

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Ústav informačních studií a knihovnictví

Studijní program: informační studia a knihovnictví

Studijní obor: informační studia a knihovnictví

Bc. Bedřich Vychodil

Obrazové dokumenty

Diplomová práce

Praha 2007

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Richard Papík, Ph. D.

Oponent diplomové práce:

Datum obhajoby:

Hodnocení:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze 17. srpna 2007

.....

podpis diplomanta

Identifikační záznam

VYCHODIL, Bedřich. *Obrazové dokumenty [Image documents]*. Praha, 2007. 131 s., V s. příl, 1 DVD. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví 2007. Vedoucí diplomové práce PhDr. Richard Papík, Ph. D.

Abstrakt

Tématem diplomové práce jsou obrazové dokumenty. Uspořádána je do tematických kapitol. V úvodní kapitole je zmíněna důležitost obrazových dokumentů, ve druhé kapitole je vymezen pojem obrazový dokument, jeho vznik, záznam a vnímání. Třetí kapitola se věnuje médiím, vymezuje pojem médium, nastiňuje jejich rozdělení a přináší podobnější pohled na vybraná média (fotografie, digitální fotografie, trojrozměrná fotografie). Na ni navazuje čtvrtá kapitola věnující se optickým médiím, jejich rozdělení a stručnému popisu jednotlivých vybraných druhů záznamových disků včetně holografických medií. Opomínuty nejsou ani možnosti ukládání na optická média v porovnání s magnetickými páskami. Problematice stárnutí optických medií, jejich údržbou a životností je věnována kapitola pátá. V kapitole šesté se od medií přechází k teorii a vnímání barev, k barevným modelům a grafickým formátům. Na ni navazuje kapitola sedmá, pojednávající o skenerech. Osmou kapitolou tvoří závěr, který shrnuje získané poznatky. Součástí práce je též příloha Porovnání optických medií a jedno DVD s doprovodným materiálem.

Klíčová slova

obrazový dokument, obrazová informace, písmo, médium, fotografie, 2D, 3D, hologram, optická média, skener, barva, komprese, grafický formát.

Obsah

PŘEDMLUVA	9
1 ÚVOD	10
2 OBRAZOVÉ DOKUMENTY	12
2.1 Co JE TO OBRAZOVÝ DOKUMENT.....	12
2.2 VZNIK OBRAZOVÉHO DOKUMENTU.....	13
2.3 ZÁZNAM OBRAZOVÉHO DOKUMENTU.....	17
2.3.1 Vnímání obrazového dokumentu.....	17
3 MÉDIA	19
3.1 Co JE TO MÉDIUM.....	19
3.2 VYMEZENÍ.....	19
3.3 ROZDĚLENÍ MÉDIÍ.....	20
3.4 POROVNÁNÍ MÉDIÍ.....	25
3.4.1 Analogová versus digitální.....	25
3.5 PODROBNĚJŠÍ POHLED NA VYBRANÁ MÉDIA.....	27
3.5.1 Fotografie.....	27
3.5.1.1 Historie fotografie.....	28
3.5.1.2 Vynález chemické fotografie.....	28
3.5.1.3 Důležitá data na poli chemické fotografie.....	29
3.5.1.4 Závěr.....	30
3.5.2 Digitální fotografie.....	31
3.5.2.1 Historie digitální fotografie.....	31
3.5.2.2 Důležitá data na poli digitální fotografie.....	33
3.5.2.3 Rozlišení snímačů.....	33
3.5.2.4 Porovnání snímačů a jejich vlastností.....	34
3.5.2.5 Závěr.....	35
3.5.3 Trojrozměrné fotografie.....	36
3.5.3.1 Typy trojrozměrných fotografií.....	36
3.5.3.2 Hologram.....	38
3.5.3.2.1 Historie hologramu.....	38
3.5.3.2.2 Vymezení rozsahu.....	38
3.5.3.2.3 Druhy hologramů.....	39
3.5.3.2.4 Pohled do budoucna.....	40
4 OPTICKÁ MÉDIA	41
4.1 OPTICKÉ DISKY.....	41
4.2 ROZDĚLENÍ ZÁZNAMOVÝCH DISKŮ.....	41
4.2.1 Magnetooptický disk.....	41
4.2.1.1 Rozdělení magnetooptických disků.....	42
4.2.1.2 Způsob zápisu.....	42
4.2.1.3 Způsob čtení.....	42
4.2.2 MC (Mini disk).....	44
4.2.3 Kompaktní disk (Compact Disc).....	45
4.2.3.1 Historie CD, další vývoj.....	45
4.2.3.2 Technické specifikace CD.....	45
4.2.3.3 Rozdělení CD podle fyzického tvaru média.....	46
4.2.3.4 Specifikace CD disků podle využití.....	47
4.2.3.5 CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory).....	48
4.2.3.5.1 Historie CD-ROM.....	48
4.2.3.5.2 Technické specifikace CD-ROM.....	48
4.2.3.6 Photo CD.....	49
4.2.3.6.1 Převedení snímků na Photo CD.....	49
4.2.3.6.2 Technické specifikace.....	49
4.2.3.7 CD-Text.....	50
4.2.3.8 Compact Disc + Extended Graphics.....	50
4.2.3.9 CD-I (Compact Disc-Interactive) interaktivní CD.....	50
4.2.3.10 Gold CD.....	50
4.2.3.11 CD Video (CDV, CD-V, CD+V).....	51
4.2.4 DVD (Digital Versatile Disc nebo Digital Video Disc).....	52

4.2.4.1 Historie DVD.....	52
4.2.4.2 Technické specifikace.....	52
4.2.4.3 Rozdělení typů DVD nosičů podle obsahu.....	53
4.2.4.4 Typy médií.....	53
4.2.4.5 Kapacity médií v závislosti na typu.....	53
4.2.5 Holografická média.....	54
4.2.5.1 Ultrarychlé vyhledávání.....	57
4.2.5.2 Výhledy do budoucna.....	57
4.2.5.3 Povrchová hustota existujících a budoucích technologií.....	57
4.2.5.4 Optická hustota existujících a budoucích technologií.....	58
4.2.5.5 Závěr.....	59
4.3 UKLÁDÁNÍ – OPTICKÁ MÉDIA VERSUS MAGNETICKÉ PÁSKY.....	60
4.3.1 Celková cena vlastnictví (s provozem).....	60
5 PROBLEMATIKA STÁRNUTÍ OPTICKÝCH MÉDIÍ.....	62
5.1 DŮVODY A MECHANISMY DEGRADACE OPTICKÝCH MÉDIÍ, MOŽNÁ NÁPRAVA A PREVENCE.....	64
5.1.1 Disky s „vrozenou“ konstrukční vadou.....	64
5.1.2 Relativní vlhkost a teplota.....	64
5.1.3 Vzdušné polutanty.....	64
5.1.4 Prach, znečištění a otisky prstů.....	65
5.1.5 Světelné záření.....	65
5.1.6 Mechanické poškození.....	65
5.1.7 Organická rozpouštědla.....	66
5.1.8 Magnetismus, paprsky X, mikrovlny a radiace.....	66
5.1.9 Biologické poškození.....	66
5.1.10 Příklady poškození optických disků.....	67
5.2 POKYNY PRO MANIPULACI S CD A DVxD.....	68
5.3 ŽIVOTNOST MÉDIÍ.....	69
5.4 ZÁCHRANA DOKUMENTŮ – KONZERVOVÁNÍ A RESTAUROVÁNÍ.....	70
5.5 ZÁVĚR.....	70
6 BARVA.....	72
6.1 VNÍMÁNÍ BAREV.....	72
6.2 TEORIE BAREV.....	74
6.3 BAREVNÉ MODELÝ.....	75
6.3.1 Základní rozdělení barevných modelů.....	75
6.3.2 Přehled barevných modelů.....	76
6.3.2.1 RGB (aditivní míchání barev).....	76
6.3.2.1.1 Využití RGB.....	77
6.3.2.2 CMY (Subtraktivní míchání barev).....	78
6.3.2.2.1 Využití CMY(K).....	78
6.3.2.2.2 Převod RGB a CMY barev.....	79
6.3.2.3 HSV.....	80
6.3.2.3.1 Nedostatky.....	81
6.3.2.3.2 Využití HSV.....	81
6.3.2.4 HLS.....	81
6.3.2.4.1 Využití HLS.....	82
6.3.2.5 YUV.....	83
6.3.2.5.1 Převod YUV a RGB.....	83
6.3.3 Geometrie pixelů a jejich rozložení.....	85
6.3.4 Barevné komponenty pixelu.....	85
6.4 BAREVNÁ PALETA.....	85
6.4.1 Indexovaná barva.....	86
6.4.2 Využití.....	86
6.5 BAREVNÁ HLOUBKA.....	87
6.5.1 Používané barevné hloubky.....	87
6.5.2 Příklady obrázku v různých barevných hloubkách.....	89
6.6 GRAFICKÉ FORMÁTY.....	95
6.6.1 Rozpoznávání formátu souboru.....	95
6.6.2 Druhy grafických formátů.....	95
6.6.2.1 Bitmapová grafika (rastrová grafika).....	96
6.6.2.2 Vektorová grafika.....	96
6.6.2.3 Fraktálová grafika.....	97

6.6.3 Porovnání grafických formátů.....	98
6.6.3.1 Rastrová grafika.....	98
6.6.3.2 Vektorová grafika.....	98
6.6.4 Komprese grafických formátů.....	98
6.6.4.1 Bezeztrátová komprese.....	98
6.6.4.2 Ztrátová komprese.....	99
6.6.5 Představení používaných formátů.....	99
6.6.5.1 Rozdělení grafických formátů do skupin podle využití a funkce:.....	100
6.6.6 Grafické znázornění nepoužívanějších formátů	107
6.6.7 Kompresní algoritmy využitě v rámci formátů.....	108
6.6.8 Použité grafické formáty.....	109
7 SKENERY.....	110
7.1 HISTORIE.....	110
7.2 DĚLENÍ SCANNERŮ PODLE KONSTRUKCE.....	110
7.3 ČÁSTI SKENERU.....	111
7.3.1 Snímací prvek.....	111
7.3.1.1 CCD (Charged Coupled Device).....	111
7.3.1.2 CIS (Contact Image Sensor)	112
7.3.1.3 PMT – (Photo Multiplier Tubes)	113
7.4 DRUHY SNÍMATELNÝCH PŘEDLOH.....	114
7.4.1 Transparentní předlohy.....	114
7.4.2 Netransparentní předlohy.....	115
7.4.3 Pohyb snímače.....	115
7.4.4 A/D převodník.....	116
7.4.5 Typy rozhraní.....	116
7.5 SNÍMACÍ REŽIMY.....	116
7.5.1 Line Art.....	116
7.5.2 Halftone.....	117
7.5.3 Grayscale.....	117
7.5.4 Color.....	117
7.6 VELIKOST NASNÍMANÝCH OBRÁZKŮ.....	118
7.7 PARAMETRY SCANNERŮ.....	119
7.7.1 Barevná hloubka.....	119
7.7.2 Rozlišení obrazu.....	120
7.7.3 Maximální velikost snímané předlohy.....	120
7.7.4 Densita.....	121
7.8 SHRNUTÍ.....	121
8 ZÁVĚR.....	123
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE.....	125
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	131
SEZNAM TABULEK.....	134
PŘÍLOHA	I

Předmluva

Diplomovou práci se zaměřením na obrazové dokumenty jsem si zvolil z několika důvodů.

Prvním z nich je moje inklinace k umění. Též jako umělec (producent) se potýkám se stále rostoucí potřebou zpracovávání tvorby do digitální podoby. Problémy spatřuji, jak ve volbě správných formátů, použitého softwaru, s úskalími digitalizace, archivace a správy, tak s uchováním vytvořených dat.

Druhým důvodem je stále narůstající problém, v širším slova smyslu, v oblasti ukládání, správy a především dlouhodobého uchovávání dat profesionálních institucí. Tam bezesporu obrazové dokumenty patří. Do této oblasti spadá i palčivá problematika úložných/zobrazovacích médií.

V této práci se snažím o vymezení pojmu „obrazový dokument“. Zaměřuji se nejen na procesy potřebné pro vytváření a správu obrazových dokumentů, ale i na média, která jsou v různých formách a za určitých podmínek schopna uchovávat/zobrazovat obrazové dokumenty.

V průběhu práce jsem se setkal s mnoha postupy, technologiemi, definicemi, názory, které se v průběhu nebo i před vlastním uvedením do praxe staly slepými uličkami. Z důvodů nepřekročení rozsahu práce jsem omezil výčet informací v naprosté většině na používané a jistý čas zavedené technologie.

Z důvodů vyšší vizuálnosti byla na grafické demonstrace použita *fotografie*¹, na které jsem se pokusil zachytit hlavní body práce s obrazovým dokumentem.

Celkový rozsah diplomové práce je 131 stran, V stran příloh, součástí práce je také příloha na DVD. Především z důvodů rozsahu práce nebyla věnována pozornost pořádání, které je uvedeno v zadání diplomové práce.

Citace v textu jsou uváděny podle tzv. Harvardského systému, kdy je vstupním prvkem první údaj záznamu a datum vydání. Použitá literatura a zdroje jsou citovány podle norem ISO 690 a ISO 690-2 a řazeny abecedně podle prvního vstupního údaje, v případě shody podle dalších údajů následujících.

Za vytrvalost a osobitý způsob spolupráce děkuji svému vedoucímu práce PhDr. Richardu Papíkovi, Ph.D. Za pomoc při formálním zpracování práce děkuji Bc. Markétě Opálkové a svému otci Mgr. Emanuelu Vychodilovi.

¹ Použitá fotografie pochází z autorova archivu. Rozlišení 2400x1600 bodů, True Color 24bit, E 1/90s, f/6.3, ISO 800, ohnisková vzdálenost 200mm, PENTAX K100D, rok 2007.

1 Úvod

Práce, která je uspořádána do tématických kapitol, vymezuje a snaží se o představení pojmu „obrazový dokument“ od jeho počátků až po současnost.

V první kapitole je nastíněna důležitost a zrod obrazových dokumentů a první pokusy o jejich zaznamenávání, které se již od počátků ubíraly vizuálním směrem, tedy jistou formou obrazového vyjádření. Přestože jsou teorie o jejich vzniku pouze nepřesnými hypotézami, dokáží nám přiblížit možný, nám srozumitelný, scénář vývoje.

Druhá kapitola pojednává o nedaleké, dobře dokumentovatelné historii vývoje záznamových médií, jejich vzniku, záznamu a vnímání. Ukazuje rozličné techniky a postupy, které řadí podle jejich specifických vlastností.

Třetí kapitola si klade za cíl vymezení pojmu médium, nastiňuje jejich rozdělení a přináší pohled na vybraná média. Za zásadní zlom je považován objev fotografie a její vývojové větve, které společně s objevitelskými průlomy v této oblasti ukazují co vše vedlo k dnešnímu digitálnímu zaznamenávání světa kolem nás.

Vývoj záznamových médií provází lidstvo od samých počátků vývoje, ale teprve příchodem binárního záznamu přichází nová éra, éra digitálního záznamu. Tímto přelomovým obdobím se mění i naše celkové chápání pojmu médií a informace vůbec. Od tohoto objevu, se informace stává nezávislá na daném médiu. Práce je zaměřena na období od 80. let, kterému se věnuje čtvrtá kapitola. Začínají se komerčně nabízet optická a magnetooptická záznamová média, na která jsou informace ukládány v digitální formě, do současnosti. Vybrané druhy formátů médií jsou představeny společně s jejich vnitřní strukturou. K porovnání je uveden průřez optickými médii s dostupnými technickými detaily.

Šířeji je pojednáno o již delší dobu zkoumané pokročilé technice holografického záznamu 3D prostředí a jejího slibného využití v oblasti ukládání dat. Jsou představeny nové technologické postupy z oblasti ukládání dat do objemu média, právě za použití holografického záznamu.

Opominuty nejsou ani možnosti ukládání na optická média v porovnání s ukládáním na magnetické pásky.

Problematice stárnutí optických médií, jejich údržby a životnosti je věnována kapitola pátá. Z důvodů masivního využívání optických médií a náchylnosti k jejich poškození je nemalá část práce věnována této problematice, tedy degradaci optických médií. Jsou uvedeny pokyny pro správné zacházení s nimi a hlavní příčiny degradace s možnostmi její eliminace,

kteřé vychází z dlouholeté praxe. Uvedeny jsou též příklady možných poškození optických médií zapříčiněných nesprávným zacházením, skladováním, či špatnou volbou média. Odborně vedené testy nám odhalí zákulisí stárnutí materiálů optických disků a doporučí obecná kritéria pro volbu optických médií.

V šesté kapitole se přechází k teorii vnímání barvy, na to navazujících barevných modelů a grafických formátů, na teorii potřebnou ke správnému pochopení dále používaných pojmů v oblasti digitalizace obrazu. Je demonstrováno, jak základní volby (barevná paleta, barevná hloubka, rozlišení atd.) používané k definici obrazu, ovlivňují výstup spolu s velikostí souboru. Jedná se o jakéhosi průvodce v oblasti teorie barvy, který má za úkol názornou formou představit chápání barvy v oblasti digitálního zpracování obrazového dokumentu.

Závěrečná část této kapitoly se zabývá otázkou grafických formátů. Je uveden seznam běžně používaných formátů s jejich popisy a využitím. S těmi nejběžnějšími je provedeno porovnání v podobě grafického výstupu. Jsou přiloženy příklady zpracování obrázků za použití různých druhů kompresí. Názorné ukázky a přiložená data vedou k praktickým závěrům využitelných v oblasti digitalizace obrazového dokumentu.

Závěrečná sedmá kapitola se zabývá skenery, tedy zařízeními určených k digitalizaci obrazového dokumentu. Její umístění na konci práce je z důvodů odkazování se na probranou teorii. Jsou uvedeny základní konstrukce skenerů společně s popisem jejich funkce a možného využití. Seznámíme se s technickými parametry skenerů a jejich základními částmi, které ovlivňují výslednou kvalitu výstupu. Pozornost je věnována samotnému skenovacímu procesu s přiloženými příklady skenovacích režimů a možností teoretického výpočtu velikostí skenovacích dokumentů před vlastním skenováním. Na závěr jsou zmíněny nejdůležitější parametry skenerů, kterými by se měl potenciální zájemce řídit.

Osmou kapitolu tvoří závěr, který shrnuje problematiku obrazového dokumentu a předkládá získané poznatky.

2 Obrazové dokumenty

2.1 Co je to obrazový dokument

Grafické znázornění je odpradávná projevem snahy o uchování myšlenek a představ o životě a světě. Vizuelní vytváření a předávání informací má v současné komunikaci stále větší význam. A právě jedním z působivých druhů komunikačních prostředků, jež nám může předat informaci vizuelně, je informace reprezentující obsah prostřednictvím obrazu, případně informace obsažená v obrazu, tedy obrazová informace (ikonická, grafická). Je-li obrazová informace obsažená v obrazu, označuje obsah obrazu, tj. informaci zaznamenanou a sdělovanou obrazem, jež je určená ke smyslovému vnímání a je jiná než informace o struktuře tohoto obrazu [KUČEROVÁ, 2003]. Vícevrstevnatost a signální působení staví obraz a jeho emocionální působení nad verbální sdělení.

Nositeli obrazové informace jsou tzv. obrazové dokumenty, tedy dokumenty, jejichž základní charakteristikou je dvojrozměrné obrazové vyjádření. Tyto dokumenty zobrazují věcný obsah na ohraničeném materiálním prostředku. Mohou být statické (např. fotografie, malba, umělecká reprodukce, grafy, konstrukční výkresy, rukopisy, tabulky) nebo pohyblivé (audiovizuelní záznamy a kinematografické filmy) [CELBOVÁ, 2003; ŠTIKAR, 1991]. S rozvojem moderních technologií získávají obrazy v současné době i třetí rozměr. 3D obrazy (trojrozměrné fotografie, hologramy) dokáží zachytit i hloubku (objem) snímaného předmětu, a tím se více podobají reálnému světu, než obrazy dvourozměrné.

Statické či neměnné obrazy jsou působivým informačním zdrojem. Vizuelní zobrazení umožňuje například vysvětlit mnohadimenzionální funkční vztahy a přivést k verbálnímu porozumění (popis osoby proti popisu fotografie). Vizuelnímu zobrazení dává člověk přednost před přirozeným zpravidla proto, že obraz může být prezentován delší dobu [ŠTIKAR, 1991]. V informačním vztahu představuje obraz objemnou formu vyjádření okolní skutečnosti.

Obrazové dokumenty, obrazy jako takové, patří ke komunikačním prostředkům nezávislým na jazyce. Proto mají význam v situacích, kdy jde o rychlé rozpoznávání složitosti a rizika. Čitelnost znaků je závislá na jejich rozměrech, jas, kontrastu, osvětlení a poloze. V informačním a vizuelním působení určujeme tři úrovně technických aktivit: facilitační (posílení vlastních receptorů – dalekohled), substituční (vytvoření nezávislých symbolických prostředků a médií k jejich uchování a přenosu) a transformační (vytváření komplexních systémů pro přenos, příjem, uchování a zpracování obrazových informací). Přechod

k informační společnosti přináší změny k ekonomické aktivitě na tvorbu a distribuci informací. Informační zobrazení systému zahrnuje problematiku symbolizace, grafiky a deskripce údajů a informací [ŠTIKAR, 1991].

2.2 Vznik obrazového dokumentu

Vznik a vývoj obrazového vyjádření jsou neodmyslitelně spjaty s vývojem písma. Vlastně všechny prehistorické kultury byly kultury obrazové (viz pravěké nástěnné malby, převážně s motivy zvířat, nalezené např. v jeskyni Altamira nacházející se na jihu Španělska, viz. obr. 1). Písmo vzniklo z potřeby „vysvětlit“ obrazy, zapsat to, co bylo vnímáno, zlinearizovat obraz, fixovat ho do dvojrozměrného prostoru, a zároveň bylo prvotním pokusem o záznam a předání informace.

Písmo je systém grafických znaků, na nichž se lidská společenství dohodla tak, aby jim sloužily k trvalému zaznamenávání myšlenek, vyjádřených jazykem. Umožňuje vnímat prchavé slovo zrakem, dorozumívát se na velké vzdálenosti, zrušilo místní a časové omezení. Vzniklo z důvodů dělby práce, výměny zboží, z potřeby obchodovat [KÉKI, 1984, s. 11]. Vyvinulo se asi 4 tisíce let před naším letopočtem v Mezopotámii, později v Číně, střední Americe a postupně dalších částech světa. Znamenalo první informační revoluci, neboť umožnilo poprvé systematicky zaznamenávat informace.

Písmu jako takovému předcházely různé značky a předměty spojené s majetkem – vlastnické značky se vypalovaly na zvířata, vrubové hůlky, sloužily k evidenci půjčených věcí (v Anglii se udržely do 18. století), užívaly se zpravodajské hole. Uzlové písmo bylo používáno Inky, Číňany, ale i kmeny žijícími na africkém kontinentě. Některé kmeny (např. africké) se dorozumívaly pomocí různobarevných mušlí a pásků z nich utvořených. Přestože toto zaznamenání informací vypadá poměrně jednoduše, bylo třeba znát symboliku jednotlivých uzlů, předmětů, zářezů. Ve středověku pak k dorozumívání sloužily vývěsní štíty, domovní znamení atp., jež mohly dobře nahrazovat neexistující názvy ulic [KÉKI, 1984, s. 12-20].



Obr. 1: Pravěká nástěnná malba.

Nejstarším typem písma je písmo obrázkové – **piktografické**. Jsou to jakési stylizované obrázky, které měly co nejjednodušeji znázornit danou věc. Ve své podstatě to mohou být vícebarevné kresby, které mohou zachycovat pohyb, mají však stylizovanou podobu a předmět zobrazují několika čarami (např. jeskynní malby). Drobné prvky obrázkového písma se objevují již ve střední době kamenné, prohloubilo se v mladší době kamenné, kdy se z něho stává již více symbolické vyjádření. Pro všechny piktogramy je společné to, že jeden obrázek označuje zároveň jedno slovo, či častěji i jednu celou větu, myšlenku, jednotlivý moment, zážitek. Jejich výhodou je obecná srozumitelnost, protože nejsou vázány na určitý jazyk. Díky tomu se mohou číst a vykládat vlastním (čtenářovým) jazykem. Piktogramy však zachycují pouze obsahovou stránku řeči, tzn. nejsou nositeli fonetické hodnoty sdělení. V podobě dopravních a jiných značek (astronomických, kalendářních aj.) se užívají dodnes (viz obr. 2) [KÉKI, 1984, s. 21].

Druhým nejstarším typem písma je písmo pojmové – **ideografické**. Vzniklo z potřeby vyjádřit i jiné souvislosti, než pouhé zobrazení předmětu. Proto bylo obrázkové písmo obohaceno o další prvky, díky nimž roste počet vyobrazení se symbolickou platností. Pojmové písmo je tedy spojeno s větší mírou abstrakce, a tudíž vyžaduje standardizaci, dohodu, jaký konkrétní význam bude určitému znaku náležet. Toto písmo je velmi náročné na čtení, protože jeden znak může mít hned několik významů (např. obrázek domu může označovat dům, chatrč, palác, kůlnu), přesto se ale neváže k jednomu určitému jazyku. Podobně jako piktografické písmo nejsou jeho znaky nositeli ustálené zvukové podoby. Výklad jeho

Cesta písma od piktogramů po hlásky nebyla jednoduchá, existovalo, a existuje mnohem více písem než jen ta zde zmíněná (např. sumerské klínové, egyptské hieroglyfy, čínské obrázkové atp.), která však z důvodu jiného zaměření práce necháváme stranou.

Všechna písma byla až do vynálezu knihtisku psaná ručně. Knih tisk, jež vynalezl roku 1445 Johannes Gutenberg, znamenal ohromné zvýšení produktivity oproti ručnímu opisování knih, a tím i dramatické snížení cen knih, což vedlo k jejich rozšíření i do méně majetných vrstev obyvatelstva.

S proměnou grafických technik používaných na doprovodné knižní ilustrace se proměňovalo i samotné písmo. Mezi používaná tisková písma patří písma gotická, goticko-humanistická či latinská (v úvahu jsou brána pouze písma evropská).

Druh písma	Název písma	Použití	Poznámka
Gotické	textura	cca pol. 16. stol.	písmo nadpisů (např. 42-řádková bible)
	švabach (bastardové písmo)	od 70. let 15. stol.	Německo, Čechy (do 19. stol.)
	česká bastarda	do 20. let 16. stol.	přechod mezi texturou a novogotickými písmi
Goticko-humanistické	gotiko-antikva	mizí po r. 1500	"Petarcovo písmo"
	rotunda	od pol. 15. st. do pol. 16. st.	okrouhlé
Latinské	antikva	od 1470	navrhl tiskař N. Jenson (Benátky)
	kurzíva	od r. 1500	navrhl F. Griff (Benátky)

Tab. 1: Druhy tiskových písem počátku knihtisku.

Vedle písma jsou od prvopočátků nedílnou součástí knihy ilustrace. S nimi souvisí různé grafické techniky, které se používaly, vyvíjely a neustále zdokonalovaly. V 15. století byla nejvíce používána technika dřevořezu, tedy tisku z výšky, který se používal na potisk textilu (tzv. deskotisk²), tiskly se jím obrázky svatých³ či hrací karty. Další technikou tisku z výšky je tisk šrotový (zanikl v průběhu 15. st.), slepotisk (užíval se především k výzdobě knižních vazeb). Od poloviny 15. st. se začala používat metoda tisku z hloubky – mědiryt a suchá jehla.

Kromě dřevořezových ilustrací se u nejstarších prvotisků vynechávalo místo na doplnění iniciál a dodatečně se barevně zvýrazňovaly začátky kapitol a důležité úseky textu, nehledě na to, že se s rozvojem knihtisku a knihtiskařských dílen začalo s kolorováním ilustrací. Ilustrace v knihách (především z období baroka) korespondují s výtvarným uměním své doby.

² Nejstarší deskotiskem tištěná kniha je tzn. *Diamantová sůtra* z r. 868 nalezená v Číně.

³ Pravděpodobně nejstarším dochovaným dřevořezem je obrázek sv. Kryštofa z r. 1423.

2.3 Záznam obrazového dokumentu

Všechny informace, které chtěli lidé zaznamenat písmem či obrazem, bylo třeba zaznamenat na nějaký materiál, nosič. Prvotní malby byly na stěnách jeskyní, vlastnické a jiné značky se vyřezávaly do kostí, dřeva, minerálů a jiných přírodních materiálů. Písemné památky byly ryty do hliněných destiček, tesány do kamenů, psány na papyrus či zaznamenávány na vydělanou telecí, ovčí nebo kozí kůži (pergamen). K většímu rozšíření psaných informací přispěl papír, který se dostal do Evropy přes Arabský svět. Původní papír se vyráběl z rozmělněných hadrů, až v polovině 19. století byly hadry nahrazeny dřevní hmotou. Jako záznamové medium je papír znám už od 11. století.

Koncem 19. století se k běžně známým materiálům přidává filmový pás, který umožňuje zaznamenat pohyblivý obraz. K většímu rozšíření pohyblivého obrazu přispěl vznik televize.

V polovině 20. století, v době, kdy se začínají rozvíjet počítače, vznikají nová úložná a záznamová media. První byla mechanická (děrné štítky), které vystřídala media magnetická (kazety, pásky) a nejnověji media optická (CD, DVD atp.; viz níže).

S proměnou a přibývajícím množstvím nosičů, na které lze obrazové dokumenty zaznamenávat, se proměňuje i formát dokumentů, tzn. vedle klasických (tištěných, ručně psaných) se s rozvojem digitální techniky hovoří o digitálních dokumentech, mezi něž lze obrazové dokumenty zařadit také (o formátech digitálních dokumentů viz níže).

2.3.1 Vnímání obrazového dokumentu

Obrazové dokumenty vnímáme nejvíce zrakem. Vidění jako takové je jedním z nejdůležitějších prostředků k poznání vnějšího světa. Úkolem smyslového orgánu zprostředkovávajícímu vidění, tedy oka, je převést fyzický obraz předmětu k prvkům citlivým na světlo, které jsou spojeny s centrem pro zpracování obrazové informace. Nezbytným doplňkem přenosu obrazu je světlo, které může pocházet z různých zdrojů, mít různou barvu a šířit se různými směry. Tím, jak světlo na předměty dopadá, mění jejich vlastnosti, a stejně tak i předměty ovlivňují světlo samotné.

