

# Zobrazování barev

© 1995-2015 Josef Pelikán  
CGG MFF UK Praha

[pepca@cgg.mff.cuni.cz](mailto:pepca@cgg.mff.cuni.cz)

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



# Barevné schopnosti HW

- ❖ „**True-color**” nebo „**pseudo true-color**”
  - přímý výstup barevných složek: **RGB, CMY(K)**
  - alespoň 5 bitů na složku a pixel (typicky 8)
  - displeje: **15, 16 (5-6-5), 24-bitová barva**
  - zvětšení barevného rozsahu: rozptylování
- ❖ zařízení s **barevnou paletou** („**colormap**”)
  - pevná nebo nahrávaná paleta
  - počet barev: **16 ÷ 4096** (nejčastěji **256**)
  - **redukce počtu barev** („**color quantization**”)

# Zobrazení barev pomocí palety



- převod barev na **odstíny šedi**
  - složka **Y** ( $0.2989 R + 0.5866 G + 0.1144 B$ )
- **univerzální barevná paleta** + rozptylování
  - např. **3-3-2 paleta** (256 barev), 6-7-6 (252 barev)
  - maticové, náhodné rozptylování, distribuce chyby
- **adaptovaná barevná paleta** (+ rozptylování)
  - paleta optimalizovaná pro jeden konkrétní obrázek
  - metody konstrukce palety „**shora-dolů**” (Heckbert) a „**zdola-nahoru**” (shluková analýza)

