se přímo simulovat vnímání barev člověkem. Patří sem například CIE XYZ (kapitola 5) nebo CIE L\*a\*b\* (kapitola 1111).

Tato transformace je založena na převodu ze zařízení do standardního barevného prostoru. Výhody této transformace:

- Pro systém, který obsahuje  $n$  zařízení, je potřeba pouze  $n$  transformací,
- po přidání nového zařízení je potřeba pouze jedna nová transformace,
- pokud dojde k recalibraci zařízení, bude opět potřeba pouze jedna nová

transformace.

Barevný systém, který je použit v zařízení, využívá Profile Connection Space (PCS), což je prostor pro propojování profilů. Pokud je tedy využívána tato transformace a máme například monitor a tiskárnu, proběhne transformace podle tohoto vzorce: Monitor → PCS → tiskárna. [22] [39]

### 4.3 ICC Profily

V ICC profilech je zahrnutá transformace ze zařízení do PCS a také slouží k popisu barevného prostoru závislého na zařízení.

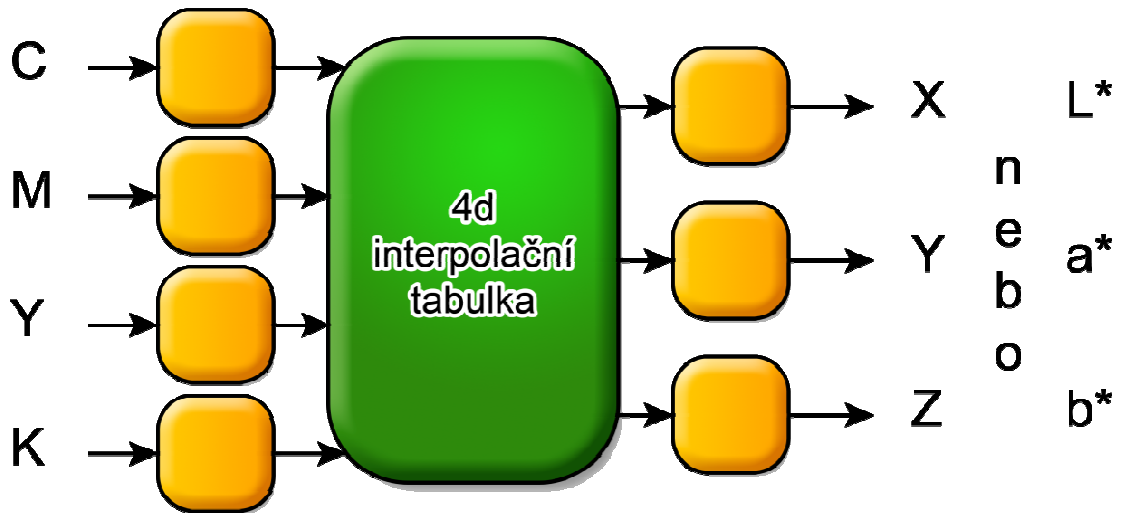
Samotný obrázek či dokument je ukládán s profilem daného zařízení. Při tisku se převádí do barevného systému tiskárny s jejím příslušným profilem. Správným nastavením se dá dosáhnout takového výstupu, který bude téměř identický se vzhledem původního obrázku.

ICC profil v sobě nese transformaci ze zařízení do PCS. Je několik druhů těchto profilů:

- Vstupní zařízení,
- výstupní zařízení,
- displej,
- barevný systém,
- jednotlivé barvy (Pantone).

ICC profily existují v několika modelech:

- Shaper / maticové modely jsou používány pro RGB a pro jednobarevné (odstíny šedi) vstupní zařízení,
- shaper / multifunkční tabulkové (MFT) profily jsou využívány pro komplexnější vstupní zařízení s barevnými systémy RGB a CMYK, dále pro výstupní zařízení se systémy RGB, CMYK nebo s barevnými systémy s n barvami a pro převod mezi systémy. [22]



Obr. 4.2 Příklad převodu z CMYK na CIE XYZ nebo CIE  $L^*a^*b^*$  [22]

## 5 CIE XYZ

Tento numerický systém je založen na výzkumu z 20. let, kdy byl vzorek lidí s průměrným barevným viděním testován na citlivost barev. Je založen na myšlence, že lidské oko rozeznává tři hlavní barvy – červenou, zelenou a modrou. Tento model ale bere v potaz i citlivost na tyto barvy a funkci tyčinek mimo centrum sítnice, které jsou citlivé na světlo o nízké vlnové délce. Výsledky testování byly zaneseny do grafu, který je vykreslen v Obr. 3.1.

Tento systém je nezávislý na zařízení, a tudíž jsou hodnoty červené, modré a zelené barvy konstantní. Používá se při měření kolorimetrem či spektrometrem. Systém není příliš vhodný pro popis barev, ale používá se například v rámci ICC profilů, kde může nahradit systém CIE  $L^*a^*b^*$ . Také se používá pro převod RGB, pokud jsou potřeba nezáporné hodnoty. [37]

## 6 RGB

RGB je jedním z nejznámějších barevných systémů, který vychází z vnímání barev lidským okem. Název tohoto systému byl odvozen od svých základních složek: červená (Red), zelená (Green) a modrá (Blue). Tato barevná světla se nazývají primární aditivní. Principem míchání těchto barev je tzv. „aditivní míchání barev“, což znamená, že smíchá-li se stejné množství všech těchto tří světél, dostaneme barvu bílou, černou nebo různé stupně šedi. Různé množství těchto světél nám pak dává různé barvy spektra. [5]



## 6.1 Problém záporných hodnot

V systému RGB nelze všechny barvy definovat pomocí všech tří složek. Hlavně červená barva nabývá v určité části vlnové délky záporných hodnot. Je-li tedy barva definována složkami R, G, B a složka R má zápornou hodnotu, pak tato barva odpovídá barvě smíchané se složkou R a složkám G a B. Tomuto problému se lze vyhnout zavedením systému XYZ. Toto řešení má ovšem také nevýhodu, kterou je vznik neskutečných barev v důsledku sytosti, která je u těchto barev větší než 100%. [38]

## 6.2 Tvorba barev

Základem tvorby různých barev je přidávání či ubírání intenzity u jednotlivých základních barevných světél RGB. V obrazech s 8 bity na kanál<sup>4</sup> je rozsah této intenzity 0-255. Základní barvy tohoto systému jsou také označovány jako barevné kanály. Skládáním těchto světél pak získáme všechny ostatní barvy a jejich odstíny:

- Černá – všechna tři světla mají nulovou intenzitu ( $R = 0, G = 0, B = 0$ ),
- bílá – všechna tři světla mají maximální intenzitu ( $R = 255, G = 255, B = 255$ ),
- šedá – všechna tři světla mají stejnou intenzitu (např.  $R = 100, G = 100, B = 100$ ),
- ostatní – všechna tři světla mají navzájem různou intenzitu (např.  $R = 5, G = 100, B = 200$ ).

Složením dvou ze tří barevných světél získáme primární barvy subtraktivního míchání barev (CMY(K) systém). Zelené a modré světlo dají dohromady azurovou (Cyan), modrá s červenou purpurovou (Magenta) a červená se zelenou žlutou (Yellow). [2] [7]

## 6.3 Numerická reprezentace

Jak již bylo zmíněno výše, jednotlivé barvy jsou reprezentovány jednotlivými intenzitami červené, zelené a modré složky. Tato hodnota se může u každého tohoto světla pohybovat od 0 až k jejímu maximu. Hodnota intenzit se dá vyjádřit několika způsoby:

- 0.0 – 1.0 je rozsah, kterým se barva popisuje ve vědě, která se barvami zabývá. Takže například modrá barva o maximální intenzitě je vyjádřena jako 0.0, 0.0, 1.0.
- 0% – 100% je velmi podobné prvnímu vyjádření. Získá se vynásobením hodnot z první možnosti 100. Takže například 0%, 0%, 100% reprezentují maximální možnou modrou.

---

<sup>4</sup> Informace o barvě psána v hexadecimálním tvaru. Např. FF FF FF je barva bílá (kanál R – FF, kanál G – FF a kanál B – FF).

- 0 – 255 je vyjádření, které je hojně používáno v počítačových programech a mezi programátory obecně. Tento rozsah je nejčastěji využíváný, neboť díky sérii pokusů, které se týkaly vnímání barev člověkem, bylo zjištěno, že aby člověk vnímal přechod mezi barvami jako plynulý, je zapotřebí zhruba 200 úrovní tónů. Byl tedy zvolen kvůli nutné rezervě a kvůli bitům, protože 7 bitů obsáhne pouze 128 úrovní, zatímco 8 bitů jich obsáhne 256. Tato reprezentace nese informaci o barvě v 8 bitech na kanál. V tomto případě bude tedy plně modrá zastoupena čísly 0, 0, 255.
- Varianta číslo 3 může být reprezentována i modifikovaným způsobem, a to hexadecimálním tvarem s prefixem (#). Intenzivní modrá by tedy vypadala takto: #0, #0, #FF. Tento zápis se většinou zkracuje, takže výsledkem je #0000FF.

[15] [39]

### 6.3.1 16bitová reprezentace

Tato reprezentace RGB je také známá pod pojmem „Highcolor“. Má 2 varianty:

- 555 mód je mód 5 bitů na jednu barvu,
- 565 mód je velmi podobný verzi jedna, ale s tím rozdílem, že zelená složka má o bit víc. Tato úprava je z důvodu zvýšené citlivosti lidského oka na zelenou barvu.

[15]

### 6.3.2 24bitová reprezentace

Tato reprezentace je také známá pod názvem „Trucolor“. Barva je specifikována třemi čísly v rozsahu od 0 do 255. Tato čísla reprezentují intenzitu červeného, zeleného a modrého světla, takže například plně modrá bude definována jako 0, 0, 255. [15]

### 6.3.3 32bitová reprezentace

32bitová reprezentace je velmi podobná 24bitové. Bity, které byly přidány, nemusí být využity. [15]

### 6.3.4 48bitová reprezentace

Tato reprezentace umožňuje reprodukci až 65 536 odstínů od každé barvy, a proto se nejčastěji využívá při profesionální úpravě fotografií, například za pomoci Adobe Photoshop. [15]

## 6.4 Technologické využití

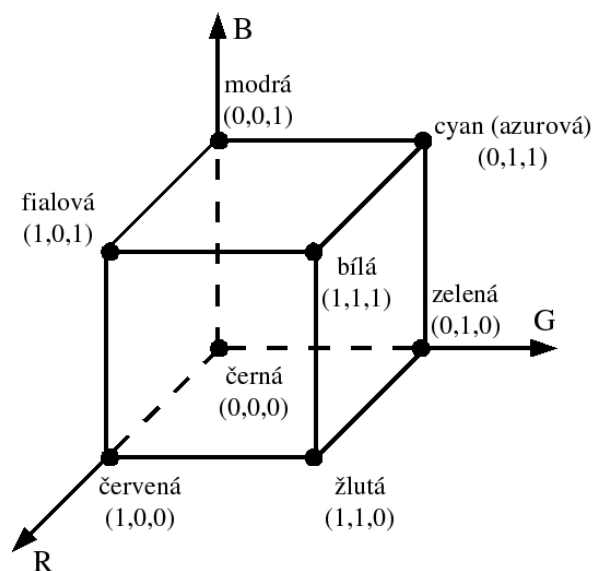
Tento model je velmi důležitý pro odvětví počítačové grafiky, neboť je používán v monitorech. Proto se tento model používá při návrhu webdesignu, protože konečný produkt je zobrazován na počítači. [6]

## 6.5 Grafická reprezentace modelu

RGB lze reprezentovat mnoha způsoby. Jedním z velmi často používaných způsobů je reprezentace pomocí jednotkové krychle se třemi osami:

- R, která reprezentuje množství červeného světla,
- G, která reprezentuje množství zeleného světla,
- B, která reprezentuje množství modrého světla.

Pokud je tedy například v ose G hodnota 1, výslednou barvou je zelená. Pokud je hodnota 1 v osách B a G, dostaneme sekundární barvu, a to azurovou (viz kapitola 3.4.1).



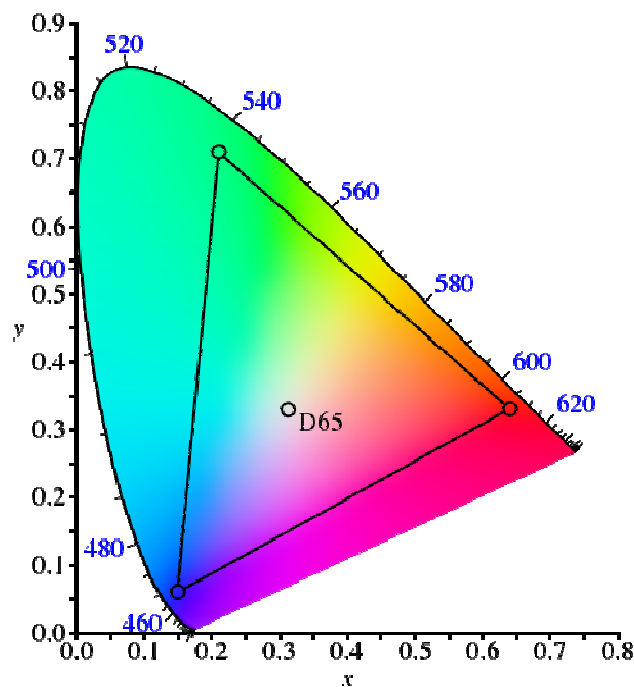
Obr. 6.1 Jednotková krychle [27]

V počátku soustavy souřadnic je černá barva, zatímco bílá je v bodě (1,1,1). Primární barvy jsou umístěny na vrcholech, které leží na osách, na ostatních jsou pak doplňkové barvy. Diagonála mezi černou a bílou představuje odstíny šedi. [38]

## 6.6 Adobe RGB

Adobe RGB bylo vyvinuto v roce 1998 firmou Adobe. Tento barevný prostor vytváří většinu barev, které vytváří CMYK tiskárny, ale použitím primárních RGB barev. Adobe RGB dokáže zobrazit cca 50% všech viditelných barev definovaných pomocí CIE. V rámci tohoto prostoru musí být zohledněny možnosti používané tiskárny, neboť výsledek může vypadat na papíře úplně jinak než na monitoru. Tento prostor je také nevhodný, vyskytují-li se v obrázku barvy v malém rozsahu gamutu.

Adobe RGB je nejčastěji využíváno při úpravě fotografií. [8]

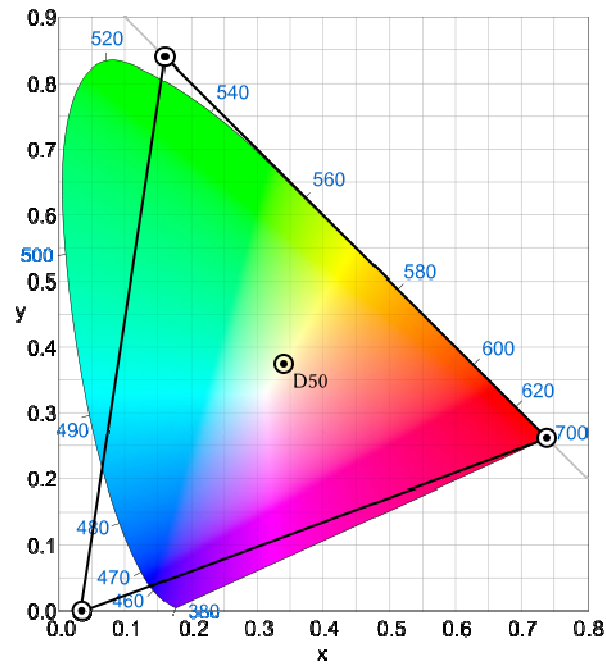


Obr. 6.2 Gamut Adobe RGB [33]

## 6.7 ProPhoto RGB

ProPhoto RGB je systém, který byl vyvinut společností Kodak. Jeho gamut je větší než gamut Adobe RGB. Jeho další výhodou je lepší zpracování tohoto systému tiskárnami, které jsou schopné tisknout syté odstíny žluté, azurové a purpurové, což je díky tomuto systému možné.

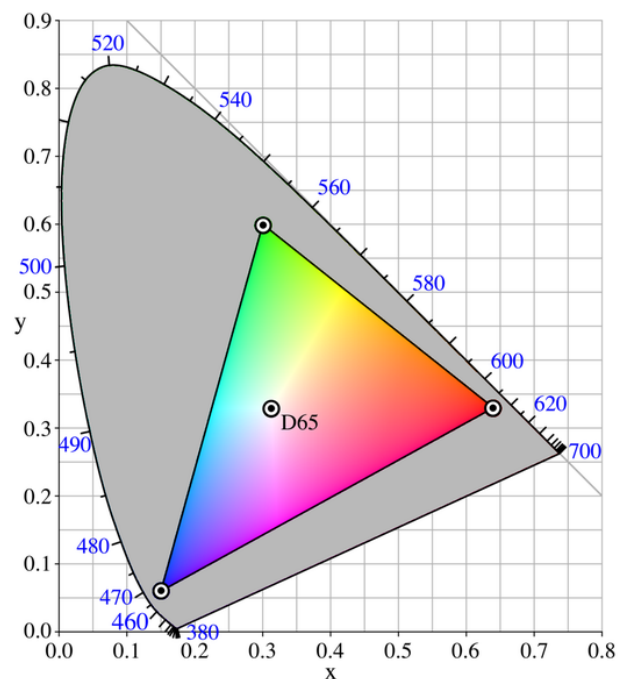
Nevýhodou tohoto systému je paradoxně poměrně velká svoboda při tvorbě barev. Existuje zde totiž riziko tvorby barvy, která leží mimo gamut výstupního zařízení, jakým je například tiskárna. [12]



Obr. 6.3 Gamut ProPhoto RGB [34]

## 6.8 sRGB

Tento prostor byl vyvinut firmami Microsoft a Hewlett-Packard. sRGB neboli standard RGB je systém, který je běžně využíván operačním systémem Windows. Tento systém je standardní paletou pro HTML a rozšiřuje počet odstínů jednotlivých barev. Přestože má proti ostatním variacím RGB prostoru poměrně omezený gamut, využívá se hojně v oblasti digitálních fotografií.



Obr.6.4 Gamut sRGB [32]

## 7 CMY(K)

Tento barevný systém je doplňkový k systému RGB. Je založen na principu subtraktivního míchání barev. Má tři základní složky:

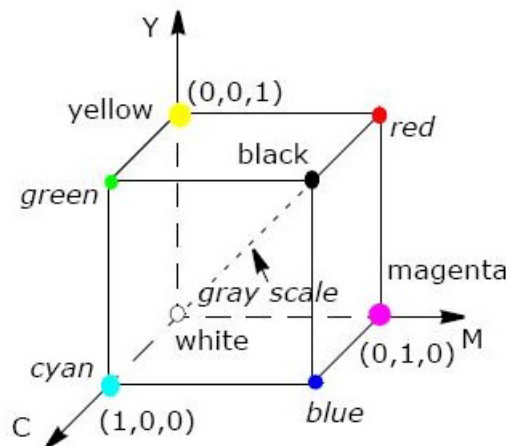
- Azurová (Cyan),
- purpurová (Magenta),
- žlutá (Yellow).

