

# **Hodnocení metod komprese pro zpracování statických barevných fotografií**

Rating methods of compression to processing static color photos

Lukáš Latinák

---

Bakalářská práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš LATINÁK**  
Osobní číslo: **A07058**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská Informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Hodnocení metod komprese pro zpracování  
statických barevných fotografií**

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnocení aktuálně používaných metod komprese.
2. Výběr vhodných metod realizovatelných dostupnými finančními prostředky.
3. Hodnocení programových a technických prostředků zohledňující uživatelské vlastnosti.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Grafický formát [online]. 2008 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Grafick%C3%BD\\_form%C3%A1t](http://cs.wikipedia.org/wiki/Grafick%C3%BD_form%C3%A1t).
2. Digitální fotografie [online]. 2009 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Digit%C3%A1ln%C3%AD\\_fotografieB.C4.9B.C5.BEen.C3.A9\\_rozli.C](http://cs.wikipedia.org/wiki/Digit%C3%A1ln%C3%AD_fotografieB.C4.9B.C5.BEen.C3.A9_rozli.C)
3. Freeman,J.:Fotografie v praxi . Dobřeějovice: Rebo Productions, 2002. 254 s.
4. KREJČÍ,R.: Encyklopedie publikačních formátů: JPEG a JPEG2000 [online]. 2000 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW:  
<http://www.grafika.cz/art/polygrafie/encjpeg.html>.
5. KREJČÍ,R.: Encyklopedie publikačních formátů: TIFF [online]. 2000 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW:  
<http://www.grafika.cz/art/polygrafie/entiff.html>.

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Karel Vlček, CSc.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce:

5. března 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. června 2010

Ve Zlíně dne 5. března 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce popisuje a hodnotí nejpoužívanější grafické formáty pro barevné fotografie. Srovnává a popisuje metody jejich komprese, jednotlivé využití a historii vzniku nejpoužívanějších grafických formátů.

Klíčová slova:

Fotografie, grafický formát, historie, komprese, kvalita, srovnání, velikost, využití

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis describes and evaluates the most useful graphics format for colorful photos. It compares and describes the methods of their compression, usage and history of creation the most useful graphics formats.

Keywords:

Photo, graphics format, history, compression, quality, comparison, size, usage

Rád bych poděkoval profesoru Ing. Karlu Vlčkovi CSc. za cenné rady a pomoc při hledání informací k tématu bakalářské práce. Díky jeho knize jsem získal více poznatků, které jsem využil v praktické části práce.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 GRAFICKÝ FORMÁT</b> .....	<b>11</b>
1.1 ROZDĚLENÍ GRAFICKÝCH FORMÁTŮ .....	11
1.1.1 Bitmapové .....	11
1.1.2 Vektorové .....	11
1.2 KOMPRESSE GRAFICKÝCH FORMÁTŮ .....	12
1.2.1 Bezeztrátová komprese .....	12
1.2.2 Ztrátová komprese .....	12
1.3 ZÁKLADNÍ POJMY .....	12
1.3.1 Barvové prostory RGB a CMYK .....	12
1.3.2 Barevný model YCbCr .....	13
1.3.3 Diskrétní kosinová transformace .....	14
1.3.4 Kvantování koeficientů DCT .....	15
1.3.5 Algoritmus LZ77 .....	16
1.3.6 Huffmanovo kódování .....	16
<b>2 DRUHY GRAFICKÝCH FORMÁTŮ</b> .....	<b>18</b>
2.1 JPEG .....	18
2.1.1 Historie JPEG .....	18
2.1.2 Základní informace .....	18
2.1.3 Použití JPEG .....	19
2.1.4 Ztrátová komprese u JPEG .....	19
2.2 JPEG 2000 .....	20
2.2.1 Historie JPEG 2000 .....	20
2.2.2 Základní informace a srovnání .....	20
2.2.3 Komprese u JPEG 2000 .....	21
2.3 GIF 21 .....	
2.3.1 Historie GIF .....	21
2.3.2 Základní informace .....	21
2.3.3 Obrázky a rámce, barva pozadí, barvová paleta, průhlednost a animace .....	22
2.3.4 Komprese u GIF .....	24
2.4 PNG .....	25
2.4.1 Historie PNG .....	25
2.4.2 Základní informace o PNG .....	25
2.4.3 Srovnání s GIF .....	25
2.4.4 Komprese u PNG .....	26
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>28</b>
<b>3 GRAFICKÉ SROVNÁNÍ FORMÁTŮ</b> .....	<b>29</b>
3.1 JPEG, GIF, PNG, JPEG 2000 .....	29
3.1.1 Fotografie .....	29

---

3.2	KVALITA A VÝSLEDNÁ VELIKOST SOUBORU U JPEG.....	31
3.3	ÚROVEŇ KOMPRESI A VÝSLEDNÁ VELIKOST SOUBORU U PNG.....	33
3.4	KVALITA A VÝSLEDNÁ VELIKOST SOUBORU U JPEG 2000.....	35
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>38</b>
<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ .....</b>		<b>40</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>43</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>44</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>45</b>



## ÚVOD

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolil téma hodnocení metod komprese pro zpracování statických barevných fotografií. Toto téma jsem si zvolil převážně proto, že se ve volném čase věnuji amatérské tvorbě webových stránek. Díky této práci vím, jaké formáty mohu použít, popř. jaké je nejvhodnější použití v konkrétních případech. Na základě těchto poznatků jsem tedy mohl některé mé práce optimalizovat a tím zmenšit jejich výslednou velikost, nebo případně zvětšit kvalitu.

Metoda komprese statických barevných fotografií dnes vytváří rozdíly mezi jednotlivými grafickými formáty a jejich použitím u fotografií. První grafické formáty se začaly rozvíjet už na počátku 90. let a postupné zdokonalování a vyvíjení nových formátů vedlo k utvoření několika hlavních grafických formátů dneška, jako jsou JPEG, GIF, PNG, nebo JPEG 2000. Jediné, co tento rozvoj brzdilo, byly časté právní spory o jednotlivé patenty kompresí a někdy také softwarová kompatibilita.

Ve své práci se zabývám jak teoretickou částí, kde jsou u jednotlivých grafických formátů popsány jejich komprese, historie, nebo srovnání, tak i praktickou částí, kde zkouším tyto teorie ověřit, případně vyvrátit.

Účelem práce je prověřit vhodnost grafických formátů JPEG, JPEG 2000, GIF a PNG jako fotografií při různých použitích, které mohou být například využití pro web, rodinné fotografie, vysoce detailní fotografie a další.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 GRAFICKÝ FORMÁT

Grafické formáty určují pravidla a způsoby, podle kterých jsou obrázky uloženy v souborech. Do těchto souborů mohou některé formáty ukládat i informace jako je náhled obrázku, datum a čas pořízení a další.

### 1.1 Rozdělení grafických formátů

Základním rozdělením grafických formátů je podle způsobu uložení grafických informací na bitmapové a vektorové.

#### 1.1.1 Bitmapové

Celý bitmapový obrázek je tvořen pravidelnou mřížkou z pixelů (bodů), kde každý bod má přiřazenu určitou barvu. Na monitoru pak uživatel vidí jen barevné plochy, které jsou ve skutečnosti jednotlivé splývající barevné body, přechody apod. Bitmapový obrázek je určen svou velikostí (šířka a výška), rozlišením (hustotou barevných bodů) a barevnou hloubkou (počet barev, kterých může bod nabývat). Bitmapová grafika je poměrně náročná na paměť, proto se používají kompresní formáty, které zmenší výslednou velikost obrázku tím, že stejné nebo velmi podobné body spojí v jeden celek. K nejčastějším kompresním formátům pro přenos bitmapové grafiky patří JPEG, GIF a PNG. Nevýhodou ale je, že při změně velikosti obrázku dochází ke zhoršení výsledné kvality.

#### 1.1.2 Vektorové

Obraz se skládá z jednotlivých objektů (např. obdélník, elipsa, křivka, hvězda, bod, přímka...), z nichž každý má definovanou barvu a styl obrysu a výplně. Výhodou je, že může být měněna velikost obrázku bez ztráty kvality, s každým objektem v obrázku můžeme pracovat zvlášť a vektorová grafika má mnohem menší paměťovou náročnost nežli bitmapová grafika. Nevýhodou je, že když obrázek překročí určitou mez složitosti, tak je poté daleko více náročný na paměť nežli bitmapový. Také je zde složitější pořízení snímku. Mezi formáty vektorové grafiky patří eps, pdf, ai, cdr, svg a zmf.