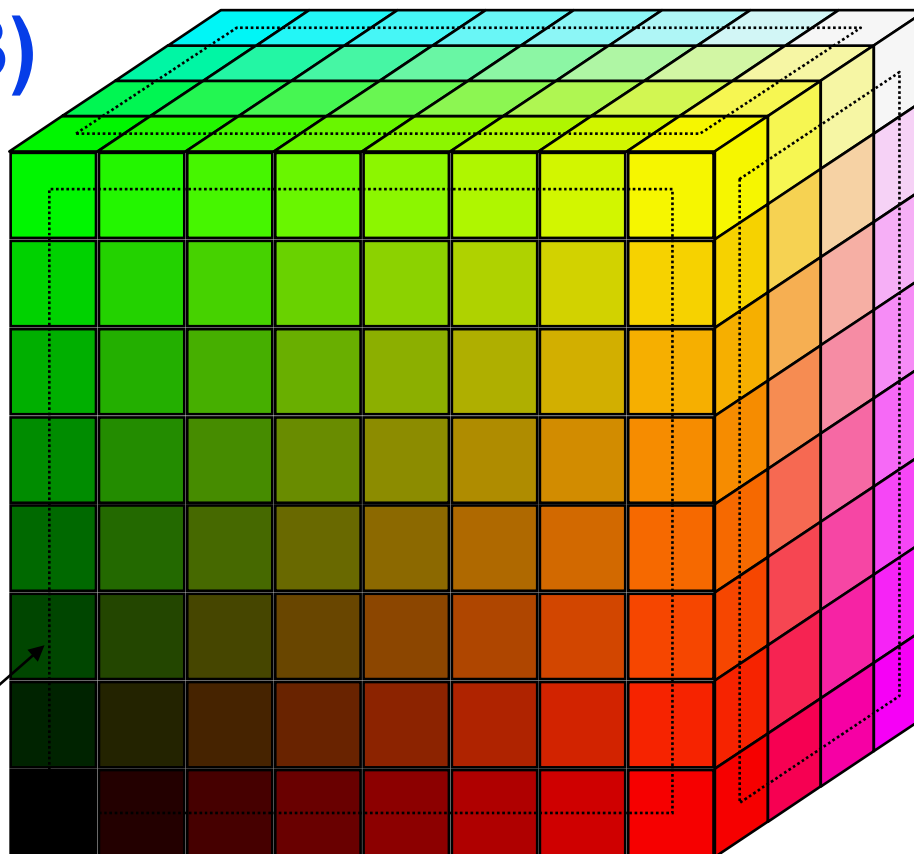


# Univerzální „3-3-2 paleta”

**Blue (0÷3)**

**Green (0÷7)**

doména pro  
rozptylování



**Red (0÷7)**

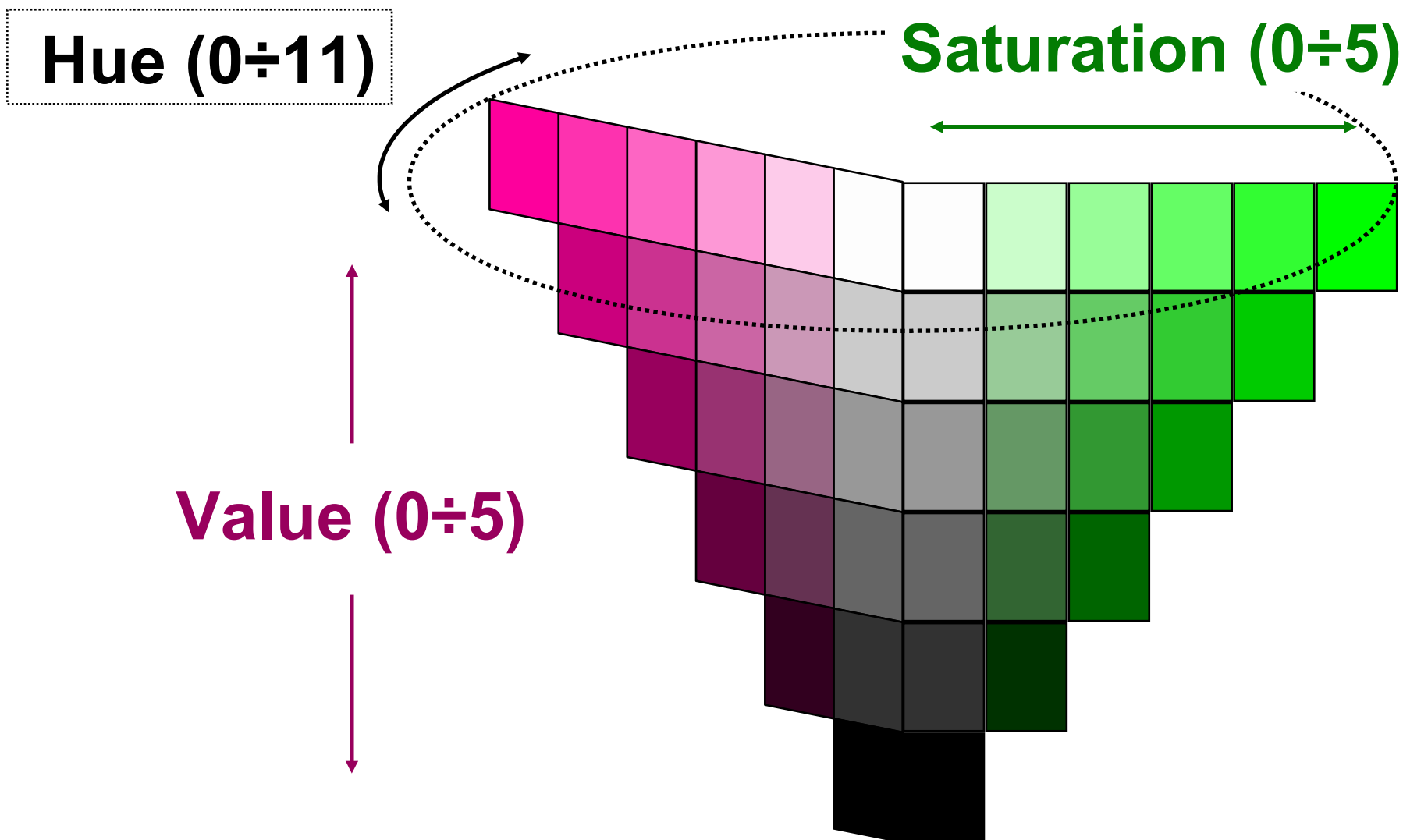


# Univerzální palety

- **paleta „3-3-2”**:  $8 \times 8 \times 4$  barvy (256 barev)
  - snadné převody (bez operace násobení)
- **paleta „6×7×6”**:  $6 \times 7 \times 6$  barev (252 barev)
  - rovnoměrné rozdělení RGB prostoru
- **paleta „7×12×3”**:  $7 \times 12 \times 3$  barvy (252 barev)
  - zohledňuje různou citlivost oka na barevné složky
- **palety pro jiné barevné systémy**
  - např.  $12 \times (1+2+3+4+5+6)$  pro **HSV** (186 barev)



