



Historie a elementární základy teorie barev II.

Václav Kohout¹, Nakladatelství Fraus, s. r. o., Plzeň

Dostává se vám do rukou druhý díl série článků zabývajících se teorií barev. Série si neklade za cíl být vědecky přesnou a zcela konzistentní teorií. Jedná se spíše o souhrn dílčích informací tvořících základní přehled, který může být ve většině případů předložen běžnému žákovi druhého stupně základní školy takovým způsobem, že jej bez problémů pochopí. Problematika barev je na rozhraní fyziky, informatiky a výpočetní techniky, přírodopisu, výtvarné výchovy a případně i dalších vyučovacích předmětů. Poznatky, které jsou ve výuce běžně zmiňovány, jsou zde doplněny a rozšířeny odbornějšími informacemi z oboru kolorimetrie. Na kolorimetrický přehled dále naváže článek popisující mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“, které bylo na jeho základě vytvořeno, a článek popisující a hodnotící ověření tohoto tématu ve výuce.

RGB, CMY(K), tristimulus a jeho objev

Maxwell, Young a Helmholtz

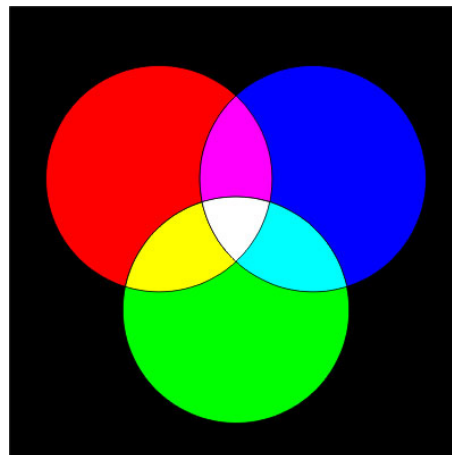
Jak bylo zmíněno v první části článku, J. C. Maxwell ukázal, že světlo je elektromagnetické vlnění a popsal souvislost barvy světla s jeho vlnovou délkou. Maxwell se však také zabýval vnímáním barev lidským okem a sestrojil roku 1861 přístroj, pomocí kterého ověřil teorii, že všechny viditelné barvy je možné popsat jako kombinaci tří základních barev. S touto teorií přišel Thomas Young (1773–1829) již roku 1801 na základě úvahy, že oko nemůže obsahovat specifické receptory pro všechny barvy vnímaného světla. Nezpochybnitelné zásluhy na popisu tříbarevného vidění lidského oka má také Herman von Helmholtz (1821–1894), který dřívější poznatky systematizoval, podrobně popsal myšlenku receptorů červené, zelené a modré barvy v lidském oku a první načrtl průběhy jejich spektrálních křivek.

Newton zaměřil svou pozornost na zdroj světla a jeho barevné vlastnosti, oproti tomu Young, Helmholtz, a Maxwell zaměřili svoji pozornost na pozorovatele – člověka a jeho oko. Oko je specifickým a velmi efektivním nástrojem, který umí zpracovat informace o všech viditelných barvách pomocí pouhých tří druhů receptorů.

Barvy RGB

Postupně se dostáváme k popisu barvy pomocí hodnot RGB, které jsou známé zejména z práce na počítači. Červená (red = R), zelená (green = G) a modrá (blue = B) jsou aditivní primární barvy. Každou barvu můžeme nasimulovat přidáváním odpovídajícího množství červeného, zeleného a modrého světla (aditivní = související se sčítáním, skládáním). Bílou získáme, pokud je množství červeného, zeleného a modrého světla vyvážené a má maximální intenzitu.

Jednou z výhod RGB je to, že představuje vhodný model pro konstrukci sériově vyráběných zařízení, která buď napodobují činnost lidského oka (skenery, kolorimetry, digitální fotoaparáty), nebo se snaží vyvolat v lidském oku dojem, že pozorovatel vnímá různé pestré, okem viditelné barvy (např. na monitorech a televizi). Monitor počítače například simuluje různé barvy tím, že v něm září s různou intenzitou červené, zelené a modré luminofoxy. Skener napodobuje barevné vidění tím, že měří intenzitu červeného, zeleného a modrého světla odraženého od snímané předlohy.



Obr. 8 – aditivní míchání barev

Pokusy s vnímáním barev

Většina experimentů s trojbarevným lidským viděním je založena na nějaké variantě jednoduchého zařízení znázorněného na obr. 9. Jedna část projekční plochy je osvětlena světlem hledané (cílové, referenční) barvy, druhá

