

Světlo a barvy v počítačové grafice

Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.



Palacký University, Olomouc



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



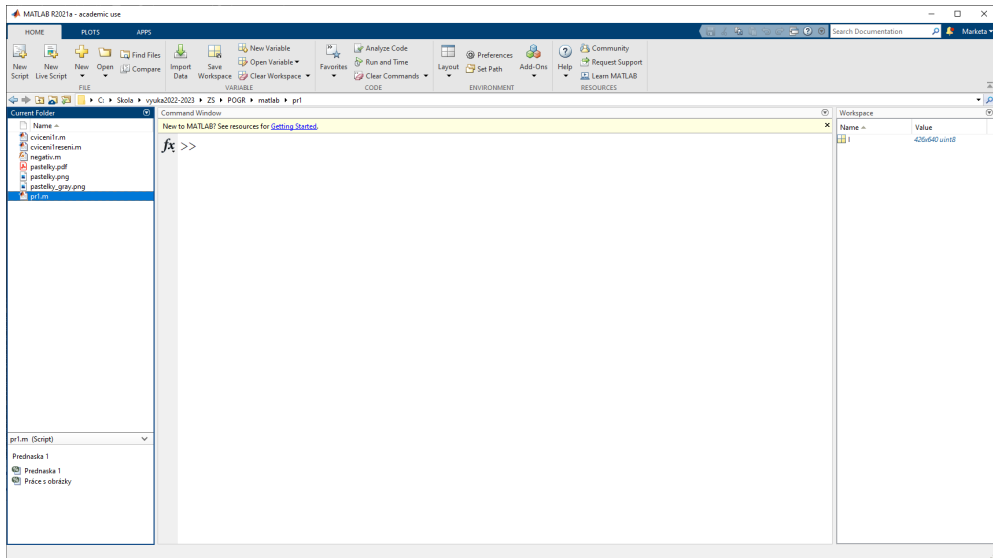
- Metody, které mají na vstupu digitální obraz a digitální obraz i vrací
- Metody, které mají digitální obraz na vstupu, ale výstupem jsou nějaké atributy, které z něj získáme



- Akvizice
- Vylepšení obrazu
- Rekonstrukce obrazu
- Komprese

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





The screenshot shows the MATLAB R2021a interface. The title bar reads "MATLAB R2021a - academic use". The ribbon includes tabs for HOME, PLOTS, and APPS. The Command Window is active, showing the prompt `>>` and a yellow banner that says "New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#)".

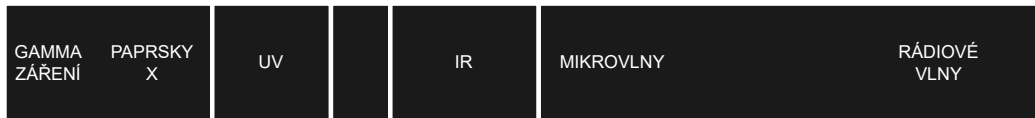
The Workspace window on the right contains the following data:

Name	Value
1	425640 uint8

The Current Folder window on the left shows a directory structure with files like `pr1.m` selected. The Command Window also shows a snippet of code: `fx >>`.



- **elektromagnetické spektrum**
 - viditelné světlo
 - X paprsky
 - Gamma záření
- **zvukové vlnění** – ultrazvuk
- **elektronové** – elektronové mikroskopy
- **syntetické** – vytvořené počítačem



