



# Rozlišení a komprese - mýty a skutečnost

aneb informační obsah obrazového dokumentu ve vztahu k jeho digitálnímu uložení a jeho změny v závislosti na zvoleném rozlišení, kompresi a kalibraci.

St.Psohlavec, AiP, 2001-24-03

## Obsah :

Vliv [rozlišení](#) ideálně a [v reálu, příklad s mikrofilmem, závěr](#).

Vliv [komprese](#), vztah [rozlišení a komprese](#), [shrnutí](#).

Veškeré poskytování digitálního obrazu začíná rozhodnutím v jaké kvalitě obraz poskytovat. Toto rozhodování probíhá až překvapivě často jen na základě subjektivního názoru opřené o tradované nebo převzaté myšlenky. Přitom rozhodnutí, jak je potřeba pořizovat a uchovávat data, může zcela zásadně ovlivnit náklady na projekty i spokojenost uživatelů.

V dalších úvahách necháme stranou vliv zvoleného formátu pro uložení dat. Budeme předpokládat, že vznikající data svým obsahem vyhovují očekávání uživatele. Budeme sledovat jen vlivy volby rozlišení a komprese dat na informační obsah. Lze v zásadě souhlasit s pravdivostí těchto tvrzení:

**Spokojenost uživatele určuje využitelný informační obsah digitálního obrazu.**

**Základní technické parametry digitálního obrazu tj. rozlišení a typ komprese určují velikost vytvářených dat.**

**Velikost obrazu může být vyšší než odpovídá informačnímu obsahu.**

Cílem mého příspěvku je srozumitelně a přesvědčivě ukázat, že existují vlivy, které je nutno brát v úvahu při rozhodování o efektivní volbě použitého rozlišení a komprese.

## Informační obsah

Praktického uživatele zajímají dosažitelné informace a dostane-li je, bude spokojen. Je mu zcela lhostejné z jak objemných dat své informace získá. Lze však položit rovnítko mezi objemem dat a množstvím informací, které obsahují? Jak hodnotit množství a kvalitu zachované informace? Při posuzování hranic možností zachování detailu ve fotografii se používají čárové testy. Frekvence čar (počet čar/mm), které filmový materiál spolehlivě zaznamená spolu s plochou filmu, naznačuje hranice možnosti záznamu detailů na filmový materiál. Stejně principy platí při záznamu elektrických signálů reprezentujících zvuk.

V oblasti signálové analýzy je tato problematika velmi detailně teoreticky zvládnuta (Fourierova transformace, spektrální charakteristiky signálu). Našla již dávno své praktické využití nejprve ve stanovení technických norem pro digitální záznam zvuku a posléze i v celém vývoji komprimovaného ukládání zvuku o jeho účelnosti nikdo nepochybuje. Podobné vývojové trendy zákonitě pronikly i do oblasti zpracování obrazu.

S promyšlenou komprimací obrazových dat, s optimalizovaným a účelu přiměřeným rozlišením se setkáváme díváme-li se na televizi, používáme-li počítač na internet. Například v televizním obraze je barevná informace podstatně neostřejší než jasová. Příchod nových technologií zpracování a komprese obrazu využívá logiku již dříve dobře zvládnutou a osvědčenou v audio a video technice. Základem je plnohodnotné zachování signálů nesoucích člověku **užitečnou informaci** a vědomé potlačení pro člověka nedůležitých resp. nevnímání informací.

Přesto při digitalizaci obrazu jsou někdy aplikována v souvislosti s kompresí a rozlišením obrazu pravidla, která při formální aplikaci a hlavně vytržena ze souvislosti, mohou působit

škodlivě stejně jako pověry. Mám na mysli především formálně stanovené limity rozlišení a stále se vracející strašidlo ztrátové komprese.

Vraťme se tedy k výše položené otázce v jiné formě.

Určují základní technické parametry digitálního obrazu tj. rozlišení a typ komprese množství uchovaných informací?

