
Zobrazování barev

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

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

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

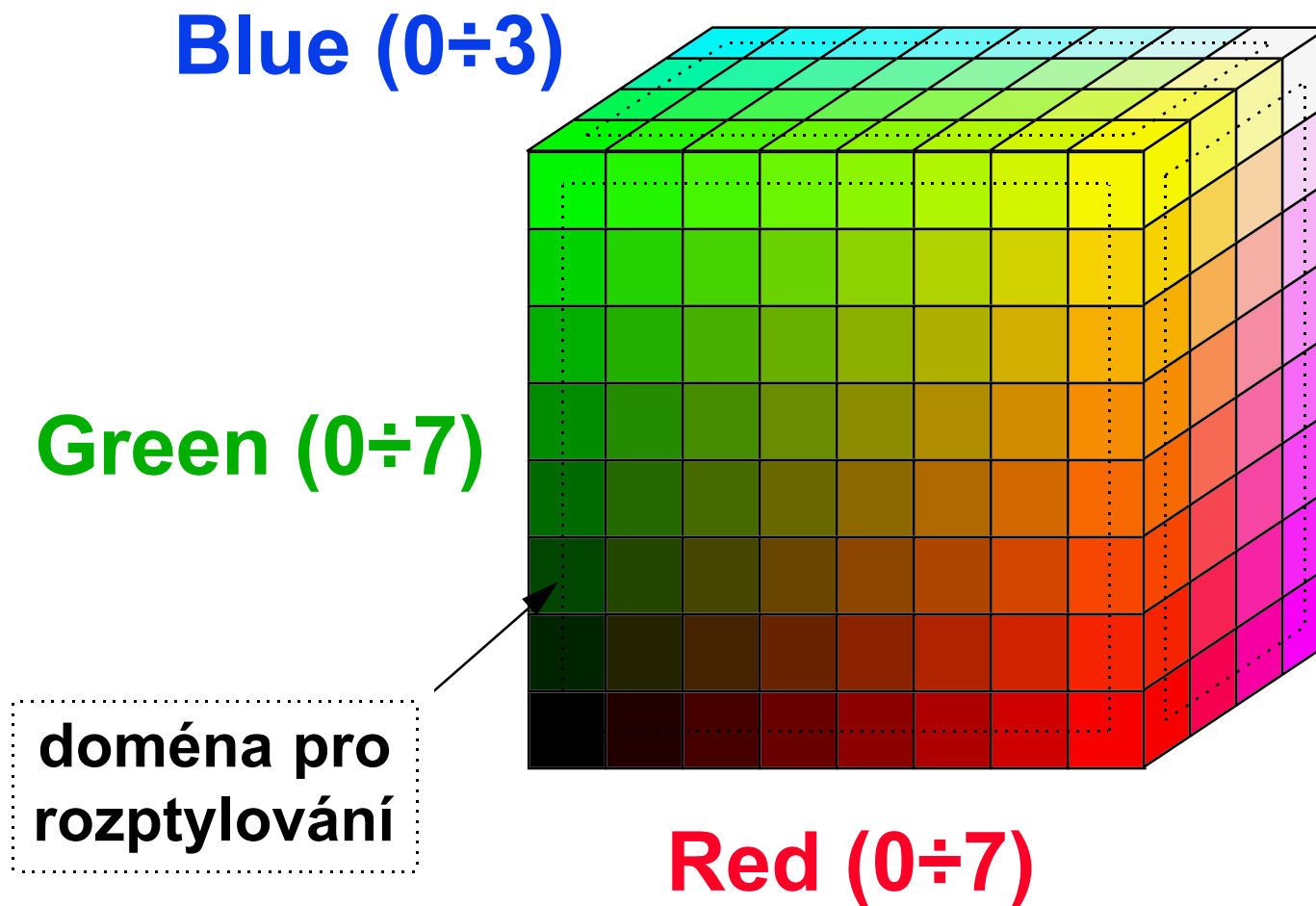
Barevné schopnosti HW

- ◆ “**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** ($0.2989 \cdot R + 0.5866 \cdot G + 0.1144 \cdot B$)
- ◆ **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)