VIDITELNÉ SPEKTRUM



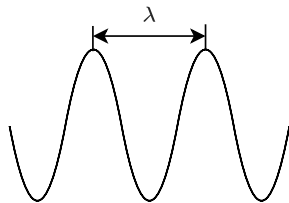
400

500

600

700

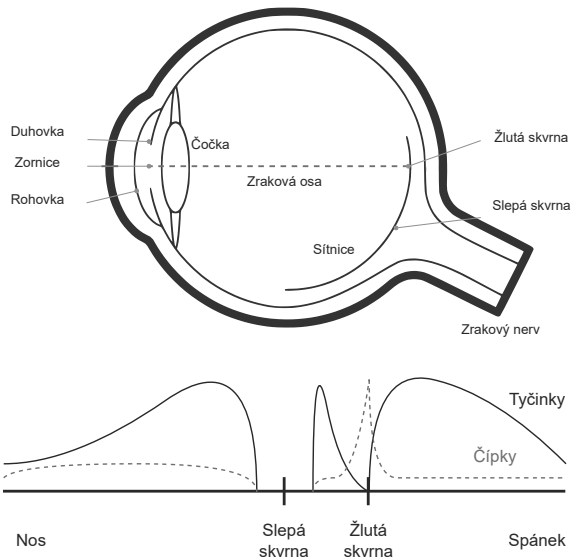
- **Vlnová délka:** λ
- **Frekvence:** ν
- $\lambda = \frac{c}{\nu}$
- $c = 2.998 \cdot 10^8$ m/s (rychlost světla)
- **Energie:** E
- $E = h \cdot \nu$
- $h = 6.6252 \cdot 10^{-34}$ Js (Planckova konstanta)



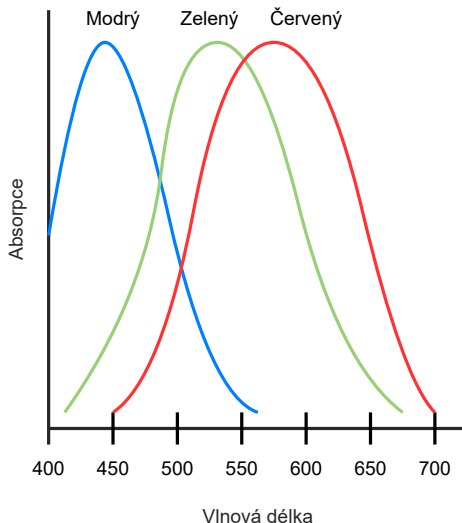


- **Bílé světlo**
- **Barva**: odražené paprsky
- **Monochromatické** (achromatické): všechny složky stejně zastoupené
- **Jas**, stupně šedi
- **Chroma**: barva
- **Radiance**: celkové množství energie
- **Luminance**: množství energie, které pozorovatel vnímá
- **Saturace**: čistota barvy světla
-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

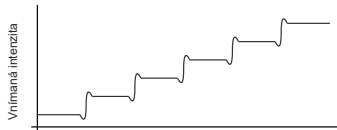
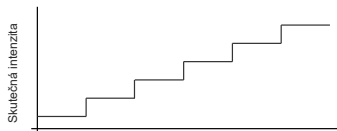
- **Rohovka**
- **Duhovka**
- **Zornice**
- **Čočka**
- **Sítnice**
- **Fotoreceptory:**
 - tyčinky
 - čípky

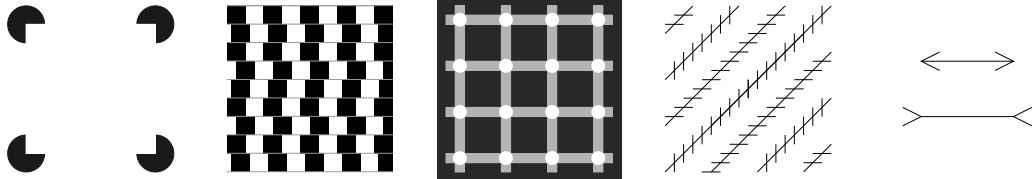


- **Tyčinky:** reagují i na velmi malé změny nízké úrovně osvětlení
- **Čípky:** základ barevného vidění
- **Fotopigmenty:**
 - Červený
 - Zelený
 - Modrý
- **Zrakový nerv:** rekombinace barev
 - poměr červené a zelené
 - poměr žluté (ta vznikne kombinací zelené a modré) a modré
 - zelená a červená

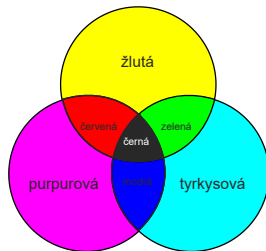
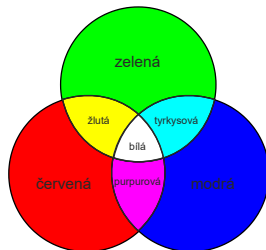


- Lidské oko se adaptuje
- Lidské oko zesiluje subjektivní intenzitu na hranicích mezi intenzitami
- **Simultální kontrast** – jasová hodnota je ovlivněna pozadím