Zde je problém terminologický. Samozřejmě, že soubor v němž je zaznamenána digitalizovaná homogenní bílá plocha nese informaci o každém jejím bodě. Takto pojato, lze na tuto otázku odpovědět ‚ano‘. Zde však budu mít na mysli využitelnou informaci - tedy příkladně množství a kvalitu detailů, které lze v obrazu rozlišit. To je velmi subjektivní přístup. Přesto věřím, že tato vratká, ale srozumitelná definice k dalšímu výkladu postačí. Z tohoto hlediska libovolně velký obraz bílé plochy nenese vlastně žádnou informaci. Nejsme schopni posoudit ani jak ostrý je obraz. Využitelný informační obsah jistě menší než odpovídá velikosti obrazu.

Čím je tedy dáno množství uchovaných informací při digitalizaci?

**samotnou digitalizovanou předlohou - prostě existencí rozlišitelných detailů  
možnostmi digitalizační techniky  
způsobem uložení získaných informací.**

### **Vliv rozlišení na kvalitu ideálního obrazu**

Dovolu nejprve jeden ilustrativní příklad s použitím uměle vytvořeného obrazu. První obraz je originál s rozlišením 400DPI, další vznikly konverzí na 300,200,150,100 DPI a zpět na 400 DPI.



*Technická poznámka: Všechny obrazy prezentované v tomto dokumentu jsou ilustrativní a jsou upraveny z hlediska komprese a rozlišení pro prezentaci na Internetu. Pokud si chcete zde uvedená tvrzení ověřit samostatně, zopakujte si naznačené postupy na svých obrazech.*

V prvním řádku obrazu je plně využito rozlišení. V dalších obrazech byl uměle snižován informační obsah, velikost souboru však zůstávala nezměněna. Je vidět, že každé snížení informačního obsahu vede ke zřetelné ztrátě informace – rozostření, nemusí však znamenat změnu velikosti obrazu a rozlišení. Tento příklad se může zdát příliš triviální, zamyslete se nad ním znovu po přečtení celého článku.

### **Vliv rozlišení na kvalitu reálného obrazu**

Následující obrazy jsou detaily z nascannované vizitky v rozlišení 200, 400 a 800DPI.

**A: 200DPI**

**B: 400DPI**

**C: 800 DPI**



Zdá se, že o evidentních rozdílech v úrovni informačního obsahu netřeba diskutovat. Viditelné pixely zdánlivě jasně ukazují rozdíl kvality obrazů. To, že obraz C je čtyřikrát větší než B je zdánlivě pochopitelné a oprávněné.

Podívejme se na následující trojici.

Tyto tři obrazy jsou všechny v rozlišení 800DPI, jsou tedy všechny stejně velké.

Jde o **identickou trojici jako v minulém příkladu**.

Obrazy **A** a **B** však byly pouze převzorkovány do rozlišení obrazu **C**.

**A: bikubicky 800 DPI**

**B: bikubicky na 800 DPI**

**originál: 800DPI**



Pouhou matematickou operací nová obrazová informace nevznikne. Subjektivní vnímání ‚kvality‘ ale říká, že všechny obrázky jsou podstatně lepší. První obrázek je sice horší než druhý, ale druhý je prakticky identický s třetím.

Z toho lze vyvodit velmi závažný závěr:

Informace v obrazu B nascannovaném pro 400 DPI je stejná jako v obraze C pro 800DPI.

**V informačním obsahu obrazu B a C není rozdíl, ač poměr jejich velikostí je 1:4 !**

Rozdíl mezi obrazem A a B ukazuje, že informační obsah obrazu B je vyšší než obrazu A. Čím je to způsobeno? Použitý scanner hardwarově poskytuje obraz v rozlišení cca 350 DPI. Tento obraz je ihned přepočítáván na rozlišení požadované uživatelem (u použitého scanneru až na 9600 DPI !). Informační obsah však bude při jakémkoli vyšším rozlišení stejný jako u prvotních dat – tedy nejvýše 350 DPI. Rozdíl je jen v subjektivním dojmu z obrazu a pochopitelně ve velikosti dat. Při předtiskové přípravě má převzorkování na vyšší rozlišení své oprávnění, obchodní informace však je nutno posuzovat velmi kriticky.