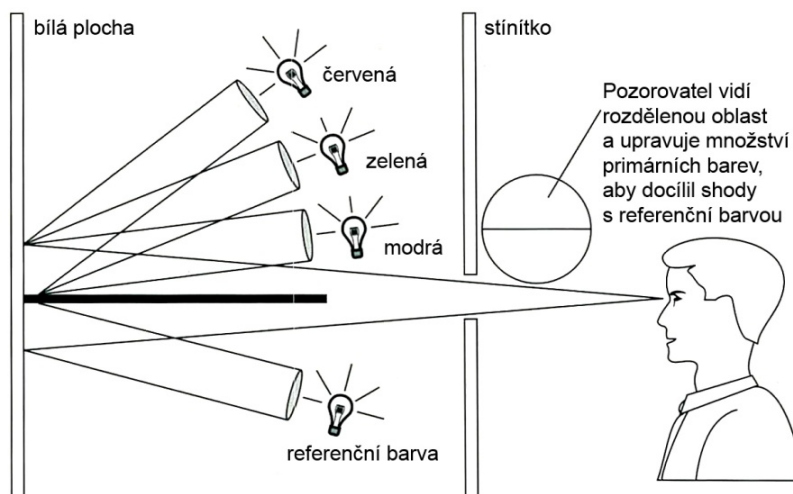
¹ kohout@fraus.cz



část světlem smíchaným ze tří barevných zdrojů. Každý ze tří zdrojů se nazývá stimul a u pečlivě prováděných experimentů se jedná o světla jedné vlnové délky.

Testovaný subjekt nastavuje intenzitu všech tří světél tak, aby směs barevných světél odpovídala svou barvou hledané referenční barvě.

Experimenty ukázaly, že pomocí jisté kombinace tří primárních barev (obvykle se jednalo o nějaké odstíny červené, zelené a modré) je možné docílit vjem odpovídající většině hledaných barev, avšak ne každé takové barvě. Pokud ale byla k hledané barvě přimíchána jedna z primárních barev, bylo možné dosáhnout shody pro libovolnou hledanou barvu. Světlo přidané k hledané barvě je možné chápat jako odečtené od zbývajících dvou primárních barev a je možné tak vytvořit zvláštní teoretickou představu o záporném množství světla.



Obr. 9 – experiment s vnímáním barev²

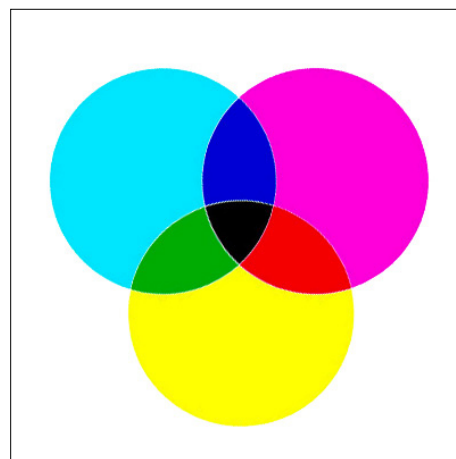
Barvy CMY

Přijmeme-li RGB jako nejjednodušší model pro popis barev, pak CMY je jeho přímým protikladem. CMY vychází z opačného předpokladu než RGB. Nezačínáme s neosvětlenou (černou) projekční plochou, ze které bychom přidáváním barevných RGB světél dostali bílou, ale máme bílý papír a snažíme se z něj udělat černý. Jedná se o základní postup, který je využíván při barevném tisku a v malířství.

Z původní bílé barvy musíme odečíst odpovídající množství primární červené, zelené a modré. V případě barevného tisku odečteme červenou z bílé stránky pomocí pigmentu (nazývaného také často inkoust), který propustí všechny barvy s výjimkou červené. Jak vypadá „nečervený“ inkoust? Jedná se o barvu, kterou nazýváme azurová (cyan = C). Analogicky můžeme purpurovou (magenta = M) označit jako „nezelený“ inkoust a žlutou (yellow = Y) za „nemodrý“ inkoust.

Azurovou, purpurovou a žlutou barvu označujeme souhrnně jako subtraktivní primární barvy, protože při jejich míchání vycházíme ze světla bílé barvy a postupně z něj odebíráme světlo určitých vlnových délek (subtrakce = odčítání, odebrání).

Je užitečné připomenout, že převody mezi RGB a CMY a zpět jsou velice jednoduché. Ve skutečnosti je možné CMY považovat za speciální formu RGB, takovou, která používá záporné hodnoty červené, zelené a modré. Zásadním závěrem je, že tři primární barvy jsou patrně pro popis barvy dostačující. Lidské oko nám zprostředkovává vnímání všech barev a ve skutečnosti vystačí s pouhými třemi barvami kombinovanými v různých poměrech.



Obr. 10 – subtraktivní míchání barev

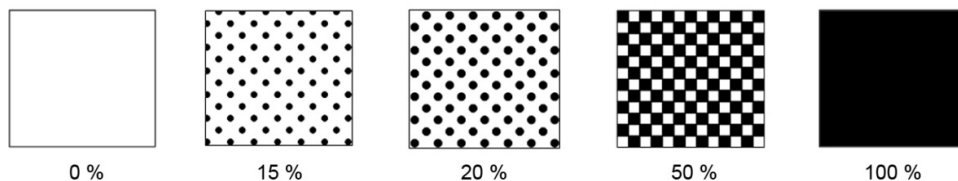
CMY(K) a některé poznatky z oblasti barevného tisku

