



JPEG 2000 jako archivní formát obrazových dat¹

JPEG 2000 as Archival Format for still Images

Mgr. Natalie Ostráková / Národní knihovna České republiky (The National Library of Czech Republic), Klementinum 190, 110 00 Praha 1, Česká republika

Resumé: Formát JPEG 2000 byl představen v roce 2000 a od té doby se zvažuje jeho vhodnost pro dlouhodobé uchovávání digitálních obrazových dat. V projektu Národní digitální knihovna se používá pro dlouhodobé uchovávání obrazových dat vzniklých digitalizací sbírek knihoven. V článku je formát krátce představen, pozornost se věnuje jednotlivým parametrům profilu formátu, existujícím nástrojům a hlavně využití formátu ve významných zahraničních institucích s cílem ukázat, že se jedná o vhodný a ve světě užívaný archivační formát.

Klíčová slova: JPEG 2000, JP2, dlouhodobé uchovávání, digitální archivace, souborové formáty

Summary: Format JPEG 2000 was introduced in 2000 and since then we can see discussions about its suitability for long term preservation of still images. Actually JPEG 2000 is used in project National digital library as archival master for images created during digitization of library collections. In the text the format is briefly introduced, then focusing on its profile parameters, on tools able to work with the format and especially text focuses on use of the format in important foreign institutions with aim to show, that it is suitable and in use archival format.

Keywords: JPEG 2000, JP2, long term preservation, digital preservation, file formats

Téma formátů vhodných k dlouhodobé archivaci digitálních dokumentů je jedním ze stěžejních témat digitální archivace. Volba vhodných formátů, jejich identifikace, validace a charakterizace jsou častým tématem příspěvků oborových událostí (konferencí, webinářů apod.) a otázkou doporučených formátů se zabývají pracovníci paměťových institucí. Nejdéle se odborníci věnují patrně formátům statických obrazových dokumentů. Existuje několik široce akceptovaných dokumentů doporučujících vhodné archivační formáty. Mezi nimi má zřejmě nejvyšší autoritu každoročně aktualizované doporučení Kongresové knihovny Spojených států amerických (Library of Congress) „Recommended Formats Statement“², které vychází od roku 2015 a dosud je každoročně aktualizováno. Verze pro roky 2017–2018, stejně jako všechny předešlé verze, doporučuje pro archivaci digitalizovaných fotografií a dalších obrazových dat formáty v tomto pořadí³: TIFF, JPEG 2000, PNG, JPEG, DNG, BMP a formát GIF, což jsou také nejčastěji používané formáty pro obrazové soubory. Přirozeně platí, že vhodnost jednotlivých formátů pro dlouhodobé uchovávání se liší. Existuje několik podmínek, které by měl formát vhodný k dlouhodobé archivaci dat splňovat. Měl by být transparentní (jednoduchý), mít

¹ Realizováno v rámci institucionálního výzkumu Národní knihovny České republiky financovaného Ministerstvem kultury ČR v rámci Dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace.

² <https://www.loc.gov/preservation/resources/rfs/>

³ Pořadí odpovídá preferenci v Kongresové knihovně.





dostupnou specifikaci, díky níž i po několika desítkách let bude možné formátu porozumět, měl by být dostatečně rozšířený (tj. měl by mít dostatečně širokou uživatelskou komunitu), nezávislý na konkrétním hardwaru a softwaru (jedním ze znaků zastarávání formátu je zmenšující se počet softwarových nástrojů, které s ním umí pracovat), poměrně snadno transformovatelný do jiných formátů a patentově volný.

Patrně nejrozšířenějším formátem splňujícím výše uvedené podmínky je formát TIFF, který je na trhu dostupný již od poloviny 80. let 20. století. Má nekomplikovanou strukturu, uchovává vysoce kvalitní obrazy, je rozšířený a za dobu třiceti let jeho užívání již stačila odborná i neodborná veřejnost nasbírat dostatek zkušeností. Považuje se za jakýsi „zlatý standard“ pro digitální archivaci a je pravděpodobně nejčastěji používaným archivačním formátem, právě díky své jednoduchosti a dostupnosti specifikace. Nejrozšířenější je patrně verze 6, která je na trhu už 20 let (Corrado, Moulaison Sandy 2014, s. 195).

Přesto se nejedná o zcela bezproblémový formát, který by garantoval dlouhodobou udržitelnost a dostupnost digitálních dat bez dalších nákladů na kurátorská opatření. Formát se vyznačuje vysokou flexibilitou, jejímž výsledkem je existence několika variant formátu TIFF verze 6.0.⁴ Některé varianty této verze nabízejí vlastnosti, jež však nejsou podporované běžným softwarem⁵. Některé části specifikace jsou dokonce dnes považovány za zastaralé a některé nové pokročilé vlastnosti tohoto formátu naopak nejsou součástí oficiální specifikace (Fornaro 2017). Klasickým případem jsou tzv. tagy nesoucí informace o vlastnostech souboru. Oficiální specifikace uvádí jen ty, které existovaly v době vzniku specifikace, v následujících letech ale přibýlo velké množství nových tagů – většina je známých (tj. informace o nich lze dohledat), skenery je standardně používají a tyto tagy jsou někde zdokumentované, nikoliv však v oficiální dokumentaci. Na tuto situaci reaguje dílčí aktivita projektu PREFORMA⁶, v jejímž rámci se pracuje na archivační verzi formátu TIFF, jež by obsahovala jen část specifikace a vlastnosti formátu TIFF, které jsou dlouhodobě udržitelné.⁷ V praxi to znamená, že některé vlastnosti (např. již zmíněné tagy) budou v takových TIFFech povinné, jiné volitelné a další zakázané.

Další slabou stránkou formátu TIFF je jeho velká datová náročnost v případě nejčastěji užívané nekomprimované varianty, což se stalo problémem zejména po nástupu masové digitalizace, neboť mnoho institucí se potýká s kapacitními problémy při uchovávání velkých objemů dat.

I z těchto důvodů se experti dlouhodobě věnují hledání vhodné alternativy odpovídající nárokům dlouhodobého uchování. Mezi další formáty, které více či méně splňují výše

⁴ Tuto situaci reflektují i některá doporučení a formátové politiky repozitářů, které explicitně uvádějí TIFF ve verzi 6, část: Baseline. Tzv. Baseline Tiff je nejjednodušší možná verze formátu Tiff s omezeným počtem značek (Part 1 oficiální specifikace TIFF, s. 11–47). Baseline Tiff explicitně uvádí např. ústřední německá organizace pro podporu výzkumu na vysokých školách a výzkumných ústavech (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG) (http://www.dfg.de/formulare/12_151/12_151_de.pdf).

⁵ Z naší praxe víme konkrétně o knihovně libtiff a validátoru Jhove, které považují některé méně obvyklé tagy za problém.

⁶ Projekt PREFORMA (PREservation FORMATS for culture information/e-archives) je projekt spolufinancovaný Evropskou komisí z programu FP7-ICT. Projekt probíhal v letech 2014–2017, jeho hlavním cílem bylo podpořit paměťové instituce při správě jejich archivovaných souborů, a to hlavně jejich kontrolu při ingestu do archivu. V rámci projektu bylo vytvořeno několik validačních nástrojů (viz <http://www.preforma-project.eu/>).

⁷ Cílem je vytvořit subverzi formátu TIFF, patrně TIFF/A, stejně jako tomu bylo u formátu PDF a jeho archivační verzi PDF/A.





uvedené charakteristiky a které se v institucích používají pro archivaci obrazových dat, patří JP2 (JPEG 2000), PNG, DNG. Formátu JP2 se bude podrobněji věnovat tento článek.

Na tomto místě je nutné uvést, že dále se článek zabývá téměř výhradně formátem JP2, tj. první částí specifikace JPEG 2000⁸. Formát JP2 s koncovkou .jp2 (možné považovat za tzv. baseline JPEG 2000) se aktuálně považuje z celého standardu za jediný vhodný pro dlouhodobou archivaci. Zdroje zpravidla mluví o formátu JPEG 2000, ale JPEG 2000 je názvem pro kompresní metodu a pro celou specifikaci, případně je toto označení možné použít pro označení rodiny formátů dle specifikace JPEG 2000.

JPEG 2000

Mnohé paměťové instituce (viz níže) se rozhodly pro obrazová data zvolit jako archivační formát JP2. Po formátu TIFF je to jeden z nejrozšířenějších archivačních formátů. Pracovat na specifikaci JPEG 2000 se začalo již v roce 1996, představen byl v roce 2000. Tento formát měl nahradit do té doby hojně rozšířený a oblíbený formát JPEG, který v některých ohledech přestával stačit (například v lékařských diagnostických aplikacích⁹, pro mobilní komunikaci, digitální kino apod.). Cílovou oblastí nového formátu měla být digitální fotografie (Buckley 2011). Formát JP2 se však v této oblasti nikdy nerozšířil natolik, nakolik jeho tvůrci doufali. Formáty JPEG a RAW jsou podle všeho pro tyto účely dostačující. Formát JPEG je široce rozšířen (aplikace, prohlížeče), formát RAW uchovává bezeztrátové obrazy a oba tyto formáty fungují dobře, není zde zásadní důvod, proč náročně implementovat formát nový¹⁰.

JPEG 2000 a JPEG jsou i přes své podobné názvy rozdílné, navzájem nekompatibilní, formáty. Hlavním rozdílem je využitý kompresní mechanismus. Zatímco JPEG využívá diskretní kosinovou transformaci (DCT), JPEG 2000 využívá diskretní vlnkovou transformaci (DWT). Při JPEG kompresi se DCT aplikuje na malé bloky (8×8 pixelů), což má někdy za následek vznik tzv. artefaktů na hranicích těchto bloků¹¹. Při JPEG 2000 kompresi se DWT aplikuje na velké dlaždice nebo na celý obraz, což přítomnost artefaktů na hranicích dlaždic nevylučuje, ale jejich dopad je menší.

Za jednu z hlavních předností formátu JPEG 2000 oproti formátu JPEG se považuje efektivnější kompresní algoritmus a ve výsledku lepší kvalita obrazu při stejném kompresním poměru. Zvláště při větších kompresních poměrech (nutných pro mobilní komunikaci) je patrný viditelný rozdíl v kvalitě výsledných obrazů, kdy JPEG 2000 obsahuje významně méně viditelných zkreslení obrazu než formát JPEG (např. Vychodil 2010¹²; Buckley 2010).