## 1.2 Komprese grafických formátů

Rozeznáváme dva druhy komprese grafických formátů – bezztrátovou a ztrátovou kompresi. Komprese dat je zmenšení dat, kterého dosáhneme buď tím, že některá data vynecháme (ztrátová komprese), nebo tím když najdeme v datech určité vzorce a data nahradíme odkazy na ně (bezeztrátová komprese).

### 1.2.1 Bezeztrátová komprese

I po komprimaci zachovávají soubory identickou informaci s předlohou. Nedochází tak ke ztrátě kvality obrazu. Využíváme zde opakování dat. Komprimace spočívá v hledání vzorců. Zmenšení dat ale není tak výrazné jako u komprese ztrátové. V bezztrátové kompresi komprimujeme data pomocí algoritmů.

### 1.2.2 Ztrátová komprese

Při kompresi se zahazuje část grafické informace (ty, u kterých lidské oko nepozná, že zmizely, a také ty, jejíž zmizení tolerujeme). Používá se tam, kde nevádí ztráta některých informací a tam, kde je potřeba výrazně zmenšit velikost výsledného souboru. Takto zkomprimované informace jsou pak velmi malé. Po dekomprimaci dat se data nezobrazí ve stejném tvaru, v jakém byla před kompresí. Ztrátová komprese se proto používá např. u obrázků (JPG), hudby (MP3) a videí (MPEG), kde ztráta některých dat nevádí.

## 1.3 Základní pojmy

### 1.3.1 Barvé prostory RGB a CMYK

RGB barevný model je aditivní barevný model, ve kterém je smícháno společně červené (R – red), zelené (G – green) a modré (B – blue) světlo různými cestami k reprodukci obsáhlého pole barev.

CMYK je barevný model založený na míchání barev (mícháním od sebe barvy odčítáme). Používá se především u reprodukčních zařízení, která barvy tvoří mícháním pigmentů (např. inkoustová tiskárna). Model obsahuje čtyři základní barvy: azurovou (C – cyan), purpurovou (M – magenta), žlutou (Y – yellow), černou (B – black). Složením azurové,

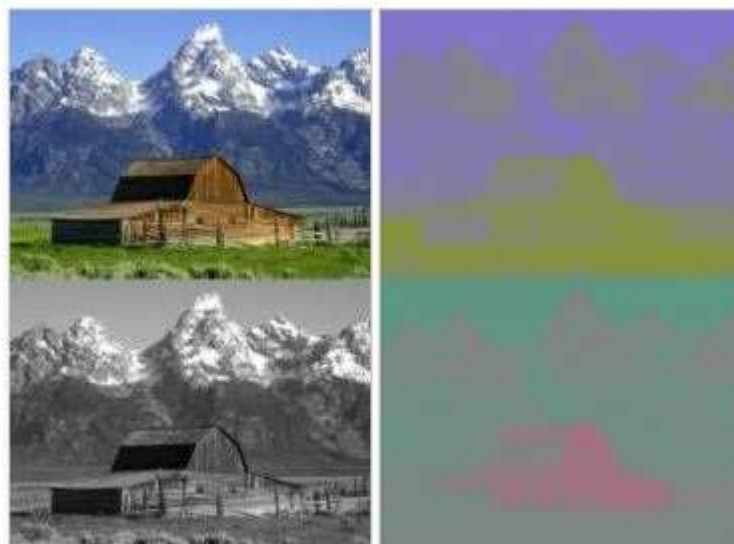
purpurové a žluté barvy (CMY) by měla vzniknout černá, ve skutečnosti však při použití běžných barviv vzniká barva tmavě šedivá. Zároveň je černá barva na rozdíl od ostatních barev výrazně levnější, proto většina tiskových technik používá ještě čtvrtou černou barvu.

### 1.3.2 Barevný model YCbCr

YCbCr patří do rodiny barevného modelu a používá se u videa, nebo u digitální fotografie. Y' je řazen do luminance (jasu) komponentu a Cb s Cr tvoří modrý a červený chrominanci komponent. YCbCr není absolutní barevný model. Je to způsob kódování RGB informací. Přímé zobrazení barev závisí na aktuálním užití barev RGB v signálu. Pro přepočítání barev pixelů z barvového prostoru RGB do barvového prostoru YCbCr je možné použít následující vzorce, kde má signál Y rozsah  $\langle 0, 1 \rangle$  a signály Cb a Cr rozsah  $\langle 0.5, 0.5 \rangle$ .

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_B \\ C_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} C_B &= 0.5643 \cdot (B - Y) \\ C_R &= 0.7133 \cdot (R - Y) \end{aligned} \quad (2)$$



Obr. 1. Obrázek a jeho prvky Y, Cb a Cr

Jak lze vidět na Obr. 1 tak Y-ový obrázek je černobílá kopie hlavního obrázku a sněž je průměrná hodnota Cb a Cr. Zelená tráva představuje slabé Cb a Cr, hnědá chalupa slabé Cb a silné Cr a modré nebe silné Cb a slabé Cr.

Důvodem převodu do YCbCr je fakt, že oko je mnohem méně citlivé na změny v barvě než v jas. Barvu lze komprimovat mnohem více než jas a oko si této komprese nevšimne.



*Obr. 2. Změna jasového kanálu a složek Cb a Cr*

U pravé části obrázku je s poloměrem 2 pixely rozostřen jasový (Y) kanál. V levé části obrázku naopak jen barevné složky Cr a Cb. Rozostření v barevných kanálech oko vůbec nevnímá, jak lze vidět.

### 1.3.3 Diskrétní kosinová transformace

Diskrétní kosinová transformace (DCT) je často používána při zpracování signálu a obrazu, obzvláště pro ztrátovou kompresi. Je například použita ve JPEG, MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, JVT (H.263), H.261 atd.. Její modifikace jsou použity v audio kodeku AAC, Vorbis a MP3. Před procesem diskretní kosinové transformace je provedeno rozdělení celého obrázku na bloky o velikosti  $8 \times 8$  hodnot, obrázek se nemusí celý načítat do paměti, postačuje pouze osm aktuálních obrazových řádků.

Základem transformačních kódování je v případě zpracování obrazu, nalezení vztahu mezi sousedními, nebo vzdálenějšími pixely. Většinou se při transformacích provádí převod

zpracovávaného signálu z časové (prostorové) oblasti do oblasti frekvenční, protože obrazy reálných předmětů neobsahují mnoho energie ve vyšších frekvencích a je tedy vhodné shromáždit co největší množství relevantních dat do malého množství koeficientů. To vede ke snížení počtu bitů nesoucích vizuální informaci. Vstupem do dvourozměrné diskretní kosinové transformace (2D DCT) je vzorkovaný signál  $s(m,n)$ . Výstupem DCT je také rastrový obrázek (matice) hodnot  $t(i,j)$ . Řád či velikost dvourozměrné DCT je obecně typu  $M \times N$ . Vzorec pro výpočet 2D DCT má tvar:

$$t(i,j) = c(i,j) \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} s(m,n) \cos \frac{\pi(2m+1)i}{2N} \cos \frac{\pi(2n+1)j}{2N} \quad (3)$$

139	144	149	153	155	155	155	155	1259.6	-1.0	-12.1	-5.2	2.1	-1.7	-2.7	1.3
144	151	153	156	159	156	156	156	-22.6	-17.5	-6.2	-3.2	-2.9	-0.1	0.4	-1.2
150	155	160	163	158	156	156	156	-10.9	-9.3	-1.6	1.5	0.2	-0.9	-0.6	-0.1
159	161	162	160	160	159	159	159	-7.1	-1.9	0.2	1.5	0.9	-0.1	-0.0	0.3
159	160	161	162	162	155	155	155	-0.6	-0.8	1.5	1.6	-0.1	-0.7	0.6	1.3
161	161	161	161	160	157	157	157	1.8	-0.2	1.6	-0.3	-0.8	1.5	1.0	-1.0
162	162	161	163	162	157	157	157	-1.3	-0.4	-0.3	-1.5	-0.5	1.7	1.1	-0.8
162	162	161	163	158	158	158	158	-2.6	1.6	-3.8	-1.8	1.9	1.2	-0.6	-0.4

DC člen - vlevo nahoře (1259.6)  
AC členy - všechny ostatní členy

Obr. 3. Příklad transformace jasových složek

### 1.3.4 Kvantování koeficientů DCT

Kvantizační činitelé jsou stanoveny komisí JPEG (pro kvalitu 75% originálu) a uloženy v tabulkách pro každou složku  $Y$ ,  $C_B$ ,  $C_R$ . V této fázi lze ovlivnit kvalitu výsledku komprese koeficientem kvality  $Q$  (nabývá hodnot 1 až 100), kterým se upraví kvantizační činitelé z dané tabulky. Získaná tabulka kvantizačních činitelů se použije na čtverce  $8 \times 8$  pixelů pro všechny tři barevné složky a uloží se do výstupního souboru (možnost zpětné dekomprese).

