

# Reprezentace obrazu

## Vybrané partie z IT

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



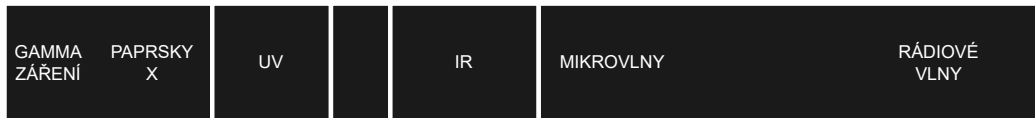
- Akvizice
- Vylepšení obrazu
- Rekonstrukce obrazu
- Komprese

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





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



VIDITELNÉ SPEKTRUM



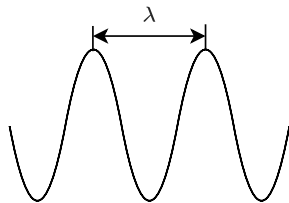
400

500

600

700

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

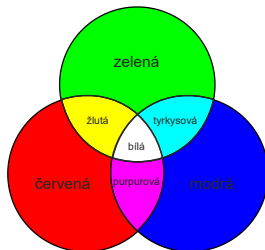




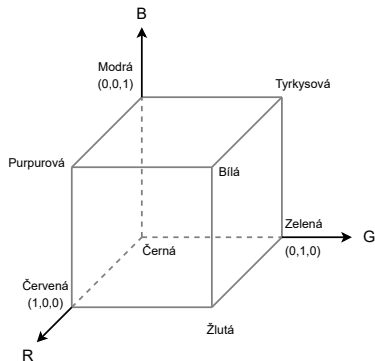


- **Bílé světlo**
- **Barva**: odražené paprsky
- **Monochromatické** (achromatické): všechny složky stejně zastoupené
- **Jas**, stupně šedi
- **Chroma**: barva
- **Radiance**: celkové množství energie
- **Luminance**: množství energie, které pozorovatel vnímá
- **Saturace**: čistota barvy světla
-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

- 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

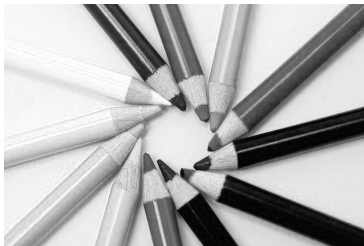


- **3 složky:** červená (R), zelená (G) a modrá (B)
- **Barvy:** body  $(r, g, b)$

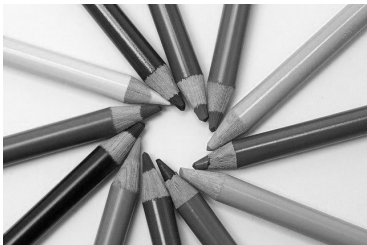




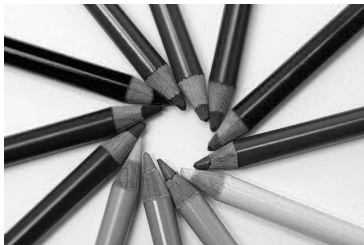
Barevný obraz



Červená složka



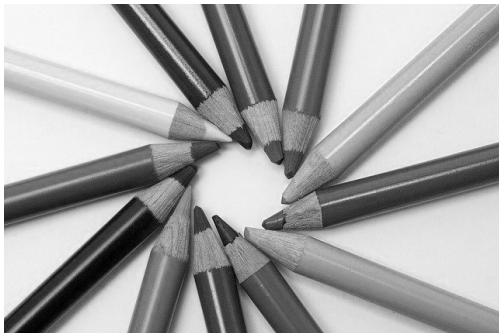
Zelená složka



Modrá složka

## Průměr ze složek

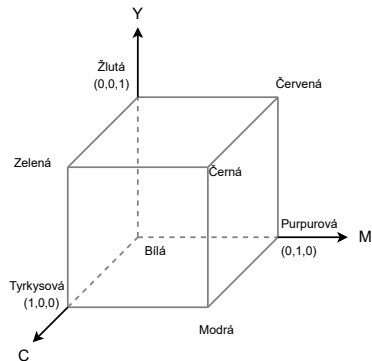
$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$





