
Barevné modely, práce s barvou

Martin Klíma



Proč je barva důležitá

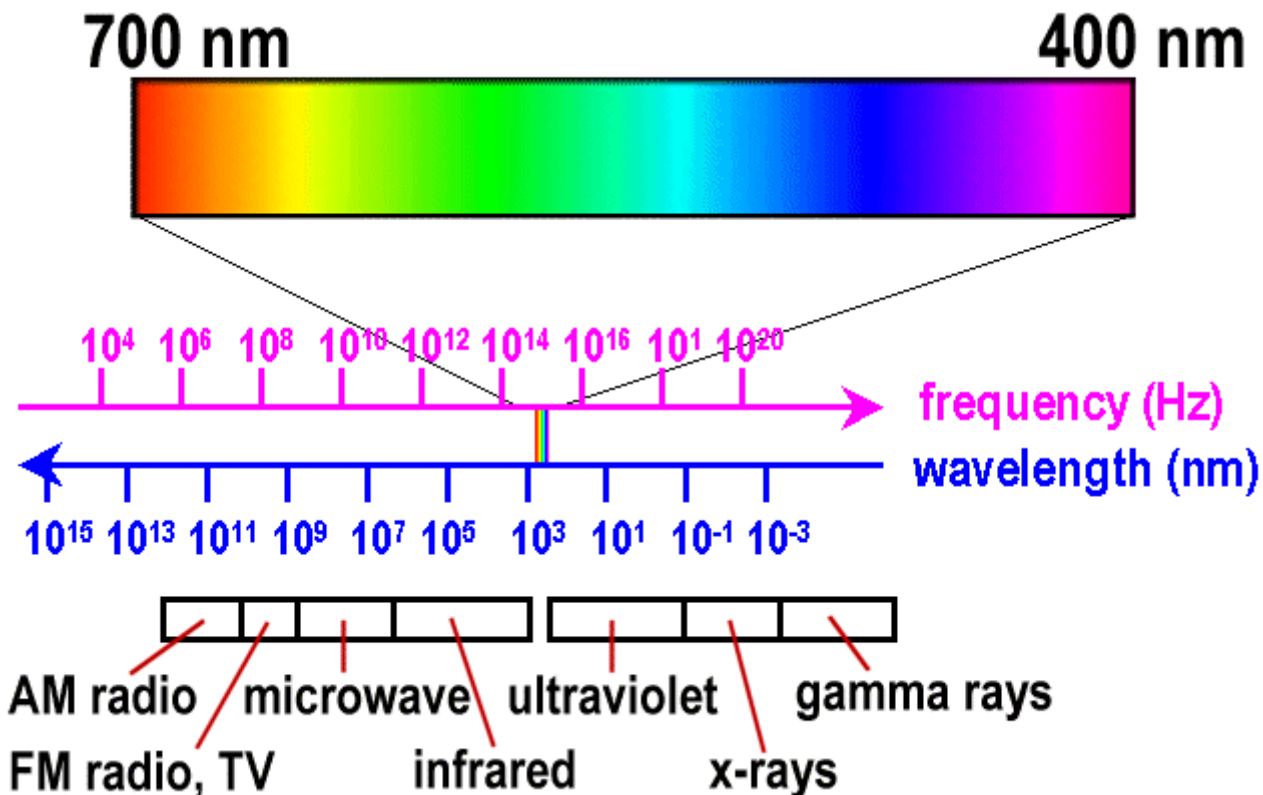
- Důležitý vizuální atribut
- Různá zařízení, aplikace, média
 - Monitor
 - Tiskárna
 - Video
 - Televize



Světlo a barvy

- Elektromagnetické vlnění
- Viditelná a neviditelná oblat spektra

červená: 3.8×10^{14} Hz
fialová: 7.9×10^{14} Hz



Barvy a jejich vlnové délky

Barva	Vlnová délka (nm)
Červená	625 - 740
Oranžová	590 - 625
Žlutá	565 - 590
Zelená	520 - 565
Tyrkysová	500 - 520
Mordá	435 - 500
Fialová	380 - 435



Světlo

- Popis světla
 - frekvence
 - vlnová délka
- Monochromatické světlo
 - jedna vlnová délka
- Běžné světlo – mnoho vlnových délek

Spectra From Common Sources of Visible Light

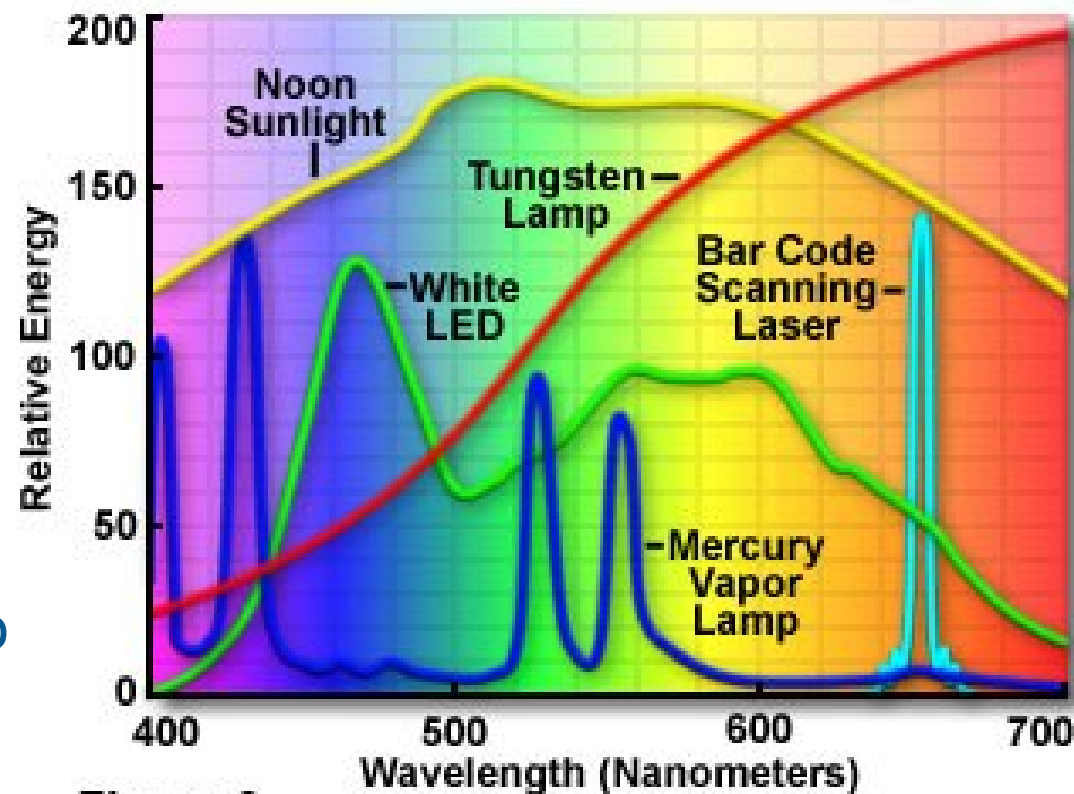
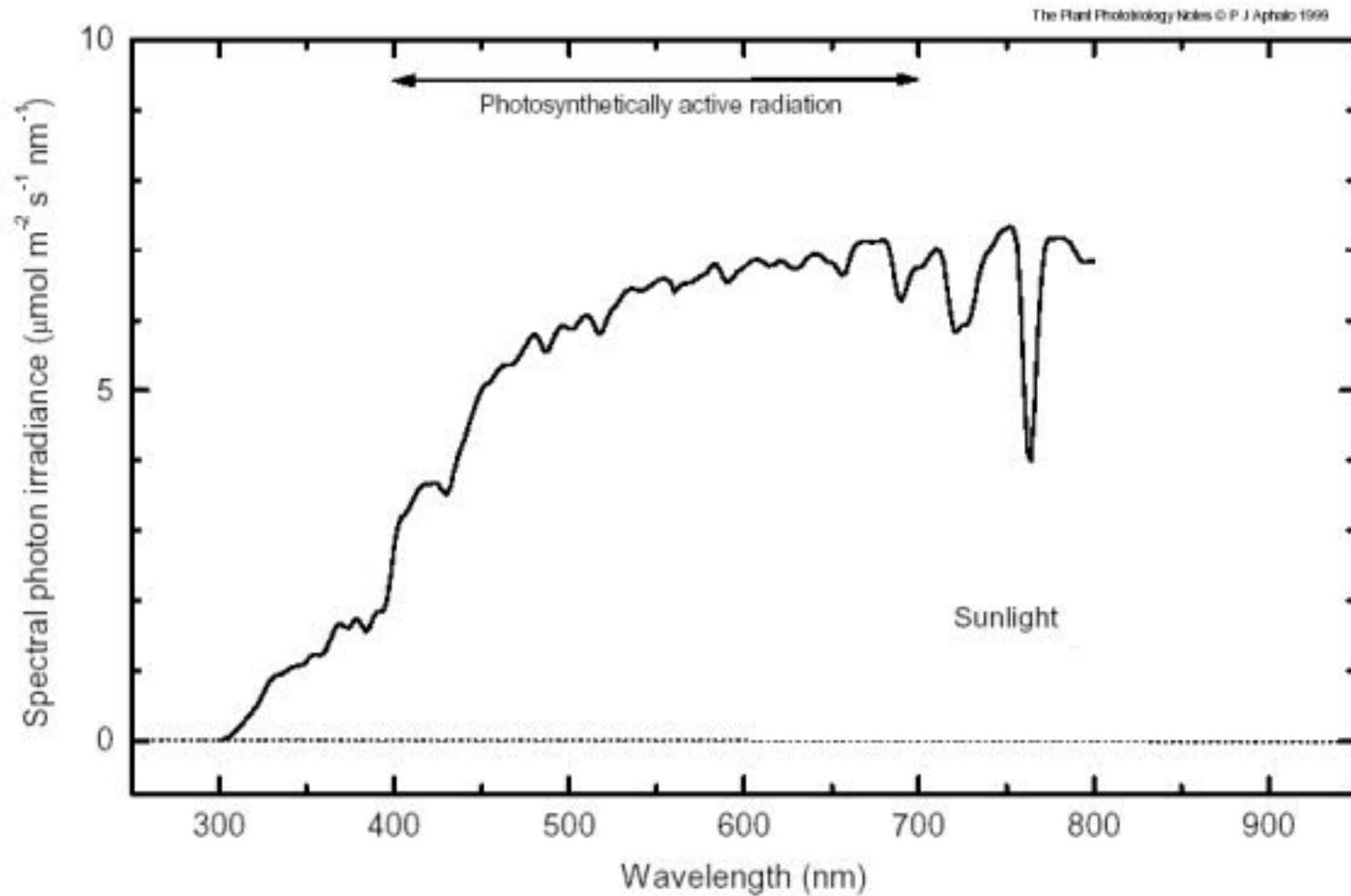
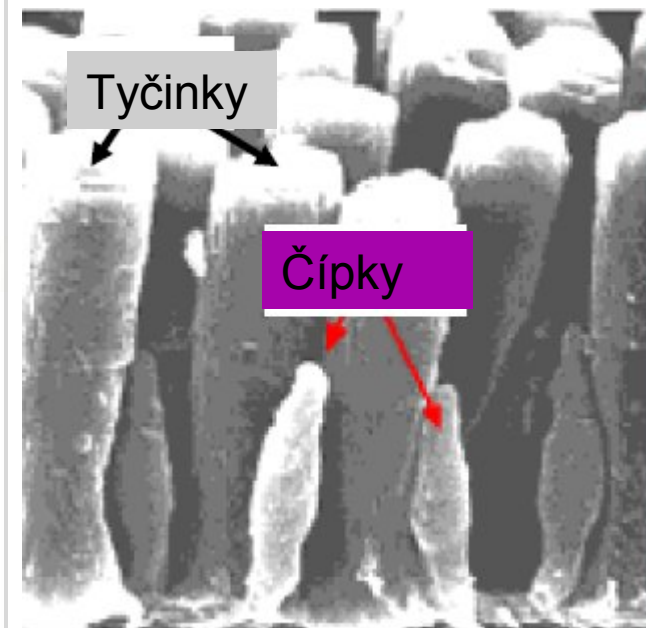
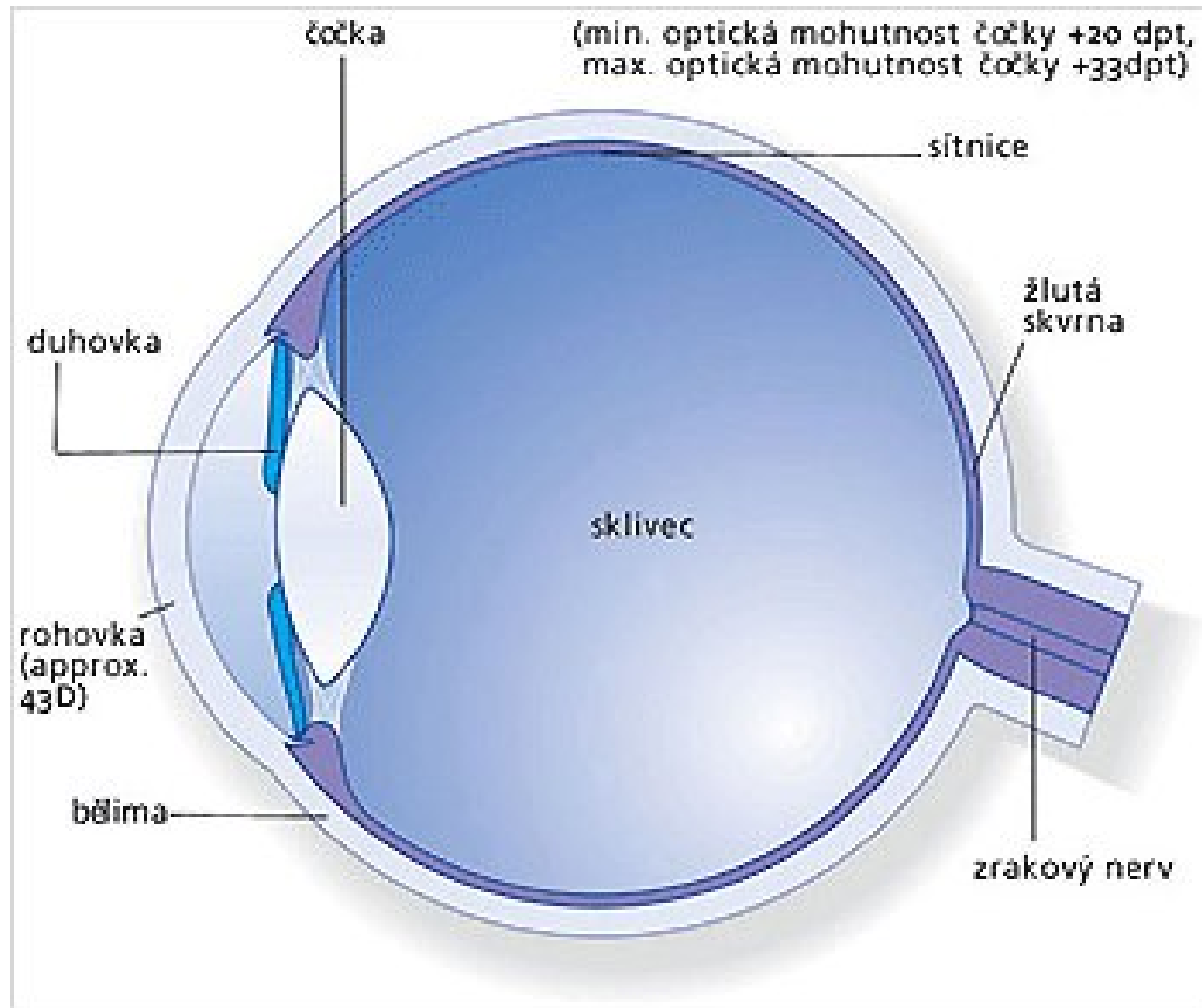


