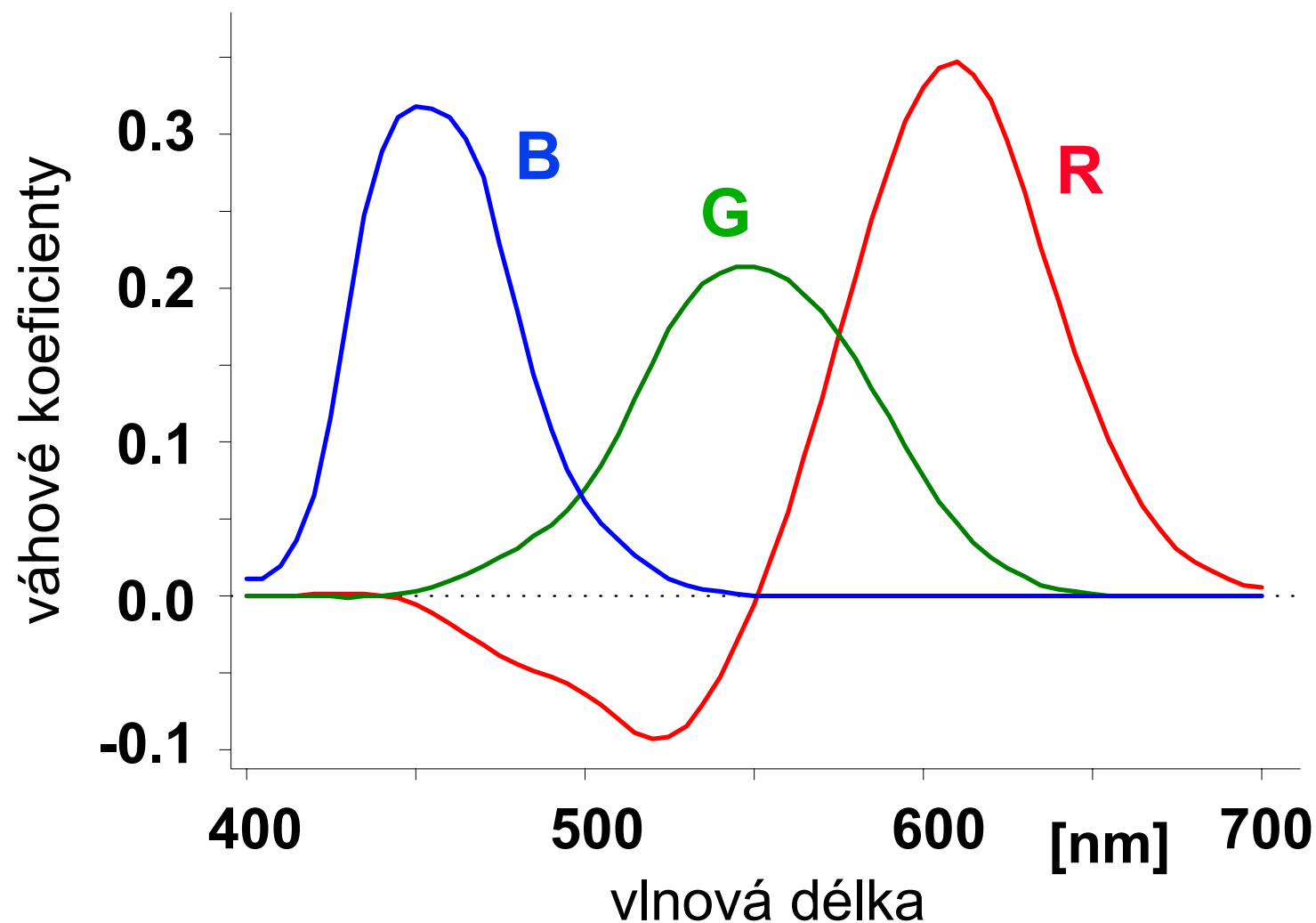

Barevné systémy

**© 1995-2001 Josef Pelikán
KSVI MFF UK Praha**

e-mail: Josef.Pelikan@mff.cuni.cz

WWW: <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/>

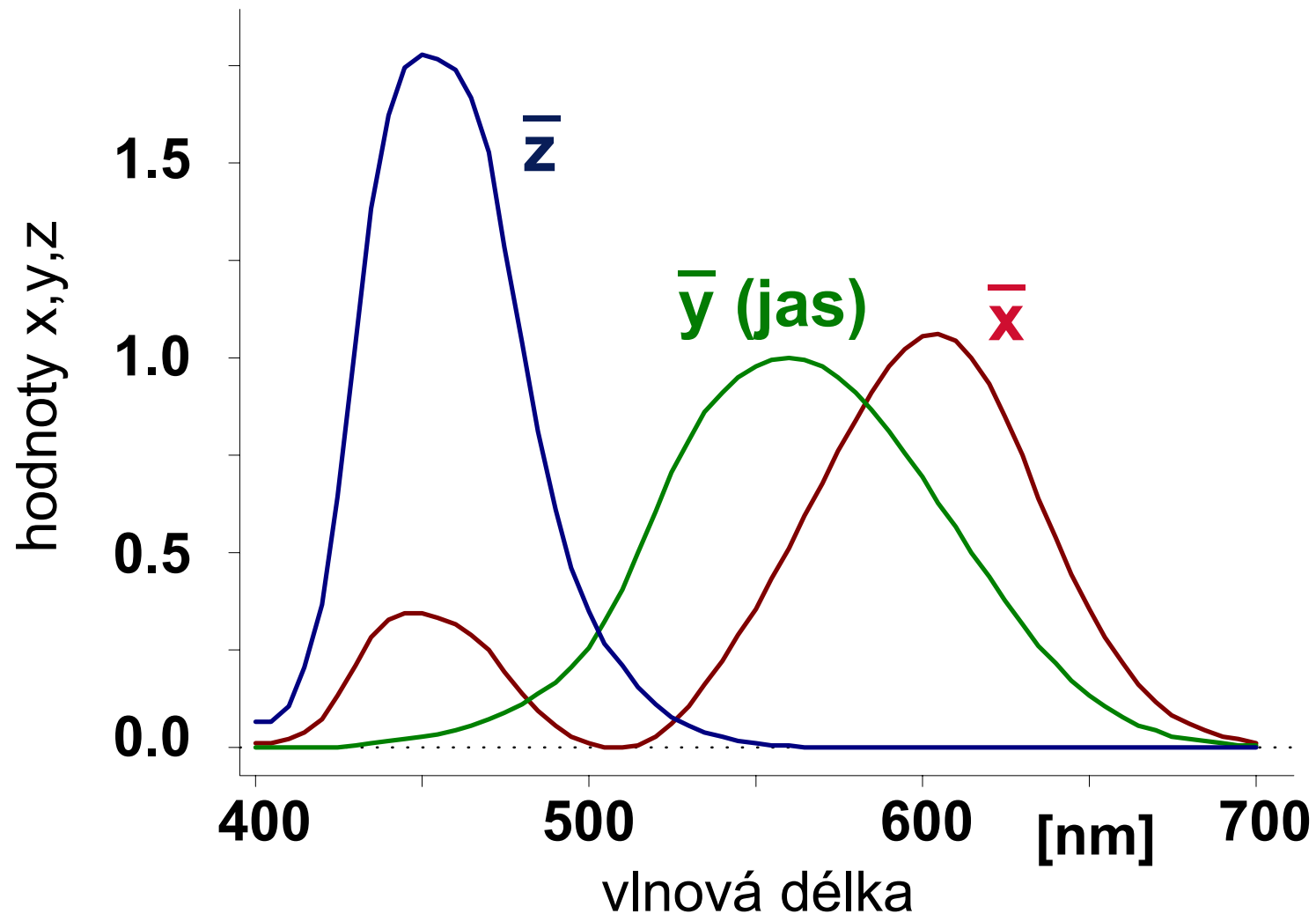
Rozklad spektrálních barev



Virtuální barevná primitiva X,Y,Z

- ◆ *Commision Internationale de l'Éclairge* (CIE) v roce 1931 definovala tři virtuální barvy **X, Y, Z**, jejichž **konvexní kombinací** již vytvoříme libovolnou viditelnou barvu
 - X, Y, Z jsou definovány pomocí svých spektrálních charakteristik **x, y, z** (tabelovaných po 1nm)
- ◆ závislost mezi složkami R,G,B a X,Y,Z je **lineární**
 - převodní matice 3×3