Smícháním všech tří složek ve stejném poměru se získá černá barva. Tato barva je ale technicky vzato tmavě hnědá, a proto se velmi často přidává ještě jedna složka, kterou je černá barva (Key).

Tento systém je hojně používán v inkoustových tiskárnách. Barvy tohoto systému jsou však čím dál častěji doplňovány svými odstíny (např. světle azurová). [13]

### 7.1 Grafická reprezentace modelu

Grafická reprezentace tohoto modelu je velmi podobná RGB krychli (kapitola 6.5).



Obr. 7.1 CMY krychle [7]

V bodě (0, 0, 0) se nachází barva bílá, zatímco v bodě (1, 1, 1) černá. Ve vrcholech krychle, které jsou umístěny na osách, se vyskytují primární barvy modelu CMY (tj. doplňkové systému RGB), jimiž jsou azurová (cyan), purpurová (magenta) a žlutá (yellow). Na diagonále mezi bílou a černou barvou se vyskytují odstíny šedi.

## 7.2 Screen angle

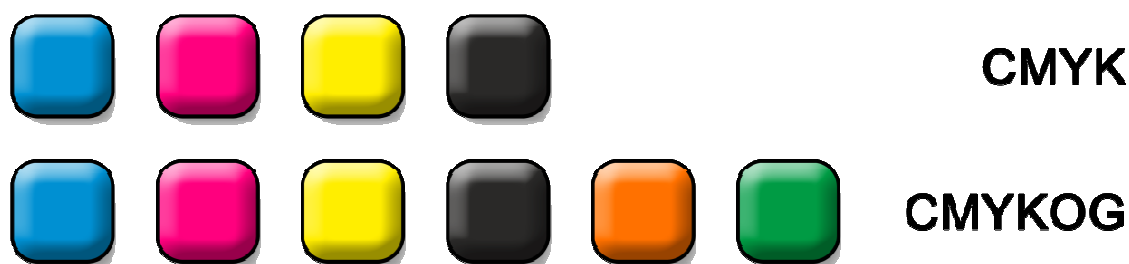
V běžném tisku se hustota inkoustu nemění. Rozsah a hustota různých barev je proto řešena pomocí polotónů. Inkousty CMYK se tisknou v mřížce pod různými úhly. Menší tečky absorbují méně světla, a proto platí, že čím více světla se odrazí, tím světlejší bude výsledná barva. [24]

C	15°	15°	105°	165°
M	75°	45°	75°	45°
Y	0°	0°	90°	90°
K	45°	75°	15°	105°

Tab. 7.1 Nejčastěji využívané úhly při tisku CMYK [30]

## 7.3 CMYKOG (Hexachrom)

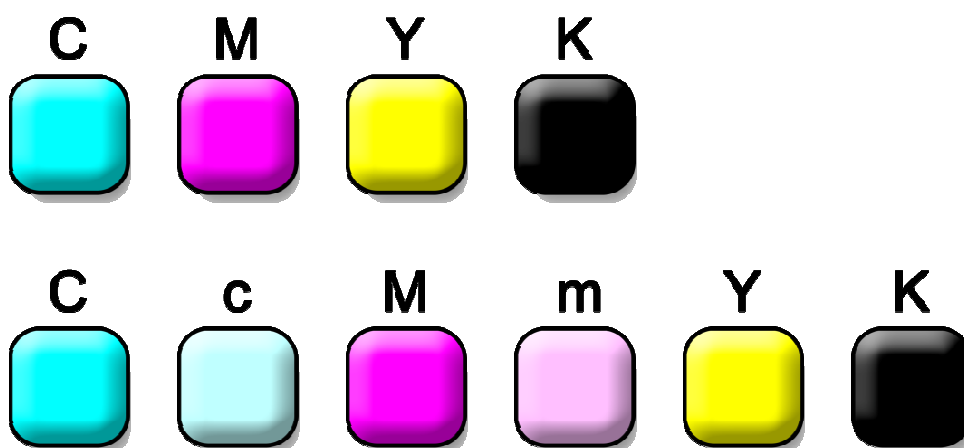
Hexachrom je systém, který byl vyvinut firmou Pantone roku 2008. Patří mezi tzv. Spot Color Systémy, které využívají speciální inkousty pro upřesnění některých barev nebo pro vytvoření zcela nových (viz kapitola 10). Jedná se o systém, kde se vyskytují, kromě primárních CMYK složek, ještě oranžová a zelená barva. Tímto rozšířením barev dochází zároveň k rozšíření gamutu a tím pádem i k lepší reprodukci barev. Zlepšení je vidět například u odstínů barvy pleti nebo v pastelových barvách. Bohužel, tento systém se přestal vyrábět, protože Adobe Systems přestalo podporovat software Pantone. [14]



Obr. 7.2 Inkousty CMYK a CMYKOG [52]

#### 7.4 CcMmYK (CMYKLcLm, CMYKcm)

Tento systém, využívající šesti barev, je využíván v inkoustových tiskárnách. Mimo základních barev se v tomto modelu vyskytují ještě světle azurová (Light cyan) a světle purpurová (Light magenta). Přidáním těchto barev se optimalizuje tisk některých světlých barev, které se s čistou CMYK kombinací tisknou pomocí půltónování<sup>5</sup>. Tento způsob tisku není lidskému oku viditelný u žluté barvy, protože lidské oko je na žlutou velmi málo citlivé. Proto se k CMYK systému přidali pouze světle azurová a světle purpurová. Nevýhodou těchto inkoustů, je jejich spotřeba. Světlých odstínů je potřeba asi dvakrát tolik, než by bylo potřeba klasických barev, na tisk stejného odstínu barvy. Výsledek však na mnoha obrázcích dosahuje mnohem vyšších kvalit než s použitím půltónování. [18]



Obr. 7.3 Inkousty CMYK a CcMmYK [53]

## 8 HSV (HSB)

V tomto barevném systému je barva specifikována celkem třemi hodnotami:

- Barevný tón (Hue), který se udává ve stupních (0° - 360°),
- sytost (Saturation), která určuje další barvy, pokud je nutné míchání,
- jasová hodnota (Value), která určuje hodnotu bílého světla.

Tento systém se využívá kvůli bližšímu popisu barev podle lidského vnímání. Jeho další výhodou je nezávislost na zařízení. Tento model má však i nevýhodu, a tou je neplynulý přechod mezi barvami.

HSV se využívá při technice stínování reliéfu. Při zpracování je totiž důležitý neměnný barevný tón, k čemuž je tento model vhodnější než např. RGB. Také se využívá pro

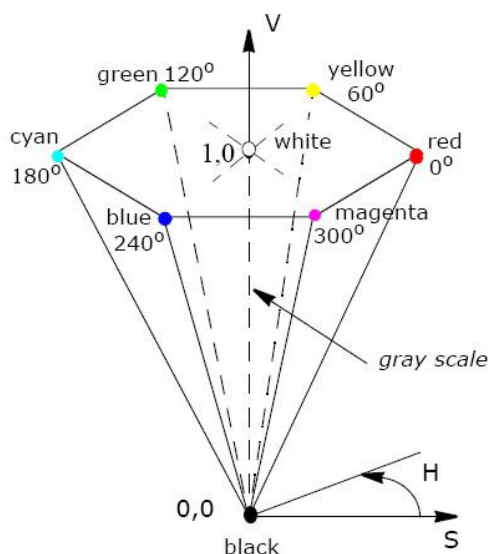
<sup>5</sup> Vykreslování světlých odstínů pomocí různě husté sítě teček.



intuitivnější a uživatelsky příjemnější výběr barev. Nikdo si totiž nedokáže pořádně představit mísení červené, zelené a modré. [59]

## 8.1 Zobrazení

Při zobrazení tohoto systému se využívá pravidelný šestiboký jehlan, jehož vrchol se nachází v počátku souřadnicového systému. Na vodorovné ose (většinou značené jako osa x) jsou zobrazeny sytost a jas, které mohou nabývat hodnot z intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ .



Obr. 8.1 Grafická reprezentace HSV [7]

Svislá osa (většinou označená jako osa y) zobrazuje změny úrovně jasu a je totožná s osou jehlanu.

Obvod podstavy jehlanu obsahuje čisté barvy. Barevný tón je potom definován jako úhel jdoucí proti směru hodinových ručiček od vodorovné osy. Tím pádem může nabývat hodnot z intervalu  $\langle 0^\circ - 360^\circ \rangle$ .

## 9 HSI

Tento systém je velmi oblíben v rámci aplikací pro zpracování obrázků. Je založen na téměř stejném principu jako HSV a zaměřuje se na podobnost s vnímáním barev lidským okem.

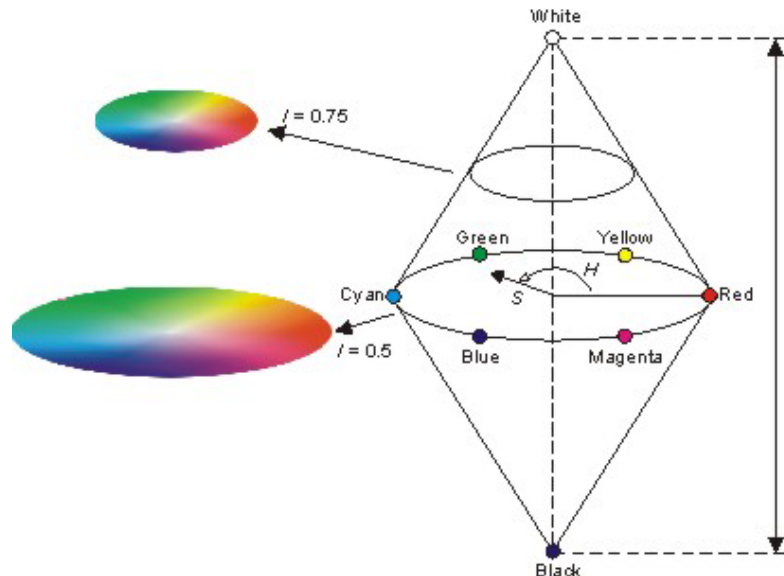
Každá barva je definována třemi parametry:

- H, které definuje barevný tón a jeho hodnoty se pohybují v rozmezí  $0^\circ - 360^\circ$ ,
- S, které definuje sytost a pohybuje se v rozmezí 0-1,
- I, které definuje intenzitu a pohybuje se v rozmezí 0-1.

Barevný tón udává barvu jako takovou, zatímco sytost definuje míru bílé přimíchané do barvy, zatímco intenzita udává jas. [50]

### 9.1 Zobrazení

HSI model je reprezentován jako dvojice kuželů, kde osa od bílé barvy k černé představuje intenzitu (I), úhel H představuje barevný tón a vzdálenost od středu značí sytost (S).



Obr. 9.1 Reprezentace modelu HSI [50]

## 10 Spot Color System

Tyto barevné systémy jsou systémy, které při tisku některých barev využívají samostatné, předpřipravené inkousty. Tyto systémy zabraňují běžným případům, kdy výsledná barva z tiskárny vypadá úplně jinak než barva použitá na počítači. Kromě toho dovolují tyto systémy využívat barvy, které nelze namíchat pomocí CMYK systému.

Barvy produkované těmito systémy se dělí na dvě kategorie:

- Barvy, které lze namíchat pomocí CMYK,
- barvy, na které je potřeba předem připravený inkoust, neboť jsou za hranicemi gamutu CMYK. [19]



Obr. 10.1 Vzorník barev [54]

## 10.1 Pantone Color Matching System

Pantone Matching System je normalizační barevný systém, který vyvinula firma Pantone. Tento systém je nejvýraznějším mezi Spot Color systémy. Používá se hlavně v Severní Americe a v Evropě.

Firma Pantone produkuje mnoho druhů vzorníků barev, které pracují s předpřipravenými inkousty nebo ukazují, jak vypadají tyto barvy, pokud jsou namíchány pomocí CMYK. Existují také speciální průvodci například kovovými barvami. Vzorníky se také řídí typem papíru, na který se výsledné barvy tisknou. Rozlišuje celkem tři hlavní typy:

- Křídový papír (coated = C),
- matný papír (matte = M),
- kancelářský papír (uncoated = U).

Barvy v tomto systému mají své speciální kódy, například PMS300.

### 10.1.1 Příprava barvy

Zákazník si vybere barvu, kterou chce použít (například pro tisk loga na vizitku). Poté pošle zakázku do tiskárny včetně požadavku na Pantone barvu. Když zakázka dorazí, tiskař vyhledá specifikace dané barvy a vyplní „job ticket“, který pokračuje k obsluze tisku. Ten si vyhledá „recept“ na danou barvu v přehledu od Pantone. Inkoust požadované barvy pak ručně vyrobí. Po tomto procesu je zakázka poslána do tiskárny a dokončena. [19] [20]

## 10.2 ANPA

ANPA nabízí zhruba 300 spot barev. Využívá se v USA a v Kanadě v žurnalistice. [31]

## 10.3 DIC a TOYO

DIC a TOYO jsou barevné systémy vyvinuté v Japonsku. [31]

## 10.4 FOCOLTONE

Tento systém slouží ke zpřesnění kombinací barev. Nabízí 763 kombinací všech 4 CMYK barev. [31]

## 10.5 HKS

Tento systém byl vyvinut v Německu. Obsahuje 120 spot barev a 3250 odstínů pro křídový i kancelářský papír. [31]

## 10.6 TRUEMATCH

Elektronický ekvivalent k Munsellovi nebo k Pantone, který je využíván v displejích. [31]

## 11 CIE 1976 L\*a\*b\*

Tento systém je jedním ze dvou, který se používá v mnoha profesionálních kolorimetrech. Úprava jasu je oddělena od barvy, což má svou výhodu, která spočívá v zabránění vzniku nežádoucích efektů. Tento systém je definován třemi kanály:

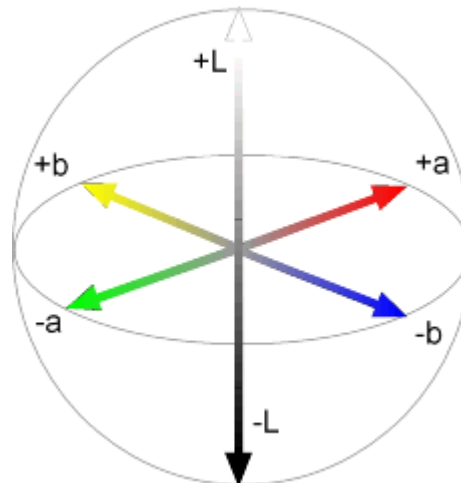
- L\* reprezentuje jas barvy, jeho rozsah je 0-100, přičemž 0 představuje barvu černou a 100 bílou,
- a\* představuje odstín barev mezi červenou (+a) a zelenou (-a) v rozsahu -128 až +127,
- b\* - odstín barev mezi žlutou (+b) a modrou (-b) v rozsahu -128 až +127.

CIE L\*a\*b\* se stal velmi důležitým systémem pro barvy monitoru. Tento model je nezávislý na zařízení, které ho využívá. CIE L\*a\*b\* se velmi často využívá jako pomocný systém při převodech mezi jinými systémy, zvláště pak v grafických editorech.

Lidské oko je velmi citlivé na změnu jasu, a proto se tento barevný model využívá také při grafické úpravě fotografií nebo různých obrázků, přičemž kanál L\* je využíván pro ostření a kanály a\* a b\* pro potlačení barevného šumu. Dochází k tomu pomocí rozostření barev. Při manipulaci s těmito kanály totiž nedochází ke změně jasu, a proto bude výsledek stále stejně ostrý jako před úpravami, neboť rozostření barev lidské oko nevnímá.

Barevné kanály  $a^*$  a  $b^*$  jsou rozděleny na teplé barvy (kladné hodnoty) a studené barvy (záporné hodnoty). Čím vyšší je číslo, tím je barva sytější, přičemž nula představuje odstín šedi.

Gamut tohoto systému zachycuje všechny barvy ve viditelném spektru světla. [2]



Obr. 11.1 Grafická reprezentace barevného systému CIELAB [55]

### 11.1 Nevýhody systému

Systém CIE  $L^*a^*b^*$  byl původně vyvinut pro porovnávání dvou vzorků barev za velmi specifických podmínek, a proto má tento model při obecném využití několik nevýhod z hlediska možné nepřesnosti. Tento systém totiž předpokládá, že odlišnost barev na přímce odstínu je dána pouze změnou v sytosti a ne odstínem. Tento předpoklad znamená, že například na jedné přímce, kde se vyskytuje modrá, se barva liší pouze sytostí. Faktem ale je, že se modrá barva v důsledku změny sytosti postupně mění na barvu purpurovou. Výsledky tohoto systému jsou i přes toto omezení ale stále velmi dobré. [39]

## 12 YCoCg

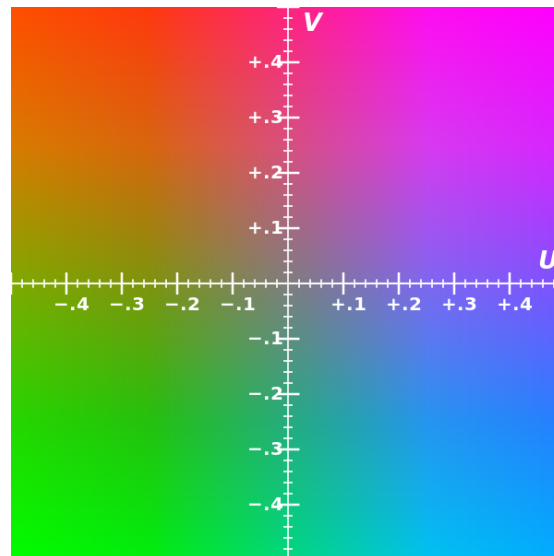
YCoCg je systém, který vyvinula firma Kodak pro efektivnější kompresi obrázků. Skládá se z jasové složky, oranžové a zelené barvy. [7]

## 13 YUV

YUV je barevný model, který se snaží přiblížit lidskému vnímání barev, kterému je mnohem blíže než RGB. Tento systém má tři základní složky:

- Y – jasová složka
- U,V – chrominance (barevné složky)

YUV se používá v televizní a video technice, přičemž pro černobílý obraz stačí Y, a pro JPEG kompresi. [13]



Obr. 13.1 vizualizace systému YUV, kde  $Y = 50\%$  [56]

### 13.1 YCbCr

YCbCr je systém, který je definován ITU. YCbCr je definován jako systém pro digitální televizní systémy. Hlavním obsahem je převod mezi RGB a YCbCr pro normalizaci digitálních signálů. Většina parametrů tohoto systému je shodná s parametry systému YPbPr. Tyto dva systémy jsou si velmi blízké. Tento systém má tři základní složky:

- Y – jasová složka,
- Cb je složka, která koresponduje se složkou U,
- Cr je složka, která koresponduje se složkou V systému YUV. [29]

### 13.2 Další modifikace

Tento systém má další modifikace, konkrétně:

- YDbDr, který se využívá při analogovém vysílání,
- YPbPb, který byl využíván ve videopřehrávačích. [29]

## 14 Tisk kovových barev

### 14.1 Roland

V dřívějších dobách byl přesný tisk kovové barvy nemožný. Tiskárny používaly pouze podobné barvy, které dokázaly pomocí čtyř barev (azurová, purpurová, žlutá a černá) namíchat. Společnost Roland vyvinula kovově stříbrný inkoust, se kterým se dá namíchat až 512 různých kovových barev. [9]

### 14.1.1 Vývoj

Prvotní myšlenkou před samotným vývojem průlomového stříbrného inkoustu byla možnost vývoje pouze jednoho inkoustu, za jehož pomoci by se mohli tisknout takové barvy, jako například zlatá či bronzová. Na tomto nápadu byl postaven celý vývoj.