Je důležité si uvědomit, že pro úplné uchování výsledků digitalizace stačí zachovat prvotní data. Na vyšší rozlišení lze obraz přepočítat kdykoli později dle potřeby. Mnohé zobrazovací softwary tuto konverzi provádějí automaticky, umí to například WORD při vkládání obrazu

do textu. Není tedy nutno uchovávat (případně přenášet) zbytečně ‚načechraná‘ data. Možnost úspory záznamového prostoru nebo kapacit pro přenos dat jsou evidentní. Je vždy účelné přenést nebo uchovat jen nutnou informaci a tu pak u uživatele konvertovat tak, aby byla vnímatelná co nejlépe.

S těmito obrazy lze udělat ještě jeden pokus. Jestliže originální obraz C (800 DPI) převzorkujeme na 400 a 200DPI a pak tyto obrazy převedeme zase zpět na rozlišení 800 DPI (podobný pokus jako u ideálních čar) uvidíme, které snížení rozlišení přineslo ztrátu informace a kdy tedy nastala ztráta informací v obraze obsažených. Výsledky pokusu jsou identické s dříve uvedeným. Lze z nich vyvodit, že chceme-li v tomto případě zachovat veškerý informační obsah obrazu, stačí jej ukládat v rozlišení zhruba 400 DPI. Pozor, každé sebe dokonalejší přepočítávání rozlišení je ve své podstatě ztrátové. Proto v případě že je k dispozici původní, nepřepočítaný obraz, je dobré zachovat tento ( v tomto případě tedy 350 DPI). Tento závěr však nemusí být finální, jak ukazuje další příklad.

### Ještě příklad s mikrofilmem.

Na mikrofilmu je již informační obsah ovlivněn vlastnostmi media. Po digitalizaci mikrofilmu tedy informační obsah odpovídá možnostem jednak filmu a jednak digitalizace. Víme, že scanner SunRise dovoluje velmi dobře využít plného rozlišení CD prvku. Informační obsah bude tedy dán takřka výhradně vlastnostmi scannovaného filmu, nikoli vlastnostmi zařízení. Jde tedy o přesně obrácenou situaci než v předchozím příkladě, kdy kvalita originálu (jeho informační obsah) výrazně přesahovala možností zařízení.

Původní obraz je poslední vpravo a odpovídá rozlišení originálu (nikoli filmu) cca 400 DPI. Tento obraz byl převzorkován na 100,150...350 DPI a pak převzorkován zpět na 400DPI. Pokud jsou v obraze informace vyžadující vyšší rozlišení než je použito v mezikroku, obraz se znatelně zhorší, protože tyto informace nebylo možné uchovat a při návratu do vyššího rozlišení se neobnovily.



Série pohledů dokumentuje, že ke znatelnému zhoršení informačního obsahu dochází až při poklesu rozlišení pod 200 DPI, tedy pro obraz 4x menší než maximální.

Film tedy obsahuje tolik informací, že pro jejich zachování je nutné použít rozhodně více než 150 DPI.

Dobré je již rozlišení 200 DPI. Pro spolehlivé uchování informací je nutno počítat s jistou rezervou, proto zde by bylo vhodné pracovat s rozlišením 250-300DPI.

Evidentně zbytečné je využívat rozlišení 400 DPI nebo vyšší.

## **Závěr pro rozlišení**

Informační obsah digitalizovaného objektu a vlastnosti digitalizačního zařízení určují účelné rozlišení, které minimálně má být pro uchování digitální informace použito. Použití nižšího rozlišení znamená ztrátu již vzniklé informace, použití vyššího rozlišení znamená neúčelný nárůst objemu dat, protože informační obsah se nemění. Tato hranice samozřejmě není ostrá, nutno pracovat s jistou rezervou, nicméně s vědomím, že nárůst objemu dat je vzhledem k rozlišení kvadratický.

Samotný údaj o rozlišení obrazu neposkytuje informaci o skutečném informačním obsahu digitálního obrazu, sděluje jen nejvyšší úroveň, které může být dosaženo.

Skutečný informační obsah je vždy menší.

## **Zkušenost z praxe**

To, zda má obraz informační obsah odpovídající deklarovanému rozlišení lze poznat především na zobrazení hran. V ideálním případě musí být při digitalizaci černobílé předlohy (např vizitky) možno nalézt na rovných liniích sousedící body černá-šedá-bílá, přičemž šedá se musí pohybovat téměř v celém rozsahu černá-bílá.