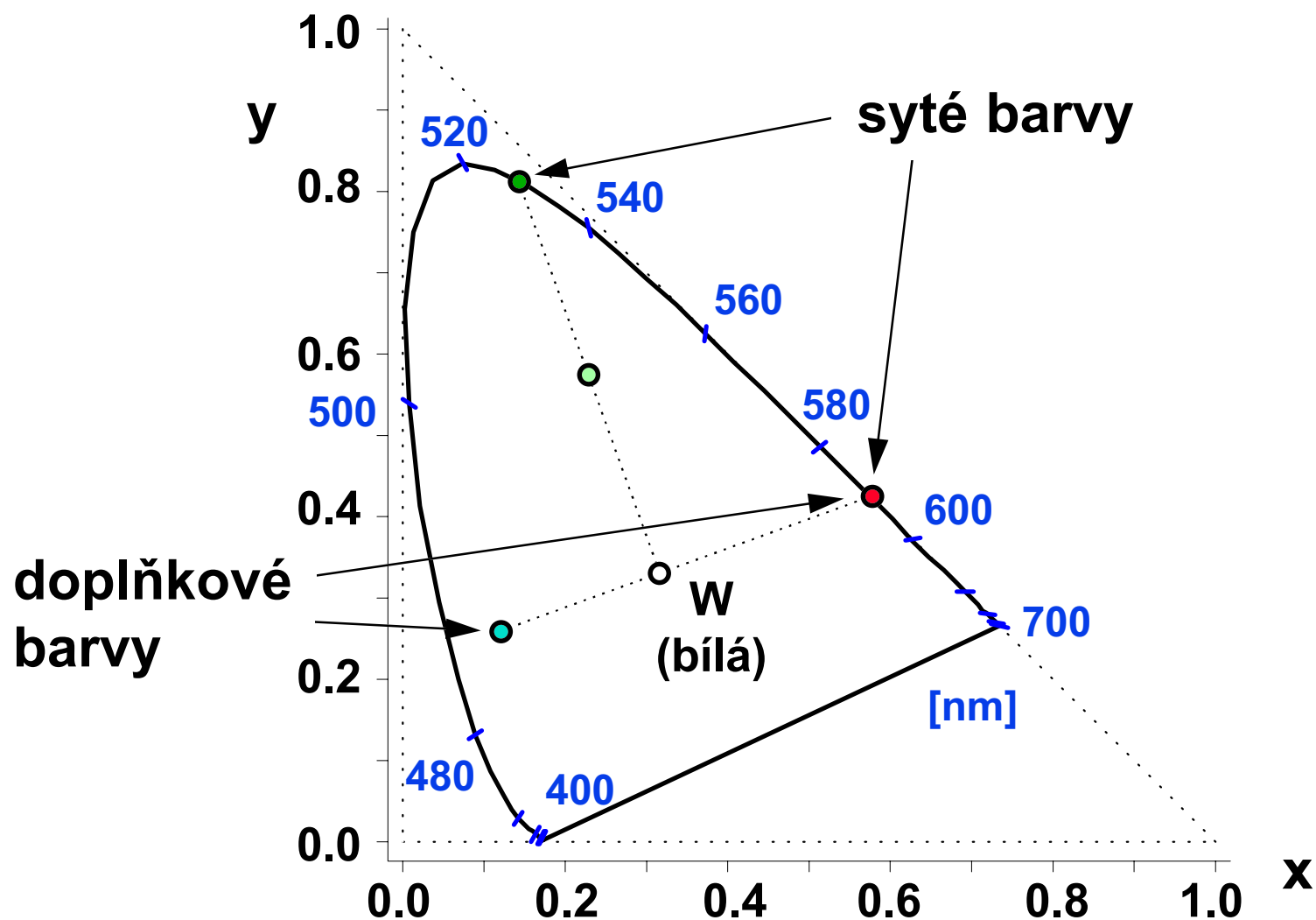
Srovnávací funkce CIE



Barevný prostor CIE-xy

- ◆ **normalizované barevné složky x , y , z :**
 - $x = X/(X+Y+Z)$, $y = Y/(X+Y+Z)$, $z = Z/(X+Y+Z)$
 - x , y , z nesou pouze informace o odstínu a sytosti, jas chybí
- ◆ **barevný diagram CIE-xy nepoužívá složku z**
 - je závislá na předchozích dvou ($z = 1 - x - y$)
- ◆ **system CIE-xy nezohledňuje subjektivní citlivost na barevné rozdíly (uniformní CIE-uv)**