Informaci obsaženou ve světle (tedy vlastně informaci o tvaru předmětu, stavu jeho povrchu atp.) opticky zpracovává čočka oka, která vytváří obraz prostoru, na nějž je zaměřena. Z čočky se obraz po částech přesune pomocí receptorů do ústřední nervové soustavy, kde je vnímán a zpracován. Princip fungování oka se stal vzorem pro konstrukci umělých zařízení, která umožňují zobrazovat (přenášet) zrakové informace [MILER, 1974, s. 15].

Dnešní doba je zatím poslední fází proměny způsobů vidění a vizuality. Každá doba si sebou nese rozdílné prostředí, které spoluutváří historicky zvláštní, jedinečné způsoby, jimiž jsou různá zobrazení svými současníky vnímána a interpretována. K zásadním proměnám v povaze a vnímání vidění docházelo od konce 18. století. Během 19. století docházelo k neobyčejnému rozšíření spektra obrazů a vjemů, především ve městech, navíc se rozšiřovaly nové optické pomůcky a nástroje (fotografický aparát), jež se stávaly novým zdrojem zábavy a předznamenaly masové rozšíření nových forem vizualizace ve 20. století. Prostor moderního města měl vliv na vizuální vnímání i na přelomu 19. a 20. století. Prožitky z metropole je výsledkem toku vzájemně na sebe navazujících nesourodých dojmů, rychlou kaskádou měnících se obrazů, výrazně rozdílných vjemů, které jsou vnímány jediným pohledem. Důležitou roli v proměně městského prostředí hrají reklamy, plakáty, billboardy, stejně jako výkladní skříně obchodů, které spojují vizuální pohled s touhou.

K výraznému rozmachu nových obrazových technologií došlo s rozvojem fotografie. Nové technologie nabídly oku neviděné a netušené vjemy (ptačí perspektivu, fotomontáž, negativní zobrazení aj.). Význam a působení jakéhokoliv obrazu je s rozvojem nových forem zobrazování nevyhnutelně ovlivňován/spoluovlivňován mnoha dalšími obrazy a vjemy [KESNER, 2000, s. 95-100].

V současné době narůstá množství obrazů a zdokonalují se formy a média zobrazení a cirkulace obrazů (můžeme mezi ně řadit fotografii, film i televizi) a zároveň se prudce rozšiřují nové obrazové technologie, především digitální obraz a na něm založená média, a to jak v oblastech komunikace, vědy atp., tak v zábavním průmyslu.

Stroje neslouží již jen k vytváření a přenosu obrazů, ale i k manipulaci s nimi a k jejich interpretaci. V nemalé míře proměnily svět kolem nás a jeho vnímání. Digitální obrazy, jež nemusí znázorňovat určitý objekt, vytvářejí často smyšlené, umělé vizuální prostory, které jsou odlišné i od klasických analogových médií jako jsou fotografie, film či video. Není však pravdou, že by nové obrazové technologie dominovaly naší zkušenosti, avšak „digitální logika“ mísící různé formy a prvky vjemů a přenosů informací, zpochybňující tradiční řád a kontrast obrazu a slova, určuje vizuální zkušenost stále větší části populace. Navíc množství obrazů (fotografií, filmů atp.) neustále narůstá a v naprosté většině jde o obrazy pohyblivé, vnímané v rychlém sledu (film aj.) [KESNER, 2000, s. 100-112].

3 Média

3.1 Co je to médium

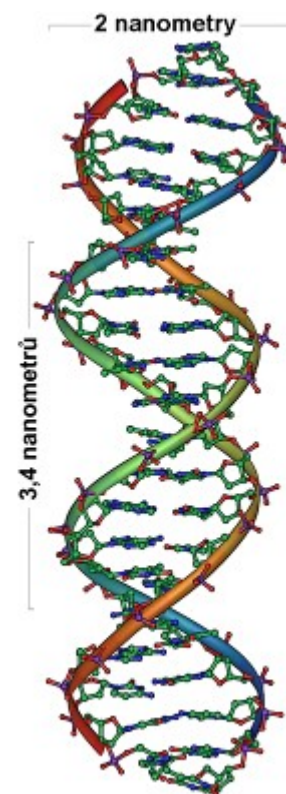
Medium (či médium) pochází z latinského pojmu pro střed/prostředníka. Ve výpočetní technice je pojem médium používán ve smyslu prostředníka, činitele, prostředí, výplně prostoru nebo látky, ve které je informace uložena a které slouží k přenosu a ukládání dat, tedy informací⁴.

Zde je si nutné uvědomit jeden fakt:

„Všechny informace jsou data, ale ne všechna data jsou informace.“

Mezi nejstarší a bezesporu fascinující skladiště informací můžeme bez nadsázky řadit strukturu *Deoxyribonukleové kyseliny* (DNA)⁵ (viz obr. 4). Nejen příroda, ale i lidé postupem času vyvinuli různé techniky, jak zaznamenávat informace. Příkladem může být štětec použitý jako nástroj pro ukládání a barva s plátnem použitá jako záznamové médium.

Médium je tedy fyzický materiál, který je schopen pojmout data v mnoha známých formách formátů.



Obr. 4: Struktura DNA.

Půjdeme-li do extrémních předpokladů dnešních vědců, tak například uznávaný fyzik Jacob David Bekenstein již v roce 2003 předpovídal možnost zapisovat data na úrovni atomové struktury, kdy každý atom daného média bude moci nést informaci. Dnešní pokusy v oblasti miniaturizace jeho hypotézy potvrzují [BEKENSTEIN, 2003, s.150-152].

Zde je třeba oddělit dva často splývající pojmy: zařízení na ukládání dat, které je schopné uchovat jak informace, tak proces ukládání nebo oboje, např. pevný disk (Hard Disk Drive), a zařízení, které je schopné uchovat pouze informace, tedy záznamové médium, např. CD.

3.2 Vymezení

Budeme se zabývat tzv. datovými médii nebo také datovými nosiči, tedy záznamovými médii, která slouží jako paměťový nosič informací (dat) používající k záznamu nebo čtení dat nějaký vhodný fyzikální princip. Tato média se obecně nazývají „ukládací média“.

⁴ Viz. Slovník spisovného jazyka českého.

⁵ DNA (Deoxyribonucleic acid) Deoxyribonukleová kyselina je nositelkou genetické informace všech organismů s výjimkou těch nebuněčných organismů, u nichž hraje tuto úlohu RNA (RNA-viry, virusoidy a viroidy).

3.3 Rozdělení médií

V současné době je známo mnoho druhů záznamových médií, jež je možno rozdělit do mnoha subkategorií: z historického pohledu, konstrukčních materiálů, principu záznamu, druhu záznamu analogový/digitální, kapacit médií, využití médií atd. V této práci se zaměříme na ta, která nám mohou dát ucelený pohled na problematiku uchování obrazových informací všeho druhu.

Rozdělení podle způsobu zaznamenání informace, nebo-li charakteru signálu, který je nosičem datového záznamu, existuje záznam:

- analogový (je použito vhodné modulace veličin),
- digitální (většinou jsou data uložena v binárním podobě).

Rozdělení podle materiálu

Organického původu:

- rostlinného původu - (bázi dřevoviny, buničina/celulosa/, atd.) papír, filmový pás,
- živočišného původu - (želatiny, aj.) fotografická emulze.

Anorganického původu:

- na bázi pálených/nepálených minerálů, hlína (ostraka, destičky),
- na bázi parafínů,
- na bázi kaolínů (destičky, keramika),
- kovy,
- syntetické materiály (plasty),
- polovodiče (křemík, germanium),
- anorganické sloučeniny (křemičitany, sklo atd.),
- kombinované (kombinace materiálů).

Rozdělení podle historického pohledu

Starobylé a nestárnoucí technologie záznamu

Optické:

- jakékoliv objekty viditelné okem, objekty značené z důvodu lokace (kámen, vlajka, lebka atd.),
- jakékoliv umělecké zpracování materiálu (hlína, dřevo, kov, sklo, vosk, uzlové písmo atd.),
- vypalování/označování povrchů,
- vytváření substancí jako např. barvy, inkousty, křídly, pastely,

- jakékoliv materiály, které jsou schopny nést substance barev, pigmentů, jako např. papyrus, papír, kůže.

Chemické:

- DNA,
- Feromony⁶.

Moderní techniky záznamu podle použitého principu:

- Chemické: chemické testry,
- Termodynamické: teploměry,
- Fotochemické: fotografický film,
- Mechanické,
 - o hrbolky a díry (na poli o rozměrech x na y),
 - děrný štítek,
 - papírová páska (hudební válce, role, pásky),
 - hrací skřínky.
 - o záznam do drážek,
 - fonograf,
 - gramofonový záznam,
 - záznam drážek do plastového pásu.
- CED (Capacitance Electronic Disc)⁷,
 - o Magnetický záznam,
 - nahrávání na drát,
 - magnetická páska,
 - Floppy Disk.
 - o Optomagnetický záznam:
 - Optomagnetické médium,
 - o Optický záznam:
 - fotografický papír (Photographic paper),
 - použití rentgenových paprsků,
 - hologram,
 - použití diapositivů,

⁶ Feromon je chemický spouštěč vrozených behaviorálních reakcí u ostatních členů stejného druhu

⁷ CED (Capacitance Electronic Disc) kapacitní analogový disk, vyvinutý firmou RCA 1981, na ukládání video a audio dat, pracoval na odobném principu jako např. gramofonová deska.

- laserdisk,
- magnetooptický disk,
- kompaktní disk CD,
- HVD (Holographic Versatile Disk) Holografický víceúčelový disk,
- 3D optická úložiště dat.
- o Elektronický záznam:
 - Non-Volatile (napěťově nezávislé),
 - Volatile (paměťově závislé) [s využitím BENNETT, 1997].

Moderní techniky záznamu podle použitého tvaru/vzhledu:

- Papírové karty/papírové média,
 - o děrné štítky (mechanické).
- Páskové paměti (dlouhé, tenké, flexibilní, lineární, pohybující se pásky),
 - o papírové pásky (mechanické),
 - o magnetické pásky (páska je přiložená k čtecí, zapisovací, mazací hlavě).
- Diskové paměti (ploché, kruhového tvaru, rotující kole své osy),
 - o Gramofonová deska (používaná pro distribuci počítačových programů v 80. letech) (mechanické),
 - o Floppy Disk, ZIP Disk (výměnné, magnetický záznam),
 - o magneto optický disk (magnetooptický záznam),
 - o pevný disk (magnetický záznam),
 - o optický disk (optický záznam),
 - o holografický (optický záznam).
- Magnetická bublinková paměť⁸,
 - o Flash paměti/paměťové karty (nezávislé na dodávce el. energie).
 - xD-Picture Card,
 - MultiMedia Card MMC,
 - USB Flash drive,
 - SmartMedia Solid State Floppy Disk Card (SSFDC),
 - CompactFlash typu I a II,
 - Secure Digital,

⁸ Bublinková paměť (bubble memory) - moderní a zatím nepříliš rozšířené paměťové médium vlastnostmi blízké paměti RAM či ROM. Bublinková paměť ale dokáže uchovat informaci i bez přívodu elektrické energie, výroba je mnohem nákladnější než u RAM a ROM. Bublinková paměť je založena na principu mnoha trvalých magnetických kruhů ("bublin") umístěných v tenkém filmovém substrátu.

- Sony Memory Stick (Std/Duo/PRO/MagicGate verze),
- Solid state disk/ Solid state disk SSD [s využitím BENNETT, 1997].

Rozdělení podle závislosti na dodávce elektrické energie

- Non-Volatile (napětově nezávislé) - potřebuje napětí pro činnost (čtení/zápis), ale při jeho zániku uchovává informaci,
- Volatile (pamětově závislé) - pro uchování a přístup k informacím potřebuje paměť napájecí napětí, při jeho zániku zaniká i informace.

Rozdělení podle přenositelnosti

- přenosné metody (lehce vyměnitelná média),
- polopřenosné (je třeba zasahovat při výměně média do zařízení),
- nerozdělitelné metody (ztrácíme informaci při oddělení média od zařízení).

Detailní rozpis v závislosti na přenositelnosti metod/medií

- Přenosné metody:
 - o ruční řemesla,
 - o rovný podklad 2D/médium,
 - tisk, potisk,
 - fotografie.
 - o výroba,
 - automatizované sestavování,
 - textilní průmysl,
 - lisování/tvarování do forem,
 - výroba pevných částí.
 - o cylindrový přístup,
 - o kartová čtečka/mechanika,
 - o kazetový přehrávač,
 - mono kotouč nebo kotouč na kotouč,
 - kompaktní kazeta/audio kazeta (přehrávání/nahrávání).
 - o diskový přístup,
 - disková mechanika,
 - diskové pole.
 - o cartridge přístupová/spojující (kazeta, disk, elektronický obvod).
 - periferní systém,
 - flash paměť.

- Polopřenosné metody:
 - o HDD (Hard Drive) pevný disk,
 - o obvody/paměti s Non-Volatile RAM (napětově nezávislá paměť).
- Nerozdělitelné metody:
 - o obvody/paměti s Volative RAM (napětově závislá paměť),
 - o neuronové paměti [s využitím Bennett, 1997].

3.4 Porovnání médií

Porovnávat média je možné z mnoha pohledů a úrovní. Proto vymezíme pouze pro náš účel vhodné kandidáty. Při výčtu je kladen převážně důraz na problematiku spjatou s praktickým používáním záznamových médií.

3.4.1 Analogová versus digitální

Historie a celkový vývoj ukazuje, že výhody digitálních technologií vysoce převyšují výhody analogových technologií, a to především z důvodů jednoduchého vyhledávání, rychlého přenosu dat na dálku, ukládání obrovského množství informací na relativně malém prostoru atd. I přesto má starší analogový přístup (*Low-tech*⁹) k informacím své přednosti a specifika, která se stále nedají (pokud vůbec někdy) překonat technologií digitální. U uživatelů, jak laiků, tak profesionálů, vzniká jistý stupeň nedůvěry v nová (*High-tech*¹⁰) zařízení, která se neustále objevují na trhu [FOX, 1998, s. 438].

Naprostá většina analogových technologií zápisu, ukládání dat má jednu stále nepřekonatelnou výhodu. Je možné je zobrazovat a číst za pomoci velice primitivních nebo lehce dostupných zařízeních (lupa, světelný zdroj, mikroskop atd.) nebo dokonce bez nich. Velikost „kódu“ informace je přímo vnímatelná našimi smysly - „senzory“, a proto odpadá jinak u digitálních zpracování komplikovaný zprostředkovávající člen (čtecí zařízení, software, zobrazovací zařízení atd.), který v naprosté většině rychle zastarává.

Přičteme-li k tomu fakt, že naprostá většina analogových záznamových médií (papír, mikrofiš, fotografie apod.) má stále vyšší životnost (při správném uložení, zacházení) než nejmodernější záznamová média, vyvstává nám tedy zatím jen těžko řešitelný problém, před kterým stojí nejedna organizace zabývající se jakoukoli prací s daty [BRAND, 1999]. A právě životnost, univerzalita a jednoduchost v použití jsou hlavními důvody, proč se stále analogové technologie masově využívají.

⁹ Low-tech - Z anglického (low-technology) nižší technologie, pojem se používá k popisu starých stále používaných nebo již nepoužívaných technologií. Většinou však jde o zastaralé technologie.

¹⁰ High-tech - Z anglického (high-technology) nová-technologie, jedná se o opak l Low-tech. Tedy popisuje novou technologii.

I přes velice nákladné projekty „dvojitého archivování“ [FOX, 1998, s. 439], kdy se např. z originálu vytvářejí mikrofiše a zároveň kvalitní digitální skeny, se tato technologie v praxi osvědčila. Mikrofiše úspěšně dokáží překlenout dobu, po které již nejsou již dříve nesnímané skeny čitelné (z důvodů zastaralého software, komprese, chyb apod.) a jsou znova použity mikrofiše na výrobu nových digitálních skenů za pomoci nových technik.

Problematika kopírování je u analogových médií značně nákladná a nepřesná, tedy kopie je v menší nebo větší míře odlišná od originálu. Naproti tomu digitální zpracování informace umožňuje kopírování bez ztráty dat (originál i kopie jsou tedy identické).

I u digitálních technologií dochází ke ztrátám při kopírování, ty jsou však vybaveny pro tento účel navrhnutými prostředky, tzv. *opravnými kódy*, které eliminují počet chyb na minimum.

3.5 Podrobnější pohled na vybraná média

V následující kapitole se budeme zabývat pouze vybranými médii z předešlého výčtu, která slouží k zaznamenávání dat. Neopomeneme stále používané analogové techniky, ani zcela nové technologie záznamu.

3.5.1 Fotografie

Slovo fotografie pochází z řeckých slov φως-phos světlo a γραφίς-graphis štětec, psací hrot nebo γραφή graphê, tedy *kreslení světlem* nebo *zprostředkování pomocí obrysů* nebo jednoduše *kreslení*.

Fotografie, neboli fotografický papír s fotocitlivou vrstvou je proces získávání a uchování obrazu za pomoci specifických reakcí na světlo. Výsledek tohoto procesu zahrnuje získání záznamu světla tak, jak jej odrážejí objekty na světlocitlivé médium (emulze, elektronický čip atd.) pomocí časově omezené expozice. Proces je uskutečněn mechanickými, chemickými nebo digitálními přístroji zvanými fotoaparáty.

Zachycený obraz je pak jakýmsi řezem předmětu a možného prostorového dojmu se dá dosáhnout, pouze tím, že každé z obou očí vidí nepatrně odlišný obraz. Ty pak vidí obraz z poněkud jiného úhlu a naše ústřední mozková soustava může syntetizovat výsledný „falešný“ prostorový dojem [MILER, 1974].



Obr. 5: Nejstarší dochovaná fotografie okolo roku 1826/1827. Pohled z Niépsova okna.

Je zajímavé podotknout, že každá *nová* technologie či objev s sebou nese svá úskalí. Některá z nich jsou však často nepředvídatelná, například v době, kdy vznikaly první snímky, byli odpůrci, kteří nechtěli tento fakt přijmout. Jeden nezávislý časopis zvaný *Leipziger Anzeiger* se snažil zakročit proti „*d'ábelskému francouzskému umění*“: „Zachovat pomíjivé obrázky“, píše se zde „není jen nemožné, jak ukázal důkladný německý výzkum, nýbrž již jen chtít něco takového znamená rouhat se Bohu. Člověk byl stvořen k obrazu Božímu a Boží obraz nelze zachytit žádným lidským přístrojem. Nanejvýš božský umělec, inspirovaný nebeským

vnuknutím, si z vyššího příkazu svého génia a bez jakékoli pomoci stroje troufne reprodukovat božské rysy člověka...“

3.5.1.1 Historie fotografie

Projekce obrazů na plochu je známá již po staletí. Tzv. *camera obscura* a *camera lucida*¹¹ byly umělci využívány již v 16. století. Tyto jednoduché přístroje ovšem zachycený obraz neuměly nijak ustálit, pouze promítaly objekty před sebou. *Camera obscura* doslova přeloženo znamená „temná místnost“ [WILGUIS, 2004].

3.5.1.2 Vynález chemické fotografie

Nicéphore Niépce, francouzský vynálezce, začal experimentovat se zafixováním reálného obrazu na primitivní médium již v roce 1793. Některé jeho pokusy vedly k vytvoření „věrné“ kopie reálného světa, avšak byly vysoce nestabilní a po krátkém čase vybledly. Za první fotografii, která spatřila světlo světa, je považován snímek, jenž vznikl v červenci roku 1827 (podle jiných zdrojů v roce 1826) na vyleštěné cínové desce pokrytou petrolejovým roztokem. Vznikl v primitivním fotonádobě, a čas expozice je odhadován na osm hodin za slunného dne. Nazval ho *Heliografie*¹² (zápis sluncem). Tento zdoluhavý proces se ukázal být slepou uličkou a Niépce začal experimentovat se sloučeninami stříbra, přičemž vycházel z poznatků Joana Heinricha Schultze, který zjistil, že směs křídla a stříbra tmavne, pokud je exponována.

Niépce a umělec Jacques Daguerre zdokonalili existující proces na bázi stříbra společně. V roce 1833 Niépce umírá a nechává své poznámky Daguerrovi. Ten učinil několik klíčových objevů a v roce 1839 oznamuje objevení procesu využívajícího postříbřenou měděnou desku. Tento proces nazval *daguerrotypie*¹³. Podobný proces dodnes využívají fotoaparáty Polaroid. Francouzská vláda patent koupila a dala jej ihned k volnému užití, což umožnilo rychlý nástup převratné technologie.

Angličan William Fox Talbot objevil již dříve jiný způsob jak ustálit obraz získaný pomocí stříbrné expozice, ale udržoval jej v tajnosti. Poté, co četl o Daguerrově vynálezu, Talbot svůj proces zdokonalil tak, aby byl dostatečně rychlý a citlivý pro snímání lidí, a v roce 1840 oznámil vynález *calotypie*¹⁴. Listy papíru potáhl vrstvou chloridu stříbrného pro vytvoření okamžitého negativního obrazu, který může být použit k vytvoření libovolného množství kopií,

¹¹ *Camera obscura* a *camera lucida* je optické zařízení používané jako pomůcka malířů a předchůdce fotoaparátu.

¹² Heliografie – Z latinského (Helio grafie) zápis sluncem. Slepá cesta při vývoji fotografického záznamu.

¹³ Daguerrotypie - Louis Daguerre za pomoci Josepha Nicéphorema Niepcemo, který zemřel 1833, vyvinul roku 1837 techniku praktického zaznamenání obrazu později takto nazvanou.

¹⁴ Calotypie – Tak v roce 1840 nazval William Fox Talbot svůj proces fotografování. Zdokonalil jej tak, aby byl dostatečně rychlý a citlivý pro snímání lidí.

což se podobá i dnešnímu běžnému negativnímu procesu. Talbot si proces patentoval, čímž značně omezil jeho využití. Později ale Talbotův proces zdokonalil George Eastman. Eastmanův proces je používán dodnes.

Také Hippolyte Bayard vyvinul způsob, jak fotografovat, ale s oznámením vynálezu se zpozdil a není proto počítán mezi objevitele fotografie. V roce 1851 vynalezl Frederick Scoty Archem mokrý kolodiový proces, později použitý [Lewisem Carolem](#).



Obr. 6: Nejstarší komerčně vyráběný fotoaparát, takzvaný daguerrotype z roku 1839, paradoxně se jedná o nejdražší fotoaparát světa. Byl vydražen 26. května 2007 za částku 588 613 eur, tedy 16,7 milionu korun. [<http://www.idnes.cz/>, ČTK].

Technické vlastnosti fotografického filmu (médiu)

- jedná se o fotocitlivou vrstvu nanesenou na pokladu (sklo, filmový podklad atd.) sestávající se z pevné substance jemných zrníček halogenidu stříbra v neutrálním koloidu (např. halogenid stříbra, koloid nejčastěji želatina),
- médium by mělo být co nejtenčí aby se docílilo dobré hloubky ostroty,
- rozlišení 50-200 čar/mm [MILER, 1974, s. 207].

3.5.1.3 Důležitá data na poli chemické fotografie

- 1884 – George Eastman vyrobil první fotografický film, tím nahradil stávající skleněné desky a nutnost používat jedovaté chemikálie v terénu,
- 1888 – byl uveden na trh první filmový fotoaparát pod obchodním názvem Kodak, zkonstruován Georgem Eastmanem,
- 1925 – na trh byl uveden fotoaparát Leica, používající 35mm film, který se od té doby stal standardem maloformátové fotografie,
- 1935 – na trhu jsou v prodeji barevné filmy (až 74 let po jeho objevení),
- 1963 – firma Polaroid vyvinula emulze umožňující vytvářet barevné snímky, které nepotřebovaly žádné další zpracování, a fotografie se na nich objevila několik minut po expozici – tzv. okamžitá fotografie [Kodak, 2007a, b].

3.5.1.4 Závěr

I přes značný pokrok v digitální fotografii si i nadále analogová fotografie drží a do budoucnosti si jistě bude držet své místo v oblasti umění. Stále platí fakt, že rozlišovací schopnosti (tedy počet čar na 1mm) klasické analogové fotografie mnohonásobně převyšují i nejšpičkovější používanou digitální techniku.



Obr. 7: Nejstarší dochovaná ustálená barevná fotografie zobrazující látkovou pentli, vyfotografovaná Jamesem Clerk Maxwellem v roce 1861.

3.5.2 Digitální fotografie

Francouzský malíř Paul Delaroche prý po vynálezu fotografie zvolal: „Ode dneška je malířství mrtvé!“. Dnes, o sto padesát let později, někteří teoretikové hovoří o smrti samotné fotografie.

Geoffrey Batchen se ve své eseji zabývá mimo jiné integritou digitálních fotografií. Východiskem jeho úvah je tvrzení: „Zatímco fotografie stále vznáší nárok na jistou objektivitu, digitální tvorba je nepokrytě fiktivní proces.“ V tom má jistě pravdu, protože s datovými soubory lze snáze manipulovat než s filmem – nejen upravovat a retušovat, ale vytvářet také fiktivní výjevy, které nelze rozeznat od tradičních fotografií. Tím se Batchen dostává k dalšímu paradoxu dnešního fotografování, totiž k tomu, že „digitální obrázky mají duchem blíže k uměleckým postupům než k pravdivosti dokumentu“. A na závěr dodává: „Nejsou vlastně všechny fotografie manipulované? Není každý fotograf vlastně manipulátor? Existuje pravdivá fotografie? Vy ji znáte?“ [CÍSAŘ, 2004].

Jako názorný příklad nám může posloužit fotografie použitá na titulní straně časopisu The Times (viz obr. 8).



Obr. 8: Portrét ženy na obálce časopisu The Times vznikl digitálním splynutím 14 modelek (ilustrativní zmanipulovaná fotografie).

3.5.2.1 Historie digitální fotografie

Digitální fotografie mohla vzniknout až po objevení prvních *CMOS (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor)*¹⁵ doplňující se kov-oxid-polovodič obvod, které byly vyvinuty roku 1963 Frankem Wanlassem ve společnosti nazvané Fairchild Semiconductor.

Až následně roku 1968 byly vyvinuty funkční integrované obvody v *RCA (Radio Corporation of America)* pod vedením Alberta Medwina. Technologie *CMOS* měla obrovský dopad na vývoj elektroniky, a dodnes se používána na většinu integrovaných obvodů. Používá se

¹⁵ CMOS – Z anglického (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor) doplňující se kov-oxid-polovodič, je používána na převážnou většinu integrovaných obvodů.

na výrobu čipů včetně mikroprocesorů, jednočipových počítačů a elektronické paměti typu SRAM, ale také především na výrobu obrazových senzorů.

V roce 1969 vynalezli George Smith a Willard Boyle snímač typu *CCD (charge-coupled device)*¹⁶ zařízení s vázanými náboji a již v následujícím roce použili CCD snímač do fotoaparátu. Za zmínku stojí, že při přebírání ocenění Americké národní akademie za tento převratný objev v roce 2006 si Boyle vzpomněl, že práce na vynálezu a následné zrealizování trvalo pouhých pár hodin a průlom v oblasti zpracování obrazu byl na světě.

Až roku 1981 však japonská společnost Sony vyrobila první fotoaparát, který místo filmu na chemickém principu zaznamenával obraz na elektronické snímač typu CCD. Jeho analogové výstupy byly zapisovány na disketu malé kapacity. Hlavním protagonistou vývoje byla v osmdesátých letech firma Kodak. První komerčně prodávaný digitální fotoaparát byl Apple QuickTake 100 z roku 1994. V běžném prodeji byly digitální fotoaparáty od roku 1996 i v České republice. Po roce 2000 aparáty používající digitální záznam začaly vytlačovat běžné kinofilmové.

Texas Instrument byla první firma, která vytvořila návrh na digitální fotoaparát, ale dodnes není známo, zda byl návrh vůbec kdy realizován. Proto za první digitální fotoaparát je považován prototyp, inženýra firmy Kodak Stevena Sassona z roku 1972 (viz obr. 9). Kamera vážila 3,6 kg, byla schopná snímat černobílé snímky s rozlišením 0.01 megapixelů (10 000 pixelů) a ukládání jednoho snímku trvalo 23 vteřin. První snímky byl vytvořen v prosinci 1975. Šlo pouze o ověření teorie a nikdy nebyl tento prototyp určen k prodeji. Tato kamera stále existuje jako připomínka začátků digitální fotografie.



Obr. 9: Steven Sasson se svým prototypem prvního digitálního fotoaparátu.

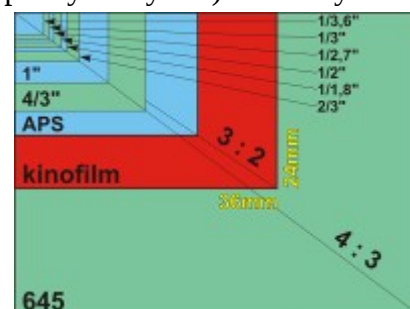
¹⁶ CCD – Z anglického (charge-coupled device) zařízení s vázanými náboji, je elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace.

3.5.2.2 Důležitá data na poli digitální fotografie

- 1963 – CMOS obvody byly poprvé sestaveny Frankem Wanlasssem,
- 1968 – první integrované obvody byly vyrobeny v RCA pod vedením Alberta Médeina,
- 1969 – CCD snímač objeven Georgem Smithem a Willardem Boylem,
- Bellovy laboratoře postavily první kameru s čipem CCD, která používala polovodičový obrazový snímač a demonstrovali první kameru s obrazovou kvalitou dostatečnou pro televizní vysílání,
- 1983 – CCD senzory se začínají používat v astronomických dalekohledech čímž přinášejí průlom do astronomie.

3.5.2.3 Rozlišení snímačů

Rozlišení se udává *Megapixelech Mpx*¹⁷ (milionech obrazových bodů). Běžné CCD/CMOS snímače komerčně nabízených fotoaparátů a kamer mají rozlišení 1 až 18 Mpx, ale existují i snímače s rozlišením výrazně nižším (používané například v optických myších) nebo i vyšším (snímače typu 645 nebo snímače v různých vědeckých přístrojích například astronomických dalekohledech, na družicích atd.) CCD snímače mají ovšem i další vlastnosti a proto rozhodně neplatí vžitý názor, že čím vyšší je rozlišení, tím je CCD prvek kvalitnější.



Obr. 10: Poměr velikostí běžných snímacích čipů.