16	11	10	16	24	40	51	61	79	0	-1	0	0	0	0	0	0
12	12	14	19	26	58	60	55	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
14	13	16	24	40	57	69	56	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
14	17	22	29	51	87	80	61	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	22	37	56	68	109	103	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	35	55	64	81	104	113	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	64	78	87	103	121	120	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	92	95	98	112	100	103	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 4. Příklad kvantování koeficientů DCT

### 1.3.5 Algoritmus LZ77

Algoritmus LZ77 je založen na principu nahrazování duplicitních řetězců znaků speciálními kódy. Pokud tedy kompresor najde speciální řetězec znaků, který už byl v kódovaných datech obsažený, nahradí ho jedním nebo více speciálními kódy, které obsahují odkaz na jeho původní výskyt (Obr. 5).

```

leze po železe <<- zakódujeme ->> < 4> leze po že[10,4] [Pozice,Délka]
|<--10---|

```

Obr. 5. Příklad algoritmu LZ77

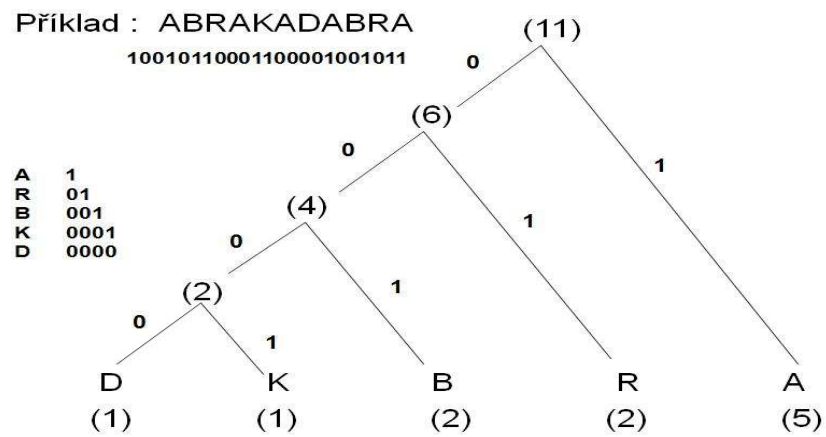
Kompresor si vyhradí speciální znak (jehož pravděpodobnost výskytu je nejmenší) a ten využívá k identifikaci komprese. Pokud je nalezen duplicitní řetězec, vyšle se speciální znak a po něm jeho pozice a délka. Za speciálním znakem je poslaný na výstup například znak #255 – je to značka, podle které dekompresor pozná, že se objevil speciální znak.

### 1.3.6 Huffmanovo kódování

Huffmanovo kódování funguje na principu zápisu symbolů, které se vyskytují s větší frekvencí (využitím malého množství bitů) a symboly s malou frekvencí výskytu (využitím většího počtu bitů). Symbolem u JPEGu jsou čísla kategorií, nebo sekvence bytů (dvojice, nebo trojice znaků). Jedná se o kód s minimální délkou a o prefixový kód (jednoznačně dekódovatelný). Huffmanův kód se vytváří pomocí konstrukce binárního stromu s koncovými uzly. Hrany stromu jsou ohodnoceny symboly 0 a 1 a všechny uzly jsou ohodnoceny pravděpodobnostmi. Pravděpodobnost vnitřního uzlu je součtem



pravděpodobností jeho poduzlů. Binární strom je možné zapsat pouze pomocí symbolů 0 a 1, které jsou přiřazeny hranám.



Obr. 6. Příklad Huffmanova kódování

## 2 DRUHY GRAFICKÝCH FORMÁTŮ

### 2.1 JPEG

#### 2.1.1 Historie JPEG

V roce 1982 byla sestavena skupina expertů, která měla za úkol navrhnout ztrátový komprimační algoritmus použitelný zejména pro plnobarevné fotografie reálných objektů, monochromatické naskenované obrázky, rentgenové snímky apod. Tato skupina byla nazvána Joint Photographics Experts Group (JPEG). Při návrhu formátu se přihlíželo hlavně k vlastnostem jako aplikace v reálném čase, efektivní použití v hardwaru a softwaru, 8 a 12 bitů na barevný vzorek a nezávislost na rozlišení. Během následujících pěti let bylo navrženo dvanáct metod komprese, ze kterých bylo o dva roky později v roce 1989 vybráno kompresní schéma JPEGu. To se skládá z barvové transformace, diskrétní kosinové transformace a Hoffmannova kódování. V roce 1992 došlo ke schválení tohoto schématu.

#### 2.1.2 Základní informace

JPEG je metoda ztrátové komprese, která využívá faktu, že zanedbáním určité informace obsažené v obrázku se dosáhne mnohem lepšího komprimačního poměru než při bezztrátové komprimaci. Mohou být ale zanedbány pouze informace, které nezpůsobí viditelnou ztrátu kvality obrázku. Je možné dosáhnout komprimačního poměru 1:50 až 1:100 při malé ztrátě informace, ale pouze u některých obrázků. JPEG není určený pro ukládání obrázků, které obsahují malé množství barev, ostré hrany, kontrastní barevné přechody, nebo písma, výsledný obrázek může být ve výsledku rozmazaný a mít horší komprimační poměr. JPEG je určený pro ukládání fotografií, naskenovaných dokumentů, rentgenových, nebo ultrazvukových snímků. Správný název tohoto grafického formátu je JFIF, protože JPEG je metoda, která jenom předepisuje způsob ztrátové i bezztrátové komprimace rastrových obrázků, ale nijak nedefinuje, jak bude zkomprimovaný obrázek uložen v souboru. V současnosti většina obrázků uložených v JFIF používá koncovku .jpeg nebo .jpg, i když by bylo správnější použít koncovku .jfif.

### 2.1.3 Použití JPEG

JPEG je vhodný pro fotografické snímky, nebo malby realistických scénérií s hladkými přechody v tónu a barvě. V tomto případě poskytuje mnohem menší velikosti souboru než čistě bezztrátové metody jako PNG, přičemž zachovává stále dobrou kvalitu obrazu. Formát JPEG byl spolu s formátem GIF běžně nepoužívanějším formátem na internetu (designové prvky, loga), dnes už je ale pomalu vytlačován bezztrátovým formátem PNG. Tento formát se používá zejména v oblasti designových prvků stránek, protože velikost výsledného obrázku v dnešní době velmi rychlých připojení k internetu nehraje tak velkou roli jako dříve.

### 2.1.4 Ztrátová komprese u JPEG

Při ztrátové kompresi obrazových dat pomocí standardu JPEG se vstupní rastrová data podrobují několika za sebou jdoucím operacím, jak je schematicky znázorněno na obrázku.



Obr. 7. Logická obrazovka a rámce

Nejprve je provedena transformace barev z barvových prostorů RGB, nebo CMYK do barvového prostoru YCbCr. Tato transformace je bezztrátová.

V barvovém prostoru YCbCr nese složka Y informaci o světlosti pixelu a složky  $C_b$  a  $C_r$  informaci o barvě. Poslední dvě složky mohou být podvzorkovány, čímž dojde ke snížení objemu dat, ale i k určité ztrátě informace. V dalším kroku je aplikovaná diskrétní kosinová transformace, poté Huffmanovo kódování a následné uložení do formátu JFIF.