Figure 3

Světlo – bílé denní světlo



Oko – vnitřní stavba



Sítnice

- Tyčinky:
 - cca 130 mil.
 - Rozlišují odstíny šedi
 - Jsou citlivější na světlo, umožňují vidění za šera.
- Čípky:
 - cca 7 mil.
 - Umožňují barevné vidění (modrá, zelená a červená = kombinace).
 - Žlutá skvrna

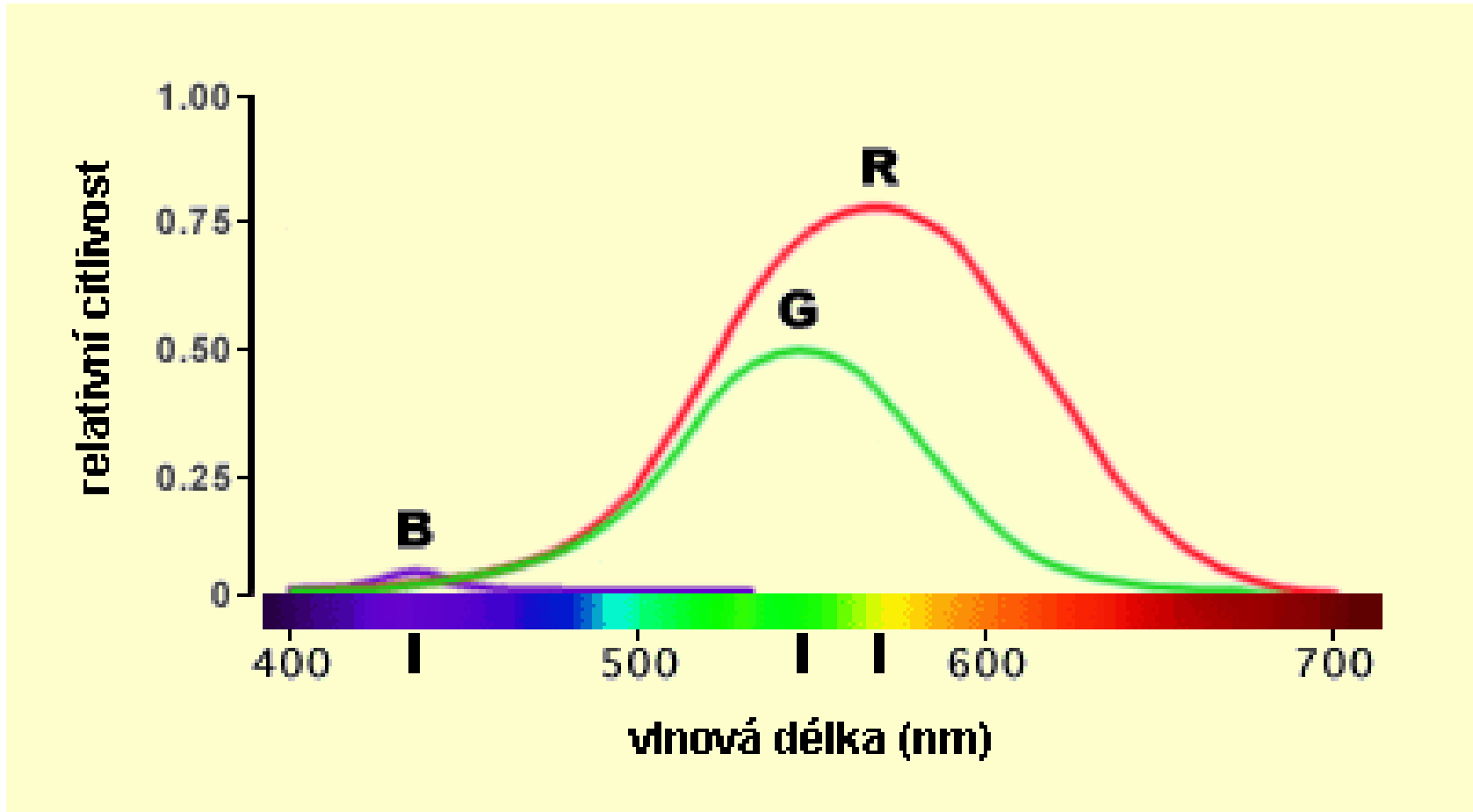


Čípky

- Existují tři typy čípků, které mají různou citlivost na různé vlnové délky
- Zhruba odpovídají **červené**, **zelené** a **modré**
- Jejich největší citlivost je 610nm, 430nm a 560nm u průměrného jedince

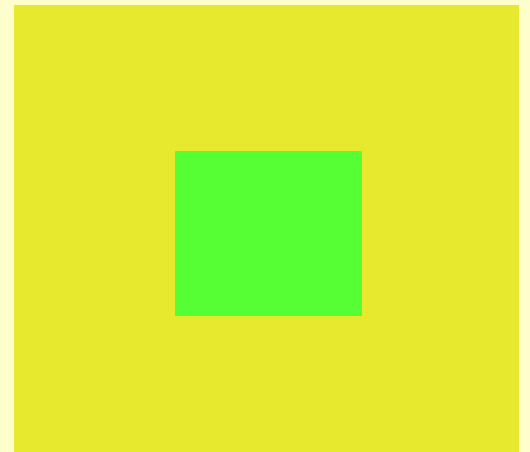
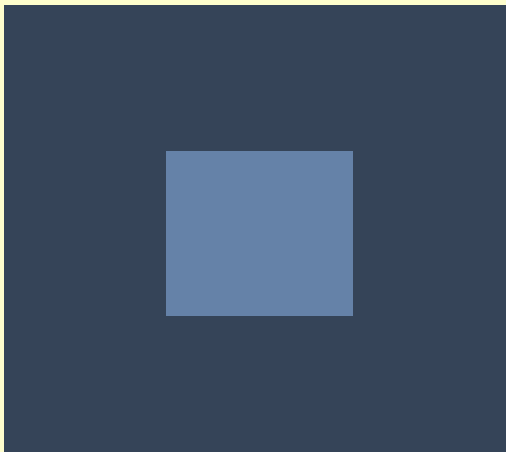
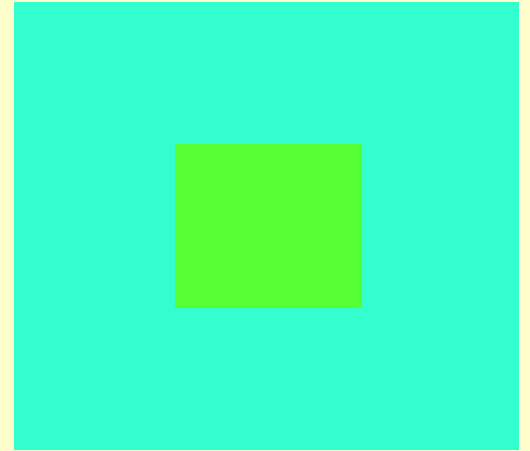
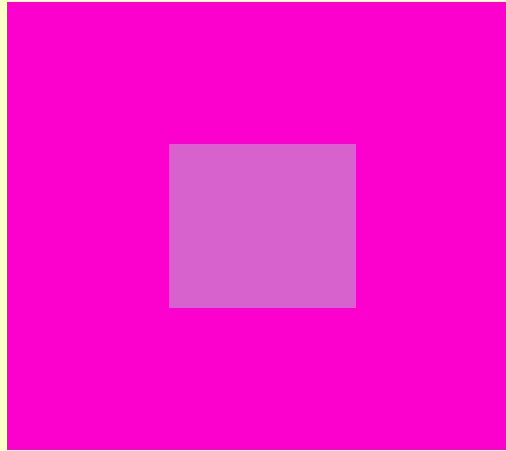
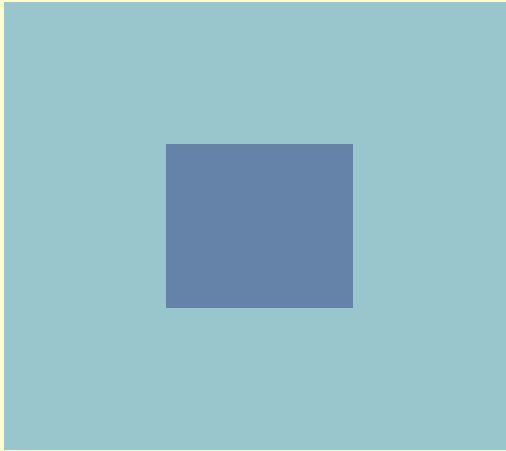