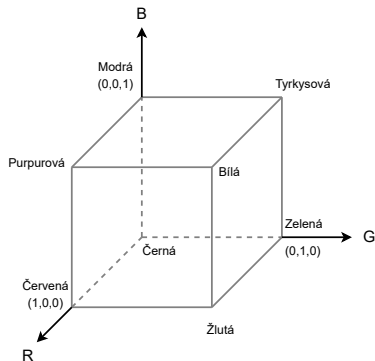




- Základ v lidském vizuálním systému
- **Primární barvy:**
 - červená (red) – 700 nm
 - zelená (green) – 546.1 nm
 - modrá (blue) – 435.8 nm
- **Aditivní skládání barev**
- **Sekundární barvy** (primární barvy pigmentů):
 - tyrkysová (cyan)
 - purpurová (magenta)
 - žlutá (yellow)
- **Subtraktivní skládání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

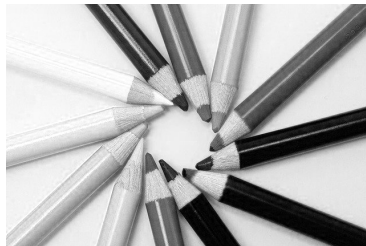


- **3 složky:** červená (R), zelená (G) a modrá (B)
- **Barvy:** body (r, g, b)

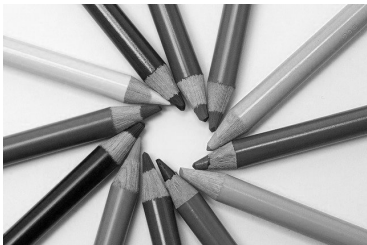




Barevný obraz



Červená složka



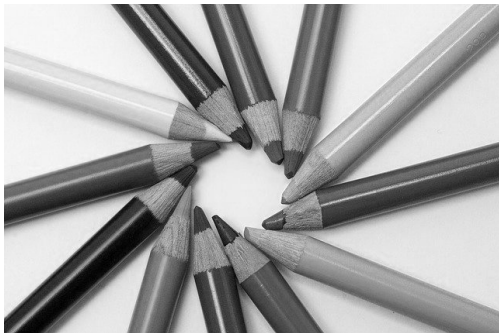
Zelená složka



Modrá složka

Průměr ze složek

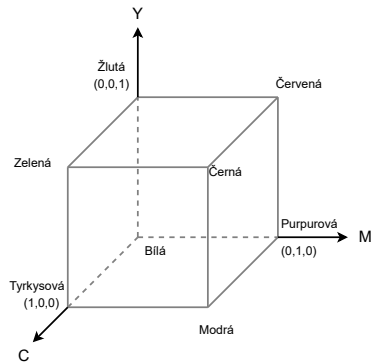
$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$





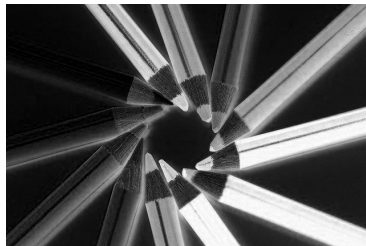
- Rozšíření modelu RGB
- A (alpha) – průhlednost