## 2.2 JPEG 2000

### 2.2.1 Historie JPEG 2000

Řada problematických vlastností a omezení u formátu JPEG roku 1995 donutila skupinu JPEG k rozhodnutí vytvořit novou verzi, odlišenou příponou 2000 podle roku, na který bylo naplánováno její uvedení. V průběhu roku 2000 byl zveřejněn první díl specifikace JPEG 2000, který podle tvůrců pokrýval většinu nároků kladených na nový formát. Technologie obsažené v novém formátu již při zběžném přehlédnutí naznačují, že JPEG 2000 hodlá svými aplikacemi obsáhnout podstatně širší pole než jeho předchůdce i většina současníků. Tento formát by se měl uplatnit nejen v "tradičních" oblastech (internet, CD-ROM, elektronická zařízení pro zpracování obrazu), ale také při zálohování, přenosu a zpracování dokumentů. K rozšíření formátu je ale potřebný zájem ze strany výrobců softwaru a hardwaru. Ti ovšem s vývojem zatím až na drobné výjimky vyčkávají. Bohužel i dnes je situace ohledně prohlížení tohoto formátu stále špatná, bez přídatných pluginů v prohlížečích, nebo bez speciálních editorů si JPEG 2000 neprohlédnete. A právě tato věc zatím brání masivnějšímu rozšíření tohoto vcelku povedeného formátu.

### 2.2.2 Základní informace a srovnání

JPEG 2000 je standard pro kompresi obrazu založený na vlnkové transformaci. Umožňuje použít ztrátovou i bezztrátovou kompresní metodu. Při stejném kompresním poměru poskytuje lepší kvalitu než standard JPEG. Při použití bezztrátové metody dosahuje často lepšího kompresního poměru formát PNG. Přípony standardu JPEG 2000 jsou .jp2, nebo

.j2c. Při kompresi můžeme definovat kvalitu a výslednou velikost výsledného souboru. JPEG 2000 nabízí řadu lákavých vlastností jako je třeba efektivnější kompresní algoritmus, postavený na vlnkových transformacích, zobrazení náhledu obrázku již při jeho načítání, uzamčení zobrazení od určitého stupně kvality, možnost definování oblastí, které se zobrazují v lepší kvalitě než zbytek obrázku, vysokou odolnost datového toku proti chybám. Pro střední stupeň komprese poskytuje JPEG 2000 asi o 20 % lepší kompresi než JPEG, pro nízké, nebo vysoké stupně komprese může být zlepšení ještě větší. Vhodné pro JPEG 2000 jsou velké snímky, nebo snímky s málo kontrastními okraji (lékařské snímky). Kodér JPEG2000 má oproti JPEG vyšší paměťovou i časovou náročnost.

### 2.2.3 Komprese u JPEG 2000

Formát JPEG 2000 pracuje s obrázkem jako celkem a převádí je na popisy pomocí vlnkových funkcí. Převod je víceprůchodový, počet průchodů určuje kompresní poměr a kvalitu dekomprimovaného obrázku (méně průchodů znamená vyšší kompresní poměr a nižší kvalita obrazu). Každému průchodu odpovídá zvláštní datový blok komprimovaného souboru. Tento princip odstraňuje "čtverečkové přechody" i další problémy a navíc nabízí podstatně flexibilnější zpracování datového toku v komprimovaném souboru. Vlnková komprese se objevila v polovině 80. let. Původně jako čistě matematická metoda. Pojmenování má po hlavní osobě, která se podílela na vzniku tohoto formátu belgické matematičce Ingrid Daubechies (Princeton University).

## 2.3 GIF

### 2.3.1 Historie GIF

Původní verze formátu GIF se nazývá 87a. V roce 1989, CompuServe vytvořila rozšířenou verzi formátu GIF zvanou 89a, kde byla přidána podpora jednoduché animace, prokládání a možnost uložení dalších metadat. Prvních 6 bajtů na začátku souboru udává, jestli se jedná o verzi GIF87a, nebo GIF89a.

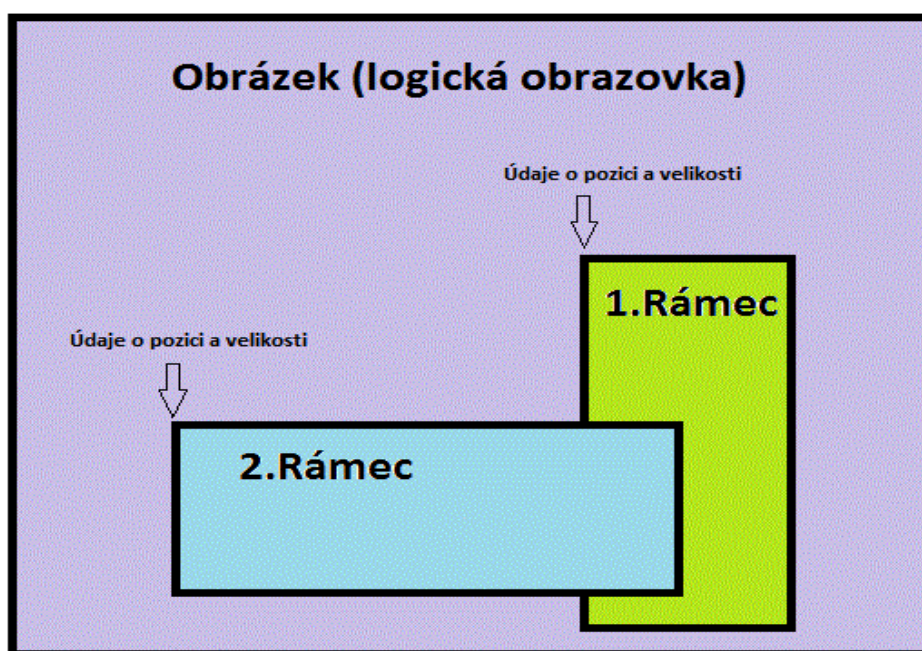
### 2.3.2 Základní informace

GIF používá bezeztrátovou kompresi LZW84, která udržuje velmi ostré okraje. Je tedy vhodný například pro nápisy a loga, kde jde malá barevná náročnost. GIF je využitelný také

na malé animace a filmové klipy v minimálním rozlišení. Maximální počet současně použitých barev barevné palety je 256 (8 bitů), v případě animace pak umožňuje využít odlišné palety 256 barev pro každý snímek. Formát GIF se používá hlavně pro grafiku na internetu. Jedná se o velmi dobře dokumentovaný formát, s poměrně účinnou kompresí, který je jednoduchý pro čtení i pro zápis. Použití formátu GIF není vázáno na žádný operační systém, procesor ani grafickou kartu.

### 2.3.3 Obrázky a rámce, barva pozadí, barvová paleta, průhlednost a animace

Grafický formát GIF slouží pro záznam a přenos grafických informací uložených ve formě vícebarevného rastrového obrázku (bitmapy). Ve formátu GIF není obrázek v souboru uložen jako jeden celek, ale skládá se z několika rámců, neboli frame (obdélníkové oblasti). Pozice rámce je určena souřadnicí jeho horního levého rohu a velikostí (šířkou, výškou) v pixelech.