Název	diagonála [mm]	šířka [mm]	výška [mm]	š:v
1/3,6"	5,000	4,000	3,000	4:03
1/3"	6,000	4,800	3,600	4:03
1/2,7"	6,592	5,270	3,960	4:03
1/2"	8,000	6,400	4,800	4:03
1/1,8"	8,933	7,176	5,319	4:03
2/3"	11,000	8,800	6,600	4:03
1"	16,000	12,800	9,600	4:03
4/3"	22,500	18,000	13,500	4:03
APS-C	30,100	25,100	16,700	3:02
35mm	43,300	36,000	24,000	3:02
645	69,700	56,000	41,500	4:03

Tab. 2: Velikosti běžně používaných CCD snímačů.

¹⁷ Mpx – Z anglického Megapixel, složenina dvou anglických slov mega (megapixel je 1 million pixels) a pixel (picture element, zkráceně "pix" pro "picture" obrázek)

3.5.2.4 Porovnání snímačů a jejich vlastností

Různé snímače mají své výhody a nevýhody. Každý z producentů upřednostňuje právě tu technologii, do které investuje a se kterou chce proniknout na trh. Stálým vývojem technologií se parametry neustále posouvají. Obecná vlastnost snímačů je pro všechny stejná a to ta, že jsou schopny převádět odražené světlo na určitou formu elektrické energie za pomoci různých technologických postupů.

CCD senzory:

- vyšší spotřeba elektrické energie (potřebují tzv. posun, potřebují dvě napěťové úrovně),
- vyšší spotřeba znamená vyšší produkce zbytkového tepla, tedy zvýšení zkreslení (šum, zrnitost),
- složitá technologická konstrukce, náročné zhotovení velkých čipů i miniaturních čipů,
- pomalý převod signálu (přetékání nábojů) z čipu na převodník A/D (nelze urychlit),
- citlivost na přímé sluneční záření (zkracuje rapidně životnost) [PI/Acton Library, 2007].

CMOS senzory:

- mají nižší spotřebu elektrické energie (nepotřebují tzv. posun, používají jednu napěťovou úroveň),
- nižší spotřeba znamená nižší produkce zbytkového tepla, tedy potlačení šumu,
- jednodušší konstrukce, levnější výroba větších čipů přibližující se velikosti kinofilmu,
- jednodušší výroba extrémně malých čipů,
- vyšší rychlost při převodu zaznamenaného elektrického náboje z čipu na A/D převodník,
- vysoká odolnost vůči šumu, malá spotřeba elektrické energie,
- technologie umožňuje vysokou hustotu záznamu,
- citlivost na přímé sluneční záření (zkracuje rapidně životnost)[Fotografování.cz, 2003]

MOS senzory:

- Z důvodů absence organických látek jak je tomu u CCD nebo CMOS a nahrazením za anorganické se čipy vyznačují vysokou stabilitou,
- jsou stabilní i při přímém slunečním osvětlení a dokáží tak pracovat až předpokládaných 20 let,
- struktura matic je odlišná od stávajících senzorů. Připomíná kruhový, či vejčitý tvar,
- jedná se o novou technologii, která je stále zatím v začátcích [Digital Photography, 2007]

3.5.2.5 Závěr

Obecně se dá říci, že v současné době díky narůstajícím nárokům (rozlišení, šum, rychlost, věrnost podání atd.) vedou CMOS senzory v oblasti profesionálního zpracování obrazu od fotografie, skenování přes vědecké aplikace.

Do několika let budou CMOS čipy používány i do levnějších (přenosných) zařízení, z důvodů jejich výrazných předností, jako např. spotřeba elektrické energie, malé zkreslení.

Objevují se i další technologie, jako např. MOS senzory, které přichází s novými koncepcemi a slibnými výsledky do budoucnosti.

3.5.3 Trojrozměrné fotografie

Touha zaznamenávat obraz v *3D* (*třech dimenzích*)¹⁸ podobě je starý jak lidstvo samo. Od neúspěšných metod zachycování světa kolem nás, po převratné objevení perspektivy, až po dnešní holografický záznam.

Zatímco jsme mluvili pouze o dvojrozměrném *2D* (*dvojdímenzionální prostor*)¹⁹ zaznamenávání informace, tedy zaznamenávání na povrch média (fotografické emulzi, snímacím čipu), existují pokročilé techniky, které dokáží zaznamenat nejen odražený obraz od předmětů, ale i objem, chcete-li hloubku snímaného předmětu. Tedy obraz více se podobající našemu trojrozměrnému *3D* světu, ve kterém žijeme. Tedy fotografie (stereo fotografie) umožňují spatřit fotografovanou scénu nikoli v ploše, ale v celé nebo alespoň částečné hloubce.

Existují metody umožňující pozorovateli *3D* vjem i na *2D* médiu. Jedná se často o klam na naši fyziologii vnímací soustavy (oči, mozek). Uveďme tedy pouze jejich výčet a vysvětlení funkce.

Požívána je řada různých metod, jak dosáhnout *3D* záznamu, reprodukce, ale v této práci se budeme zabývat hlouběji pouze holografií a to z důvodu její slibné využitelnosti v budoucnu v oblasti ukládání dat.

3.5.3.1 Typy trojrozměrných fotografií

Stereoskopické (klamné):

- **Anaglyph** – tato metoda využívá rozložení obrazů pro levé a pravé oko na barevné složky (obvykle modrozelenou a červenou). Anaglyphy jsou *3D* obrázky vytvořené pomocí vhodného softwaru. Abychom získaly trojrozměrný vjem, je nutné při prohlížení použít speciální dvoubarevné brýle. V tomto případě kombinaci červená (levé oko) a zelenomodrá (pravé oko).
- **Stereoskop (Stereokotouček)** – William Gruber z Portlandu, Oregon USA si nechal tuto metodu patentovat 20. ledna 1939. Téhož roku byly poprvé představeny na veletrhu v New Yorku. Formát stereofotografií, populární v 60. a 70. letech 20. století. Na speciálním kotouči může být umístěno několik dvojic diapositivů vždy pro levé i pravé oko.

¹⁸ *3D* – Z anglického (Three Dimensions) tři dimenze nebo trojrozměrný. Popisuje svět možný popsat třemi rozměry (tzv. Kartézská soustava souřadnic). Předměty mohou mít obsah a například délku, ale i objem.

¹⁹ *2D* – Z anglického (Two dimensions) dvě dimenze nebo dvourozměrný. Popisuje který je možné popsat dvěma rozměry. Předměty mohou mít obsah a například délku, nemají však už objem. Např. čtverec, trojúhelník...

- **Stereoskopické pohlednice** – jedná se tzv. voštinové válcové čočky, rozmístěné do plochy, překrývající 2D obraz.

Holografické (pravé):

- **Hologram** - holografie je vyspělá forma záznamu obrazu, která umožňuje zachytit trojrozměrnou strukturu na dvojrozměrné médium. Protože je záznam plošný je třeba využít zcela odlišné principů světla než při zobrazení pouhým optickým elementem. Jsou také využity vlastnosti světla, které plynou z jeho podstaty. Tato technologie může být využita i ke skladování binárních dat a to v objemu média, proto se této metodě budeme věnovat podrobněji [MILER, 1974, s.19-22; Stereokotoučky, 2007].

3.5.3.2 Hologram

Termín holografie vznikl sloučením dvou řeckých slov *όλος*-holos (úplný) a *γραφή*-grafie (záznam), tedy jak název napovídá na rozdíl od běžné fotografie, která zachycuje bod po bodu intenzitu jednotlivých paprsků světla, holografie umožňuje trojrozměrný záznamu předmětu na dvourozměrný obrazový nosič, který může mít mnoho podob (dichromová želatina, magnetická vrstva, absorpční vrstva kovu nebo polovodiče, nelineární krystaly, termoplastické materiály, a další.), kam se zapíše informace jak o intenzitě, tak i o fázi světla odraženého od předmětu. [MILER, 1974, s. 214]

3.5.3.2.1 Historie hologramu

Dennis Gabor dal v roce 1948 holografii teoretické základy, avšak k uspokojivým výsledkům se dospělo až po objevení *laseru* v roce 1960, který dodal dostatečně bodové a *koherentní světlo*²⁰. První trojrozměrný záznam, zobrazující vláček (viz obr. 11), se podařilo vytvořit vědcům na Michiganské univerzitě (Emmett Leith a Juris Upatnieks) v roce 1964. Následný vývoj se ubíral přes holografický záznam pohybu, trojrozměrné obrázky na obálkách knih a časopisů až k holografickému datovému záznamu, který slibuje průlom v oblasti ukládání dat.



Obr. 11: První hologram nazvaný Train and Bird (vlak a pták) vytvořený za pomoci laseru byl zhotoven Emmettem Leithem již v roce 1964 na Michiganské univerzitě.

3.5.3.2.2 Vymezení rozsahu

Z důvodu rozsahu a značné komplikovanosti různých přístupů k holografii a tedy i k zaznamenávání holografické informace se omezíme pouze na výčet základních druhů hologramů. Není cílem ani smyslem této práce čtenáře seznamovat s principem, ale poukázat na vyspělou techniku záznamu informace. Pro pochopení procesu holografického záznamu a pojmu holografie odkazují na použitou literaturu [MILER, 1974; BEISER, 1988].

²⁰ Koherentní vlnění je vlnění o stejné frekvenci, stejného směru kmitání a stejnou fází (nebo fázovým rozdílem). Mezi zdroje koherentního elektromagnetického vlnění patří především lasery a masery.

3.5.3.2.3 Druhy hologramů

- lisované duhové hologramy

Jsou vytvářeny na rozdíl od obrazových v návrhářském studiu, kde je vytvořena jedinečná struktura hologramu, která je pak ve formě plastem pokryté nálepky vyráběná ve velkých sériích. Je možné je pozorovat pod denním světlem a díky své unikátnosti jsou účinnými zabezpečovacími prostředky proti kopírování a padělání, jsou používány např. na bankovky, dokumenty, výrobky.

Časopis National Geographic který v roce 1984 na titulní stránce uveřejnil hologram tak vzbudil zájem veřejnosti o tuto novou technologii 3D záznamu.

- obrazové (pravé) hologramy

Obrazové hologramy vznikají holografickým záznamem předmětu. Díky velké hloubce obrazové scény a širokému úhlu pozorování se takto vytvořené hologramy využívají například k zpřístupnění vzácných archivovaných předmětů či v oblasti vizuálního umění (jedním z pionýrů uměleckých hologramů byl Salvador Dalí).

- datové hologramy

Roku 1963 zaměstnanec Polaroidu Pieter van Heerden přišel s myšlenkou využít metodu holografie k záznamu binárních dat. Svazek paprsků se rozdělil na objektový a referenční. Poté, co projde objektový svazek maticí tmavých a čirých pixelů, představujících jednotlivé datové bity, interferuje s referenčním svazkem uvnitř destičky citlivé na světlo. Data uložená ve výsledné matici se získají díky osvětlení referenčním svazkem pod stejným úhlem, pod jakým záznam vznikl. Vyšší hustoty dat uložených na jednom nosiči je možné dosáhnout, jak změnou frekvence, tak i úhlu referenčního svazku paprsků. Největší vývoj holografických pamětí proběhl během posledních deseti let 20. století díky americkým konsorciím, která sdružovala univerzitní týmy. Ač přílišná technologická náročnost a rychlý vývoj magnetických nosičů donutily konsorcium ukončit masivní financování, některé společnosti pokračují s vývojem dodnes a řešení holografického uchovávání dat od společnosti InPhase je na prahu komerčního využití [MILLER, 1974].

Technické vlastnosti filmového materiálu na výrobu hologramu (médiá)

Materiály užívané na záznamovou vrstvu:

- **dichromové želatiny** $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_7$ nebo $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a další,
- **magnetická vrstva** – (osvitem se vytváří tepelné změny, až na Curierovu²¹ teplotu, tím se mění struktura média),
- **tenká absorpční vrstva** – osvit na teplotu vypařování (kovová polovodičová vrstva) používáno na binární záznam,
- **nelineární krystaly** – při osvitu se mění index lomu. Jde o tzv. objemové hologramy, které se mažou tepelným účinkem. Rozlišení je niž možné na molekulární úrovni,
- **termoplastické materiály** – termoplastická umělá hmota nanesená na polopropustné polovodičové vrstvě jsou umístěny na elektricky vodivé destičce.
- oproti fotografii, čím širší médium (co do tloušťky), tím je možné docílit vyšší hloubky ostroty, tedy možnosti vyššího počtu dat na stejné ploše [MILER, 1974, s. 210-215].

Hustota fotografického filmu na pořizování fotografií je 50-200 čar/mm, avšak pro záznam holografu je rozlišení 500-2000 čar/mm považováno za ne zvlášť dobré [MILER, 1974, s. 26].

Využití holografického záznamu

- zaznamenávání/ukládání prostorové informace o 3D předmětech. Vhodné především pro předměty velké kulturní či finanční hodnoty. Záznam umožňuje porovnávání již neexistujících předmětů,
- záznam dat do plochy média,
- záznam dat do objemu média (vysoká hustota záznamu).

3.5.3.2.4 Pohled do budoucna

Holografie je slibnou technologií nedaleké budoucnosti řešící stále vyšší nároky na záznamová media. Na rozdíl od běžných optických nosičů (CD, DVD, Blu-ray atd.) holografický záznam dat umožňuje trojrozměrný zápis do objemu datové vrstvy média, která v současnosti sestává z *krystalů fotopolymerů*. Tímto holografický disk o stejných rozměrech jako současné DVD by mohl obsahovat 10krát až 100krát více dat, viz kapitola Holodisky.

Otázkou prozatím zůstává, jak dlouho bude velkým společností trvat, než plně využijí potenciál této technologie [CEJNAR, 2004].

²¹ Curieova teplota je teplota při které jsou molekuly materiálu náchylné ke změně působením magnetického pole. U optických materiálů je to přibližně kolem 200° C.

4 Optická média

V této části budou představena optická média a bude o nich širěji pojednáno ve smyslu funkce, činnosti a technických parametrů.

4.1 Optické disky

Optické disky jsou paměťové média diskového tvaru, které k záznamu nebo adresaci uložených dat používají světelný paprsek laseru.

4.2 Rozdělení záznamových disků

- Magnetooptický disk,
- Optický disk,
- Optický disk holografický (Holodisk).

4.2.1 Magnetooptický disk

Magnetooptický disk je magnetické záznamové médium. Magnetooptické disky jsou vyrobeny ze silně magnetických materiálů. Orientaci magnetických částic nelze u těchto disků za normálního stavu ovlivnit. Čteny jsou pomocí magnetooptických mechanik. Mezi největší výrobce těchto disků se počítá firma 3M, Verbatim, HP a SONY, jsou uvedeny příklady některých komerčně prodávaných MO



Obr. 12: Magnetooptický disk Fujitsu 230MB, 90 mm



Obr. 13: Magnetooptický disk SONY 600MB, 130 mm



Obr. 14: Magnetooptický disk SONY 2,6GB, 130 mm



Obr. 15: MO disk HP 9,1GB, 130mm, typu Write once



Obr. 16: MO disk HP 9,1GB, 130mm, typu Rewritable



Obr. 17: Magnetooptický disk Verbatim 30GB, 130 mm

Jedním z principů je využití rozdílu magnetických vlastností feromagnetických materiálů (např. slitiny fermia, železa a kobaltu) za různých teplot. Pro zápis a mazání se využívá tzv. kritický Currieho bod, při teplotě 151-240°C.

4.2.1.1 Rozdělení magnetooptických disků

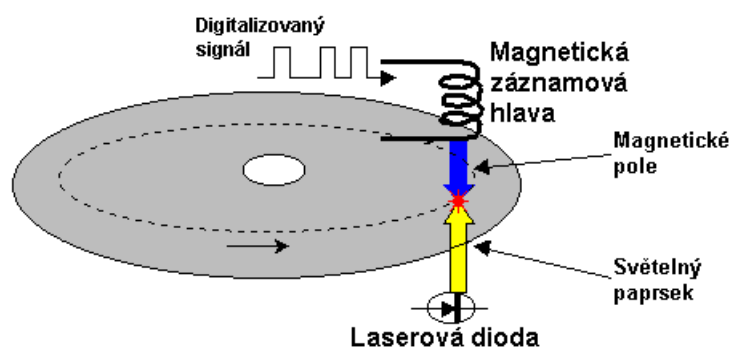
Existují dva typy magnetooptických disků:

- disky WORM (**W**rite **O**nce **R**ead **M**any),
- disky přepisovatelé RW (**R**e**W**ritable).

4.2.1.2 Způsob zápisu

Zdrojem a nosičem magnetického pole je tenká vrstva silně zmagnetované směsi složené z feromagnetik. K zápisu informace se využívá nejčastěji místního zahřátí zmagnetovaného materiálu na Currieovu teplotu (např. krystaly MnSi, EuO, PtCO), při které dochází ke změně struktury látky působením slabým magnetickým polem.

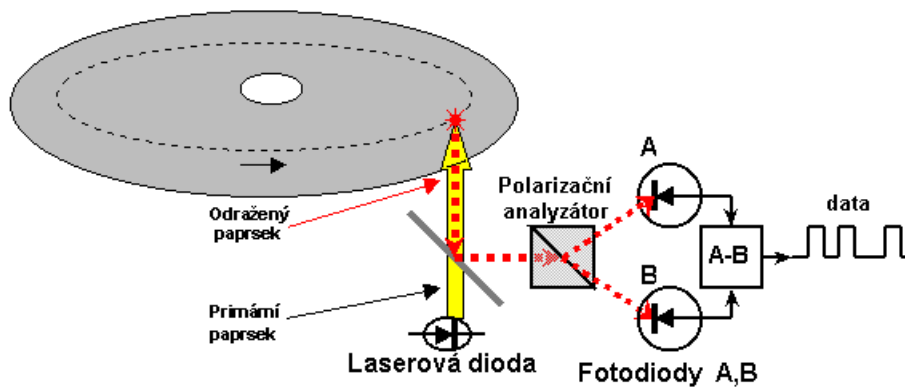
Způsob zápisu (viz obr. 18) probíhá tak, že se magnetická hlava přepne do stavu logické nuly, laser se nastaví na vyšší výkon, ohřeje blok datových bitů na teplotu Currieho bodu a magnetická hlava zapíše logické nuly. Následuje druhá fáze – v dotyčném bloku se ohřejí místa budoucích logických jedniček a magnetická hlava zapíše logické jedničky. Ohřáté lokace se velmi rychle ochlazují (disk odvede teplo) a magnetické domény pak zůstávají doslova zamrazeny v tenké feromagnetické vrstvě.



Obr. 18: Způsob záznamu dat na MD.

4.2.1.3 Způsob čtení

Čtení (viz obr. 19) probíhá pomocí laseru o malém výkonu. Využívá se zde tzv. Kerrova efektu. U světelného svazku, který dopadne na zmagnetizovanou doménu dochází ke stáčení polarizační roviny odraženého světla buď na jednu nebo druhou stranu podle toho, jak je doména polarizována. Citlivé polarizační filtry ve čtecí hlavě pak poznají, zda byl zaznamenán bit 0 nebo bit 1.



Obr. 19: Způsob čtení dat z MD.

Magnetooptické disky se vyrábějí ve dvou rozměrech a to 5,25“ a 3,5“. Kapacity těchto disků se pohybují od 128 MB až po 9,1GB a neustále se vyvíjejí. Nevyžadují náročnou údržbu, lze je otírat a mýt běžným čisticím prostředkem. Udávaná životnost uložených dat bývá až 100 let. Ukládání dat na magnetooptická média je poměrně drahé, stejně tak i cena samotných mechanik. Klesá však při zvyšování požadavků na kapacitu. Kromě samotných magnetooptických jednotek se používají magnetooptické knihovny, ve kterých bývá mechanismus pro automatickou výměnu disků a většinou více než jedna mechanika [MO Forum Asia, 2007; OSTA, 2005].

4.2.2 MC (Mini disk)



Jedná se o typ magnetooptického média nazvaného Mini Disc a uvedeného na trh firmou Sony v květnu 1991, a to primárně pro nahrávání a distribuci hudby. O dva roky později, tedy v roce 1993, byl na trh uveden i MD s možností ukládat data. Kapacita média je podobně jako u CD 74 nebo 80 minut hudby (komprimovaný záznam), tedy 160 MB pro audio nebo 140 MB v data módu. V roce 2004 byl uveden na trh Hi-MD s kapacitou 1 GB umožňující též záznam dat.



Obr. 20: MD s kapacitou 160/140MB



Obr. 21: Hi-MD s kapacitou 1

Pojmem MC (Minidisc) se také ve zkratce označují rekordéry nebo přehrávače, které s tímto médiem pracují. MC přehrávač používá k ukládání hudby ztrátovou kompresi (podobně jako MP3) s názvem ATRAC (Adaptive TRansform Acoustic Coding). Od uvedení na trh bylo představeno několik variant MD přehrávačů - kromě standardního MD ještě MDLP, NetMD a Hi-MD.

- **MDLP** – (MiniDisc Long Play) Uvedeno na trh v roce 2000. Umožňuje uložit na médium více hudby díky vylepšenému kodeku ATRAC3 - v módu LP2 (stereo) 2x více a v módu LP4 (joint-stereo) 4x více.
- **NetMD** - Na trh uveden v roce 2001. Jedná se o rozšíření MD, které dovoluje přenos hudby z počítače na MD pomocí USB. Hudbu je nutno přenášet ve formátu ATRAC, takže se musí před samotným přenosem převést v příslušném software (SonicStage, plug-in pro RealPlayer apod.). Přenos může být až 64x rychlejší než je skutečná délka záznamu (závislé na způsobu komprese).
- **Hi-MD** - se objevilo na trhu roku 2004 a přineslo jednak rozšíření možností předchozí verze NetMD, tak upravený ATRAC kodek - ATRAC3Plus. Hi-MD konečně umožnilo nahrání hudby z MD do PC a dále umožnilo používat média na data. V případě staršího 80 minutového média je tak možno přeformátování z něj a uložit cca 300 MB a na nově uvedené Hi-MD médium o velikosti až 1 GB.

MD přehrávače získaly značnou popularitu hlavně v Japonsku, kde byla většina přehrávačů uváděna jako první na trh a také zde byly, jako v jedné z mála zemí, dostupné již nahrané MD nosiče (lisované MD). Přehrávače a rekordéry též pronikly do profesionální sféry a byly hojně využívány v nahrávacích studiích a radiích. Výhodou MD přehrávačů je odolnost média, kompaktnost rekordérů a jejich výdrž na baterie (využíváno v terénu k nahrávání reportáží).

Nevýhodou, alespoň starších modelů, je nemožnost převést záznam z MD do počítače jinak, než použitím analogového výstupu (tj. realtime). Dále je většina modelů MD přehrávačů a rekordérů vybavena ochranou proti kopírování SCMS, která znemožňuje vytvořit digitální kopii existujícího disku. Ačkoliv se objevilo několik řešení, které obě tyto nevýhody eliminovaly, díky tlaku Sony tato zařízení záhy zmizela z trhu [Minidisk, 2007].



4.2.3 Kompaktní disk (Compact Disc)

Kompaktní disk, obvykle nazývaný zkráceně CD (podle zkratky anglického názvu Compact Disc), je optický disk určený pro ukládání digitálních dat.

4.2.3.1 Historie CD, další vývoj

CD disky byly vyvinuty roku 1979 firmou Sony a Philips jako způsob věrného uchování a reprodukce hudby. Původně byly navrhovány na 60 minut záznamu (délka analogového dlouhohrajícího LP tedy, „elπίčka“), ale firma Sony trvala na 74 minutách, aby se na jedno CD vešla celá Beethovenova Devátá symfonie. Velikost disku (12 cm) je odvozena od velikosti náprsní kapsy pánského saka.

První CD bylo vyrobeno v srpnu roku 1982 v Hannoveru v první továrně na výrobu lisovaných CD, byla na něm vylisována Alpská symfonie Richarda Strausse. Masová výroba pak byla zahájena 17. srpna 1982.

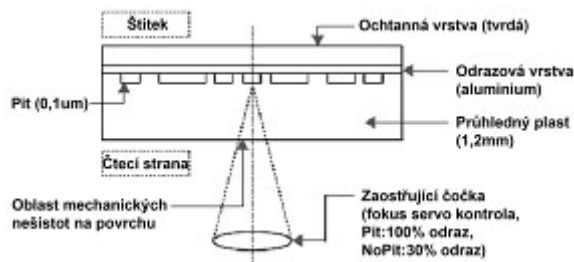
Dnes jsou CD nejčastěji osmdesátiminutová, ale existují i varianty s délkou devadesát devět minut. Disky delší než 80 minut však nemusí být čitelné na všech přehrávačích [Philips, 2007].

4.2.3.2 Technické specifikace CD

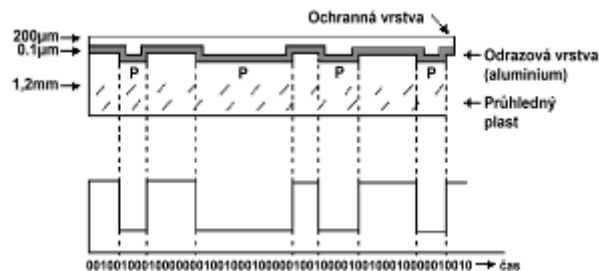
Data na CD jsou uložena ve stopách na jedné dlouhé spirále začínající ve středu média, která se postupně rozvíjí až k jeho okraji. Každá stopa může obsahovat digitální zvukovou nahrávku (tzv. audio CD) nebo (počítačem čitelná) binární data (CD-ROM). Vzorkovací frekvence pro audio signál byla stanovena na 44,1 kHz a 16bitový stereofonní záznam bez komprese. V této podobě zabere jedna minuta záznamu, viz vzorec:

$$\frac{(44100 \cdot 16 \cdot 60)}{8} = 10584000 \text{ bajtů}$$

Mechanismus využívá pro čtení/zápis laser o vlnové délce (780 - 790nm) (viz obr. 22, 23).

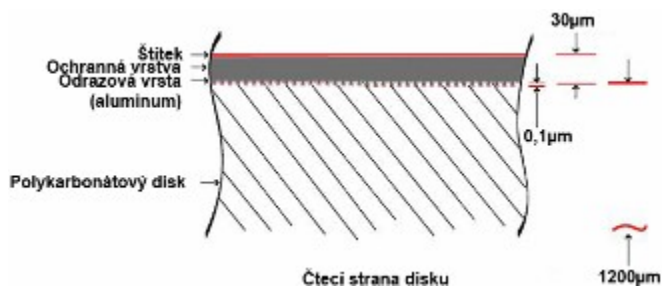


Obr. 22: Způsob čtení laseru z CD disku



Obr. 23: Uspořádání dat na CD disku

Na rozdíl od většiny diskových zařízení (pružné disky, pevné disky, ZIP disky, magnetooptické disky apod.) nejsou data ukládána do soustředných kružnic, ale do jedné dlouhé spirály podobně jako na gramofonové desce. Délka celé spirály je zhruba 6 km a hustota dat v ní uložených je konstantní. Binární záznam je čitelný pouze ze spodní strany disku, tzn. záznam na CD je jednostranný (viz obr. 24).



Obr. 24: Fyzické tloušťky vrstev na CD

4.2.3.3 Rozdělení CD podle fyzického tvaru média

- CD - Kompaktní disk s poloměrem 120 mm,
- CD mini - Kompaktní disk mini s poloměrem 80 mm,
- Bussines Card CD – Kompaktní disk formátu vizitky 85 × 55 mm,
- Shaped CD – Kompaktní disk různých tvarů.

Typ	Počet sectorů	Data max		Audio max		Čas (min)
		(MB)	(MiB)	(MB)	(MiB)	
8 cm	94,5	193.536	≈ 184.6	222.264	≈ 212.0	21
	283,5	580.608	≈ 553.7	666.792	≈ 635.9	63
650 MB	333	681.984	≈ 650.3	783.216	≈ 746.9	74
700 MB	360	737.280	≈ 703.1	846.720	≈ 807.4	80
800 MB	405	829.440	≈ 791.0	952.560	≈ 908.4	90
900 MB	445,5	912.384	≈ 870.1	1,047.816	≈ 999.3	99

Tab. 3: Porovnání kapacit CD.

4.2.3.4 Specifikace CD disků podle využití

Různé formáty CD byly postupně specifikovány ve standardech nazvaných Rainbow Books (duhové knihy), název vychází z faktu, že každý formát je označen určitou barvou knihy, tedy standardu.

- **červená kniha** (red book) - Audio CD (Audio Compact Disc),
- **žlutá kniha** (yellow book) - CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory) pro záznam dat, pouze pro čtení, CD-ROM XA,
- **zelená kniha** (green book) - CD-I (Compact Disc-Interactive) interaktivní CD,
- **oranžová kniha** (orange book) – CD-MO (Magneto Optical Disk) magnetooptické disky, CD-R (Compact Disk – Recordable) zapisovatelné disky a CD-RW (Compact Disk ReWritable) přepisovatelné disky,
- **bílá kniha** (white book) - Video CD, hybridní disky CD-Bridge, CD-Ready,
- **modrá kniha** (blue book) - Enhanced CD známé jako CD Extra nebo CD plus a CD-G (CD+Graphics),
- **béžová kniha** (beige book) - PhotoCD vyvinuté firmou Kodak pro ukládání fotografií,
- **purpurová kniha** (Purple Book) - DDCD (Double Density) disky s dvojnásobnou hustotou záznamu,
- **šarlatová kniha** (scarlet book) - SACD (Super Audio CD).

Pro data na médiu se obvykle používá souborový systém ISO 9660. V případě CD-RW medií s přímým zápisem (*packet writing*²²) se může použít i novější formát *UDF*²³ (Universal Disk Format).

Médium, ze kterého je možno *nabootovat*²⁴ nejen jádro, ale celý operační systém včetně aplikací (a které tedy nevyžaduje, aby byl zmíněný operační systém na daném počítači nainstalován), se nazývá LiveCD.

CD-formát začíná být vytlačován diskem *DVD*²⁵, s jeho klesající cenou a klesající cenou rekordérů. DVD disk je přímým pokračovatelem CD nejen svojí vnější podobou (CD je od DVD laickým pohledem prakticky nerozeznatelné), ale i digitální technologií záznamu dat. Kapacita běžných DVD je oproti klasickému CD zhruba šestinásobná. S tím rozdílem, že DVD disky využívají tzv. sendvičovou technologii, o které bude pojednáno dále.

²² Packet writing (paketový zápis) je způsob ukládání dat na disk, umožňující využití CD nebo DVD média jako „diskety“. Dovoluje uživateli zapisovat na disk přes souborový systém (Unix, Linux, Mac OS), nebo přes Tento Počítač (Windows). Bez software umožňujícího Packet Writing je nutno CD tzv. vypalovat přes specializovaný program. (Čtení z CD se provádí přes souborový systém v obou případech).