Prvním velkým problémem byl samotný vývoj stříbrného inkoustu. Bylo provedeno mnoho testů s matoucími výsledky a mnoho experimentů s různými pigmenty, při hledání finálního.

Prvotní verze stříbrného inkoustu měla ovšem značné problémy. Pigment, který byl nakonec vybrán, má sklony k usazování, což vede k nerovnoměrnému vykreslování a nakonec až k ucpaní tiskárny. Tyto problémy byly nakonec vyřešeny pomocí speciálního cirkulačního systému. Systém je založen na principu pumpy, která pracuje v pravidelných intervalech a díky které může inkoust cirkulovat. Tím se zamezuje usazování a tento systém umožňuje tisknout rovnoměrně. [10]

### 14.2 Hewlett – Packard

Na podzim roku 2013 na Labelexpo představila společnost Hewlett – Packard nový stříbrný inkoust pro jejich tiskárnu HP Indigo WS6600. Tento inkoust bude volně prodejný od začátku nového roku, nyní ho mají k dispozici pouze zákazníci, kteří si zaplatili betu. Jejich zpětná vazba je ale velmi pozitivní. Pro Hewlett – Packard je to velký průlom a rozšiřuje to této společnosti pole působnosti. [25]

## 15 Převody mezi některými systémy

Převody mezi systémy jsou důležitou součástí dnešní doby. Každé zařízení totiž pracuje s různým barevným systémem (např. fotoaparát – monitor – tiskárna), a proto je nutné převádět jednotlivé systémy mezi sebou.

### 15.1 RGB CMY

Převod systému RGB do CMY je velmi často využívaný mezi přístroji počítač – tiskárna. V tomto případě se budeme věnovat převodu, kde RGB je reprezentováno hodnotami 0 - 255 a CMY 0 - 1. Převodní vzorce jsou velmi jednoduché:

$$C = 1 - \left( \frac{R}{255} \right) \quad 15.1$$

$$M = 1 - \left( \frac{G}{255} \right) \quad 15.2$$

$$Y = 1 - \left( \frac{B}{255} \right) \quad 15.3$$

Převod ze systému CMY do RGB je dán úpravou předchozího vztahu:

$$R = (1 - C) \times 255 \quad 15.4$$

$$G = (1 - M) \times 255 \quad 15.5$$

$$B = (1 - Y) \times 255 \quad 15.6$$

[16]

### 15.2 RGB CMYK

Tento převod je velmi podobný minulému, pouze obsahuje složku navíc, pomocí které se upraví výsledné hodnoty CMY. Opět pracujeme s RGB hodnotami 0 – 255 a CMY 0 – 1.

Pro prvotní převod RGB do CMY, je použit vztah z podkapitoly 7.1. Poté následuje výpočet K a konečná úprava hodnot CMY.

$$K = \text{MIN} ( C, M, Y ) \quad 15.7$$

$$C' = C - K \quad 15.8$$



$$M' = M - K \quad 15.9$$

$$Y' = Y - K \quad 15.10$$

Převod ze systému CMYK do RGB využívá tyto rovnice:

$$R = 255 \times (1 - C) \times (1 - K) \quad 15.11$$

$$G = 255 \times (1 - M) \times (1 - K) \quad 15.12$$

$$B = 255 \times (1 - Y) \times (1 - K) \quad 15.13$$

[16] [17] [36]

### 15.3 RGB HSI

Model HSI je transformací systému RGB. Převod mezi nimi je realizován pomocí těchto rovnic:

$$r = \frac{r}{r + g + b} \quad 15.14$$

$$g = \frac{g}{r + g + b} \quad 15.15$$

$$b = \frac{b}{r + g + b} \quad 15.16$$

Pokud platí, že  $b \leq g$ , postupuje výpočet touto rovnicí:

$$h = \cos^{-1} \left\{ \frac{0,5 \times [(r - g) + (r - b)]}{\sqrt{[(r - g)^2 + (r - b) \times (g - b)]}} \right\} \quad 15.17$$

Pokud naopak platí, že  $b > g$ , potom je rovnice pro  $h$  následující:

$$h = 2\pi - \cos^{-1} \left\{ \frac{0,5 \times [(r - g) + (r - b)]}{\sqrt{[(r - g)^2 + (r - b) \times (g - b)]}} \right\} \quad 15.18$$

Další rovnice jsou pro oba případy stejné:

$$s = 1 - 3 \times \min(r, g, b) \quad 15.19$$

$$i = \frac{(R + G + B)}{(3 \times 255)} \quad 15.20$$

Pro reverzní převod se používá složitější algoritmus, který je vypsán v Příloze A.

#### 15.4 RGB HSV

HSV systém je transformací systému RGB, tudíž jsou jeho hodnoty k tomuto modelu relativní.

$$R = \frac{R}{255} \quad 15.21$$

$$G = \frac{G}{255} \quad 15.22$$

$$B = \frac{B}{255} \quad 15.23$$

$$C_{max} = \max(R, G, B) \quad 15.24$$

$$C_{min} = \min(R, G, B) \quad 15.25$$

$$\Delta = C_{max} - C_{min} \quad 15.26$$

Hodnota H	Podmínka
$60^\circ \times \left( \frac{G - B}{\Delta} \bmod 6 \right)$	$C_{max} = R$
$60^\circ \times \left( \frac{B - R}{\Delta} + 2 \right)$	$C_{max} = G$
$60^\circ \times \left( \frac{R - G}{\Delta} + 4 \right)$	$C_{max} = B$

Tab. 15.1 Výpočet hodnoty H podle hodnoty  $C_{max}$

Hodnota S	Podmínka
$0$	$\Delta = 0$
$\frac{\Delta}{C_{max}}$	$\Delta <> 0$

Tab. 15.2 Výpočet hodnoty  $S$  podle hodnoty  $\Delta$ 

$$V = C_{max} \quad 15.27$$

Pro převod HSV→RGB se využívá tento postup:

$$C = V \times S \quad 15.28$$

$$X = C \times \left(1 - \left\lfloor \frac{H}{60} \right\rfloor \bmod 2 - 1\right) \quad 15.29$$

$$m = V - C \quad 15.30$$

Hodnoty (R,G,B)	Podmínka
(C, X, 0)	$0 \leq H < 60$
(X, C, 0)	$60 \leq H < 120$
(0, C, X)	$120 \leq H < 180$
(0, X, C)	$180 \leq H < 240$
(X, 0, C)	$240 \leq H < 300$
(C, 0, X)	$300 \leq H < 360$

Tab. 15.3 Přiřazení hodnot k RGB podle hodnoty  $H$ 

$$(R, G, B) = (R + m, G + m, B + m) \quad 15.31$$

[40] [41]

## 15.5 RGB YUV

Pro tento převod existují velmi jednoduché rovnice:

$$Y = (0,299 \times R) + (0,587 \times G) + (0,114 \times B) \quad 15.32$$

$$U = (-0,168736 \times R) - (0,331264 \times G) + (0,5 \times B) + 128 \quad 15.33$$

$$V = (0,5 \times R) - (0,418688 \times G) - (0,081312 \times B) + 128 \quad 15.34$$

Pro převod z YUV do RGB se potom používají tyto rovnice:

$$R = 1,164 \times (Y - 16) + 1,569 \times (V - 128) \quad 15.35$$

$$G = 1,164 \times (Y - 16) - 0,813 \times (V - 128) - 0,391 \times (U - 128) \quad 15.36$$

$$B = 1,164 \times (Y - 16) + 2,018 \times (U - 128) \quad 15.37$$

[23] [46]

## 15.6 RGB YCoCg

Tento převod je využíván Intel IPP funkcemi:

$$Y = \frac{R}{4} + \frac{G}{2} + \frac{B}{4} \quad 15.38$$

$$Co = \frac{R}{2} - \frac{B}{2} \quad 15.39$$

$$Cg = -\frac{R}{4} + \frac{G}{2} - \frac{B}{4} \quad 15.40$$

Pro převod do RGB jsou potom používány tyto rovnice:

$$R = Y + Co - Cg \quad 15.41$$

$$G = Y + Cg \quad 15.42$$

$$B = Y - Co - Cg \quad 15.43$$

[7]

## 15.7 RGB CIE XYZ

Tento převod se využívá hlavně při převodu z RGB do CIE L\*a\*b\* a v ICC profilech, v nichž je PCS CIE XYZ. Tento převod je využíván pro sRGB, který se vyskytuje ve většině monitorů. Pro převod RGB → CIE XYZ se využívá tento postup:

$$r = \frac{r}{255} \quad 15.44$$

$$g = \frac{g}{255} \quad 15.45$$

$$b = \frac{b}{255} \quad 15.46$$

Dalším postupem je výpočet nových hodnot  $r, g$  a  $b$ . V následující tabulce se postupně za  $x$  dosadí stávající hodnoty  $r, g$  a  $b$ .

Hodnota $x$	Podmínka
$\left(\frac{(x + 0,055)}{1,055}\right)^{2,4}$	$x > 0,04045$
$\frac{x}{12,92}$	$x \leq 0,04045$

Tab. 15.4 Výpočet hodnoty  $r, g, b$  podle hodnoty původního  $r$

$$r = r \times 100, g = g \times 100, b = b \times 100 \quad 15.47$$

$$x = (r \times 0,4124564) + (g \times 0,3575761) + (b \times 0,1804375) \quad 15.48$$

$$y = (r \times 0,2126729) + (g \times 0,7151522) + (b \times 0,0721750) \quad 15.49$$

$$z = (r \times 0,0193339) + (g \times 0,1191920) + (b \times 0,9503041) \quad 15.50$$

Tento převod pro Adobe RGB a ProPhoto RGB je k dispozici v Příloze A.

Pro opačný převod je postup následující:

$$x = \frac{x}{100}, y = \frac{y}{100}, z = \frac{z}{100} \quad 15.51$$

$$r = (3,24071 \times x) - (1,53726 \times y) - (0,498571 \times z) \quad 15.52$$

$$g = (-0,969258 \times x) + (1,87599 \times y) + (0,0415557 \times z) \quad 15.53$$

$$b = (0,0556352 \times x) - (0,203996 \times y) - (1,05707 \times z) \quad 15.54$$

Všechny hodnoty jsou poté ještě počítány podle své hodnoty. V následující tabulce se za  $x$  postupně dosadí stávající hodnoty  $r, g, b$ .

Hodnota $x$	Podmínka
$1,055 \times x^{\frac{1}{2,4}} - 0,055$	$x > 0,0031308$
$x \times 12,92$	$x \leq 0,0031308$

Tab. 15.5 Výpočet hodnot  $r, g, b$  podle jejich hodnoty

V tomto převodu se může stát, že výsledné hodnoty budou menší než nula nebo větší než 255. Pokud se tak stane, pouze je přepíšeme na nulu či 255. [42] [43]

### 15.8 CIELAB CIE XYZ

Tento převod se používá hlavně při převodu RGB  $\rightarrow$  CIELAB, který nelze provést přímo. Převod se používá například při zjišťování míry odlišnosti dvou barev. Pro převody

CIE XYZ  $\rightarrow$  CIELAB a CIELAB  $\rightarrow$  CIE XYZ je zapotřebí znát několik konstant:

$$X_r = 95,047$$

$$Y_r = 100$$

$$Z_r = 108,883$$

$$\varepsilon = 0,008856$$

$$\kappa = 903,3$$

Pro převod CIELAB  $\rightarrow$  CIE XYZ se používá tento postup:

$$X = x_r X_r, Y = y_r Y_r, Z = z_r Z_r \quad 15.55$$

$$f_x = \frac{a}{500} + f_y \quad 15.56$$

$$f_z = f_y - \frac{b}{200} \quad 15.57$$

$$f_y = \frac{(L + 16)}{116} \quad 15.58$$

Hodnota $x_r$	Podmínka
---------------	----------

$f_x^3$	$f_x^3 > \varepsilon$
$\left(\frac{116f_x - 16}{\kappa}\right)$	$f_x^3 \leq \varepsilon$

Tab. 15.6 Výpočet hodnoty  $x_r$  podle hodnoty  $f_x^3$ 

Hodnoty  $y_r$  a  $z_r$  jsou počítány pomocí stejného postupu jako hodnota  $x_r$ :

Hodnota $y_r$	Podmínka
$\left(\frac{(L + 16)}{116}\right)^3$	$L > \kappa\varepsilon$
$\frac{L}{\kappa}$	$L \leq \kappa\varepsilon$

Tab. 15.7 Výpočet hodnoty  $y_r$  podle hodnoty  $L$ 

Hodnota $z_r$	Podmínka
$f_z^3$	$f_z^3 > \varepsilon$
$\frac{(116f_z - 16)}{\kappa}$	$f_z^3 \leq \varepsilon$

Tab. 15.8 Výpočet hodnoty  $z_r$  podle hodnoty  $f_z^3$ 

Pro převod CIE XYZ se využívá tento postup:

$$x_r = \frac{X}{X_r}, y_r = \frac{Y}{Y_r}, z_r = \frac{Z}{Z_r} \quad 15.59$$

Hodnota $f_x$	Podmínka
$\sqrt[3]{x_r}$	$x_r > \varepsilon$
$\frac{\kappa x_r + 16}{116}$	$x_r \leq \varepsilon$

Tab. 15.9 výpočet hodnoty  $f_x$  podle hodnoty  $x_r$ 

Hodnoty  $f_y$  a  $f_z$  jsou počítány stejným postupem jako hodnota  $f_x$ :

Hodnota $f_y$	Podmínka
---------------	----------

$\sqrt[3]{y_r}$	$y_r > \varepsilon$
$\frac{\kappa y_r + 16}{116}$	$y_r \leq \varepsilon$

Tab. 15.10 výpočet hodnoty  $f_y$  podle hodnoty  $y_r$ 

Hodnota $f_z$	Podmínka
$\sqrt[3]{z_r}$	$z_r > \varepsilon$
$\frac{\kappa z_r + 16}{116}$	$z_r \leq \varepsilon$

Tab. 15.11 výpočet hodnoty  $f_z$  podle hodnoty  $z_r$ 

$$L = 116f_y - 16, a = 500(f_x - f_y), b = 200(f_y - f_z) \quad 15.60$$

[44] [45]

## 15.9 Pantone Matching Color System

Pantone nemá žádné převodní vzorce pro převod tohoto systému na jiné. Společnost Pantone vyřešila převody vydáním průvodců, které ke konkrétní barvě v systému Pantone přiřazuje nejbližší barvy ze systémů RGB či CMYK. Pantone navíc bere v úvahu, na rozdíl od ostatních systémů, i typ papíru, na který je tisknuto.

Ukázka převodů se dá najít i online:

<http://goffgrafix.com/pantone-rgb-100.php>

Na této webové stránce je převod z Pantone na nejbližší barvu v RGB.

V levém sloupci je konkrétní kód barvy Pantone. V dalších sloupcích jsou pak jednotlivé hodnoty pro R, G a B. V posledním sloupci je pak hexadecimální vyjádření dané barvy.



## 16 Převody barevných systémů

Následující část práce se bude zabývat realizací programu pro demonstraci barevných systémů a převody mezi nimi. Pro vývoj programu je nutné zvolit vhodný programovací jazyk, neboť je na výběr několik variant.

## 17 Výběr programovacího jazyka

### 17.1 C++

C++ je programovací jazyk s podporou objektově orientovaného programování. Zároveň se však tento jazyk snaží být kompatibilní s jazykem C, od kterého převzal mnoho vlastností a omezení. Oproti tomuto jazyku je menší riziko výskytu paměťových chyb z důvodu abstrakce nad pamětí. [49]

### 17.2 C#

Tento objektově orientovaný jazyk byl vyvinut firmou Microsoft. Byl uveden spolu s vývojovým prostředím .NET. Tento jazyk vychází z C/C++, ale více se podobá jazyku Java. Tento jazyk je součástí prostředí Visual Studio.NET, ve kterém se poprvé objevilo v roce 2000. Používá se například pro tvorbu formulářových aplikací ve Windows, pro tvorbu webových aplikací či databázových programů. [47] [48]

## 18 Realizace programu

### 18.1 Použitý jazyk a software

Při realizaci programu byly na vybranou dva příbuzné programovací jazyky. Volba padla na C# kvůli zkušenostem s tímto jazykem a jeho podobností s jazykem Java.

Použitým softwarem bylo Visual Studio 2010 Ultimate z důvodu přehledného návrháře zobrazení, zkušenostmi s tímto softwarem a z důvodu jednoduchého ovládání.

### 18.2 Design převodníku

Volba převodů byla vyřešena pomocí comboboxů. Jakmile si uživatel zvolí výchozí systém, ze kterého bude převádět do cílového, automaticky se vygeneruje seznam příslušných cílových systémů, do kterých lze z tohoto systému převádět. To bylo vyřešeno pomocí jednoduchého přepínače, který není tolik náročný jako konstrukce if then else a je přehledný. K přepínání dochází podle vybraného výchozího systému. Toto řešení bylo vybráno z důvodu zamezení výběru převodů, které nejsou v programu implementovány.

Pro zadávání hodnot slouží standardní textová pole. Do těchto polí jsou ukládány i výsledky převodu. Tato možnost byla zvolena z důvodu jednotného vzhledu programu. Pro výchozí textová pole byla přidána pro uživatele usnadňující funkce, která automaticky označí veškerý text v poli, pokud na něj uživatel najede pomocí tabulátoru.

Barva, kterou uživatel převádí, je potom zobrazována v pictureboxu v pravé části programu. V rámci některých barevných systémů je to samozřejmě pouze barva orientační, kvůli omezenému rozsahu reprodukovatelných barev v monitoru.

