



KATEDRA
INFORMATIKY
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Světlo a barvy v počítačové grafice

Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

Digitální obraz

- **Digitální obraz:** $f(x, y)$
- **Prostorové souřadnice:** x, y
- **Intenzita** (odstín šedi, barva): hodnota $f(x, y)$
- **Pixel:** obrazový bod

Zpracování digitálního obrazu

- Metody, které mají na vstupu digitální obraz a digitální obraz i vrací
- Metody, které mají digitální obraz na vstupu, ale výstupem jsou nějaké atributy, které z něj získáme

Zpracování digitálního obrazu

- Akvizice
- Vylepšení obrazu
- Rekonstrukce obrazu
- Komprese

Obrazové formáty

- **Bitmapové (rastrové) obrazy:** .tiff, .bmp, .jpg, .gif, .png, .webp, .avif
- **Vektorové:** .eps, .svg, .dxf
- **Nativní:** .psd, .xcf, .ai, .cdr



The screenshot displays the MATLAB R2021a interface. The title bar reads "MATLAB R2021a - academic use". The ribbon includes tabs for HOME, PLOTS, and APPS. The Command Window shows the prompt `fx >>` and a yellow message: "New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#)". The Workspace window shows a variable `I` with a value of `426x640 uint8`.

Current Folder: C:\Skola\vyuka2022-2023\ZS\POGR\matlab\pr1

Command Window: `fx >>`

Workspace:

Name	Value
I	426x640 uint8

Digitální obraz – zdroj

■ elektromagnetické spektrum

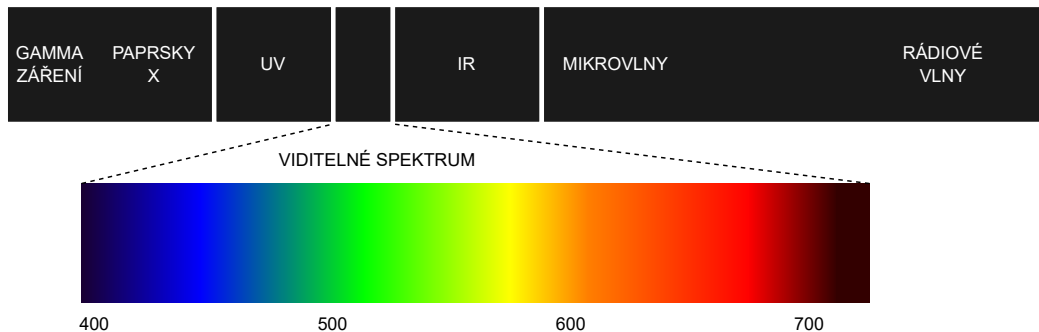
- viditelné světlo
- X paprsky
- Gamma záření

■ zvukové vlnění – ultrazvuk

■ elektronové – elektronové mikroskopy

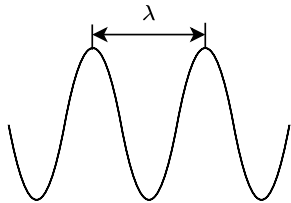
■ syntetické – vytvořené počítačem

Elektromagnetické spektrum



Elektromagnetické spektrum

- **Vlnová délka:** λ
- **Frekvence:** ν
- $\lambda = \frac{c}{\nu}$
- $c = 2.998 \cdot 10^8$ m/s (rychlost světla)
- **Energie:** E
- $E = h \cdot \nu$
- $h = 6.6252 \cdot 10^{-34}$ Js (Planckova konstanta)



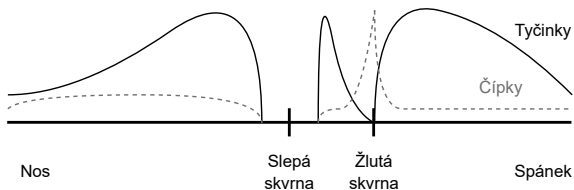
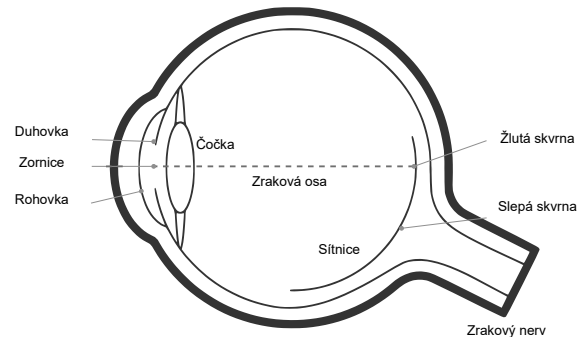
Viditelné spektrum