Plnobarevný tisk je nejčastěji založen právě na použití azurové, purpurové a žluté barvy (inkoustu), které hrají roli červeného, zeleného a modrého filtru. Odečítají, neboli odstraňují z bílého světla odraženého od papíru světlo

² Převzato z: BUNTING, F. et al. Colortron: User Manual. 1st Edition. Larkspur (California, USA): Light Source Computer Images, Inc., 1994.



různých vlnových délek. Množství světla filtrované každým inkoustem můžeme ovlivňovat tím, že část světla se od pozadí (papíru) odrazí nefiltrovaná. Inkoust nenaneseme na papír v plné ploše, ale pouze v některých místech daných tzv. tiskovým rastrem. Pokud tiskový rastr pokrývá např. pouze 20 % potištěné plochy a na 80 % je vidět bílý papír, uvidíme výrazně světlejší odstín dané barvy, viz obr. 11.



Obr. 11 – polotóny a tiskový rastr

V ideálním případě bychom měli při smíchání stejných odstínů azurové, purpurové a žluté dostat neutrální odstíny šedé. Při smíchání 100 % inkoustu všech barev bychom měli získat černou. Vzhledem k tomu, že ani reálné inkousty ani reálný papír nejsou ideální, není možné vyrobit vše tak, aby např. azurová odfiltrovala pouze červenou a neodfiltrovala žádnou zelenou nebo modrou a aby se barvy při nanášení na papír mísily ideálním způsobem. Při tisku barevné plochy, která obsahuje 100 % azurové, purpurové i žluté, nedostaneme čistě černou. Obvykle dostaneme hodně tmavou, špinavě hnědou barvu s nádechem do červena nebo do žluta. Abychom získali kvalitní černou a šedou barvu, barvu pro tisk textu, a také co nejlevnější černobílý tisk, používá se čtvrtá černá barva. Výsledná kombinace se však neoznačuje jako CMYB (black = B), protože B je již používáno pro označení modré. Tiskaři používají pro černou název „klíčová“ (key = K) a odtud pochází známá zkratka CMYK, která označuje nejrozšířenější plnobarevnou formu tisku – čtyřbarevný tisk. Existují však také tiskové technologie, které používají více primárních barev.

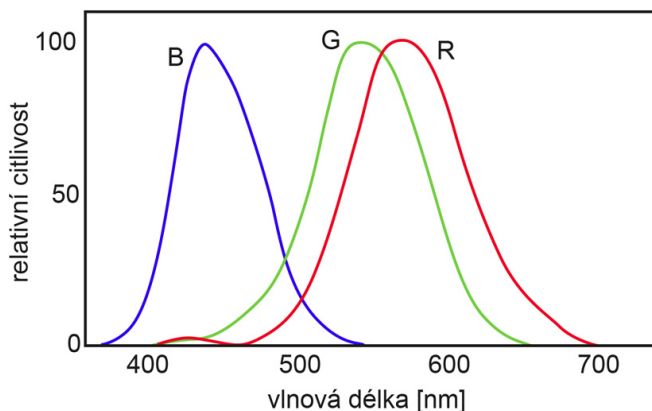
Oko a další zařízení pro vnímání barev

Young, Maxwell a Helmholtz v podstatě popsali lidské oko jako specifické RGB zařízení. Znamená to, že jsou v něm tři typy barvocitlivých receptorů zvaných čípký – jeden typ čípků je nejcitlivější v červené oblasti spektra, druhý v zelené oblasti a poslední v modré oblasti spektra. Pokud zobrazíme závislost citlivosti těchto tří druhů čípků na vlnové délce, dostaneme spektrální křivky podle obr. 12.

Ve skutečnosti je konkrétní způsob odezvy našeho orgánu zraku na tři primární barvy závislý na spoustě dalších faktorů. Kromě spektrální citlivosti jednotlivých druhů čípků závisí také na hustotě zastoupení čípků na sítnici oka, na způsobu, jak jsou signály z barvocitlivých receptorů přenášeny nervovými drahami do mozku a jak jsou v něm vyhodnocovány.