Pro zpřístupnění je u formátu JPEG 2000 užitečná jeho schopnost postupného (progresivního) přenosu dat, a tedy volby, jakým způsobem se bude obraz uživateli nahrávat. Je tak možné obraz postupně zobrazovat při načítání dat od nejmenšího obrazu k největšímu, nebo je možné obraz zobrazovat dle kvality od nejméně kvalitního

⁸ Standard plným názvem „ISO/IEC 15444-1:2004. Information technology -- JPEG 2000 image coding system: Core coding system“. Specifikace formátu JPEG 2000, ISO/IEC 15444, obsahuje aktuálně 13 částí, popisuje celkem 4 formáty-JP2, jpx (jpf), mj2 a jpm.

⁹ Zde se preferuje bezeztrátová komprese, protože jakákoliv ztráta dat by mohla vést ke špatné identifikaci, špatnému závěru.

¹⁰ Vyšší nároky na úložný prostor v dnešní době už nejsou primárním důvodem výměny formátu, protože paměť je dnes finančně dostupnější.

¹¹ Tj. jsou viditelné hranice těchto bloků při vyšších kompresních poměrech.

¹² <http://oldknihovna.nkp.cz/knihovna102/10253.htm>



k obrazu o plné kvalitě při načtení všech dat apod. JP2 také umožňuje v obrazu vymezit tzv. oblasti zájmu („regions of interest“), které mohou být pro uživatele při zobrazování klíčové, a tyto oblasti se pak zobrazí v lepší kvalitě, případně rychleji.

Formát JP2 dále umožňuje uložit v jednom datovém toku více kvalitativně odlišných verzí obrazu (počet, příp. jejich kvalita závisí na nastavení kompresního procesu) – je tak možné z jednoho souboru JP2 generovat obrazy v různé kvalitě.

Výše uvedené pokročilé možnosti formátu JP2 současně znamenají, že samotná volba tohoto formátu není konečným rozhodnutím týkajícím se výsledné podoby souboru, nýbrž je nutné zvolit také jednotlivé parametry ovlivňující zpracování datového toku (kompresní poměr, značky, ztrátovost, dlaždice, bypass) a výsledné prezentační vlastnosti souboru (průběh zobrazení, počet dekompozičních úrovní, počet vrstev kvality, velikost regionů, zájmové oblasti). Jednotlivé parametry profilu mohou nabývat většího počtu hodnot, zvlášť diskutovány budou hodnoty použité v profilu projektu Národní digitální knihovny.

Parametry komprese JPEG 2000

S volbou formátu JP2 některé instituce specifikují i přesnou hodnotu jednotlivých parametrů komprese JP2, výsledkem je profil formátu JP2. Parametry, které takové profily obvykle blíže specifikují, jsou popsány v následujícím textu.

Dlaždice (Tiles)

Pro proces komprimace může být zpracováván obraz rozdělen na obdélníkové dlaždice, jež se nepřekrývají a v následném procesu komprimace se zpracovávají zvlášť. Rozdělení na dlaždice bývá praktické z hlediska urychlení procesu komprimace a dekomprimace, menší dlaždice proces urychlují (viz tab. 1).

Tab. 1 Paměťové nároky systému dle velikosti dlaždic (Bařina 2017)

velikost dlaždice	paměťové nároky na dlaždici [MiB]	potřebná pracovní sada [MiB]
1024	3	2,390625
4096	48	9,562500
16384	768	38,250000

Na druhou stranu ale velký počet dlaždic celý proces zpomalí a v případě vyšších kompresních poměrů se objevují na hranicích dlaždic tzv. artefakty (lze vidět hranice dlaždic, podobně jako je tomu u formátu JPEG). Velikost těchto dlaždic může být různá, minimální povolená velikost dlaždic je 128×128 obrazových bodů. Například nástroj Kakadu defaultně zpracovává běžně velké obrazy jako celou jedinou dlaždici. Profil pro JP2 v projektu NDK počítá u archivních kopií s velikostí dlaždice 4096×4096 pixelů¹³, u zpřístupňujících kopií se používají dlaždice o velikosti 1024×1024 pixelů. Menší velikost dlaždic u zpřístupňujících kopií vede k rychlejší dekompresi při práci s obrazem v Image serveru, dlaždice velikosti 4096×4096 pixelů dnes běžně používané systémy rychle zpracují, u archivních kopií tedy není nutné obraz dělit na dlaždice menší (Bařina 2017).

¹³ To zpravidla u knih a novin znamená, že celý obraz se zpracovává jako jedna dlaždice nebo že je rozdělen do dlaždic dvou.



Kompresce a kompresní poměr (Compression, compression ratio)

JPEG 2000 podporuje bezztrátovou i ztrátovou kompresi obrazových dat.

Při bezztrátové kompresi je možné komprimovaný obraz zpětně dekomprimovat do obrazu shodného (dle obrazových metrik) s původním obrazem před komprimací. Obrazy ve formátu JP2 určené ke zpřístupnění jsou v paměťových institucích zřejmě výhradně komprimovány ztrátově. Výjimkou je například Moravská zemská knihovna, která při digitalizaci mimo linku NDK (mapy, staré tisky apod.) komprimuje data pro zpřístupnění bezztrátově, aby nemusela udržovat více verzí jednoho dokumentu, než bude v úložišti NDK možné tyto dokumenty uložit. U obrazů určených k dlouhodobé archivaci je situace rozmanitější, některé instituce uchovávají bezztrátově komprimované obrazy, jiné na základě testů¹⁴ určily, že i ztrátová komprese je pro archivační účely dostatečně dobrá, v tomto případě kompresní poměr zpravidla není vyšší než 1:6.

Při bezztrátové kompresi se konverznímu nástroji explicitně neurčuje kompresní poměr, ten si nástroj spočítá sám na základě vlastností obrazu. Může se tak stát, že obraz komprimovaný bezztrátově bude mít velmi vysoký kompresní poměr – 1:400 (například bílá stránka) a jeho zpětnou dekompresí se získá původní obraz. U běžného textu je výsledný kompresní poměr nižší¹⁵.

Při ztrátové kompresi je konverznímu nástroji nutné určit kompresní poměr, který má při komprimaci použít (ve formě bitrate), nebo specifikovat výslednou kvalitu obrazu. Výsledný kompresní poměr však většinou přesně neodpovídá této hodnotě, ale hodnotě, která vznikne aplikováním kompresního poměru na tento obraz; výsledná hodnota se tak pohybuje okolo této hodnoty a závisí na konkrétním obrazu. Výsledný kompresní poměr tak nelze předpovědět, aniž by se aplikovaný kompresní poměr spočítal pro každý jednotlivý komprimovaný obraz zvlášť. Ve Francouzské národní knihovně tak například explicitně stanovili povolenou velikost odchylky výsledného kompresního poměru od zadávaného kompresního poměru na 5 % (Bibliothèque nationale de France 2015).

Pro ztrátovou kompresi se nedoporučuje kompresní poměr větší než 1:30 (Buonora 2008), je to i maximální hranice komprese akceptovaná v projektu Národní digitální knihovna (dále také NDK). V projektu NDK jsou pro zpřístupňující kopie aktuálně akceptovány kompresní poměry 1:8 až 1:10 nebo 1:20 až 1:30. Zpočátku se pro zpřístupnění používal kompresní poměr 1:20, tuto hodnotu je ale třeba zřejmě revidovat, protože může mít za následek viditelné artefakty obrazů zpřístupňovaných v aplikaci Kramerius.

BYPASS

Hodnota BYPASS se týká procesu komprese a dekomprese, na výsledný obraz má vliv, a to ve snížení efektivnosti komprese. Je-li zvolen BYPASS, kódér při kompresi vynechá kompresi některých méně významných dat, čímž se urychlí proces komprese i následně dekomprese (až o 20 %), komprese výsledného obrazu je pak o něco menší. Režim BYPASS je však z pohledu Bařiny (2017) do jisté míry problematický z hlediska kompatibility s ostatními knihovnami. Nástroj OpenJPEG má až do verze 2.2.0 (srpen 2017) tento režim nefunkční (Bařina 2017).

¹⁴ Např. studie pro Kongresovou knihovnu z roku 2013 od Roberta Buckleyho (Buckley 2013). Také Francouzská národní knihovna zvolila na základě testů ztrátovou kompresi pro archivní kopie (Duploy 2017).

¹⁵ Barevné obrazy mívají při bezztrátové kompresi kompresní poměr okolo 1:2, strana s textem může mít při této kompresi kompresní poměr okolo 1:5.



Značky SOP a EPH

Značky SOP a EPH označují začátek a konec paketů tvořících datový tok jednoho souboru. Zvyšují odolnost souboru proti přenosovým chybám a jejich užití se doporučuje v rušném prostředí, kdy může dojít k narušení přenosu celého komprimovaného toku a kdy neexistují jiné mechanismy, které by si poradily s přenosovými chybami. Přijímající systém (protokol) tak může snadno detekovat, že přenesená data nejsou kompletní a podle umístění značek SOP a EPH dokáže lokalizovat poškozený paket a poškozenou oblast v obrazu (Kyselý 2007). Použití těchto značek tak zvyšuje robustnost (tj. odolnost vůči přenosovým chybám) formátu. V profilu NDK pro JP2 jsou tyto značky povinné pro archivní kopie souborů a volitelné pro zpřístupňující kopie.

Počet dekompozičních úrovní (Decomposition levels)

Dle standardu může obraz ve formátu JP2 mít 0 až 32 dekompozičních úrovní. Jedná se o počet rozlišení, do kterých může být komprimovaný obraz dekomprimován. Tj. z jednoho codestreamu je možné dekomprimovat obraz velikosti náhledu, obraz v plné velikosti i obraz ve velikosti mezi dvěma předešlými. Vždy záleží na hodnotách zadaných při komprimaci souboru. Z jednoho komprimovaného toku je tak možné extrahovat obrazy různých velikostí. Obecně se doporučuje dekompoziční úrovně používat, protože mají příznivý vliv na celkový proces komprese a tedy zachování kvality. Počet úrovní se pak odvíjí od konkrétních potřeb prezentačního systému a velikosti vstupního souboru, obvyklá hodnota se pohybuje od pěti dekompozičních úrovní.