- **Bílé světlo**
- **Barva**: odražené paprsky
- **Monochromatické** (achromatické): všechny složky stejně zastoupené
- **Jas**, stupně šedi
- **Chroma**: barva
- **Radiance**: celkové množství energie
- **Luminance**: množství energie, které pozorovatel vnímá
- **Saturace**: čistota barvy světla
- **Světlost**: velikost achromatické složky ve světle

Lidské oko

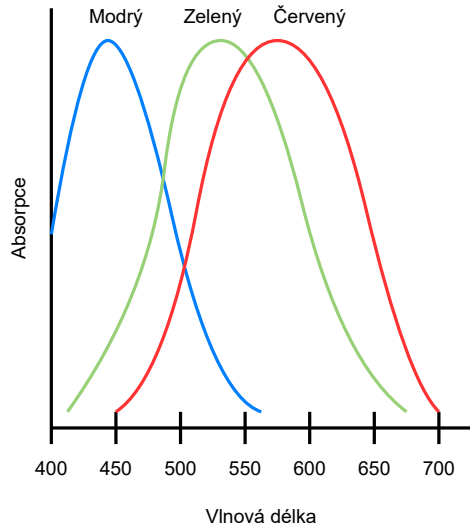
- **Rohovka**
- **Duhovka**
- **Zornice**
- **Čočka**
- **Sítnice**
- **Fotoreceptory:**

- tyčinky
- čípky



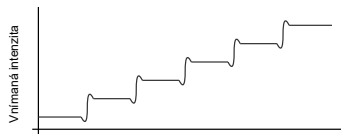
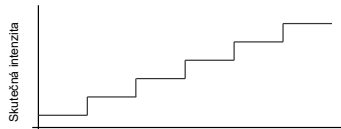
Fotoreceptory

- **Tyčinky:** reagují i na velmi malé změny nízké úrovně osvětlení
- **Čípky:** základ barevného vidění
- **Fotopigmenty:**
 - Červený
 - Zelený
 - Modrý
- **Zrakový nerv:** rekombinace barev
 - poměr červené a zelené
 - poměr žluté (ta vznikne kombinací zelené a červené) a modré
 - zelená a červená

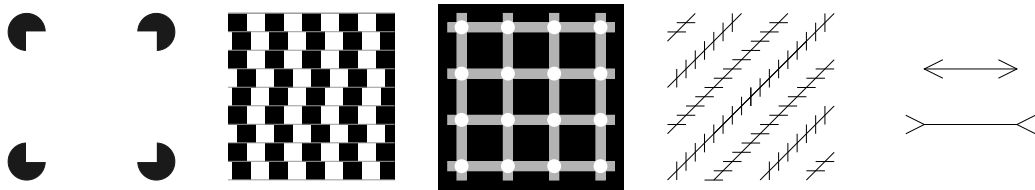


Intenzita jasu

- Lidské oko se adaptuje
- Lidské oko zesiluje subjektivní intenzitu na hranicích mezi intenzitami
- **Simultánní kontrast** – jasová hodnota je ovlivněna pozadím

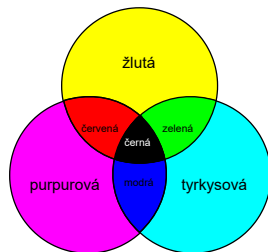
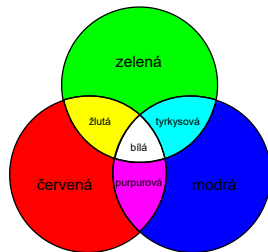