Praxe ukazuje, že i na kvalitní laserové tiskárně lze ze souborů majících rozlišení 300DPI a 800 DPI (ve smyslu předchozích kritérií) vytisknout nerozeznatelné výtisky.

## Ztrátová komprese

Občasné odmítání ztrátové komprese jistě souvisí se slůvkem „ztrátová“, které vzbuzuje obavy. Porovnejme vliv ztrátové komprese, která vede ke kompresi 1:3, 1:10 ve srovnání s mírným zaostřením obrazu.

Uložení obrazu ve formátu JPG, Photoshop 5.0

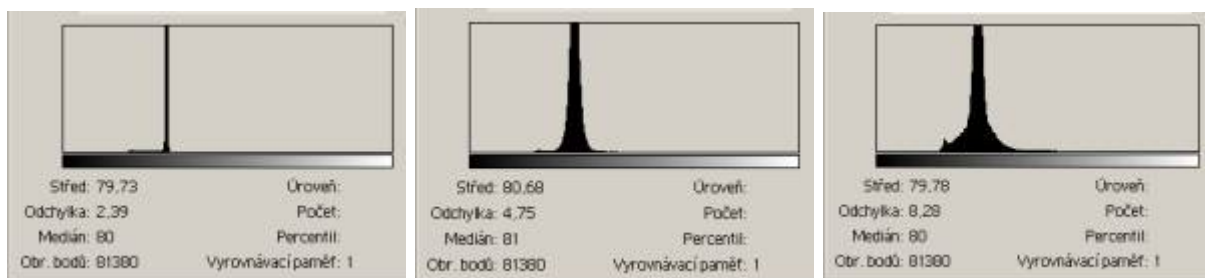
nejvyšší kvalita (10), komprese 3x   střední kvalita (5), komprese 11x   zaostření



Následující obrazy vznikly odečtením obrazu od originálního, vyjadřují tedy „deformaci“ těchto obrázků. Pro názornost je tento obraz upraven zvýšením jasu (+100) a kontrastu (+40). Obraz identický s originálem by poskytl šedou plochu.



Odpovídající histogramy ukazují, jak se změnil původní obraz kompresí nebo zaostřením.