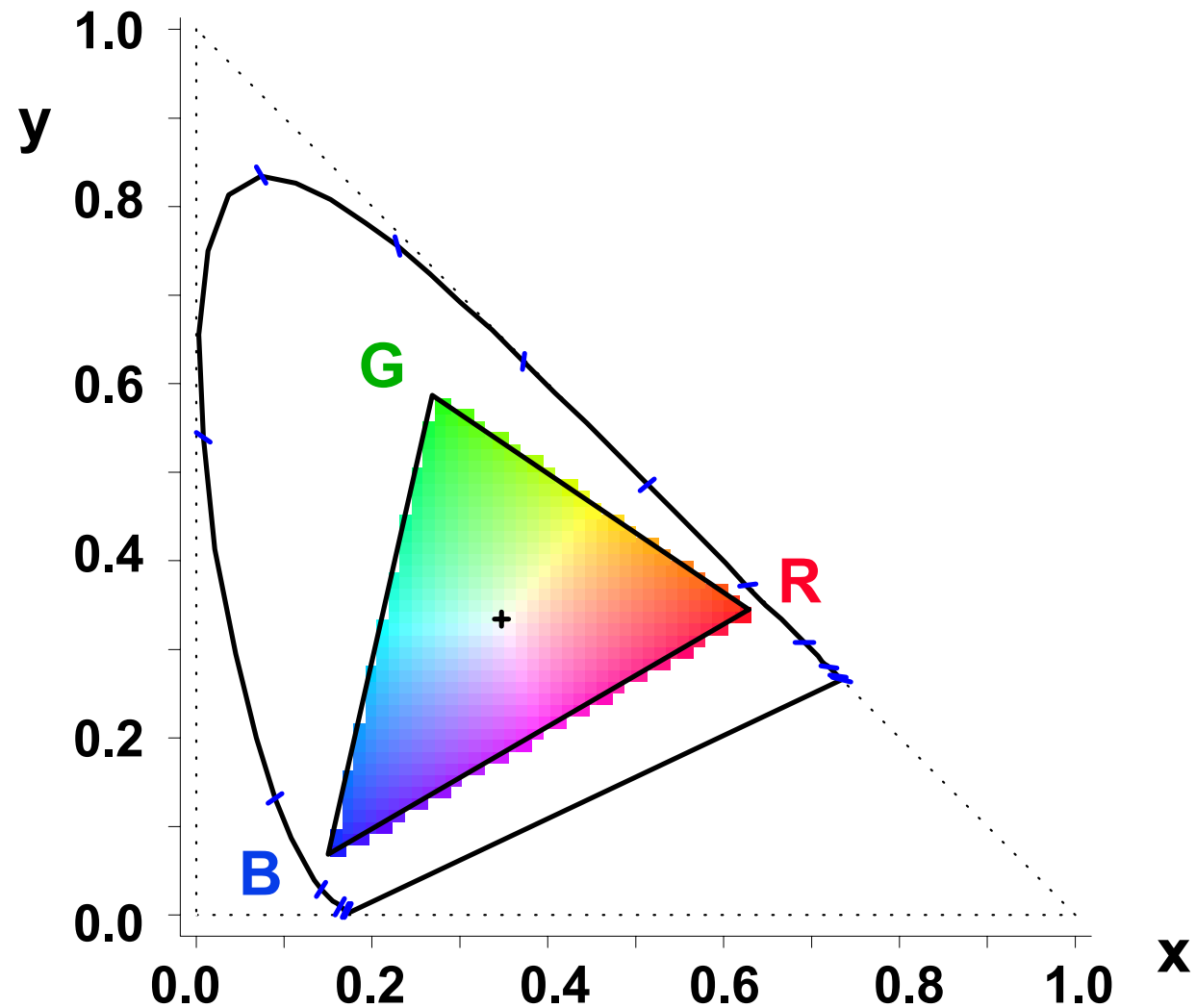
Barevný diagram CIE-xy



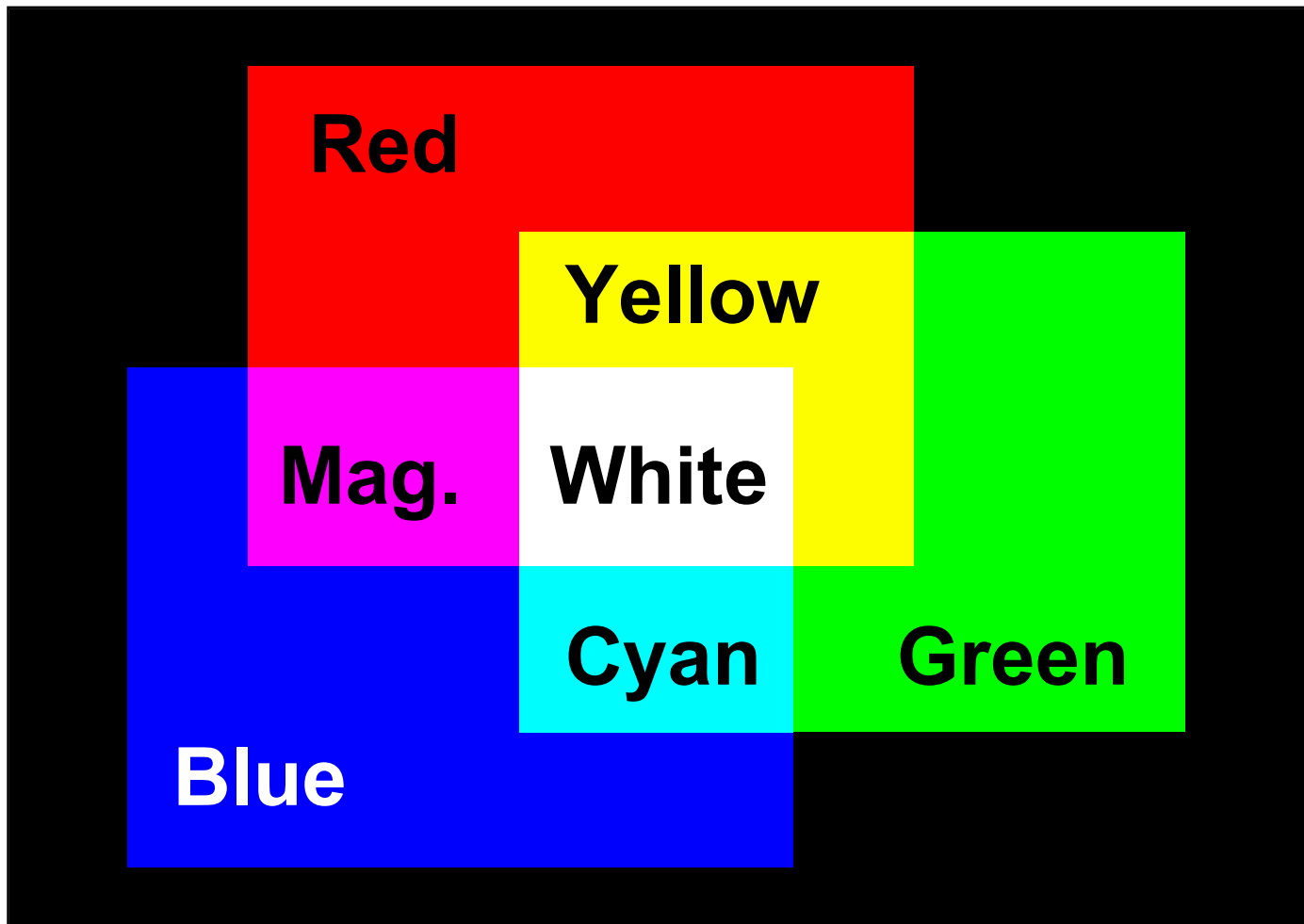
Barevná primitiva RGB

- ♦ odpovídají poloze **tří typů barevných luminoforů**:
 - $R = [0.628, 0.346]$, $G = [0.268, 0.588]$, $B = [0.150, 0.070]$
 - bílá $W(D_{6500}) = [0.313, 0.329]$
- ♦ **izoenergetická bílá W** má souřadnice $[1/3, 1/3]$, bílá **R** podle televizní **NTSC** normy $[0.31, 0.316]$

Gamut monitoru v CIE-xy



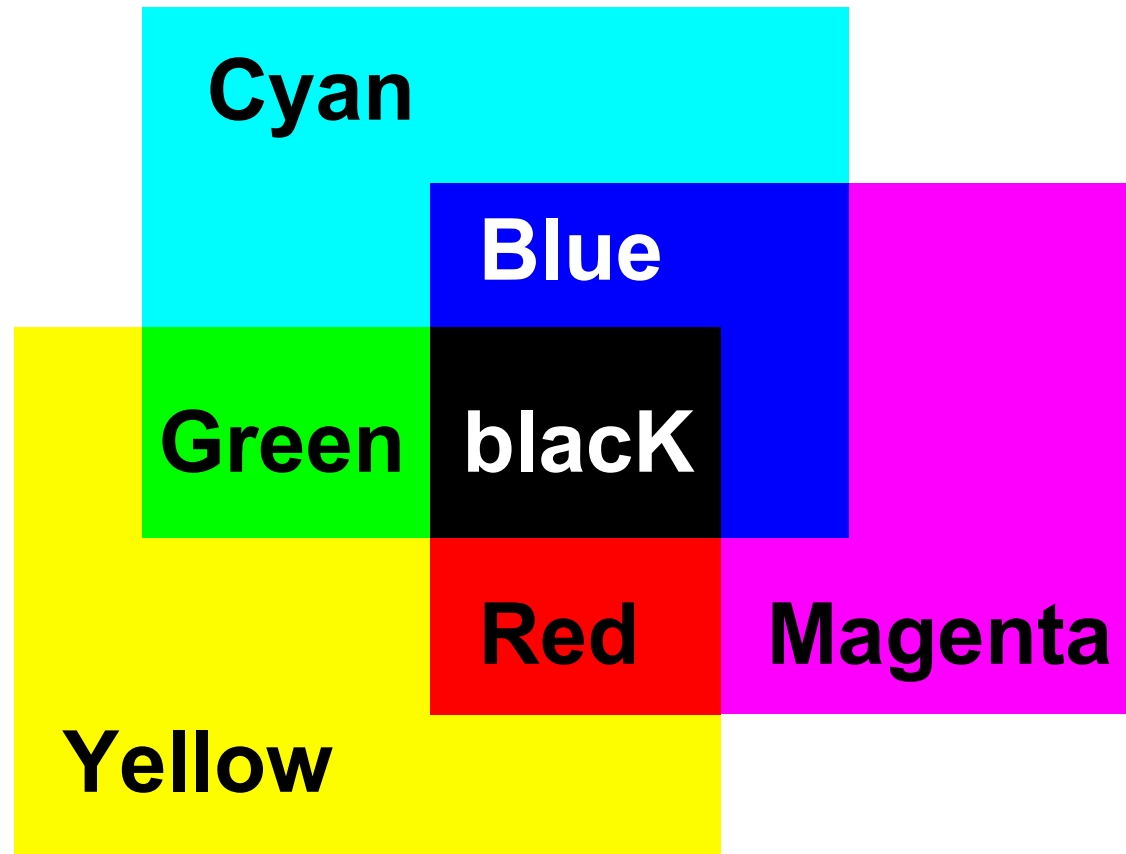
Aditivní skládání barev (RGB)



Barevný systém CMY(K)