Další volby, například zobrazení gamutů a zobrazení grafické reprezentace modelů, je volitelných pomocí stisku příslušného tlačítka. Tento způsob zobrazení byl zvolen kvůli rychlému přístupu k těmto funkcím programu.

Funkce nápovědy byla zařazena do stručného menustripu. Uživatel ji nepotřebuje tak často, tudíž bylo zvoleno toto nenápadné řešení.



Obr. 18.1 výchozí okno programu

### 18.3 Přepínání systémů

Přepínání systémů je vyřešeno pomocí comboboxů. Dokud si uživatel nevybere nějaký výchozí systém, je funkce překreslení programu nepřístupná. Jakmile si uživatel zvolí startovní barevný systém, nastaví se první cílový systém z příslušného seznamu a možnost překreslení programu se zpřístupní. Tento systém je řešen pomocí přepínače.

Když si uživatel zvolí startovní barevný systém, pomocí přepínače se zobrazí příslušný seznam cílových barevných systémů. Tento systém zabrání volbě neexistujícího převodu. Každý převod má přidělené specifické číslo a k překreslení programu dojde opět pomocí přepínače, který volá textová pole a přepisuje labely právě podle specifického čísla daného

převodu. Tímto se zajistí správná viditelnost/neviditelnost palety, pomocí které může uživatel v případě RGB zadávat startovní hodnoty, správný počet textových polí, jejich popisky a zobrazení správných prvků i na straně cílového barevného systému.

Správný počet textových polí a jejich popisky jsou řešeny pomocí dvou jednoduchých metod, z nichž jedna slouží pro překreslení panelu s výchozím systémem a druhá k překreslení panelu s cílovým systémem. Tato metoda má čtyři String parametry. Pokud je některý z nich prázdný, příslušné textové pole se zneviditelní. Jinak dojde pouze k přepsání popisku dle zadaného parametru. Toto řešení bylo zvoleno z důvodu úspory a zpřehlednění kódu.

#### 18.4 Ošetření vstupů a okno s chybovou hláškou

Před samotným vykonáním převodu je nutné zkontrolovat správnost vstupních hodnot, které uživatel zadal. První kontrolou je vyplnění všech vstupních hodnot. Pokud zůstalo některé textové pole prázdné, je uživatel na tento fakt upozorněn. Tato kontrola je prováděna porovnáváním obsahu textových polí s prázdným řetězcem. Kontrola úplnosti dat je přepínána pomocí specifického čísla převodu. Toto přepínání je nutné z důvodu odlišnosti počtu textových polí s každým barevným systémem.

Dalším kritériem je kontrola správnosti rozsahu a formátu hodnot, které uživatel zadal. Tato kontrola je prováděna pomocí konstrukce if then else. Další možností byl přepínač, ale if then else umožňuje komplexní tvorbu podmínek a určování rozsahu pomocí různých hodnot (například specifické číslo převodu, počáteční písmeno startovního převodu).

Pomocí větvených podmínek je tedy nejprve kontrolováno vyplnění všech vstupních dat. Následně je podle daného výchozího systému kontrolován správný formát dat. To je realizováno pomocí převodu textu na integer nebo double, což závisí právě na daném výchozím systému. Nakonec je kontrolován správný rozsah hodnot. Jednotlivé barevné systémy jsou v těchto podmínkách od sebe odlišeny pomocí počátečního písmena názvu převodu, tedy podle popisku u prvního textového pole.

Ve třídě, která ošetřuje vstupy zadané uživatelem, je v konečné fázi vyhodnocena proměnná `spocti`, která je přítomna u každé podmínky, která se týká vstupních hodnot. Tato proměnná má výchozí hodnotu 0. Pokud je někde ve vstupních hodnotách chyba, nastaví se tato proměnná na jedničku a objeví se chybová hláška. Pokud má tato proměnná hodnotu 1, je to signál pro třídu, že žádné podmínky již není třeba procházet. Dokud je hodnota 0, program

prochází všechny podmínky, dokud kontrola není dokončena. Pokud je na samém konci hodnota 0, program zrealizuje převod.

Rozsah dat je kontrolován pomocí porovnávání, zatímco správný formát je ošetřován pomocí TryParse v požadovaném formátu.

## 19 Převody mezi systémy

Jednotlivé převody mezi barevnými systémy jsou z důvodu přehlednosti většinou v oddělených třídách. K převodům slouží opět jednoduchý přepínač, který převody přepíná pomocí hodnoty proměnné číslo, do které se ukládá specifické číslo zvoleného převodu. Poté je zavolána třída či metoda s požadovaným převodem, provede se požadovaný výpočet a výsledné hodnoty jsou pomocí ToString zobrazeny do textových polí určených pro cílový systém. Pokud se v převodu nevyskytuje systém RGB, dojde ještě k převodu do RGB z důvodu zobrazení převáděné barvy. Pokud není v následujících kapitolách psáno jinak, jsou k převodům mezi jednotlivými systémy používány vzorce z kapitoly 15. Pokud je v rovnicích volba dle podmínky, je tato podmínka v programu ošetřena pomocí konstrukce if then else.

### 19.1 RGB → Pantone

Speciálním případem převodů je převod z RGB do Pantone. Pantone, jakožto Spot Color System, funguje na principu databáze barev. Pro tyto účely byl vytvořený textový soubor s kódy Pantone barev a nejbližšími barvami v RGB systému a hexadecimálními tvary těchto barev. Při převodu je tento soubor načten a každá barva, včetně startovní je převedena do systému CIE L\*a\*b\*, kde jsou tyto barvy porovnávány z hlediska „vzdálenosti“. Tento postup by šel využít i v případě RGB, ale systém CIE L\*a\*b\* je ohledně lidského vnímání barev přesnější. Takto je zpracován celý soubor a nakonec je v novém okně zobrazeno pět nejpodobnějších barev, zatímco v pictureboxu v hlavním okně je pro srovnání zobrazena původní barva. Jelikož je v souboru zaznamenán i hexadecimální tvar barev, není třeba dalších převodů. Záznamů v tomto souboru je pouze kolem tisíce, takže výpočty a následné porovnávání nemají viditelný vliv na rychlost.

Výpočet vzdálenost mezi jednotlivými barvami je realizován pomocí jednoduché rovnice:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad 19.1$$

## 19.2 Pantone → RGB / CMYK

Převod z Pantone na RGB či CMYK funguje opět přes soubor s Pantone barvami a nejbližší barvou v RGB / CMYK. Uživatel zadá kód Pantone barvy a program pomocí while najde stejný nebo matematicky nejbližší kód Pantone barvy, která se v souboru vyskytuje. Do polí v cílovém systému jsou potom zapsány hodnoty RGB / CMYK barvy, která je této barvě podle souboru, nejbližší.

## 19.3 Další funkce

### 19.3.1 Řetězení převodů

Převody lze mezi sebou také samozřejmě řetězit. Pokud tedy například chceme převést barvu ze systému CMYK do systému CIE L\*a\*b\*, je zapotřebí si vypomocť převody do jiných systémů. Je nutné nejprve převést barvu ze systému CMYK do systému RGB a až tyto hodnoty je možno převést do systému CIE L\*a\*b\*. Tento převod je však realizován ještě přes systém CIE XYZ. Tyto zřetěžené převody nebyly do programu zahrnuty z hlediska udržení přehlednosti.

### 19.3.2 Kopírování hodnot

Aby uživatel nemusel neustále zapisovat výsledné hodnoty na papír a poté je opět přepisovat do programu, byla implementována funkce zapamatování hodnot, která je aktivována, pokud je nový výchozí systém shodný se starým cílovým barevným systémem. Pokud tato situace nastane, jsou hodnoty automaticky přepsány do textových polí nového výchozího barevného systému a to přes pole hodnot. Hodnoty jsou též zapamatovány, pokud se starý výchozí systém rovná novému startovnímu barevnému systému. Pokud k těmto situacím nedojde, je do pole, kam se ukládají zapamatované hodnoty, uloženo slovo „Neni“. Toto slovo je pro program signálem, že žádné hodnoty přepisovány nebudou.

## 19.4 Zobrazení převáděné barvy

Po každém provedení převodu je v pravé části programu zobrazena převáděná barva v rámci možností RGB. Pokud uživatel převádí z nebo do RGB, dojde k převodu do hexadecimálního tvaru a poté je tato barva nastavena jako pozadí použitého pictureboxu. Pokud uživatel převádí mezi úplně jinými barevnými systémy, je jeden z těchto systémů nejkratší cestou převeden do RGB a z něj poté dojde opět k převodu do hexadecimálního tvaru a poté je opět tato barva nastavena jako barva pozadí pictureboxu.

Barva je také promítnuta do palety, která se otevírá stisknutím tlačítka „Výsledek“. Po otevření je v paletě nastavena převáděná barva. To zjednoduší uživateli práci, neboť si pouze

jedním stiskem tlačítka může barvu uložit do oblíbených nebo si zjistit RGB hodnoty barvy či její pozici v paletě. Této funkce bylo docíleno pomocí uložení hexadecimální hodnoty zobrazené barvy do palety.

## 20 **Nápověda**

Nápověda se otevře po otevření nápovědy v MenuStrip. Nápověda je velmi stručná a strohá, neboť není důležitou součástí programu a částečně je zabudována do chybových hlášek při zadávání vstupů.

Nápověda jako taková tedy obsahuje stručné informace o každém barevném systému, které jsou v programu zahrnuty a rozsahy a formáty hodnot těchto systémů, které se v tomto programu využívají.

Nápověda funguje jako samostatné okno se stručným textem. Barevné systémy jsou, pro rychlejší vyhledávání, seřazeny podle abecedy.

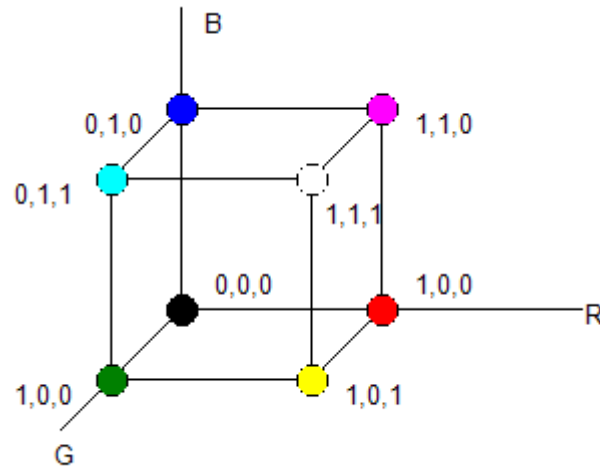
## 21 **Zobrazení**

Po stisknutí tlačítka „Zobrazení“ se uživateli zobrazí obrázky, které přísluší k aktuálnímu převodu mezi barevnými systémy.

### 21.1 **RGB**

Pokud převod mezi systémy obsahuje systém RGB, zobrazí se v tomto okně, mimo jiné, i standardní RGB krychle, která slouží jako grafická reprezentace tohoto barevného modelu. Toto zobrazení bylo zvoleno pouze jako mřížka s vyznačením barev ve vrcholech této krychle z důvodu přehlednosti tohoto modelu.

Tato krychle je vykreslena pomocí dvou čtverců, které jsou od sebe v předem vypočítané vzdálenosti, která záleží na jejich velikosti. Tyto dva čtverce jsou poté spojeny čtyřmi úsečkami, které jsou poloviční délky a jsou pod úhlem  $45^\circ$ . Barvy vrcholů jsou vyznačeny podle os. Na osách  $x$ ,  $y$ ,  $z$  leží primární barvy RGB modelu (červená, zelená, modrá). V počátku soustavy se pak vyskytuje barva černá (0, 0, 0). Ve vrcholu (1, 1, 1) se vyskytuje barva bílá a podle pravidel míchání se potom ve zbylých vrcholech vyskytují barvy azurová, purpurová a žlutá.



Obr. 21.1 Repräsentace RGB

### 21.1.1 RGB v CIE XYZ

Dalším zobrazením tohoto barevného systému, které stojí za zmínku, je systém RGB v systému CIE XYZ.

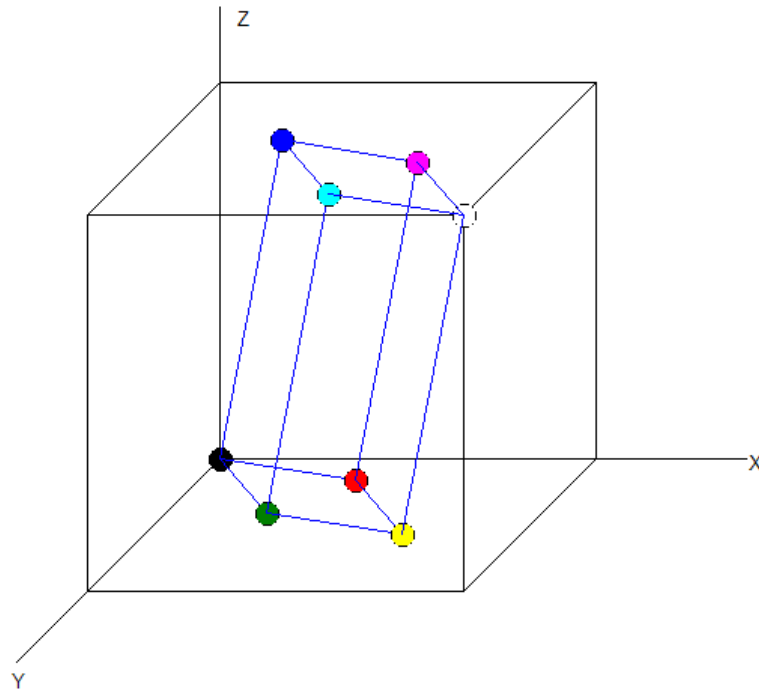
RGB systém zaujímá pouze malé procento CIE XYZ. Tento systém lze zobrazit jako jednoduchou krychli, v jejích rozích ovšem nelze vyznačit jednotlivé barvy, neboť obsáhnout všechny barvy tohoto systému je pro RGB nemožné. Pro grafickou reprezentaci tohoto systému se navíc častěji využívá chromatický diagram. Toto zobrazení však bylo zvoleno kvůli demonstraci různých rozsahů zobrazení těchto dvou systémů.

CIE XYZ krychle je sestrojena stejnou metodou, jakou byla sestrojena krychle RGB. Pro systém RGB je poté nutno spočítat pozici jednotlivých bodů. Pro černou a bílou barvu jsou pozice poměrně jasné. Vrchol černé barvy se vyskytuje v počátku, zatímco vrchol s barvou bílou se vyskytuje ve vrcholu (1, 1, 1). Body ovšem musely být pro ověření vypočítány. Nejprve jsou tedy jednotlivé hodnoty barev RGB vrcholů převedeny do CIE XYZ. Následně jsou tyto hodnoty vyděleny hodnotami bílého bodu (z důvodu dosažení rozsahu 0-1) a vynásobeny velikostí CIE XYZ krychle. Takto byly získány tři souřadnice, které bylo nutné převést pouze do dvou výsledných souřadnic. Toho se docílilo těmito rovnicemi:

$$x = x - \frac{y}{2} \times \cos \frac{\pi}{180^\circ} \times 45^\circ \quad 21.1$$

$$z = z - \frac{y}{2} \times \cos \frac{\pi}{180^\circ} \times 45^\circ \quad 21.2$$

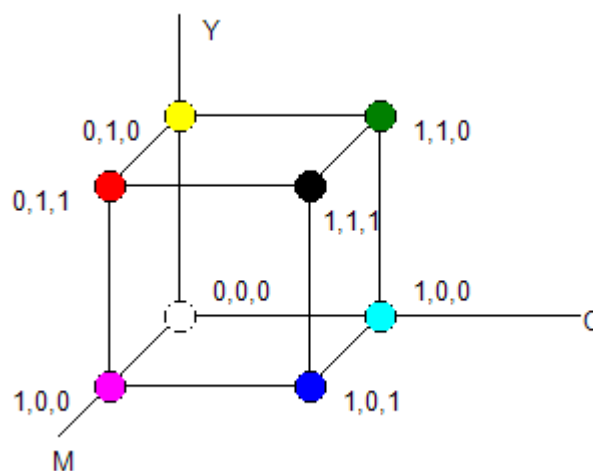
Nakonec byly body obarveny a pospojovány.



Obr. 21.2 RGB krychle v CIE XYZ systému

## 21.2 CMY(K)

Pokud převod obsahuje ve výchozím nebo cílovém barevném systému CMY(K), zobrazí se v okně CMY(K) krychle, která se nejčastěji používá jako grafická reprezentace tohoto modelu. Tato krychle je vykreslena jako mřížka s vykreslenými barvami v jednotlivých vrcholech. Vykreslení krychle je založeno na úplně stejné metodě jako vykreslení RGB krychle. Na osách x, y, z jsou ale tentokrát primární barvy tohoto systému (azurová, purpurová a žlutá). V počátku soustavy je bílá barva a ve vrcholu (1,1,1) se nachází barva černá. Ve zbylých vrcholech se nachází barvy, které vznikají při subtraktivním míchání (kapitola 3.4.2), tj. červená, zelená a modrá.



Obr. 21.3 CMY(K) krychle

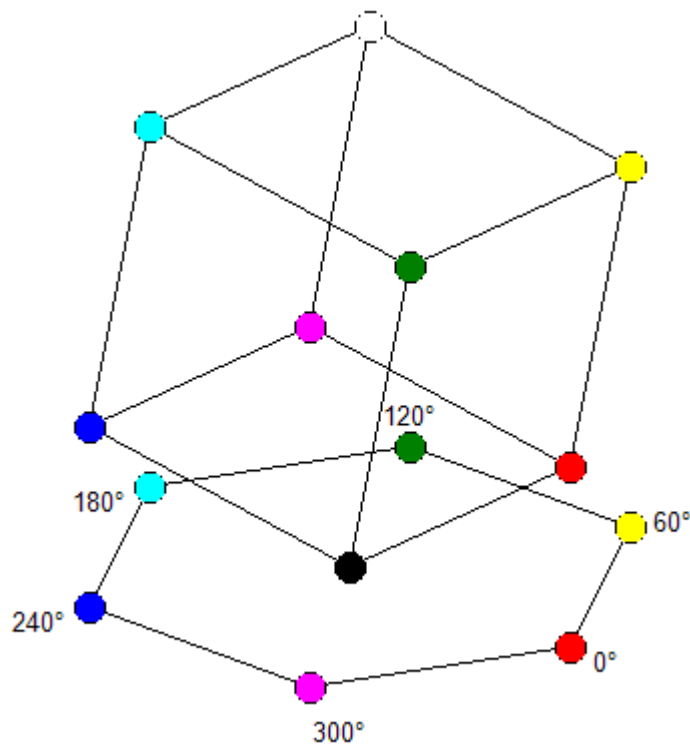


### 21.3 Hex

Hexadecimální tvar barvy není sám o sobě barevným systémem. Je to pouze jiná forma vyjádření barvy z RGB systému. Jelikož tato možnost existuje v programu pouze v rámci RGB, které je znázorněno již zmíněnou krychlí, je k hexadecimálnímu tvaru připojen pouze popis s krátkým popisem tohoto vyjádření barvy.