Vrstvy kvality (Quality layers)

Z hlediska prezentace výsledného obrazu uživatelům je vhodné obraz komprimovat za použití několika vrstev kvality. Výsledný obraz pak obsahuje určitý počet vrstev, z nichž každá odpovídá konkrétnímu kompresnímu poměru a kvalitě zobrazení. Tyto vrstvy kvality se pak skládají do výsledného obrazu tak, že obraz v plné velikosti a plné kvalitě obsahuje všechny vrstvy kvality, s přibývajícím načtením vrstev kvality se zvyšuje i kvalita výsledného obrazu. Využití vrstev kvality tak při dekompresi umožňuje načíst pouze potřebné množství informací (paketů) a efektivně tak načítat obrazy v různých rozlišeních s různou úrovní kvality. Počet vrstev kvality je možné kodeku zadat buď konečným počtem těchto vrstev, přičemž kvalitu každé jednotlivé vrstvy spočítá sám kodér, nebo je možné zadat konkrétní bitrate a tím i kompresní poměr každé jednotlivé vrstvy.

Průběh zobrazení (řazení paketů, Progression order)

Určením řazení paketů (a tím způsobu zobrazení) je možné ovlivnit rychlost některých akcí při načítání obrazu. Tato hodnota ovlivňuje řazení paketů při přenosu a dekompresi a následné postupné zobrazování obrazu buď se zvyšující se kvalitou obrazu, s rostoucím rozlišením, dle komponent nebo dle prostorového uspořádání. Standard definuje 5 způsobů řazení paketů, které se označují jako LRCP, RLCP, RPCL, PCRL a CPRL; L odpovídá vrstvě kvality, R rozlišení, C komponentě a P pozici a pakety se tak řadí dle pořadí svého písmene. Preferovaným způsobem řazení pro interaktivní prohlížení větších obrazů je dle Schelkense (2009, s. 327) řazení RPCL. V praxi se takový obraz načítá postupně od nejmenšího rozlišení po největší. V případě řazení LRCP se obraz postupně načítá od nejnižší kvality k nejvyšší kvalitě a v případě řazení PCRL se obraz načítá postupně odshora.

Za nevhodný průběh zobrazení je možné označit PCRL a CPRL, které se ukázaly jako nejpomalejší v rámci testů pro implementaci JP2 v Britské knihovně v roce 2011 (Martin 2011).



Vložená metadata

Některé instituce doporučují či vyžadují vkládání metadat do výsledných souborů (více viz dále u jednotlivých institucí). Důvodem bývá to, že výsledný dokument pak zobrazuje všechny informace potřebné k jeho identifikaci (například při kolizi v systému) a zároveň obsahuje informace užitečné pro další užití dokumentu (např. informace o copyrightu, extrakce informací do zpřístupňujících systémů, prohledávání v obrázcích). Na druhou stranu se ale jedná o parametr, který může zbytečně vést k větší složitosti datového toku. Proto se doporučuje využívat ho jen v případě nutnosti, tedy když existuje odůvodněné riziko ztráty souboru v systému. Smith et al. (2014) považují vložená metadata za užitečný nástroj pro správu digitalizovaných obrazů a pro dlouhodobě udržitelný přístup k datům, a to proto, že s jejich použitím dochází ke vzniku sebedopisných objektů. Také Buckley (2009, s. 10) doporučuje metadata do souborů JP2 vkládat. Metadata je možné vkládat ve formě souborů XML (např. soubor MIX) nebo do kontejneru UUID jako kód (např. EXIF metadata). V projektu NDK se dnes metadata do obrazů nekládají, veškerá potřebná metadata jsou uložena v souborech XML přicházejících spolu s obrazy; obrazy i metadata jsou jednoznačně pojmenovány, aby bylo vždy patrné, že k sobě náleží. Ukáže-li se, že tato potřeba z nějakého důvodu existuje, bude vkládání metadat zvažováno.

Problémy formátu

Jako jedna ze slabin formátu JPEG 2000 se uvádí jeho malá podpora v aplikacích a hardwarových zařízeních (zvl. digitální fotoaparáty) a menší celková rozšířenost mezi uživateli v porovnání s ostatními formáty (Corrado, Moulaison Sandy 2014). Tyto námítky byly na místě v počátcích používání formátu. My však, na základě našeho průzkumu, jenž bude komentován níže, se domníváme, že už toto slabinou formátu není. Nicméně je nutné souhlasit s tím, že v porovnání s formáty TIFF a JPEG se to jako zásadní slabina formátu zdát může. Pokud tedy jde o rozšíření formátu JPEG 2000 v uživatelské komunitě, není situace, jak vyplývá z níže uvedeného textu, nijak nepříznivá, ba právě naopak. Formát implementovaly do svých procesů významné světové paměťové instituce (dále se podrobněji zaměříme zejména na knihovny).

Také jsou již dostupné skenery, které kromě formátu TIFF podporují i formát JPEG 2000¹⁶. Jako příklad je možné jmenovat skenery firmy Zeutschel¹⁷, kde většina z aktuálně nabízených skenerů podporuje formát JP2 (spolu s dalšími formáty). Dále i skener společnosti Treventus (ScanRobot)¹⁸ a některé skenery společnosti i2S¹⁹ podporují mimo jiné i formát JP2.²⁰

Softwarová podpora formátu je slabší, domníváme se však, že ne natolik, aby bylo nutné se nyní obávat, že v brzké době nastane období, kdy nebude možné s formátem JP2 pracovat. Dostupné zdroje tuto častou námítku vůči formátu za riziko nepovažují

¹⁶ <https://graphicartsomag.com/news/2017/07/rowe-scan-850i-honoured-top-100-innovator-2017/>

¹⁷ <https://www.zeutschel.de/en/>

¹⁸ http://www.treventus.com/downloads/ScanRobot_2.0_MDS_BookScanner_brochure_web.pdf

¹⁹ <http://www.exon.cz/cs/služby-a-produkty/skenery-kni%C5%BEn%C3%AD-mapov%C3%A9-produk%C4%8Dn%C3%AD>

²⁰ Nicméně pro naši aktuální praxi, kdy je třeba naskenované obrazy dále upravovat (ořezat, otočit apod.), není možné skenovat rovnou do formátu JP2, jenž by se musel pro další úpravy dekomprimovat. Není také jisté, nakolik dokážou jednotlivá zařízení vygenerovat JP2 odpovídající aktuálnímu profilu dle NDK, tj. JP2 ze skeneru by bylo třeba znovu vytvořit.





(např. Corrado, Moulaison Sandy 2014). V prostředí knihoven jsou obrazy JPEG 2000 jednorázově vytvořeny a dále se nemění, konverzní nástroje z i do tohoto formátu jsou dostupné (včetně zdrojových kódů), není tedy nutné se o obrazy v tomto formátu obávat.

Někdy se v případě formátu JPEG 2000 jako slabina uvádí jeho patentová situace²¹ (např. Corrado; Moulaison Sandy 2014), nejedná se však zřejmě o příliš často uváděnou námitku vůči formátu. Zde nutno podotknout, že nejde o problém první části standardu, která se pro archivaci obrazových souborů využívá, tato část je na základě dohody JPEG Committee²² s vlastníky souvisejících patentů bez jakýchkoli poplatků²³.

Zásadním problémem formátu (a dle např. Laurenta Duploy²⁴ z Francouzské národní knihovny i přímým ohrožením dlouhodobé archivace souborů v tomto formátu) byla v minulosti nejednoznačnost části standardu (zápis rozlišení v souboru a ICC profily), která vedla k rozdílné implementaci podpory formátu v nástrojích, zvláště v nástrojích pro konverzi do formátu JP2. Tyto nástroje pak například při konverzi stejného zdrojového obrazu vytvořily rozdílné obrazy ve formátu JP2²⁵. Tento problém byl vyřešen pozměňovacím návrhem číslo 6 ke standardu JPEG 2000²⁶. Přesto takového obrazy existují a některá úložiště je zřejmě i obsahují²⁷.

Další námitkou vůči formátu je náročnost jeho implementace ve srovnání s formáty TIFF a JPEG. Hafey²⁸ (2016b) formát označuje za extrémně komplexní a pro jeho implementaci považuje za nutné velmi dobré znalosti obrazové komprese a softwarového inženýrství.

Nástroje podporující JP2

Z hlediska dlouhodobé archivace je důležitá existence nástrojů, které dokáží s konkrétním formátem pracovat, tj. správně jej zobrazit, konvertovat do jiného formátu, validovat, identifikovat, charakterizovat apod. Absence těchto nástrojů je jedním z indikátorů zastarávání formátu.

Formát JP2 se po celou dobu jeho existence vytýká jeho nedostatečná podpora v softwarových aplikacích a hardwarových zařízeních²⁹. Ve srovnání s formáty JPEG

²¹ V souvislosti se standardem JPEG 2000 se upozorňuje na existenci tzv. „submarine patent“, což jsou patenty, které se zveřejní až po určité době, kdy je již formát a aplikace jej využívající dostatečně rozšířené, takže není možné se formátu beze ztráty vzdát (Digital Preservation for libraries, Archives and Museums 2014).

²² <https://jpeg.org/about.html>

²³ Více viz „JPEG 2000 Concerning recent patent claims“ z roku 2012 (<https://web.archive.org/web/20070714232941/http://www.jpeg.org/newsrel1.html>).

²⁴ DUPLOY, Laurent. JPEG 2000 as a preservation format for digitization: lessons learned from a library. IN Archiving2017, May 15–18 2017, Riga, Latvia. 2017 Final Program and proceedings. s. 157–159.

²⁵ Výsledkem konverze u některých nástrojů byl dokonce formát .jpx (2. část standardu). Více viz <http://www.dlib.org/dlib/may11/vanderknijff/05vanderknijff.html>.

²⁶ ISO/IEC 15444-1:2004/PDAM 6. Updated ICC profile support, bit depth and resolution clarifications. Draft, August 2011.

²⁷ Je například pravděpodobné, že úložiště NDK obsahuje obrazy, které mají informace o rozlišení uložené ve dvou různých boxech v závislosti na kodeku, který byl užit při komprimaci. To může mít za následek ztrátu informace o rozlišení obrazu při budoucích migracích.

²⁸ Chris Hafey pracuje v oblasti lékařských zobrazovacích technik (Medical Imaging Software) a na svém blogu pravidelně informuje o svých zkušenostech s formátem JPEG 2000.

²⁹ Např. https://www.townswebarchiving.com/2015/10/JPEG_2000-and-digitisation-expert-round-table/ nebo <https://blog.cosector.com/deciding-whether-to-use-JPEG-2000-for-a-digitisation-project>.





a TIFF je jeho podpora skutečně slabší. Zdá se však, že situace se zlepšuje, existují již skenery, které dokáží do tohoto formátu obrazy ukládat (viz výše).