²³ Universal Disk Format (UDF) je otevřený formát souborového systému založeného na ECMA-167/ISO 13346 standardu. Byl navržen jako náhrada za ISO 9660 a má zajistit možnost výměny dat mezi různými operačními systémy a rozšířit omezení, kterými ISO 9660 trpí. Tento formát vyvíjí a udržuje OSTA (Optical Storage Technology Association).

²⁴ Nabootovat z anglického boot (nakopnout, nastartovat), tedy jedná se o systém schopný samočinného spuštění, tzv. samospouštěcí, samoinstalační CD, anglicky LiveCD.

²⁵ DVD (Digital Versatile Disc nebo Digital Video Disc) v překladu (digitální univerzální disk nebo digitální video disk) Jedná se o optické médium, přímého nástupce za CD.

4.2.3.5 CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)

Jde o nepřepisovatelné optické záznamové médium fyzicky totožné s audio CD, formát uložení informací je však přizpůsoben uchování a čtení počítačových dat. Kapacita média může být 650 až 900 MB.

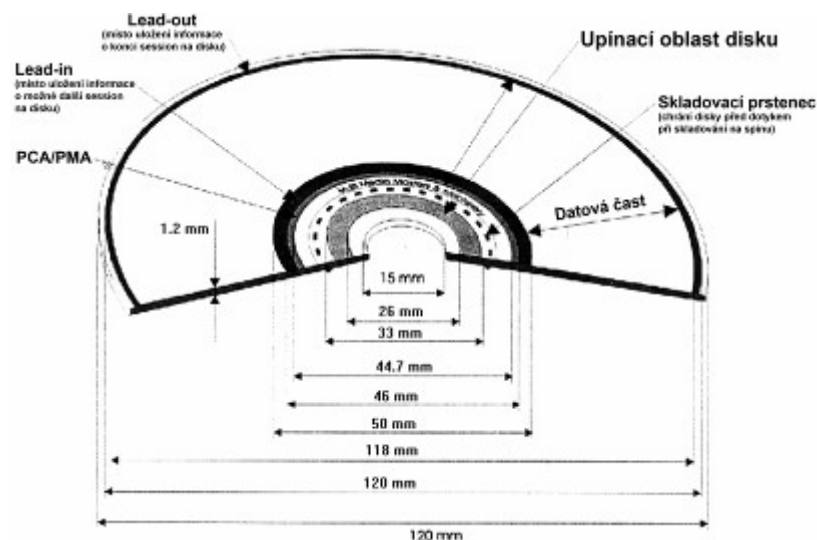
4.2.3.5.1 Historie CD-ROM

Historie CD-ROM sahá do roku 1970 k firmě RCA, která vyvinula oboustranný video disk o průměru 30,5 cm se způsobem zápisu a čtení založeném na optice a odrazu laseru. Vzhledem k vysoké ceně a malé odolnosti se však tento disk mezi veřejností příliš neuchytil. Řada firem ale vyvíjela podobná řešení, situace se změnila až v roce 1980, kdy firmy Philips a Sony uzavřely dohodu o společném standardu. První CD bylo vyrobeno v srpnu roku 1982 v Hannoveru v první továrně na výrobu lisovaných CD. Masová výroba pak byla zahájena 17. srpna 1982. O dva roky později se kompaktní disky CD-ROM s úspěchem začínají používat na informačně archivní účely [HOFFMANOVÁ, s. 78; HUTAŘ, 1979].

4.2.3.5.2 Technické specifikace CD-ROM

Data se zaznamenávají do sektorů, které mají velikost 2352 B. Data mohou být zaznamenána třemi způsoby:

- Mode 1, má 2048 užitečných B/sektor (standard) - MSCDEX podporuje jen 2048B,
- Mode 2, 2336 B/sektor,
- Audio, 2352 B/sektor.



Obr. 25: Rozložení oblastí a fyzické rozměry na CD-ROM.



4.2.3.6 Photo CD

Disk fyzicky shodný s CD. Bylo vyvinuto firmou Kodak a Philips v devadesátých letech. Jedná se tedy veskrze o proprietální formát. Tyto disky jsou široce podporovány, jak softwarově, tak hardwarově.

4.2.3.6.1 Převedení snímků na Photo CD

Vyvolaný film nebo již zhotovené snímky (v analogové podobě) jsou skenovány a převáděny do digitální formy, převedeny do tzv. Photo CD formátu a zapsány na Photo CD disk. Proces zápisu je v podstatě shodný se zápisem na CD-R. Na Photo CD disky je možné zapisovat (přidávat) opakovaně při použití tzv. multisesion zápisu, tedy jedná se o tzv. Bridge CD, stejně jako u CD-R.

4.2.3.6.2 Technické specifikace

Photo CD

Obrázky jsou skenovány při rozlišení 2 200dpi s částečným výřezem na 35 mm film. Tedy výsledná velikost obrázku je 3 072 x 2 048bodů. V souboru PCD jsou vnořeny další obrázky v nižším rozlišení, tzv. thumbnails. Oba formáty, jak 35 mm, tak APS²⁶ filmy jsou též technologií Photo CD podporovány.

ProPhoto CD

Nabízí dvojnásobné rozlišení 4 400dpi. Nejvyšší možná velikost obrázku je omezena na 6 144 x 4 096 bodů. Tento formát je možné použít i pro další fotografické formáty.

Picture CD

Vyvinuto bylo firmou Intel a Kodak, nabízí oproti Photo CD poloviční rozlišení 1 100dpi nebo 1 536 x 1 024bodů.

Photo CD disk je definován v Beige Book a řídí se podle CD-ROM XA a též podle CD-I Bridge specifikací [PHILIPS, 2007b; FELIX, 2007].

²⁶ APS (Advanced Photo System) pokročilý systém fotografování je formát určený pro stálou fotografii. Např. firma Kodak používá vlastní označení Advantix. Existují tři typy 24mm APS filmu.
H jako "High Definition" (30.2 x 16.7 mm, 16:9),
C jako "Classic" (25.1 x 16.7 mm, 3:2),
P jako "panoramic" (30.2 x 9.5 mm, 3:1)



4.2.3.7 CD-Text

CD-Text je rozšíření CD ve specifikaci Red Book, tedy standartu pro audio CD. To poskytuje doplňkové umístění informací (např. jméno alba, název skladby, jméno autora). Všechny dodatečné informace se skladují v tzv. *lead-in*²⁷ area (místo na začátku datové spirály, kde je k dispozici okolo pěti kilobitů, viz obr. 25) nebo v tzv. Subcode Channels R-W, kde je k dispozici až 35 MB. Text je uložen ve formátu využívající ITTS (Interactive Text Transmission System). ITTS je stejný systém používaný v rádiovém vysílání nebo na médiích typu MiniDisk. Specifikace formátu byla uveřejněna v roce 1996 podporovaná firmou Sony. Podpora tohoto formátu je běžná, ale není univerzální [PHILIPS, 2007b].



4.2.3.8 Compact Disc + Extended Graphics

Jde o fyzicky shodný disk s kompaktním diskem s rozšířenou grafikou (CD+EG je také znám jako CD+XG). Jedná se o rozšířenou formu kompaktního disku a grafiku ve formátu CD+G. Oba formáty CD+G, CD+EG podporují zobrazení textu a videa k reprodukované hudbě. Extra data jsou uloženy v tzv. Subcode Channels R-W. Formát se neujal. Bylo vydáno jen malé množství médií podporující tento formát. CD+G obsahuje 288 pixels na řádce, 192 řádek a 256 barev [PHILIPS, 2007b; Bumgardner, 1999]



4.2.3.9 CD-I (Compact Disc-Interactive) interaktivní CD

Jde o fyzicky shodný disk s kompaktním diskem. Jedná se o disk podporující multimediální aplikace. Byl začleněn do CD-I konzolí firmou Royal Philips Electronics N.V. Spoluvytvořen byl firmami Philips a Sony v roce 1986. První přehrávač který podporoval CD-I (Audio CD, CD+G, *Karaoke*²⁸ CD a VCD(Video CD)) byl v prodeji v roce 1991. CD-I disk je definován v Green book a jde i multimediální interaktivní CD [PHILIPS, 2007b].

4.2.3.10 Gold CD

Gold CD je fyzicky shodné s CD. Vyznačuje se výraznou zlatou barvou povrchu. Původně bylo vytvořeno jako archivační médium. Z důvodů možné koroze hliníkové odrazové plochy u konvenčních kompaktních disků byl vytvořen identický disk s odrazovou fólií z 24 karátového zlata. Tato média jsou obecně odolnější vůči oxidaci a působení UV záření (viz. kap. 5).

²⁷ Lead-in je oblast na vnitřní straně CD, možno nahlédnout na obr. Rozložení oblastí a fyzické rozměry na CD-ROM.

²⁸ Karaoke z japonského カラオケ kara, "prázdný" nebo "prázdná" a ōkesutora, "orchestr". Jde o formy zábavy vyvinuté v Japonsku. Převážně mladí lidé mají možnost zpívat na mikrofon za poslechu populární hudby (nahranou bez slov), popřípadě sledování videa spolu s titulky skladby písně.

4.2.3.11 CD Video (CDV, CD-V, CD+V)



Tento disk kombinuje technologii Laser Disku a Kompakt Disku, byl vyvinut v roce 1988 (1986) jako záznamové médium pro videoklipy. Byl schopen zaznamenat 20 min audio signálu a 5 min video signálu.

Tento formát se pro svoji podobnost v názvu často a nesprávně spojuje s disky na principu kompaktního disku nazvaného: Video CD (VCD, View CD nebo Compact Disc digital video) (viz Příloha 1).

Za dlouhou éru záznamových médií bylo vyvinuto mnoho obdobných médií a zařízení schopných pracovat (číst, zapisovat) s těmito médii. Nebylo účelné se širěji zabývat popisem těchto již zastaralých technologií, proto odkazuji na webové stránky [Hain, 2007] zabývající se podrobně záznamem zvuku a videa a dávající ucelený pohled na tuto problematiku.

Dalším zajímavým zdrojem, který sahá až do samých pionýrských začátků Paula Nipkova (1884) popisuje vznik a princip zařízení, médií schopných zaznamenávat obraz. Dokument ve formě semináře a je prezentovaný Donaldem F. McLeanem [McLean, 2002]. Dokument je přístupný online a přiložen v Příloze 2-DVD.



4.2.4 DVD (Digital Versatile Disc nebo Digital Video Disc)

Jde o formát digitálního optického datového nosiče, který je určen na ukládání velkého objemu dat. DVD disk se na pohled velice podobá kompaktnímu disku.

4.2.4.1 Historie DVD

DVD bylo uvedeno na trh v Japonsku roku 1996 a o rok později ve zbytku světa. Oficiální standard DVD-R (zapisovatelných) a DVD-W (přepisovatelných) disků vytvořilo DVD Fórum, které bylo založeno v dubnu roku 1997.

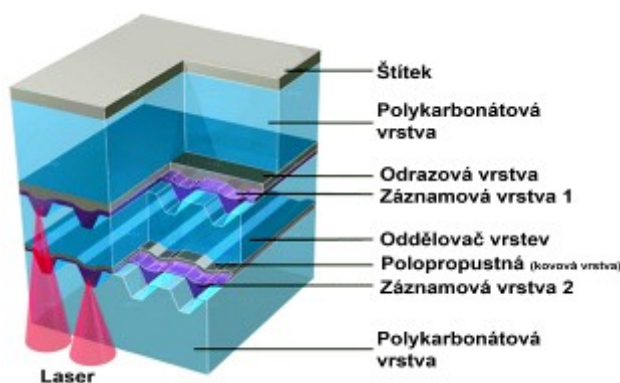
Z důvodu vysokých cen licencí této technologie vznikla další skupina nazývající se DVD+RW Alliance, která vytvořila standard DVD+R (zapisovatelných) a DVD+W (přepisovatelných), jejíž licence byly výrazně levnější.

Před dokončením specifikace DVD byl neoficiálně navrhnut název Digital Video Disc (digitální videodisk). V konečné fázi distribuce a prodeje v roce 1995 bylo ovšem z důvodů jeho širokého uplatnění medium prezentováno jako Digital Versatile Disc (digitální víceúčelový disk).

4.2.4.2 Technické specifikace

DVD médium je plastový disk navenek podobně vyhlížející jako již dříve představené CD média. Médium je však tvořené ze dvou tenkých disků, které mezi sebou svírají záznamovou vrstvu, jedná se o tzv. sendvičovou strukturu disku (viz obr. 26).

DVD médium má průměr 120 mm s tloušťkou 1,2 mm. Data se ukládají pod povrch do jedné nebo dvou vrstev ve stopě tvaru spirály (jako CD). Pro čtení dat se používá laserové světlo s nižší vlnovou délkou (636-650 nm) než je tomu u CD. Stejně tak příčný odstup stop je menší – 740 nm oproti 1600nm u CD (viz. Příloha 1).



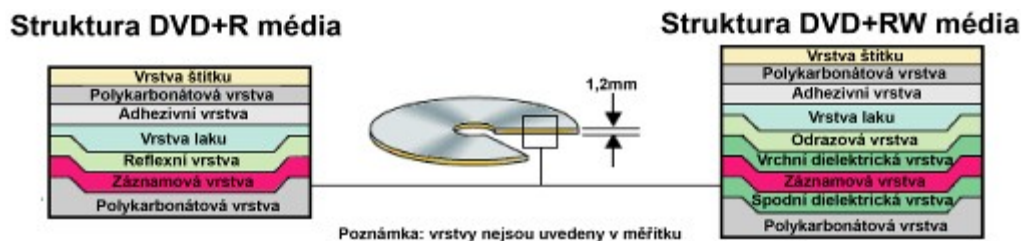
Obr. 26: Vnitřní struktura DVD disku

4.2.4.3 Rozdělení typů DVD nosičů podle obsahu

- **DVD Video** (obsahuje filmy (obraz a zvuk),
- **DVD Audio** (obsahuje zvuk v kvalitě CD a lepší),
- **DVD Data** (obsahuje data všeho druhu).

4.2.4.4 Typy médií

- **DVD-ROM** (Read Only) jen pro čtení, vyrábí se lisováním,
- **DVD+R** (Recordable) jen pro jeden zápis,
- **DVD+RW** (ReWritable) přepisovatelný,
- **DVD+R DL** (Recordable) jen pro jeden zápis, (DualLayer) dvě vrstvy,
- **DVD-R** (Recordable) jen pro jeden zápis,
- **DVD-RW** (ReWritable) přepisovatelný,
- **DVD-RAM** (libovolně přepisovatelné médium – podobný jako zápis na pevný disk).



Obr. 27: Ilustrativní porovnání struktury vrstev jednostranných disků DVD+R a DVD+RW

4.2.4.5 Kapacity médií v závislosti na typu

Médium umožňuje zápis na jednu nebo obě dvě strany, v jedné nebo dvou vrstvách na každou stranu. Na počtu stran a vrstev závisí kapacita média, tedy:

- **DVD-5**: jedna strana, jedna vrstva, kapacita 4,7 GB (4,38 GiB),
- **DVD-9**: jedna strana, dvě vrstvy, 8,5 GB (7,92 GiB),
- **DVD-10**: dvě strany, jedna vrstva na každé straně, 9,4 GB (8,75 GiB),
- **DVD-14**: dvě strany, dvě vrstvy na jedné straně, jedna vrstva na druhé, 13,2 GB (12,3 GiB),
- **DVD-18**: dvě strany, dvě vrstvy na každé straně, 17,1 GB (15,9 GiB).

DVD oproti CD poskytuje:

- efektivnější korekci chyb,
- vyšší kapacitu záznamu (asi 4,7 GB oproti 0,7 GB),
- odlišný souborový systém Universal Disk Format, který není zpětně kompatibilní s ISO 9660, který se používá na CD-ROM.

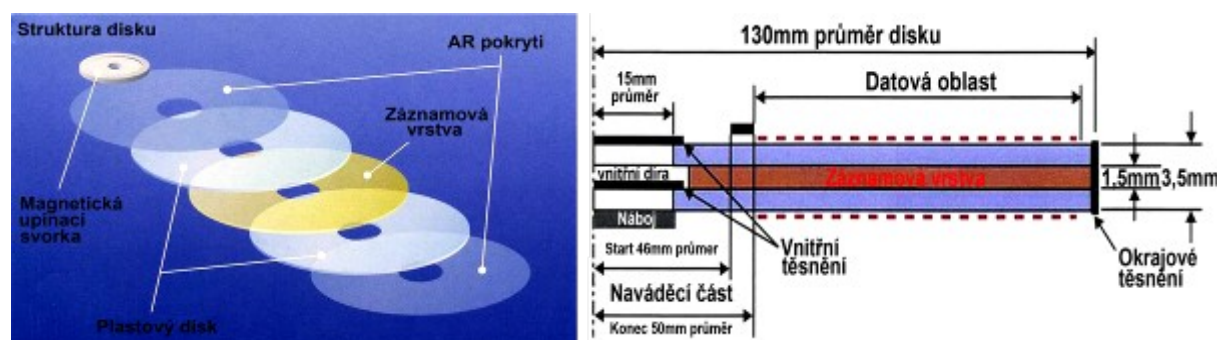
Rychlost mechaniky typu DVD se udává jako násobek 1350 kB/s tedy, že mechanika s rychlostí 16x umožňuje přenosovou rychlost $16 \times 1350 = 21600$ kB/s (21,09 MB/s).

Další optická média v naprosté většině vycházejí z již představené konstrukce CD, respektive DVD sendvičové technologie, holografické disky vyjímaje. Proto by nebylo účelné se s nimi širěji v této práci zabývat. Pro hlubší studium optických médií odkazují na Přílohu 1, ve níž jsou uvedeny dostupné technické informace.

4.2.5 Holografická média



Společnost Lucent Technologies (později vystupující pod samotným jménem InPhase) v roce 2001 představila technologii zvanou InPhase (viz. obr. 27). Média pracující na tomto principu se nazývají Magnum HVD a dosahují kapacity 200GB.



Obr. 28: Struktura holodisku technologie InPhase od firmy Maxwell.

Společnost rozvíjí novou technologii na bázi fotopolymerů²⁹ kde se bude využívat k zápisu vysokorychlostní optický čip CMOS při rychlosti 20MB/s. Jednotka nazvaná Tapestrer HDS-300R (viz obr. 29), schopná uložit 600 GB dat (resp. 300GB dat, 300GB je určeno ke korekci chyb) je již nekomerčně nabízena firmám k otestování. Předpokládané parametry, které se plánuje dosáhnout do roku 2009, jsou opravdu pozoruhodné: 1,6 TB záznamové kapacity na disk s operační rychlostí 80-120 MB/s (pro porovnání současné DVD disponuje cca 10 GB a operační rychlostí 5 MB/s) [InPhase-technologies, 2007].

Společnost Aprilis je sice podle všeho od uvedení svého zařízení na trh poněkud dále než InPhase, ale zato pracuje na vývoji holografických médií s ještě vyšší záznamovou hustotou (viz Příloha 2-DVD). Přímo na domovském webu firma nabízí animaci čtení a zápisu na své vyvíjené médium pomocí nové technologie jednosvazkového zápisu [DCE Aprilis, 2007].

²⁹ Krystaly fotopolymerů – jde o polymery, které jsou citlivé na světlo (často v jiném než viditelném spektru) a při ozáření mění své vlastnosti. S úspěchem se využívají v mnoha oblastech vědy a techniky (litografie, medicíně, záznamová média, atd.)

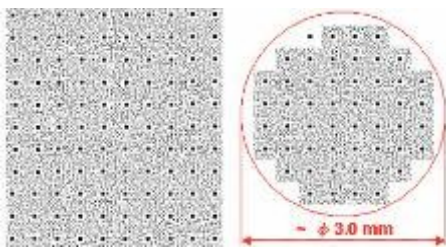


Obr. 29: Jednotka Tapestryer HDS-300R od InPhasespolečně s médiem

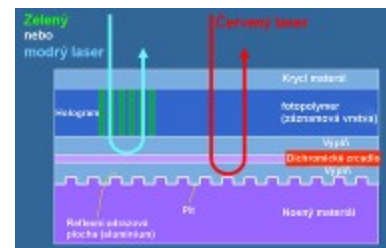


Obr. 30: Porovnání HVD disku 200G od InPhase s DVD-R diskem

Díky technologii Tapestry lze data, jež byla převedena do podoby malého obrazu, opětovně převést tak, aby byla čitelná v jejich původní podobě. Technologie umožňující holografické ukládání dat se nyní nachází ve stádiu funkčních prototypu. Holografické ukládání využívá objemovou kapacitu ukládacího média nejen jeho povrch. Data, která tvoří zhruba 1 milion bitů, jsou zapsána jediným laserovým paprskem. Jakákoliv datová složka je uložena na určitém místě na disku a každý z těchto souborů je opatřen specifickou adresou a uložen. Způsob uložení těchto složek připomíná knihu (viz obr. 31).



Obr. 31: Příklad fyzicky zakódované informace na holografickém disku.



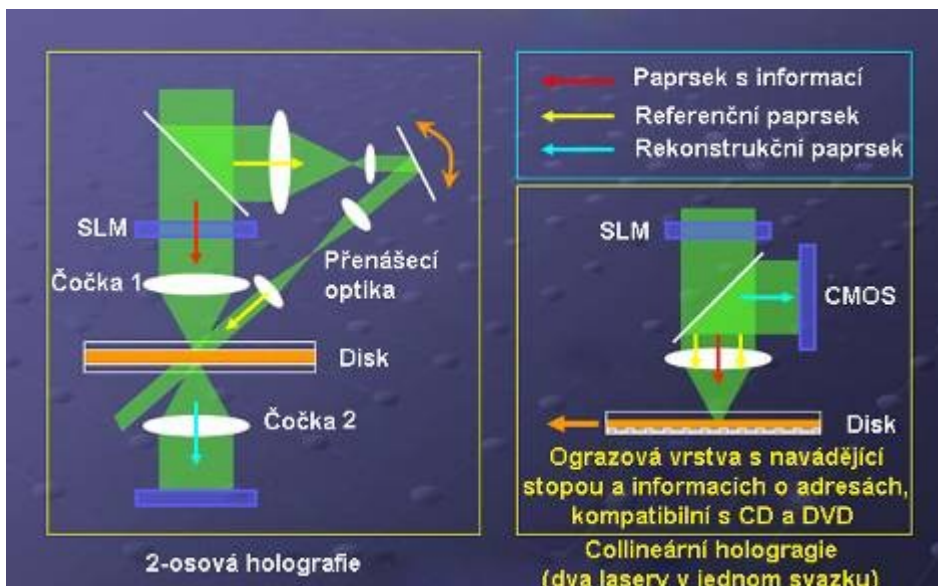
Obr. 32: Obr. Základní princip čtení z HVD disku

Tato nová technologie ukládání informací umožňuje umisťovat více hologramů na stejné médium, jelikož dochází k překrývání nejen datových složek, ale i celých souborů. Tím výrazně stoupá hustota záznamu. To vede k dramatickému nárůstu hustoty ukládání dat, která může být až 200 GB na palec čtvereční.

Tento testovaný materiál však zatím nedovoluje přepis, a proto není možné opravit chyby zápisu. Tento problém se prozatím společností jež vyvíjejí tuto technologii nedaří vyřešit.

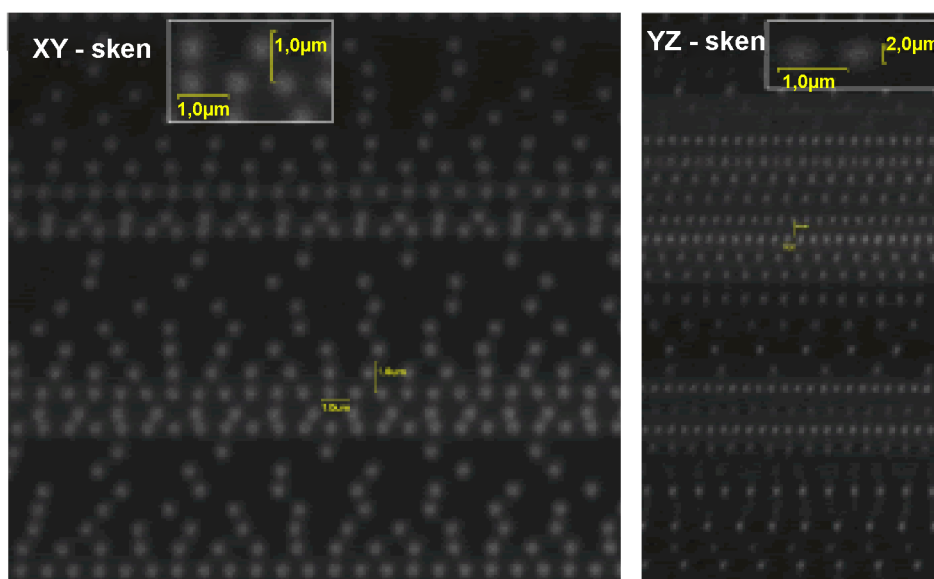
Partnerem obou společností je nově založená japonská firma Optware, která vyvíjí holografické zařízení, v němž budou oba laserové svazky (objektový a referenční) vedeny v jednom svazku, tzv. Optware collinear Holography Optical System (viz obr. 33). To by mělo podstatně zmenšit konstrukční složitost zápisových a čtecích hlav, a tedy také jejich cenu. Povzbuzena úspěšnými laboratorními testy nového materiálu na bázi polymerů hodlá společnost InPhase v horizontu několika dalších let vyvinout komerčně dostupné holografické paměti s možností přepisu

uložených dat (na tomto poli pracuje také britská firma P3 Holographics). Tím by se holografické paměti staly velmi vážnými konkurenty stávajících technologií.



Obr. 33: Porovnání 2-osového holografického zápisu a Collineární (dva lasery v jednom svazku) holografie

Další firmou zabývající se holografickým záznamem je Call/Recall, která v roce 2007 oznámila, za pomoci své nově vyvinuté technologie záznamu s nejvyšší hustotou záznamu. Je schopná zaznamenat 1 TB, 5 TB, až 15 TB na médium o velikosti CD/DVD s možností zpětné kompatibility. Jedná se o firmou patentovanou technologii nazvanou Versatile 2-Photon 3D Optical Technology, tedy o 2-fotonovou 3D technologii optického záznamu [CALL/RECALL, 2007].



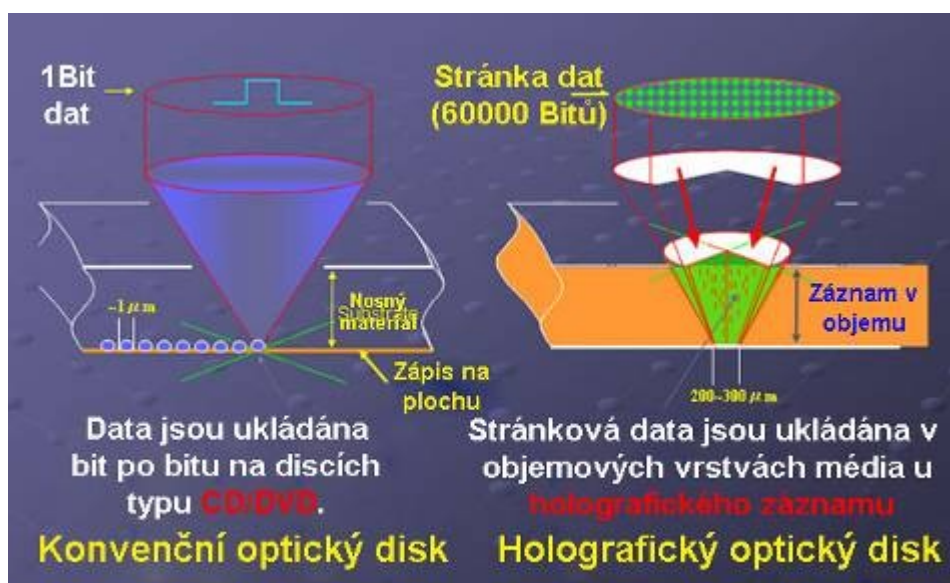
Objemová kapacita: 1TB (disk o průměru 120mm, tloušťce 1,2mm, vzdálenost drah $0,8 \mu\text{m}$, vzdálenost vrstev $5 \mu\text{m}$ při rychlosti zápisu 30Mbit/s a frekvenci 15Mhz)

Obr. 34: Ukázka objemového záznamu firmy Call/Recall.

4.2.5.1 Ultrarychlé vyhledávání

Holografická média by navíc v budoucnu měla být spojena s ultrarychlými vyhledávacími mechanismy založenými na asociativním určení přesné adresy v paměti uložené informace na základě neúplného souboru bitů. Na hardwarové úrovni je tato možnost vlastní právě pouze holografické metodě záznamu – trik spočívá v obrácení standardního postupu při čtení.

Holografická paměť je ozářena obrazovým svazkem, čímž se naopak rekonstruuje referenční svazek, obsahující informaci o adrese požadované informace. Konvenční software musí naopak všechna data procházet položku po položce, což je pochopitelně mnohem pomalejší.



Obr. 35: Srovnání záznamového principu disků typu CD/DVD a holografických disků.

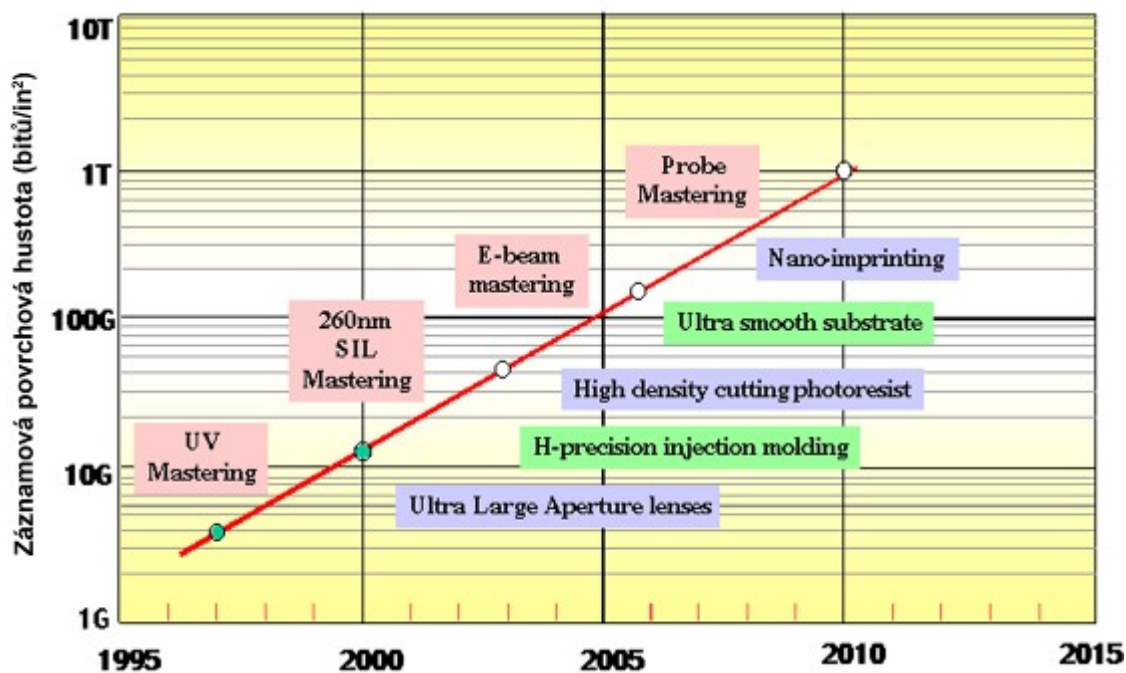
4.2.5.2 Výhledy do budoucna

Nové směry v oblasti ukládání by se mohly charakterizovat jako určitá volná pole v různých, již známých technologických oblastech výzkumu.