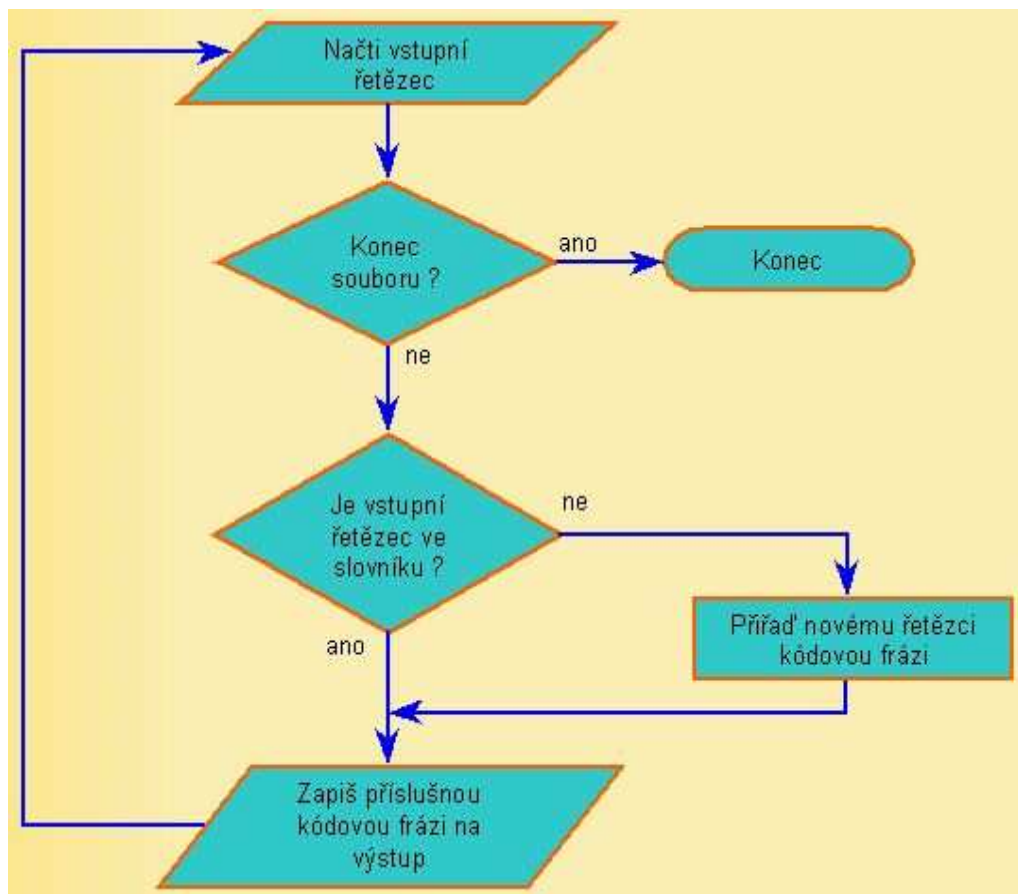
Obr. 8. Logická obrazovka a rámce

Na obrázku je ukázáno, jak je obrázek (logická obrazovka) popsán pomocí rámců. Rámce nemusí pokrývat celý prostor a mohou se překrývat. Barvu každého pixelu je možné vybrat z maximálně 256 barev. Každá barva je popsána třemi hodnotami R (red), G (green) a B (blue). Ve formátu GIF rozlišujeme dvě barvové palety – globální a lokální. Globální barvová paleta může existovat maximálně jednou a velikost je zadána v hlavičce obrázku. Lokální barvová paleta může být přiřazena ke každému rámcu. Pokud není přítomna ani

jedna z barvových palet, použije prohlížeč program systémovou paletu. Při optimalizaci na velikost je možné, že některé pixely nebudou pokryty žádným rámcem. Ty by poté měly být vybarveny barvou pozadí. U verze GIF89a je možné v rámci určit jeden index do barvové palety, který představuje průhledné pixely, to umožní i jiné než obdélníkové tvary rámců. Toho je využíváno hlavně při tvorbě log na webových stránkách a animacích. Každý pixel v obrázku může být buď průhledný, nebo neprůhledný. GIF podporuje animace bez nutnosti instalace pluginů na straně prohlížeče, nebo použití speciálních technik. Animace je sled po sobě jdoucích rámců, mezi kterými je určitá časová prodleva. Animace byly zavedeny až ve verzi GIF89a.

### 2.3.4 Komprese u GIF

U formátu GIF se používá kompresní metoda LZW. Postupně se vytváří kódovací tabulka ze slov použitých v zakódovaném textu. Tato tabulka mapuje vstup na slova s pevně stanovenou délkou. Na počátku je tabulka inicializována pomocí jednoznakových slov. Algoritmus sériově prohledává text, ukládá si do tabulky každé unikátní dvouznakové slovo. Když jsou uložena všechna dvouznaková slova, pošle na výstup kód prvního na vstupu. Algoritmus pokračuje v kódování, jakmile je nalezeno slovo, které už tabulka obsahuje, na výstup se pošle odpovídající kódový znak plus před ním první znak kódovaného slova.



Obr. 9. Kompresní algoritmus LZW



## 2.4 PNG

### 2.4.1 Historie PNG

Dne 16. 1. 1995 zahájila firma CompuServe práci na novém formátu GIF, který měl mít oproti původním verzím GIFu (GIFu 87a a GIFu 89a) dvě velké změny. Nový formát neměl být zatížený patenty, druhou změnou bylo rozšíření počtu barev na 16 milionů. Nový formát měl mít jméno GIF24 a měl nahradit jak předešlé verze GIF, tak i formát JPEG. Paralelně s tímto vývojem se na Usenetových diskusních skupinách začal vznikat návrh zcela nového grafického formátu, který by nebyl zatížen patenty ani vázán na firmu a vylepšoval stávající formáty GIF a JPEG. Tento formát byl nejprve pojmenován PBF (Portable Bitmap Format) a posléze PNG. Návrh grafického formátu PNG byl vytvořen v několika dnech.

### 2.4.2 Základní informace o PNG

PNG (Portable Network Graphics) je souborový formát určený pro ukládání, přenos i zobrazování rastrových obrázků. Pixely nesou informace o své barvě, popřípadě průhlednosti a u PNG mezi nimi není stanoven žádný vztah. Obrázky jsou při použití PNG ukládány ve zkomprimované podobě, bezztrátovým komprimačním algoritmem. K významným vlastnostem patří volitelná bitová hloubka, ukládání průhlednosti pixelů, rychlé náhledy na obrázek (prokládání pixelů), apod.

### 2.4.3 Srovnání s GIF

Formát PNG byl navržen, aby nahradil formát GIF. PNG má lepší komprimaci a je vhodnější než GIF, pokud je vyžadován alfa kanál nebo větší rozsah než 256 barev. PNG soubor je obecně menší, s výjimkou obrázků, které mají malý počet barev a malou velikost, kde je menší naopak GIF. PNG soubor je díky lepší komprimaci menší než GIF při stejné obrazové kvalitě. PNG obsahuje osmibitovou průhlednost (obrázek může být v různých částech různě průhledný) na rozdíl od GIF.

PNG podporují již všechny nynější internetové prohlížeče. Nevýhodou PNG oproti GIF je praktická nedostupnost jednoduché animace. Pro animace založené na PNG byl vytvořen formát MNG, ale animovaný GIF je dosud dál široce používán a je formát použitelný dnes

již u všech internetových prohlížečů bez nutnosti instalace rozšíření. V roce 2004 byl navržen formát APNG, který zůstává částečně zpětně kompatibilní s PNG.

#### 2.4.4 Komprese u PNG

PNG používá velmi efektivní bezztrátovou kompresi založenou na algoritmu "deflate", který využívá LZ77 a Huffmanovy komprese. Pokud kompresor našel v předcházejících datech duplicitu s řetězcem začínajícím na aktuální komprimované pozici, vyšle speciální kód, po kterém následuje dvojice kódů s délkou a pozicí. Délka vyjadřuje počet bytů, které byly nalezené jako duplicitní a pozice znamená relativní pozici k pozici aktuální. Duplicitní řetězce jsou vyhledávané v předcházejících datech v posuvném okně, jehož délka závisí na konkrétní implementaci, ale v praxi se používá 32 768 bytů velké okno. Kompresor (dekompresor) disponuje záznamem v paměti o délce posledních 32 768 bytů (znaků). Dále je potřeba, aby kompresor zapisoval s maximální efektivitou hodnoty délek a pozic, k čemuž se používají následující tabulky.

Tab. 1: (délka duplicitního znaku) – Ve sloupci Code reprezentují kódy délku řetězce. Začíná se hodnotou 257, protože 0-255 je vyhrazené pro Huffmanovo kódování a 256 znamená konec souboru (EOF). Hodnoty 257 mají devítibitové vyjádření, nejvyšší bit je rovný 1 (speciální znak). Ve sloupci Extra Bits je doplňková délka a ve sloupci Lengths je délka, nebo interval délky duplicity. Kompresor pozná skutečnou délku duplicity a nejprve hledá ve sloupci Lengths takový interval nebo hodnotu, do které tato skutečná délka patří. Pokud jde o interval, zjistí se počet bitů doplňkové délky do těchto bitů, poté se vyplní diference skutečné délky od dolního okraje intervalu. Takto vytvořený kód se vyšle na výstup.

Tab. 1. Ukázková tabulka

Code	Extra Bits	Lengths	Code	Extra Bits	Lengths	Code	Extra Bits	Lengths
257	0	3	267	1	15,16	277	4	67-82
258	0	4	268	1	17,18	278	4	83-98
259	0	5	269	2	19-22	279	4	99-114
260	0	6	270	2	23-26	280	4	115-130
261	0	7	271	2	27-30	281	5	131-162
262	0	8	272	2	31-34	282	5	163-194
263	0	9	273	3	35-42	283	5	195-226
264	0	10	274	3	43-50	284	5	227-257
265	1	11,12	275	3	51-58	285	0	258
266	1	13,14	276	3	59-66			

Tab. 2: (Kódy náležící relativní pozici duplicity vzhledem k předcházejícím datům) – Ve sloupci Distance je relativní pozice, její kód je ve sloupci Code a počet bitů doplňkové délky je ve sloupci Extra Bits. Kompresor nejprve zjistí, do kterého intervalu pozice patří, poté zjistí počet doplňkových bitů pro tento interval a do nich zapíše odchylku skutečné pozice od dolního intervalu, takto vytvořený kód se vyšle na výstup.