Soubory ve formátu JP2 dokáží zobrazit hlavní grafické editory Irfanview, Gimp, Corel a Photoshop³⁰.

Migrace

Pro konverzi do formátu JP2 také existuje více nástrojů/knihoven, a to volně dostupných (OpenSource) i komerčních. Z komerčních nástrojů je patrně nejpoužívanější nástroj Kakadu^{31, 32}. Pro konverzi obrazů do formátu JP2 je využíván Národní knihovnou ČR, organizací Internet Archive³³, Francouzskou národní knihovnou³⁴, Oxfordskou digitální knihovnou³⁵ a dalšími.

Z volně dostupných nástrojů jsou nejznámější patrně nástroje OpenJPEG a ImageMagick. Od roku 2015 je nástroj OpenJPEG³⁶ oficiálně uznán organizací ISO/IEC jako referenční software formátu JP2. Na jeho vývoji se finančně spolupodílejí významné instituce, např. knihovna Wellcome (Wellcome Library), Stanfordská univerzita (Stanford University), Nizozemská národní knihovna (Nationale Bibliotheek van Nederland), Univerzita v Michiganu (University of Michigan) a Kalifornská univerzita (University of California, Los Angeles – UCLA). Přestože byl v minulosti nástroj označen za pomalý ve srovnání s nástrojem Kakadu, na jeho vývoji se stále pracuje a dá se očekávat, že bude docházet k zlepšování výpočetního výkonu³⁷. Již v roce 2017 započal projekt³⁸, jehož cílem je zlepšit výkon nástroje. První fáze projektu vyústila ve vydání OpenJPEG ve verzi 2.3.0. Hlavní důraz při vývoji této verze nástroje byl kladen na jeho zrychlení a to se podařilo. Ve srovnání s verzí 2.1.2 se rychlost nástroje měla zvýšit o 55–60 %³⁹. Na testování nástroje se podílela i Moravská zemská knihovna. Testovala hlavně rychlost kodeku při dekódování, a to u několika verzí OpenJPEG, a pro porovnání i u nástroje Kakadu. Bylo zjištěno výrazné zrychlení kodeku OpenJPEG ve verzi 2.3.0 oproti starším verzím OpenJPEG. Kakadu je stále nejrychlejší (Sečík 2017). Knihovna OpenJPEG je aktuálně využívána nástrojem ImageMagick pro práci s obrazy ve formátu JP2.

Knihovnu OpenJPEG využívá i další volně dostupný nástroj Grok vyvíjený Aaronem Boxerem, členem komunity zabývající se nástrojem OpenJPEG. Nástroj je dostupný od roku 2015, cílem jeho vývoje je dosáhnout kvalit nástroje Kakadu. Nástroj Grok pro konverzi do formátu JP2 používá například Státní oblastní archiv v Třeboni (Hankovec 2017).

Dalším volně dostupným nástrojem je nástroj JasPer⁴⁰, který byl zřejmě od počátku jednou z hlavních implementací standardu JPEG 2000 spolu s nástroji Kakadu

³⁰ <https://helpx.adobe.com/uk/photoshop/using/file-formats.html>

³¹ <http://kakadusoftware.com/>

³² Dalšími komerčními nástroji jsou Aware JPEG 2000 a Luratech JPEG 2000.

³³ <https://blog.archive.org/2017/07/31/using-kakadu-JPEG-2000-compression-to-meet-fadgi-standards/>

³⁴ http://www.bnf.fr/documents/ref_num_fichier_image.pdf

³⁵ <http://www.dpconline.org/docs/miscellaneous/events/1354-2014-nov-JP2k-matt-macgrattan/file>

³⁶ <http://www.OpenJPEG.org/>

³⁷ V roce 2016 rychlý test Chrise Hafeyho nástrojů Kakadu, OpenJPEG, Grook ukázal, že přestože je Kakadu stále nejrychlejší, OpenJPEG se dosti zlepšil (Hafey 2016a).

³⁸ <http://iiif.io/news/2017/04/27/OpenJPEG-improvement/>

³⁹ <http://www.OpenJPEG.org/2017/10/04/OpenJPEG-2.3.0-released>

⁴⁰ <http://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/>



a OpenJPEG. Aktuálně jej pro práci s obrazy ve formátu JP2 využívá nástroj Graphics-Magick⁴¹, dříve byl součástí i nástroje ImageMagick.

Identifikace, validace, charakterizace

Pro identifikaci formátu JP2 je možné použít standardní identifikační nástroje DROID⁴², FIDO⁴³ a Siegfried⁴⁴, jež jsou založené na registru formátů PRONOM. Tyto nástroje spolehlivě určí formát i jeho verzi.

Validovat soubory ve formátu JP2 je možné pomocí nástrojů JHOVE⁴⁵ a Jpylyzer⁴⁶. Nástroj JHOVE validuje soubory JP2 i JPX. Jpylyzer validuje pouze soubory JP2 (tj. jen první část standardu JPEG 2000), soubory JPX označí za nevalidní. Dále je možné použít nástroj KOST-Val, který obsahuje nástroj Jpylyzer.

Nástroje JHOVE a Jpylyzer provádějí i charakterizaci souborů. Dále je pro charakterizaci souboru možné použít i nástroje FITS⁴⁷ a Exiftool⁴⁸.

JP2 a významné dokumenty v oblasti digitální archivace

I přes dílčí problémy (viz výše) formátu JP2, tento formát opakovaně figuruje v doporučení nejen Kongresové knihovny jako formát vhodný k archivaci digitálních dokumentů a své uplatnění nachází v několika zahraničních institucích.

Také americká organizace FADGI (Federal Agencies Digital Guidelines Initiative)⁴⁹, jež se zabývá tvorbou a propagací standardů v oblasti digitalizace a digitální archivace, považuje formát JP2 za vhodný k dlouhodobé archivaci a minimálně stejně tak spolehlivý jako je formát TIFF, a to konkrétně pro následující typy dat: digitalizované manuskripty a jiná vzácná díla, mapy, plakáty a noviny, běžné kolekce, rentgenové snímky apod.⁵⁰ (FADGI 2016). Zároveň formát JP2 považuje za dostatečně rozšířený (FADGI 2014).

Švýcarská expertní skupina KOST-CECO⁵¹, jejímž cílem je podpora archivů při archivaci digitálních dokumentů a která se mimo jiné podílí na specifikaci archivační verze formátu TIFF (TI/A), na svém webu zpřístupnila své hodnocení a srovnání vybraných souborových formátů (obrazové, zvukové, textové, video formáty apod.). U formátů hodnotí jejich otevřenost (úplnost a dostupnost specifikace), patentovou situaci, rozšíření v uživatelské komunitě, funkčnost, softwarovou podporu, možnosti validace formátu, zda je formát součástí nějakých existujících osvědčených postupů (best practice) a perspektivu formátu. Formát JP2 vyšel z tohoto srovnání (s formáty TIFF, JPEG, PNG, DNG,

⁴¹ <http://www.graphicsmagick.org/>

⁴² DROID, Digital Record Object Identification, <http://www.nationalarchives.gov.uk/information-management/manage-information/policy-process/digital-continuity/file-profiling-tool-droid/>

⁴³ FIDO, Format Identification for Digital Objects, [http://copt.digipres.org/FIDO_\(Format_Identifier_for_Digital_Objects\)](http://copt.digipres.org/FIDO_(Format_Identifier_for_Digital_Objects))

⁴⁴ <https://www.itforarchivists.com/>

⁴⁵ JHOVE, JSTOR/Harvard Object Validation Environment, <http://jhove.openpreservation.org/>

⁴⁶ <http://jpylyzer.openpreservation.org/>

⁴⁷ <https://projects.iq.harvard.edu/fits/home>

⁴⁸ <https://www.sno.phy.queensu.ca/~phil/exiftool/>

⁴⁹ <http://www.digitizationguidelines.gov/>

⁵⁰ Naopak pro tisky, fotografie a negativy uvádějí jako vhodný jen TIFF. Pro malby považují za nejlepší variantu formát TIFF, formát JPEG 2000 považují za přípustný.

⁵¹ Koordinationsstelle für die dauerhafte Archivierung elektronischer Unterlagen-Centre de coordination pour l'archivage à long terme de documents électroniques, <https://kost-ceco.ch/cms/>



PDF/a-2) jako vítěz⁵² (k prosinci 2017, na konci listopadu téhož roku byl JP2 ještě na druhém místě za formátem TIFF). Skupina KOST-CECO formát považuje za otevřený, perspektivní⁵³, s dostatečnou softwarovou podporou, je doporučen a používán některými archivy (tj. existuje best practice), dokonce uvádí, že většina archivů určitým způsobem formát JP2 podporuje – komprese JPEG 2000 je totiž součástí specifikace archivní verze formátu PDF (PDF/A-2). Právě podpora formátu JP2 ve formátu PDF/A-2 (i PDF 1.5) z našeho pohledu zvyšuje důvěru v tento formát a skupina KOST-CECO díky tomu očekává, že se podpora formátu bude výrazně zlepšovat.⁵⁴

Dále například knihovna polytechnické vysoké školy v Curychu (ETH Zürich ETH-Bibliothek) v doporučení publikovaném na svém webu⁵⁵, které se netýká výhradně formátů jimi akceptovaných, ale obecně vhodných archivačních formátů, formát JP2 s bezztrátovou kompresí řadí spolu s formáty TIFF⁵⁶, PNG a DNG do skupiny formátů, jež jsou schopné uchovat obsah po dobu deseti a více let.

Průzkumy využití JP2

Organizace Library and Archives Canada uvedla již v roce 2008 na svém webu tabulku⁵⁷ vybraných institucí a jejich volby archivačního formátu. Dle této tabulky, která je nyní dostupná již pouze přes Internet archive (Library and Archives Canada 2008), používaly JP2 jako archivační formát tyto instituce: British Library, National Library of the Netherlands, National Library of Norway, Smithsonian Libraries (pro obrazová data). Dalších 28 institucí formát používalo jako zpřístupňující, případně ho jako zpřístupňující zvažovalo, jedna instituce ho používala jako archivační pro filmy apod. Z těchto 28 institucí ho 3 zkoumaly a zvažovaly jako možný archivační formát.