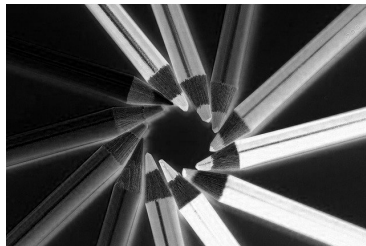
- Rozšíření modelu RGB
- A (alpha) – průhlednost

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

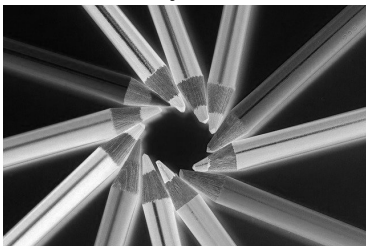




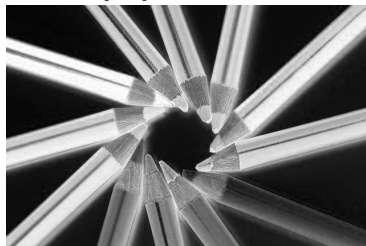
Barevný obrázek



Tyrkysová složka



Purpurová složka



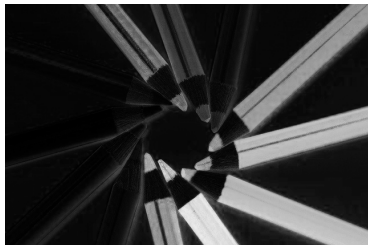
Žlutá složka



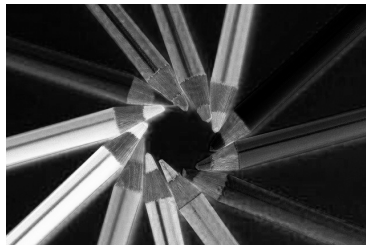
# Barevný model CMYK



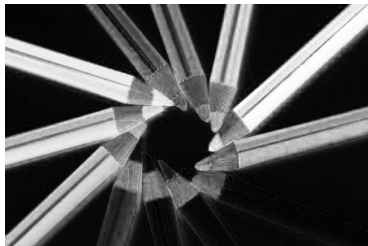
**4 složky:** tyrkysová (C), purpurová (M), žlutá (Y) a černá (black)