Doplňení informace



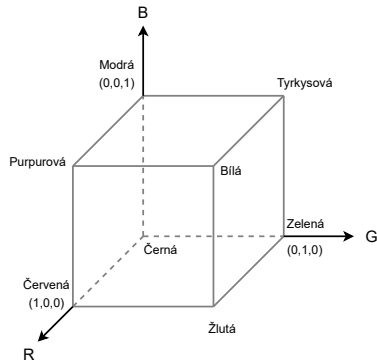
Barevné modely

- Základ v lidském vizuálním systému
- **Primární barvy:**
 - červená (red) – 700 nm
 - zelená (green) – 546.1 nm
 - modrá (blue) – 435.8 nm
- **Aditivní skládání barev**
- **Sekundární barvy** (primární barvy pigmentů):
 - tyrkysová (cyan)
 - purpurová (magenta)
 - žlutá (yellow)
- **Subtraktivní skládání barev**
- **Barevný prostor**, barevný model



Barevný model RGB

- **3 složky:** červená (R), zelená (G) a modrá (B)
- **Barvy:** body (r, g, b)



Barevný model RGB



Barevný obraz



Červená složka



Zelená složka



Modrá složka

Barevný model RGB – stupně šedi

Průměr ze složek



$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

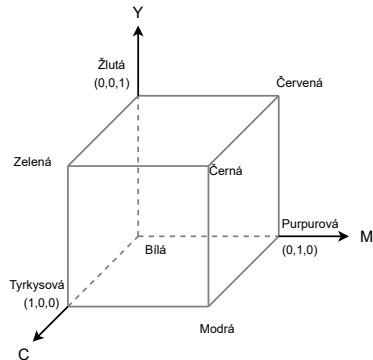


Barevný model RGBA

- Rozšíření modelu RGB
- A (alpha) – průhlednost

Barevný model CMY

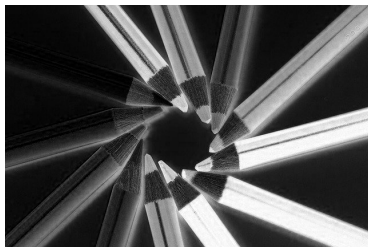
- **3 složky:** tyrkysová (C), purpurová (M) a žlutá (Y)
- **Barvy:** body (c, m, y)



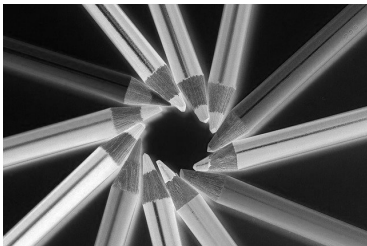
Barevný model CMY



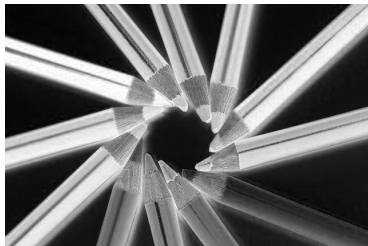
Barevný obrázek



Tyrkysová složka



Purpurová složka



Žlutá složka

Převod mezi CMY a RGB

- **RGB do CMY:**

- $C = 1 - R, M = 1 - G, Y = 1 - B$

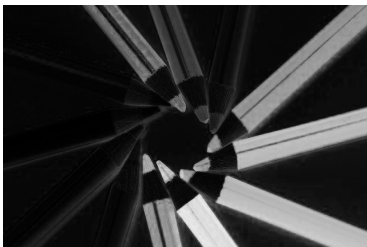
- **CMY do RGB:**

- $R = 1 - C, G = 1 - GM, B = 1 - Y$

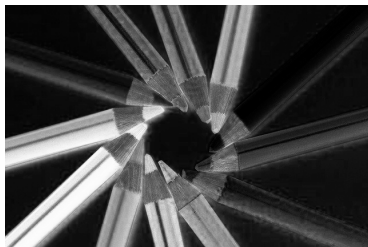
Barevný model CMYK

- **4 složky:** tyrkysová (C), purpurová (M), žlutá (Y) a černá (black)
- **CMY do CMYK:**
 - $K = \min(C, M, Y)$
 - Pokud $K = 1$, ostatní 0
 - Jinak $C = (C - K)/(1 - K)$, $M = (M - K)/(1 - K)$ a $Y = (Y - K)/(1 - K)$
- **CMYK do CMY:**
 - $C = C(1 - K) + K$, $M = M(1 - K) + K$ a $Y = Y(1 - K) + K$