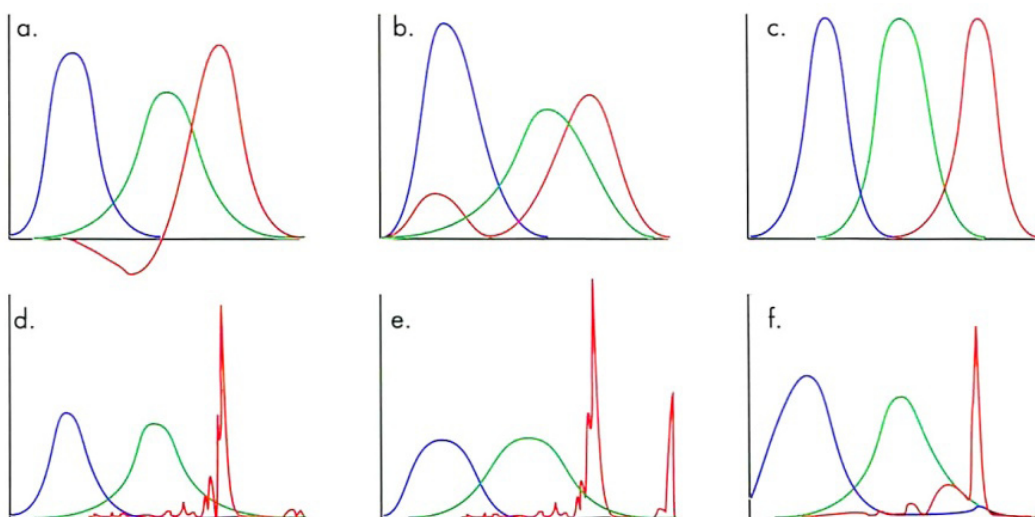
Pro přesné měření poměru tří primárních barev, které odpovídají podnětu dané barvy u konkrétního jedinečného pozorovatele, můžeme použít experimenty zabývající se vnímáním barev v obdobném uspořádání, jaké bylo popsáno výše.

Podobně jako můžeme nakreslit spektrální křivky pro tři RGB druhy receptorů v lidském oku, můžeme je nakreslit pro všechna RGB zařízení, kterými jsou skenery, digitální fotoaparáty a monitory. Výsledkem je široká paleta trojic křivek (funkcí) popisujících odezvu receptorů „pozorovatele“ na barevné světlo jednotlivých vlnových délek. Na grafech na obr. 13 jsou funkce barevné odezvy lidského oka a dalších RGB zařízení. Každá trojice křivek popisuje hodnoty R, G a B, ale pro každé ze zařízení existuje jiná definice, jak tyto hodnoty interpretovat.



Obr. 12 – citlivost jednotlivých druhů čípků RGB³

³ Podle: HUNT, R. W. G. The reproduction of Colour. 6th Edition, Chichester (West Sussex, England, GB): John Wiley & Sons Ltd., 2004.



Obr. 13 – a. spektrální odezva lidského oka (záporné hodnoty u červené souvisí s efektem popsaným u pokusů s vnímáním barev, viz výše), b. spektrální odezva oka standardního pozorovatele (bude podrobněji zmíněn v pokračování článku), c. spektrální odezva pro plochý skener, d. e. f. spektrální emisní křivky tří různých monitorů⁴

Je důležité si uvědomit, že každé RGB zařízení typu „pozorovatel“ má někdy mírně, jindy ale i zásadně odlišnou odezvu na primární barvy. Definice RGB není pevným standardem, vždy závisí na konkrétním zařízení.

Vidění lidského oka

Světlo vstupuje do oka průhlednou rohovkou a poté prochází zornicí, která ovlivňuje množství světla, jež vstupuje dovnitř oka. Za zornicí se nachází spojná čočka, která zaostřuje vstupující paprsek světla na sítnici. Sítnice se nachází v zadní části oka, je to vrstva, ve které jsou jednotlivé světlocitlivé buňky neboli fotoreceptory. Známe dva druhy těchto buněk – tyčinky a čípky. Tyčinky jsou mnohem citlivější za nedostatku světla (při nočním vidění), ale není možné pomocí nich vnímat barvy. V tyčinkách se nachází světlocitlivá bílkovina – fotopigment zvaný rodopsin. Čípky jsou méně citlivé a vidění pomocí čípků se uplatňuje za běžného denního světla. Místo rodopsinu obsahují čípky tři druhy iodopsinu, které jsou citlivé na různé oblasti viditelného spektra – maxima citlivosti odpovídají červené, zelené a modré barvě. Každý čípek obsahuje jeden z těchto tří fotopigmentů, proto rozlišujeme R, G a B čípky. Existence těchto tří druhů čípků je podstatou lidského barevného vidění.

Mnoho lidí (častěji muži než ženy) je postiženo nějakou formou tzv. barvosleposti. Obvykle se jedná o nedostatek, většinou však pouze částečný, jednoho ze tří typů barvocitlivých čípků.

Pojem tristimulus

RGB a CMY jsou příklady zápisu libovolné barvy spektra pomocí tří hodnot. Jsou to příklady zápisu barvy pomocí tzv. tristimulu. Prakticky každý způsob měření nebo vnímání barev včetně pozorování lidským okem je založen na nějakém tristimulu. Jedinou podstatnou výjimkou jsou spektrální data. Tristimulus je takový popis barvy, který k určení barvy používá tři hodnoty, podněty neboli stimuly. Nemusí to nutně být tři primární barvy. Jak bude zmíněno v další části, je možné barvu popsat například také pomocí tří jiných specifických charakteristik – odstín, sytost a jas. Tyto charakteristiky můžeme také označit jako stimuly, i když se nejedná o primární barvy. Oproti spektrálním datům mají tristimuly nezanedbatelné výhody. Vycházejí z modelu lidského tříbarevného vidění a barvy, které jsou pomocí nich popsány, mohou být zobrazeny ve třírozměrném prostoru – viz následující kapitola.