Tab. 2. Ukázková tabulka 2

Code	Extra Bits	Distance	Code	Extra Bits	Distance	Code	Extra Bits	Distance
0	0	1	10	4	33-48	20	9	1025-1536
1	0	2	11	4	49-64	21	9	1537-2048
2	0	3	12	5	65-96	22	10	2049-3072
3	0	4	13	5	97-128	23	10	3073-4096
4	1	5,6	14	6	129-192	24	11	4097-6144
5	1	7,8	15	6	193-256	25	11	6145-8192
6	2	9-12	16	7	257-384	26	12	8193-12288
7	2	13-16	17	7	385-512	27	12	12289-16384
8	3	17-24	18	8	513-768	28	13	16385-24576
9	3	25-32	19	8	769-1024	29	13	24577-32768

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 GRAFICKÉ SROVNÁNÍ FORMÁTŮ

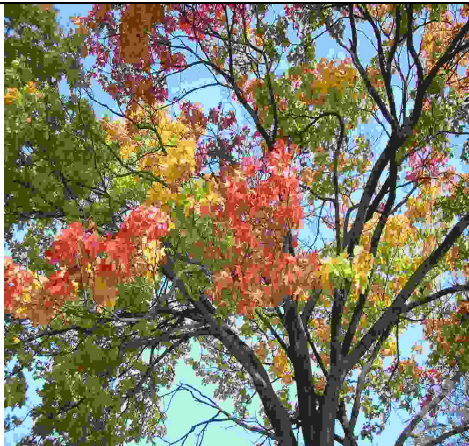

#### 3.1 JPEG, GIF, PNG, JPEG 2000

V této části jsem se snažil najít kvalitou podobné, nebo stejně kvalitní výsledky fotografií a kreslených obrázků. Poté srovnávám jejich výslednou velikost a vhodnost použití u dané kategorie.

##### 3.1.1 Fotografie

Grafické formáty PNG (úroveň komprese 9) a JPEG (kvalita 60) u rozlišení 320x240 ukazují nejlepší a téměř srovnatelnou kvalitu, přičemž výsledný soubor JPEG je asi šestkrát menší než soubor PNG. Formáty GIF i JPEG 2000 mají sice malé velikosti, ale kvalitou výrazně zaostávají. U GIFu je to dáno podporou malého množství barev (256 barev) a u JPEG 2000 vyšším kontrastem a malou velikostí fotografie, kde se projevuje ztrátová komprese.



Tab. 3. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 320x240

<b>320x240</b>		
JPG	32,9 kB	7,1 kB
PNG	186,0 kB	31,8 kB
GIF	67,8 kB	29,5 kB
JPEG 2000	29,0 kB	13,0 kB

U rozlišení 1600x1200 lze vidět výraznější rozdíly ve výsledné velikosti souboru. Tady dosahují všechny 4 grafické formáty podobné kvality, ale JPEG a JPEG 2000 mají výrazně



menší velikost. Zlepšení u formátu JPEG 2000 oproti rozlišení 320x240 je dáno větším rozlišením fotografie, zde se totiž výrazně neprojevívá ztrátová komprese.

Tab. 4. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 1600x1200

<b>1600x1200</b>			
	JPG	0,483 MB	0,053 MB
	PNG	4,240 MB	1,650 MB
	GIF	1,440 MB	0,943 MB
	JPEG 2000	0,562 MB	0,010 MB

Stejně jako u rozlišení 1600x1200 mají všechny grafické formáty srovnatelnou kvalitu i u rozlišení 2282x1712, ale výrazně se zvětšuje rozdíl ve velikostech. JPG a JPEG 2000 mají velmi malé velikosti hlavně oproti formátu PNG, kde velikost dosahuje až skoro třicetinásobku velikosti JPEG 2000 při okem nerozeznatelném rozdílu i přesto, že byla u PNG nastavena největší možná komprese, bez které by obrázek dosahoval dokonce velikosti v prvním případě 11 MB a ve druhém 8 MB.

Tab. 5. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 2282x1712

2282x1712			
	JPG	0,567 MB	0,056 MB
	PNG	8,020 MB	3,940 MB
	GIF	2,800 MB	2,110 MB
	JPEG 2000	0,374 MB	0,034 MB

### 3.2 Kvalita a výsledná velikost souboru u JPEG

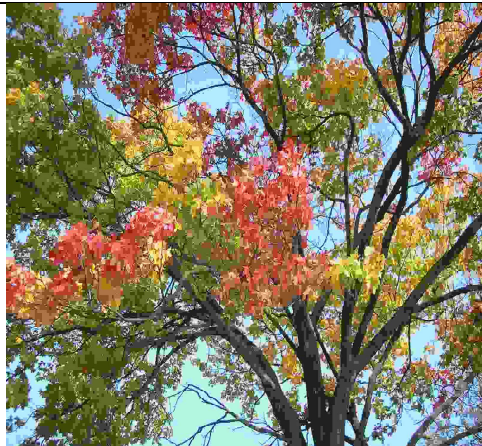
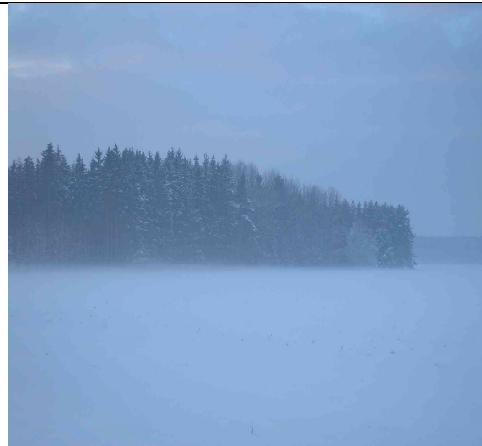
Obrázek typu JPEG jsem postupně ukládal pomocí programu GIMP s různými velikosti nastavitelných výsledných kvalit (kvalita 90 odpovídá 0 % kompresi obrázku). Zvolil jsem 2 obrázky, jeden s více a druhý s méně barevnými přechody, což se také promítlo na výsledné velikosti. Tyto obrázky jsem potom srovnával ve třech různých rozlišeních.

2282x1712 – Oba obrázky jsou srovnatelně kvalitní až od kvality 60 a více, u menších kvalit jsou rozmazané. První obrázek je tedy možné bez viditelné ztráty kvality zmenšit skoro o jednu třetinu své velikosti a druhý dokonce na jednu pětinu původní velikosti.

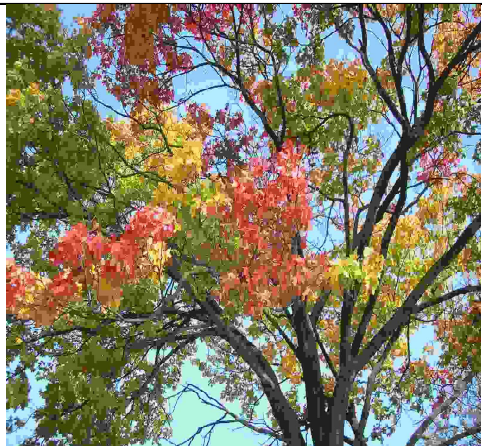

1600x1200 - U obou obrázků je při nastavené kvalitě 0 obrázek rozmazaný a částečně zdeformovaný, ale při kvalitě 30 a více už rozdíly nebyly viditelné běžným pohledem. Tedy první obrázek se bez viditelné změny zmenšil na pouhou čtvrtinu své původní velikosti a druhý dokonce téměř na desetinu původní velikosti.

320x240 – Stejně jako u vyšších rozlišení tak i zde lze obě fotografie zmenšit v prvním případě na polovinu a ve druhém na třetinu své původní velikosti.