- zápis mnohonásobných hodnot na bod, např. různé hloubky pitů,
- zmenšení velikosti záznamových bitů na médiu,
- zvyšování počtu vrstev na médiu,
- záznam do objemu média (Probe Storage na úrovni atomů).

4.2.5.3 Povrchová hustota existujících a budoucích technologií

Ukažme si vývoj povrchových hustot záznamu u mnohonásobných hodnot záznamu na plochu média od roku 1995 s prognózou k roku 2010. Z důvodů neustálého zvyšování záznamové hustoty je zapotřebí vyšší optické rozlišitelnosti struktury materiálu (konzistentnosti) a vyšší rozlišovací schopnosti záznamových a čtecích zařízení (viz. obr. 36).



Obr. 36: Povrchová hustota existujících a budoucích technologií.

4.2.5.4 Optická hustota existujících a budoucích technologií

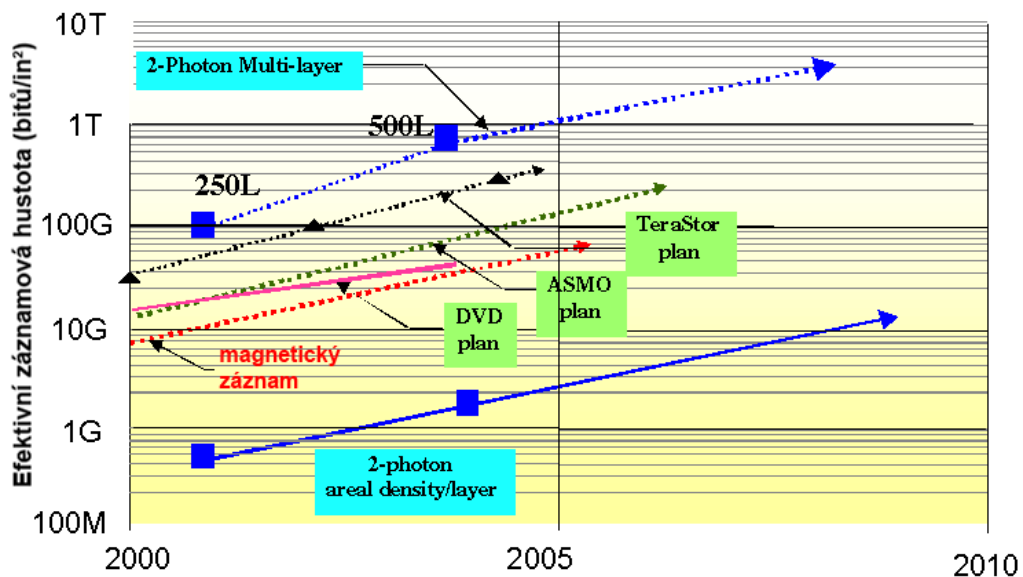
Optická *difrakce*³⁰ limituje velikost zaostření laserového paprsku na bod z důvodů vlnové délky použitého světla, proto vlnová délka limituje hustotu záznamu. Ukažme si tedy vztah mezi použitým světlem různé vlnové délky a možnosti využití (viz obr. 37).



Obr. 37: Závislost použité vlnové délky světla hustotě záznamu [Colossal StorageCorp.]

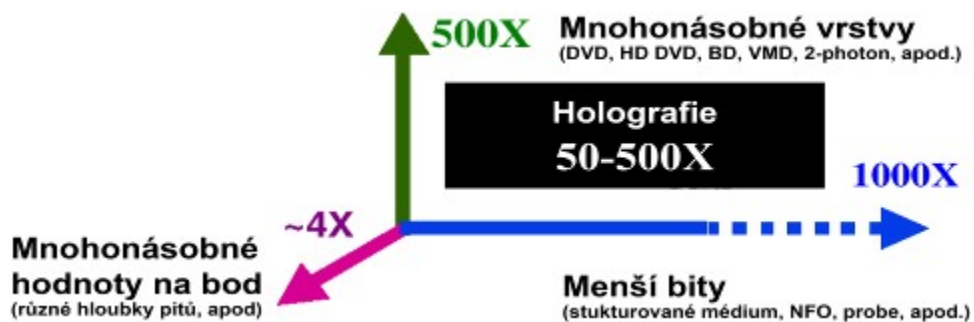
Pro srovnání si uvedme možný výhled porovnání technologií dnes největších leaderů v oblasti ukládání dat (viz obr. 38).

³⁰ Difrakce (ohyb) vlnění označuje jevy vzniklé v oblasti šíření vln, které mohou vznikat např. při průchodu vlnění otvorem nebo kolem překážky, to způsobuje určité narušení vlnění. Ohyb vlnění je charakteristickou vlastností vlnění a je vysvětlován pomocí Huygensova principu.



Obr. 38: Potenciální vliv 3D mnohvrstvé optické technologie a její porovnání s konvenčními způsoby ukládání dat a novými technologiemi [s použitím Terastor, OITDA storage roadmap a Call/Recall, Inc. internal reports]

Z námi zmíněných trendů zvyšování záznamové kapacity médií vede (alespoň podle prognóz a výzkumu) holografický záznam s možností záznamu na atomové úrovni. Touto technologií by v budoucnu bylo možné navýšit kapacitu a neuvěřitelný tisícinásobek (viz obr. 39) [THOMAS, 2007; World Technology, 2006].



Obr. 39 Odhad volného pole různých směrů pro zvyšování kapacit záznamu

4.2.5.5 Závěr

V budoucnu by tedy holografická média mohla nabídnout vysokou rychlost čtení/zápisu, velkou kapacitu a z dnešního pohledu ultra rychlé vyhledávání, založené na asociativním určení přesné adresy dat, díky kterému by se na rozdíl od konvenčních datových médií nemusely položky jednotlivě procházet. Další výhodou budou data fyzicky uložená přímo v objemu média. Nová holografická technologie by mohla umístit vrstvy pouhých 5-100 mikronů od sebe. A tak dovolit až 100 vrstev na jednom médiu rozměrů dnešního DVD. Za použití zatím nejslibnější holografické technologie na úrovni atomů by se tyto hodnoty několikanásobně zvýšili. Díky této konstrukci by měla prudce vzrůst i životnost uložených dat.

4.3 Ukládání - optická média versus magnetické pásky

Uvedené cenové srovnání (viz tab. 4) by mělo být chápáno jen jako orientační s přihlédnutím na stále se měnící ceny médií a záznamových jednotek. Lze obecně říci, že záznamové pásky jsou použitelné mnohonásobně, zatímco disky DVD-R, DVD+R pouze jedenkrát.

Je možné využít i média typu DVD+RW, DVD-RW, které podporují vícenásobný zápis. Při rozvaze celkových nákladů (viz níže) však bývá smysluplnější používat při nízké ceně optických disků vždy nová média.

			Orientační ceny (12/2004)		
Druh úložiště	Kapacita nativní	Rychlost nativní	Cena jednotky*	Cena 1ks média	Cena na 1GB média
CD a DVD mechaniky					
CD-R (52x)	0,65 GB	8 MB/s	850 Kč	6 Kč	9,23 Kč
DVD-R (8x)	4,7 GB	11 MB/s	2.450 Kč	16 Kč	3,40 Kč
DVD+R (16x)	4,7 GB	22 MB/s	2.450 Kč	34 Kč	7,12 Kč
DVD+RW, DVD-RW (4x)	4,7 GB	5,5 MB/s	2.450 Kč	35 Kč	7,45 Kč
Páskové mechaniky					
DAT 72	36 GB	3 MB/s	20.400 Kč	510 Kč	14,10 Kč
DLT VS80	40 GB	3 MB/s	33.600 Kč	780 Kč	19,50 Kč
AIT-3	100 GB	12 MB/s	141.000 Kč	1.600 Kč	16,00 Kč
LTO 1	100 GB	16 MB/s	82.270 Kč	800 Kč	8,00 Kč
LTO 2	200 GB	34 MB/s	123.200 Kč	1.320 Kč	6,60 Kč
LTO 3	400 GB	68 MB/s	177.710 Kč	3.400 Kč	8,50 Kč
RocketVault					
RocketVault 240	120 GB	3 MB/s	39.760 Kč	-	-
RocketVault 500 - 1G	250 GB	30 MB/s	65.020 Kč	-	-

*U DVD/CD mechanik resp. páskových mechanik se jedná o interní mechaniky typu ATA/33 resp. varianty SCSI. V případě RocketVault se jedná o externí jednotku. Ta je jednoduchou samostatnou zálohovací a archivovací jednotkou. Jeho technologie sladí on-site i off-site zálohování a archivaci tím, že integruje automatické vysokorychlostní zálohování typu disk-na-disk, na vzdálené disky nebo pro zálohování na pásku, do jediného hardwareového zařízení. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tab. 4: Cenové srovnání jednotlivých médií [BackAgain, 2006].

4.3.1 Celková cena vlastnictví (s provozem)

Hlavní skrytý a podstatný náklad spočívá v pravidelné výměně médií obsluhou a pravidelném přenášení médií do úschovy mimo prostory (*off-site*³¹záloha). Zájemce o nový zálohovací systém by si měl spočítat dobu potřebnou k manipulaci s páskami a započítat mzdové a režijní osobní náklady s tím spojené.

Např. při vynaložení 15 minut 4x týdně a 1 hodiny jednou týdně, při mzdových a režijních nákladech 30 000 Kč měsíčně (čistá mzda pod cca 15 000 Kč, což je naprosté minimum

³¹ Off-site – (mimo místo) opak on-site. Jedná se o bezpečný proces při zálohování důležitých dat. Data nahraná na médium (většinou magnetické pásky) se fyzicky přemisťují na jiné místo. Často pro tento účel slouží trezory umístěné přímo v bankách.

pro osobu pověřenou vykonáváním záloh) vyjdou roční personálně-režijní náklady na manipulaci asi 16 000 Kč, což je nejnižší možný odhad, který nezahrnuje scénář v případě obnovování dat.

Tyto náklady a možnou nespolehlivost rutinní ruční práce se snaží snížit četná řešení automatizující výměny médií - u pásek autoloaderů a knihovny. Ceny těchto zařízení jsou ovšem již vyšší než uvedené ceny základních interních mechanik.

Další náklad představuje počet médií, která jsou celkem zapotřebí. Média jsou součástí nastavených zálohovacích plánů, v jejichž rámci se provádí jak cykly, tak archivace. Např. při spotřebě 5 médií na plnou zálohu a 1 média na *inkrementální*³², se základním týdenním cyklem, při měsíční archivaci, při dvojité kvartální archivaci a trojitě roční archivaci, budete ročně potřebovat 114 ks prepisovatelných médií. Při potřebě jediného média na plnou zálohu budete stále potřebovat 26 ks médií ročně.

S intenzivním provozem mechanik by se mělo počítat i s náklady na jejich údržbu a podporu.

Při zvážení těchto nákladů na média, manipulaci s médii, přenos, skladování *on-site*³³ i *off-site*, na údržbu mechanik atd. se rýsují výhody automatického řešení, např. již zmíněného RocketVault, který je sice při pořízení dražší, ale s uvážením provozních nákladů nakonec levnější a přitom funkčně atraktivní.

³² Inkrementální (přírůstková) záloha - ukládá se kopie jen těch souborů, které se změnily od posledního zálohování (ať už úplného nebo i inkrementálního)

³³ On-site – (na místě) opak (off-site) Jedná se o proces při zálohování důležitých dat. Data nahraná na médium fyzicky zůstávají na místě (kancelář, budova, komplex) kde je jsou uchována originální data..

5 Problematika stárnutí optických médií

S ohledem na rozsah práce se budeme zabývat pouze médii optickými. Z důvodů nejdelší historie kompaktního disku, mu bude věnována největší část a s ním technologicky i materiálově podobnému médiu DVD.

Kompaktní disky, jak jsme si již dříve uvedli, se sériově produkují od roku 1981. Mají tímto za sebou vzhledem k jejich masovému rozšíření dobře zmapovanou historii. Je tedy až zarážející, jak málo odborných prací se zabývá problematikou stárnutí optických médií s porovnáním jiných studií.

Praxe ukázala, že trvanlivost optických disků není konstantní a liší se od původně proklamovaných prognóz. Je zajímavé zmínit, že v roce 1988 byla uváděna životnost vývojovou firmou Philips odhadována u CD na deset let [WILSON, 1988, s. 24]. V dnešní době se odhady různých organizací liší, jedná se o velice široký údaj – 20 až 100 let.

V kongresové knihovně se již několikrát zabývali problematikou životnosti CD. William R. Nugent, asistent ředitele pro výzkum a služby v oblasti informačních technologií, se v roce 1986 vyjádřil k otázce životnosti takto: „většina zprostředkovatelů hovoří o životnosti několik desetiletí čtení disků s jednorázovým zápisem a pětileté životnosti zápisu. Budeme-li však brát v úvahu různé druhy použitých substrátů (záznamové vrstvy), rozmanitosti použitých materiálů a různé výrobní technologie, pak bude tato shoda v určení životnosti neopodstatněná [Nugent, 1992, s. 10-17].“

Z nemalého fondu kongresové knihovny (150 000 CD) byl vybrán vzorek 125 CD a později 1000 CD, na nichž se zkoumaly pomocí speciálně vyvinutého přístroje CD-CATS/SA38 [CD-CATS Users' Manual, 2007] vlivy stárnutí za normálních podmínek uložení. Tento výzkum se opakoval třikrát v průběhu 7 let. Bylo zjišťováno celkem 25 parametrů podle fyzické specifikace CD (ISO 10149 10) [ISO 9660, 2007]. Využity byly i metody urychleného stárnutí které vyvinul nositel Nobelovy ceny Svante Arrhenius na předvídání stárnutí CD-ROM. Tabulka 5 ukazuje průběhy testů.

Teploata a RV testu	Doba max. zátěže	Celková doba ohřívání
80 °C 85 %	500 hodin	2000 hodin
80 °C 70 %	500 hodin	2000 hodin
80 °C 55 %	500 hodin	2000 hodin
70 °C 85 %	750 hodin	3000 hodin
60 °C 85 %	1000 hodin	4000 hodin

Tab. 5: Průběhy testů na předvídaní stárnutí CD.

Po prvních 500 testovacích hodinách se objevily na CD podstatné chyby. Během dalšího namáhání se tyto poruchy projeví výrazněji. Šlo o tři nejviditelnější poruchy:

- skvrny, černé, bílé i bubliny (objevují se na polykarbonátu, na reflexní vrstvě i metalizovaném povrchu),
- mizení metalizované vrstvy ve smyslu vizuálním,
- odlupování metalizované vrstvy [MANNS, 2003; s. 14].

Situaci nadále komplikuje skutečnost, že neexistuje standard pro označování trvanlivosti optických médií výrobci. Tento problém je palčivý zejména pro instituce, které pro nákupy spotřebního materiálu nebo kompletních zálohovacích systémů vypisují výběrová řízení, v nichž je vždy velmi důležitá cena nabídky. Další alarmující skutečností je absence mezinárodního standardu, který by definoval způsob, jakým mají být optická média testována.

S aktuální situací není spokojena americká Vládní pracovní skupina pro uchování informací (GIPWoG), která pracuje při Národním institutu pro standardy a technologie. Výsledkem této nespokojenosti je snaha ustanovit mezinárodní systém označení, jenž by výrobci uváděli na své produkty. Proto již delší dobu vznikají aktivity na podporu vytvoření standardů, které by usnadnily spotřebitelům i profesionálům dnes komplikovanou volbu zálohovacích médií [SCHON, 2005].

Na tomto cíli pracuje GIPWoG spolu s Asociací DVD, se kterou chce vyvinout nejen systém označování, ale také metodiku testování optických médií. Tato metodika by měla popsat postup, jehož účelem nebude zjištění maximální doby, po kterou bude médium čitelné, ale jen potvrdit, zda dané médium vydrží čitelné minimálně po určitý počet let.

Americká Vládní pracovní skupina pro uchování informací prozatím na základě předběžných testů doporučuje uživatelům nákupy DVD se zlatou reflexní vrstvou, která mají největší šanci vydržet dostatečně dlouho v čitelném stavu. Univerzálním doporučením potom je nekupovat ta nejlevnější média na trhu, kvalitní barvivo používané pro výrobu DVD je dražší než zlatý prach a v nejlevnějších CD-R na trhu není obsaženo.

5.1 Důvody a mechanismy degradace optických médií, možná náprava a prevence

5.1.1 Disky s „vrozenou“ konstrukční vadou

Některé optické disky, převážně staršího data, jsou náchylné k oxidaci, ke změně barvy ze stříbrné na zlatavou, tzv. „bronzing“, loupání, vznik prasklin, bublinek, celkové degradaci média a podobně [BISHOP, 2004].

To vše nemusí být způsobeno vlastním zacházením a uskladněním média. Některé degradační procesy se „startují“ sami, a to z důvodů použití nevhodných materiálů již při výrobě (materiálů záznamové vrstvy, laků, etiket, přítomnost oxidačních plynů v materiálech) nebo skladováním v nevhodných obalech (pouzder), které vypařují chemikálie.

Tyto problémy se nevyhýbají ani dnes vyráběným médiím a právě naopak, snaha po snížení nákladů a masová produkce nezaručuje kvalitu výrobku, tzv. neznačková nebo levná média mohou být do budoucna příčinou poškození dat či jejich ztráty.

5.1.2 Relativní vlhkost a teplota

Vyšší teplota a vyšší vlhkost je jedním z největších rizik. Zvyšuje rapidně možnost poškození média ve formě narušování ochranné vrstvy média a případné oxidace záznamové metalické odrazové vrstvy a rozklad substrátů a povrchů. [ADCOCK, 1998, s. 56]. Postup degradace urychluje i UV záření:

- Zapisovatelné disky (dochází k urychlení procesu rozkládání substrátů organických barviv),
- Přepisovatelné disky RW (není tak stabilní jako organická barviva, ale je stabilnější než hliníková vrstva). Jsou citlivé na vysoké teploty a vlhkost společně s UV zářením,
- Samotný polykarbonát je citlivý na tekutiny, disky absorbují společně s kapalinami nečistoty v podobě minerálů. V institutu NIST bylo CD ponořeno na 24 hodin do čisté vody, ihned po vytažení a osušení nešlo přehrát, ovšem za dalších 24 hodin, kdy bylo uloženo při normálních podmínkách (21°C a RV 50 %), se přehrát dalo bez problémů [BYERS, 2003. s. 18].

5.1.3 Vzdušné polutanty

Reflexní vrstva vyrobená z hliníku je citlivá na přítomnost kyslíku, ať atmosférického nebo zbytkového množství, které může přebývat v médiu vinou špatné technologie výroby. Spolu s vlhkostí tak narušuje záznamovou vrstvu. Nové disky určené na archivaci se proto

pokrývají extra ochrannou vrstvou plus, kterou se ošetřují hrany média. Kyslík může pronikat také vinou mechanického poškození způsobeného poškrábáním.

Zapisovatelné disky používají místo hliníkové vrstvy, vrstvu zlatou, stříbrnou nebo jejich slitiny. Zlato je naprosto inertní. Avšak stříbro je citlivé na oxid siřičitý, který je též obsažen v atmosféře. Proto se využívají různé druhy slitin, které mají za cíl omezit destruktivní korozi. Vlhkost hraje velkou roli. Při uskladnění v suchém prostředí se problém eliminuje na minimum.

5.1.4 Prach, znečištění a otisky prstů

Otisky prstů, šmouhy, špína a prach na spodní straně CD mohou způsobit chybné zaměření laseru a chybné čtení dat z disku, dokonce více než poškrábání. Způsobují také slábnutí paprsku nebo jeho odklon. Prach se může hromadit i na čtecí laserové hlavě mechaniky. Tyto problémy jsou lehce řešitelné pravidelným čištěním a vhodným spravováním.

5.1.5 Světelné záření

Neblahý vliv běžného denního světla na lisovaná optická média není znám. Změny mohou být patrné na vrstvě polykarbonátu po mnoha desetiletí, což neovlivní čtení disku [BYERS, 2003. s. 17]. Problém nastává u nahrávacích médií typu CD/DVD-R, kde má světlo značný vliv na záznamovou vrstvu z organických barviv. Ničivou složkou je převážně UV záření. Tomuto se dá zabránit instalací UV filtrů, či vhodných závěsů, žaluzií.

5.1.6 Mechanické poškození

Drobná nebo běžná poškrábání spodní strany CD disku je, co se týče ohrožení uložených dat, v podstatě bezvýznamná, protože data jsou uložena 1,2 mm pod polykarbonátovou vrstvou. Snímací/zapisovací laser zaostřuje mimo povrch média, přímo na záznamovou vrstvu, a tak malé poškození disku nepředstavuje problém ve čtení a ani větší riziko pro uložená data. Méně rizikové jsou škrábance (i velké a hluboké) od středu k okraji, avšak škrábance po směru záznamu (spirály) se ukazují být fatální.

Mechanické poškození v podobě „škrábanců“ na vrchní straně CD je v naprosté většině vážný problém a vede ke ztrátě dat. Záznamová vrstva je velice blízko povrchu a při poškození ochranné vrstvy (potisku) je často poničena natrvalo. Tento problém je vyřešen u disků DVD, kde záznamová vrstva je uprostřed dvou polykarbonátových disků, tzv. sendvičová struktura. Ovšem i toto vcelku chytré řešení izolace jinak citlivé záznamové vrstvy dvěma na sebe přilnutými disky v sobě skrývá svá úskalí. Ta přichází ke slovu při fyzickém ohýbání, či torzy média (nešetrné vyndávání média z úložného pouzdra). Při ohybu se namáhá vnitřní a vnější

disk jinou silou a v extrémním případě, jako je velký ohyb nebo časté ohýbání, se mohou disky oddělit a tím narušit záznamovou vrstvu [AV Science Forum, 2007].

5.1.7 Organická rozpouštědla

Silná rozpouštědla (např. aceton, benzen) narušují polykarbonátovou vrstvu. Na čištění disků jsou doporučena jen lehká rozpouštědla (isopropylalkohol nebo metanol). Tato rozpouštědla se rychle vypařují a nerozpouštějí polykarbonát. Je zde ale vždy riziko, že mohou rozpouštět natištěný štítek disku.

5.1.8 Magnetismus, paprsky X, mikrovlny a radiace

Magnetismus na CD a DVD nemá žádný vliv, nemělo by je poškodit ani vystavení paprskům X (např. při letištní kontrole). Radiací, podle testů prováděných americkou poštou U.S. Postal Service, data na discích nejsou poničena, disky pouze ztrácí barvu a zároveň se neprokázal žádný zbytek radiace v discích [BYERS, 2003, s. 18.].

5.1.9 Biologické poškození

V současné době se zvyšuje počet napadených optických médií a to především z důvodů jejich masivního používání. Je mnoho důvodů, které mohou za snížení kvality nebo dokonce kompletní zničení médií. Existují ne zcela předvídatelné možnosti degradace optických disků. Například bylo zjištěno, že krycí plast používaný na výrobu optických médií je napadnutelný na celém světě rozšířenou plísní zvanou Fungus Geotrichum; její spory dokáží růst v izotropním prostředí disku. Dostávají se ke slovu při porušení ochranného laku média, k tomuto aby celý proces mohl nastat je zapotřebí vysoké teploty (30°C) a vysoké relativní vlhkosti (90%) [JAVIER, 2001].

5.1.10 Příklady poškození optických disků



Obr. 40: Mizení metalizované vrstvy na CD (vadná konstrukce).



Obr. 41: Skvrny na Blu Ray disk (nevhodné skladování).



Obr. 42: Odlupování metalizované vrstvy z CD (vadná konstrukce).



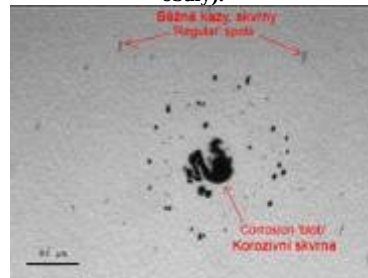
Obr. 43: Popraskání metalizované vrstvy z CD (nevhodné skladování).



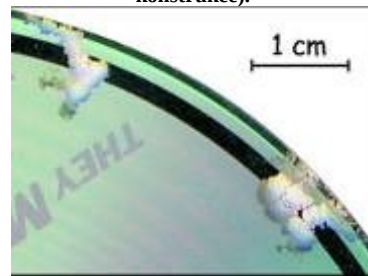
Obr. 44: CD napadené plísní Fungus Geotrichum (nevhodné skladování).



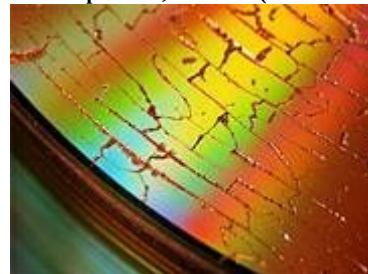
Obr. 45: Oxidace, změna barvy tzv. „bronzing“ (toxické obaly).



Obr. 46: Koroze (oxidace) na DVD disku (vadná konstrukce).



Obr. 47: Vznik prasklin, bublinek (vadná konstrukce).



Obr. 48: Popraskání metalizované vrstvy CD (nevhodné skladování).



Obr. 49: Spory plísně Fungus Geotrichu.

Z následujících faktorů a příkladů stárnutí a znehodnocení vyplývají stanovená pravidla na manipulaci a metodiku uložení optických disků typu CD a jim podobným.

5.2 Pokyny pro manipulaci s CD a DVxD

Uvedme si tedy shrnující doporučení, která vychází z několika seriózních výzkumů v oblasti uchovávání optických médií typu CD a jim podobným:

Správný postup při manipulaci s disky:

- při manipulaci držte disk za hranu a střed disku,
- pro popis média používejte vhodné na to určené popisovače,
- udržujte optické disky čisté,
- ukládejte disky do krabiček nebo pouzder okamžitě po použití,
- nechávejte uložená média v jejich originálních obalech, chrání je před vlivy okolí,
- otevírejte obal média až před samotným záznamem,
- uchovávejte média ve vhodném prostředí (nízká vlhkost, 4-20°C),
- odstraňovat nečistoty, otisky prstů, kapalin z povrchu médi pomocí čisté bavlněné tkaniny od středu k okrajům,
- používat speciální čistící přípravky na optické disky isopropylalkohol nebo metanol na odstranění větších nečistot,
- před nahráváním zkontrolujte povrch disku,
- důležitá data vypalujte pomalu.

Nevhodný postup při manipulaci s disky:

- dotýkat se na záznamové plochy disku,
- používání adhesivních nálepek,
- ohýbání, torze disku,
- dlouhodobě skladovat disky v horizontální poloze,
- otvírat pouzdro média dlouhou dobu před samotným zápisem,
- vystavovat disk vysoké teplotě a vlhkosti,
- vystavovat disk rychlým a výrazným změnám teplot,
- vystavovat zapisovatelé disky vlivu slunečního světla a UV záření,
- popisování disku ze strany, kde disk snímá data,
- čištění disku ve směru zapisovacích čar (po spirále).

Čemu se vyhnout:

- poškrábání etikety disku,
- používat tužku, pero nebo ostrý fix na popis média,
- používat fixy, které mohou obsahovat rozpouštědla,
- pokoušet se odlepovat nebo jen přelepovat již nalepené etikety,

- nepoužívat silná rozpouštědla (aceton nebo benzen) na čištění disků.

Obecné doporučení pro skladování optických médií (CD, DVD):

- teplota: nižší než 20°C a ne nižší než 4°C,
- relativní vlhkost: od 20% do 50%.

Pro dlouhodobé uskladnění se určují hodnoty ještě striktnější:

- teplota 18°C (nižší teplota je doporučena pro zvýšení životnosti média),
- relativní vlhkost 40% [BYERS, 2003, s 42].

5.3 Životnost médií

Jak bylo již uvedeno dříve, neexistuje jednotný standard na posuzování životnosti médií. Každý z producentů vytváří své standardy a postupuje podle vlastních kritérií testování.

Obecně se dá říci, že nejpoužívanější metodou na testování optických médií je metoda urychleného stárnutí, která v současné době podle mnoho odborníků splňuje svou funkci jen částečně a v mnoha uveřejněných testech je špatně metodicky prováděná. [NUGETA, 1992, s. 10-17].

	Typ záznamového média	Odhadovaná životnost
Pevné disky (Hard Drives)	Médium s magnetickým záznamem na discích umístěných nad sebou a otáčejících se velkou rychlostí při zápisu a čtení dat. Díky vysokým otáčkám pevný disk trpí fyzickému stárnutí do tří let nebo déle.	3 - 6 let
Magnetické pásky (Magnetic Tapes)	Médium masově využívané k uchování dat v podnicích. Pro jejich odolnost, spolehlivost, velkou záznamovou kapacitu (TB) a dostatečnou rychlost čtení je nejlepším kandidátem na rychlé ukládání velkých objemů dat.	10 - 20 let
Magnetické disky (Magnetic Discs)	Používané pro dočasné uchování nebo transport dat. Disky jako Longomega Zip a Castlewood Orb jsou levná a kapacita dostatečná. Ale jejich fyzické stárnutí a ztráta dat je jedna z nejrychlejších. Jsou velice citlivé na vyšší teploty.	1 - 5 let
Optické disky (Optical Discs)	CD-ROM, CD-R, DVD-ROM a DVD-R jsou populární optická ukládací média, avšak jejich spolehlivost závisí na jejich technologickém zpracování (coating - lakování, zakonzervování povrchu). CD-R, CD určená k vypalování, mají značně nižší životnost a to okolo 10 let, zatímco fyzicky tužší DVD se zdají mít životnost 70-100 let s přihlédnutím na použité barvivo a zpracování.	10 - 100 let
Statické paměti (USB Flash Drive, Thumb Drives, Static Memory)	Zařízení jako thumb drives a Compact Flash paměti pracují na principu statické paměti typu RAM bez jakýchkoli pohyblivých částí. Jejich výroba je zatím nákladná, velice odolné proti fyzickému stárnutí.	50 - 100 let

Tab. 6 Studie životnosti ukládacích médií [Tech Guide, 2002].