# Univerzální paleta pro HSV





# Konstrukce adaptované palety

- speciální paleta přizpůsobená pro zobrazení **jednoho konkrétního obrázku**
  - její výpočet může být značně časově náročný
- konstrukce metodou „**shora-dolů**”
  - dělím množinu použitých barev tak dlouho, až dostanu žádaný počet skupin (např. 256)
- konstrukce metodou „**zdola-nahoru**”
  - sdružuji příbuzné barvy do skupin, dokud nemám požadovaný počet skupin (shluková analýza)



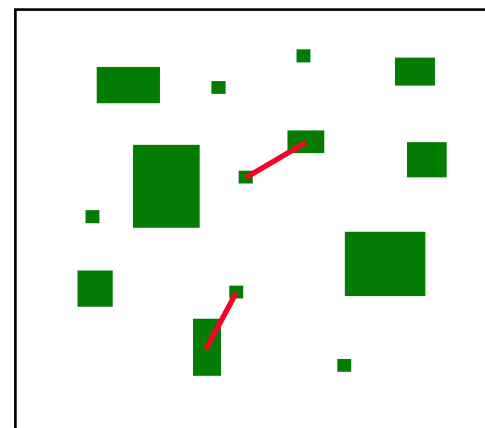
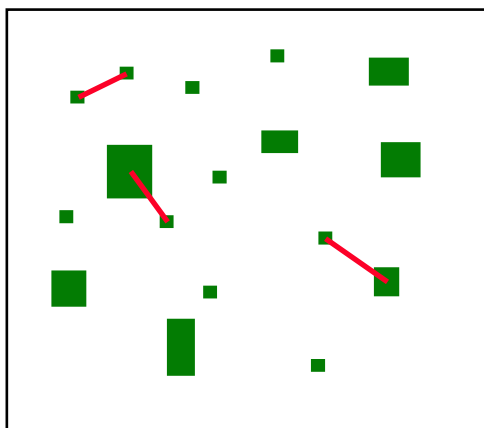
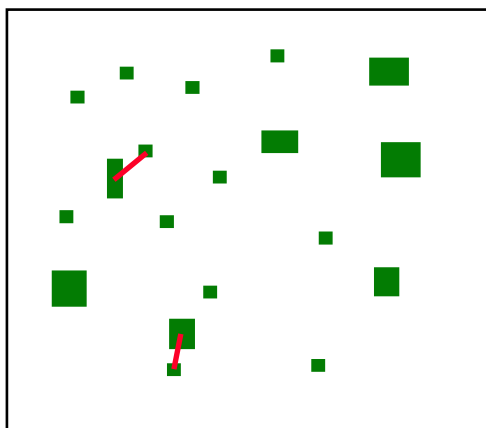
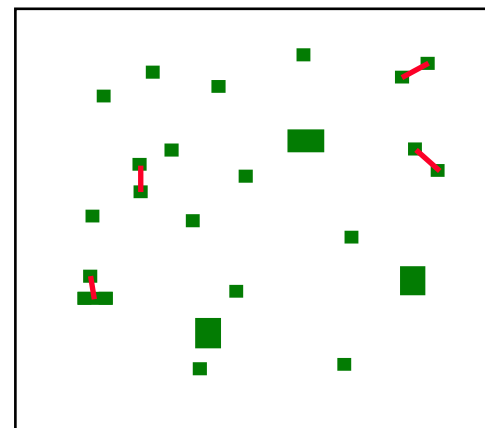
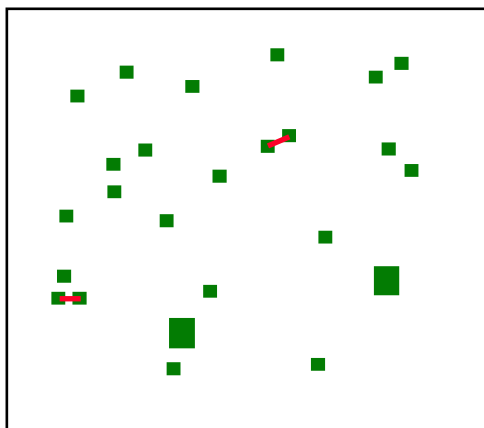
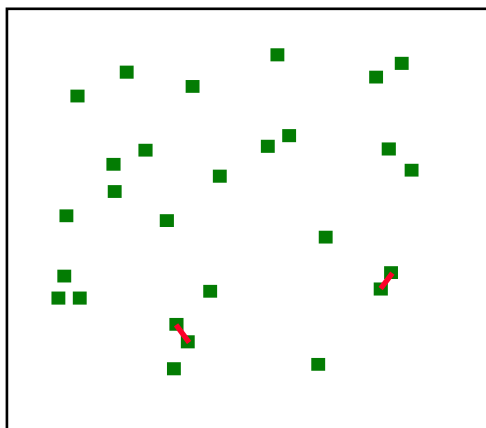
# Metoda shlukové analýzy