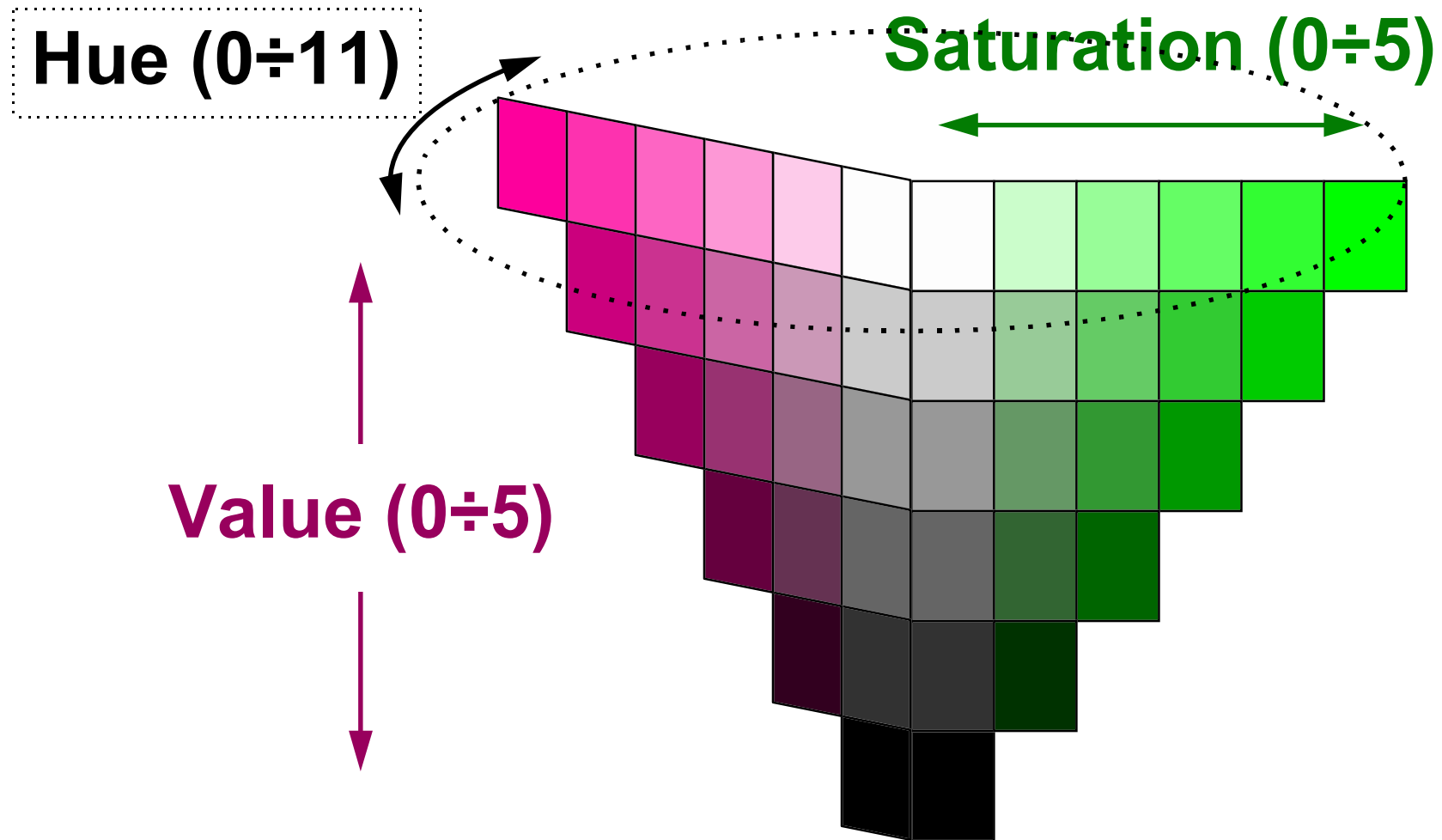
Univerzální “3-3-2 paleta”