Tristimuly mají přirozeně také své nevýhody. Primární barvy červená, zelená a modrá nejsou definovány jednoznačně, označují vlastně poměrně široké oblasti spektra. Přesná vlnová délka nebo soubor vlnových délek pro

⁴ Převzato z: FRASER, B. – MURPHY, C. – BUNTING, F. Správa barev: Průvodce profesionála v grafice a pre-pressu. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2003.



primární barvy závisí na konkrétním zařízení. Existuje mnoho souborů primárních barev a tím i mnoho možných barvových prostorů. Další nevýhodou je, že popis barvy pomocí tristimulu je závislý nejen na vlastnostech povrchu zkoumaného tělesa, ale také na vlastnostech zdroje světla, které na povrch dopadá.

Barvový prostor

Jednou z výhod popisu barvy pomocí tristimulu je, že barva může být zobrazena ve třech rozměrech. Každá barva pak může být reprezentována jednoznačným místem v prostoru, pokud použijeme hodnoty tří stimulů jako souřadnice ve třech osách. Takový prostor nazýváme barvový prostor. (Anglické colour space je občas překládáno také jako barevný prostor, domnívám se ale, že termín barvový prostor přesněji vystihuje podstatu daného pojmu.) Mezi jednotlivými barvovými prostory je možné barvy převádět pomocí matematických transformací. Barvový prostor je jedním z typů ještě obecnějšího konceptu – barvového modelu.

HSB a související popisy barev

V této kapitole se budeme zabývat barvovým modelem HSB, který popisuje barvu pomocí hodnot odstín (hue = H), sytost (saturation = S) a jas (brightness = B). Nejdříve se však budeme věnovat historickému předchůdci modelu HSB, kterým je katalogizační systém barev Alberta Munsella – Hue / Value / Chroma (odstín / hodnota / barevnost).

Systém Alberta Munsella

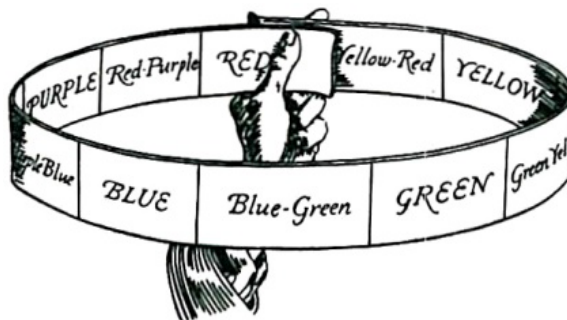
Zatímco Helmholtz se zabýval měřením spektrální odezvy lidských fotoreceptorů a sestavováním prvních spektrálních křivek pro tři typy barevných receptorů v lidském oku, umělec Albert H. Munsell (1858–1918) zaujal k nauce o barvách zcela jiný přístup. Munsell se nezabýval fyziologií barevného vnímání, ale zanalyzoval vztahy mezi jednotlivými barvami. Sestavil systém třídění a popisu barev založený na lidském vnímání rozdílů a vztahů mezi barvami. Vyvinul ucelený systém, pomocí něhož je možné pracovat s takovými pojmy, jako jsou doplňkové barvy, vyvážení barev a barevné kombinace.

Munsellův systém stojí za zmínku především z následujících důvodů:

- Odděluje složku nezávislou na barvě, kterou je jas (Munsell jej nazývá hodnota), od dvou složek přímo popisujících barevnost, jimiž jsou odstín (Munsell používá stejný název) a sytost (tu Munsell nazývá barevnost). To umožňuje zkoumat barvy v pouhých dvou rozměrech, v podobě barevného kruhu na papíře.
- Je konzistentní z hlediska vnímání lidským okem. Vzdálenosti mezi barevnými vzorky v katalogu odpovídají subjektivně vnímaným rozdílům mezi barvami.
- Poskytuje pro komunikaci o barvách jasný a jednoznačný zápis. Místo vágních termínů typu „meruňkově oranžová“ a „ocelově modrá“ má každá barva v Munsellově systému své konkrétní místo.
- Je dodnes široce využíván.

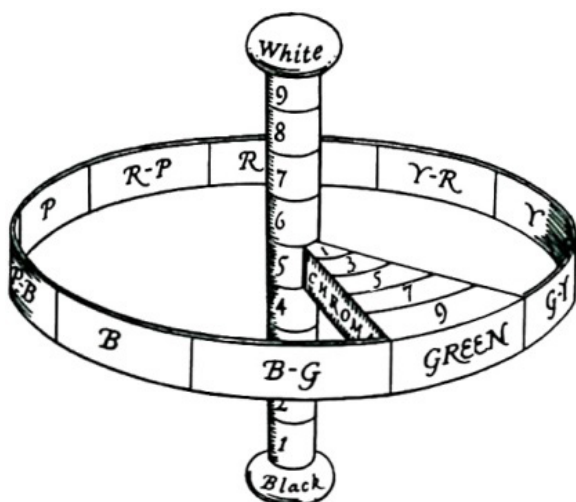
Munsellův zápis barvy

Munsell začal tím, že vzal pás viditelného spektra a stočil ho do kruhu, takže červená barva se ocitla vedle fialové. Potom rozdělil Munsell barevný kruh na deset oblastí (použil v té době moderní metrický základ, oproti Newtonovým sedmi barvám) a pojmenoval pět hlavních odstínů – červená (red = R), žlutá (yellow = Y), zelená (green = G), modrá (blue = B), fialová (purple = P) – a pět odstínů mezilehlých – žlutočervená (YR), zelenožlutá (GY), modrozelená (BG), fialovomodrá (PB) a červenofialová (RP). Uvedených deset