Pro představu jak výrobci hodnotí životnost svých médií, můžeme uvést seriózní studii z roku 2002, která vychází z dat poskytnutých velkými firmami jako Hewlett Packard, Philips a Panasonic a neziskových organizací DVDplusRW.org a SDCARD.org, zabývajícími se měřením životnosti médií. Ze studie vyplývá zajímavý závěr (viz tab 6).

5.4 Záchrana dokumentů – konzervování a restaurování

Vznikají stále nové aplikace, které se snaží rozšířit již zavedený standard optických disků a přichází s novými vylepšeními. Jedním z potenciálních vylepšení je vybavení disků po kraji nepatrnými výčnělky, které zabraňují poškrábání média při položení na hladkou plochu [Virtually Scratch, 2005].

Jestliže je optický disk poškozen do té míry, že jej lze ještě přečíst, řeší se poškození tzv. migrací dat, tedy zkopírování dat na jiné médium. Pokud je disk poničen natolik, že jej nelze přečíst, lze jej speciálními postupy opravit, např. vyleštěním povrchu pomocí manuální sady na leštění nebo za pomoci komerčně prodávaných leštiček (např. firma DISC-GO-TECH, Elm-digitalia). Lze též využít z mnoha nabídek profesionálních firem specializovaných na opravy optických disků (firma AREXA).



Obr. 50: Příklad možnosti komerčního vyčištění disků [CD-ROM Services, 2005].

Pokud je disk v pokročilém stádiu degradace (např. vrchní záznamová vrstva je zoxidována, odloupena, nebo jinak zničena) jsou data nenávratně ztracena [HUTAŘ, 2006].

5.5 Závěr

Nejdůležitějším faktorem pro vhodnou volbu optického média CD, DVD či jakéhokoli jiného optického média je informovanost a obezřetnost zákazníka. Dalším faktorem je způsob správy disků a v neposlední řadě jejich způsob uložení.

Je třeba si uvědomit, že nejlevnější CD nebo DVD bez ochranných vrstev vyrobené z levných materiálů mohou mít kratší životnost a menší spolehlivost než dávno zastaralé diskety. Pro vhodnou správu a dlouhodobou archivaci je zapotřebí kvalifikovaného odborníka, který je seznámen s odbornou stránkou zálohování na optických discích. I nepatrná chyba může u těchto jinak spolehlivých médií znamenat nenávratný proces ztráty dat. Je zapotřebí širšího odborného

studia a znalosti nezávislých testů, z toho důvodu, že informace poskytnuté výrobcí často nebývají úplné a přesné.

Jak z doporučení vyplývá, nejlepší volbou pro dlouhodobou archivaci důležitých nebo cenných dat je médium, na které bylo použito zlaté odrazové fólie. To je odůvodněno inertností zlata vůči jakýmkoli vzdušným polutantům a běžně se vyskytujících chemikálií [BYERS, 2003].

Dále se dá konstatovat, že CD-R a DVD-R (DVD+R) obsahující barvivo phthalocyanine se vykazují lepší stabilitou, především kombinace barviva phthalocyanine s zlato-stříbrnou slitinou, která se ukazuje jako nejstabilnější odrazová vrstva. Disky obsahující barvivo zvané azo se vyznačují malou odolností vůči expozici světla a teploty/vlhkosti. Média obsahující barvivo zvané cyanie dobře odolávají expozici světla, ale nejsou tolik odolné vůči teplotě/vlhkosti [Journal of Research, 2004].

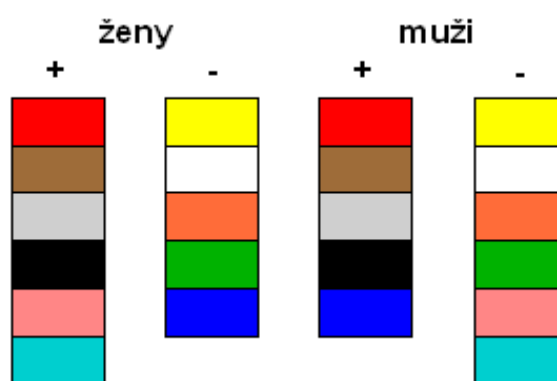
6 Barva

6.1 Vnímání barev

Barvy působí na podvědomí člověka, ovlivňují jeho chování, city i nálady. Člověk subjektivně upřednostňuje barvy v závislosti na pohlaví, kulturním prostředí, národnosti, náboženství, věku, politické nebo sociální příslušnosti.

Důvodem odlišného chápání barev mezi muži a ženami je jejich odlišná genetická výbava. Muži mají chromozomy X a Y, zatímco u žen se vyskytují pouze dva chromozomy typu X. Právě v chromozomech typu X se nachází genetická výbava pro čípky, které umožňují rozeznávání barev. Žena má více druhů čípků než muž, proto žena rozeznává více barevných odstínů. Muži rozlišují většinou pouze základní barvy – u žen se můžeme setkat s výrazy, které lépe charakterizují jednotlivé odstíny, např. olivová, smetanová, kaštanová [PEASE, 2001, 315 s].

Pokud bychom srovnali oblíbenost jednotlivých barev u mužů a žen (viz obr. 51), pak jako oblíbené barvy u obou pohlaví můžeme označit barvu červenou, hnědou, šedou a černou, naopak neoblíbenými barvami jsou žlutá, bílá, oranžová a zelená. Rozdílný pohled je na modrou (u mužů je oblíbená, u žen nikoli³⁴) a růžovou (oblíbená barva pro ženy a neoblíbená pro muže). Muži upřednostňují oranžovou před žlutou a modrou před červenou. Ženy naopak preferují červenou a žlutou barvu na úkor modré a oranžové. K barvám, kterým ženy dávají přednost, zatímco mezi muži nejde o příliš oblíbené barvy, patří také modrozelená.



Obr. 51: Oblíbené a neoblíbené barvy žen a mužů

Také chápání některých barev jako symbolů je u mužů oproti ženám odlišné; například červená barva má pro většinu žen význam tepla a intimity, zatímco muži chápou červenou

³⁴ Podle některých průzkumů je modrá nejoblíbenější barvou mezi muži i ženami, dokonce bez ohledu na kulturu. Příklon k modré barvě bývá patrný zpravidla ve vyšším věku.

barvu jako varování a nebezpečí. Modrá barva znamená pro většinu žen depresi, bussines a vůdcovství, zatímco pro většinu mužů inteligenci, jistotu a ochranu.

Vnímání barev je také závislé na kultuře a životních podmínkách – například Inuité (Eskymáci) dokáží rozeznat větší množství odstínů bílé a šedé, obyvatelé pouští zase více odstínů okrové a žluté než běžný Středoevropan. Angličtina má jedenáct slov pro základní barvy, zatímco jazyk kmene Deni žijícího v Indonésii pouze dvě slova. Maďaři používají dva různé výrazy pro červenou barvu, jazyk indiánského kmene Navajo má jedno slovo pro zelenou i modrou barvu, zatímco pro černou existují dva různé výrazy. Příslušníci kmene Berinno (Papua - Nová Guinea) rozeznávají pět odstínů mezi modrou a zelenou barvou, což většina západní populace nedokáže.

Závislé na kultuře je také chápání významu barev - bílá barva znamená pro běžného Evropana radost, čistotu, sňatek, zatímco na Dálném Východě bílá symbolizuje smutek a vážnost.

Z hlediska vnímání barev jsou důležitými faktory také politické přesvědčení nebo profese. Například příslušník pravicové politické strany bude červenou barvu chápat negativně a bude pomocí ní zobrazovat své politické odpůrce, například komunisty, levicové strany, státy s vládou levice apod. Naopak marketingový manažér bude používat červenou barvu pro zdůraznění cílových (zájmových) oblastí - jde tedy o kladné vnímání červené barvy.

Můžeme setkat s několika příklady působení barev na některé skupiny obyvatelstva:

- muži upřednostňují oranžovou před žlutou a modrou před červenou,
- ženy naopak preferují červenou a žlutou barvu,
- předškolní děti mají rády syté, jasné barvy,
- ekonomicky dobře situovaní lidé středního věku dávají přednost pastelovým tónům,
- dospělí lidé v Severní Americe upřednostňují modrou a červenou před fialovou a zelenou a fialovou a zelenou před oranžovou a žlutou,
- lidé se vztahem k přírodě mají v oblibě stupnici žlutá-zelená-hnědá,
- obecně je stupnice zelená-modrá používanější než žlutá-žlutozelená, naprosto nejméně oblíbenou barvou je žlutozelená barva³⁵ [Monmonier, Mark, 2000, s. 221].

Obecně lze říci, že o tom jak vnímáme barvu nerozhoduje barva samotná, ale nejrůznější fyzikální, fyziologické a psychologické aspekty. Následují uvedené informace a charakteristiky jsou typické pro evropsko-americkou kulturní oblast.

³⁵ Důvodem neoblíbenosti žlutozelené barvy podobnost „s právě vyzvraceným obsahem vašeho žaludku“ [Monmonier, Mark, 2000, s. 221].

6.2 Teorie barev

Světlo můžeme klasifikovat do dvou tříd: na světlo achromatické neboli nebarevné a chromatické nesoucí barevnou informaci. V achromatickém světle jsou všechny intenzity zastoupeny rovnoměrně, výsledná barva je vnímána jako různě jasný odstín od černé přes různé stupně šedé až po barvu bílou.

Barva primárně vzniká odrazem části spektra od povrchu. Právě schopnost předmětů pohltit povrchem pouze část „bílého“ světla nám umožňuje barevné vidění. Oblast světla je pouze velmi malou částí elektromagnetického záření - viditelné světlo (viditelné spektrum) je záření s vlnovou délkou od 400 nm do 700 nm. Frekvence viditelného světla se pohybuje od $4,3 \times 10^8$ MHz až k $7,5 \times 10^8$ MHz. Bílé světlo (sluneční záření) reprezentuje složení všech spektrálních barev.

Rozkladem bílého světla získáme šest základních spektrálních složek – purpurovou (*magenta*³⁶), červenou (red), žlutou (yellow), zelenou (green), azurovou (*cyan*³⁷) a tmavě modrou (blue). Za „pravé“ barvy (true colour) považujeme ty, které tvoří virtuální prostor vyplněný necelými 17 milióny barevnými odstíny.



Obr. 52: Viditelné barevné spektrum.

Lidské oko je schopné rozlišit cca 17 000 odstínů chromatických barev a asi dalších 300 odstínů šedi. Lidské oko je citlivé na barvy v rozmezí 400 až 800 nm. Uveďme si tedy některé základní barvy spolu s jejich základními vlastnostmi:

Barva	Vlnová délka	Frekvence
červená	~ 625 až 740 nm	~ 480 až 405 THz
oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 480 THz
žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
azurová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz

Tab. 7: Vlastnosti základních barev

³⁶ Magenta je barva, která vzniká smícháním červeného a modrého světla. Je přesně mezi fialovou a růžovou barvou na barevné stupnici. Název Magenta je používán na mnoho odstínů této barvy. Jedná se o komplementární barvu k zelené barvě.

³⁷ Cyan z Řeckého κυανός, tedy „modrá“ tedy „azurová“. Název může být použit k popisu jakéhokoli stupně modro/zelené barvy ve viditelném spektru. Cyan barva vzniká smícháním stejného množství zeleného a modrého světla nebo odebráním červené složky z bílého světla. Azurová je tak komplementární barva k barvě červené. Jméno „Cyan“ se začalo používat v roce 1889 pro tiskařské účely.

Barevné modely jsou jedním ze způsobů, jak zorganizovat barvy a jak vymezit prostor obsahující odstíny, které je schopen člověk vnímat, které jsme schopni tisknout nebo které jsme schopni zobrazit (monitor, projektor apod.) [FRIEDMANOVÁ, 2000].

6.3 Barevné modely

Barevný model popisuje základní barvy a model míšení těchto základních barev do výsledné barvy. Barva je v přírodě dána směsí světla různých *vlnových délek*³⁸ a různé barevné modely se snaží napodobit barvu co nejvěrněji. V praxi se používají modely, u kterých je zvolen vhodný kompromis mezi přesností podání barevného dojmu a složitostí konkrétního modelu.

6.3.1 Základní rozdělení barevných modelů

Aditivní (sčítací) míchání barev - barevný model pracující se světelnými zdroji barev, tedy při přidáním nového odstínu se výsledná barva zesvětlí (např. monitor nebo projektor).

Subtraktivní (sčítací, pigmentové) míchání barev - barevný model pracující s odrazem bílého světla, tedy přidáním barevného odstínu vznikne tmavší barva (např. různé druhy tiskových technik v tiskárnách).

Čím větší je součet mohutností, tím světlejší je výsledná barva. Tab. 8 zobrazuje základní směsi barev.

R	G	B	barva	poznámka
0	0	0	černá	
255	0	0	červená	viz RGB
0	255	0	zelená	viz RGB
0	0	255	modrá	viz RGB
255	255	0	žlutá	viz CMYK
255	0	255	purpurová	viz CMYK
0	255	255	azurová	viz CMYK
255	255	255	bílá	

Tab. 8: Základní směsi barev

³⁸ Vlnová délka (někdy též délka vlny) označuje vzdálenost dvou nejbližších bodů vlnění, které kmitají se stejnou fází.

6.3.2 Přehled barevných modelů

- RGB,
- RGBA (RGB plus Alfa, kanál rezervovaný na průhlednost),
- CMY(K),
- HSV,
- HLS,
- Munsellův systém³⁹,
- Barevné modely CIE⁴⁰,
- YUV UWB (Y, B-Y, R-Y)⁴¹,
- YIQ⁴²,
- $YC_B C_R$ ⁴³,
- NCS⁴⁴,
- Grayscale⁴⁵,
- a další.

Známo je mnoho barevných modelů, které se zabývají teorií zobrazování barev. V této práci se omezíme pouze na ty, se kterými se můžeme setkat v běžné praxi. Tedy představíme si modely typu: RGB, CMY(K), HSV, HLS a uvedeme si jejich charakteristiky.

6.3.2.1 RGB (aditivní míchání barev)

Barevný model RGB vychází z předpokladu, že lidské oko obsahuje tři základní druhy buněk citlivých na barvy, které zhruba odpovídají červené (vlnová délka 630nm), zelené (530nm) a modré (450nm) barvě. Kombinací těchto barev lze získat téměř všechny barvy barevného spektra. Proto červená-zelená-modrá byly využity na aditivní způsob míchání barev používaný ve všech monitorech a projektorech (jde o míchání vyzařovaného světla), tudíž nepotřebuje vnější světlo (monitor zobrazuje i v naprosté tmě) na rozdíl např. od CMYK modelu.

³⁹ Tento systém upřednostňuje lidské vnímání barev a je založený na třech základních parametrech (hovoří se o třírozměrném barevném prostoru využívající: Barevný tón, Jas, Sytost (chroma))

⁴⁰ Základem barevných modelů CIE jsou chromatické diagramy. Tyto modely jsou definované organizací (The International Commission on Illumination, Mezinárodní organizace pro osvětlení, CIE <http://www.cie.co.at/cie/>)

⁴¹ Model používaný pro přenos televizních signálů v normě PAL. Všechny tři následující formáty oddělují jasovou složku od složky barevné. Toto oddělení odpovídá fyziologickým podmínkám lidského zraku. Ve zkratce UWB znamenají písmena U a W označení dvou barevných signálů, písmeno B znamená jas (Brightness).

⁴² Model používaný pro přenos televizních signálů v normě NTSC.

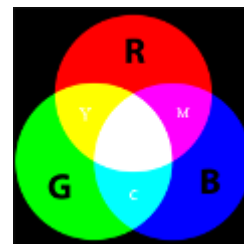
⁴³ Model používaný pro přenos televizních signálů v normě SECAM. V tomto barevném modelu se také zapisují obrázky ve formátu JPEG. Y představuje jasovou složku, C_B modrou složku a C_R červenou složku.

⁴⁴ (Natural Color System) - systém přirozených barev vytvořený ve Švédsku. Znázorňuje šedých odstínů a odstínů s příměsí bílé a černé barvy. Základními parametry jsou barevný tón, příměs bílé a černé barvy.

⁴⁵ Barevný model používaný při práci černobílými daty.

Každá barva je udána mohutností tří základních barev – komponent:

- červená (Red) 630 nm,
- zelená (Green) 530 nm, „odtud zkratka **RGB** modelu“
- modrá (Blue) 450 nm.



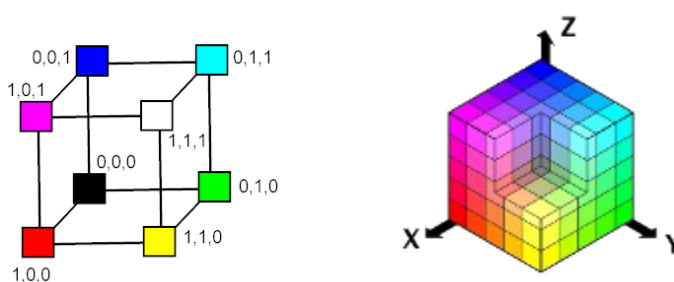
Obr. 53: RGB (aditivní míchání barev)

Mohutnost se udává buď v procentech (dekadický způsob) nebo podle použité barevné hloubky jako určitý počet bitů vyhrazených pro barevnou komponentu (pro 8 bitů na komponentu je rozsah hodnot 0 – 255), přičemž čím větší je mohutnost, s tím vyšší intenzitou se barva komponenty zobrazuje.



Obr. 54: Příklad aditivního míchání barev.

Model RGB je možné zobrazit jako jednotkovou krychli, ve které každá z kolmých hran udává škálu mohutností barevných složek. Potom libovolný bod se souřadnicemi (R,G,B) v této krychli udává hodnotu výsledné barvy. Např. (0,0,0) leží černá barva a v protilehlém vrcholu (1,1,1) barva bílá - obecně lze říci, že v protilehlých vrcholech krychle leží vzájemně komplementární barvy jejichž součtem získáme bílou barvu. Barevné odstíny vznikají skládáním základních barev, jejichž intenzita se udává v intervalu $\langle 0,1 \rangle$. V počítačové grafice se používá dělení intervalu intenzity základní barvy na 256 dílů (0-255).



Obr. 55: Zobrazení RGB modelu pomocí jednotkové krychle

Obrácený systém je subtraktivní systém CMYK, kdy pro každou jeho barvu (kromě černé) je použita směs dvou základních barev RGB s maximální mohutností.

6.3.2.1.1 Využití RGB

RGB se užívá tam, kde se využívá záznam nebo reprodukce barev formou světla, například každý pixel digitální fotografie je vyjádřen třemi hodnotami barevného modelu RGB (červená, zelená, modrá), tj. množstvím jednotlivých barevných složek světla dopadajícího

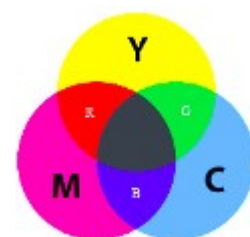
na senzory přístroje (ať už scanneru nebo fotoaparátu). Fotoaparát tedy vytváří obraz na základě metody aditivního míchání světla - smícháme-li světla dvou barev, nová barva vznikne na základě sloučení jejich spektra (smícháním všech barev pak vznikne bílá).

6.3.2.2 CMY (Subtraktivní míchání barev)

CMY nebo též CMY(K) je barevný model založený na subtraktivním míchání barev (mícháním od sebe barvy odčítáme, tedy omezujeme barevné spektrum, které se odráží od povrchu). Svou podstatou lépe odpovídá lidské zkušenosti s mícháním barev. CMY je postup pro malířské techniky a využívá se u reprodukčních zařízení a v tiskařské technice, která barvy tvoří mícháním pigmentů.

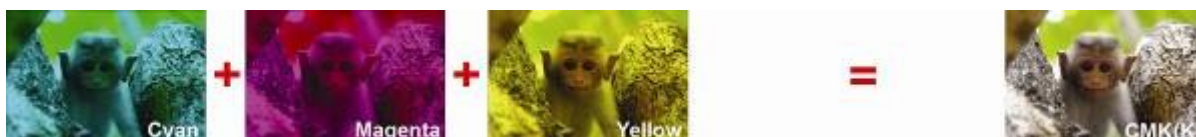
Model obsahuje čtyři základní barvy:

- azurovou (Cyan),
- purpurovou (Magenta), „odtud zkratka **CMY(K)** modelu“
- žlutou (Yellow),
- černou (blac**K**), označovanou také jako klíčovou (**K**ey).



Obr. 56: CMY (Subtraktivní míchání barev)

V ideálním případě by byly postačující pouze první tři barvy (model CMY), jejichž subtraktivním složením dohromady by měla vzniknout černá barva. V praxi však při použití běžných barviv vzniká barva tmavě šedivá, a zároveň je na rozdíl od ostatních barev černá výrazně levnější, proto většina tiskových zařízení používá ještě čtvrtou černou barvu.



Obr. 57: Příklad subtraktivního míchání za použití CMY barev.

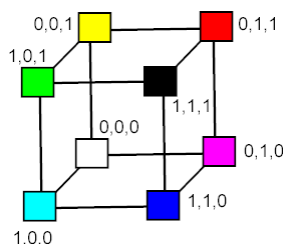


Obr. 58: Příklad subtraktivního míchání za použití CMYK barev.

6.3.2.2.1 Využití CMY(K)

Veškerý tisk probíhá metodou subtraktivního míchání barviv, která pracuje opačně než je tomu u RGB - smícháním dvou pigmentů omezíme barevné spektrum odráženého světla jen na tu část, která se nevyskytuje ve spektru žádného pigmentu (po smíchání všech pigmentů se tedy nebude odrážet nic a vznikne černá). Přitom protiklady červeného, zeleného a modrého světla je právě azurové, purpurové a žluté barvivo (např. žluté světlo vznikne kombinací červené a zelené, tedy mu chybí modrá část spektra; žlutý pigment proto modrou

barvu pohlcuje a při dopadu bílého světla tak odrazí zpět pouze kombinaci červené a zelené složky - tedy žlutou).



Obr. 59: Zobrazení CMY modelu pomocí jednotkové krychle

6.3.2.2 Převod RGB a CMY barev

Před tiskem RGB obrázku je nutné jej převést do barevného modulu CMYK. Oba modely jsou dostatečně podobné aby tento převod byl oboustranně možný.

Barvu vyjádřenou v modelu CMY získáme odečtením stejné barvy vyjádřené v RGB od jednotkové matice. Bohužel barevné trojúhelníky (gamuty) obou barevných modelů nejsou shodné, proto nelze všechny barvy vyjádřitelné v RGB zobrazit v CMY a naopak. Další nevýhodou je u obou doplňkových barevných modelů obtížná změna barevného tónu při zachování jasů. O tento proces se stará buď ovladač tiskárny, v profesionálním tisku pak tzv. RIP⁴⁶.



Obr. 60: Zobrazení barev modelu CMYK.



Obr. 61: Zobrazení barevného modelu RGB

Jak je vidět, tisk doplňkových barev (sytá červená, sytá zelená a sytá modrá) je téměř nemožný. Je to způsobeno zejména právě tím, že monitor přímo vyzařuje světlo, zatímco výtisk světlo odráží. Naštěstí v případě fotografií jde o jev, který není ve výsledku patrný. Jinými slovy, vyfotografujeme-li předmět, který světlo odráží (což je kromě světelných zdrojů vše), přestože jej na monitoru vidíme „jinak“, výsledná fotografie bude v tom nejlepším případě stejně barevná.

⁴⁶ Routing Information Protocol (RIP) je směrovací protokol umožňující směrovačům komunikovat mezi sebou a reagovat na změny topologie počítačové sítě.

6.3.2.3 HSV

HSV (**H**ue, **S**aturation, **V**alue), také známý jako **HSB** (Hue, Saturation, Brightness). Tento barevný model nejvíce odpovídá lidskému intuitivnímu popisu barev. Sestávájí ze tří složek, které oproti jiným modelům nerepresentují základní barvy. Jsou to:

Hue - barevný tón, převládající. Neboli odstín - barva odražená nebo procházející objektem, tedy převládající spektrální barvu. Měří se jako poloha na standardním barevném kole (0° až 360°). Obecně se odstín označuje názvem barvy.

Příklad: 0 je červená, 45 je odstín oranžové a 55 je odstín žluté.

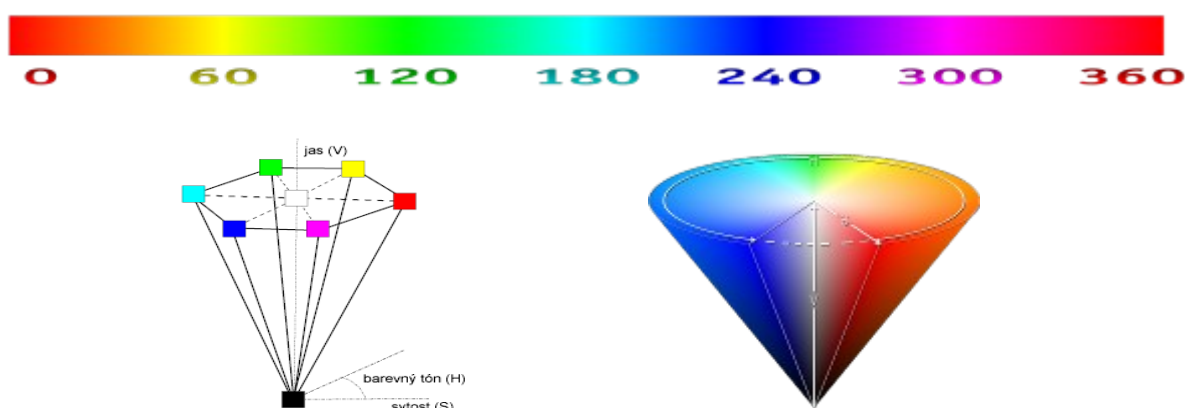
Saturation - sytost barvy, příměs jiné barvy. Někdy též chroma, síla nebo čistota barvy, představuje množství šedi v poměru k odstínu, měří se v procentech od 0% (žádná barva) po šedou do 100% (plně sytá barva), tedy příměs jiných spektrálních barev. Na barevném kole vzrůstá sytost od středu k okrajům.

Příklad: červená s 50% sytostí bude růžová.

Value - hodnota jasu, množství bílého světla. Relativní světlost nebo tmavost barvy. Jas vyjadřuje kolik světla barva odráží, dalo by se také říct přidávání černé do základní barvy, tedy příměs bílé barvy. Jas barvy je v rozmezí 0%-100%.

Příklad: 0% je vždy černá, 100% může být bílá nebo více či méně saturovaná barva.

Pro zobrazení barev v modelu HSV se používá šestiboký jehlan umístěný do souřadnicového systému tak, že vrchol jehlanu se nachází v počátku a osa jehlanu je shodná se svislou osou, která zároveň znázorňuje změny úrovně jasu. Jas i sytost, která je umístěná na vodorovné ose, se mění v intervalu $\langle 0,1 \rangle$ - na obvodu podstavy se nachází čisté barvy. Barevný tón je definován jako velikost úhlu, která se měří od osy S proti směru hodinových ručiček - barevný tón může nabývat hodnot 0-360° [MONMONIER, 2000, s. 221]



Obr. 62:Kuzelový tvar reprezentuje HSV model. Je vhodný na názorné zobrazení celého HSV modelu v rámci jednoho objektu.

6.3.2.3.1 *Nedostatky*

Model HSV má dva základní nedostatky: přechod mezi černou a bílou barvou není plynulý a pohyb barevného tónu se neodehrává po kružnici, ale po šestiúhelníku (změna barevného tónu také není plynulá). Je třeba dát pozor na nesmyslné kombinace.

6.3.2.3.2 *Využití HSV*

Umělci a grafici často preferují použití barevného modelu HSV před dalšími alternativními modely RGB nebo CMYK, a to především díky jeho podobnosti s lidským vnímáním barev. RGB a CMYK jsou aditivní a subtraktivním barevné modely, respektive identifikují výslednou barvu jako kombinaci primárních barev, zatímco barevný model HSV vyjadřuje barvy pro lidské oko mnohem přirozenějším způsobem: Co je to za barvu? Jak tmavá nebo světlá je barva?

System HSV se používá při jedné z metod stínování reliéfu. Vlastní stínování se nejčastěji provádí pomocí vhodného osvitů digitálního modelu reliéfu. Při výsledném zpracování stínované tematické mapy je důležité, aby nedošlo ke změně barevného tónu, protože právě barevný tón bývá nejčastěji nositelem informace. Proto pro stínování není vhodný standardní barevný model RGB, ale používá se právě HSV (HSB), kde lze velice snadno pohybovat pouze hodnotami jasů a sytosti.

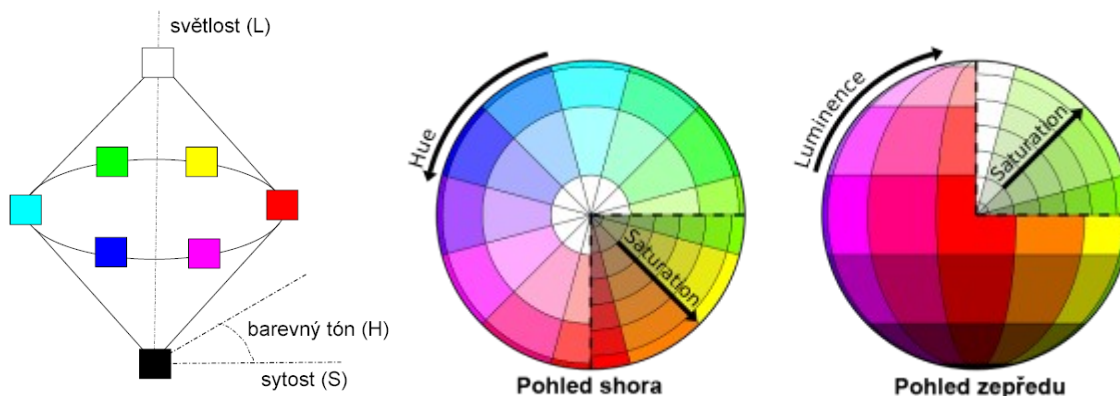
Barevný model HSL je v podstatě podobný a pravděpodobně ještě přirozenější ve vyjádření barev [GONZALEZ, 2002, s. 295; POYNTON, 1997].