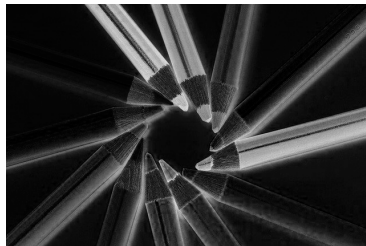
Tyrkysová složka



Purpurová složka



Žlutá složka

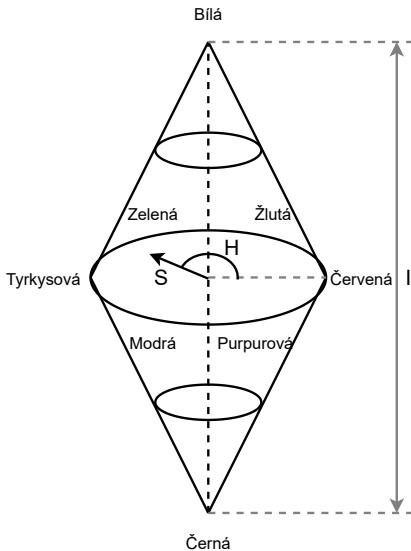


Černá složka

# Barevný model HSI

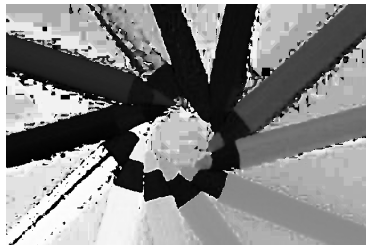


**3 složky:** odstín barvy (hue H), saturace – čistota barvy (S) a intenzita (I)

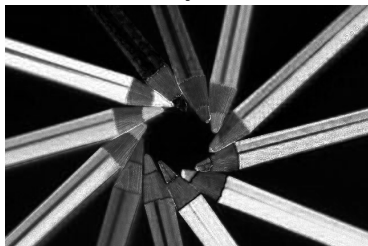




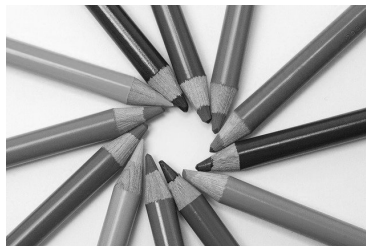
Barevný obraz



Hue



Saturation



Intensity

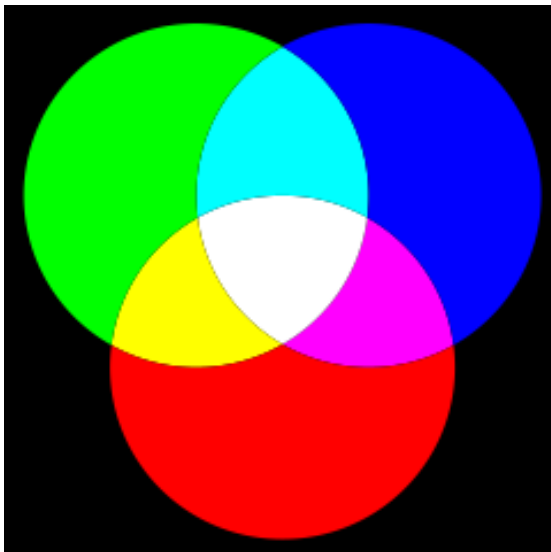


- **Podobné HSI:** HSV, HSL
- **Oddělení barevné a jasové složky:** YCbCr
- **Nezávislé na zobrazovacím zařízení:** CIE

## Příklad

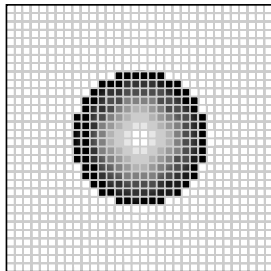
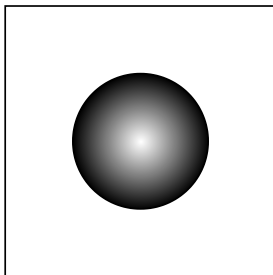


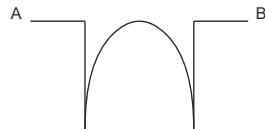
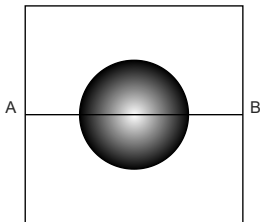
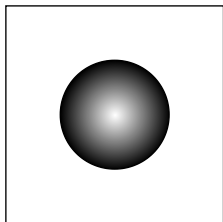
Načrtněte, jak by vypadaly jednotlivé barevné složky následujícího obrázku v RGB modelu.



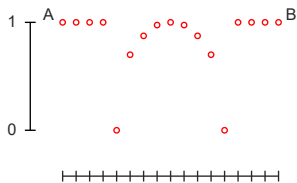
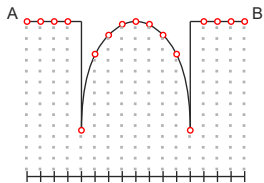
- **Matematický model:**  $g = f(x, y)$  (obrazová funkce)
- **Prostorové souřadnice:**  $x \in \langle x_{min}, x_{max} \rangle$  a  $y \in \langle y_{min}, y_{max} \rangle$
- **Hodnoty funkce  $g$ :**
  - jedno číslo
  - trojice (čtveřice) čísel
  - celá kolekce dat
- **Rastr**

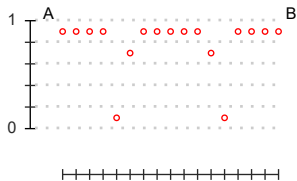
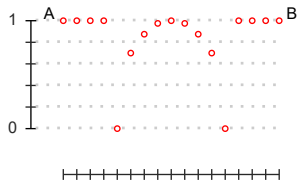
- Převod spojitého světa (spojité obrazové funkce) do rastru
- **Digitalizace:**
  - vzorkování
  - kvantování



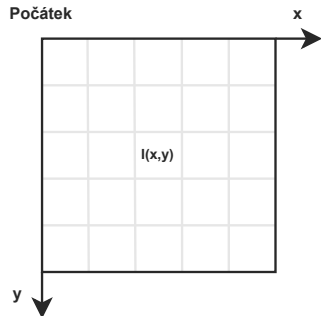






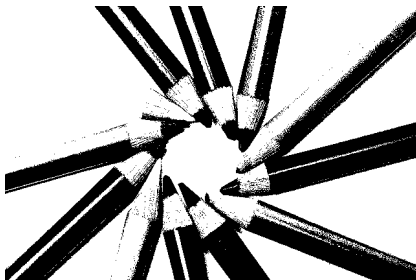


- Rastrový obraz  $I$
- Velikost obrazu:  $M \times N$
- Pixel:  $I(x, y)$
- Prostorové souřadnice:  $x$  a  $y$
- Prostorová doména