Obr. 14 – Munsellova souřadnice odstín (hue)⁵

⁵ Převzato z: BUNTING, F. et al. Colortron: User Manual. 1st Edition. Larkspur (California, USA): Light Source Computer Images, Inc., 1994.

Obr. 15 – Munsellovy souřadnice hodnota (value) a chroma (barevnost)⁶

sah barevnosti pro různé odstíny upravil. Vzdálenost od osy představuje Munsellovu souřadnici barevnosti.

Konkrétní barva je v Munsellově zápisu identifikována odstínem, který je následován hodnotou a barevností oddělenými lomítkem. Barva „5R 9/3“ má červený odstín, je hodně jasná, nepříliš sytá, tj. růžová. „10RP 3/10“ je červenofialová barva, spíše temná, velmi sytá, tj. intenzivní vínová barva.

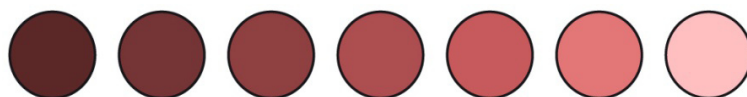
Munsell také upozornil, že maximální vnímatelná sytost se liší odstín od odstínu, a proto rozsah barevnosti není pro všechny odstíny stejný. Těleso viditelných barev netvoří kouli, není ani rotačně symetrické, je výrazně asymetrické.

Barvy HSB

V nejrůznějších současných softwarových aplikacích se často využívají zápisy barev podobné Munsellovu systému odstín / hodnota / barevnost (hue / value / chroma = HVC). Hlavním důvodem je to, že RGB popis barvy se sice ideálně hodí pro počítačové periferie, jako jsou monitory či skenery, ale není příliš intuitivní pro přímou práci s barvami, pro editaci barev uživatelem. Je poměrně náročné pomocí přímé volby hodnot R, G a B namíchat barvu typu „broskvová“ nebo „hořčicová“.

Jedním z často používaných zápisů barev tohoto druhu je trojice odstín / sytost / jas (hue / saturation / brightness = HSB). Pro běžného člověka je jistě jednodušší popsat barvu pomocí tří intuitivních hodnot, jako jsou odstín (Munsellův odstín), sytost (Munsellova barevnost) a jas (Munsellova hodnota), než pomocí vzájemného poměru tří primárních barev RGB.

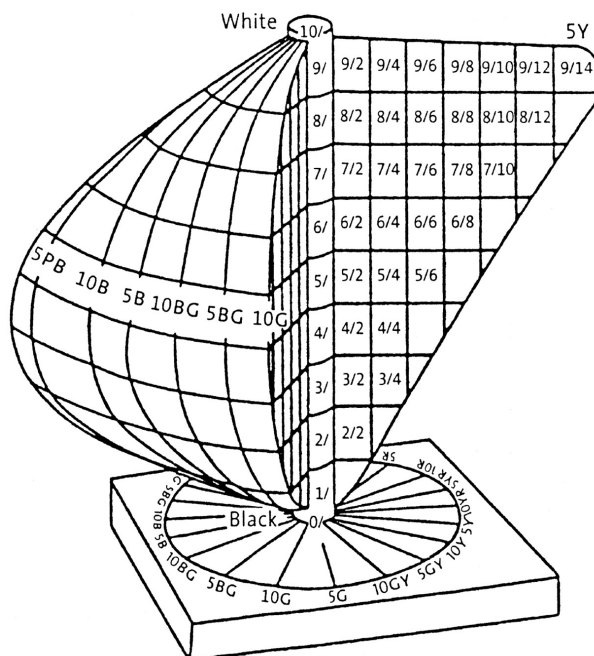
Jas je hodnota pro intuitivní popis nejjednodušší. Jas je vlastnost, která charakterizuje, zda je barva světlejší nebo tmavší, kolik obsahuje světla. Jedním extrémem je černá, druhým extrémem je bílá, mezi nimi jsou tóny dané barvy od nejtmašších po nejsvětlejší.



Obr. 17 – HSB, jas

oblastí rozdělil dalším desetinným dělením na podoblasti označené číslicí před písmenem barvy. 5Y tedy označuje pátý (prostřední) odstín v oblasti žluté barvy.