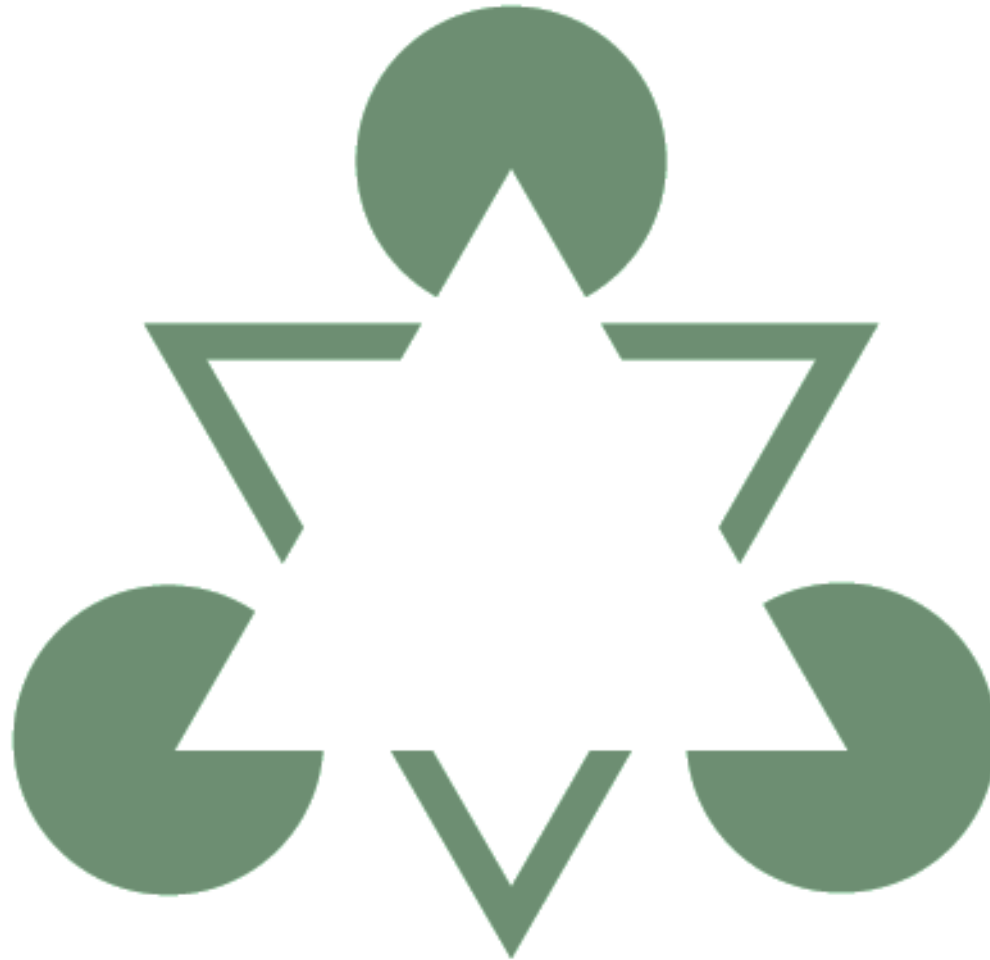
Citlivost čípků na barvu



Optické klamy založené na barvě

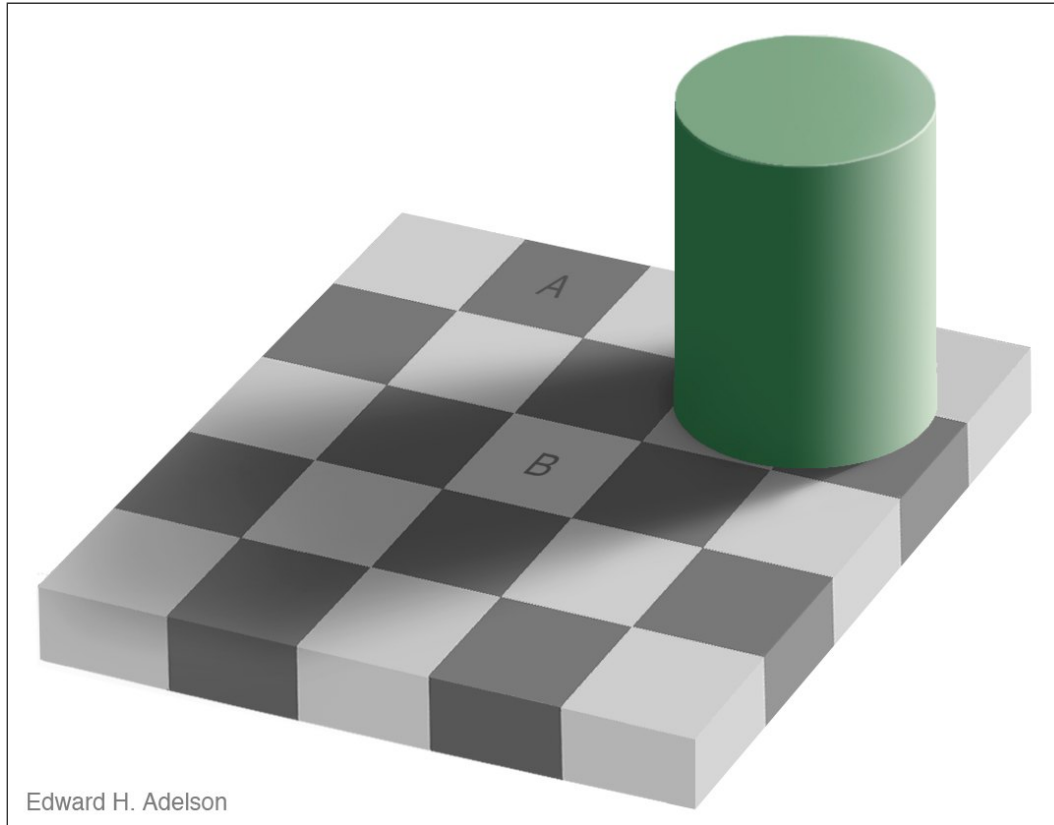




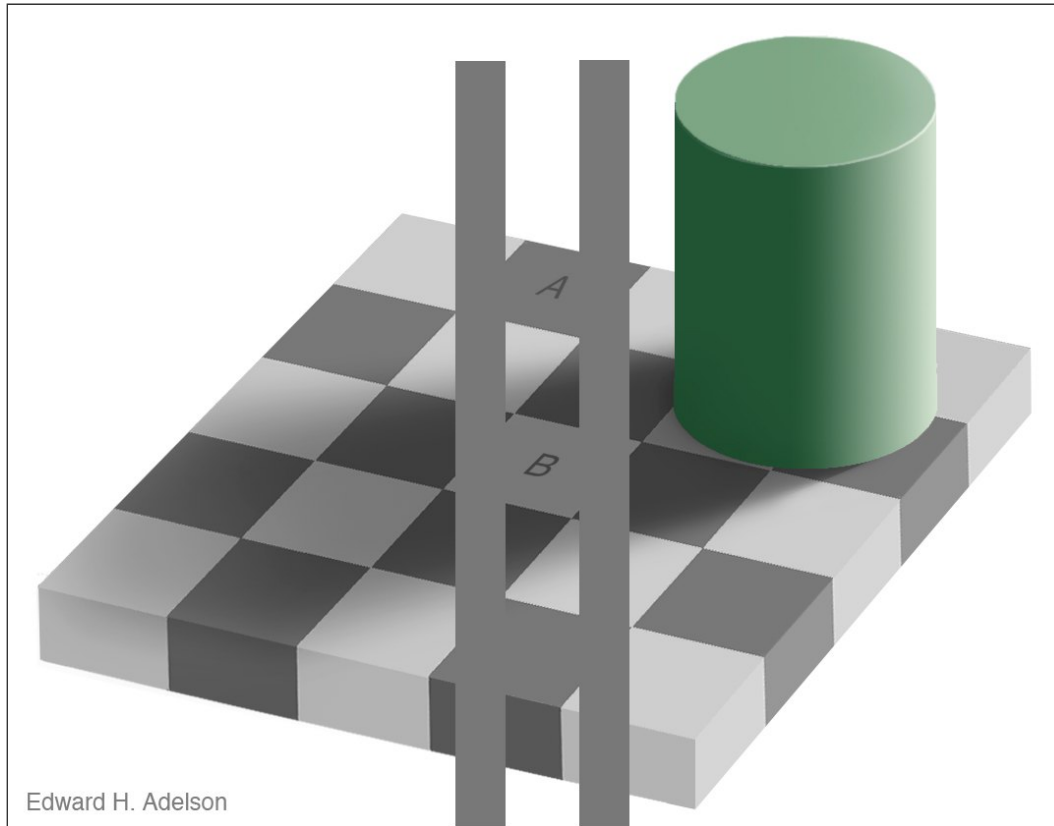




Optické klamy - barvy



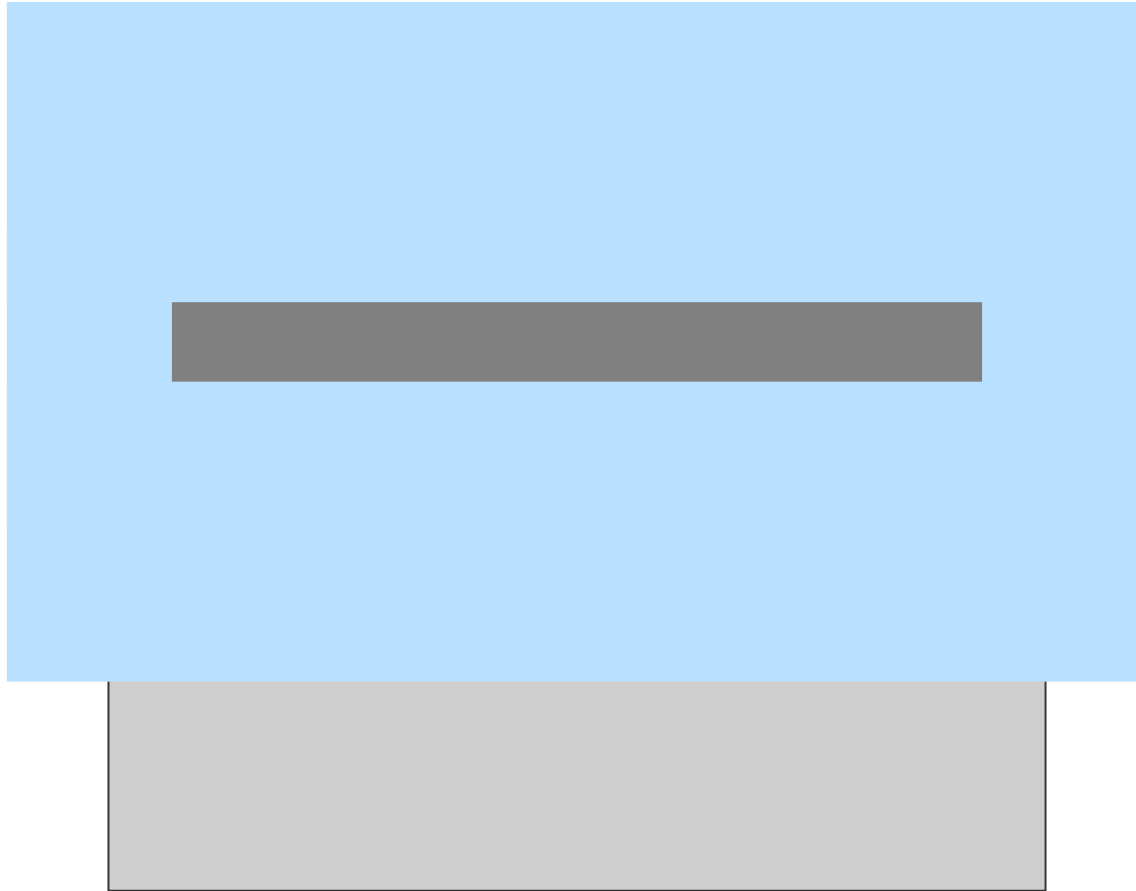
Optické klamy - barvy



Optické klamy - barvy

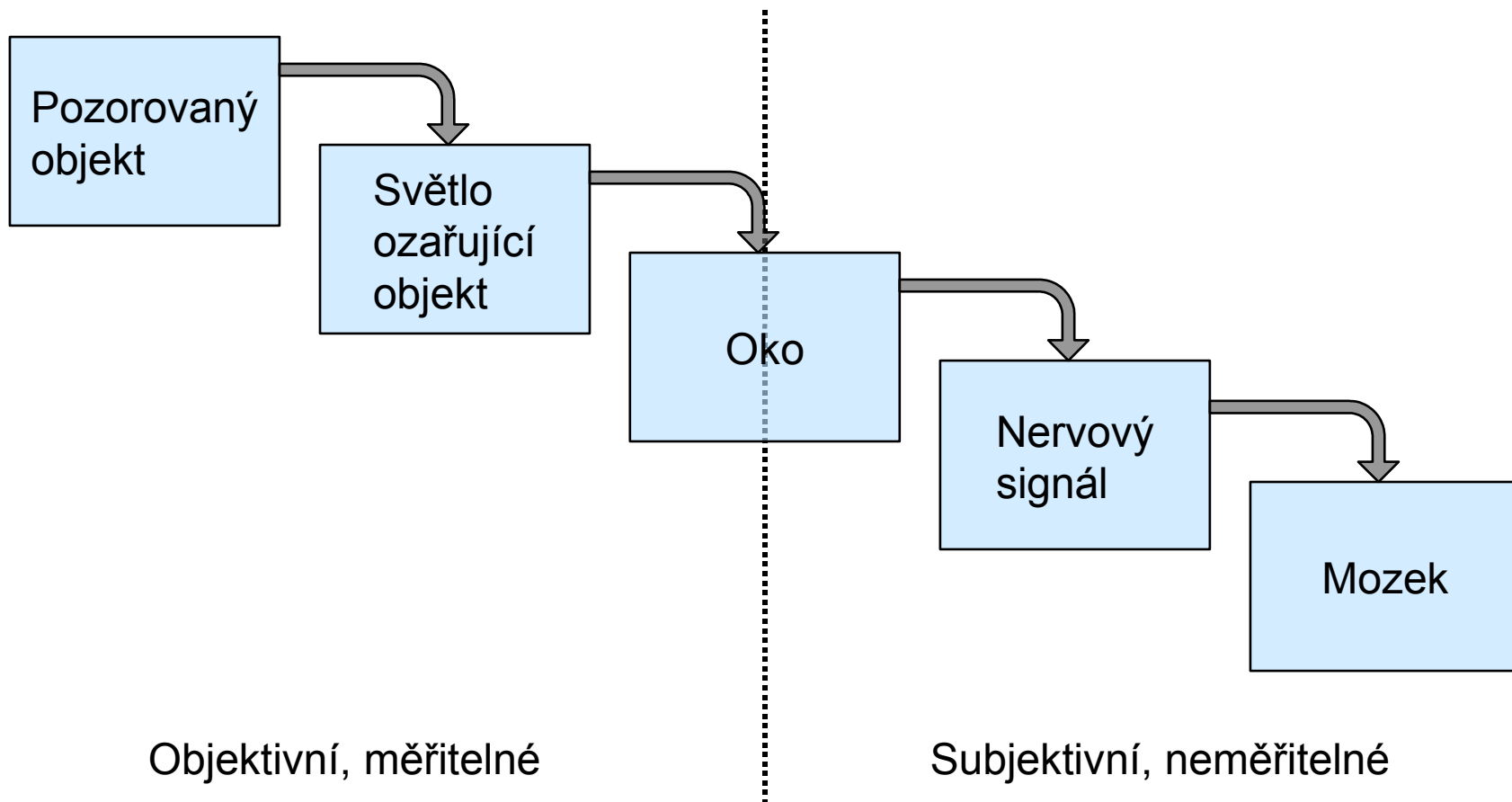


Optické klamy - barvy



Jak absolutně změřit barvu?