6.3.2.4 *HLS*

HLS (**H**ue, **L**ightness/**L**uminance/**L**uminosity, **S**aturation) je barevný model nazývaný též HSI. Tento model odstraňuje drobné nedostatky modelu HSV. Zatímco barevný model HSV (Hue, Saturation, Value) může být zobrazen barevným kuželem nebo mnohoúhelným kuželem, HLS model může být zobrazen za pomoci zdvojeného nebo dvojitého mnohoúhelníkového kuželu v prostoru. Oba systémy zobrazení jsou nelineární deformací krychlového modelu RGB.

Tvar modelu odpovídá skutečnosti - schopnost rozlišování barevných odstínů skutečně klesá se ztmavováním a zesvětlováním základní čisté barvy, zvyšování a snižování světlosti barvy skutečně spočívá v přidávání světlého nebo tmavého pigmentu - modely HSV a HLS bývají někdy nazývány modely psychologickými a psychofyzikálními.

Dva vrcholy HSL mnohoúhelníkového kuželu odpovídají černé a bílé barvě. Hranatý parametr dvojitého mnohoúhelníkového kuželu HSL odpovídá barevnému tónu (**Hue**), vzdálenost od osy odpovídá sytosti barvy (**Saturation**) a vzdálenost mezi černou a bílou osou odpovídá světlosti barvy (**Lightness**) (viz obr 63).



Obr. 63: Zobrazení HLS modelu.

Barevný model HSL nedefinuje přesně barvy jako RGB, nejedná se o absolutní barevný model. Přestože barevný model RGB je odkázán na přesné odstíny použitých primárních barev, tak HLS je vlastně transformace modelu RGB, závisí také na primárních barvách. Přesněji řečeno nejde o *color space*⁴⁷ ale o *color model*⁴⁸, HSL se stal precizní možností, jak vybrat správnou barvu pokud je provázaný s konkrétním RGB color space, jako s RGB specifikované pomocí RGB ICC profily⁴⁹. Jinou možností jak se dívat na model HSL je ta, že každá oblast RGB color space má vlastní HSL color space na doplnění.

6.3.2.4.1 Využití HLS

Model HLS i HSV, na rozdíl od RGB a CMY, umožňují měnit jeden parametr barvy, zatímco ostatní dva zůstanou zachovány - tato možnost je důležitá např. pro počítačové grafiky, tiskaře i kartografy [FRIEDMANOVÁ, 2000; FOLEY, 1982; ADELSON, 2000].

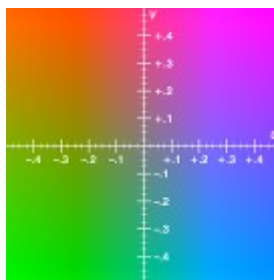
⁴⁷ Color Space reprezentuje množství použitých barev, např. 24bit.

⁴⁸ Color Model reprezentuje je reprezentace barev, např. RGB, CMYK. Ale tyto reprezentace nedávají stejné výsledky.

⁴⁹ ICC profil je v podstatě tabulka, která převádí RGB čísla na barvy vyjádřené pomocí nezávislého a normalizovaného barevného prostoru podle CIE. Tento nezávislý prostor se nazývá "Profile Connection Space (PCS)" nebo "CIE-XYZ" nebo "CIELAB". ICC profily mohou obsahovat i další data, např. gamma.

6.3.2.5 YUV

YUV je barevný model pro televizní a video techniku, konkrétně používaný v televizním vysílání v normě PAL. Obdobně existují i modely YIQ ⁵⁰ pro americkou normu $NTSC$ ⁵¹ a model $YC_B C_R$ ⁵² pro normu $SECAM$ ⁵³. Jejich společným rysem je oddělení jasové složky Y od barevných informací tak, aby mohly být používány na černobílých i barevných televizorech.



Obr. 64: Příklad U-V barevného plánu, hodnota Y je 0,5, reprezentovaná s RGB barevným rozsahem

6.3.2.5.1 Převod YUV a RGB

Převod barvy do YUV z RGB je možno získat jednoduchým maticovým násobením:

- pro převod modelu RGB se používá vzorec:

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,2299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,147 & -0,289 & 0,436 \\ 0,615 & -0,515 & -0,100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

- pro převod do modelu RGB se používá vzorec:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1,137 \\ 1 & -0,397 & -0,580 \\ 1 & 2,034 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix}$$

Model k popisu barvy používá tříprvkový vektor $[Y,U,V]$, kde Y je jasová složka a U a V jsou barevné složky. U je také někdy označováno jako B-Y a V odpovídá R-Y. Barevné složky se používají v rozsahu od -0.5 do +0.5, jasová složka má rozsah od 0 do 1.

⁵⁰ model používaný pro přenos televizních signálů normě NTSC

⁵¹ NTSC (National Television System(s) Committee) je standard kódování analogového televizního signálu, který vznikl v USA a je používán v převážné většině Amerického kontinentu, v Japonsku, Jižní Korei a na Filipínách. Toto kódování bylo vyvinuto v americké FCC (Federal Communications Commission).

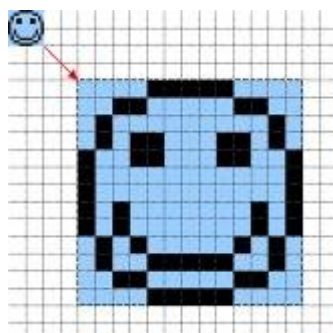
⁵² model používaný pro přenos televizních signálů normě SECAM. V tomto barevném modelu se také zapisují obrázky ve formátu JPEG. Y představuje jasovou složku, C_B modrou složku a C_R červenou složku.

⁵³ SECAM, též psáno SÉCAM (Séquentiel couleur à mémoire, French for "Sequential Color with Memory"), je analogový barevný televizní systém poprvé použit ve Francii. Jedná se o historicky první barevný televizní standart v Evropě.

Pixel

Pixel (zkrácení anglických slov picture element, obrazový prvek; někdy též pel, dále zkracováno na px) je nejmenší jednotka digitální rastrové (bitmapové resp. rastrové) grafiky. Pixel si můžeme představit jako jeden svítící bod na monitoru nebo jako jeden bod obrázku zadaný svou barvou, např. ve formátu RGB či CMYK.

Body na obrazovce tvoří čtvercovou síť, tzv. *rastr*, ve které je možné každý z pixelů jednoznačně identifikovat podle jeho souřadnic.



Obr. 65: Obrázek rozložený na jednotlivé pixely.

Vzhledem k omezenému množství pixelů a omezené frekvenci vykreslování obrazu dochází při zobrazování na monitoru k celé řadě problémů a k mnoha nežádoucím efektům. Mezi ně patří např. *aliasing*⁵⁴, *moaré*⁵⁵, neostrosti, mozaikové zkreslení, ztráta informací při zmenšování, zvětšování nebo otáčení obrazu apod.

Velikost pixelu záleží na typu monitoru. U obvyklých analogových typů lze velikost pixelu měnit změnou rozlišení. LCD obrazovky naproti tomu mají počet fyzických pixelů (tzv. nativní rozlišení) zpravidla pevně vázaný na používané rozlišení (např. nejrozšířenější 1024×768) a zobrazování jiného rozlišení u takového monitoru vede k určité deformaci obrazu, neboť „počítačové pixely“ jsou přepočítávány a nerovnoměrně přerozdělovány na větší počet „fyzických pixelů“.

V běžných režimech má obrazovka rozlišení od základních 640×480 po 1600×1200, někdy i více. U 15" (patnáctipalcového) monitoru při rozlišení 1024×768 představuje velikost

⁵⁴ Aliasing doslova znamená „zfalšování“. Je to jev, ke kterému může docházet v situacích, kdy se spojitá informace převádí na diskretní (nespojitou). Takový převod se nazývá vzorkování, a aby nedocházelo k aliasingu, musí být vzorkovací frekvence rovna minimálně dvojnásobku nejvyšší frekvence obsažené ve vzorkovaném signálu - tzv. Shannonův teorém (někdy také nazývaný Nyquistův nebo Shannon-Nyquistův teorém, v zemích bývalého východního bloku také Shannon-Kotělnikovův teorém). Pokud tuto podmínku nesplňuje, dochází k překrytí frekvenčních spekter vzorkovaného signálu a tedy ke ztrátě informace (zfalšování). Příkladem může být filmový záznam rychle se otáčející vrtule helikoptéty.

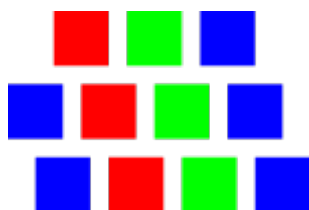
⁵⁵ Moaré je rušivý efekt, který může pokazit kvalitu zaznamenaných snímků. Moaré efekt vzniká tehdy, když pravidelný obrazec pole buněk snímáče fotoaparátu nebo zobrazovacích bodů obrazovky nebo displeje interferuje s nějakým pravidelným vzorem na ploše zobrazení (např. struktura tkaniny). Překrývání dvou pravidelných obrazců, jež jsou si podobné, ale nejsou dokonale vyrovnané vede ke vzniku sady vzorů – moaré efektu. Ten se projevuje jako barevné pruhy nebo kruhy. K stejnému efektu může docházet také při ofsetovém tisku užitím např. barevného modelu CMYK, kdy každá ze základních barev je tištěna v rastru s určitým úhlem natočení. Při nevhodném natočení těchto rastrů tak může dojít k jejich interferenci.

jednoho pixelu sotva 0,3 mm. Maximální možné rozlišení monitoru se uvádí v jednotkách „pixel na palec“ (zkratka ppi z anglického pixel per inch).

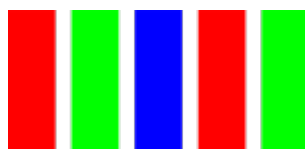
6.3.3 Geometrie pixelů a jejich rozložení

Jednotlivé části pixelů (primární barvy RGB, červená, zelená, modrá) na optickém senzoru nebo masce zobrazovacího zařízení (monitor, displej) mohou být uspořádány do různých vzorů. Dokonce i pixely mohou mít jiné rozměry, poměry stran.

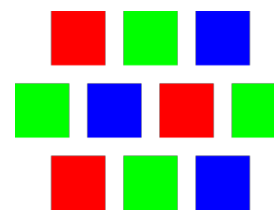
Geometrické rozvržení se liší podle toho, kde a na jaký účel je využíván. Trojúhelníkové (Deltové) rozvržení se používá převážně u monitorů (LCD nebo CRT). Pruhové (obdélníkové rozvržení) s úspěchem již delší dobu využívá firma SONY pod komerčním označením Trinitron. Obecně se dá říci, že Trojúhelníkové nebo diagonální rozvržení pixelů je vhodnější na zobrazování rychle se pohybujících scén, z důvodu celistvosti obrazu.



Obr. 66: Trojúhelníkové (Delta).



Obr. 67: Pruhové (obdélníkové).



Obr. 68: Diagonální (úhlopříčný).

6.3.4 Barevné komponenty pixelu

Pro ukládání a zpracování obrazových dat se nejčastěji používá barevný model RGB nebo RGBA, kde jednotlivé komponenty značí:

- **R** (red) červená,
- **G** (green) zelená,
- **B** (blue) modrá,
- **A** (alfa canal) alfa kanál určený pro průhlednost (někdy značený **X**).

6.4 Barevná paleta

Barevná paleta nebo také indexovaná barevná paleta je používána pro zobrazení a archivaci obrázků počítačové rastrové grafiky. Každé barevné položce v paletě je přiděleno číslo a každý pixel obrazu uchovává číslo, které odkazuje na odpovídající položku palety. Hlavní výhodou použití palety pro generování rastrového obrázku o malém počtu různých barev je relativně malá paměťová náročnost. Nevýhodou je většinou nízké barevné rozlišení obrázku. Barva položky palety se obvykle volí z větší množiny barev než je počet položek palety.

6.4.1 Indexovaná barva

Na obr. 67 je zobrazen princip 2bitového obrázku s indexovanými barvami. Barva každého pixelu je určena číslem a každé číslo odpovídá barvě palety.



Obr. 69: Příklad indexované barvy.

V případě nízkých barevných hloubek je hodnota většinou indexována v určité barevné mapě nebo paletě. Barvy použitelné v paletě mohou být dány hardwarovým zařízením nebo přímo modifikovatelné. Pro modifikovatelné položky palety lze zvolit barvu z definované množiny barev, např. pro zobrazovací zařízení VGA má tato množina $2^{18}=262144$ možných barev.

- 1bitová barva ($2^1 = 2$ barvy) monochromatické, často černobílé,
- 2bitová barva ($2^2 = 4$ barvy) CGA (Color Graphic Adapter),
- 4bitová barva ($2^4 = 16$ barev) bylo použito např. EGA (Enhanced Graphic Adapter) u nejnižšího používaného standardu VGA (Video Graphics Array) ve vyšším rozlišení,
- 8bitová barva ($2^8 = 256$ barev) VGA v nízkém rozlišení, SVGA (Super VGA).

6.4.2 Využití

Počítačové grafické systémy využívající barevných palet jsou například EGA a VGA u počítačů kompatibilních s IBM PC.

Grafické formáty využívající barevné palety jsou například GIF, PNG nebo XPM. S formáty GIF a PNG budeme pracovat dále.

Následující tabulka 9 uvádí přehled velikosti palet (počtu položek palety) a rozlišení barev (barevná hloubka):

Grafický standard	Rozlišení palety	
	Velikost palety	Barevná hloubka
Monochromatická	?	2 barvy
CGA	?	16 barev
EGA	16	64 barev
VGA	256	18bit - 262144 barev
GIF	256	24bit - 16777216 barev
BMP	256	24bit – 16777216 barev

Tab. 9: Příklad velikostí palet u vybraných grafických standardů.

6.5 Barevná hloubka

Barevná hloubka je termín používaný v počítačové grafice, který popisuje počet bitů použitých k popisu určité barvy nebo pixelu v bitmapovém obrázku nebo rámečku videa. Toto pojetí je také známé jako počet bitů na pixel, zejména je-li uvedeno spolu s počtem použitých pixelů. Větší barevná hloubka zvětšuje škálu různých barev a přirozeně také paměťovou náročnost obrázku či videa.

6.5.1 Používané barevné hloubky

Bitová hloubka	Počet barev	Ustálený Název
1bitová barva	$2^1 = 2$	B&W (Black and White)
4bitová barva	$2^4 = 16$	Nemá
8bitová barva	$2^8 = 256$	Nemá
16bitová barva	$2^{16} = 65\,536$	High Color
24bitová barva	$2^{24} = 16\,777\,216$	True Color
32bitová barva	$2^{32} = 4\,294\,967\,296$	True Color plus Alfa kanál
48bitová barva	$2^{48} = 281\,474\,976\,710\,656$	Continuous Colorspace (plynulé přechody), používané u skenerů a k profesionálním účelům

Tab. 10: Výčet používaných barevných hloubek.

Samozřejmě se dá předpokládat, že každá zvolená barevná hloubka může mít odlišný způsob rozdělení bitů, odpovídající nebo přidělena na jednotlivou barvu.

Tabulka 11 ukazuje používaná rozdělení počtu bitů barev při základních barevných hloubkách.

Barevná hloubka	Počet bitů komponenty				
počet bitů	R	G	B	A	Poznámka
8bit	3	3	2	-	indexovaná barva s paletou 3-3-2
16bit	5	6	5	-	nejčastější rozložení pro 16bitovou hloubku, možné jsou i jiné kombinace např. RGBA [5 5 5 1]
18bit	6	6	6	-	nativní barevná hloubka grafické karty VGA
24bit	8	8	8	-	pravé barvy (True Color)
32bit	8	8	8	8	pravé barvy (True Color) plus alfa kanál
48bit	16	16	16	-	plynule barevné přechody (continuous colorpace)

Tab. 11: Rozložení bitů při různých barevných hloubkách

Je dobré si povšimnout faktu, že 24bit barevná hloubka spolu s 32bitovou hloubkou se nazývají stejným jménem. To je způsobeno zažitím pojmu True Color (pravé barvy) a především tím, že alfa kanál při výstupu na médium, např. papír svým způsobem zaniká, tedy na výsledném obrázku není patrný.

Ukažme si přímo na příkladech, jak se barevná hloubka projeví na klasické fotografii pořízenou digitálním fotoaparátem o rozlišovací schopnosti 4Mpx, snímek má rozlišení 2400x1600 pixelů (bodů). K tomuto účelu nám poslouží fotografie roztomilé nic netušící opičky ze Srí Lanky.

6.5.2 Příklad y obrázku v různých barevných hloubkách:



Velikost souboru: 51 KB



Velikost souboru: 71 KB



Velikost souboru: **131 KB**



Velikost souboru: **249 KB**



Velikost souboru: **446 KB**



Velikost souboru: **562 KB**



Velikost souboru: **1012 KB**



Velikost souboru: **1386 KB**



Velikost souboru: **1890 KB**



Velikost souboru: **6473 KB**

(Formát GIF podporuje maximálně 256 barev, proto byl použit jemu podobný formát PNG-24)



Velikost souboru: **7610 KB**

Zde je použit formát PNG-24 s Alfa kanálem (průhlednost). Ta je demonstrována tak, že fotografie, které byla odmazána bílá místa, byla umístěna na kontrastní plochu, v našem případě červené barvy. Tedy všude tam, kde prosvítá kontrastní podklad je použito bitů rezervovaných pro průhlednost. Efekt průhlednosti se dá reálně demonstrovat pouze na nějakém typu zobrazovače (monitor, displej apod.).

6.6 Grafické formáty

Grafické formáty stanovují pravidla, podle kterých je obrázek uložen v souboru. Některé formáty mohou do souboru ukládat i další informace, např. náhled obrázku v malém rozlišení, informace o expozici, datu a čase pořízení a podobně [MURRAY, 2000].

6.6.1 Rozpoznávání formátu souboru

Pro správné zacházení s daty, bylo potřeba, aby operační systém rozeznal jaká data se v souboru v souborovém systému nacházejí. Proto bylo zavedeno v operačních systémech několik způsobů řešení. Dnes se částečně prolínají a vzájemně doplňují. Proto na jednom operačním systému (s aplikacemi) zpravidla najdeme více druhů přístupů.

- Podle přípony - DOS a Windows je určit formát na základě části jména následující po poslední tečce „.“ (první zprava). „jméno_souboru.přípona, např. index.html“. Dřívější omezení (FAT) 8 znaků na jméno souboru a 3 znaky na příponu je již neplatné.
- Podle hlavičky - Unix a od něj odvozené operační systémy využívají prvních bytů souboru. Ty obsahují jednoznačnou sekvenci k určení typu souboru. Původně to byly první dva byty, ale dnes je běžně delší. Například obrázky formátu GIF uvozuje sekvence GIF87a nebo GIF89a dle použitého standardu GIF.
- Podle metadat - Další možností je ukládat data mimo soubor a jeho název. Toto splňují *metadata*⁵⁶ uložená zvlášť souborovým systémem. Tento systém je méně přenosný mezi souborovými systémy, běžně se musí konvertovat [Přípony souborů, 2007; File Extension, 2007].

6.6.2 Druhy grafických formátů

Základním rozdělením grafických formátů je podle způsobu uložení grafických informací na:

- bitmapové,
- vektorové,
- kombinované,
- speciální.

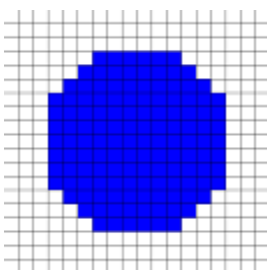
⁵⁶ Metadata (z řeckého meta- = mezi, za + latinského data = to, co je dáno) jsou strukturovaná data o datech. Příkladem je katalogový lístek v knihovně, obsahující data o původu a umístění knihy, tedy jsou to data o datech v knize uložené na lístku. Metadata tak slouží k snadnému vyhledávání dat.

6.6.2.1 Bitmapová grafika (rastrová grafika)

Obraz se skládá z jednotlivých pixelů (bodů), z nichž každý má definovanou určitou vlastnost. Body jsou uspořádány do mřížky. Každý bod má určen svou přesnou polohu a barvu (např. RGB). Tento způsob popisu obrázků používá např. televize nebo digitální fotoaparát. Kvalitu obrázku ovlivňuje především *rozlišení*⁵⁷ a *barevná hloubka*⁵⁸.

Rozmístění a počet barevných bodů obvykle odpovídají zařízení, na kterém se obrázek zobrazuje (monitor, papír). Pokud se obrázek zobrazuje na monitoru, stačí rozlišení 72 DPI, pro tisk na tiskárně 300-1200 DPI.

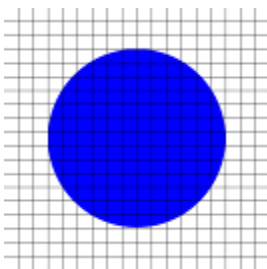
Pro převod obrazových předloh (klasické fotografie, kreseb a dalších) do bitmapové grafiky slouží zařízení nazývané skener nebo digitální fotoaparát.



Obr. 70: Příklad bitmapové grafiky.

6.6.2.2 Vektorová grafika

Obraz se skládá z jednotlivých, matematicky popsatelných objektů (např. obdélník, trojúhelník, elipsa, křivka, mnohoúhelník apod.), z nichž každý má definovanou barvu a styl obrysu a výplně. Jednotlivé objekty jsou popsány parametry obrysu, obvykle koeficienty *bézierových křivek*⁵⁹ 1. nebo 3. řádu.



Obr. 71: Příklad vektorové grafiky.

⁵⁷ Rozlišení (angl. resolution) je počet pixelů (nebo maximální rozlišení obrazu), které může být zobrazeno na zobrazovači, médiu. Často se udává jako počet sloupců (horizontálně, „X“), které se uvádí vždy jako první, a počet řádků (vertikálně, „Y“).

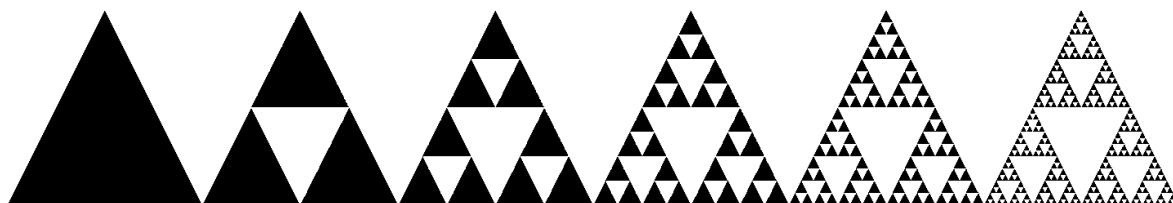
⁵⁸ je termín používaný v počítačové grafice, který popisuje počet bitů použitých k popisu určité barvy nebo pixelu v bitmapovém obrázku nebo rámečku videa.

⁵⁹ Bézierova křivka pojmenovaná po francouzském inženýru Pierru Bézierovi, je jednou z metod vytváření křivek. Umožňuje interaktivní vytváření a modifikaci křivek. Pomocí této metody je také možno datově reprezentovat i interpolační křivky (existují například algoritmy na převod mezi interpolačními spline kubikami a B-spline kubikami resp. Bézier kubikami).

6.6.2.3 Fraktálová grafika

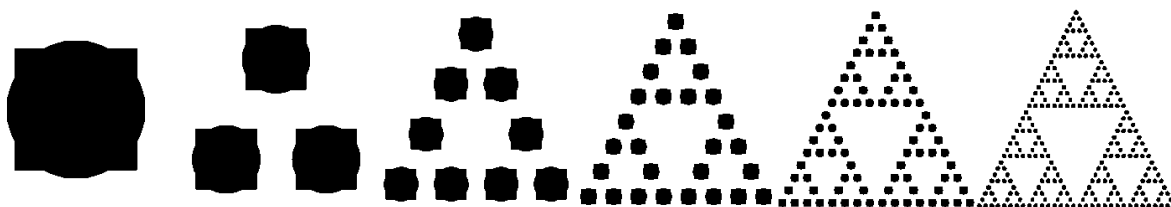
Obraz se skládá z jednotlivých objektů shodujících se s tvary *fraktálů*⁶⁰. Fraktály je možné matematicky popsat. Mnohdy se může zdánlivé jednat o dosti složité tvary (sněhová vločka Kochové, Contorovo diskontinuum a podobně).

Základní princip fraktálové grafiky spočívá v rozdělení komprimovaného obrazu na tzv. *range bloky* (nepřekrývají se) a vyhledávání tzv. *domain bloků* (mohou se překrývat) které jsou range blokům podobné. Domain bloky se mohou vyskytovat buď v základním tvaru nebo v transformované podobě.



Obr. 72: Prvních šest iterací při konstruování fraktálu "Sierpinského trojúhelník(y)".

Fraktálová komprese je přesný opak. Pro daný obrázek máme najít množinu transformací tak, aby *kopírka* těmito informacemi vygenerovala atraktor co nejpodobnější originálu. Obrázek zakódovaný fraktálovou kompresí nese pouze informaci o transformacích, takže vůbec nezáleží na tom, jaký úvodní obrázek zvolíme. V prvním příkladě, kdy je vstupním obrázkem trojúhelník, to vypadá, že z něj jen postupně vygeneruje prostor. Může však být použit jakýkoliv útvar:



Obr. 73: Prvních šest iterací při konstruování fraktálu za použití libovolného vstupního obrázku.

Další příklad dokazuje, že aplikací stejných pravidel se dostáváme ke stejnému atraktoru, ačkoliv vstupní obrázek je libovolný.

Tato kompresní technika je stále vyvíjena a její detailní vysvětlení je nad rámec této práce, proto odkazuji na odbornou literaturu (viz Použitá literatura a zdroje). V této práci se touto technikou komprese nebudeme dále zabývat.

⁶⁰ Fraktál je geometrický objekt, který má následující vlastnosti: je soběpodobný – znamená to, že pokud daný útvar pozorujeme v jakémkoliv měřítku či rozlišení, pozorujeme stále opakující se určitý charakteristický tvar; mívá na první pohled velmi složitý tvar, ale je generován opakovaným použitím jednoduchých pravidel. [HINNER MARTIN, Jemný úvod do fraktálů, 1999, <http://martin.hinner.info/math/Fraktaly/>]

6.6.3 Porovnání grafických formátů

Každý formát má své platné místo na poli zpracování informací, a proto je prakticky nemožné a především neúčelné stanovit nejlepší grafické formáty. Je možné je hodnotit podle mnoho kritérií (kompresní poměr, univerzálnost, náročnost na výpočet, přesnost, věrnost apod.).

6.6.3.1 Rastrová grafika

Klady:

Výhody spočívají ve velmi snadném vygenerování obrázku, snímku, a to za pomoci jakéhokoli snímacího přístroje k tomu určenému (digitálního fotoaparátu, pomocí skeneru, apod.). Samozřejmě je možné vytvářet rastrové obrázky na počítači v grafických aplikacích.

Zápory:

Velké nároky na ukládací kapacitu (při velkém rozlišení a barevné hloubce může velikost obrázku dosáhnout několika megabytů, to neplatí při užití komprimovaných formátů) změna velikosti (zvětšování nebo zmenšování) vede ke zhoršení obrazové kvality obrázku, zvětšování obrázku je možné jen v omezené míře, neboť při větším zvětšení je na výsledném obrázku patrný rastr.

6.6.3.2 Vektorová grafika

Klady:

Data nejsou zapsána bit po bitu, ale o popis dat se starají algoritmy, které popisují jednoduché objekty v obrázku. Tím se docílí toho, že zvětšování a zmenšování obrázku nevede k zhoršení obrazové kvality. Kompresní poměr (zvláště u specifické grafiky) je velice úsporný.

Zápory:

Vyšší náročnost na výpočetní kapacitu.

6.6.4 Kompresí grafických formátů

Rozeznáváme dva základní druhy komprese grafických formátů:

- bezztrátovou (loseless),
- ztrátovou (lossy).

6.6.4.1 Bezeztrátová komprese

I po komprimaci zachovávají soubory identickou informaci s předlohou. Nedochozí tak ke ztrátě kvality obrazu. Co se týče kompresního poměru, nebývá tak úspěšná jako u ztrátové komprese. Ve většině případů záleží na vstupních datech, tedy na rozložení dat v obrázku.

6.6.4.2 Ztrátová komprese

Při kompresi se ztrácí část grafické informace. Používá se tam, kde je možné ztrátu některých informací tolerovat a kde nevýhoda určitého zkreslení je bohatě vyvážena velmi významným zmenšením souboru.

6.6.5 Představení používaných formátů

Existuje mnoho pohledů, jak obrazové formáty třídit a jak na ně nahlížet. Uveďme si tedy základní rozdělení grafických formátů podle jejich funkce.

- rastrové,
- vektorové,
- rastrové/vektorové,
- podporující různé druhy formátu ve vrstvách,
- fraktálové,
- 3D modely - pracující s třídimenzionálními objekty,
- video.

Z důvodů nepřekročení rozsahu práce byla vybrána pouze část formátů. Je uveden průřez nejpoužívanějších formátů, které se využívají v mnoha oblastech práce s obrazovými daty.