### 21.4 Projekce barevných bodů z RGB krychle na plochu

Následující obrázek se vyskytuje u převodů, ve kterých se vyskytují systémy HSI a HSV. Tento obrázek demonstruje projekci barevných bodů RGB krychle na plochu, pokud je tělesová úhlopříčka, vedoucí od bílého vrcholu k černému, ve svislé poloze. Po zobrazení bodů na plochu při takovémto natočení je výsledkem pravidelný šestiúhelník, který je základem pro podstavy při grafické reprezentaci již zmíněných systémů HSI a HSV.

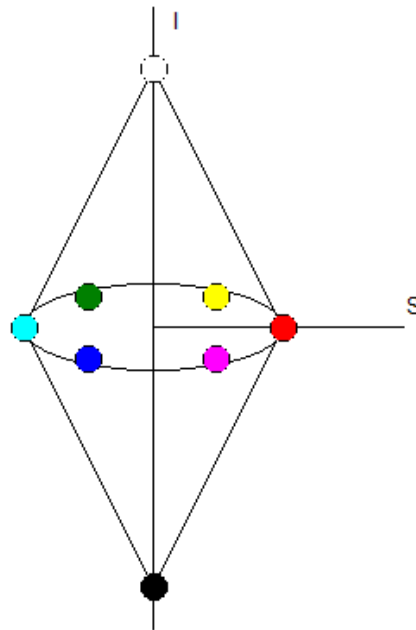


Obr. 21.4 Projekce barevných bodů RGB krychle na plochu

### 21.5 HSI

HSI systém je zobrazen jako dvojitý kužel, přičemž svislá osa znázorňuje intenzitu, úhel ukazuje na barevný tón a vzdálenost S od středu představuje sytost. Úhly v tomto obrázku nebyly vypsány z důvodu jejich přítomnosti v obrázku projekce barevných bodů RGB krychle na plochu, kde jsou hodnoty H pro šest zde znázorněných barev vypsány.

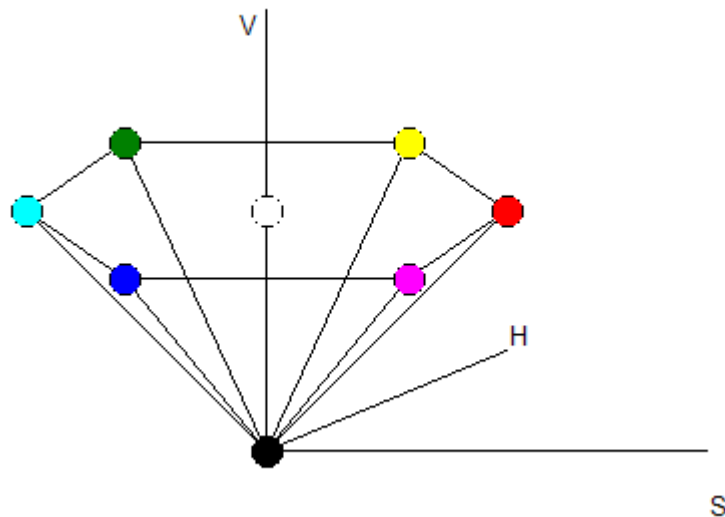
Mřížkové vykreslení se znázorněním nejdůležitějších barevných bodů bylo zvoleno z důvodu jednoduchosti implementace a přehlednosti dané reprezentace.



Obr. 21.5 Repräsentace HSI systému

## 21.6 HSV

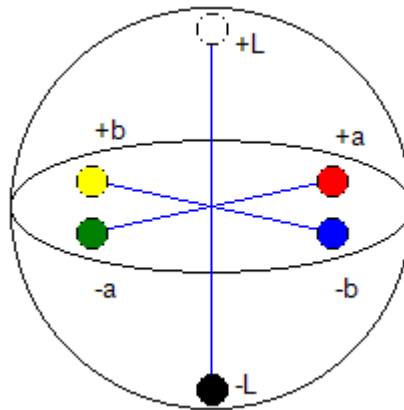
Model HSV je zobrazován jako jehlan. Je to jednoduchá transformace RGB krychle, kde barevné body jsou projekcí na plochu a spojnice mezi podstavou a vrcholem jehlanu představuje tělesovou úhlopříčku RGB krychle, která představuje různé odstíny šedi. Šestiúhelníková podstava byla řešena pomocí průmětu.



Obr. 21.6 Repräsentace HSV systému

## 21.7 CIE L\*a\*b\*

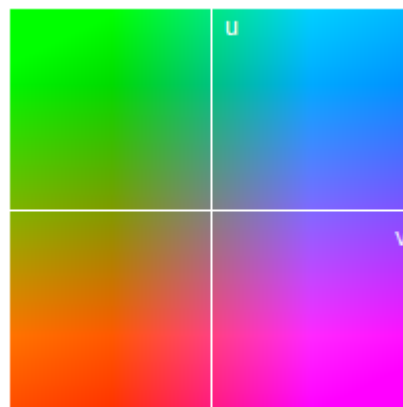
Model CIE L\*a\*b\* lze mimo jiné zobrazit jako kouli. Osa L znázorňuje různé stupně jasu, zatímco osy a a b znázorňují různé barvy a jejich odstíny. Toto zobrazení bylo vybráno pro jeho přehlednost a jednoduchost.



Obr. 21.7 Repräsentace systému CIELAB

## 21.8 YUV

Model YUV lze mimo jiné zobrazit dvourozměrně. Hodnota Y je pevně dána, zatímco u a v představují osy x a y. Toto řešení bylo zvoleno pro jeho jednoduchost a přehlednost. Hodnota Y je v tomto případě stanovena na +127.



Obr. 21.8 2D reprezentace YUV

## 21.9 Pantone

Jelikož Pantone je Spot Color System, který je definován vzorníky s barvami na různých typech papíru a těmito vzorníky je systém definován, je v případě výskytu tohoto systému do zobrazení nahraný obrázek s jedním ze vzorníků od společnosti Pantone.



Obr. 21.9 Re prezentace systému Pantone [60]

## 22 Gamuty

Následující text se zabývá částí programu, ve které jsou zobrazovány gamuty některých barevných systémů. U většiny gamutů je zároveň možnost přepnout jeho zobrazení mezi zobrazení v rámci CIE XYZ a CIELAB. S každým zobrazovaným gamutem je také vykreslen příslušný bílý bod. Bílý bod je teoretický zdroj světla, který je definován ve specifikaci každého ze zobrazovaných gamutů.

### 22.1 Design okna

Okno obsahuje klasický picturebox pro zakreslování diagramu a obrázků. Po straně boxu jsou potom volby pro zobrazení jednotlivých gamutů a možnost aktualizace plátna. Zobrazování gamutů je formou checkboxů z důvodu možného vícenásobného výběru a přehlednosti. Jednotlivé popisky jsou vyvedeny v barvě čar, které ohraničují gamuty příslušných systémů.

Další volbou je výběr diagramu, který je formou radioButtonů kvůli možnosti přepínání. Nikdy totiž nelze vybrat oba diagramy naráz. K výběru jsou dva nejčastěji využívané systémy při převezech mezi RGB a CMYK. Těmi jsou CIE XYZ a CIELAB.

Vyčištění plátna je formou tlačítka pro rychlou manipulaci s obrázkou.

### 22.2 Chromatický diagram

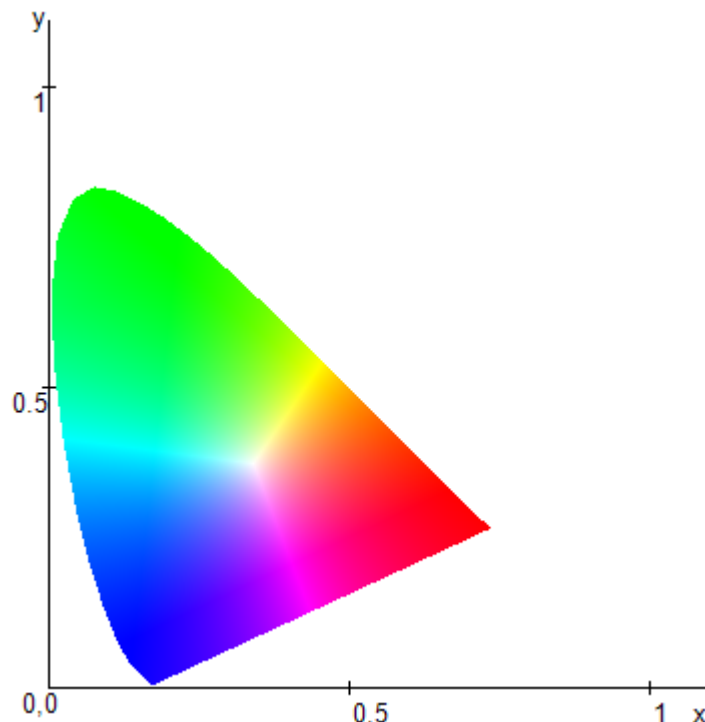
Po otevření možnosti prohlížení gamutů se zobrazí standardní chromatický diagram. Ten je vykreslen pomocí souboru „cie.txt“, kde jsou zaznamenány hodnoty trichromatických činitelů v závislosti na vzrůstající vlnové délce. Tyto hodnoty jsou uloženy do pole jako body a následně je těmito body proložen polygon. Aby se však docílilo správného natočení tohoto diagramu, bylo třeba hodnoty ypsilonové souřadnice odečíst od celkové výšky plátna.

Vykreslení barev diagramu funguje pomocí dvou vnořených for cyklů, které obsahuje všechny pixely, které je nutné otestovat. Pokud je pixel uvnitř chromatického diagramu, známe tudíž jeho hodnoty X a Y ( $X = x$  a  $Y = y$ ). Jelikož pro systém CIE XYZ potřebujeme ještě hodnotu Z, je třeba ji dopočítat. Pro tuto hodnotu existuje jednoduchý vzorec:

$$z = 1 - x - y \quad 22.1$$

a  $Z = z$ . Poté je proveden převod do RGB dle gamutu NTSC. Tato metoda spočívá v dopočítání barev mimo gamut, pomocí bílého bodu a přepočtu do RGB podle primárních barev barevného systému. Nakonec je spočítán hexadecimální tvar barvy, kterou je poté vybarven daný pixel. Tato metoda bohužel nepatří k nejefektivnějším, při větším počtu testovaných pixelů dochází k pomalému načítání nového okna. Její nespornou výhodou je ale její nenáročná implementace.

Pro eliminaci této nevýhody je po prvním spuštění programu chromatický diagram uložen jako .bmp obrázek a při každém dalším spuštění či překreslení je tento obrázek nahrán do programu.



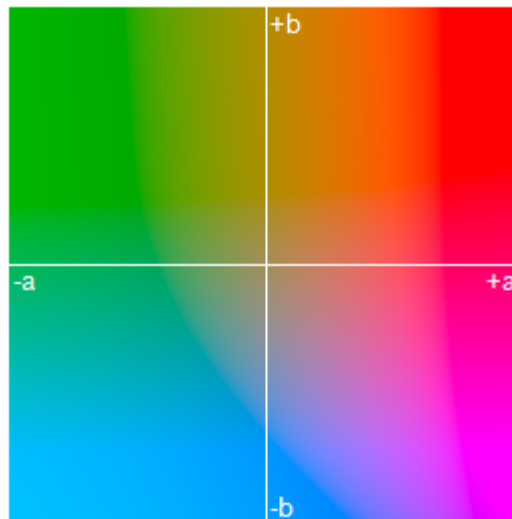
Obr. 22.1 CIE xy diagram

### 22.3 CIELAB diagram

Zatímco CIExy diagram se načítá z obrázku, kvůli úspoře času, CIELAB diagram je pokaždé znovu vykreslován, protože hranice tohoto diagramu jsou díky čtvercovému tvaru pevně dané, a tudíž není třeba zjišťovat pozici jednotlivých pixelů vůči diagramu.

Výpočet probíhá opět přes vnořené for cykly s pevně stanovenými hranicemi. Souřadnice pixelů představují hodnoty  $a^*$  a  $b^*$ . Hodnota  $L^*$  je pevně stanovena na 60%. Tyto tři hodnoty jsou následně přes CIE XYZ převedeny do sRGB a poté je pixel vykreslen pomocí převodu barvy do hexadecimálního tvaru a vykreslení polygonu o velikosti  $1 \times 1$ .

Nakonec jsou pomocí posunu a velikosti diagramu vykresleny a popsány jednotlivé osy.



Obr. 22.2 CIELAB diagram o  $L = 60\%$

## 22.4 RGB

Jelikož RGB má mnoho podob, kvůli profilům, a zároveň gamuty různých rozsahů, bylo třeba zvolit několik typů, které budou tento barevný systém reprezentovat. Volba padla na sRGB, což je systém, který je typický pro mnoho monitorů a dále na Adobe RGB a ProPhoto RGB, které využívají hlavně fotografové a grafici.

Tyto gamuty jsou zobrazovány v rámci CIExy diagramu a diagramu CIELAB. Přepínání mezi nimi probíhá v závislosti na podmínce, zda je zaškrtnutý CIELAB nebo CIE XYZ.

V rámci každého zobrazovaného gamutu je zobrazen i tzv. bílý bod.

### 22.4.1 RGB v CIE XYZ

Gamut jakéhokoliv RGB je definován jako trojúhelník díky primárním barvám systému, kterými jsou červená, zelená a modrá. Různé gamuty jsou pak dány specifikací převodu do CIE XYZ, která je definována ve specifikaci každého profilu pro RGB. Primární barvy jsou tedy nejprve převedeny do CIE XYZ a následně jsou vypočítány souřadnice. Pro jejich výpočet je používán stejný princip jako u výpočtu chromatického diagramu.

U profilů pro RGB jsou ale většinou ve specifikaci rovnou uvedeny souřadnice všech tří primárních barev a bílé a černé barvy.

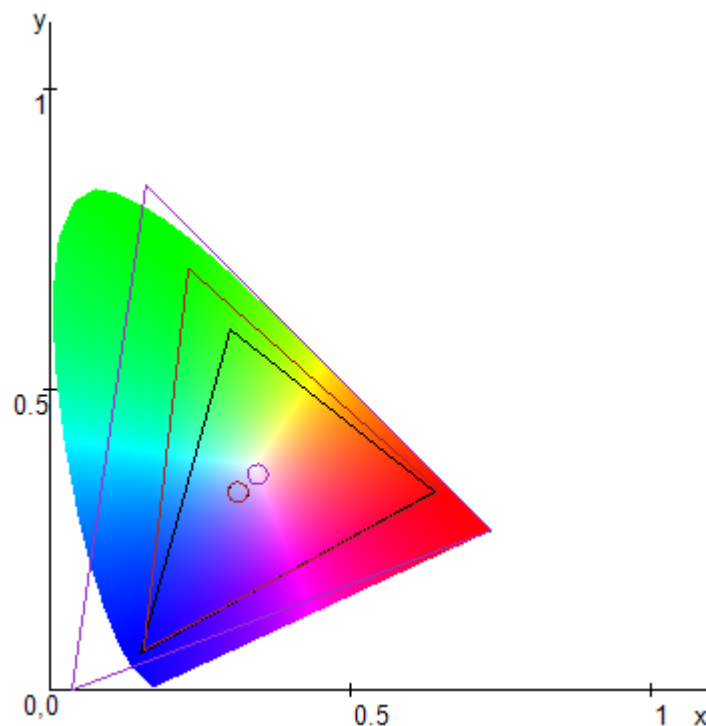
Při výpočtu jednotlivých souřadnic je tedy nutné znát souřadnice, které lze najít v již zmíněné specifikaci nebo je lze vypočítat zavoláním třídy se samostatným převodem, který je ve specifikaci profilu definován. Volba tedy padla na výpočet z důvodu kontroly a jeho dalšího využití při zobrazování systému v CIELAB.

Hodnoty RGB se tedy převedou do systému CIE XYZ pomocí příslušného převodu. Následně jsou vypočítány hodnoty pro  $x$  a  $y$ , které představují souřadnice dané barvy. Tyto souřadnice jsou počítány pomocí následujících rovnic:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad 22.2$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad 22.3$$

Nakonec jsou dané souřadnice spojeny pomocí funkce DrawPolygon.

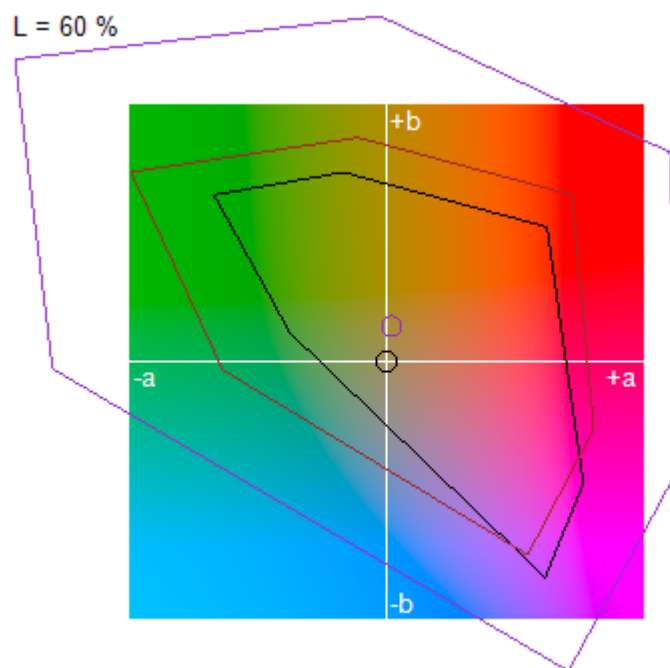


Obr. 22.3 RGB gamut v CIE XYZ – ProPhotoRGB (fialová), Adobe RGB (červená), sRGB (černá)

### 22.4.2 RGB v CIELAB

Vzhledem k jiné definici systému CIELAB vypadají gamuty jednotlivých barevných systémů odlišně. Zatímco při zobrazení v diagramu CIE XYZ byly všechny gamuty RGB trojúhelníky, v systému CIELAB se tyto gamuty jeví jako šestiúhelníky. Ve vrcholech těchto šestiúhelníků jsou ty nejsytější barvy od červené po purpurovou.

Výpočet souřadnic probíhá podobně jako v předchozím případě. Hodnoty RGB jsou pomocí příslušného převodu propočítány do systému CIE XYZ. Z tohoto systému je následně ještě proveden převod do CIELAB. Výsledné hodnoty  $a$  a  $b$  potom představují výsledné souřadnice dané barvy.