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

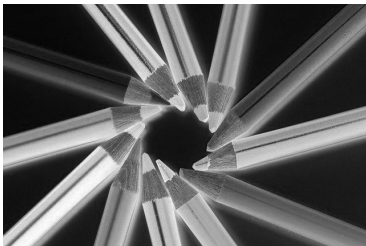




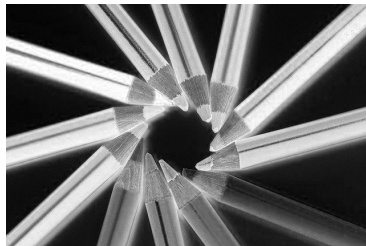
Barevný obrázek



Tyrkysová složka



Purpurová složka



Žlutá složka



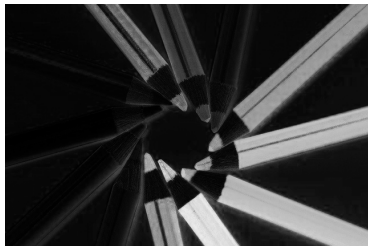
- **RGB do CMY:**

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

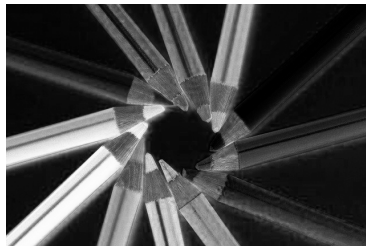
- **CMY do RGB:**

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

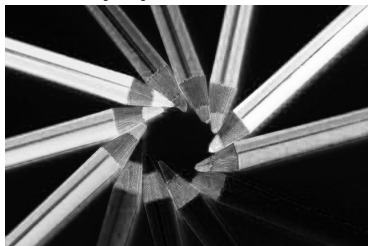
- **4 složky:** tyrkysová (C), purpurová (M), žlutá (Y) a černá (black)
- **CMY do CMYK:**
 - $K = \min(C, M, Y)$
 - Pokud $K = 1$, ostatní 0
 - Jinak $C = (C - K)/(1 - K)$, $M = (M - K)/(1 - K)$ a $Y = (Y - K)/(1 - K)$
- **CMYK do CMY:**
 - $C = C(1 - K) + K$, $M = M(1 - K) + K$ a $Y = Y(1 - K) + K$



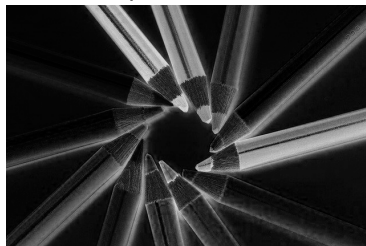
Tyrkysová složka



Purpurová složka

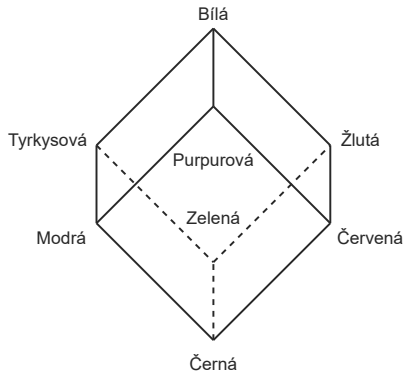


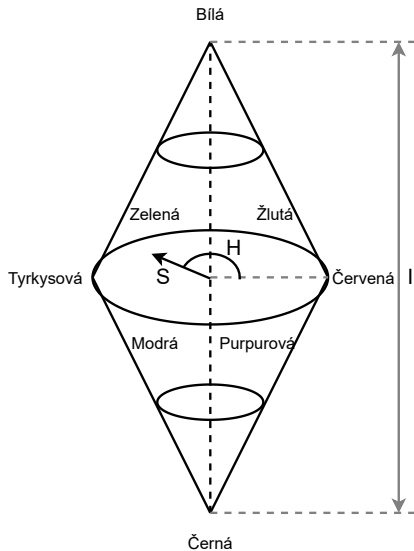
Žlutá složka



Černá složka

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



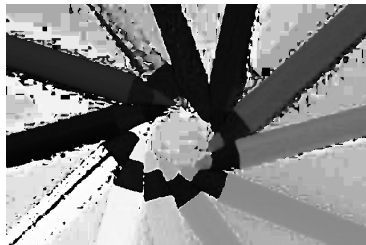




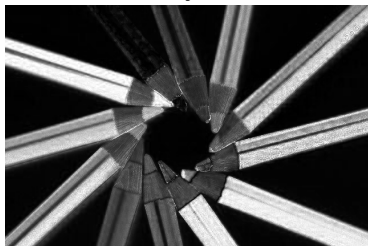
- $H = \begin{cases} \theta, & \text{pro } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{jinak} \end{cases}$
 $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{1/2[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]}}\right)$
- $S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R, G, B)]$
- $I = \frac{1}{3}(R + G + B)$



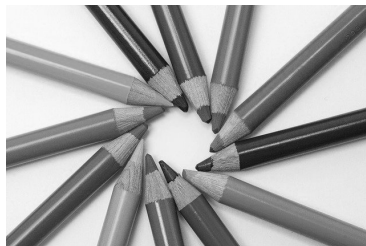
Barevný obraz



Hue



Saturation



Intensity



- **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.