- Problém, každý člověk vnímá barevný podmět jinak



Jak se měří barva

- **Absolutní měření (CIE XYZ, L*a*b)**

Měří barvu absolutně

- **Barevný prostor zařízení (RGB, CMY, CMYK)**

Používá se ve spojení s konkrétním zařízením

- **HSV, HLS a další**

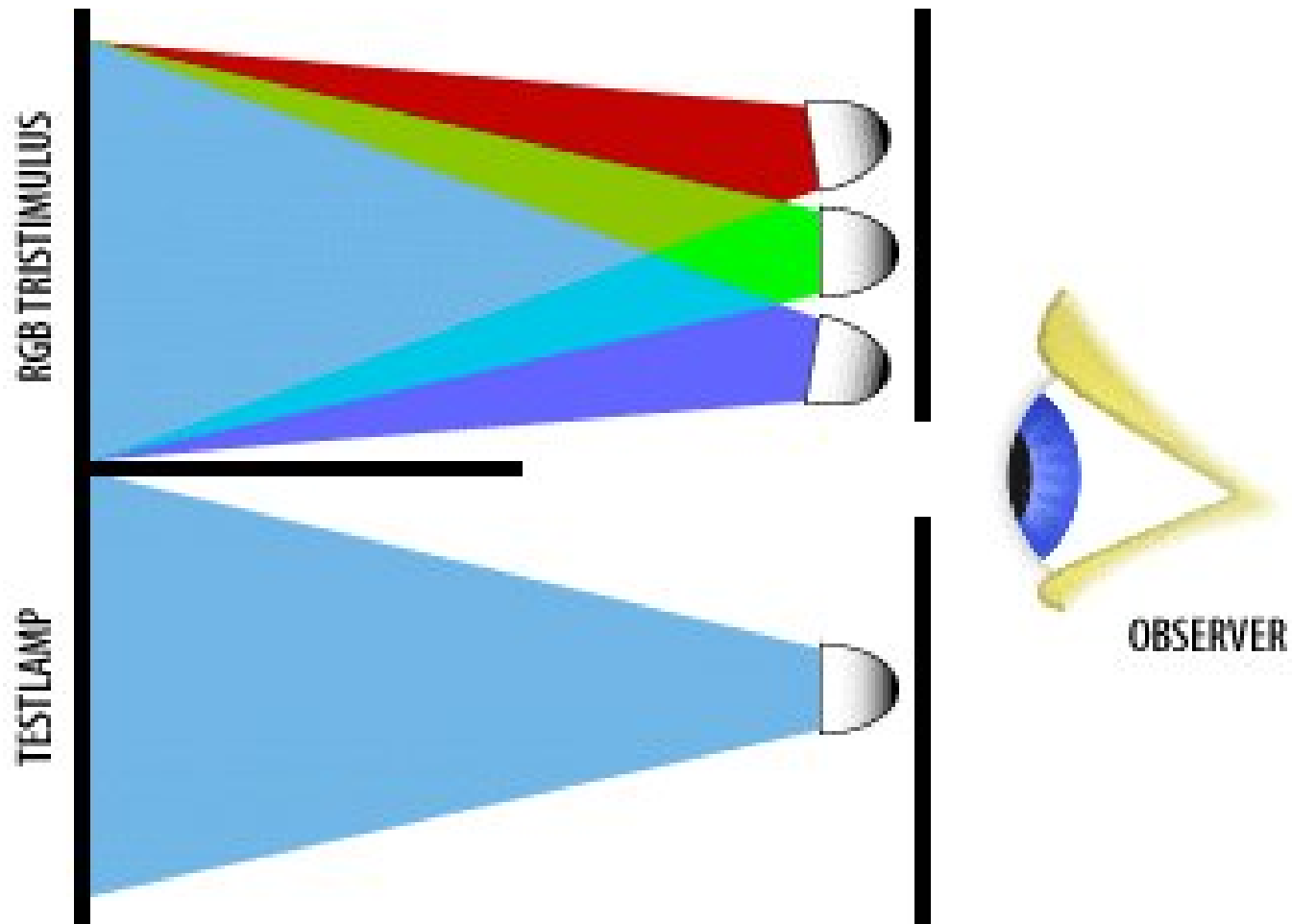


Experiment CIE

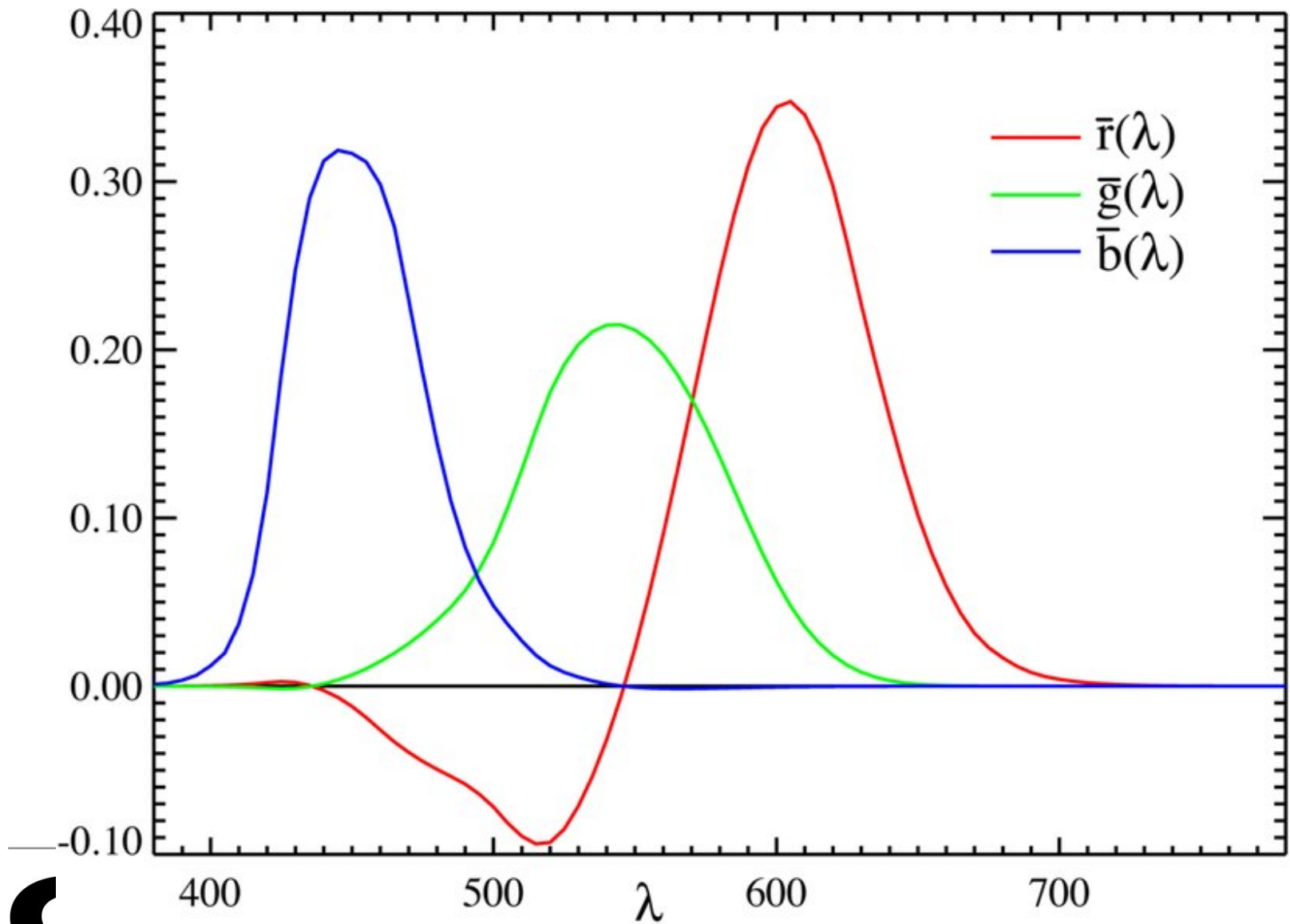
- CIE = International Commission on Illumination
- V roce 1931 provedla experiment, ve kterém byla měřena možnost skládat barvy pomocí R, G a B složky



Experiment



Výsledky experimentu

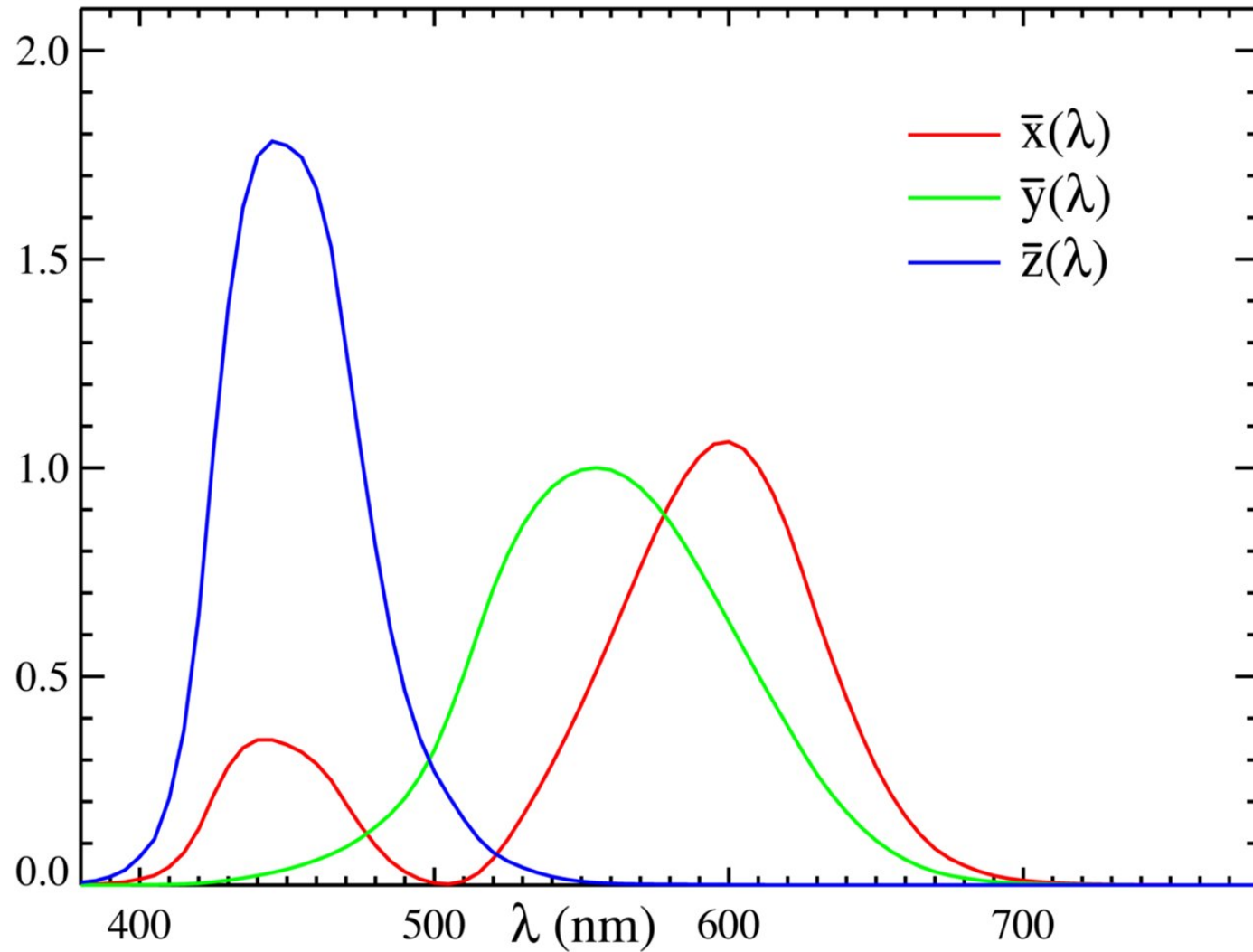


Výsledky experimentu - diskuse

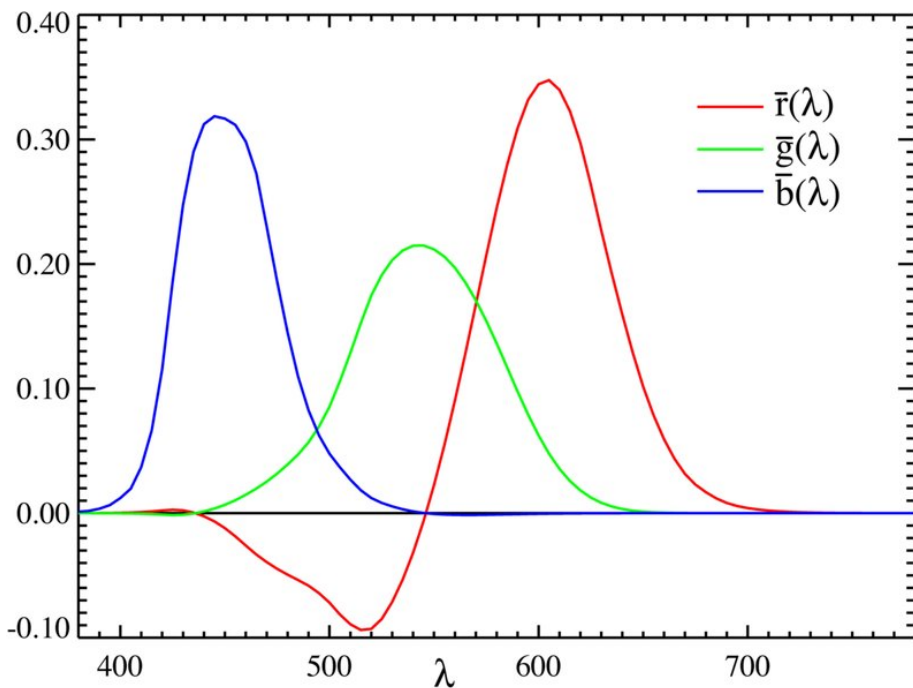
- Některé barvy nebylo možné pomocí RGB modelu namíchat
- Záporná část R křivky znamená, že bylo třeba přidat R složku na stranu TESTLAMPy.
- Jak modelovat celé barevné spektrum, když RGB to neumí?
- Zavedeme jiné tři barvy, které to umět budou.
- Barvy x, y a z.
- Tyto barvy jsou pouze HYPOTETICKÉ



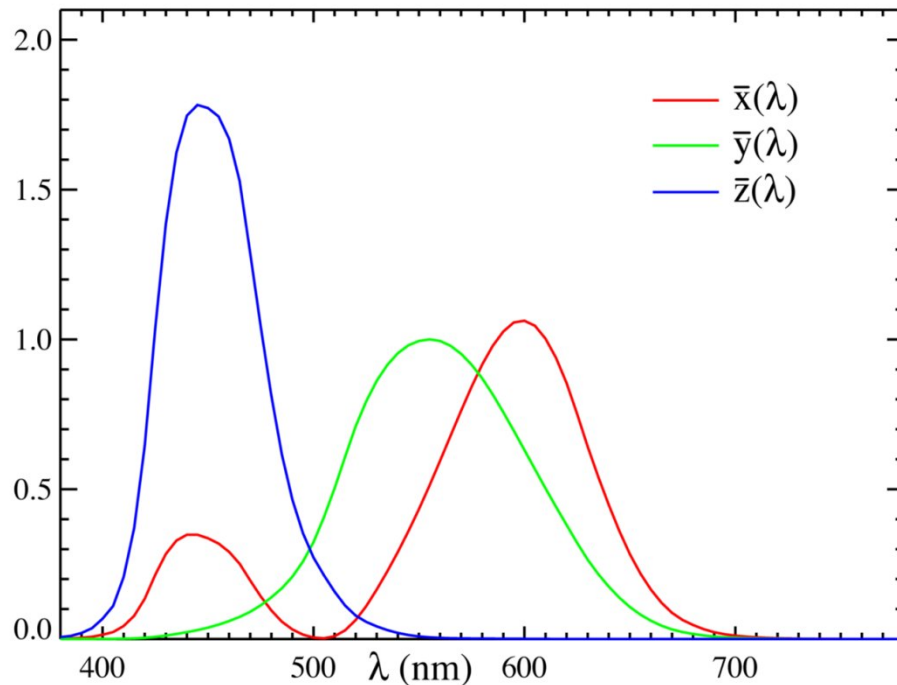
XYZ model



RGB a XYZ



Tristimul pomocí RGB složek
(má negativní oblast)