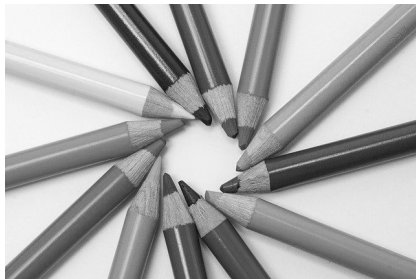
- **Binární obraz / Monochromatický obraz**

- hodnoty 0 nebo 1



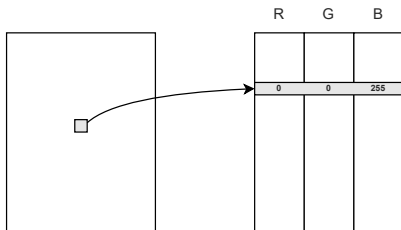
- **Šedotónový obraz** (gray scale)

- 1 hodnota – většinou 1 byte (0 do 255)



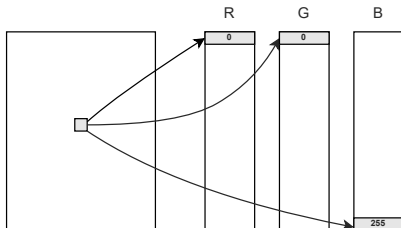
## ■ Indexový obraz

- jeden index do palety
- pseudo color



## ■ Indexový obraz

- 3 indexy
- direct color



## ■ Barevný obraz

■ pixel = trojice (nebo čtveřice) hodnot

■ velikost:

- low color (15 bit)
- high color (16 bit)
- true color (24 bit)
- super true color (32 bit)
- deep color (48 bit)