Tab. 6. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 2282x1712

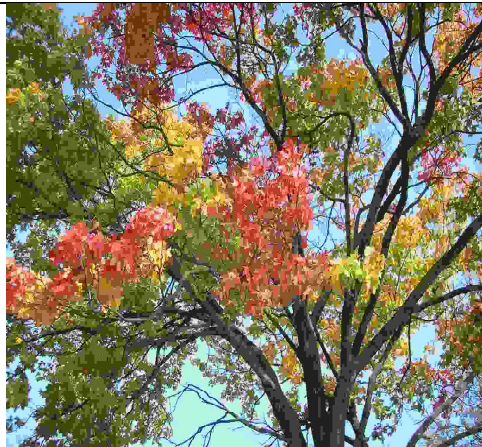

<b>2282x1712</b>			
	0	78,2 kB	27,2 kB
	30	567,0 kB	56,4 kB
	60	713,0 kB	121,0 kB
	90	1 050,0 kB	526,0 kB
	Původní	1 070,0 kB	588,0 kB

Tab. 7. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 1600x1200

<b>1600x1200</b>			
	0	44,2 kB	15,4 kB
	30	312,0 kB	29,7 kB
	60	483,0 kB	52,9 kB
	90	940,0 kB	217,0 kB
	Původní	1 010,0 kB	248,0 kB



Tab. 8. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 320x240

<b>320x240</b>			
	0	6,07 kB	4,6 kB
	30	22,80 kB	5,7 kB
	60	32,90 kB	7,1 kB
	90	53,50 kB	11,2 kB
	Původní	55,10 kB	20,4 kB

### 3.3 Úroveň komprese a výsledná velikost souboru u PNG

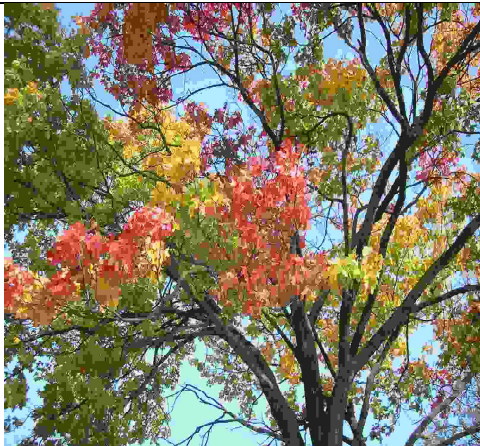

Původní obrázek je typu JPEG. Postupně je ukládán pomocí programu GIMP s různými stupni komprese. Zvoleny byly stejné 2 obrázky jako u srovnání JPEG a znovu také ve třech různých rozlišeních.

2282x1712 – Tady bez rozeznatelné kvality od JPEG, kde velikost byla 713 kB výsledná velikost narůstá do více než 8 MB a to při maximální kompresi.



1600x1200 – I při tomto rozlišení PNG za JPEGem při stejné kvalitě zaostává ve velikosti, které je stále více než čtyřnásobná a to při maximální kompresi.

320x240 – I tady má PNG několikanásobnou velikost oproti JPEG, ale to všechno v rámci kB, takže výsledný rozdíl není tak velký.

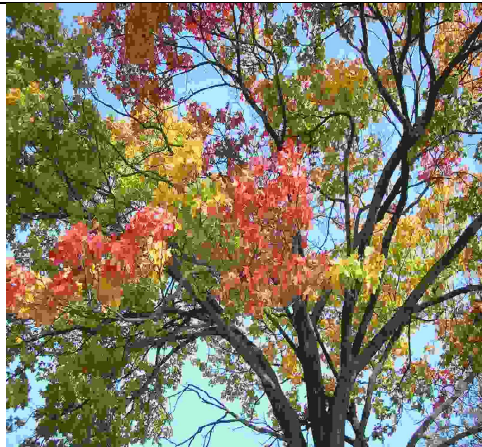

Tab. 9. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 2282x1712

<b>2282x1712</b>			
	0	11,20 MB	11,200 MB
	3	8,13 MB	4,380 MB
	6	8,04 MB	4,080 MB
	9	8,02 MB	3,940 MB
	Původní	1,07 MB	0,588 MB

Tab. 10. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 1600x1200

<b>1600x1200</b>			
	0	5,48 MB	5,480 MB
	3	4,26 MB	1,890 MB
	6	4,24 MB	1,740 MB
	9	4,23 MB	1,650 MB
	Původní	1,01 MB	0,248 MB

Tab. 11. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 320x240



<b>320x240</b>			
	0	225,0 kB	225,0 kB
	3	186,0 kB	38,6 kB
	6	186,0 kB	34,5 kB
	9	186,0 kB	31,8 kB
	Původní	55,1 kB	20,4 kB

### 3.4 Kvalita a výsledná velikost souboru u JPEG 2000


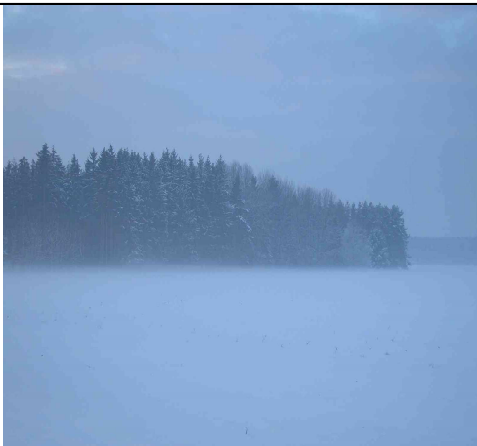
Obrázek typu JPEG jsem postupně ukládal pomocí programu Pixillion Image Converter s různými velikosti nastavitelných výsledných kvalit (kvalita 90 odpovídá 0% kompresi obrázku). Abych mohl porovnat výsledné kvality jednotlivých obrázků, musel jsem výsledný formát JPEG 2000 převést zpět do JPG s maximální kvalitou.

Při všech rozlišeních byl formát JPEG 2000 u prvního obrázku (kvalita 30) i u druhého obrázku (kvalita 90) kvalitativně srovnatelný s PNG a JPEG a velikostně obyčejně nejúspornější. V této části dosáhly nejmenších velikostí, při srovnatelné kvalitě s ostatními formáty, formáty JPEG 2000 a JPEG. Bohužel formát JPEG 2000 je dneska podporován jen velmi málo aplikacemi, a proto se nehodí například pro použití na webu. Naopak formát JPEG dosahuje ve všech rozlišeních, hlavně ve vyšších, dobrého výsledku a minimální velikosti na rozdíl od formátu PNG. I když má PNG při bezztrátové kompresi velkou kvalitu, výsledné velikosti u vyšších rozlišení jsou až moc velké i na dnešní vysokorychlostní připojení. Například



Tab. 12. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 2282x1712

Kvalita (2282x1712)		
0	79,4 kB	0,32 kB
30	373,0 kB	0,42 kB
60	962,0 kB	1,33 kB
90	1 073,0 kB	33,00 kB
Původní	1 070,0 kB	588,00 kB

Tab. 13. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 1600x1200

Kvalita (1600x1200)		
0	56,9 kB	0,32 kB
30	241,0 kB	0,39 kB
60	561,0 kB	0,76 kB
90	990,0 kB	9,30 kB
Původní	1 010,0 kB	248,00 kB

Tab. 14. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 320x240

Kvalita (320x240)		
0	3,98 kB	0,28 kB
30	14,30 kB	0,32 kB
60	28,40 kB	0,34 kB
90	45,40 kB	0,58 kB
Původní	55,10 kB	20,40 kB

## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo srovnat nejpoužívanější grafické formáty pro statické fotografie a jejich komprese. Vybral jsem proto formáty JPEG, PNG, JPEG 2000 a GIF.

Ve své práci jsem nejprve vysvětlil a popsal kroky u jednotlivých kompresí grafických formátů, jako jsou například RGB, CMYK, YCbCr, DCT, LZ77, nebo Huffmanovo kódování. Dále jsem se v teoretické části věnoval jednotlivým formátům, kde jsem popsal jejich historii, kompresi, použití a srovnal daný formát s jiným formátem, který se používá u statických fotografií.

V praktické části jsem srovnal pomocí dvojice obrázků při třech různě velikých rozlišeních nejprve všechny grafické formáty najednou. Grafické formáty JPEG, JPEG 2000 jsem ukládal při nastavených kvalitách 0, 30, 60 a 90 (0 odpovídá maximální kompresi). Formát PNG při úrovni komprese 0, 3, 6 a 9. Poté jsem se snažil vybrat vždy stejně kvalitní výsledky a porovnat jejich velikosti a kompresi.