Tristimul pomocí XYZ složek

XYZ model

- každá barva C se vypočítá jako

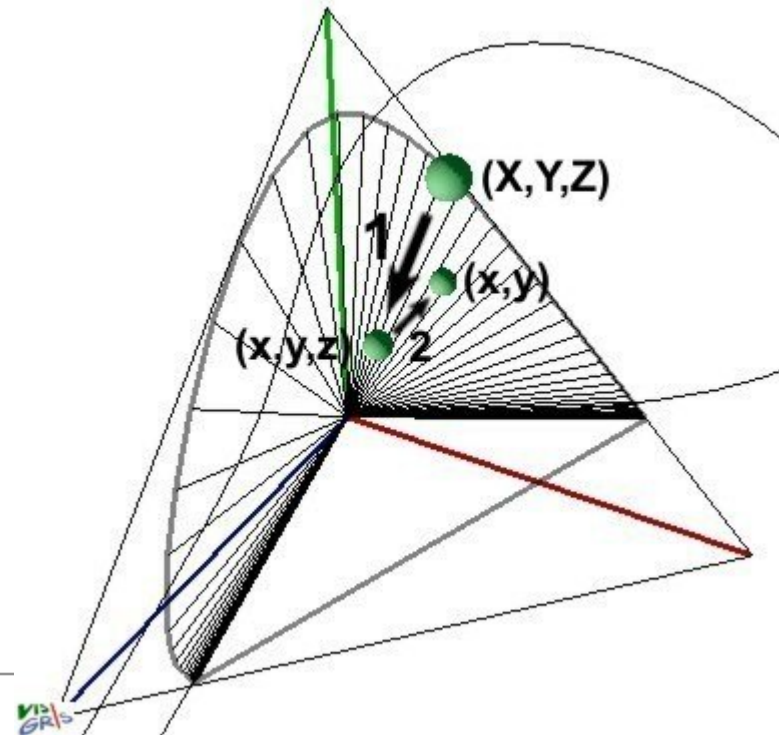
$$C = XX + YY + ZZ$$

Rozsahy je vhodné normalizovat, tj. dostaneme rozsahy 0-1

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

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

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} = 1 - x - y$$



xyY model

Složku z je možné vypustit, lze jí vypočítat ze složek x a y.
Jakoukoli barvu lze získat ze složek xyY, protože

$$X = \frac{Y}{y} x$$
$$Z = \frac{Y}{y} (1 - x - y)$$

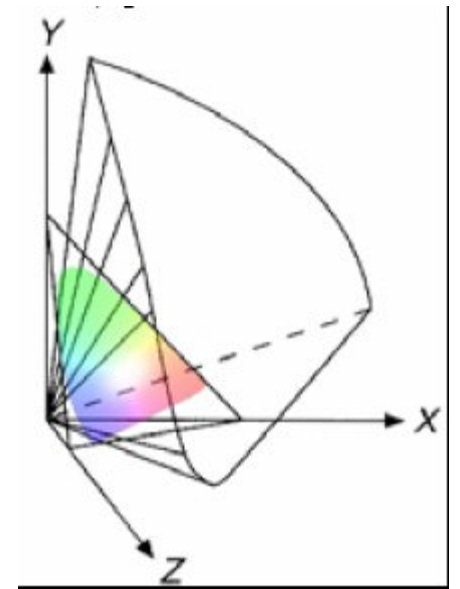
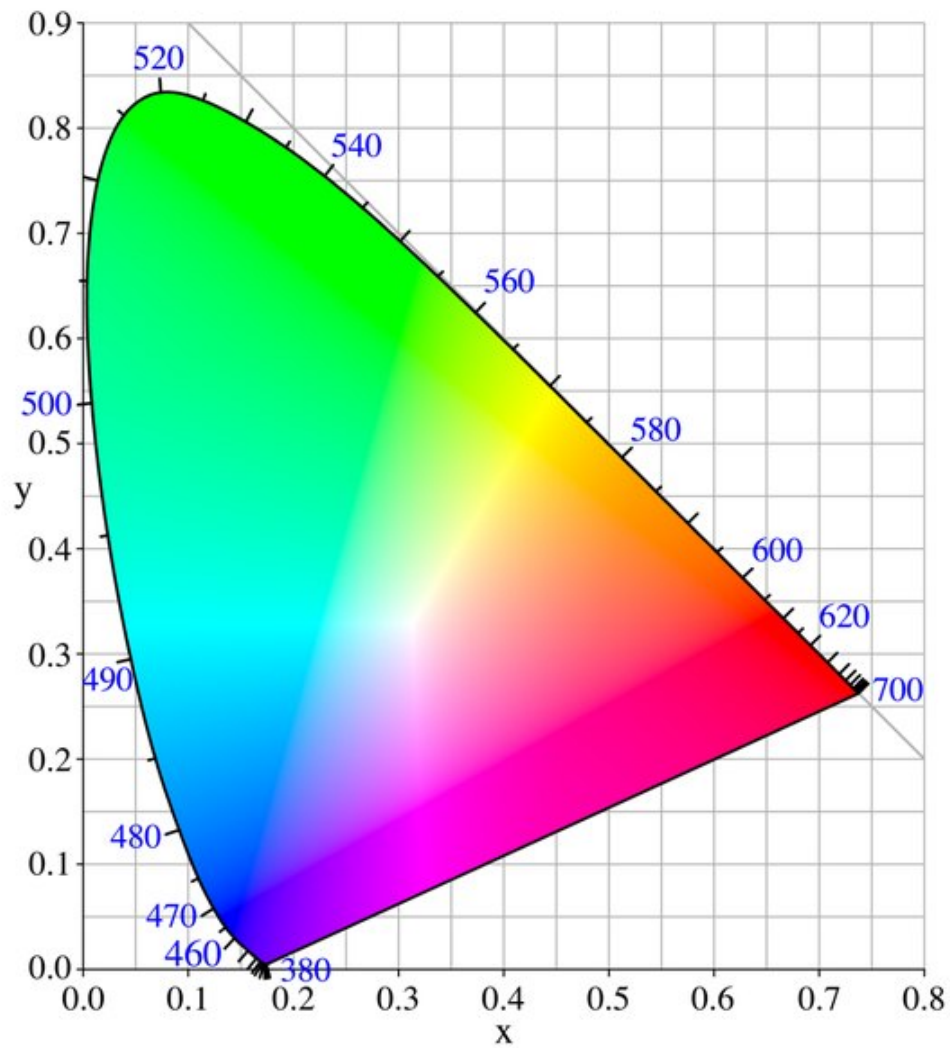
Tento model se běžně používá.

Y udává jas (brightness nebo luminance)

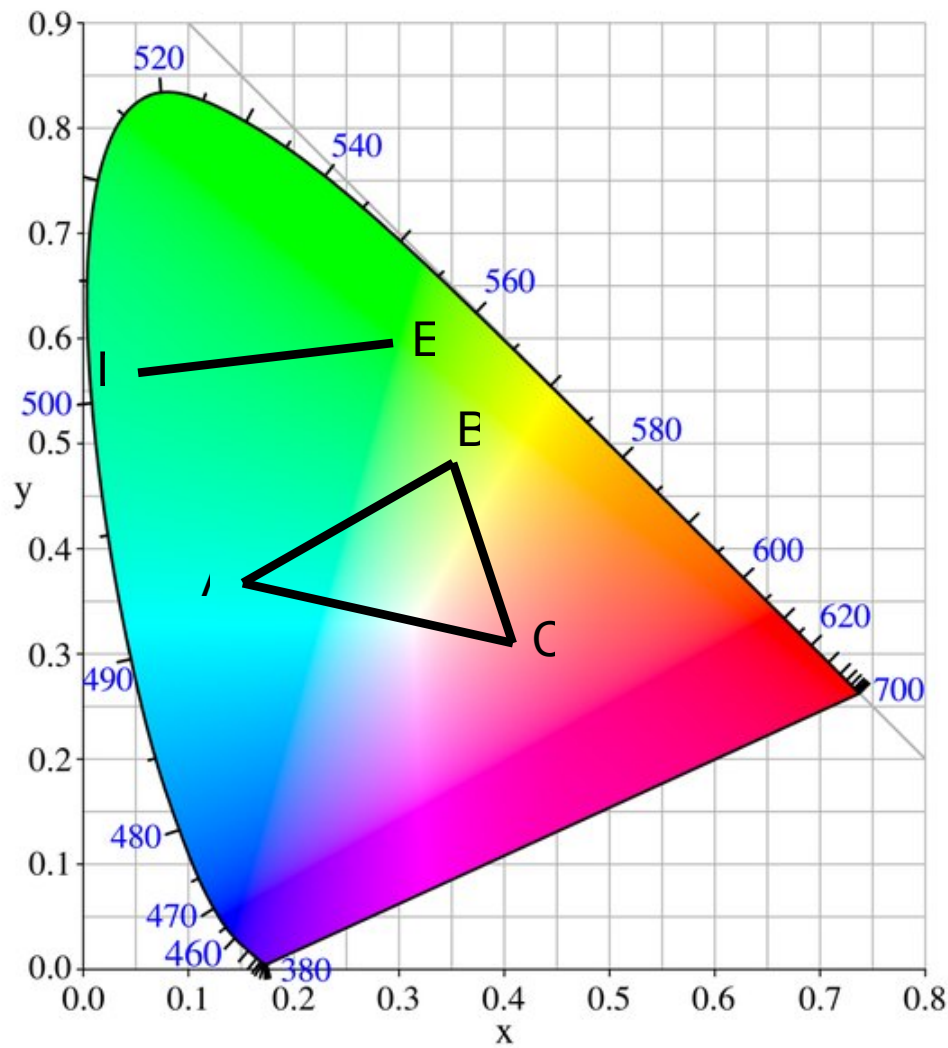
x a y udávají barevnost, tj. chrominanci