Ve stejném roce proběhl „UConn Survey“ – průzkum 175 institucí (knihoven, státních agentur, galerií, škol, muzeí, vládních archivů apod.) se zaměřením na formát JP2 a jeho implementaci v těchto institucích. Bylo zjištěno, že 59,5 % zkoumaných institucí formát JP2 používalo. Pro archivační účely jej používalo 28 institucí (19,7 %), 50 % institucí jej používalo pro prezentační účely. Jako důvody, proč formát JP2 instituce nepoužívají, byly uvedeny: malá softwarová podpora formátu, nedostatek zkušeností u personálu, nejasná patentová situace a celková špatná pověst formátu (zvláště se uvádí článek z roku 2009 „From TIFF to JPEG 2000“, na který se často odkazují kritici formátu⁵⁸) (Lowe, Bennett 2011).

V letech 2012–2013 provedli Rimkus a spol. průzkum formátových politik severoamerických akademických a výzkumných knihoven (ARL – Association of Research Libraries). Cílem bylo zjistit, jaké souborové formáty tyto instituce používají a do jaké míry jim „důvěřují“. K dispozici měli celkem 118 formátových politik, v nich se ve 115 případech

⁵² <https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/index.php?Id=https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/pages/KaD.html>

⁵³ Ve svém hodnocení dokonce uvádějí, že očekávají významný vývoj ([https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/index.php?Id=https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/pages/JPEG 2000.html](https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/index.php?Id=https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/pages/JPEG%2000.html)).

⁵⁴ [https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/index.php?Id=https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/pages/JPEG 2000.html](https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/index.php?Id=https://kost-ceco.ch/wiki/whelp/KaD/pages/JPEG%2000.html)

⁵⁵ <https://documentation.library.ethz.ch/display/DD/File+formats+for+archiving>

⁵⁶ Ve verzi 6.0 a ve specifikaci dle části 1 tj. baseline.

⁵⁷ <http://web.archive.org/web/20121006044206/http://www.collectionscanada.gc.ca:80/digital-initiatives/012018-2100.03-e.html>

⁵⁸ <http://www.dlib.org/dlib/november09/kulovits/11kulovits.html>





vykytoval jako vhodný formát pro obrázky formát TIFF, v 70 případech formát JPEG a v 68 případech formát JP2. U formátu JP2 z těchto 68 výskytů 45 vykazovalo vysokou míru vnímané důvěry ve formát („high confidence level“), tj. plně podporovaný formát a vysoce doporučovaný (srov. u formátu TIFF to bylo 88 případů na úrovni „high confidence“) (Rimkus 2014). Přepočítáním míry vyjádřené důvěry se formát JP2 dostal na třetí místo za formáty TIFF a PNG.

Dále v roce 2014 proběhl průzkum existujících doporučení (celkem 17, např. New York State Archives, Francouzská národní knihovna, NARA apod.) týkajících se metadata a datových formátů z pohledu digitální archivace („Succeed Survey“). V 53 % těchto doporučení byl formát JP2 uveden jako vhodný formát, pro archivaci jej reálně užívalo jen 14 % dotázaných institucí. Závěrem bylo zhodnocení, že formát TIFF se považuje za „de facto“ standard a formát JP2 za jeho nejlepší alternativu (Succeed Project 2014).

Nejnovější nám známý průzkum⁵⁹ je z roku 2016. Týkal se celkově zacházení s digitálními dokumenty (co instituce přijímají, jejich workflow, metadata, podporované formáty...). Dotázáno bylo celkem 62 institucí (50 % z nich byly akademické knihovny, dále archivy, muzea, vládní organizace). V těchto institucích byl nejčastěji používaným formátem formát TIFF (19 institucí), dále formát JPEG (9 institucí) a formát JP2 (4 instituce).

Využití formátu JP2 ve vybraných institucích

Národní knihovna ČR

Formát JP2 je nyní používán v rámci projektu „Vytvoření Národní digitální knihovny“. Používá se pro archivaci digitalizovaných tištěných dokumentů i pro jejich zpřístupnění v aplikaci Kramerius. Pracovníci Národní knihovny ČR již v roce 2011 na summitu JPEG 2000⁶⁰ v Kongresové knihovně prezentovali záměr archivovat digitalizované dokumenty ve formátu JP2, představili navrhovaný profil formátu i zamýšlený příkazový řádek pro nástroj Kakadu. Na stejném summitu prezentovaly svoje využití formátu například i instituce jako Wellcome Library, British Library a Kongresová knihovna.

V projektu Národní digitální knihovny (NDK) jsou aktuálně k dispozici tři profily formátu JP2. Výsledkem aplikace profilu pro archivní kopie je bezztrátově komprimovaný obraz, který je rozdělen na dlaždice o velikosti 4096×4096 pixelů, s průběhem zobrazení RPCL, 5–6 dekompozičními úrovněmi, jednou vrstvou kvality, s velikostí regionů 256×256 a 128×128 pixelů, s lokalizujícími značkami uvnitř datového proudu, bez vložených metadata, s komprimací v režimu BYPASS. Profil pro uživatelské kopie se liší jen mírně, a to v kompresním poměru, který se pohybuje od 1:8 do 1:30, s 12 vrstvami kvality a volitelnými značkami na hranicích paketů. Přesný profil je dostupný na webu NDK (<http://www.ndk.cz/standardy-digitalizace/standardy-pro-obrazova-data>). Jednotlivé hodnoty parametrů byly na počátku projektu NDK konzultovány se zahraničními experty, mezi nimi například s Robertem Buckleym, který vytvářel profily i pro Kongresovou knihovnu, Norskou knihovnu apod. (Vychodil 2013).

Obrázky ve formátu JP2, které nyní Národní knihovna ČR archivuje, byly vytvořeny pomocí nástrojů Kakadu a OpenJPEG. Oba uvedené nástroje dokážou vytvořit soubory JP2 dle profilů NDK.

⁵⁹ <http://www.dlib.org/dlib/november16/deridder/11deridder.html>

⁶⁰ http://www.digitizationguidelines.gov/resources/JPEG_2000.html





JP2 v zahraničních institucích

Přestože se jako jeden z problémů formátu uvádí jeho malá rozšířenost, existují významné světové instituce, které jej používají, a to jako zpřístupňující i archivační formát. Existence významných světových institucí, které formát do svých procesů implementovaly, je určitou zárukou budoucí podpory formátu a zvyšuje tak i naši důvěru v tento formát. Naopak zjistí-li se, že se počet institucí původně podporujících formát snižuje, může se jednat o indikátor problémovosti formátu (zastarávání apod.).

Z tohoto důvodu byly v našem průzkumu sledovány významné zahraniční paměťové instituce a jimi používané formáty. Cílem bylo zjistit, zda světové paměťové instituce formát JPEG 2000 používají, pro jaké účely a jaký je profil jejich JPEG 2000. Pozornost byla zaměřena hlavně na knihovny, protože uchovávají a zpřístupňují stejné typy dokumentů (knihy, noviny, mapy...), s jakými se pracuje v rámci NDK.

Knihovny, archivy

Kongresová knihovna

Kongresová knihovna používá formát JP2 zřejmě již od roku 2006 a to v rámci projektu digitalizace amerických novin (National Digital Newspaper Program, NDNP⁶¹) a pro zpřístupnění map na webu American Memory, kde JP2 nahradil formát MrSID (Library of Congress 2017). V roce 2006 vytvořil Robert Buckley pro program NDNP profil JP2⁶² pro zpřístupňování digitalizovaných dokumentů. Tento profil je platný dodnes⁶³. V rámci tohoto digitalizačního programu knihovna používá a od dodavatelů vyžaduje archivační kopie ve formátu TIFF, zpřístupňující kopie ve formátu JP2 a PDF. JP2 je v odstínech šedi, ztrátově komprimován s kompresním poměrem 1:8, s velikostí dlaždic 1024×1024, s průběhem zobrazení RLCP, s velikostí bloků 64×64, má 6 dekompozičních vrstev a 25 vrstev kvality, je bez regionů (tzv. precincts) a bez oblastí zájmu, zřejmě i bez jakýchkoliv značek v datovém proudu. Navíc obsahuje vložená metadata v xml boxu⁶⁴. Tento JP2 je pak transformován do formátu JPEG pro prohlížení v prohlížeči (Buckley 2006).

Francouzská národní knihovna

Francouzská národní knihovna používala TIFF jako archivační formát až do roku 2014. S nasazením formátu JP2 její pracovníci váhali, a to hlavně z důvodu známých omezení tohoto formátu, kterými byly neexistence spolehlivého validačního nástroje, malé rozšíření formátu a nejasnosti s ICC profily a zápisem rozlišení obrazu. Poslední dvě uvedené nejasnosti, tedy ICC profily a zápis rozlišení, se v roce 2013 vyřešily pozměňovacím návrhem ke standardu JP2 (van der Knijff 2013). V roce 2014, po tomto monitorovacím období, se tedy ve Francouzské národní knihovně rozhodli pro nasazení formátu JP2 jako archivačního formátu digitálních obrazových dokumentů a v případě nových projektů digitalizace kulturního dědictví je to nyní preferovaný formát. Tyto archivační JP2 jsou komprimovány ztrátově s kompresním poměrem od 1:4 do 1:6 (podle

⁶¹ <https://www.loc.gov/ndnp/>

⁶² http://www.loc.gov/ndnp/guidelines/docs/NDNP_JP2HistNewsProfile.pdf

⁶³ https://www.loc.gov/ndnp/guidelines/NDNP_201820TechNotes.pdf

⁶⁴ S použitím elementů schématu Dublin Core je zde popsáno: formát, název novin, místo vydání, datum vydání, číslo strany, popis, evidenční číslo díla v americké národní bibliografii. Dále je doporučeno vkládat metadatové schéma MIX popisující technické vlastnosti souboru.



typu digitalizované kolekce), mají povoleny pouze jeden ICC profil (Adobe RGB), 10 dekompozičních vrstev a 10 vrstev kvality. Průběh zobrazení je RPCL a pro větší odolnost vůči chybám se zde používají markery v datovém proudu, a to SOP, EPH a PLT. Pro konverzi se používá nástroj Kakadu s následujícím příkazovým řádkem:

```
kdu_compres -i example.tif - example.JP2 -rate 6.0 Clayers=10 Creversible=no Clevels=10 Stiles={1024,1024} Cblk={64,64} Corder=RPCL ORGtparts=R Cprecincts={256,256},{256,256}, {128,128} Cuse_sop=yes Cuse_eph=yes ORGgen_plt=yes -JP2_box <UUIDbox> /precise
```

Výsledné soubory se pak kontrolují nástrojem Jpylyzer (Duploy 2017; Bibliothèque Nationale de France 2015).