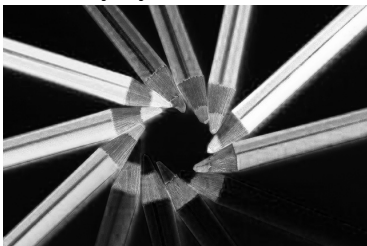
Barevný model CMYK



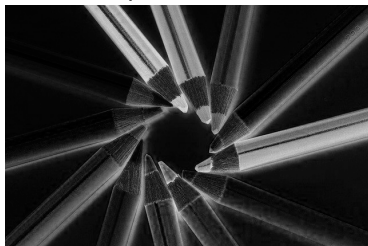
Tyrkysová složka



Purpurová složka



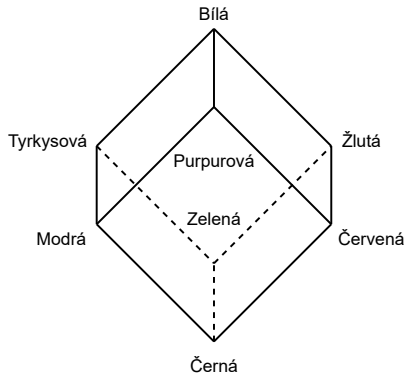
Žlutá složka



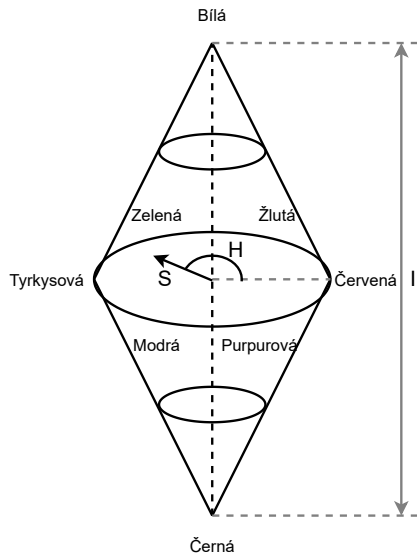
Černá složka

Barevný model HSI

- Intuitivnější pro člověka
- **3 složky**: odstín barvy (hue H), saturace – čistota barvy (S) a intenzita (I)
- **Barvy**: body (h, s, i)



Barevný model HSI



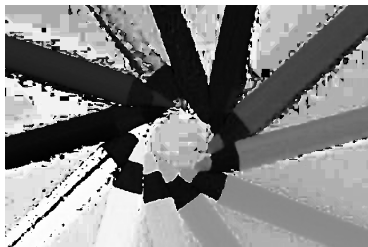
Převod RGB do HSI

- $H = \begin{cases} \theta, & \text{pro } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{jinak} \end{cases}$
 $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{1/2[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]}}\right)$
- $S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R, G, B)]$
- $I = \frac{1}{3}(R + G + B)$

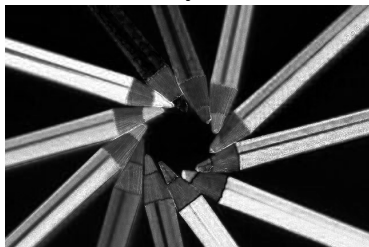
Barevný model HSI



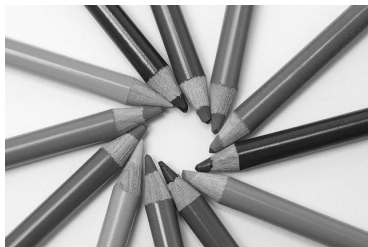
Barevný obraz



Hue



Saturation



Intensity

Další modely

- **Podobné HSI:** HSV, HSL
- **Oddělení barevné a jasové složky:** YCbCr
- **Nezávislé na zobrazovacím zařízení:** CIE

Příklad

Načrtněte, jak by vypadaly jednotlivé barevné složky následujícího obrázku v RGB modelu.