Grafický formát PNG je dobré využít u obrázků, které vytváří velké barevné plochy, jako druhá fotografie ve srovnávacích tabulkách, kde PNG dosahuje daleko menších velikostí a lepší kvality než ostatní formáty. Takové obrázky mohou najít dobré využití i na internetu. Výhodou PNG je také možnost využití průhlednosti, což se hodí pro následné upravování fotografií. Tuto možnost má také formát GIF, ale s výrazně horší kvalitou. U fotografií bez velkých grafických ploch má PNG stále velkou kvalitu, ale při vyšších rozlišeních výrazně větší velikost, což je moc i na dnešní vysokorychlostní připojení a čekání na zobrazení každé fotografie pak může být velice zdlouhavé.

Nejllepších výsledků dosáhnul JPEG, který má při vysoké kvalitě fotografií ve všech rozlišeních nejmenší velikosti. Hodí se tedy pro využití téměř všude. Nevýhodou je, že grafický formát JPEG nepodporuje průhlednost, na rozdíl od PNG, GIF, nebo JPEG 2000.

Formát JPEG 2000 dosahuje výsledků srovnatelných, nebo dokonce lepších než formát JPEG. Přesto ale stále chybí jeho podpora ve stávajícím softwaru (grafické editory, internetové prohlížeče, prohlížeče fotografií). Formát JPEG 2000 nemá v dnešní době žádné velké uplatnění, i přesto, že dosáhl poměrně dobrých výsledků. Hlavní předností je podpora průhlednosti, na rozdíl od formátu JPEG.

Grafický formát GIF se ukázal jako zbytečný pro fotografie ve větším rozlišení, protože nedosahoval takových kvalit jako PNG a JPEG. Především u fotografií s velkým množstvím barev a jeho velikost je téměř srovnatelná s PNG. Naopak lze GIF použít u menších fotografií s nižším rozlišením a menším spektrem barev, nebo také u fotografií, ze kterých je potřeba vytvořit animaci, kterou GIF na rozdíl od ostatních formátů podporuje.

Jednotlivé výsledky nepřinesly žádné velké překvapení, až na grafický formát JPEG 2000. Tento formát dosahoval výborných výsledků a je velká škoda, že jeho podpora není integrovaná v nejpoužívanějším software. Při vysokých kvalitách fotografií má formát JPEG 2000 minimální výslednou velikost a podporuje také průhlednost. Z tohoto poznatku lze vyvodit fakt, že by formát JPEG 2000 mohl fungovat jako ideální kompromis, tzn. nahradil by stávající formáty PNG a JPEG.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Aim of my bachelor thesis was to compare the most useful graphics formats for statistic photos and their compression. I chose formats like JPEG, PNG, JPEG 2000 and GIF.

Firstly I tried to explain and describe steps for single compressive graphics formats such as RGB, CMYK, YCbCr, DCT, LZ77 or Huffman coding. Secondly I was dealing with single formats in theoretical part where I described their history, compression, usage and I compared this format with other one which is using by the statistical photos.

In practical part I tried to compared with using couple photos at three different resolutions, firstly all of them together. I saved graphics formats JPEG, JPEG 2000 at different setting of quality such as 0, 30, 60 and 90 (0 is maximum compression). Format PNG is at level compression of 0, 3, 6 and 9. After that I was trying hard to choose always the same quality results and compare their size and compression.

Graphical format PNG is very good for photos which create big colorful area and second photo in comparative tables where is PNG much smaller and better quality then other formats. These photos can find very good usage on the internet. Advantage of PNG is also possibility usage transparence which is very good for next upgrading photos. This possibility has also format GIF but with worse quality. On the photos without large graphical areas has PNG format still very good quality but they have larger size at higher resolutions which is still too much for today's high speed internet connection so sometimes you can wait little bit longer.

The best results were achieved by format JPEG which has got at high quality photos in all resolutions smallest size. So you can use this format almost everywhere. Disadvantage is that graphic format JPEG doesn't support transparency in contradistinction to PNG, GIF or JPEG 2000.

Format JPEG 2000 achieves comparing results or better then format JPEG. But still is missing his support in current software (graphical editors, internet browsers, photos browsers). Format JPEG 2000 hasn't nowadays usage in spite of that he achieves quite good results. Main priority is supporting transparency in contradistinction to format JPEG.

Graphical format GIF was useless for photos in high resolution because he didn't achieve the same quality like PNG and JPEG. Mainly by photos with big amount of color and his



size is almost the same like PNG format. In other way you can use GIF by smaller photos with lower resolution and lower spectrum of colors or also by photos where you need to create animation which GIF in contradistinction to other formats supporting.

Single results didn't bring any surprise expect graphical format JPEG 2000. This format achieved excellent results and it's big pity that his support isn't integrated in the most useful software. In high qualities have photos format JPEG 2000 minimal resulting size and support also transparency. Now we can make out fact that format JPEG 2000 could work like ideal compromise that means he could replace current formats PNG and JPEG.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VLČEK, Karel. *Kompresa a kódová zabezpečení v multimediálních komunikacích*. 1. vydání. Praha 10 : BEN, 2000. 225 s. ISBN 80-86056-68-6.
- [2] D. MURRAY, James; VANRYPER, William . *Encyklopedie grafických formátů*. Vyd. 1. Praha : Computer Press, 1997. 922 s. ISBN 80-7226-033-2.
- [3] MORKEŠ, David. *Komprimační a archivační programy : Jak funguje komprese binárních, textových a grafických dat. Uživatelský popis programů: WinRAR, WinZIP, ARJ, JAR, ACE*. Vyd. 1. Praha : Computer Press, 1998. 177 s. ISBN 80-7226-089-8.
- [4] VÍT, Vladimír. *Televizní technika 3*. Vyd. 1. Praha : BEN, 2002. 720 s. ISBN 114325.
- [5] TIŠNOVSKÝ, Pavel. *Root.cz* [online]. 2007 [cit. 2010-05-11]. Seriál Grafické formáty. Dostupné z WWW: <<http://www.root.cz/serialy/graficke-formaty/>>.
- [6] KREJČÍ, Richard. *GRAFIKA* [online]. 2004 [cit. 2010-05-11]. Encyklopedie publikačních formátů: JPEG a JPEG2000. Dostupné z WWW: <<http://www.grafika.cz/art/polygrafie/encjpeg.html>>.
- [7] DOLEŽAL, Jiří. *Grafické formáty* [online]. 2005 [cit. 2010-05-11]. Stránky věnované předmětu Počítačová grafika. Dostupné z WWW: <<http://mdg.vsb.cz/jdolezal/Pgrafika/Pgrafika.html>>.
- [8] LEVICKÝ, Dušan. *Multimediálne telekomunikácie : Multimédiá, technológie a vodoznaky*. Košice : Elfa, 2002. 240 s. ISBN 80-89066-58-5.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DCT	Discrete Cosine Transform.
GIF	Graphics Interchange Format.
JPEG	Joint Photographic Experts Group.
LZW	Lempel –Ziv - Welch
MP3	Motion Picture experts group - layer 3
MPEG	Motion Picture Experts Group
PBF	Portable Bitmap Format
PNG	Portable Network Graphics

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Obrázek a jeho prvky Y, Cb a Cr.....	13
Obr. 2. Změna jasového kanálu a složek Cb a Cr.....	14
Obr. 3. Příklad transformace jasových složek.....	15
Obr. 4. Příklad kvantování koeficientů DCT.....	16
Obr. 5. Příklad algoritmu LZ77.....	16
Obr. 6. Příklad Huffmanova kódování.....	17
Obr. 7. Logická obrazovka a rámce.....	19
Obr. 8. Logická obrazovka a rámce.....	22
Obr. 9. Kompresní algoritmus LZW.....	24

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Ukázková tabulka .....	26
Tab. 2. Ukázková tabulka 2 .....	27
Tab. 3. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 320x240 .....	29
Tab. 4. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 1600x1200 .....	30
Tab. 5. Srovnání velikostí fotografií s rozlišením 2282x1712 .....	31
Tab. 6. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 2282x1712 .....	32
Tab. 7. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 1600x1200 .....	32
Tab. 8. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG u rozlišení 320x240 .....	33
Tab. 9. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 2282x1712 .....	34
Tab. 10. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 1600x1200 .....	34
Tab. 11. Úroveň komprese a velikost souboru PNG při rozlišení 320x240 .....	35
Tab. 12. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 2282x1712 .....	36
Tab. 13. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 1600x1200 .....	36
Tab. 14. Kvalita a výsledná velikost souboru JPEG 2000 u rozlišení 320x240 .....	37