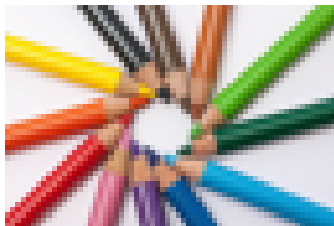
$426 \times 640$



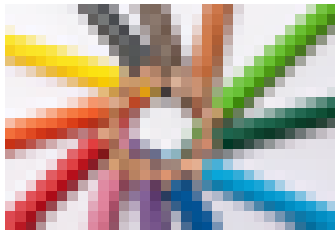
$213 \times 320$



$86 \times 128$



$43 \times 64$

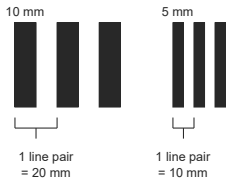


$22 \times 32$

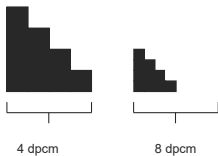


$5 \times 7$

## ■ Line pairs per unit



## ■ Dots per unit







256



128



64



32

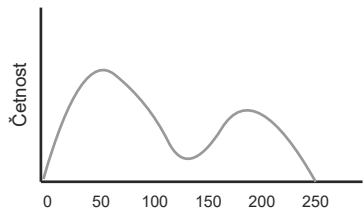


16



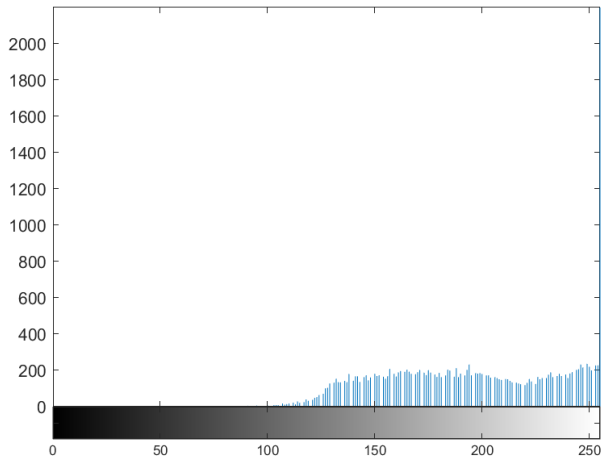
8

- **Histogram:**  $h(r_k) = n_k$

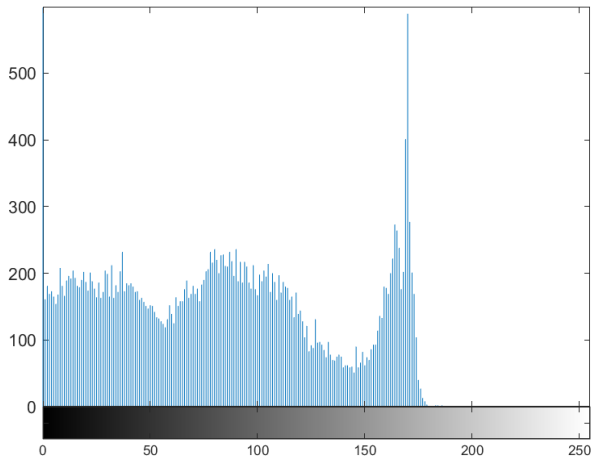


- Mohou mít dva různé obrázky stejný histogram?

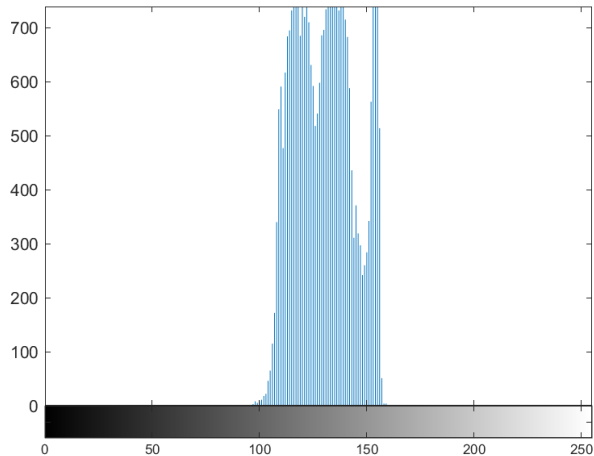
# Histogram – velmi světlý obraz



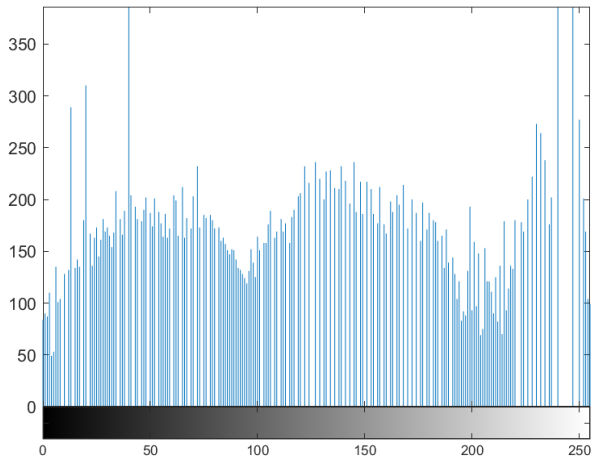
# Histogram – příliš tmavý obraz



# Histogram – obraz s nízkým kontrastem



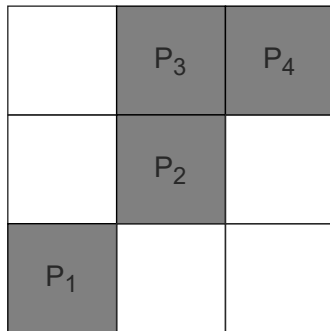
# Histogram – ideální obraz





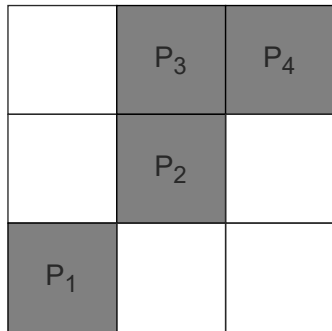
- pixel  $p$  ( $[x, y]$ )
  - **4-sousedé** ( $N_4(p)$ ) –  $[x-1, y]$ ,  $[x+1, y]$ ,  $[x, y-1]$  a  $[x, y+1]$
  - **8-sousedé** ( $N_8(p)$ ) –  $N_4(p)$  a  $[x-1, y-1]$ ,  $[x-1, y+1]$ ,  $[x+1, y-1]$  a  $[x+1, y+1]$
  - **m-sousedé** ( $N_m(p)$ ) –  $q$ , pro které platí  $q \in N_4(p)$  nebo  $q \in N_8(p)$ , ale neexistuje  $r$  takové, že  $r \in N_4(p) \wedge r \in N_4(q)$
- 
- pixely  $p$ ,  $q$ , definovaná množina intenzit
  - **4-sousední** –  $q \in N_4(p)$
  - **8-sousední** –  $q \in N_8(p)$
  - **m-sousedé** –  $q \in N_m(p)$