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



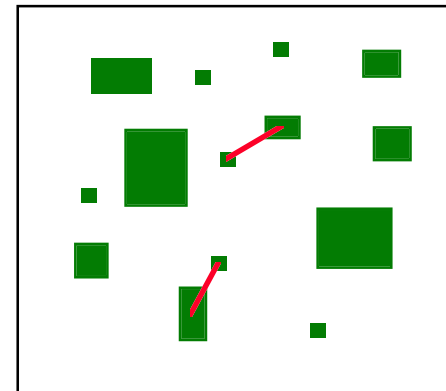
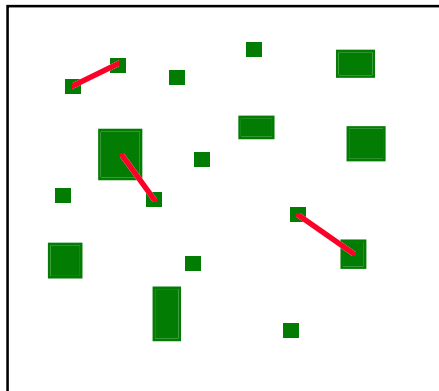
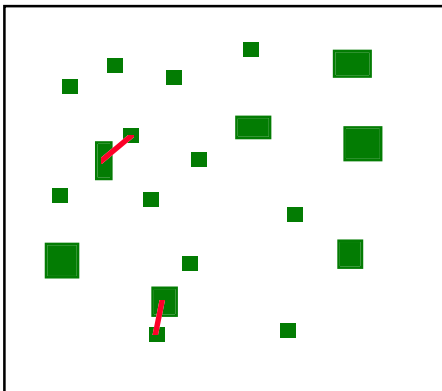
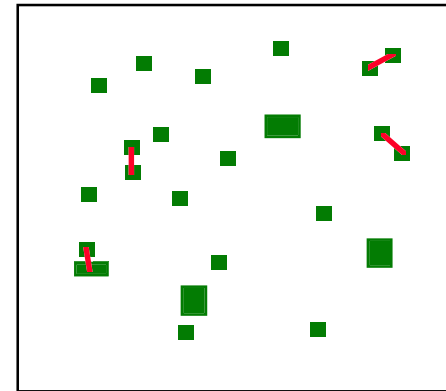
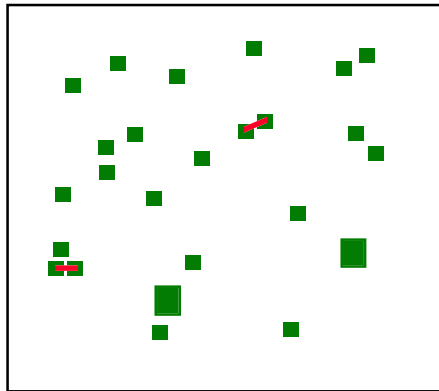
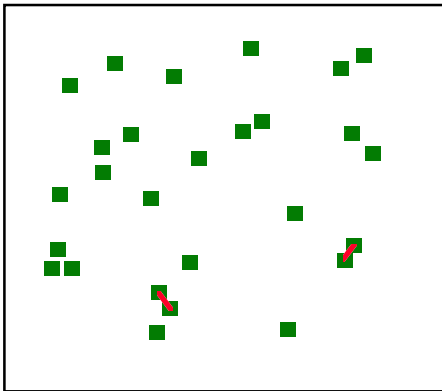
Konstrukce adaptované palety

- ➔ 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** ($\min\{|C_i - C_j|\}$),
poloměr ($\max\{|C_i - C_j|\}/2$), **rozptyl** ($\sum(C_i - \bar{C})^2/n$)
- 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

① z **prvních N různých barev** vytvořím skupiny

② načítám zbytek obrázku a pro každý pixel s dosud se nevyskytující barvou provedu:

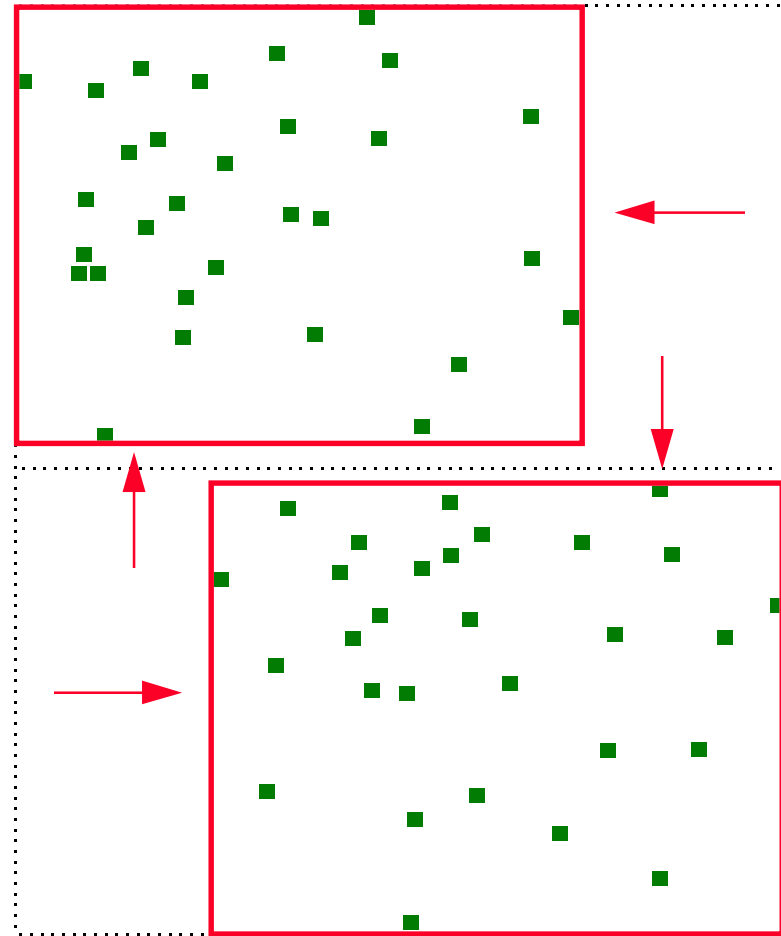
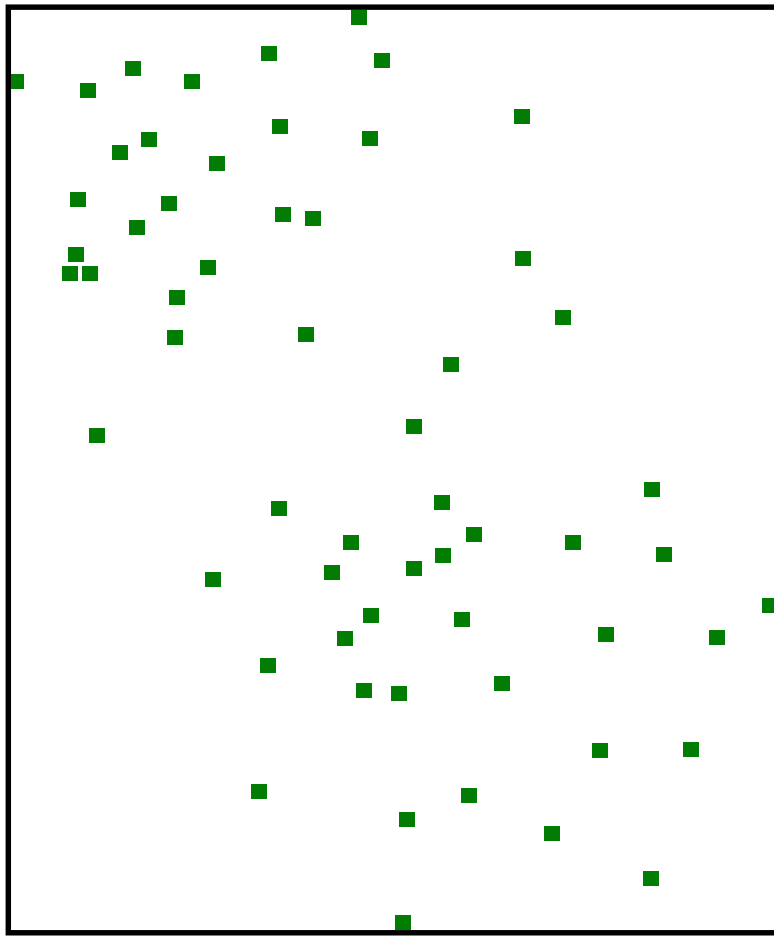
③ z **N+1 skupin** vyberu dvě nejbližší a sloučím je