Švédská národní knihovna

Švédská národní knihovna používá pro různé projekty archivační formáty TIFF, JP2 a JPEG. Digitální verze knih, map a plakátů uchovává ve formátu TIFF (nekomprimovaný, verze 6.0, barevný prostor Adobe RGB). Digitalizované noviny archivuje ve formátu JP2. Tento JP2 je komprimován ztrátově s kompresním poměrem 1:6, s průběhem zobrazení RPCL, s velikostí dlaždic 1024×1024, s velikostí bloků 64×64, s barevným prostorem sRGB, se 6 dekompozičními vrstvami (může se mírně měnit dle velikosti předlohy, cílem je přesně specifikovaná velikost náhledu), 14 vrstvami kvality (s přesně určeným bitrate a kompresním poměrem pro každou vrstvu). Obrazy se komprimují s použitím BYPASS a do codestreamu se vkládají značky SOP, EPH, TLM. Nepoužívají zde regiony (precincts) a do obrazů vkládají metadata o nastaveních při tvorbě obrazu (Neiss 2017).

Národní archiv Velké Británie

Národní archiv Velké Británie používá a od dodavatelů vyžaduje formát JP2 pro archivaci i zpřístupnění digitalizovaných dokumentů od roku 2013. Pro archivní verze JP2 se používá bezztrátová komprese, 7 dekompozičních vrstev, 1 vrstva kvality, průběh zobrazení RPCL, 1 dlaždice. Regiony (precincts), oblasti zájmu a markery se nepoužívají. BYPASS se používá výběrově. Zpřístupňující verze JP2 je komprimována ztrátově, s kompresním poměrem 1:6, se 7 dekompozičními úrovněmi, průběhem zobrazení RPCL, dlaždicemi o velikosti 1024×1024.

Do obrazů ve formátu JP2 se vkládají následující metadata: informace o copyrightu, identifikátor UUID a identifikátor URI – všechna tato metadata se vkládají v podobě validního XML dokumentu. Pro kontrolu výsledných obrazů ve formátu JP2 používají nástroj Jpylyzer a nástroj Jasper ⁶⁵ a tyto nástroje doporučují pro validaci obrazů i svým dodavatelům (The National Archives 2016).

HathiTrust

Digitální knihovna HathiTrust⁶⁶, jež je jedním z výsledků partnerství několika převážně amerických univerzitních knihoven, zajišťuje i funkci repozitáře. Dokumenty archivuje ve formátu TIFF (jen bitonální) a JP2 (ostatní). Preferuje ztrátovou kompresi, ve výjimečných případech však může přijmout bezztrátově komprimované obrazy. Dále doporučuje 5 až 32 dekompozičních úrovní, bez ICC profilů s barevným prostorem s RGB,

⁶⁵ <http://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/>

⁶⁶ <https://www.hathitrust.org/>



s průběhem zobrazení RLCP, 8 vrstev kvality; dlaždice jsou volitelné, nejsou nutné. Do hlaviček obrazů JP2 se vkládají metadata popisující původní TIFF dokument ve formátu XML (The University of Michigan 2014). Jako nástroj pro konverzi do JP2 knihovna používá Kakadu a doporučuje ho i svým dodavatelům dat (The University of Michigan 2014).

Dále například Finská národní digitální knihovna, jejímž úkolem je zpřístupňovat a uchovávat klíčové národní dokumenty z knihoven, archivů a muzeí, vydala dokument specifikující formáty, v nichž přijímá a dále uchovává digitální dokumenty. V této specifikaci uvádí více formátů, které přijímá – TIFF, JPEG 2000, PNG, DNG a JPEG, z nichž první dva zmíněné jsou formáty preferovanými.⁶⁷

Pro zpřístupnění dokumentů ve své digitální knihovně formát JP2 používá i americká Národní lékařská knihovna (U. S. National Library of Medicine). Pro dlouhodobé uložení využívá nekomprimovaný TIFF ve verzi 6.0.⁶⁸

Také Britská knihovna využívá formát JP2, a to pro program digitalizace novin. JP2 je komprimován ztrátově, a to ze dvou důvodů: kvůli úspoře úložného místa a snížení šumu v obrazech a tím zlepšení optického rozpoznávání písma (OCR) (Brown 2014). Za zmínku stojí také zhodnocení formátu z hlediska digitální archivace⁶⁹ („Preservation assessment“), které v Britské knihovně provedli v letech 2014 a 2015. Z tohoto zhodnocení je patrné, že se dle názoru knihovny nejedná o bezproblémový formát. Při hodnocení byly sledovány rozšíření formátu v paměťových institucích, softwarová podpora (včetně softwaru pro digitální archivaci), dokumentace formátu, právní situace a rizika z pohledu digitální archivace. Nutno konstatovat, že potenciálně závažných rizik bylo nalezeno 6 (scestná identifikace JP2, malá softwarová podpora, malé rozšíření a z toho vyplývající riziko, že dosud nebyly odhaleny všechny nedostatky formátu, chybějící vlastnosti uvnitř souboru JP2, špatně vytvořené JP2)⁷⁰. V závěru studie je doporučeno provádět hodnocení každoročně kvůli vzrůstající uživatelské komunitě (a tím i možnosti zjištění dalších nedostatků formátu) a změnám v existujícím softwaru.

Mezi další instituce, jež používají formát JPEG 2000, patří například organizace Internet Archive, jež mj. digitalizuje denně více než 1000 knih. Formát JPEG 2000 používá pro dlouhodobé uchování i zpřístupnění zdigitalizovaných dokumentů, pro konverzi používá nástroj Kakadu. Dále také společnost Google využívá JPEG 2000 – v projektu Google Books.

Vedle knihoven a archivů spravují velké digitální repozitáře i univerzity. Průzkum formátových politik těchto institucionálních repozitářů ukázal, že nejrozšířenějším formátem je TIFF, který akceptují všechny sledované repozitáře, TIFF je zde zároveň i preferovaným formátem. Formát JPEG 2000 některé repozitáře nepodporují vůbec (UCD Library⁷¹, Virginia Tech⁷², University of Sydney⁷³, The University of Western Australia⁷⁴), jiné jej přijímají spolu s formátem TIFF, případně dalšími formáty (Harvard

⁶⁷ <http://www.kdk.fi/images/tiedostot/NDL-File-Formats-v1.5.1-en.pdf>

⁶⁸ <https://www.nlm.nih.gov/digitalrepository/digispecs.html>

⁶⁹ http://wiki.dpconline.org/images/7/70/JP2_Assessment_v1.3.pdf

⁷⁰ Nutno podotknout, že ve stejných letech proběhlo i zhodnocení formátu TIFF a i zde bylo nalezeno několik rizik (4) pro digitální archivaci. Více viz http://wiki.dpconline.org/images/6/64/TIFF_Assessment_v1.3.pdf.

⁷¹ <http://libguides.ucd.ie/data/fileformats>

⁷² <https://etd.vt.edu/howto/accept.html>

⁷³ <https://library.sydney.edu.au/research/data-management/file-formats.html>

⁷⁴ <http://guides.library.uwa.edu.au/c.php?g=325196&p=2178568>





University⁷⁵), další jej uvádějí jako preferovaný formát (Missouri University of Science and Technology⁷⁶, Cornell University Library⁷⁷, knihovna Polytechniky ve švýcarském Lausanne (Rolex Learning Center)⁷⁸, Smithsonian Institution Archives⁷⁹, knihovna Univerzity v Marylandu⁸⁰; CSU Digital Repository v knihovnách Coloradské státní univerzity⁸¹; knihovny Washingtonské univerzity⁸²).

Jsou ale zřejmě také instituce, které, ačkoliv formát JP2 původně implementovaly, od něj nyní pouštějí. Víme například o Univerzitě v Illinois (University of Illinois at Urbana-Champaign). V roce 2007 zde začali jako archivační formát pro obrazová data (bezeztrátová komprese) používat JPEG 2000, hlavním důvodem byla úspora místa oproti nekomprimovanému TIFFu, v roce 2007 se stal preferovaným archivačním formátem před formátem TIFF. V letech 2015–2016 náhodně vybrané soubory v tomto formátu (spolu s ostatními souborovými formáty) podrobili testování, které spočívalo ve schopnosti otevřít tyto soubory na běžné softwarové konfiguraci uživatelského počítače. A přestože byly soubory JP2 klasickými nástroji označené za validní a některé aplikace je dokázaly otevřít, hlavní, široce dostupná aplikace Photoshop nedokázala většinu vybraných souborů zobrazit. Korektně zobrazila méně než polovinu testovaných obrazů.⁸³ Zjistili tedy, že jejich repozitář patrně obsahuje soubory (a zřejmě významné množství JP2 souborů), které ani uživatelé ani zaměstnanci knihovny nedokáží zobrazit. Nástroje, které je dokázaly zobrazit, jsou nástroje používané spíše specialisty než laiky, tj. nelze s nimi v uživatelské komunitě příliš počítat. Přestože se dle autorů nejedná o akutní riziko pro dlouhodobé uchování souborů, protože je možné je bezeztrátově konvertovat do jiného formátu, jedná se o akutní problém z uživatelského hlediska. Proto se zde rozhodli vrátit se k původně preferovanému formátu TIFF jako k formátu archivačnímu. Nicméně formát JPEG 2000 používají stále, ale už jen jako zpřístupňující kopie ve svých digitálních obrazových kolekcích, přičemž jej stále považují pro tyto účely za vyhovující a užitečný (Rimkus 2016).

Formát JPEG 2000 pro zpřístupňování svých kolekcí používají také Chronicling America⁸⁴.

JPEG 2000 v dalších českých institucích

Vedle Národní digitální knihovny je formát JPEG 2000 pro archivační účely využíván nyní v úložišti DigiDepot Státního oblastního archivu v Třeboni. Úložiště vzniklé v roce 2011 původně archivovalo obrazy ve formátu TIFF s LZW kompresí. Z důvodu úspory místa jej později nahradil formát JPEG 2000. Obrazy ve formátu JPEG 2000 jsou komprimovány be-

⁷⁵ <https://wiki.harvard.edu/confluence/display/digitalpreservation/Formats+Supported+by+the+DRS>

⁷⁶ https://scholarsmine.mst.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=scpro_guidelines (spolu s tiffem)

⁷⁷ <http://guides.library.cornell.edu/ecommons/formats>

⁷⁸ https://researchdata.epfl.ch/files/content/sites/researchdata/files/doc/EPFL_recommended_file_formats.pdf

⁷⁹ <https://siarchives.si.edu/what-we-do/digital-curation/recommended-preservation-formats-electronic-records>

⁸⁰ <https://www.lib.umd.edu/data/formats>

⁸¹ https://lib.colostate.edu/wp-content/uploads/2017/07/Preservation_Policy.pdf

⁸² <http://digital.lib.washington.edu/preferred-formats.html>

⁸³ Jednalo se o validní soubory dle validačních nástrojů, ale nešly v aplikacích otevřít, důvod neznámý.