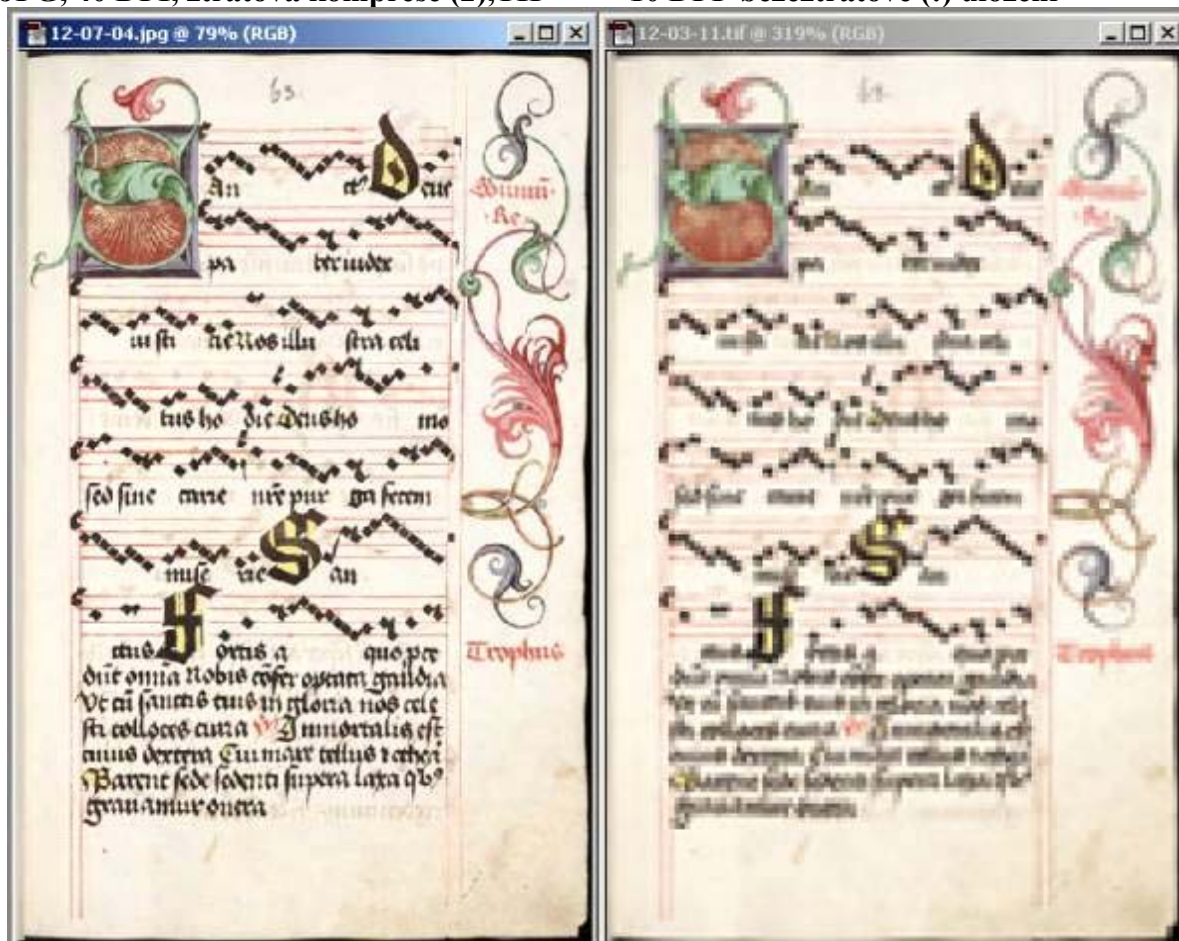
Největší změny přineslo mírné zaostření obrazu. Funkce zostrnění i jiných úprav bývají implementovány již do procesu prvotního pořizování dat. Přitom jejich vliv na změnu informačního obsahu je obvykle větší, než změny z rozumné ztrátové komprese. Uložení obrazu v JPG nejvyšší kvalitě přineslo v odchytky nejvýše +/- 2 bit (při bližší prohlídce zjistíme, že na hranách). To odpovídá variacím, které lze zjistit v nescannované kalibrační šedé ploše. Pro reálný papír nebo pergamen se tyto odchytky na homogenní ploše pohybují do +/- 5. Jevy způsobené kompresí jsou tedy bezpečně maskovány přirozenými vlastnostmi předlohy. Při uložení dat v JPG při vyšší kompresi již může zkušené oko rozpoznat vznikající efekty, ty však nevedou ke ztrátě informace, která je nesena hlavně hranami a liniemi v obrazu. Teprve vysoká komprese znatelně degraduje hrany a efekty jsou dobře viditelné, ostrost klesá.

## Vztah komprese a rozlišení

Vysoká komprese může být kombinována vyšším rozlišením. Výsledkem je obvykle evidentní zvýšení informačního obsahu při zachování objemu. Následující obrazy pocházejí ze dvou cca 65 kB velkých souborů. Posuďte sami subjektivně který obraz přináší více informací.

JPG, 40 DPI, ztrátová komprese (2), TIF

10 DPI bezztrátové (!) uložení



## Kalibrace

Požadavky na kalibraci ještě dále komplikují otázku co je tím správným, digitálním obrazem, který má být archivován. Obecně lze říci, že rozdíly mezi kalibrovaným a nekalibrovaným obrazem jsou obvykle číselně výrazně větší než výše naznačené změny způsobené ztrátovou kompresí. Přitom poskytování obrazů v definovaném ICC profilu v oblasti digitalizace je stále spíše výjimkou.

## Shrnutí

Ztrátová komprimace dat při komunikaci po Internetu je samozřejmostí. Přicházejí nové technologie zpřístupňování dat, které dále zvyšují účinnost komprimace plným využíváním daného datového prostoru pouze pro uchování/přenos člověkem využitelných informací. Prvním článkem tohoto řetězu však vždy zůstane pořizování dat. Proto již v tomto kroku je třeba zvažovat nejen vlastnosti vznikajících dat z hlediska požadavků uživatele, ale i z hlediska správnosti a efektivity jejich uložení.

Revidováno St.Psohlavec 2003-08-05