Do středu kruhu umístil Munsell svislou tyč s hodnotami od 0 (černá) do 10 (bílá), mezi 0 a 10 se nacházejí hodnoty pro neutrální šedé barvy. Tato svislá škála reprezentuje Munsellovu souřadnici hodnota. Poloměr kruhu rozdělil na deset stejných kroků s hodnotou 0 na ose a 10 na obvodu, později ale roz-

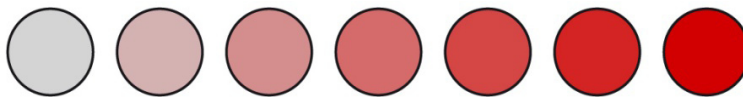
Obr. 16 – Munsellovo těleso viditelných barev⁷

⁶ tamtéž

⁷ Diagrammatic representation of the Munsell color solid with one quarter section removed. [online]. National Academy of Sciences of the United States of America, 2011. [cit 20110701]. Dostupné z URL <<http://www.pnas.org/content/100/10/6281/F1.large.jpg>>.

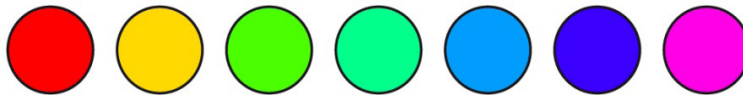


Sytost určuje, zda barva neobsahuje příměsí neutrální šedé nebo bílé. Zářivá barva růže je velmi sytá, světlá pastelová růžová sytá není. Barvy s malou sytostí vypadají, že do nich byla přimíchána šedá. Syté barvy se často zdají být tvořeny světlem jedné vlnové délky.



Obr. 18 – HSB, sytost

Odstín je nejobtížnější popsat, pro mnoho lidí je odstín synonymem pro slovo barva. Odstín je vlastnost barvy, která jí dává základní pojmenování, jako červená, žlutá nebo modrozelená. Odstín bezprostředně souvisí s převládající vlnovou délkou světla dané barvy.



Obr. 19 – HSB, odstín

Barevný kruh

Pro přesné pochopení pojmu odstín a jeho souvislosti se sytostí a jasnem je vhodné znázornit barvy v barevném kruhu. Munsell nebyl prvním, kdo takto znázornil barvy spektra, stejné uspořádání barev používal již I. Newton.

Nejběžnějším způsobem, jak rozmístit barvy na kruhu, je umístit tři aditivní primární barvy červenou, zelenou a modrou co nejdále od sebe, tedy do vrcholů rovnostranného trojúhelníku, a mezi ně vložit subtraktivní primární barvy azurovou, purpurovou a žlutou tak, aby každá barva ležela na kruhu proti svému doplňku, např. modrá proti žluté. Pak se každá barva, která je kombinací dvou primárních barev, nachází mezi nimi na stejné straně kruhu. Například žlutá je mezi zelenou a červenou, a žlutou také dostaneme smícháním zeleného a červeného světla. Odstín je pak možné popsat pomocí úhlu vyznačeného na kruhu.

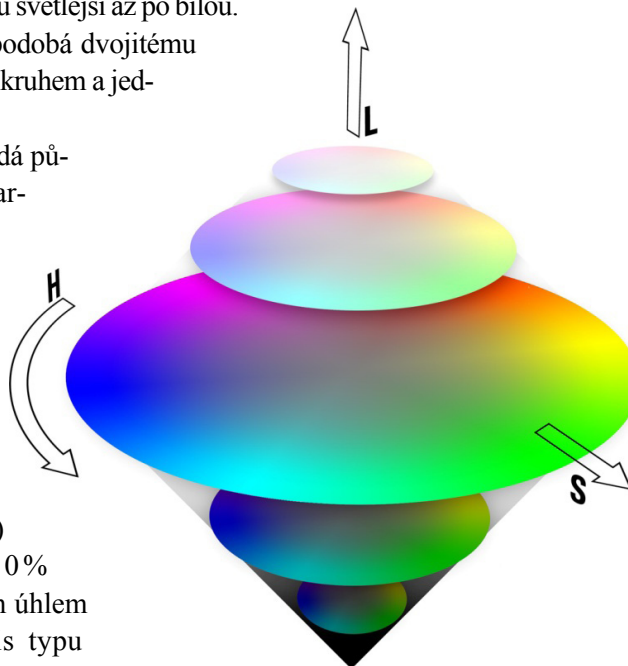
Sytost lze považovat za vzdálenost od středu kruhu. Pokud se pohybujeme od okraje kruhu k jeho středu, je to stejné, jako bychom k barvě postupně přidávali barvu doplňkovou a blížili se k neutrální šedé uprostřed. Jas je možné si představit znázorněný ve třetím rozměru vyběhajícím z kruhu nahoru a dolů. Při postupu směrem dolů budou barvy stále tmavší, až po jedinou černou barvu, při pohybu nahoru světlejší až po bílou.

Výsledné těleso obsahující všechny viditelné barvy se podobá dvojitému kuželu – každý vodorovný řez tímto tělesem je barevným kruhem a jednotlivé řezy (kruhy) se liší pouze hodnotou jasu.