⁸⁴ <http://chroniclingamerica.loc.gov/>





zeztrátově, s velikostí dlaždic 2048, průběhem zobrazení LRCP, s 5 dekompozičními úrovněmi a jednou vrstvou kvality a s velikostí bloků 64×64. Tyto hodnoty byly stanoveny na základě doporučení existujících projektů a na základě jejich vlastních testů a potřeb. Pro konverzi do formátu JPEG 2000 používají knihovnu Grok. Je to knihovna, která si v testu provedeném archivem vedla lépe oproti nástroji ImageMagick, a zároveň ji bylo možné nasadit ve workflow na rozdíl například od nástroje OpenJPEG, který se nepodařilo přeložit na používaný operační systém. Výsledné soubory kontrolují nástrojem Jpylyzer (Hankovec 2017).

Formát JPEG 2000 dále používá Moravská zemská knihovna (MZK) například pro archivaci a zpřístupnění digitalizovaných historických sbírek a dalších unikátních fondů (mapy, staré tisky). Pro zpřístupnění knihovna používá image server IIPImage, který byl díky podpoře MZK v roce 2009 doplněn o podporu formátu JPEG 2000 (Žabička 2011). Mapy jsou uloženy v bezeztrátovém formátu JPEG 2000 a prostřednictvím IIPImage se z něj generují obrazy ve formátu JPEG (např. *mapy.mzk.cz*) (Žabička, Přidal 2010). Imageserver IIPImage je integrován i do aplikace Kramerius.

Formát JPEG 2000 též využila Univerzita Karlova v některých svých projektech. Pro archivaci digitalizovaných dokumentů jej využívá Ústav dějin a Archiv Univerzity Karlovy v rámci projektu Studenti pražských univerzit 1882–1945. Formát JPEG 2000 byl vybrán kvůli výrazné úspoře místa a kvůli svým pokročilým presentačním vlastnostem. Pro konverzi se v tomto projektu používá nástroj Kakadu. V jiném projektu Univerzity Karlovy – TEMAP – Technologie pro zpřístupnění mapových sbírek ČR: metodika a software pro ochranu a využití kartografických děl národního kartografického dědictví – se formát JPEG 2000 používá pro zpřístupnění digitálních dokumentů vzniklých v projektu. V tomto projektu se pro konverzi do formátu JPEG 2000 používá nástroj ImageMagick, protože je s jeho pomocí možné do obrazů náhodně vkládat vodoznak⁸⁵, což nástroj Kakadu neumí (Pavlásková 2017).

Pro naše výzkumné účely jsme z dostupných dat sestavili tabulku profilů používaných ve světových institucích (viz příloha). Jak bylo uvedeno výše, průzkum se zaměřil hlavně na významné paměťové instituce, bylo-li ale zjištěno použití formátu u jiné než paměťové instituce, byla tato pro ilustraci do přehledu též zařazena (např. FBI). Profil, tak jak je prezentován v tabulce, není vždy explicitně vyjádřeným profilem v nám dostupných zdrojích, v některých případech byl sestaven na základě příkazových řádků jednotlivých institucí a na základě hodnot, která nástroj Kakadu má nastavené jako defaultní.

Závěr

Výše uvedené dokládá, že v případě formátu JPEG 2000 se jedná o pokročilý formát, využívaný světovými institucemi a figurující v několika respektovaných doporučeních vztahujících se k dlouhodobé archivaci digitálního obsahu. Na základě aktuálního stavu vědomostí je možné jej označit za formát, který dokáže uchovat digitální obsah po dobu několika následujících let. Některé instituce jej považují za formát schopný uchovat digitální obsah po dobu minimálně deseti let, což je v nynější situaci pravděpodobně maximální doba, pro kterou lze v oblasti digitální archivace vytvářet předpovědi. Lze konstatovat, že uživatelská komunita je v roce 2017 poměrně rozsáhlá, existuje více nástrojů (komerčních i volně dostupných) pro tvorbu validních souborů a jsou k dispozici i vhodné validační nástroje. Přestože v laické veřejnosti není formát JPEG 2000 příliš znám a v běžných softwarech nemá plnou podporu, můžeme ho bez pochybností prohlásit za vhodný pro účely dlouhodobého uchování.

⁸⁵ Digitalizované dokumenty byly dále nelegálně komerčně zpřístupňovány.



Profily pro formát JPEG 2000 u zahraničních institucí vydané v letech 2014–2017

	Library of Congress, program NNDP (2016) ¹		Japonsko – National Diet Library (2015) ²		Princeton (2015) ³		National Archives UK (last update 2016) ⁴		HathiTrust (2014) ⁵		Oldmaps online (2014–2015) ⁶		Francie – BnF (2014, 2015) ⁷		Francie – IGN (geografický institut) (2014–2015) ⁸	
	Pro	UC	UC	MC	UC	MC	UC	MC	knihy apod.	mapy	knihy apod.	UC	MC	mapy	UC	MC
Dlaždice	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1024x1024	1 di. (def.)	1 di. (def.)	1 di. (def.)	1 di. (def.)	1024x1024	1024x1024	1 di. (def.)	1 di. (def.)
Metadata	Ano v XML boxu	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí	Jp2_box (UUID box)	Neuvádí	Neuvádí	Neuvádí
Zrátovost	9-7	9-7	5-3	5-3	9-7	5-3	9-7	5-3	9-7 (5-3 vyjimečně)	9-7	9-7	9-7	9-7	9-7	9-7	5-3
Kompresní poměr	cca 8:1	-rate 0,48	2:1-3:1	2:1-3:1	10:1	6:1 (v rozsahu 4:1-10:1)	6:1	6:1	Slope 42988	-rate 0,5	-	-	1:4 (pro 24bit)	20:1	20:1	20:1
Průběh zobrazení	RLCP v RLPC	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP	RLCP
Dekompoziční úrovně	6	6	6	6	7	7	7	7	5-32	7	7	7	10	8	10	8
Vrstvy kvality	25	1	1	1	7-8	7	7	1	8 (počet není pevně stanoven)	1	1	2	10	12	10	12
Velikost bloků	64x64	64x64	64x64	64x64	64x64	64x64 (def.)	64x64 (def.)	64x64 (def.)	64x64	64x64	64x64	64x64	64x64	64x64 (def.)	64x64 (def.)	64x64 (def.)
Precinct (regiony)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	{256,256}	{256,256}	{256,256}	{256,256}	{256,256}	{256,256}
TLM marker	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
ORG	NE	NE	NE	NE	ORGgen_plt=yes	NE	NE	NE	NE	NE	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes
SOP	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	YES	YES	YES	YES	NE	NE	NE	NE
EPH	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	YES	YES	NO	NO	NE	NE	NE	NE
Bypass	ANO?	NE	NE	NE	NE	Výběrový	Výběrový	Výběrový	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

	British Library (2014)	Oxford Digital Library (2014) ⁹	Internet Archive (2015)	FBI (2015) ¹⁰	New York Public Library ¹¹ (2014)	Kungliga Biblioteket (švédská národní knihovna) (2017)
Pro	Hlavně noviny			Otisky prstů		Noviny
UC v MC	UC i MC	MC i UC		8bit grayscale, 1 komponent	MC (pro UC 9-7)	MC
Dlaždice	1 dlaždice	1 dlaždice	1 dl.			1024x1024
Metadata	Neuvádí	Neuvádí		Asi neuvádí		ANO - nastavení, která byla použita pro tvorbu souboru
Ztrátovost	9-7	5-3		9-7 i 5-3	5-3	9-7
Kompresní poměr	Asi 2:1 – 3:1 ¹²		-přes srovnání, slightly lossy (10:1+)	10:1 (pro 5-3 1:1)		1:6
Průběh zobrazování	RPCL	RPCL		RPCL		RPCL
Dekompoziční úrovně	6 nebo více	6		6		6
Vrstvy kvality	(spec.-rate) okolo 12		1	6		14
Velikost bloků	64x64	64x64	Neuvádí	64x64		64x64
Precinct (regional)	{256,256}{256,256}	{256,256}{256,256}	Neuvádí	Neuvádí		Ne
TLM marker	NE	NE	Neuvádí	Neuvádí		ANO
ORG.....	ORGgen_plt=yes	ORGgen_plt=yes	Neuvádí	Neuvádí		ANO
SOP	NE	YES	Neuvádí	Neuvádí		ANO
EPH	NE	YES	Neuvádí	Neuvádí		ANO
Bypass	ANO	Neuvádí	Neuvádí	NE		Neuvádí

1 <https://www.loc.gov/ndnp/guidelines/archive/JPEG2kSpecs-2-9.pdf>

2 https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=465937636926991&id=254566848064072

3 <https://groups.google.com/forum/#!topic/iiif-discuss/OFzWFLaWV5E>

4 <https://nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/digitisation-at-the-national-archives.pdf>

5 <http://journal.code4lib.org/articles/9703>

6 Asi <http://help.oidmapsonline.org/jpeg2000>

7 http://www.bnf.fr/documents/ref_num_fichier_image.pdf, http://www.bnf.fr/documents/ref_num_fichier_image_v2.pdf

8 http://professionnels.ign.fr/sites/default/files/DT_JPEG2000.pdf

9 Dříve používali TIFF pro archivní kopie. Jpeg2000 – používají 1 soubor pro uchování i zprístupnění.

10 <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/specialpublications/NIST.SP.500-289.pdf>

11 <http://julietteappold.com/work/digitalpreservation2014/appold-digitalreservationproposals.pdf>

12 Nemají přímo specifikovaný kompresní poměr – musí být jen „minimally lossless“ – konkrétní kompresní poměr se bude odvíjet od: 1. měření kvality obr (PSNR...), 2. subjektivního posouzení (jsou vidět rozdily?).