Obr. 22.4 RGB gamut v CIELAB –ProPhoto RGB(fialová), Adobe RGB(červená), sRGB(černá)

### 22.5 CMYK

CMYK neboli barevný systém určený pro tiskárny, obsahuje nepřeberné množství profilů pro různé typy tiskáren. Mnoho z nich má velmi podobné gamuty, některé mají gamuty naprosto odlišné.

Pro demonstraci gamutu CMYK byly vybrány profily Fogra39, CGATS TR006 a Ifra30S.

Z výsledků je zřejmé, že gamuty profilů FOGRA39 a Ifra30S jsou si velmi podobné, zatímco CGATS TR006 je mnohem menší.

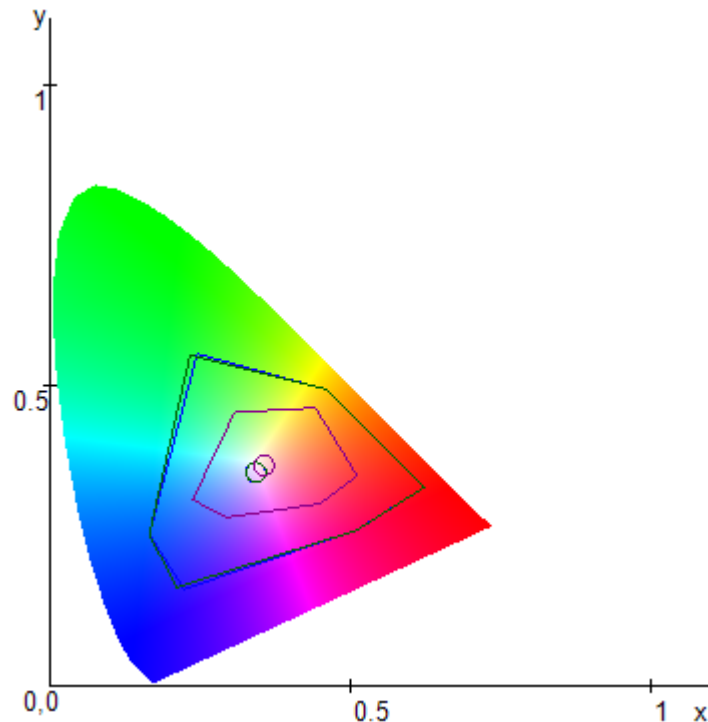
I u tohoto systému je možný výběr, zda budou gamuty zobrazovány v rámci CIE<sub>xy</sub> diagramu nebo v rámci CIELAB.



V rámci každého zobrazovaného gamutu je zobrazen i tzv. bílý bod.

### 22.5.1 CMYK V CIE XYZ

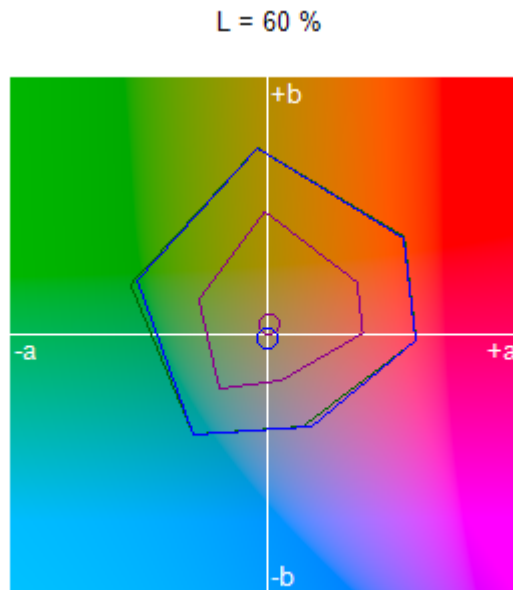
Pro vykreslení gamutů je tentokrát potřeba šest bodů. Těmito barvami jsou primární barvy systému CMYK (azurová, purpurová a žlutá) a primární barvy systému RGB (červená, zelená, modrá). Informace o hodnotách X, Y a Z jsou opět k dispozici ve specifikacích jednotlivých profilů systému CMYK.



Obr. 22.5 CMY(K) gamut v CIE XYZ – Fogra39(modrá), CGATS TR006(zelená), Ifra 30S(fialová)

### 22.5.2 CMYK V CIELAB

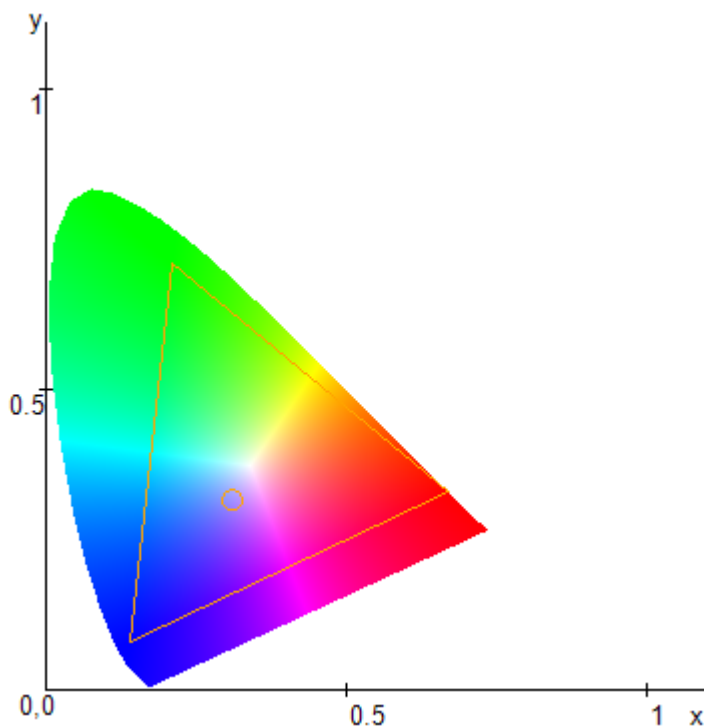
Pro vykreslení gamutu je opět zapotřebí minimálně šesti bodů. Informace o hodnotách  $a^*$  a  $b^*$  jsou k dispozici ve specifikacích profilů tohoto systému, kde se nachází seznam zhruba 2000 bodů a jejich hodnot v CMYK, v CIE XYZ a v CIELAB.



Obr. 22.6 CMY(K) gamut v CIELAB – Fogra39(modrá), CGATS TR006(zelená), Ifra 30S(fialová)

## 22.6 NTSC

Dalším vybraným systémem bylo NTSC, které představuje typ analogového vysílání, které se využívá hlavně na americkém kontinentu a například i na Filipínách. Body pro červenou, modrou a zelenou barvu byly opět definovány ve specifikaci NTSC.



Obr. 22.7 NTSC gamut v CIE XYZ

## 22.7 Překreslení plátna

Funkce překreslení plátna slouží pro aktualizaci diagramu a pro odstranění gamutů z důvodu opětovného zpřehlednění plátna. Po stisknutí se aktualizuje celé plátno a opět se do něj nahraje obrázek chromatického diagramu či CIELAB, podle aktuálního výběru.

## 23 Vyhodnocení výsledků

### 23.1 Správnost převodů

Jednotlivé převody byly realizovány za pomoci dohledaných převodních rovnic, které byly vybrány dle jejich využití a možnosti srovnání výsledků převodů s jinými převodními programy.

Převody mezi systémy RGB a CIE XYZ a RGB CMYK, jsou pouze orientační a přibližné. Tento fakt je dán množstvím profilů u systémů RGB a CMYK, které pokaždé specifikují hodnoty stejných barev jinak. V případě převodu mezi RGB a CIE XYZ byl tedy pro převod vybrán profil sRGB, který je využíván ve velké řadě monitorů, zatímco v případě převodu mezi RGB a CMYK byl vybrán průměrný převod, který pouze transformuje hodnoty, který je matematicky velmi jednoduchý. Reálné převody mezi RGB a CMYK jsou ve skutečnosti mnohem složitější.

### 23.2 Funkčnost programu

Při tvorbě programu byla vyzkoušena funkčnost hlavně ohledně ošetření vstupů. Při testování neprošly prázdné vstupní hodnoty, písmena, ani hodnoty mimo rozsah. Funkčnost programu byla testována v průběhu vývoje projektu a vstupní hodnoty byly testovány pro každý převod zvlášť. Dále byla omezena a otestována možnost překreslení programu bez výběru systémů pro převod.

Program se tedy chová dle předpokladů.

### 23.3 Srovnání s dalšími programy

Během vývoje aplikace pro převody byly výsledky převodů konzultovány a srovnávány s jinými programy pro převody. Zadávání hodnot probíhá ve všech případech velmi podobně, ovšem pouze u jednoho nebo dvou programů byla možnost vybrat barvu pro převod pomocí palety. Tato možnost by měla být k dispozici, protože u mnoha programů chyběl přehled o vzhledu převáděné barvy.

Naopak výhodou některých aplikací byly dynamické změny hodnot, které nabíhaly již při zadávání nebo při úpravě všech tří hodnot, což v tomto programu k dispozici není. Tato možnost však není úplně nutná.

Tento program však, na rozdíl od jiných, nabízí i náhled na grafickou reprezentaci využitých barevných systémů a na rozsahy gamutů několika různých profilů RGB a CMYK. Zároveň obsahuje stručné seznámení s využitými systémy v nápovědě, což programy, které nejsou na stránkách k tomu určené, neobsahují.

Nemnoho programů také nabízí možnost najít Pantone barvu podobnou barvě z RGB systému.

## 24 Závěr

První částí této práce a jedním z bodů zadání je přehled moderních barevných systémů. Ačkoli se mluví o moderních systémech, své místo na trhu si stále drží i klasické modely, jako je RGB nebo CMYK. Poměrně novou technologií je tisk kovových barev, který je stále ještě ve vývoji a společnosti se na tuto formu tisku teprve začínají orientovat (viz kapitola 14). V reklamním průmyslu pak jsou na vzestupu tzv. Spot Color Systémy, kde firmy, které disponují touto možností, míchají barvy pro tisk na zakázku. (kapitola 10)

Barevné systémy se ale nepoužívají jenom v tisku. Za zmínku stojí také například televizory, které využívají barevný model YUV (kapitola 13) nebo fotoaparáty, které pracují s různými modifikacemi RGB modelu (kapitola 6).

Vzhledem k rozsáhlosti a množství barevných systémů si myslím, že se mi i přesto podařilo vybrat systémy v dnešní době nejpoužívanější nebo z hlediska techniky tisku zajímavé.

Hlavní částí tohoto projektu a dalším bodem zadání je program pro demonstraci barevných systémů a jejich převody. Dle srovnání výsledků s několika jinými programy pro převod a podle příslušných rovnic, které jsou pro realizaci použity, vycházejí výsledky převodů dle očekávání. Pro demonstraci systémů byly vybrány většinou mřížkované modely a pro představu rozsahu barev byla implementována možnost prohlížení gamutů vybraných systémů i jejich profilů.

Tato část předčila má očekávání z důvodu pochybností ohledně mých schopností, co se týče programování, které vznikly, když se přede mnou objevil úkol naprogramovat reprezentace jednotlivých barevných systémů, které jsou v programu použity. V konečné fázi programu jsem si však, že by se dal ještě vylepšit, například dynamičtějším přidáváním vstupních hodnot, větším množstvím gamutů nebo přesnějším a profesionálnější vykreslením. Z hlediska přehlednosti a demonstrace si ale myslím, že i tento bod zadání je splněn.

### 24.1 Přínos práce

Během tvorby této práce jsem nabyla cenných zkušeností. Naučila jsem se více pracovat s programovacím jazykem C#, naučila jsem se lépe a přehledněji dělit kód do tříd, což bylo u tak rozsáhlého projektu naprosto nezbytné. Z hlediska teorie jsem pronikla do oblasti barevných systémů, jejich reprezentace. Zjistila jsem, že barevné systémy a teorie barev je mnohem rozsáhlejší odvětvím, než jsem si zpočátku myslela

Dále jsem došla ke zjištění, že nejčastěji prováděné převody, které zahrnují RGB nebo CMYK jsou pouze orientační a slouží pro základní zorientování v těchto převodech. To je způsobeno množstvím profilů těchto systémů, jejichž prozkoumání a vyjmenování by zabralo snad i roky práce a výzkumu, neboť na trhu je těchto profilů již nepřehledné množství. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla do práce uvést jenom některé z nich a profily vůbec zahrnout pouze okrajově, neboť tato část je samostatným odvětvím barevných systémů a zasloužila by si vlastní projekt.

Rozhodnutí o programu a práci jako takové většinou nebyla úplně špatná. Hned na začátku jsem ale strávila mnoho času předěláváním designu kvůli přepínání mezi jednotlivými systémy. Pokusit se využívat menuStrip pro výběr převodů byl naprosto nevhodný nápad.

Dalším špatným rozhodnutím bylo psaní kódu pouze do několika málo tříd. Nakonec bylo množství řádků v každé třídě natolik neúnosné, že jsem si mnoho času musela vyhradit na přepis a rozdělení kódu do více tříd a poté jsem se hromadění kódu již úspěšně vyhýbala.

## Přehled zkratk

CIE.....slouží k shromažďování a výměně informací o vědě, která se zabývá světlem, barvami a viděním (The International Commission on Illumination)

CMY(K) .....Název barevného systému, který se využívá převážně v tiskárnách (Cyan, Magenta, Yellow, Key)

CMYKOG .....Cyan, Magenta, Yellow, Key, Orange, Green

CcMmYK .....Systém CMYK s dvěma přidanými inkousty – světle azurovou (Light cyan) a světle purpurovou (Light magenta)

CMYKLcLm .....viz CcMmYK

CMYKcm .....viz CcMmYK

HSI.....Barevný systém, transformace RGB systému, která je uživatelsky příjemnější (Hue, Saturation, Intenstion)

HSV .....Hue, Saturation, Value

HSB .....Hue, Saturation, Brightness

ITU ..... Mezinárodní telekomunikační unie (International Telecommunication Union)

NTSC.....Norma pro přenos barevného obrazu (National Television System Committee)

YCbCr .....Systém využívaný při digitálním vysílání

YCoCg.....Systém využívaný pro kompresi obrázků

YDbDr .....Systém využívaný při analogovém vysílání

YPbPb.....Systém využívaný ve videopřehrávačích

YUV .....Barevný systém využívaný při vysílání

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BURNIE, David. *Stručná encyklopedie lidského těla*. Praha: Talentum, c1996, s. 68. ISBN 8096739042.
- [2] DANNHOFFEROVÁ, Jana. *Velká kniha barev: kompletní průvodce pro grafiky, fotografy a designéry*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012, 352 s. ISBN 978-80-251-3785-7.
- [3] *Adobe photoshop o barvách* [online]. b. r. [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: [http://help.adobe.com/cs\\_CZ/photoshop/cs/using/WS705A7236-E699-4730-A893-59B0C3F1B756a.html](http://help.adobe.com/cs_CZ/photoshop/cs/using/WS705A7236-E699-4730-A893-59B0C3F1B756a.html)
- [4] Vidí psi černobíle?. *Novinky ze světa psů, koček, rostlin, cestování a ostatní* [online]. 2007 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.celysvet.cz/vidi-psi-cernobile.php>  
*The Dog's and the human's view*. 2005. Dostupné z: <http://www4.uwsp.edu/psych/dog/la/dogvis.jpg>
- [5] BARČÍK, Tomáš. *Webová grafika: fotografie, barvy, textury*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2002, 88 s. ISBN 80-722-6701-9.
- [6] Color Models: RGB Color in Graphic Design. MILLER, Eric. *Color Models: RGB Color in Graphic Design* [online]. 2007 [cit. 2013-10-16]. Dostupné z: <http://graphicdesign.about.com/od/colorbasics/a/rgb.htm>
- [7] Color Models. *Color Models* [online]. 2009 [cit. 2013-10-16]. Dostupné z: [http://software.intel.com/sites/products/documentation/hpc/ipp/ippi/ippi\\_ch6/ch6\\_color\\_models.html](http://software.intel.com/sites/products/documentation/hpc/ipp/ippi/ippi_ch6/ch6_color_models.html)
- [8] Working Space Comparision: sRGB vs. Adobe RGB 1998. *Working Space Comparision* [online]. b. r. [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/sRGB-AdobeRGB1998.htm>
- [9] The World is Metallic: Concept of Metallic Inkjet Printer. *The World is Metallic: Concept of Metallic Inkjet Printer* [online]. b. r. [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://www.rolanddg.com/metallicworld/concept.html>
- [10] The World is Metallic: Untold story of the development. *The World is Metallic: Untold story of the development* [online]. b. r. [cit. 2013-10-24]. Dostupné z: <http://www.rolanddg.com/metallicworld/history.html>
- [11] AZ Reprodukce Barev. OTÁHALOVÁ, Lenka. *AZ Reprodukce Barev* [online]. b. r. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.reprodukce-barev.org/?menu=3>
- [12] Understanding ProPhoto RGB. *Understanding ProPhoto RGB* [online]. b. r. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.luminous-landscape.com/tutorials/prophoto-rgb.shtml>
- [13] Základní barevné systémy. DOLEŽAL, Jiří. *Základní barevné systémy* [online]. 2013 [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://mdg.vsb.cz/jdolezal/Pgrafika/Prednaska/ZaklBarevneSys.html>
- [14] Print: print - hexachrome. *Print* [online]. b. r. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.pantone.com/pages/pantone/Pantone.aspx?pg=3&ca=24&cca=6>
- [15] RGB (Red Green Blue). *Tech - FAQ* [online]. b. r. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: <http://www.tech-faq.com/rgb.html>
- [16] Easy RGB. *Easy RGB* [online]. b. r. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <http://www.easyrgb.com/index.php?X=MATH&H=11#text11>
- [17] Prednaska\_barva. *Ústav nových technologií a aplikované informatiky* [online]. 2009 [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: [http://www.nti.tul.cz/cz/images/7/71/Prednaska\\_barva.pdf](http://www.nti.tul.cz/cz/images/7/71/Prednaska_barva.pdf)
- [18] CcMmYK color model. *CcMmYK color model* [online]. b. r. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <http://shelf3d.com/i/CcMmYK%20color%20model>
- [19] Graphics: PANTONE MATCHING SYSTEM. *Pantone* [online]. b. r. [cit. 2013-11-07].