xyY model

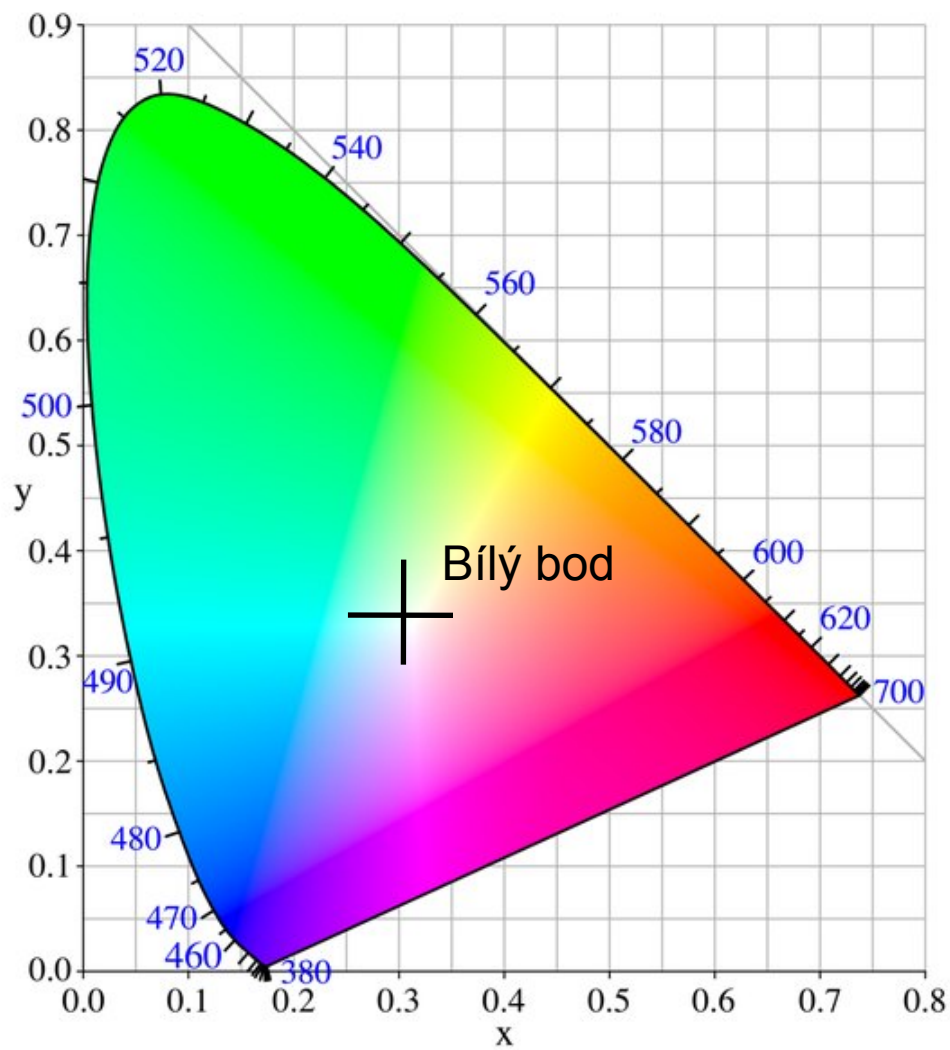


xyY model - vlastnosti

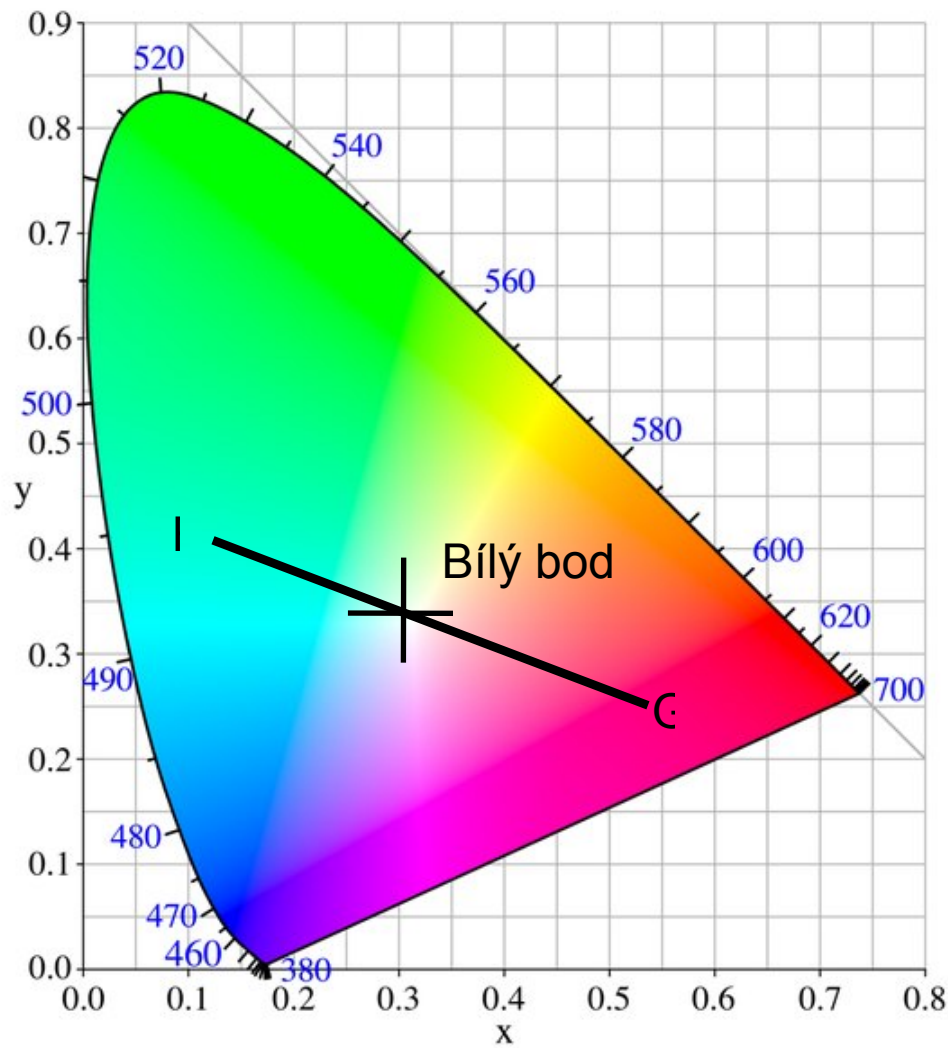


- Trojúhelník ABC ohraničuje GAMUT zařízení, které používá barvy A, B a C
- Úsečka DE udává všechny možné kombinace barev D a E

xyY model - vlastnosti

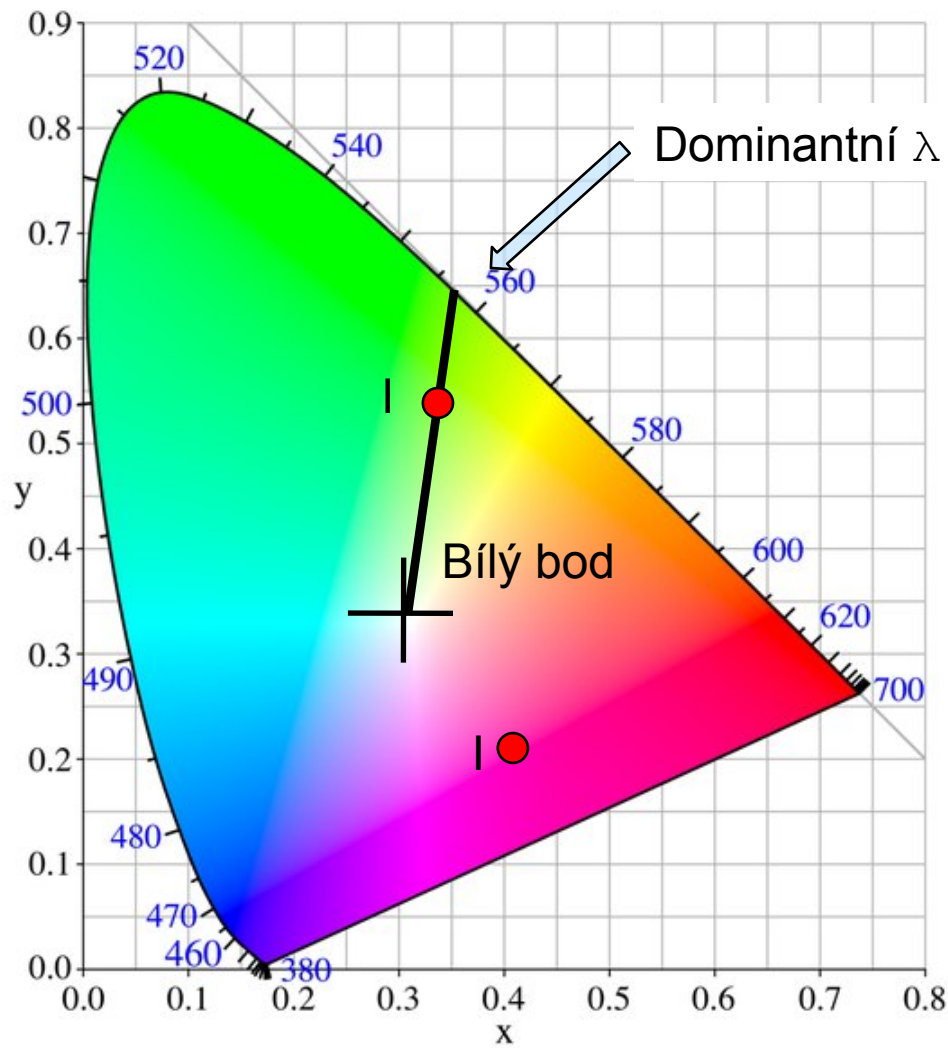


xyY model - vlastnosti



- Jestliže je možné ze dvou barev zkombinovat bílou, jsou to komplementární barvy, př. F, G

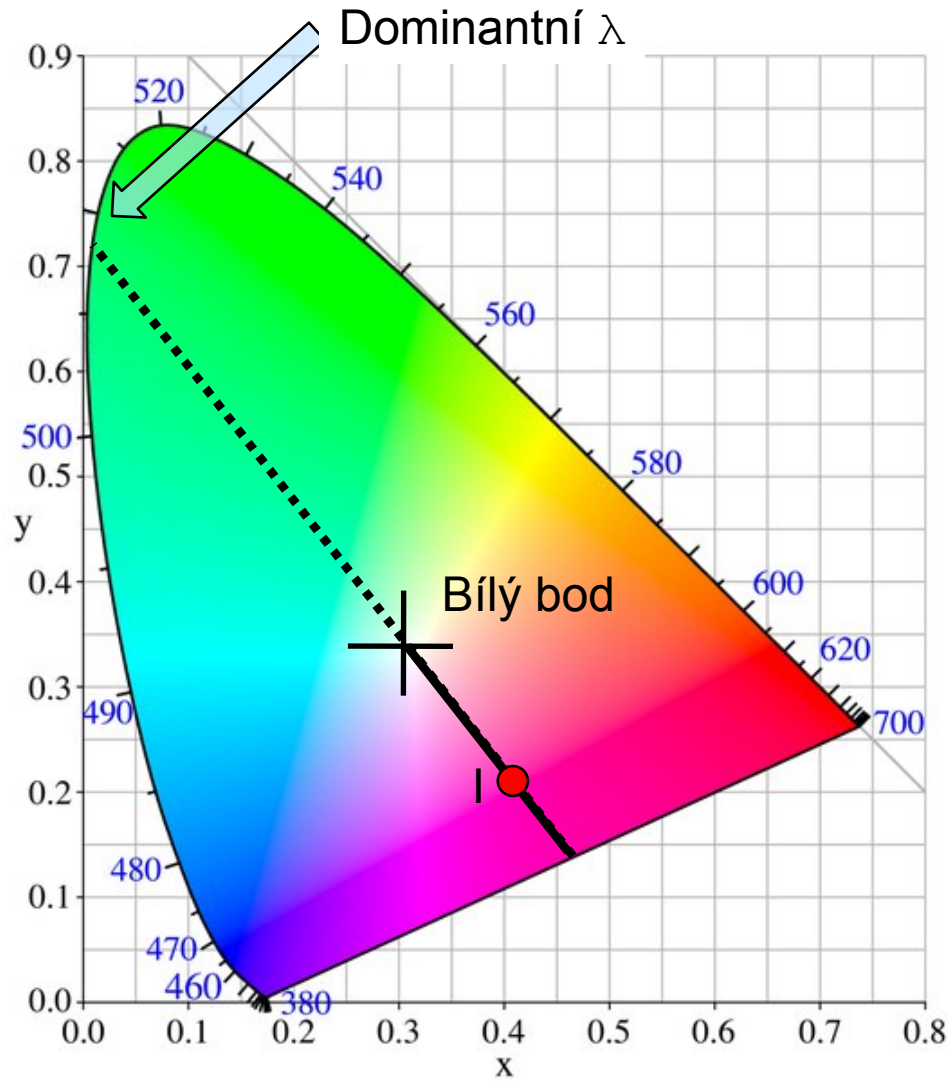
xyY model - vlastnosti



- Dominantní vlnová délka
leží na průsečíku bílého bodu, dané barvy a okraje grafu

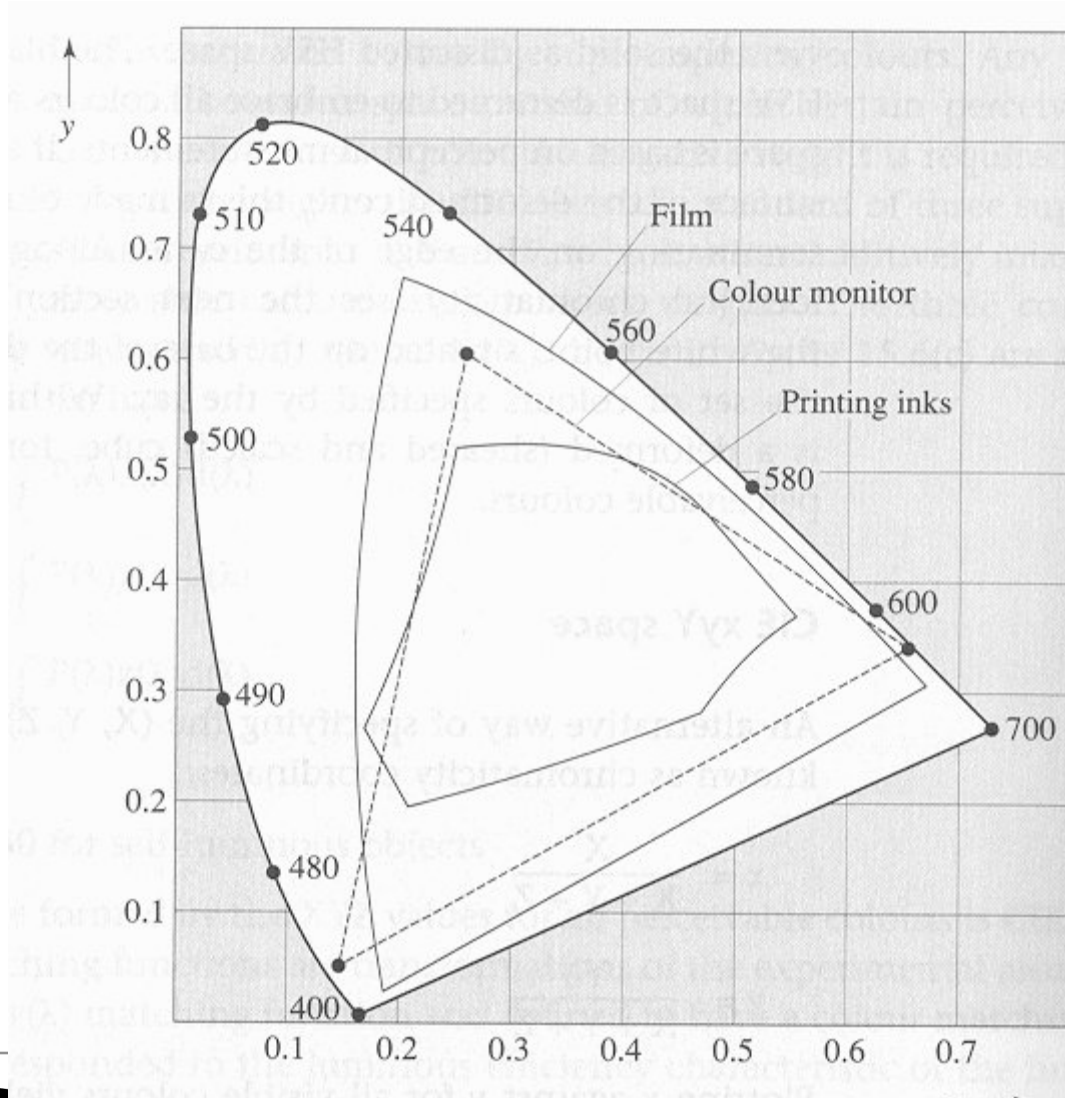
....jaká je dominantní barva bodu I?