Je nutno poznamenat, že HSB perceptuálně neodpovídá původnímu Munsellovu systému. Vzdálenosti barev v barvovém prostoru HSB jsou různé a mají pouze malou souvislost s tím, jak „běžný“ pozorovatel vnímá barevné rozdíly.

Rozdíly mezi HSB, HVC, HSV a dalšími

Ačkoli jsou Munsellovo označování barev HVC a barvový prostor HSB založeny na stejném principu, nejsou totožné. V zápisu HSB je odstín vyjádřený úhlem 0° až 360° (úhel měřený po obvodu barevného kruhu) a sytost i jas jsou zapsány procentuálně, tj. hodnotou 0 % až 100 %. V Munsellově systému je odstín také udáván úhlem kolem barevného kruhu, ale Munsell používá zápis typu „2,5R“, což znamená dva a půl kroku podél kruhu od červené.

Obr. 20 – dvojitý kužel jako model HSL barvového prostoru⁸

⁸ Color cones representing HSL color space. [online]. c2008. [cit 20110701]. Dostupné z URL <http://it.wikipedia.org/wiki/File:Color_cones.png>.



Munsellova hodnota (dnešní jas) je vyjádřena čísly od 0 do 10, Munsellova barevnost (dnešní sytost) má dokonce pro různé odstíny různé rozsahy, výchozí je také rozsah 0 až 10.

HSB je nejčastěji používaným zápisem barvy v počítačových aplikacích, ale přesto, nebo právě proto, existuje celá řada dalších odvozených variant. Můžeme zmínit například velmi podobné Apple HSL, kde L označuje hodnotu světlost (lightness = L). Není nutné zmiňovat podrobně všechny další varianty, je možné se setkat s HSV, LHS, HLS i HSC. Ve většině případů se jedná pouze o přejmenování souřadnic a změnu jejich pořadí, ale vždy je vhodné ověřit i formu zápisu a přípustné rozsahy hodnot ve vztahu k základnímu barvovému prostoru HSB.

Vztah mezi RGB a HSB

Neexistuje žádný přímý způsob, jak změřit odstín nebo sytost barvy nějakého povrchu. (Můžeme změřit pouze jas podle množství světla odraženého od povrchu.) Namísto toho jsou hodnoty HSB odvozené přímo z hodnot RGB. Konverze mezi RGB a HSB je popsána jednoznačnými matematickými vztahy a není nutné ji zde uvádět. (Na internetu je k dispozici mnoho výskytů popisu této konverze i v podobě algoritmů nebo přímo jednoduchých aplikací.)

Je však důležité si uvědomit, že HSB tím, že hodnoty jsou počítány přímo z hodnot RGB, má také stejná omezení. Pokud budou na dvou různých monitorech vypadat odlišně barvy se stejnými hodnotami RGB, budou na těchto monitorech vypadat odlišně i barvy se stejnými hodnotami HSB. Abychom docílili stejných barev, musíme na každém z monitorů nastavit jiné číselné hodnoty HSB, resp. RGB. Říkáme, že zápis barvy pomocí hodnot HSB je, stejně jako zápis barvy pomocí RGB, závislý na konkrétním zařízení.

Terminologická poznámka – je HSB tristimulus?

V odborné literatuře a výkladových slovnících je nejednotnost v tom, zda zápis barvy pomocí HSB je také vhodné označovat jako tristimulus, nebo zda by tento termín měl být vyhrazen pouze pro popis barvy použitím tří primárních barev, jako jsou například červená, zelená a modrá. Tato nejednotnost pro nás však není příliš důležitá, například i proto, že hodnoty HSB lze přímo vypočítat z hodnot RGB.

Nadále budeme používat slovo tristimulus v jeho obecnějším významu, jako označení jakékoli definice barvy založené na třech hodnotách. S tím totiž souvisí i možnost zobrazit množinu všech viditelných barev v podobě třírozměrného tělesa nebo prostoru. Pokud bychom potřebovali výslovně zmínit, že nějaký barvový prostor je založen na třech primárních barvách, uvedeme, že se jedná o trichromatický barvový prostor. Takový barvový prostor pak chápeme jako zvláštní případ tristimulu.

Literatura

- [1] Bunting F. a kol.: *Colortron: User Manual*. Light Source Computer Images, Inc., Larkspur (California, USA) 1994.
- [2] Fraser B., Murphy C., Bunting F.: *Správa barev: Průvodce profesionála v grafice a pre-pressu*. Computer Press, Brno 2003.
- [3] Giorgianni E. J., Madden T. E.: *Digital Color Management: Encoding Solutions*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester (West Sussex, England, GB) 2008.
- [4] Hunt R. W. G.: *The reproduction of Colour*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester (West Sussex, England, GB) 2004.
- [5] Kang H. R.: *Computational Color Technology*. SPIE – The International Society for Optical Engineering, Bellingham (Washington, USA) 2006.

V příštím pokračování článku se podíváme na popis barev, který není závislý na konkrétním zařízení. Seznámíme se s pojmy, jako jsou chromatický diagram, standardní pozorovatel, rozdíl barev, a s mnoha dalšími.