- Dostupné z: <http://www.pantone.com/pages/pantone/pantone.aspx?pg=19970>
- [20] Pantone Color Matching System: Pantone Wiki. *Pantone Wiki* [online]. 2013 [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: [http://pantone.wikia.com/wiki/Pantone\\_Color\\_Matching\\_System](http://pantone.wikia.com/wiki/Pantone_Color_Matching_System)
- [21] Color Models. *DePaul University* [online]. 2009 [cit. 2013-11-08]. Dostupné z: <http://condor.depaul.edu/sjost/gph205/paint-pigments/color-spaces.htm>
- [22] ICC slide presentation. *International Color Consortium* [online]. 2010 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://www.color.org/slidepres2003.pdf>
- [23] YUV to RGB Conversion. *Fourcc* [online]. c2011 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://www.fourcc.org/fccyvrgb.php>
- [24] Color Space Fundamentals. *Digital Expert* [online]. c2011 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: [http://web.archive.org/web/20110716053923/http://dx.sheridan.com/advisor/cmyk\\_color.html](http://web.archive.org/web/20110716053923/http://dx.sheridan.com/advisor/cmyk_color.html)
- [25] HP News. HARBOUR, Jennifer. *Hewlett - Packard* [online]. 2013 [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: <http://www8.hp.com/us/en/hp-news/press-release.html?id=1491855#.Us2YmbRFajQ>
- [26] Základní pojmy o grafice a rastrová grafika. *Pedagogická fakulta MU* [online]. 2008 [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: [http://www.ped.muni.cz/wtech/03\\_studium/apg/APG\\_03.pdf](http://www.ped.muni.cz/wtech/03_studium/apg/APG_03.pdf)
- [27] Model RGB. *Wikimedia Commons* [online]. 2006 [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barevny\\_model\\_rgb.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barevny_model_rgb.png)
- [28] Správa barev podle ICC. OTÁHALOVÁ, Lenka. *AZ Reprodukce Barev* [online]. b. r. [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: <http://www.reprodukce-barev.org/?menu=2&hlav=4>
- [29] YUV, YCbCr, YPbPr colour spaces. *DiscoveryBiz* [online]. 2013 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://discoverybiz.net/enu0/faq/faq\\_YUV\\_YCbCr\\_YPbPr.html](http://discoverybiz.net/enu0/faq/faq_YUV_YCbCr_YPbPr.html)
- [30] CMYK screen angles. *Wikimedia Commons* [online]. 2013 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMYK\\_screen\\_angles.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMYK_screen_angles.svg)
- [31] Understanding Color Models and Spot Color Systems. *Designers Insights* [online]. c2012 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: <http://www.designersinsights.com/designer-resources/understanding-color-models>
- [32] CIExy1931 sRGB gamut D65. *Wikimedia Commons* [online]. 2007 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIExy1931\\_sRGB\\_gamut\\_D65.png?uselang=cs](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIExy1931_sRGB_gamut_D65.png?uselang=cs)
- [33] CIE1931xyAdobeRGB. *Wikimedia Commons* [online]. 2009 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE1931xy\\_AdobeRGB.svg?uselang=cs](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE1931xy_AdobeRGB.svg?uselang=cs)
- [34] CIExy1931 ProPhoto. *Wikimedia Commons* [online]. 2012 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIExy1931\\_ProPhoto.svg?uselang=cs](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIExy1931_ProPhoto.svg?uselang=cs)
- [35] Cie chromaticity diagram wavelength. *Wikimedia Commons* [online]. 2005 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cie\\_chromaticity\\_diagram\\_wavelength.png?uselang=cs](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cie_chromaticity_diagram_wavelength.png?uselang=cs)
- [36] Rapid Tables: CMYK to RGB conversion. *Rapid Tables* [online]. b. r. [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.rapidtables.com/convert/color/cmyk-to-rgb.htm>
- [37] The CIE XYZ Colour Space and the xy Color Gamut an Introduction. *Graphic Quality Consultancy* [online]. b. r. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: [http://www.colourphil.co.uk/xyz\\_colour\\_space.shtml](http://www.colourphil.co.uk/xyz_colour_space.shtml)
- [38] SKALA, Václav. *Světlo, barvy a barevné systémy v počítačové grafice*. 1. vyd. Praha: Academia, 1993, 130 s., [4] s. barev. fotogr. ISBN 80-200-0463-7. SOCHOR, Jiří a Jiří

- ŽÁRA. *Algoritmy počítačové grafiky*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1993, 258 s. ISBN 80-010-0949-1.
- [39] FRASER, Bruce, Chris MURPHY a Fred BUNTING. *Správa barev: průvodce profesionála v grafice a pre-pressu*. Vyd. 1. Překlad Milan Daněk. Brno: Computer Press, 2003, 521 s. ISBN 80-722-6943-7.
- [40] RGB to HSV conversion. *RapidTables* [online]. 2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.rapidtables.com/convert/color/rgb-to-hsv.htm>
- [41] HSV to RGB conversion. *RapidTables* [online]. 2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.rapidtables.com/convert/color/hsv-to-rgb.htm>
- [42] ColorMine. *ColorMine* [online]. c2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <https://github.com/THEjoezack/ColorMine/blob/master/ColorMine/ColorSpaces/Conversions/XYZConverter.cs>
- [43] Stackoverflow. *Stackoverflow* [online]. 2011 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://stackoverflow.com/questions/6629798/whats-wrong-with-this-rgb-to-xyz-color-space-conversion-algorithm>
- [44] Lab to XYZ. LINDBLOOM, Bruce Justin. *Bruce Lindbloom* [online]. 2008 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn\\_XYZ\\_to\\_Lab.html](http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_XYZ_to_Lab.html)
- [45] XYZ to Lab. LINDBLOOM, Bruce Justin. *Bruce Lindbloom* [online]. 2008 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn\\_XYZ\\_to\\_Lab.html](http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_XYZ_to_Lab.html)
- [46] YUV Colorspace. *YUV Colorspace* [online]. 2004 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://softpixel.com/~cwright/programming/colorspace/yuv/>
- [47] Kapitola 2. Základní charakteristika jazyka C#. BĚHÁLEK, Marek. *VŠB Katedra informatiky* [online]. 2007 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.cs.vsb.cz/behalek/vyuka/pcsharp/text/ch02.html>
- [48] C# tutorial, programování v C#. *Komplexní informační web o programování v .NET* [online]. b. r. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://csharp.aspone.cz/>
- [49] C/C++ (31) - Jazyk C++, historie, charakteristika, vztah k C. NĚMEC, Jan. *Linuxsoft.cz* [online]. 2006 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.linuxsoft.cz/article.php?id\\_article=1058](http://www.linuxsoft.cz/article.php?id_article=1058)
- [50] HSI Color Space. *Scribd* [online]. 2000 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/16617255/HSI-Color-Space>
- [51] Subtractive-Additive-Colour-Mixing. *Wikimedia Commons* [online]. 2013 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Subtractive-Additive-Colour-Mixing.jpg?uselang=cs>
- [52] Farbmodelle. *Quarkuser* [online]. b. r. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.quarkuser.net/xtensions/themen/farbmodelle/>
- [53] Цветовые модели. *Цвет и цветочувствительность* [online]. 2012 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.microelic.narod.ru/PHYSICS/OPTIC/COLOR/c000.html>
- [54] RGB vs CMYK – Comparing colour spaces. *Saxoprint* [online]. 2013 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.saxoprint.co.uk/blog/rgb-vs-cmyk/>
- [55] Modelling Colour. *Jisc Digital Media* [online]. c2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/infokit/colour-management/modelling-colour>
- [56] YUV UV plane. *Wikimedia commons* [online]. 2009 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:YUV\\_UV\\_plane.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:YUV_UV_plane.svg)
- [57] Adobe RGB (1998). *Adobe RGB* [online]. 2005 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.adobe.com/digitalimag/pdfs/AdobeRGB1998.pdf>
- [58] ROMMRGB. *ROMMRGB* [online]. 2010 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.color.org/ROMMRGB.pdf>

- [59] HSV - BAREVNÉ MODELY. KALČICOVÁ, Andrea. *Vysoká škola chemicko-technologická* [online]. 2011 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://web.vscht.cz/~kalcicoa/POCPRE/hsv.html>
- [60] Pantone.jpg. *Amazing Arts* [online]. 2013 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: [http://ohlovelylo.com/wp-content/uploads/2013/01/1272216934\\_pantone.jpg](http://ohlovelylo.com/wp-content/uploads/2013/01/1272216934_pantone.jpg)
- [61] Conversion from HSI to RGB. *Conversion from HSI to RGB* [online]. 2013 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: [http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/color\\_processing/node3.html](http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/color_processing/node3.html)

# **Přílohy**

## Příloha A – Další rovnice a algoritmy

### Převod HSI → RGB

Vstupem jsou hodnoty  $h$ ,  $s$ ,  $i$ .

```
h = h * Math.PI / 180;
```

```
double y = i * (1 + ((s * Math.Cos(h)) / (Math.Cos((Math.PI / 3) - h))));
```

```
double jedna = (2 * Math.PI / 3);
```

```
double dva = (4 * Math.PI / 3);
```

```
if(h < jedna){
```

```
    b = (1 - s) / 3;
```

```
    r = (1 + ((s * Math.Cos(h)) / (Math.Cos((Math.PI / 3) - h)))) / 3;
```

```
    g = 1 - r - b;
```

```
}
```

```
if (h >= jedna && h < dva){
```

```
    h = h - jedna;
```

```
    r = (1 - s) / 3;
```

```
    g = (1 + ((s * Math.Cos(h)) / (Math.Cos((Math.PI / 3) - h)))) / 3;
```

```
    b = 1 - r - g;
```

```
}
```

```
if(h >= dva && h < (2 * Math.PI)){
```

```
    h = h - dva;
```

```
    g = (1 - s) / 3;
```

```
    b = (1 + ((s * Math.Cos(h)) / (Math.Cos((Math.PI / 3) - h)))) / 3;
```

```
    r = 1 - b - g;
```

```
}
```

```
r = Math.Round(3 * i * r * 255);
```

```
g = Math.Round(3 * i * g * 255);
```

$b = \text{Math.Round}(3 * i * b * 255);$

Převod z RGB do HSI je v kapitole 15.3. Podrobnosti o tomto převodu lze najít v [61]

### Převod Adobe RGB → CIE XYZ

$$r = \frac{R}{255} \quad 0.1$$

$$g = \frac{G}{255} \quad 0.2$$

$$b = \frac{B}{255} \quad 0.3$$

$$r = r^{2,19921875} \times 100 \quad 0.4$$

$$g = g^{2,19921875} \times 100 \quad 0.5$$

$$b = b^{2,19921875} \times 100 \quad 0.6$$

$$x = (r \times 0,60974) + (g \times 0,20528) + (b \times 0,14919) \quad 0.7$$

$$y = (r \times 0,31111) + (g \times 0,62567) + (b \times 0,06322) \quad 0.8$$

$$z = (r \times 0,01947) + (g \times 0,06087) + (b \times 0,74457) \quad 0.9$$

Podrobnosti o tomto převodu lze najít v [57].

### Převod ProPhoto RGB → CIE XYZ

$$r = \frac{R}{255} \quad 0.10$$

$$g = \frac{G}{255} \quad 0.11$$

$$b = \frac{B}{255} \quad 0.12$$

Do následující tabulky se za hodnotu  $x$  dosadí postupně hodnoty  $r, g, b$

Hodnota $x$	Podmínka
-------------	----------

$x^{1,8}$	$x > 16 \times 0,001953$
$\frac{x}{16}$	$x \leq 0,001953$

Tab. 0.1 Výpočet hodnot  $r, g, b$  v závislosti na podmínkách

$$r = r \times 100, g = g \times 100, b = b \times 100 \quad 0.13$$

$$x = (r \times 0,7977) + (g \times 0,1352) + (b \times 0,0313) \quad 0.14$$

$$y = (r \times 0,2880) + (g \times 0,7199) + (b \times 0,0001) \quad 0.15$$

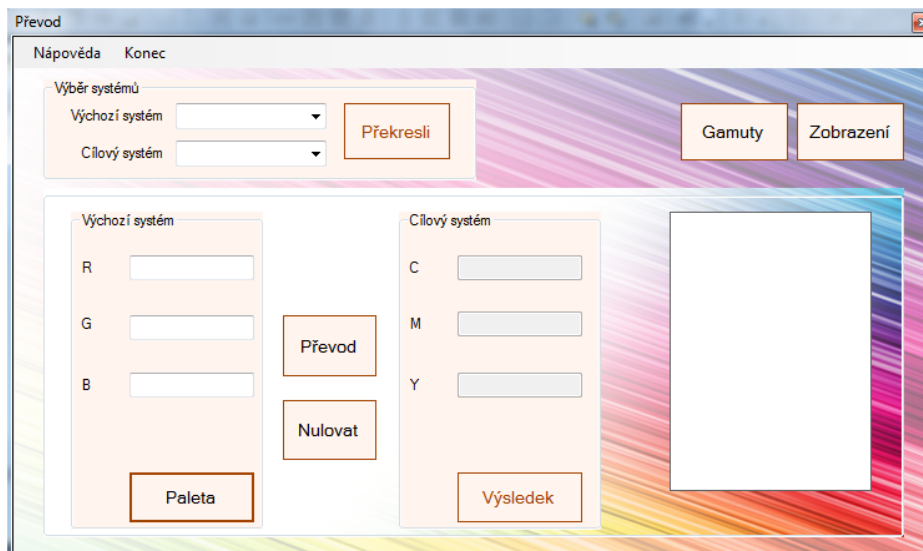
$$z = (r \times 0,0000) + (g \times 0,0000) + (b \times 0,8249) \quad 0.16$$

Podrobnost lze najít v [58].

## Příloha B – Uživatelská dokumentace

### Popis programu

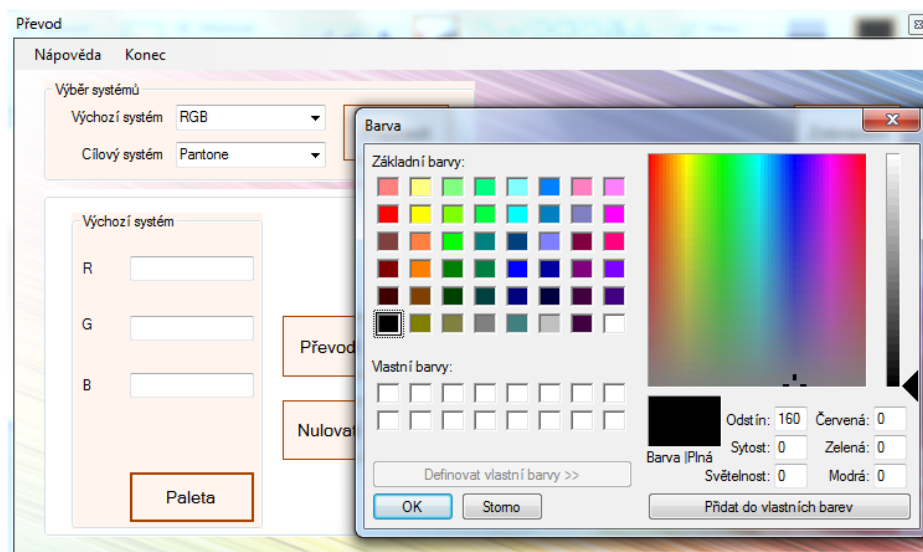
Po spuštění programu se otevře okno pro výběr a realizaci převodů mezi barevnými systémy.



Obr. 0.1 Hlavní okno programu

Uživatel má možnost si ve výběru systémů zvolit některý z dostupných převodů. Jakmile tak učiní, zpřístupní se tlačítko „Překresli“, které je nutné stisknout pro překreslení části pro realizaci převodu.

Po překreslení je možno zadat počáteční hodnoty, které uživatel chce převést. K tomu slouží textová pole vlevo. Pokud je výchozím systémem RGB, je možno zadat výchozí hodnotu pomocí tzv. palety.



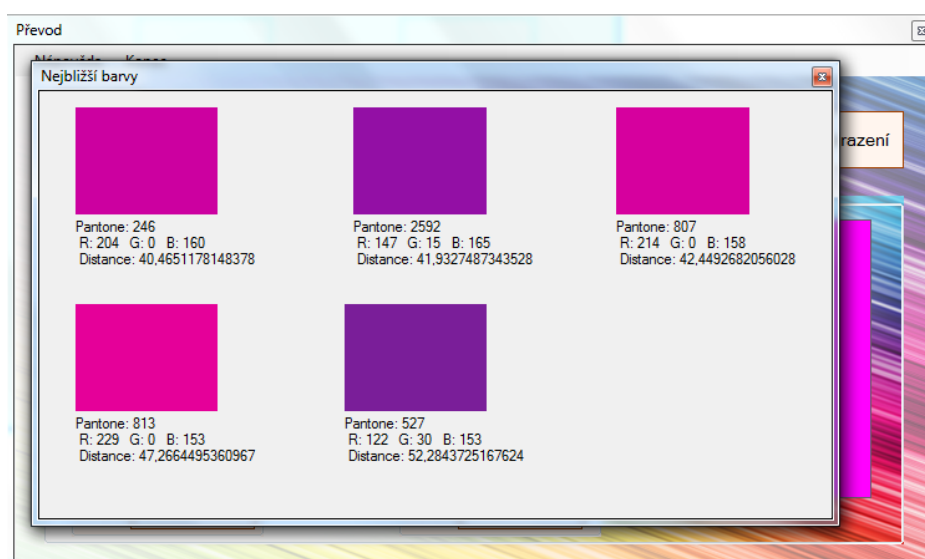
Obr. 0.2 Program s paletou



Po zadání hodnot je nutno stisknout tlačítko „Převod“. Pokud uživatel zadal hodnoty ve špatném formátu nebo mimo povolený rozsah, objeví se příslušné upozornění, které obsahuje informaci o povoleném formátu a rozsahu hodnot.

Pakliže převod proběhne bez problémů, v textových polích cílového systému se objeví výsledné hodnoty a vpravo se vykreslí převáděná barva. Výsledek se zároveň uloží do palety, kde si ho uživatel může prohlédnout po stisknutí tlačítka „Výsledek“.

Speciálním případem mezi převody je převod RGB → Pantone, kdy se vpravo zobrazí uživatelem zadaná barva a výsledek se otevře v novém okně. Tímto výsledkem je pět barev, které jsou nejbližší zadání.



Obr. 0.3 Výsledek převodu RGB → Pantone

Pokud si uživatel přeje zadat jiné hodnoty, může si ušetřit práci s mazáním pomocí tlačítka „Nulovat“, které vymaže jak výslednou barvu, tak hodnoty ve výchozím i cílovém systému.

Hodnoty se dají za určitých podmínek přenášet. Pokud je výchozí systém shodný s výchozím systémem dalšího převodu uživatele, zadané hodnoty zůstanou zachovány. Hodnoty se přenesou i v případě, že je shodný cílový systém s výchozím nového převodu. To usnadní práci s kopírováním dat při případném řetězení převodů.

Po vybrání převodu si uživatel může prohlédnout doprovodné obrázky, které se převodu týkají. Otevře je stiskem tlačítka „Zobrazení“. Tato příloha obsahuje graficky znázorněné vztahy mezi převáděnými systémy a zároveň jejich samostatné a nejčastěji uváděné reprezentace.