xyY model - vlastnosti



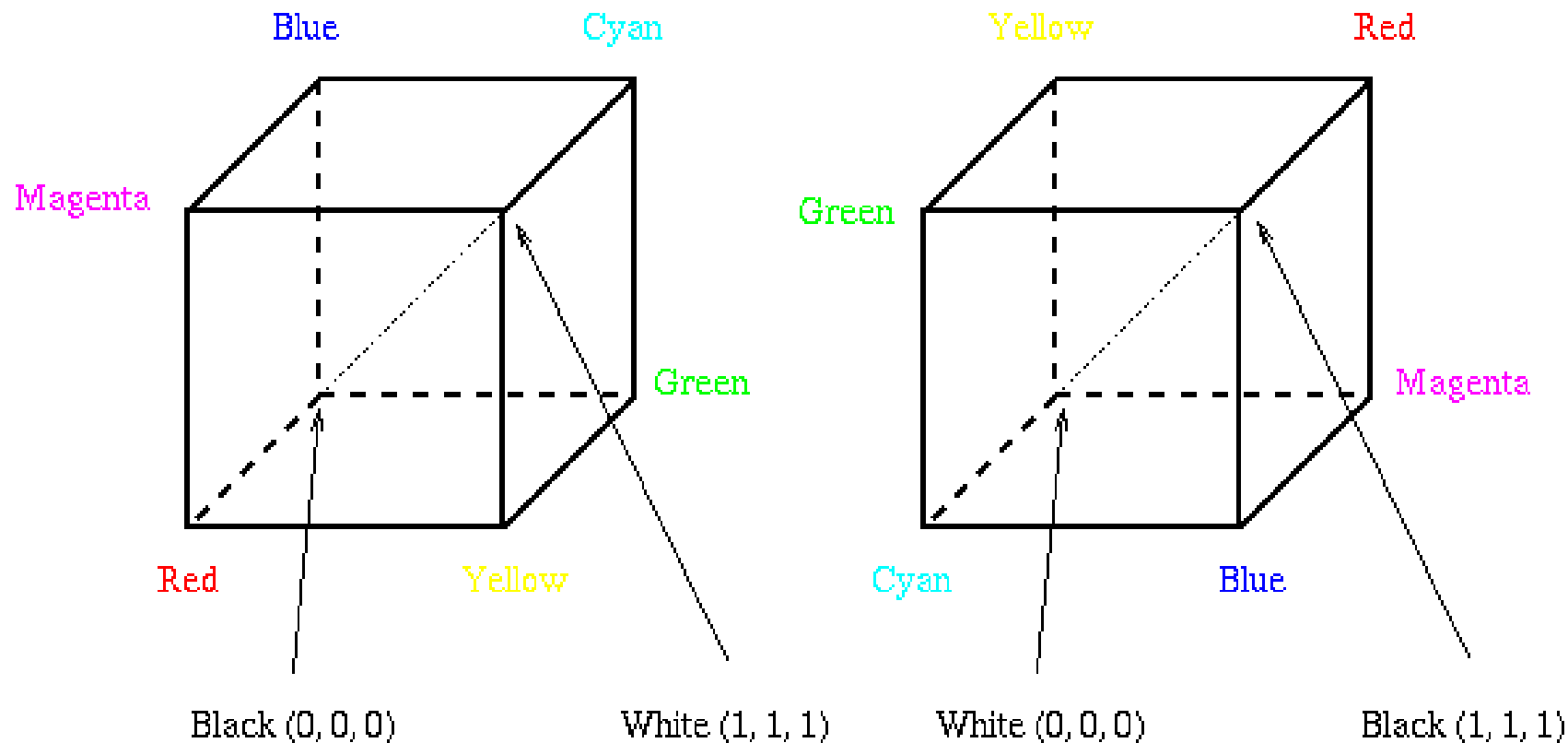
- Bod I nemá vlastní dominantní vlnovou délku
- Dominantní vlnovou délku určíme jako dom. vlnovou délku komplementární barvy

GAMUT = rozsah barev



RGB

630nm (red), 530nm (green), 450nm (blue)

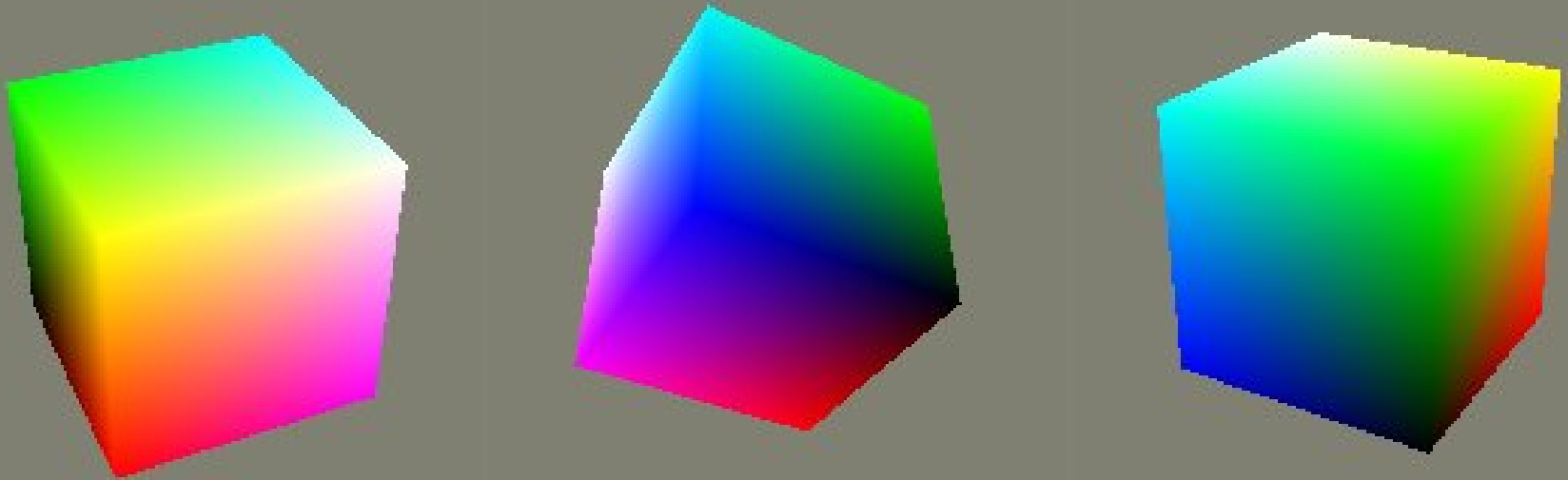


The RGB Cube

The CMY Cube



RGB (CMY) cube



CMY(K)

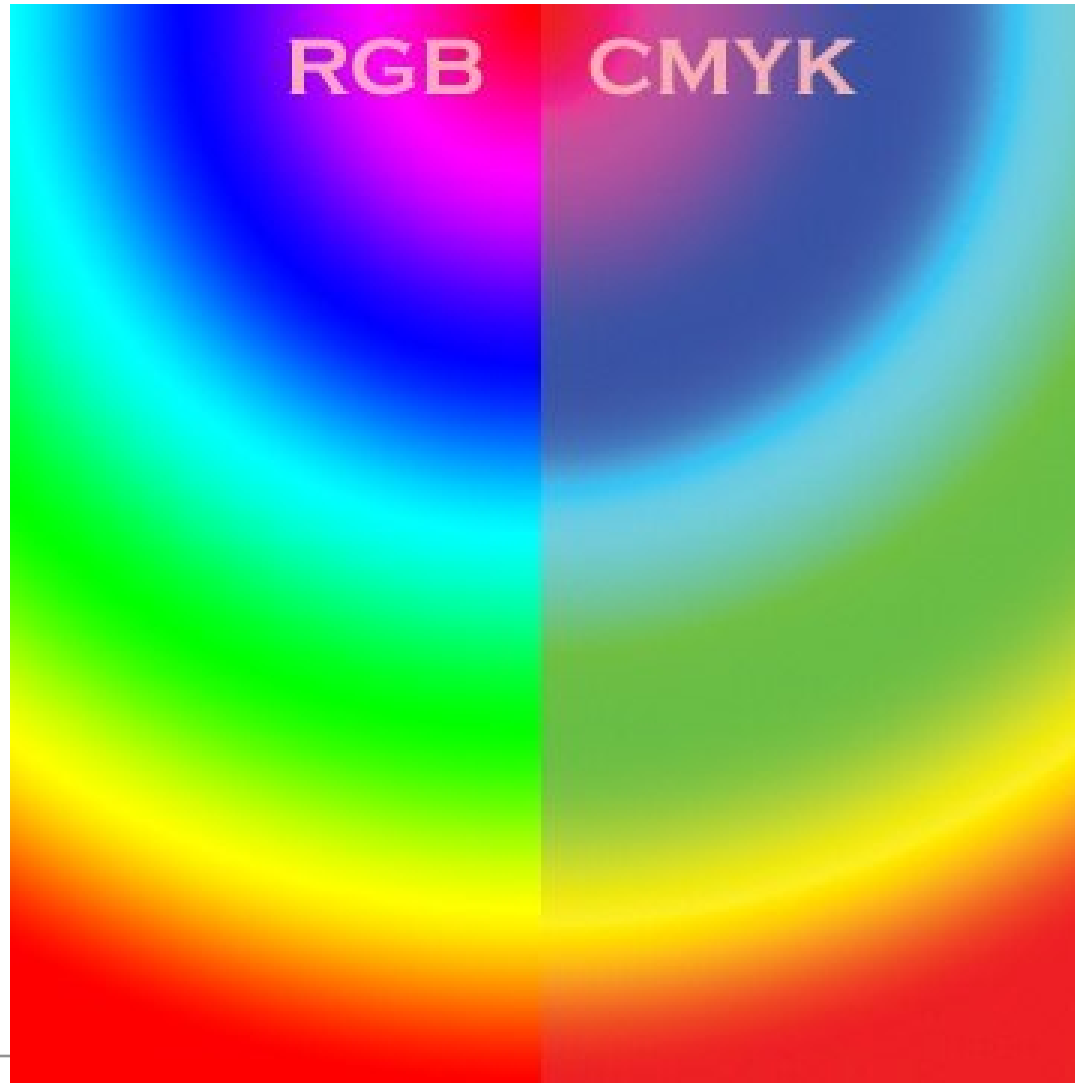
- Cyan je vše kromě Red
- Yellow je vše kromě Blue
- Magenta je vše kromě Green
- Černá vychází špatně, proto se přidává jako přímá barva

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

Převod mezi RGB a CMY a opačně



RGB a CMY(K)



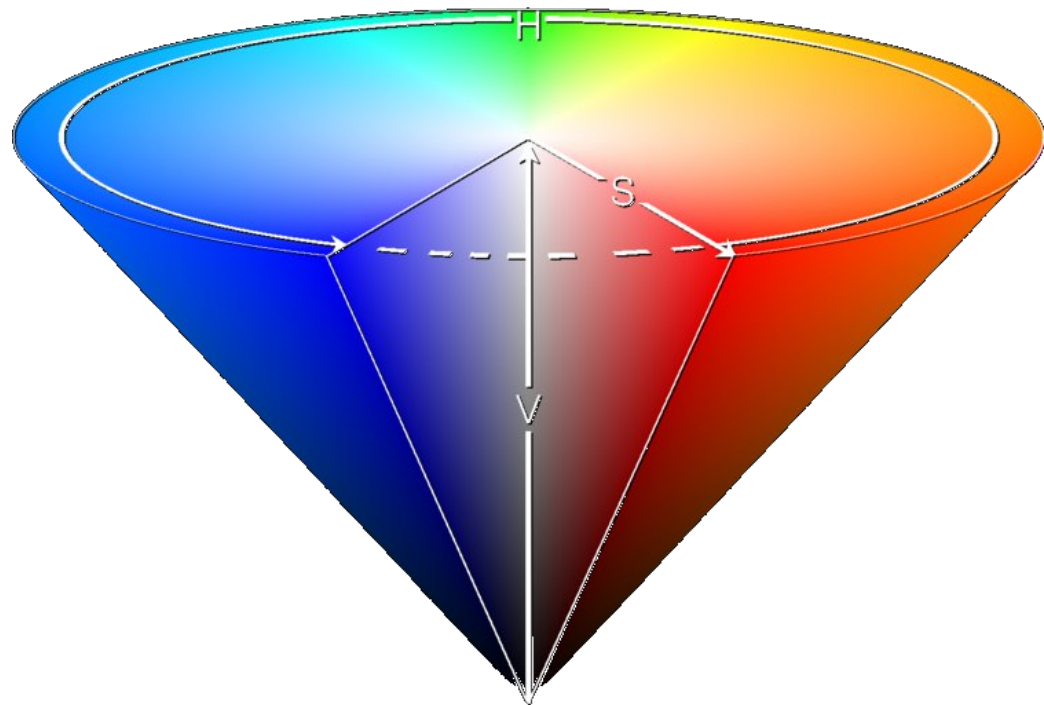
Další barevné modely

- XYZ (xyY), RGB ani CMYK nejsou příliš intuitivní
- Je třeba něco přirozenějšího

- HSV, HSI

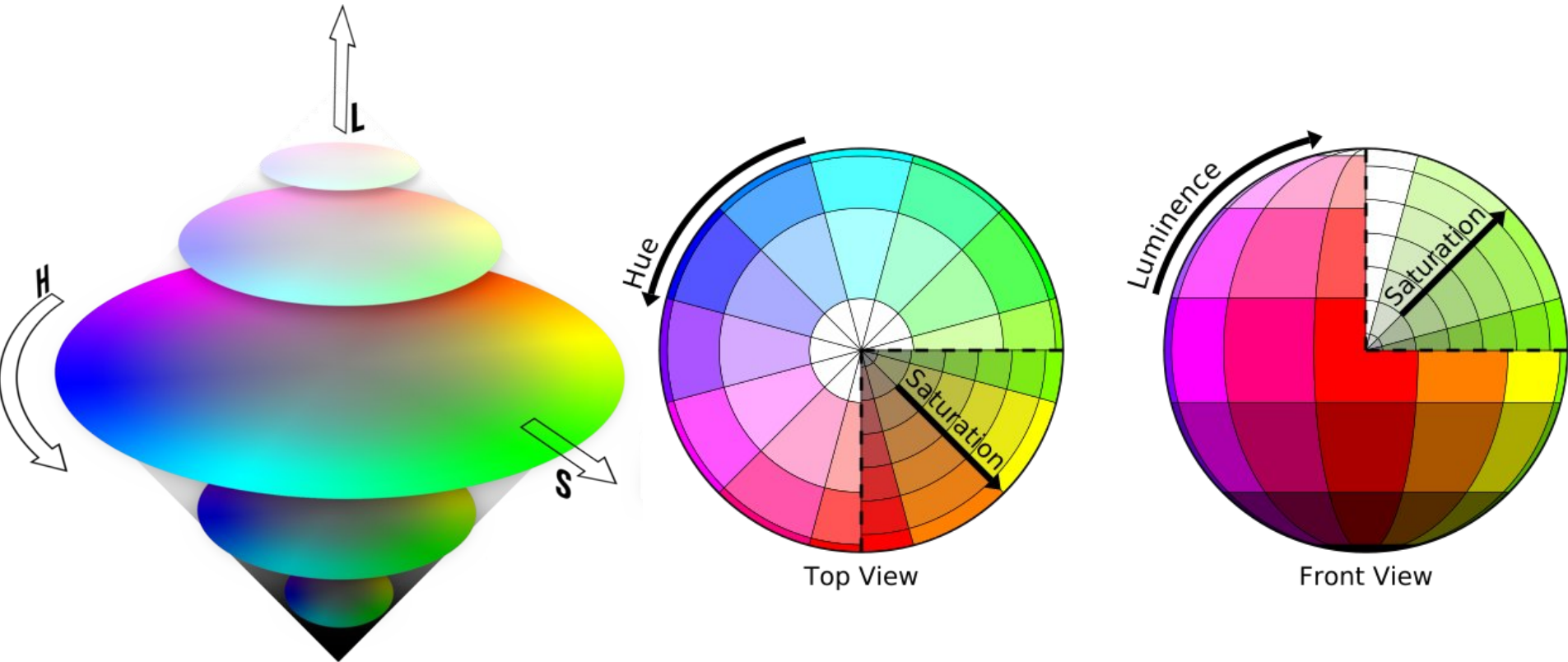


HSV model



- Definuje tyto složky
 - **Hue** = barevná složka
 - Saturation (**Chroma**) = sytost, čistota barvy
 - **Value** (Luminance) = světlost barvy, jas , intenzita