Použitá literatura

- BAŘINA, David. Analýza nastavení formátu JPEG 2000. 2017.
- BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE. *Référentiel de format de fichier image v2* [online]. 24 Avril 2015. Version 1 [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: http://www.bnf.fr/documents/ref_num_fichier_image_v2.pdf.
- BROWN, Tom. Digital Imaging: Is JP2 the file format of choice for the museum and heritage sector? Museums + Heritage Adviso [online]. Worcester: M and H Media, 18.11.2014 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <http://advisor.museumsandheritage.com/blogs/digital-imaging-is-JP2-the-file-format-of-choice-for-the-museum-and-heritag/>.
- BUONORA, Paolo a Franco LIBERATI. 2008. A Format for Digital Preservation of Images: A Study on JPEG 2000 File Robustness. *D-Lib Magazine* [online]. July/August 2008, 14, 7/8 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://www.dlib.org/dlib/july08/buonora/07buonora.html>. ISSN 1082-9873. DOI: 10.1045/july2008-buonora.
- BUCKLEY, Robert. Guest Post: Colour in JP2. *Wellcome Library JP2 blog*. [online] 28 April 2011 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: http://JPEG_2000wellcomelibrary.blogspot.co.uk/2011/04/guest-post-color-in-JP2.html.
- BUCKLEY, Robert. *JPEG 2000 as a Preservation and Access Format for the Wellcome Trust Digital Library* [online]. London: King's College London, Aug 2009, 17 s. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://wellcomelibrary.org/content/documents/22082/JPEG_2000-preservationformat.pdf.
- BUCKLEY, Robert. *JPEG 2000 Profile for the National Digital Newspaper Program* [online]. April 27, 2006. Dostupné z: http://www.loc.gov/ndnp/guidelines/docs/NDNP_JP2HistNewsProfile.pdf.
- BUCKLEY, Robert. *T5C JPEG-2000 and JP2 for Image Preservation and Distribution*. Archiving 2010, June 1–4, 2010, Haag, Netherlands.
- BUCKLEY, Robert. *Using Lossy JPEG 2000 Compression For Archival Master Files* [online]. March 12, 2013. Version 1.1 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <http://www.digitizationguidelines.gov/still-image/documents/JP2LossyCompression.pdf>.
- CORRADO, Edward M. a Heather MOULAISON SANDY. *Digital preservation for libraries, archives, and museums*. Lanham, 2014. ISBN 978-0810887121.
- DERIDDER, Jody L. a Alissa Matheny HELMS. Intake of Digital Content: Survey Results From the Field. *D-Lib Magazine* [online]. 2016, 22(11/12) [cit. 2018-02-01]. DOI: 10.1045/november2016-deridder. ISSN 1082-9873. Dostupné z: <http://www.dlib.org/dlib/november16/deridder/11deridder.html>.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT. DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ [online] Bonn, 2016. [cit. 2017-09-08] Dostupné z: http://www.dfg.de/formulare/12_151/12_151_de.pdf.
- DUPLOY, Laurent. JPEG 2000 as a preservation format for digitization: lessons learned from a library. In: Archiving2017: Final Program and Proceedings : May 15–18, 2017, Riga, Latvia. Riga: Society for Imaging Science and Technology, 2017, s. 157–159. ISBN 978-0-89208-326-8.
- FEDERAL AGENCIES DIGITAL GUIDELINES INITIATIVE. *Raster Still Images for Digitization: A Comparison of File Formats* [online] August 2014 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI_RasterFormatCompare_p3_20140829_r.pdf.
- FEDERAL AGENCIES DIGITAL GUIDELINES INITIATIVE. *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raste Image Files* [online] September 2016 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI%20Federal%20%20Agencies%20Digital%20Guidelines%20Initiative-2016%20Final_rev1.pdf.
- FORNARO, Peter. TIFF in Archives: A Survey about Existing Files in Memory Institutions. IN *Archiving2017*, May 15–18 2017, Riga, Latvia. 2017. Final Program and proceedings, s. 6–10.
- HAFEY, Chris. JPEG 2000 *Decoding Performance* [online]. September 14, 2016 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: http://chafey.blogspot.cz/2016/09/JPEG_2000-decoding-performance.html.



HAFEY, Chris. *JPEG 2000 – The good, the bad and the ugly* [online]. September 8, 2016 [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <http://chafey.blogspot.cz/2016/09/jpeg-2000-good-bad-and-ugly.html>.

HANKOVEC, Martin. *Zkušenosti s JPEG 2000 v projektu DigiDepot*. 2017.

VAN DER KNIJFF, Johan. *ICC profiles and resolution in JP2: update on 2011 D-Lib paper*. Shared solutions for effective and efficient digital preservation – Open Preservation Foundation [online]. The Open Preservation Foundation, 1. 7. 2013 [cit. 2017-09-15]. Dostupné z: <http://openpreservation.org/blog/2013/07/01/icc-profiles-and-resolution-JP2-update-2011-d-lib-paper/>.

VAN DER KNIJFF, Johan. JPEG 2000 for Long Term Preservation: JP2 as a Preservation Format. *D-Lib Magazine*. May/June 2011, 17(5/6). [cit. 2017-09-15]. Dostupné z: <http://www.dlib.org/dlib/may11/vanderknijff/05vanderknijff.html>.

KYSELÝ, František. Metody maskování chyb pro Motion JPEG 2000. *Elektrorevue: časopis pro elektrotechniku*. Brno: Vysoké učení technické, 2007(11). ISSN 1213-1539.

LIBRARY AND ARCHIVES CANADA. Digital Policies, Guidelines and Tools, JPEG 2000 as a Preservation File Format [online] 2008 [cit. 2017-09-29]. Dostupné z: <http://web.archive.org/web/20121006044206/http://www.collectionscanada.gc.ca:80/digital-initiatives/012018-2100.03-e.html>.

LIBRARY OF CONGRESS. JPEG 2000 Part 1 (Core) JP2 File Format. Sustainability of Digital Formats: Planning for Library of Congress Collections [online]. Washington: Library of Congress, 2017. Poslední aktualizace 27-07-2017 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000143.shtml>.

LIBRARY OF CONGRESS. Recommended Formats Statement 2017–2018. Washington: Library of Congress, 2017. Dostupné z: <https://www.loc.gov/preservation/resources/rfs/RFS%202017-2018.pdf>.

LOWE, David a Michael J. BENNETT. Where We Are Today: An Update to The UConn Survey on JPEG 2000 Implementation for Still Images. 2011. UConn Library Presentations. 30. Dostupné z: http://opencommons.uconn.edu/libr_pres/30.

MARTIN, Sean. British Library JPEG 2000 profile [online]. 2011 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <http://www.digitizationguidelines.gov/still-image/documents/Martin.pdf>.

MATELA, Jiří. Implementace JPEG 2000 komprese na CPU [online]. 2009 3 [cit. 2017-09-29]. Diplomová práce. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/99087/fi_m/dp.pdf.

NEISS, Bengt. file format for still images [elektronická pošta]. Message to: natalie.ostrakova@nkp.cz. 9. listopadu 2017 [cit. 2017-11-10]. Osobní komunikace.

PAVLÁSKOVÁ, Eliška. Příklady využití JPEG 2000 na Univerzitě Karlově. 2017.

PREFORMA PROJECT [online]. 2014 [cit. 2017-11-01]. Dostupné z: <http://www.preforma-project.eu/>.

RIMKUS, Kyle a Scott WITMER. Identifying Barriers to File Rendering in Bit-level Preservation Repositories: A Preliminary Approach. *Proceedings of the 13th International Conference on Digital Preservation*. Bern, Switzerland: Swiss National Library, 2016. s. 121–128.

RIMKUS, Kyle et al. Digital Preservation File Format Policies of ARL Member Libraries: an analysis. *D-Lib Magazine*. 20(3/4) 2014. doi:10.1045/march2014-rimkus. Dostupné z: <http://www.dlib.org/dlib/march14/rimkus/03rimkus.html>.

SHELKENS, Peter, Athanassios SKODRAS a Touradj EBRAHIMI, ed. *The JPEG 2000 suite*. Chichester: Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-72147-6.

SMITH, Kari, Sarah SAUNDERS a Ulla BOGVAD KEJSER. Making the Case for Embedded Metadata in Digital Images. In: *Archiving2014: May 13–16, 2014, Berlin, Germany*. Springfield (USA): Society for Imaging Science and Technology, 2014, s. 52–57. ISBN 9780892083091.

Succeed Project. D4.1: Recommendations for metadata and data formats for online availability and long-term preservation. 2014. http://www.digitisation.eu/download/Succeed_600555_D4.1_RecommendationsOnFormatsAndStandards_v1.1.pdf.

SEČÍK, Daniel. *OpenJPEG performance improvements*. 11.10.2017 [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://groups.google.com/forum/#!topic/openjpeg/ACXOQoyKMkA>.





THE NATIONAL ARCHIVES. Digitisation at The National Archives. 2016. Dostupné také z: <http://www.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/digitisation-at-the-national-archives.pdf>.

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN. The University of Michigan University Library Digital Library Production Services Digital Conversion Unit. 2014. Dostupné také z: <https://www.hathitrust.org/documents/UMDigitizationSpecs20100827-CCByLicense.pdf>.

VYCHODIL, Bedřich. 2010. JPEG 2000 – Aneb nemyslete si, že vás mine! *Knihovna: knihovnická revue*. 2010, 21(2), 53–68. Dostupné také z: <http://knihovna.nkp.cz/knihovna102/10253.htm> ISSN 1801-3252.

VYCHODIL, Bedřich. Produkce digitálních obrazových dat a jejich kontrola [online]. 2013 [cit. 2017-09-29]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/102364>. Vedoucí práce Jiří Souček.

ŽABIČKA, Petr. *Metodika pro on-line zpřístupňování starých map a dalších grafických dokumentů pro paměťové instituce*. Brno: Moravská zemská knihovna, 2011. Dostupné z: https://www.mzk.cz/sites/mzk.cz/files/metodika_pro_online_zpristupnovani_starych_map__1.pdf.

ŽABIČKA, Petr a Petr PŘIDAL. *Vyhledávání a georeferencování map*. 2010. Dostupné z: <http://skip.nkp.cz/KeStazeni/Archivy10/den2/Zabicka.pdf>.

OSTRÁKOVÁ, Natalie. JPEG 2000 jako archivní formát obrazových dat. *Knihovna: knihovnická revue*, 29(1), 5–26. ISSN 1801-3252.