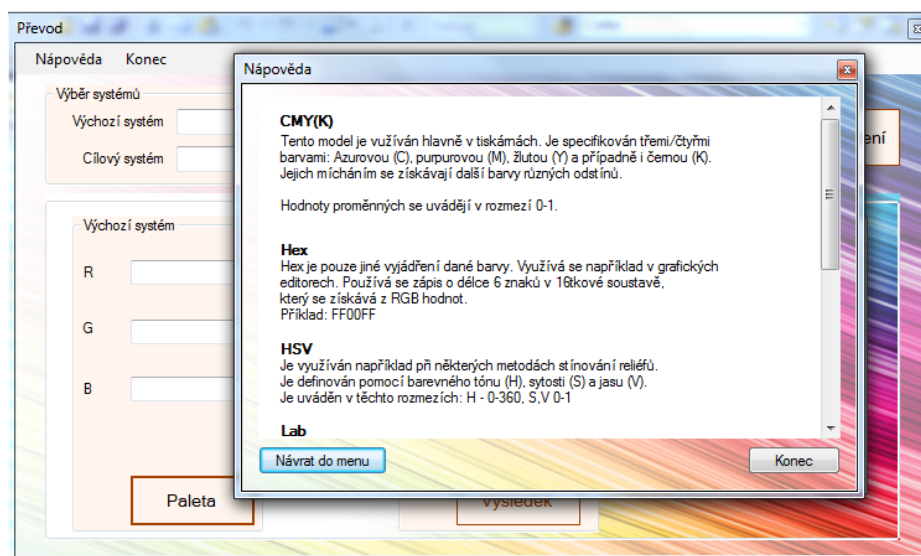
## Zadávané hodnoty

Každý barevný systém má vlastní povolený formát dat a rozsah hodnot.

- CMY(K) – 0-1 ve všech případech,
- Hex – šestimístné číslo v 16tkové soustavě, bez „#“,
- HSV – celočíselná hodnota v rozsahu 0-360 v případě H, 0-1 ve zbylých dvou případech,
- CIE  $L^*a^*b^*$  – 0-100 v případě L, -128-127 v případě a a b
- Pantone – celé číslo,
- RGB – celočíselná hodnota v rozsahu 0-255 ve všech třech případech,
- CIE XYZ – 0-95,047 v případě X, 0-100 v případě Y a 0-108,883 v případě Z,
- YUV – 0-255

## Nápověda

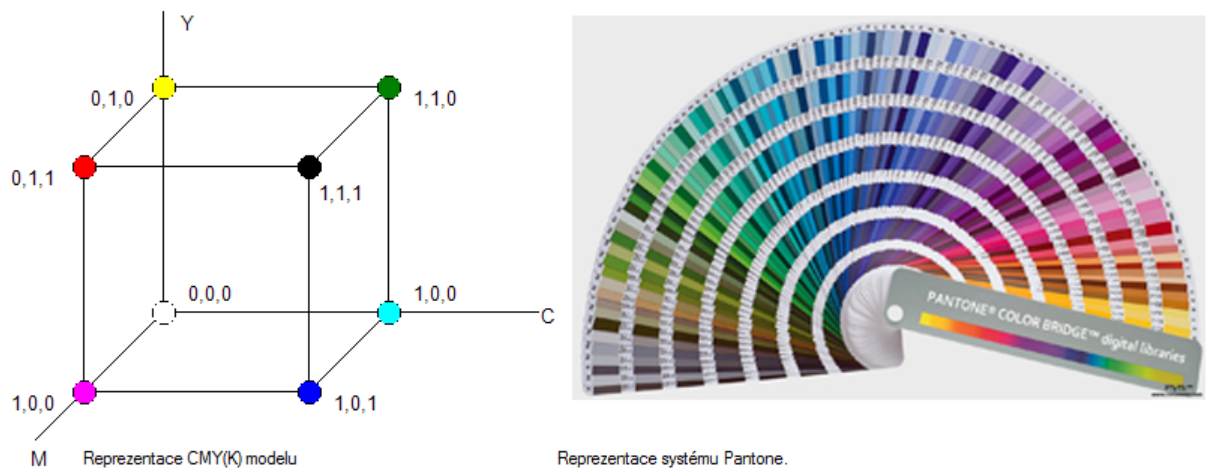
Samotný program obsahuje i stručnou nápovědu. Po otevření se objeví seznam barevných systémů, jejich stručná definice a v programu používaný rozsah hodnot.



Obr. 0.4 Nápověda

## Zobrazení reprezentace

Stisknutím tlačítka „Zobrazení“ se uživateli ukáže nové okno s jednotlivými grafickými reprezentacemi systémů, které obsahuje aktuální převod. Každý obrázek obsahuje stručný popis s tím, jaký převod je takto reprezentován.

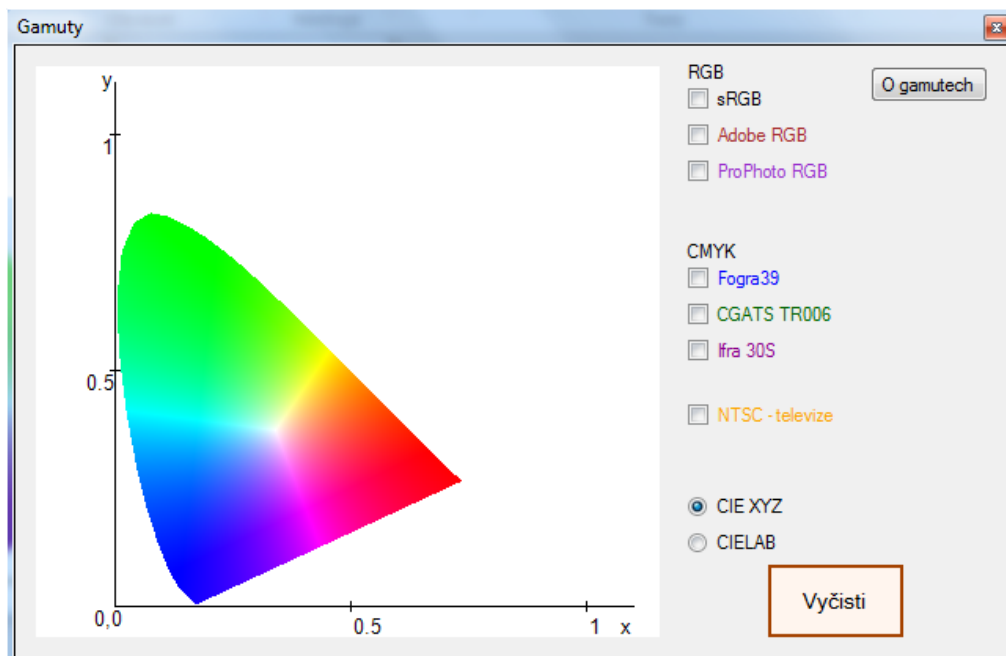


Obr. 0.5 Ukázka zobrazení grafické reprezentace systémů CMY(K) a Pantone

## Gamut

Po stisknutí tlačítka „Gamuty“ se otevře nové okno s výchozím chromatickým diagramem a nabídkou zobrazitelných gamutů různých barevných systémů či jejich profilů. Zobrazit jdou v rámci CIE XYZ (výchozí diagram) nebo CIELAB. Po zaškrtnutí zvoleného systému se vykreslí příslušný gamut.

Po přepnutí mezi CIE XYZ a CIELAB dojde ke smazání aktuálně zobrazených gamutů. Gamuty lze smazat také stisknutím tlačítka „Vyčisti“.



Obr. 0.6 Okno s výběrem gamutů a diagramů

## Příloha C – Instalace

Pro spuštění CD otevřete složku public. Po otevření složky dvakrát klikněte na soubor „Color\_systems.exe“. Program by se měl bez problémů spustit.

Pokud se objeví zpráva od antivirového programu kvůli pochybnostem o bezpečnosti tohoto programu, stiskněte tlačítko Ukončit. Tento problém nastal hlavně s antivirem Avast.

Pokud se při běhu programu objeví zpráva, že soubor, který se pokoušíte spustit, například při výpočtu Pantone barev, neexistuje, otevřete webovou stránku <http://home.zcu.cz/~mikoza/>, kde jsou všechny tyto soubory k dispozici. Po stažení je potřeba soubor přesunout do složky s programem. Převodník by pak měl fungovat bez potíží. Pokud ne, je potřeba ho ještě ukončit a znovu spustit.

## Příloha D – programátorská dokumentace

### Požadavky

Cílem tohoto programu bylo představit barevné systémy, zejména převody mezi nejpoužívanějšími z nich. Zároveň bylo úkolem naprogramovat jejich demonstraci. Pro realizaci programu byly na výběr jazyky C++ a C#. Program měl být realizován pod operačním systémem Windows.

### Stavba programu

Program je rozdělen do 26 tříd, z nichž většina realizuje samotné převody mezi systémy. Jejich obsahem jsou tedy pouze převodní rovnice, které počítají se vstupními hodnotami, jež jsou zadány uživatelem. Další třídy vytvářejí okno programu, vykreslují obrázky, které slouží pro demonstraci jednotlivých barevných systémů nebo například ošetřují vstupní hodnoty. Tyto třídy jsou popsány v následujících kapitolách.

### Gamut.cs

Tato třída vytváří okno, které se otevře stisknutím tlačítka „Gamuty“ v hlavním okně. Jejím úkolem je vytvořit okno a vykreslovat jednotlivé gamuty podle volby uživatele a přepínat zobrazení mezi CIE XYZ a CIELAB. Tato třída má několik metod, které vykreslují jednotlivé gamuty a diagramy. V následujících bodech jsou popsány nejdůležitější metody této třídy.

#### body

Tato metoda je využívána pouze při vykreslování nového chromatického diagramu. Metoda prochází plátno pixel po pixelu a zjišťuje zavoláním metody jeVPolygonu(), zda je pixel obsažen v polygonu, který představuje chromatický diagram. Pokud ano, jsou pomocí převodní třídy hodnoty x,y,z převedeny do RGB a poté jsou hodnoty převedeny do Hexadecimálního tvaru. Nakonec je pixel pomocí této hodnoty vykreslen. Tato metoda je nutná pro přibližné vykreslení barev chromatického diagramu.

#### lab

V této metodě je dán čtverec, jehož x a y hodnoty představují a a b hodnoty ze systému CIELAB. Hodnota L je pevně dána. Každý pixel čtverce je ze systému CIELAB převeden do RGB, poté do hexadecimálního tvaru a nakonec je pixel vykreslen příslušnou barvou. Tato metoda je nutná pro přibližné vykreslení barev CIELAB diagramu pro danou hodnotu L.

## **rgb**

Metoda RGB vykresluje gamut sRGB podle zaškrtnutého aktuálního diagramu. Pokud je zaškrtnut chromatický diagram, jsou primární barvy RGB převedeny do CIE XYZ a podle příslušných rovnic jsou vypočítány hodnoty  $x$  a  $y$ . Pokud je zaškrtnut CIELAB jsou hodnoty RGB převedeny do systému CIELAB a podle výsledného  $a$  a  $b$  jsou zakresleny na plátno. Pro tento diagram je potřeba ještě dopočítat doplňkové barvy, neboť pro CIE XYZ vychází všechny RGB profily jako trojúhelníky, zatímco kvůli jinému principu CIELAB je potřeba dopočítat i doplňkové barvy. Na stejném principu fungují i metody `ntsc()`, která je dostupná pouze pro CIE XYZ, `photo()` a `adobe()`.

## **hexagon**

Tato metoda počítá hodnoty  $x$  a  $y$  pro šest barev na obecné úrovni. Tuto metodu využívají metody, které vykreslují gamuty CMYK profilů v rámci chromatického diagramu. Tato metoda počítá umístění červené, zelené, modré, azurové, purpurové a žluté barvy. Zároveň počítá i se zvětšením a posunem celého diagramu. Tato metoda byla vytvořena z důvodu úspory kódu. Přestože má mnoho parametrů, které jsou potřeba pro výpočet všech šesti barev, usnadní práci s případným přidáním dalších profilů.

## **main**

Main je potřeba při výpočtu nového chromatického diagramu. Tato metoda otevře soubor s hodnotami  $x$  a  $y$ , které jsou seřazeny podle vzrůstající vlnové délky, uloží je do pole jako body a nakonec vykreslí polygon. Tato metoda se nepoužívá, pakliže je kvůli zrychlení programu pouze načítán obrázek diagramu.

## **jeVPolygonu**

Tato metoda je převzatá a za pomoci několika výpočtů zjišťuje, zda je zadaný bod uvnitř polygonu. Tato metoda je využívána při tvorbě nového chromatického diagramu, kdy je kvůli tvaru polygonu potřeba pomocí speciálních výpočtů zjistit umístění jednotlivých pixelů. Při běžném spuštění programu není tato metoda využita, neboť pro rychlejší běh programu je načítán hotový obrázek.

## **Prepinani.cs**

Tato třída obsluhuje comboboxy v hlavním okně. Jejím úkolem je určit číslo převodu podle vybraného výchozího a cílového systému. Celá třída pracuje s přepínačem, který funguje dle hodnoty indexu výchozího systému a podle indexu cílového systému, který byl vybrán, je určeno specifické číslo převodu. Toto číslo je zapotřebí při realizaci samotného

převodu, neboť se podle tohoto čísla vybírá příslušný výpočet. Tímto řešením je zároveň omezen výběr systémů na takové, mezi kterými jsou implementovány převody.

### **Vstupy.cs**

Třída `Vstupy.cs` ošetřuje vstupní hodnoty zadané uživatelem. Tato třída, jejíž hlavní metodou je metoda `kontrola`, obsahuje rozsáhlou konstrukci podmínek, kterými je ošetřen správný počet zadaných vstupních hodnot, jejich formát a rozsah. Celou touto konstrukcí prochází proměnná `spociti`, která může nabývat hodnot 0 nebo 1. Pokud v nějaké podmínce tato proměnná nabude hodnotu 1, je to signál pro tuto třídu, že žádné další podmínky již není třeba procházet. Pokud dojde metoda na konec a hodnota `spociti` je stále 0, jsou vstupní data v pořádku a dojde k samotnému převodu. Hodnota této proměnné je na konci kontrolována ve třídě `Vyber`, kde jsou převody realizovány.

### **Vyber.cs**

`Vyber.cs` je třída, která realizuje tvorbu hlavního okna, přepíná mezi jednotlivými převody a překresluje okno podle vybraného převodu. Jejími hlavními metodami jsou:

#### **zapamatuj**

Metoda `zapamatuj` má za úkol přenést hodnoty, pakliže je původní cílový systém shodný s novým výchozím systémem. Tato metoda hodnoty přenáší i v případě, že je původní výchozí barevný systém shodný s nově zvoleným výchozím systémem. Pracuje se s celými názvy barevných systémů. Nejprve se přečtou všechny popisky a přičtou se k sobě. Tím je v jednom Stringu celé jméno použitého systému. Toto proběhne jednou pro výchozí a jednou pro cílový systém. Následně jsou oba Stringy porovnány s novým výchozím systémem, podle hodnoty v comboboxu. Pokud se rovnají, jsou původní hodnoty z textových polí přepsány do pole a následně zapsány do textových polí výchozího systému. Pokud se nerovnají, je do pole uloženo slovo „Neni“, které je signálem, že se systémy nerovnaly, a tudíž nedojde k přepsání hodnot. Tato metoda byla vytvořena pro usnadnění ovládání při řetězení převodů mezi systémy.

#### **grafika**

Grafika způsobí nejdříve zviditelnění všech prvků, kvůli rozdílným počtům potřebných vstupních hodnot v každém systému. Následně určí viditelnost palety podle výchozího barevného systému. Poté vytvoří popisky podle vybraných systémů, ze třídy `Prepinani` a určí počet viditelných textových polí. Nakonec metoda zjistí, zda lze přenést hodnoty, nebo ne podle obsahu pole hodnoty.

## **spocitej**

Metoda `spocitej` pracuje s přepínačem, který přepíná mezi jednotlivými převody podle specifického čísla převodu. Tato metoda volá jednotlivé třídy s příslušnými převodními rovnicemi nebo sama realizuje převody, jsou-li jednoduché. Po převodu poté zadá barvu do výsledné palety, aby si ji uživatel mohl snadno uložit.

## **Zobrazeni.cs**

Třída `Zobrazeni.cs` vykresluje obrázky, které představují jednotlivé barevné systémy, podle specifického čísla převodu. V okně, které tato třída obsluhuje, je pouze plátno s obrázky, které patří k aktuálně vybranému převodu. Okno se otevře stisknutím tlačítka „Zobrazení“, které se nachází v hlavním okně programu. Hlavní metody této třídy jsou popsány v následujících kapitolách.

## **vykresli**

Tato metoda přepíná jednotlivé obrázky podle specifického čísla aktuálního převodu. Pokud je třeba, určují se zde i popisky os, popisky jednotlivých obrázků a určují se zde souřadnice, na kterých budou jednotlivé obrázky umístěny. Po realizaci všech funkcí dojde k aktualizaci plátna.

## **yuv**

`Yuv` vykresluje 2D reprezentaci barevného systému YUV. Hodnota Y je předem stanovena a je určena hodnotou proměnné `jedna`. Poté dojde k vykreslení čtverce, kde má každý pixel souřadnice, které představují hodnoty `u` a `v`. YUV je pak převeden do RGB, následně do hexadecimálního tvaru a pixel je nakonec příslušnou barvou vykreslen. Tato reprezentace byla zvolena z důvodu přehledného zobrazení umístění barev a jednoduchosti implementace.

## **XYZcube**

`XYZcube` je velmi používaná metoda, protože nejčastěji používané RGB je reprezentováno právě jako krychle. V této metodě jsou na předem daných souřadnicích vytvořeny dva čtverce, které jsou spojeny čtyřmi dalšími hranami, které jsou pod úhlem  $45^\circ$  a jejich délka je poloviční oproti ostatním hranám. Nakonec jsou vytvořeny osy krychle.

## **RGBinXYZ**

Metoda, která v již vykreslené krychli, která představuje CIE XYZ, vykreslí RGB krychli. Všech osm vrcholů RGB krychle je postupně, dle jejich barvy, převedeno do CIE



XYZ a následně jsou tyto body, dle pravidel geometrie, převedeny do dvourozměrného prostoru. Tento obrázek představuje velmi rozdílné rozsahy barev, které RGB a CIE XYZ mají.

### **rgbh**

Rgbh vykresluje projekci vrcholů RGB krychle na plochu. Celý obrázek je založen na různých poměrech jednotlivých hran, které jsou používány, proto jsou v tomto výpočtu pevně stanovená čísla. Proměnná je velikost dílku, která určuje konečnou velikost vykreslovaného obrázku.