HSI (HSL) model



YUV

- Y = luma = jas
- U a V jsou barevné složky
- Používá se pro televizní vysílání
- Jasová složka stačí pro ČB vysílání
- U a V jí doplňují pro barevné vysílání



Práce s barvami

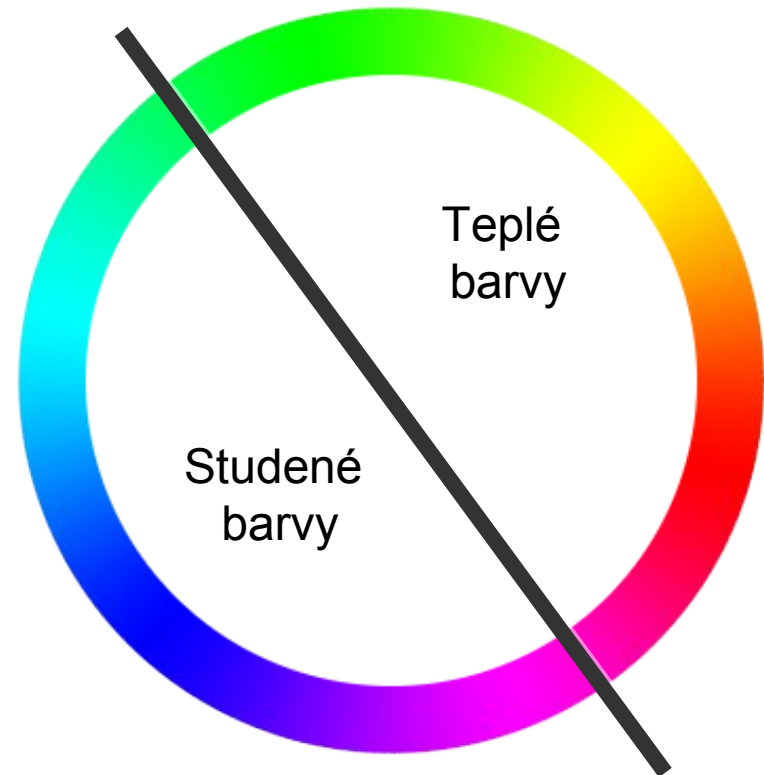


Computer Graphics Group



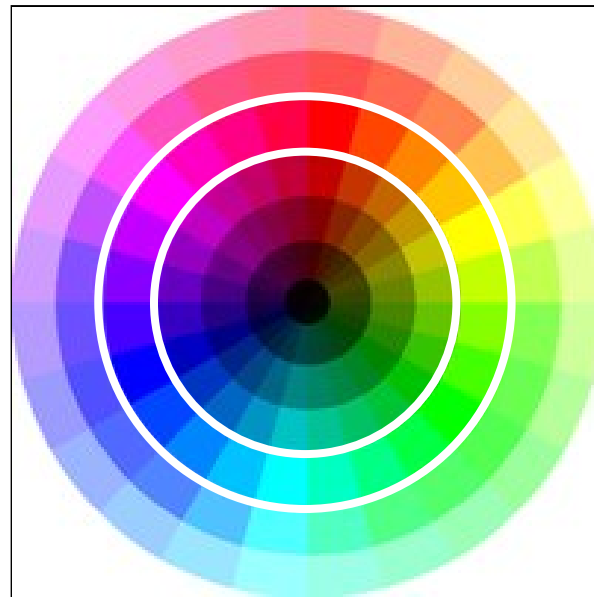
Teplé a studené barvy

- Barvy rozdělujeme na
- Teplé
 - Vyvolávají pocit tepla
 - Vystupují z plochy
- Studené
 - Vyvolávají pocit chladu
 - Ustupují dozadu
- Neutrální
 - Černá, bílá, stupně šedé



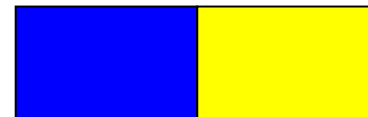
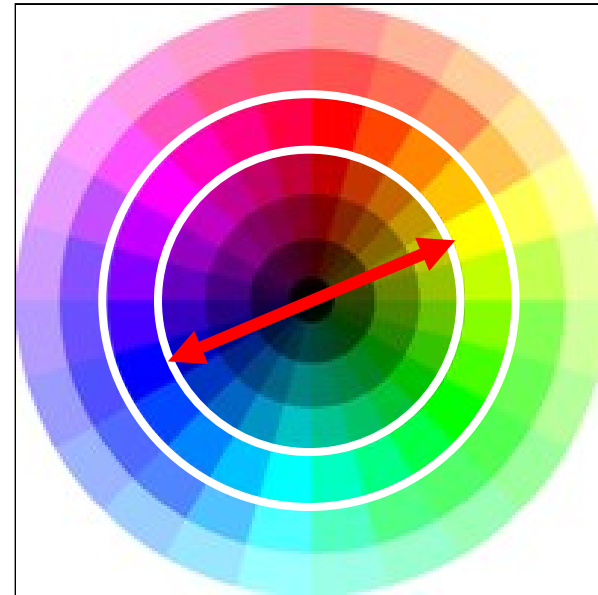
Barvy a kontrast

- Kontrast
 - Barevný
 - Tonální
- Max. barevný kontrast
 - Barva a její doplněk
- Max. tonální kontrast
 - Bílá a černá



Barvy a kontrast

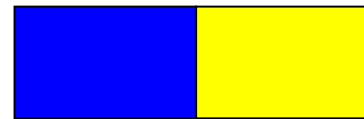
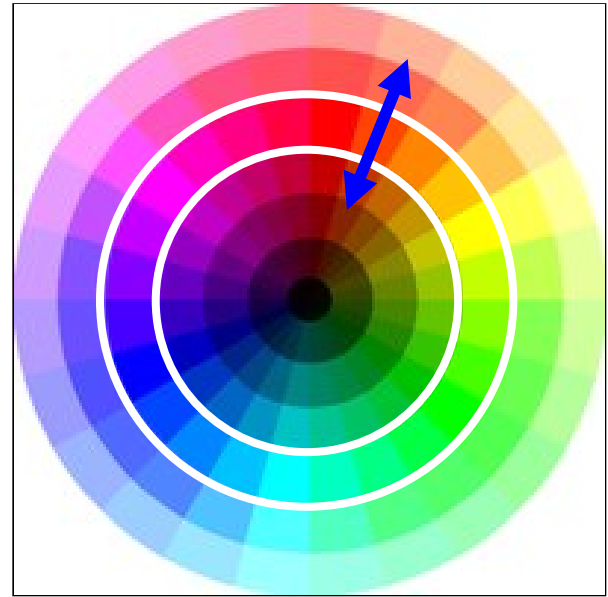
- Kontrast
 - Barevný
 - Tonální
- Max. barevný kontrast
 - Barva a její doplněk
- Max. tonální kontrast
 - Bílá a černá



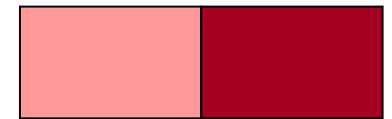
Barevný kontrast

Barvy a kontrast

- Kontrast
 - Barevný
 - Tonální
- Max. barevný kontrast
 - Barva a její doplněk
- Max. tonální kontrast
 - Bílá a černá



Barevný kontrast

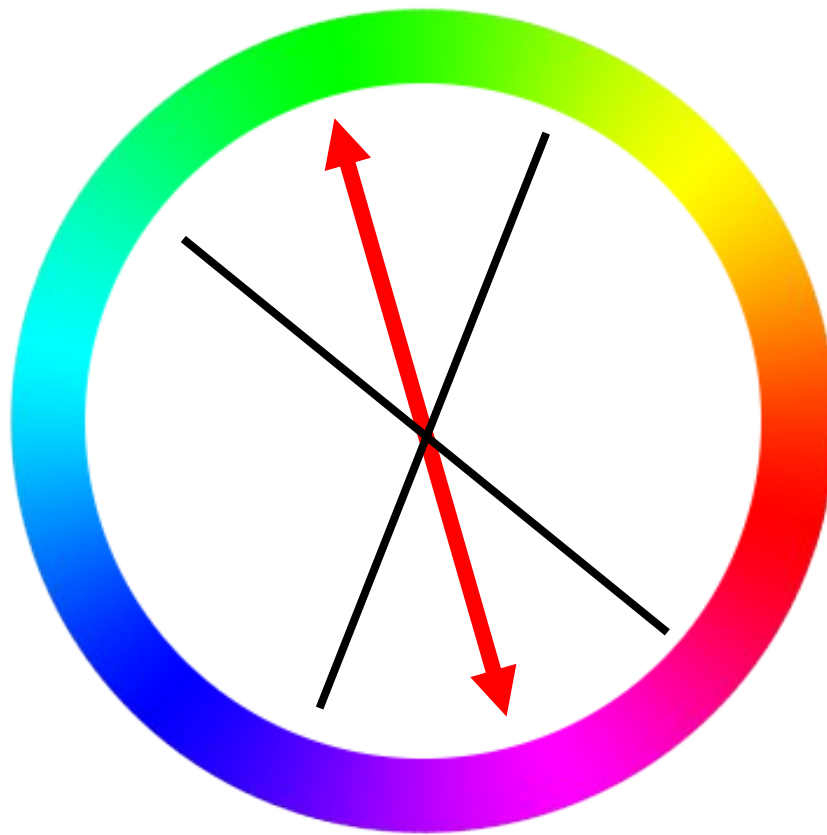


Tonální kontrast

Příklad



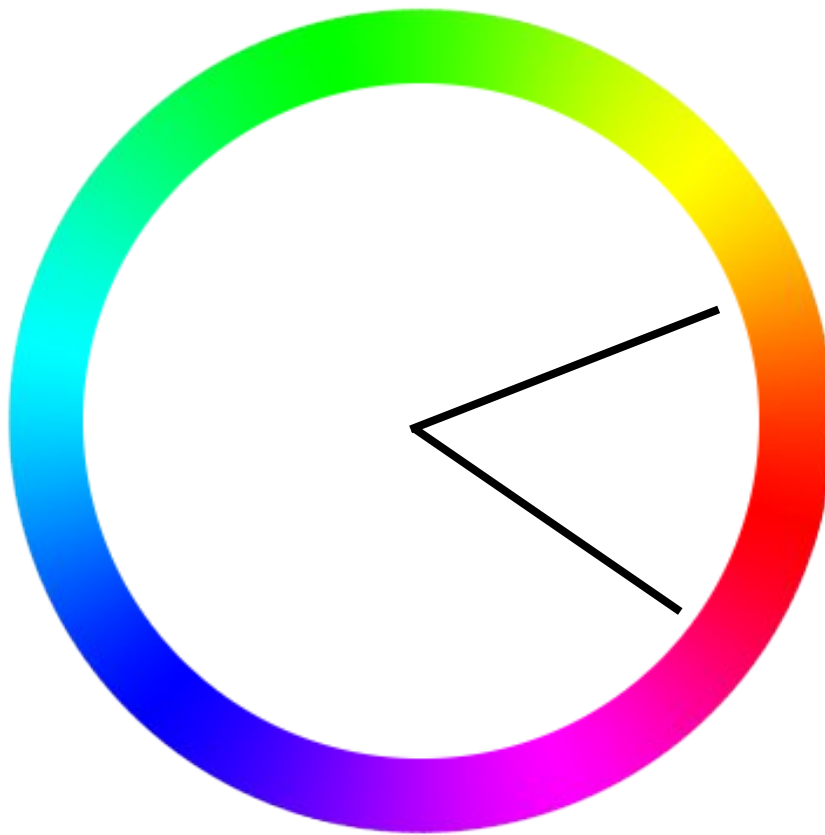
Moderní byt č. 7/2005



Příklad



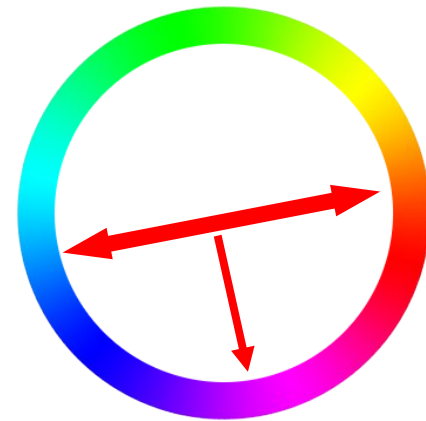
Moderní byt č. 10/2003



Příklad



Moderní byt č. 1/2006



Reference

- <http://www.olympusmicro.com/primer/lightandcolor/lightsour>
- http://www.ncsu.edu/scivis/lessons/colormodels/color_mode
- http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space
- <http://www.fho-emden.de/~hoffmann/ciexyz29082000.pdf>
- <http://www.fi.muni.cz/~sochor/M4730/Slajdy/Barvy.pdf>