- ◆ používá se při **tisku** a ve fotografii
 - tam, kde barevný dojem vzniká **pohlcením** některých složek bílého světla
- ◆ barvy se skládají **subtraktivně**
- ◆ základní barevná primitiva **C** (cyan), **M** (magenta), **Y** (yellow) odpovídají tiskařským barvám
 - **C, M, Y** jsou doplňkové k **R, G, B**

Subtraktivní skládání barev (CMY)



Barevný systém CMY(K)

- ◆ **převody mezi CMY a RGB:**

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

- ◆ **ke třem složkám C, M, Y se ještě často přidává černá K:**

- černá barva složená z C, M a Y není dostatečně kvalitní

- černý inkoust (toner) je mnohem levnější než barevný

- **$K' = \min(C, M, Y)$, $C' = C - K$, $M' = M - K$, $Y' = Y - K$**

Barevný systém YIQ

- ◆ používá se při **barevném televizním vysílání**
 - zaveden komisí **NTSC** v roce 1953
 - kompatibilita s černobílými TV přijímači

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.528 & 0.311 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- ◆ barevné rozdílové složky (**I,Q**) jsou pro lidské oko méně důležité
 - menší rozlišení nebo užší přenosové pásmo

Barevný systém HSV

- ♦ orientovaný na **uživatele**
 - intuitivní veličiny: **barevný odstín** (“hue”), **sytost** (“saturation”) a **jas** (“value”)
- ♦ význam jednotlivých složek:
 - **H**: základní spektrální barva (dominantní vlnová délka) - rozsah **0°** až **360°**
 - **S**: sytost, čistota barvy (poměr čisté barvy a bílé) - rozsah **0** (bílá) až **1** (spektrální barva)
 - **V**: jas, intenzita - rozsah **0** (černá) až **1**

Převod RGB → HSV

```
procedure RGB2HSV ( R,G,B : real; var H,S,V : real );  
var min, max, delta : real;  
begin  
    min := minimum(R,G,B); max := maximum(R,G,B);  
    V := max; delta := max - min;  
    if max <> 0.0 then S := delta/max  
        else S := 0.0;  
    if delta <> 0.0 then  
        begin                                { chromatický případ }  
            if R = max then H := (G - B)/delta else  
            if G = max then H := 2 + (B - R)/delta  
                else H := 4 + (R - G)/delta;  
            H := H * 60.0;                    { převod na stupně }  
            if H < 0.0 then H := H + 360.0;  
        end;  
    end;
```

Převod HSV → RGB

```
procedure HSV2RGB ( H,S,V : real; var R,G,B : real );  
var i, f, p, q, t: real;  
begin  
  if S = 0.0 then  
    begin                                     { achromatický případ }  
      R := V; G := V; B := V;  
    end                                     else  
      begin                                     { chromatický případ }  
        if H = 360.0 then H := 0.0;  
        H := H/60.0;                          { 0 <= H < 6 }  
        i := trunc(H);                        { číslo výseče: 0 <= i <= 5 }  
        f := H-i;                            { 0 <= f < 1 }  
        p := V * (1.0 - S);  
        q := V * (1.0 - S*f);  
        t := V * (1.0 - S*(1.0 - f));  
        ...  
      end  
    end  
  end
```


Další barevné systémy

- ◆ **HLS** (“hue”, “lightness”, “saturation”)
 - podobný jako **HSV**, dvojitý kužel
- ◆ firemní systémy
 - např. **TekHVC** (Tektronix)
- ◆ vzorníky a katalogy barev:
 - **PANTONE®** (Pantone Inc.)
 - **Munsellův systém** (tiskařství) - klasifikace barev
“odstín jas/sytost” (např. žlutá barva “5Y 7/4”)
 - **Ostwaldův systém** (1931)

Literatura

- **G. Murch:** *Human Factors of Color Displays*, in Advances in Computer Graphics II, Springer, 1986, 1-27
- **J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes:** *Computer Graphics, Principles and Practice*, 579-599
- **V. Skala:** *Algoritmy počítačové grafiky III*, skriptum ZČU, 1992, 23-65

Konec

Další informace:

- **Jiří Žára a kol.: *Počítačová grafika*, principy a algoritmy, 316-328**
- ➔ **LAN na Malé Straně:**
 - **barbora\usr:\vyuka\pelikan\4**