- 1 vytvořím **barevný histogram** obrázku
  - výčet všech použitých barev včetně jejich četností
  - každá barva tvoří na začátku samostatnou skupinu
- 2 najdu dvě **nejbližší** skupiny barev a spojím je
  - kritéria podobnosti: vzdálenost  $\min\{|C_i - C_j|\}$ , průměr  $\max\{|C_i - C_j|\}$ , rozptyl  $\text{sqrt}(\Sigma(C_i - \bar{C})^2/n)$
- 3 krok 2 opakují tak dlouho, dokud nedostanu požadovaný počet skupin  $N$  (např. 256)
  - slučovacích kroků je třeba udělat velmi mnoho!





# Postup výpočtu





# Algoritmus „Octree”

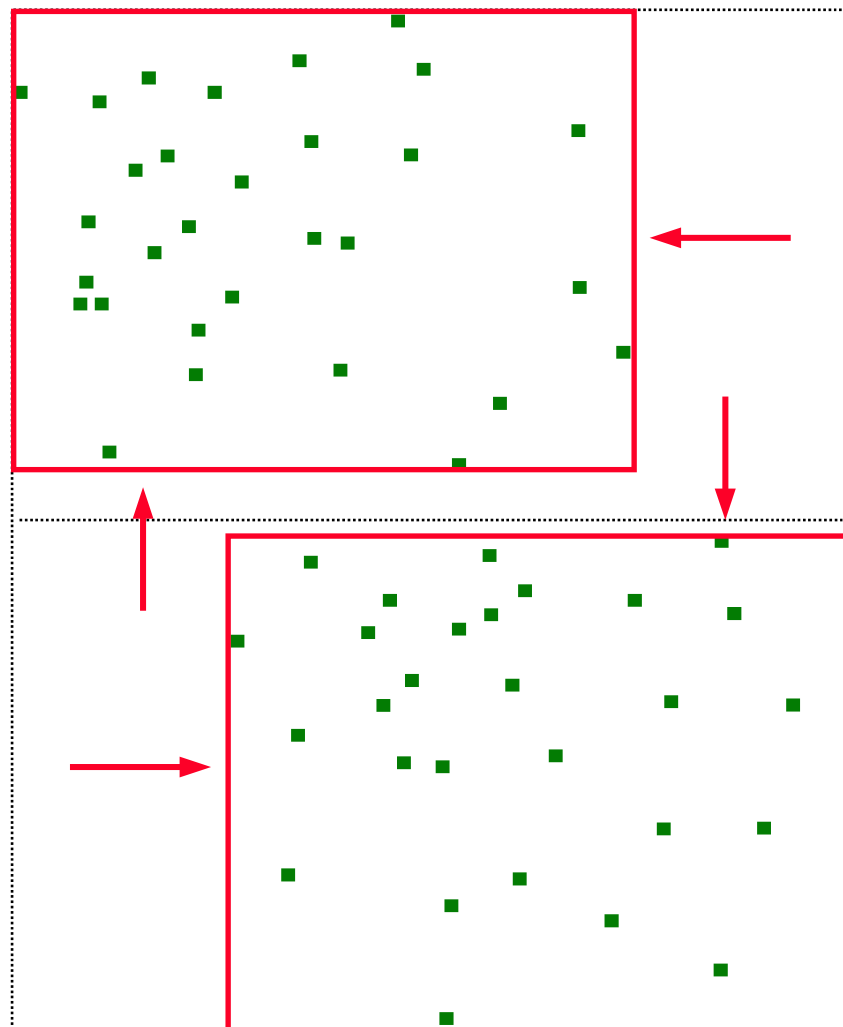
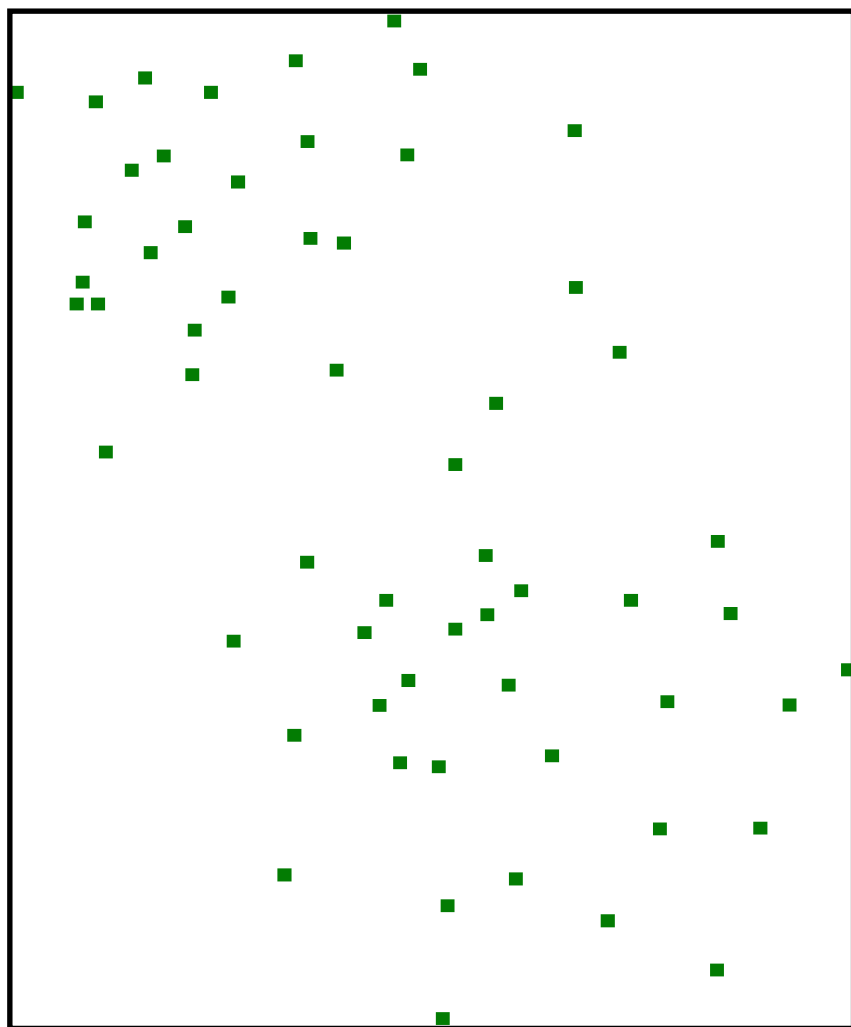
- ★ **šetří paměť i čas výpočtu**
  - rychlejší hledání nejbližších skupin barev
  - cenou je podstatná ztráta kvality!
- ① **z prvních  $N$  různých barev vytvořím skupiny**
- ② **načítám zbytek obrázku a pro každý pixel s dosud se nevyskytující barvou provedu:**
- ③ **z  $N+1$  skupin vyberu dvě nejbližší a sloučím je**
  - algoritmus není symetrický (záleží na pořadí průchodu)