– algoritmus není symetrický (záleží na vstupním pořadí barev)

Heckbertův algoritmus (“median cut”)

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

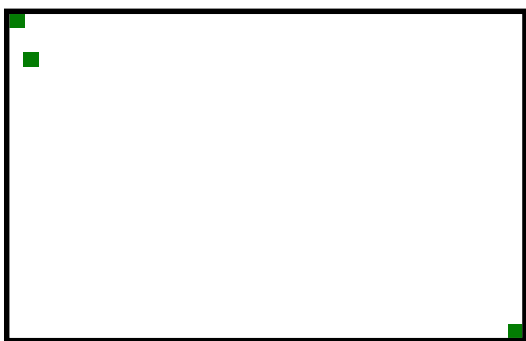
Dělení skupiny



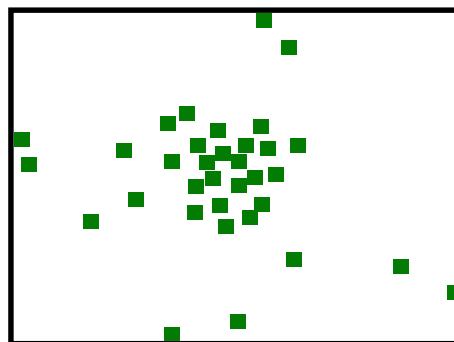
Kritéria dělení skupin barev

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

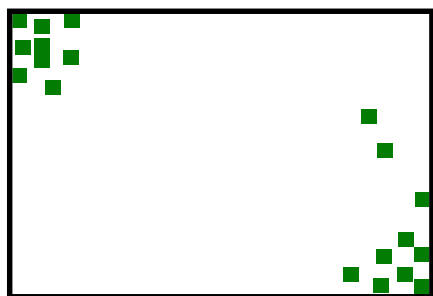
Kritéria dělení - příklady



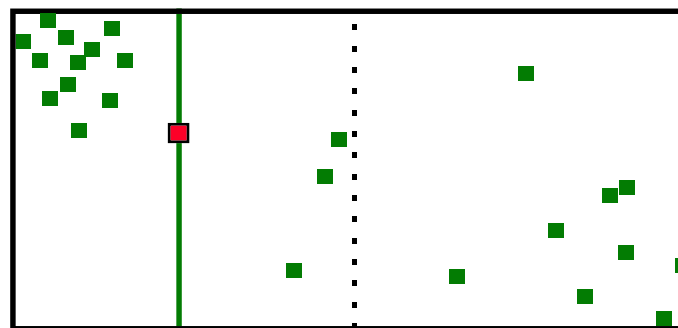
málo barev



více barev, malý rozptyl



méně barev, velký rozptyl



dělení podle mediánu

Implementace

- ➔ **vytváření histogramu** je velmi 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 (2-6)**
 - velké základní - pixelové - rozlišení (tisíce dpi)
 - univerzální čtyřbarevný tisk: **CMYK**
- ◆ **každá základní barva se pŕltónuje**
 - jednotlivé pŕltónovací rastry (“screens”) mívají rozlišení **60 ÷ 480 lpi**
 - 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 směrnici jsou výhodnější pro implementaci

Konec

Další informace:

- **Jiří Žára a kol.:** *Počítačová grafika*, principy a algoritmy, 335-342
- **V. Skala:** *Algoritmy počítačové grafiky III*, skriptum ZČU, 1992, 60-61
- ➔ **LAN na Malé Straně:**
 - **barbora\usr:\vyuka\pelikan\4**