Určete vzájemnou sousednost pixelů  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  a  $P_4$  (v množině šedých pixelů) na následujícím obrázku.

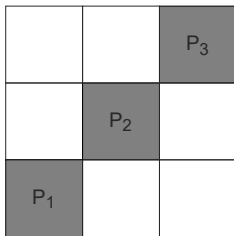




- $P_1$  je 8-sousední pixelu  $P_2$ , se kterým je i m-sousední. S ostatními pixely nesousedí.
- $P_2$  je 8-sousední s pixely  $P_1$ ,  $P_3$  i  $P_4$ , 4-sousední je s pixelem  $P_3$  a m-sousední s pixelem  $P_1$ .
- $P_3$  je 4-sousední a tedy i 8-sousední s pixely  $P_2$  a  $P_4$ .
- $P_4$  je 8-sousední s pixely  $P_2$  a  $P_3$ . S  $P_3$  je dokonce 4-sousední.



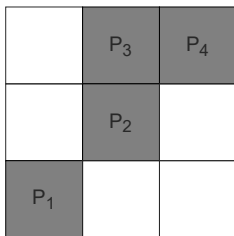
- **Digitální cesta** z pixelu  $p$  ( $[x, y]$ ) do  $q$  ( $[s, t]$ ) – sekvence sousedních pixelů
- **4-cesta, 8-cesta, m-cesta**



- **Spojité** pixely  $p$  ( $[x, y]$ ),  $q$  ( $[s, t]$ ) – existuje cesta
- **4-spojité, 8-spojité, m-spojité**
- **Komponenta** – množina spojitých pixelů
- **4-komponenta, 8-komponenta, m-komponenta**

- **Komponenta** – množina spojitých pixelů
- **4-komponenta, 8-komponenta, m-komponenta**

Kolik je v následujícím obraze komponent?





- **Oblast** (region) – množinu pixelů, která je tvořena jednou komponentou
- **Sousední oblasti** – sjednocení těchto oblastí je oblast
- **Disjunktní oblasti**
- **Okraj** (kontura)



- $p$  ( $[x, y]$ ),  $q$  ( $[s, t]$ ) a  $r$  ( $[v, w]$ )

- **Metrika:**

- 1  $D(p, q) \geq 0$ ,  $D(p, q) = 0 \iff p = q$

- 2  $D(p, q) = D(q, p)$

- 3  $D(p, q) \leq D(p, r) + D(r, q)$

## ■ city block distance ( $D_4$ ):

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t|$$

## ■ $D_8$ vzdálenost:

$$D_8(p, q) = \max(|x - s|, |y - t|)$$

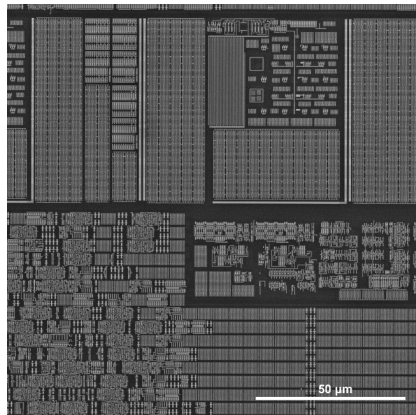
## ■ Euklidovská vzdálenost ( $D_e$ ):

$$D_e = [(x - s)^2 + (y - t)^2]^{\frac{1}{2}}$$

4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	0	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

- reálná velikost  $\neq$  vzdálenost v obraze
- **Kalibrační značka**



## Vzdálenosti v obraze – příklad



Na následujícím obrázku je označena vzdálenost mezi číslem 0 a 10 na pravítku (tento počet pixelů představuje 10 cm) a také velikost fixy v pixelech. Jaká je skutečná velikost fixy?