# Heckbertův algoritmus („median cut“)

- 1 vytvořím **barevný histogram** obrázku
  - všechny barvy tvoří na začátku jednu skupinu (obalový kvádr)
- 2 vyberu „**největší**“ **skupinu** barev a rozdělím ji na 2
  - různé metody pro výběr i dělení skupiny barev
- 3 krok 2 opakují tak dlouho, dokud nedostanu daný počet skupin **N** (např. 256)
  - při mapování barev se může použít rozptylování



# Dělení skupiny



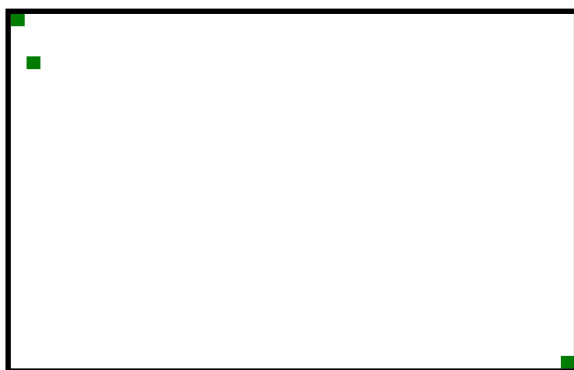


# Kritéria dělení skupin barev

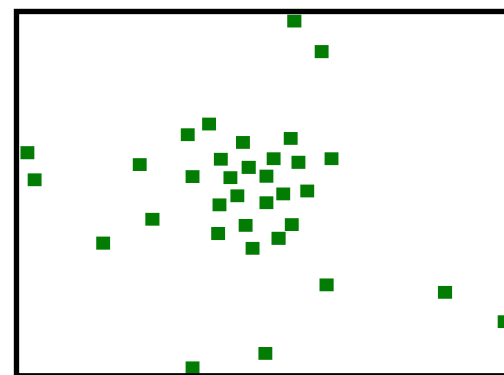
- **velikost obalového kvádru** (délka nejdelší hrany)
  - nejdelší hranu kvádru pak mohu rozdělit v polovině
- **subjektivní velikost obalového kvádru**
  - jednotlivé složky jsou váženy citlivostí lidského oka
- **počet barev** (počet vstupních pixelů)
  - rozdělím nejdelší hranu kvádru v místě mediánu
- **rozptyl barev** (vážený počtem pixelů)
  - rozdělím nejdelší hranu kvádru v průměrné hodnotě



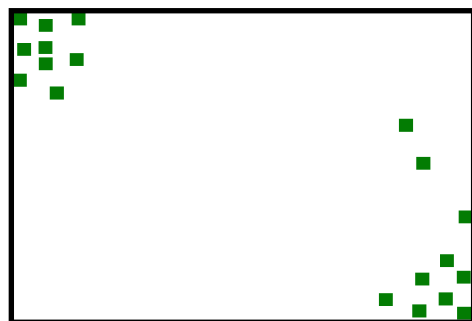
# Kritéria dělení – příklady



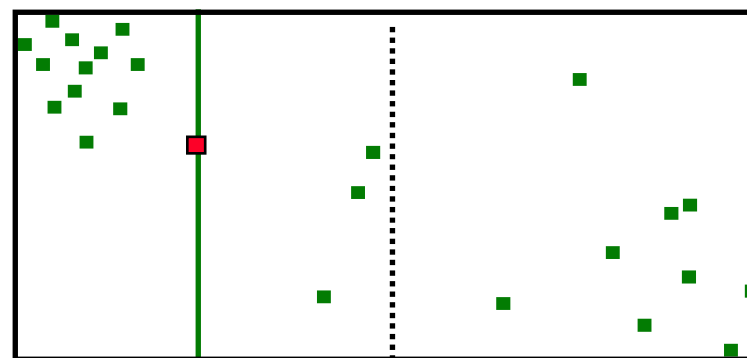
**málo barev**



**více barev, malý rozptyl**



**méně barev, velký rozptyl**



**dělení podle mediánu**



# Implementace

- **vytváření histogramu** je náročné na čas i paměť
  - řídké uložení histogramu (šetří paměť)
  - datová struktura s rychlým vyhledáváním (hašování)
- **přemapování barev**
  - **zaokrouhlení** (vyhledání příslušné skupiny - boxu)
  - **rozptylování** mezi nejbližšími barvami palety (distribuce chyby: hledání nejbližší barvy, vstupní barvy musí ležet v konvexním obalu barev palety)



# Barevný tisk

- ✦ **malý počet základních barev (2-8)**
  - velké základní - pixelové - rozlišení (tisíce dpi)
  - univerzální čtyřbarevný tisk: **CMYK**
- **každá základní barva se pŕtónuje**
  - jednotlivé pŕtónovací rastry („screens“) mívají rozlišení **60 ÷ 480 lpi** („lines per inch“)
  - používají se rastry s čtvercovými, kruhovými, eliptickými tečkami, kombinované a speciální rastry („Monet“, náhodný rastr, ..)





# Soutisk rastrů

- ♦ rastry se navzájem **otáčejí**
  - zabraňuje se tak vzniku rušivých interferencí
  - klasická sada úhlů pro čtyřbarevný tisk **CMYK: 0°, 15°, 45°, 75°** („Offset angles”)
  - jiná sada úhlů: **7.5°, 22.5°, 37.5°, 52.5°, 67.5°, 82.5°** („Flexo angles”)
  - úhly s racionální směrnicí jsou výhodnější pro implementaci



# Konec

## Další informace:

♦ **Jiří Žára a kol.: *Počítačová grafika*, principy a algoritmy, 335-342**

♦ **ukázka:**

<http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/lectures/samples/colorrep/>