6.6.5.1 Rozdělení grafických formátů do skupin podle využití a funkce:

Označení souboru	MINE TYPE	Grafický typ	Celé jméno	Popis formátu
*.bmp	image/x-ms-bmp	rastrový	Windows Bitmap (Bit Mapped Picture)	Běžně používaný programy v systému Microsoft Windows. Jedná se o bezztrátovou kompresi, která může být specifikována (RLE), ale některé programy používají nekomprimované soubory. Výhodou tohoto formátu je jeho extrémní jednoduchost a dobrá dokumentovanost
*.gif	image/gif	rastrový	Graphics Interchange Format	GIF je velice rozšířený na webu. Podporuje animaci obrázků, podporuje pouze 255 barev na rámeček, tedy požaduje ztrátové přepočítání pro full-color fotografie (dishing). Používá bezztrátovou kompresi zvanou LZW (Lempel-Ziv-Welch 84), což komplikovalo jeho použití (licence již vypršela)
*.psd	image/psd	rastrový	Photoshop Dokument	je formát firmy Adobe používaný programem Adobe Photoshop. Je rozšířený na vícero platformách kromě PC, jako Macintosh, Silicon Graphics či Power PC. Podobně jako formát TIFF obsahuje soubor kromě samotného obrázku i celou paletu doplňkových informací jako nastavení tiskových rastrů, doplňkové barevné kanály, ukládací vrstvy či nastavení příslušné tiskárny.
*.tiff, *.tif, *.tiff-fx	image/tiff	rastrový	Tagged Image File Format	TIFF je široce používaný formát pro tradiční tisk grafiky. Avšak mnoho programů podporuje pouze zlomek dostupných možností formátu. Umožňuje jako jeden z mála grafických formátů vícestránkové soubory a proto se často používá například pro ukládání přijatých faxů přijatých pomocí počítače a ISDN karty či faxmodemové karty.
*.mng	video/x-mng	rastrový	Multiple-image Network Graphics	Formát určený pro animace používající datový tok podobný PNG a JPEG, původně byl navrhnut jako náhrada zastaralého GIFu používaného na webu. Je volně šířitelný bez problémů s právy jako tomu bylo u GIFu.
*.jpeg, *.jpg, *.jff	image/jpeg	rastrový	Joint Photographi c Experts Group	JPEG značně se používá se pro fotografie a pro další barevné tónované obrazy. Používá se hojně na webu. Používá ztrátovou kompresi za použití rovnoměrného rozdělení bloků složených z 8x8 pixelů. Výsledná kvalita se liší v závislosti na nastavení kompresního poměru.
*.jpg2, *.jp2, *.jpx	image/jp2	rastrový	Joint Photographi c Experts Group	JPEG 2000 se měl stát nástupcem již dlouho populárního „JPEGu“. Formát je založený na tzv. vlnkové kompresi, která obsahuje možnost, jak ztrátové, tak bezztrátové komprese. Je považován za vhodný nástroj pro ztrátovou kompresi fotografií. Avšak i přes své výhody se stále komerčně neujal chybí jeho podpora výrobců hardwaru.

*.tga	image/tga	rastrový	Truevision TGA	TGA je původní formát pro Truevision Inc. TARGA rozšíření, které byly jedni s prvních grafických karet pro IBM kompatibilní počítače, která podporovali truecolor displeje. Kromě TGA se často používají pro soubory s Targa formátem i přípony ICB, VDA či VST.
.raw	image/raw	rastrový	Raw Image Data	Neupravená data ze snímače digitálního fotoaparátu. Formát souboru RAW není nikým definován a tak se soubory různých fotoaparátů (i od stejné firmy) mohou značně lišit. Principiálně obsahuje např. jen rozměr obrazu a potom následují už obrazové informace. Pro obrázek v pravých barvách se častokrát používá jen uložení ve formě za sebou se opakujících trojic bytů, které obsahují barevné složky RGB.
*.hdp, dříve *.wdp	image/vnd.ms-photo	rastrový	HD Photo, dříve Wideo Media Photo	je obrázkový kompresní algoritmus a souborový formát určený pro fotografie, vyvíjený společností Microsoft. Podporuje jak ztrátovou, tak bezztrátovou kompresi. V listopadu 2006 byl přejmenován na HD Photo.
*.png	image/png	rastrový	Portable Network Graphics	Oficiální výslovnost zkratky je „ping“. Byl vyvinut jako zdokonalení a náhrada formátu GIF, který byl patentově chráněný (LZW84 algoritmus), dnes jsou patenty prošlé. PNG nabízí podporu 24 bitové barevné hloubky, nemá tedy jako GIF omezení na maximální počet 256 barev současně. PNG tedy do jisté míry nahrazuje GIF, nabízí více barev a lepší kompresi (algoritmus Deflate + filtry).
*.ico	image/vnd.microsoft.icon	rastrový	Icons	Určený na ukládání ikon, malých identifikačních obrázků pro prostředí MS-Windows. Tyto obrázky, ikony jsou používané grafickým prostředím MS-Windows na označování objektů. Obrázky, ikony, mohou mít rozlišení od 8×8 po 64×64 a od černobílých až po barevné s maximálně 256-ti barvami.
*.pcd, *.JPCD	image/jpcd	rastrový	ImagePac Photo CD	Formát, který používá forma Kodak na ukládání fotografií. Používá se na archivaci profesionálních, poloprofesionálních a i amatérských fotografií v pravých barvách (Truecolor) a v příslušném dostatečném rozlišení. Na archivaci se, jak už název napovídá, používá nejčastěji CD-ROM.
*.dib, *.bmp	image/x-ms-bmp	rastrový	Device Independent Bitmap	V překladu bitová mapa nezávislá na zařízení. Zavedený byl v podstatě od verze MS-Windows 2.0. V současnosti se používá vylepšená verze označená jako BMP. Používá se na ukládání obrázků, které mají být použité na různých zařízeních bez změny dat, např. monitor (a různé typy), tiskárna nebo souřadnicový zapisovač.

*.img		rastrový	Image	Formát, který umí zpracovat většina grafických, textových či DTP programů. Je to soubor určený pro prostředí GEM, vyvinuté firmou Xerox. Jedná se v podstatě o bitový (rastrový) obrázek, jehož údaje mohou být komprimované některým ze čtyřech typů komprimací.
*.jft		rastrový		Jde o průnik dvou typů. Jedná se v principu o obrázek formátu TIFF, u kterého je použita jako komprimační metoda JPEG.
*.pcx	image/x-pcx	rastrový		Obrazový formát definovaný firmou ZSoft. Byl určen pro použití v programu Paintbrush. Je velmi hojně používaný formát. V základě umí uložit obrázek do rozměru 32767×32767 a s 256-ti barvami. Údaje jsou komprimované metodou RLE (Run Length Encoding). V současnosti se používá i TRUECOLORová (24-bitové kódování barev) verze formátu.
*.rif		rastrový	Resource Interchange File Format	Všeobecný formát zavedený firmou Microsoft v rámci MS-Windows. Tím, že je všeobecný, neslouží jen pro ukládání obrázků. Svoji definicí jako multimediální formát může obsahovat navíc i zvuk, text, animace a pod.
*.rle		rastrový	Run Length Encoding	Podobný jako BMP. Jedná se vlastně o to samé (obrázek definovaný bitovou mapou), jen s jinou příponou a obrazové údaje jsou komprimovány metodou RLE (Run Length Encoding).
*.sct, *.ct		rastrový	Scitex Continuous Tone image file	Používá se hlavně ve vyšších DTP systémech jako Corel Draw a Adobe. Jde o specializovaný obrázkový formát. Používají ho DTP systémy založené na technologii Scitex.
*.dxf	image/vnd.dxf	vektorový	Drawing Interchange (Exchange) Format	Standard ASCII textový záznam používaný k ukládání vektorových dat pro CAD programy.
*.svg, *.svgz	image/svg+xml	vektorový	Scalable Vector Graphics	Jde o škálovatelnou vektorovou grafiku. Je to značkovací jazyk a formát souboru, který popisuje dvojrozměrnou vektorovou grafiku pomocí XML. Formát SVG by se měl v budoucnu stát základním otevřeným formátem pro vektorovou grafiku na Internetu.
*.cdr	application/CorelDRAW	vektorový	Corel DDraw file	Jedná se v principu o vektorový formát, může však obsahovat i bitmapu. Používá ho, jak už zkratka napovídá, kanadská firma Corel na ukládání obrázků ze svého světoznámého programu Corel Draw! Přestože se jedná o poměrně rozšířený program, tento formát podporuje velmi málo jiných programů.
*.ps	application	vektorový	PostScript	Obecný vektorově stránkový popisný jazyk, vytvořený a vlastněný Adobe. Jde o výkonný ukládací programovací program podporovaný mnoho laserovými tiskárnami.

*.dvg		vektorový	DraWinG	Zavedla a používá ho firma Autodesk ve svém programu AutoCAD.
*.dxb		vektorový	Drawing Binary Interchange File Format	Jde binární forma formátu DXF. Používá ho firma Autodesk na přenos údajů mezi svými produkty, např. AutoCAD. Umí ho však zpracovat celá řada dalších grafických programů.
*.dxf		vektorový	Drawing Interchange Format, or Drawing Exchange Format	Je jeden z nejpoužívanějších vektorových formátů. Používá ho firma Autodesk na přenos údajů mezi svými produkty, např. AutoCAD, ale i mezi ostatní produkty jiných výrobců. Jedná se v principu o textový soubor a pomocí určitého popisového jazyka je uložen vektorový obrázek.
*.plt, *.hplg		vektorový	Hewlett Packard Graphics Language)	Formát podporovaný většinou kreslicích a CAD systémů (Corel Draw, Aldus Freehand a pod.). Je definovaný jazykem HPGL (Hewlett Packard Graphics Language) vyvinutý firmou Hewlett Packard. Obsahuje informace pro kreslení hlavně na souřadnicových zapisovačích a některých tiskárnách.
*.sdw		vektorový	StarWriter text document	formát používaný firmou Lotus na ukládání obrázků pro některé jejich programy, např. ho umí zpracovat i grafický editor zabudovaný v editoru AMIPRO. Je produktem grafického programu AMIDRAW.
*.drw		vektorový	Drawing File	Jedná se o vektorový formát od firmy MicroGraphix. Je podporovaný různými programy.
*.wmf, *.emf, *.wmz, *.emz		vektorový	Windows MetaFile	Používá se hlavně v MS-Windows. Je to v principu metaformát, resp. formát, který obsahuje popis posloupnosti operací, aby se dosáhl cílový obrazový efekt.
*.sld		vektorový	Slide File Format	je zkratka od SLide Show. Je určený v podstatě na prezentační účely. Obsahuje obrázky, které se mají zobrazit a jejich načasování, t.j. časy, jak dlouho mají být zobrazen a kdy se zobrazí následující obrázek, příp. s jakým efektem se zobrazí (např. vyrolování ze středu a pod.). Tuto extenzi používá i AutoCAS na účely ukládání informací s uvedeným obsahem.
*.iff		rastrový, vektorový	Interchange File Format	Všeobecný formát používaný na počítačích Commodore Amiga. Jde vlastně o formát určený na výměnu údajů. Podobně jako RIF může obsahovat několik typů údajů kromě obrazových např. zvukové či textové. Tento typ se používá i na platformě PC, kde se pro obrazové informace používá často přípona .LBM.
*.psp, *.pspimage	image/psp	rastrový, vektorový	Paint Shop Pro Document	Standardní formát Corelu (dříve Jasc) formát pro Paint Shop Pro a Paint Shop Pro Photo. Dokumenty, je podobný formátu PSD od Photoshopu. Je podporován jen málo dalšími programy.

*.pdf	application / pdf	rastrový, vektorový	Portable Document Format	Stránkově popisný jazyk (komprese založená na Postskriptu, který ovšem není programovacím jazykem), podporuje vícestránkové dokumenty obsahující linky. Je kompatibilní s Adobe Acrobat Leader nebo Adobe eBook Leader a další programy. Původní metafile formát pro Mac OS X..
*.eps, *.epsf, *.epsi	application	rastrový, vektorový	Encapsulated PostScript	Jedná se o PostScriptový záznam který dokáže popsat jak malý vektorový grafický objekt, tak celou stránku nebo dokonce soubor stránek. Existují však i některé programy (Adobe Illustrator, Aldus Freehand či Corel Trace), které též umí zpracovat takovýto soubor. Ve svém obsahu se vlastně jedná o textový soubor s popisovým jazykem, kterým se popíše obrazový dokument a je možné ho editovat pomocí textových editorů.
*.ai	application/ ai	rastrový, vektorový	Adobe Illustrator Artwork	Formát pro Adobe Ilustrátor (původní předskupina postskriptu, než byla vhodná hlavička souborů představena)
*.pct, *.pic, *.pict	image/x-pict	rastrový, vektorový	Picture	Jde o formát vyvinutý pro platformy Macintosh a využívající Apple QuickDraw technologii. Existují dva druhy formátu PCT a to: PICT 1 - původní formát podporující pouze 8 barev a nový PICT 2 který podporuje 24 a 32-bitovou hloubku. Tento formát byl nahrazen flexibilnějším formátem PDF v Mac OS X.
*.pic	image/pict	rastrový, vektorový	Picture	Formát zavedený firmou Lotus. Tato firma ho používá pro ukládání obrázků v některých svých produktech.
*.wpg		rastrový, vektorový	WordPerfect Graphics	Tyto obrázkové soubory zavedla a používá firma WordPerfect Corporation. Je to formát, jak vektorový, tak i rastrový (meta), tj. může obsahovat informace obou dvou typů.
*.cgm		rastrový, vektorový, text	Computer Graphics Metafile Format	Jedná se o údajový formát definovaný firmami Lotus, Wordperfect Corporation a Microsoft v roce 1987 s vazbou na normu ODA (ISO8613 a ISO8662), což je Office Document Architecture, t.j. formát pro potřeby kancelářských dokumentů.
*.gem		různé druhy formátu ve vrstvách	GEM Metafile Format	Formát souboru, který kromě bitové mapy může obsahovat i objekty (čára, elipsa, text a pod.) a jejich atributy (tj. např. tloušťka čáry, barva a pod.). Je určený podobně jako IMG pro prostředí GEM.
*.qxd		různé druhy formátu ve vrstvách	QuarkXpress Document	Formát vytvořený firmou QuarkXpress 5, dříve Quark Xpress, na vytváření vrstev pro časopisy, noviny, knihy, letáky, příručky a další publikace.
*.qxp		různé druhy formátu ve vrstvách	QuarkXpress Document	Firma QuarkXpress od verze 6 vylepšila formát QuarkXpress, je schopený obsahovat informace o všech vrstvách, text, obrázky, může obsahovat jednotlivé nebo sety obrázků.

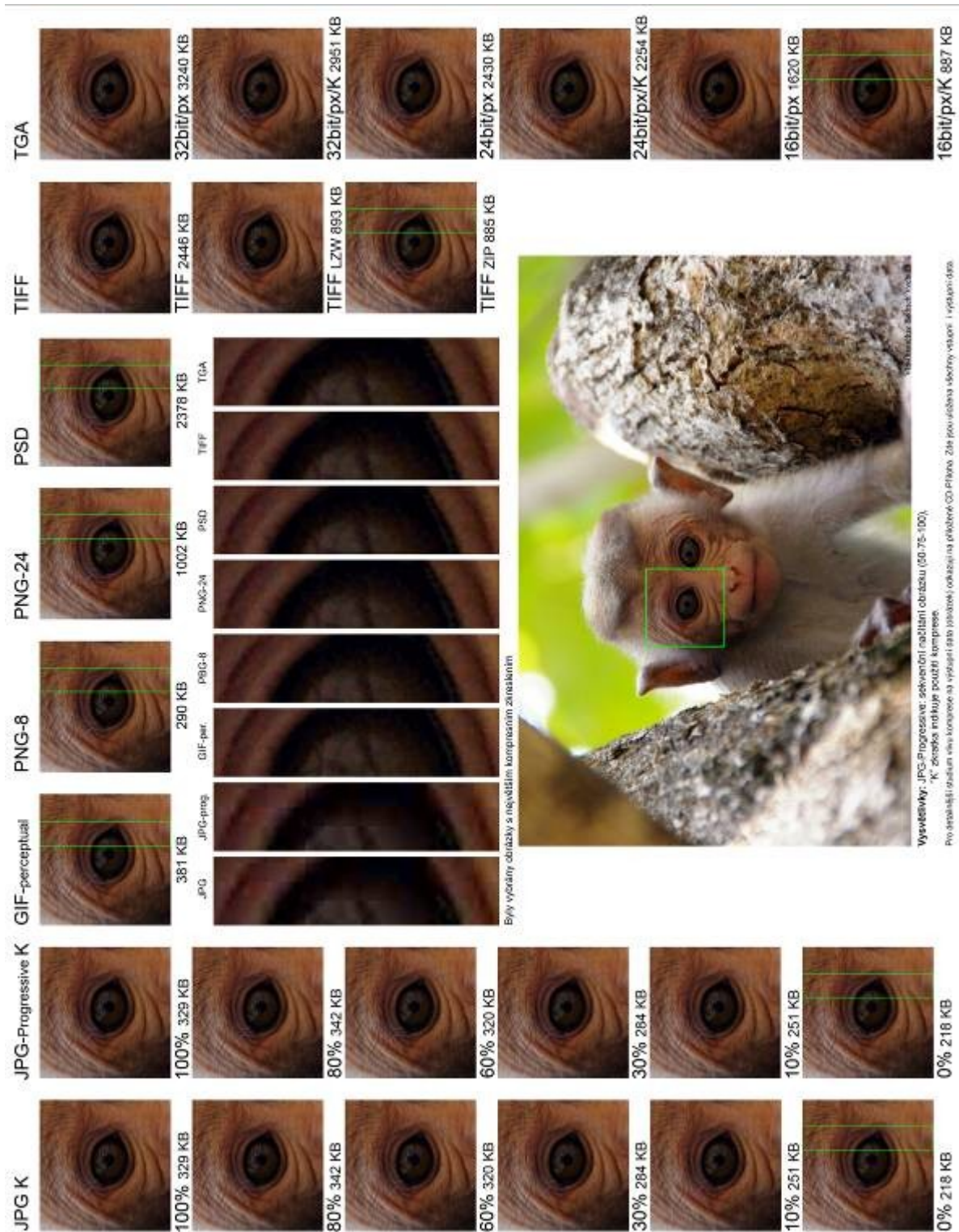
*.indd		různé druhy formátu ve vrstvách		Profesionální formát na práci s vrstvami, vytvořený firmou Adobe In Design, obsahuje informace o formátování stránek, obsah stránek, linky souborů, styly, vzorky. Používá se na formátování knih, časopisů, novin, letáků, brožur. atd.
*.fif		fraktalový	Fractal Image format	Jde o poměrně nový formát. Používá se na ukládání grafických informací, které jsou ztrátově komprimovány pomocí fraktálové metody.
*.3dm		Rhino 3D modely	Three Dimensional Format	Formát určený na práci s 3D modely, vytvořený s aplikací Rhinoceros 3D modeling, využívající NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) k matematickému popisu 3D objektů používá 2D linie.
*.3dmf		QuickDraw 3D, 3D modely	Three Dimensional Format	Formát určený k práci s 3D modely, založený na Apple QuickDraw 3D (QD3D) technologii, je schopen pojmout jednotlivé 3D objekty nebo celou scénu.
*.stl		3D modely	Stereolithography File Format	Formát používaný programem Autodesk 3D Studio. Jeho název je zkratkou od slova Still. Slouží na ukládání animačních sekvencí.
sketchup 3d		3D modely	Sketch Up 3D	Jde o formát používaný ve webovském rozhraní vytvořený společností @Last Software. V současnosti jej podporuje společnost Google, která přišla s celosvětovým projektem, digitalizace (převedením reálných objektů do aplikace GoogleEarth)
*.mov, *.gt	video/quicktime	video	Movie	jsou soubory s animační sekvencí. Používají se na počítačích třídy Apple Macintosh. Tomuto formátu jsou blízké i soubory MVI a PCS.
*.mpg		video	Motion Pictures Expert Group	Jde o pohyblivou větev formátu JPEG (existuje i MJPEG). Přešel logicky s rozvojem multimédií a slouží na uložení animačních sekvencí, velmi často celých filmů, např. na CD-ROM. V současnosti je možné koupit hardwarovou podporu pro komprimaci/dekomprimaci v reálném čase.
*.avi	video/avi, video/msvideo, video/x-msvideo	video	Audio-Video Interleaved	formát pro ukládání multimediálních informací, ale nejčastěji se používá pro obrazové sekvence
*.fli		video	Flicker	Formát též používaný programem Autodesk 3D Studio. Slouží na ukládání animačních sekvencí. Tento formát je velmi rozšířený. Umí však pracovat s maximálním rozlišením 320×200 bodů při 256-ti barvách. V současnosti se používá i formát FLC, který je v podstatě totožný s formátem FLI, ale umí zpracovávat obrázky už do rozlišení 640×480, také při 256-ti barvách.

*.3gp		video	The Third Generation Mobile Video Standart	Je formát kontejner určený pro mobilní zařízení třetího druhu. Je založený na formátu MP4. 3GPP specifikace zahrnuje všechny GSM (GPRS a EDGE) a WCDMA specifikace.
*.flv	video/x-flv	video	Flash Video	Flash Video je formát určený na šíření videa po internetu, používající Adobe Flash Player (dříve známý pod jménem Macromedia Flash Player). Flash může být také vnořen v SWF souborech. Značný rozmach přišel se servery YouTube, Google Video, Reuters.com, Yahoo! Video and MySpace. BBC začalo také používat formát postavený na .flv na uveřejňování zpráv.
*.d2v		video	dvd video	Ke kompresi obrazu je použit Mpeg2, pro kompresi zvuku je použit Dolby Digital (AC-3) a zřídka kvalitnější zvuk ve formátu DTS. Nekomprimovaný formát PCM se používá méně (častěji u hudebních titulů), MPEG-2 audio se již téměř nepoužívá. DVD Video disk povinně obsahuje adresář s názvem VIDEO_TS, který obsahuje soubory s příponou vob (DVD video object), ifo a bup.
*.evo		video	High Definition Video DVD	Ke kompresi obrazu mohou být použity MPEG-4 AVC (H.264), VC-1, MPEG-2. Pro kompresi zvuku je použit neztrátový Linear PCM, Dolby TrueHD a nepovinný DTS-HD Master Audio. Ztrátové jsou Dolby Digital, DTS, Dolby Digital Plus ^[d] a nepovinný DTS-HD High Resolution. DVD Video disk povinně obsahuje adresář BDMV, který obsahuje podadresáře (PLAYLIST, CLIPINF, STREAM, AUXDATA, BACKUP)
*.evo		video	High Definition Video Blu Ray	Ke kompresi obrazu mohou být použity MPEG-4 AVC (H.264), VC-1, MPEG-2, pro kompresi zvuku je použit neztrátový Linear PCM a nepovinný Dolby TrueHD a DTS-HD Master Audio. Ztrátové jsou Dolby Digital, DTS a nepovinné Dolby Digital Plus ^[d] a DTS-HD High Resolution. Video disk povinně obsahuje adresář HDDVD_TS

Tab. 12: Rozdělení grafických formátů do skupin podle využití a funkce.

6.6.6 Grafické znázornění nepoužívanějších formátů

Pro ukázkou je uvedeno několik běžně používaných formátů, s příklady jejich kompresního zkreslení s velikostmi výstupních dat (obrázku). Tak je možno si udělat obrázek o vlastním kompresním poměru a využitelnosti grafických formátů.



Obr. 74: Náhled běžně používaných formátů, s příklady jejich kompresního zkreslení s velikostmi výstupních dat.

Jako vstupního datového zdroje bylo využito digitální fotografie o rozlišení 2400x1600 pixelů (bodů), v barevné hloubce 24bitů (True Color), rozložení bitů R8G8B8, ty byly podrobeny různým kompresím ze kterých byly použity výřezy o rozměrech 900x900 pixelů (bodů), z těchto výstupů byly vybrány ty s největším výstupním kompresním zkreslením. Byly provedeny výřezy o velikosti 150x625 pixelů (bodů) a seřazeny v původním pořadí. Na těchto konečných výřezech jsou pak patrné změny ve struktuře pixelů u různých obrázků.

Na těchto výřezech, které prošly bezztrátovou kompresí nebo nejvyšším stupněm komprese je při bližším studiu patrné, jak každá komprese pracuje s jinými technikami.

Pro bližší studium odkazují na přiložený kompaktní disk, kde jsou k dispozici veškerá použitá vstupní i výstupní data na tvorbu porovnání grafických formátů.

Formát	Kompresní algoritmy u testovaných formátů	Popis formátu
JPG	Ztrátová	Rozšířený formát na zobrazování True Color grafiky, využíváno na fotografie
GIF	LZW	Podporuje animace, podporuje 8bitovou barevnou hloubku
PNG8	Bezztrátová, LWZ	Vyvinut jako náhrada formátu GIF, podporuje 8bitovou barevnou hloubku
PNG24	Bezztrátová, LWZ	Vyvinut jako náhrada formátu GIF, podporuje 24/32bitovou barevnou hloubku True Color
PSD	Žádná/bezztrátová	Podporuje jednotlivé masky, vrstvy, prolnutí, kanály, cesty atd.
TIFF	Žádná, LZW, RLE, ZIP a další	Podporuje vícestránkové soubory
TGA	Žádná, RLE, ZIP a další	Na načítání a ukládání textur, zobrazování realistické grafiky, používán v oblasti zpracování videa

Tab. 13: Popis kompresních poměrů použitých v grafickém znázornění nejpoužívanějších formátů.

6.6.7 Kompresní algoritmy využité v rámci formátů

RLE - (Run Length Encoding) je bezztrátová symetrická komprese, která kóduje vstupní data tak, že kóduje posloupnosti stejných hodnot do dvojic (délka posloupnosti, hodnota). Účinnost komprese je silně závislá na charakteru vstupních dat, která musí obsahovat delší sekvence stejných znaků, jinak výrazně účinnost komprese klesá. Tedy je vhodná pro černobílé obrázky a obrázky do barevné hloubky 8 bitů. Obecně se dá říci, že je rychlá, ale má malý kompresní poměr na složitějších obrázcích.

LZW - (Lempel-Ziv-Welch) je bezztrátová univerzální komprese využívající princip dynamického slovníku. Hledají se tedy dlouhé sekvence často opakovaných znaků, které jsou nahrazeny velmi krátkým symbolem. Do souboru je pak přiložena i tabulka s vysvětlivkou

zástupných symbolů. Byla navržena jako velice rychlá, avšak není vždy optimální, protože provádí jen některé analýzy vstupních dat.

ZIP - původně vyvinutý na formátování datových souborů i více najednou, později byl začleněn do grafických formátů.

6.6.8 Použité grafické formáty

JPEG (Joint Photographic Experts Groups)

Tento často užívaný formát má nevýhodu ve ztrátové kompresi, která je nastavitelná. I při nastavené 100% kvality komprese dochází ke ztrátě dat. Nejvhodnější je ukládat obrázky v kvalitě 70-80%, kdy je zaručen dobrý poměr kvalita/velikost. Kompresi pracuje na principu ukládání pixelů stejné nebo podobné barvy pod jednu barvu za použití diskretní kosinové transformace DCT. Formát je vhodný pro ukládání fotografií. Obrázky obsahující hodně červené barvy dosahují velkého zkreslení (pro tuto barvu je formát JPG nevhodný) a převaha žluté se zpravidla projeví značnou velikostí souboru [JPEG, 2007].

GIF (Graphics Integrated Format)

Používá bezztrátovou kompresi. Podporuje pouze 2 až 256 barev (barevná hloubka 8bitů), a tak vytváří místo jemných přechodů stupňovité schůdky, které se na výsledku projeví zrnitostí. I přes bezztrátovou kompresi je výsledný obrázek „znehodnocen“ (pokud bylo použito vstupního obrázku v 16bitových nebo 24bitových barvách). Plusem je možnost zvolení průhlednosti, vytváření animací aj. Nevýhodou tohoto formátu je zatížení patentem, což částečně komplikuje jeho využívání. Formát je vhodný na obrázky s malým počtem barev (indexová barva 256 barev) a s malou komplikovaností motivů (grafy, tabulky atd.). Formát využívá bezztrátovou kompresi LZW, viz výše.

PNG (Portable Network Graphics)

Formát PNG vznikl jako pokračování úspěšného formátu GIF z důvodů jeho zatížení patentovou licencí. Formát se liší od GIFu lepším kompresním poměrem (10-25%) a tím, že nepodporuje animace. Podporuje jak 8bitovou PNG-8, tak 24bitovou PNG-24. Též podporuje možnost průhlednosti a obsahuje interní gama korekci (na všech platformách se obrázek zobrazí stejně), využívá též kompresi LZW [ŠURKALA, 2007].

7 Skenery

Skener nebo též Scanner (doslovný překlad z anglického jazyka je snímač) je hardwarové vstupní zařízení umožňující převedení fyzické 2D nebo 3D předlohy do digitální podoby pro další využití, většinou zpracování pomocí počítače.

7.1 Historie

Vůbec prvním neskenovaným snímkem se v roce 1957 stal obrázek nově narozeného syna leadera týmu Russella Kirchera (viz obr. 75) v NIST (National Institute of Standards and Technology), který pracoval na vývoji prvního skeneru. Jednalo se o tzv. bubnový skener. Byl použit snímek o rozměrech 5x5cm. Sken byl černobílý s rozlišením 176 bodů na stranu.



Obr. 75: První neskenovaný snímek z roku 1956.

Od té doby prošly skenery značným technologickým vývojem, bylo vyvinuto množství konstrukčních řešení a způsobů skenování. Dnes patří mezi nedílnou součást v procesu digitalizace obrazu. Uvedeme si tedy několik základních způsobů převedení předlohy, chcete-li obrazu do digitální podoby [NEWMAN, 2007].

7.2 Dělení scannerů podle konstrukce

- ruční skenery (hand-held),
- protahovací skenery (faxové přístroje),
- stolní plošné skenery (flatbed) možnost přídatného dia-nástavce,
- bubnové skenery(drum),
- filmové skenery (skenery diapozitivů),
- 3D skenery (skenery předmětů, scén, apod.).

7.3 Části skeneru

Skenery všech konstrukcí, či technologií záznamu mají v zásadě několik hlavních prvků, které je možné klasifikovat podle použitých snímacích prvků.

7.3.1 Snímací prvek

Snímací prvky je možné rozdělit podle použité technologie:

- CCD,
- CIS,
- PMT,
- Laser (3D aplikace).

7.3.1.1 CCD (Charged Coupled Device)

Skládá se z matice světlocitlivých buněk uspořádaných do tří řádek s filtry RGB, které reagují na intenzitu přicházejícího odraženého světla ze skenované předlohy osvětlené *chladnou katodovou lampou*⁶¹.

Před procesem vlastního skenování u stolních skenerů probíhá tzv. *kalibrace*⁶² snímací hlavy skeneru a tzv. *zahřívání*⁶³ chladné katodové lampy trvající 10-30 s. Pak se snímací hlava (osvětlovací a snímací mechanismus) postupně posouvá po předloze a snímá jeden řádek za druhým. Během procesu skenování se světlo pomocí optické soustavy zrcadel a optických členů nasměruje na CCD snímač, a ten poté podle parametrů světla (intenzity, barvy) vygeneruje odpovídající analogový elektrický signál, který se dále zpracovává v A/D převodníku. Existují dvě základní koncepce snímání pomocí CCD prvků. Uložené v řadě (např. 7 500 bodů) a uložené v matici (např. 5 120 x 5 120 bodů).

Klady:

- lepší barevná citlivost,
- lepší rozlišitelnost tmavých odstínů,
- Rozlišení 1600–3200 dpi, high-end stolní skenery až 5400 dpi.

Zápory:

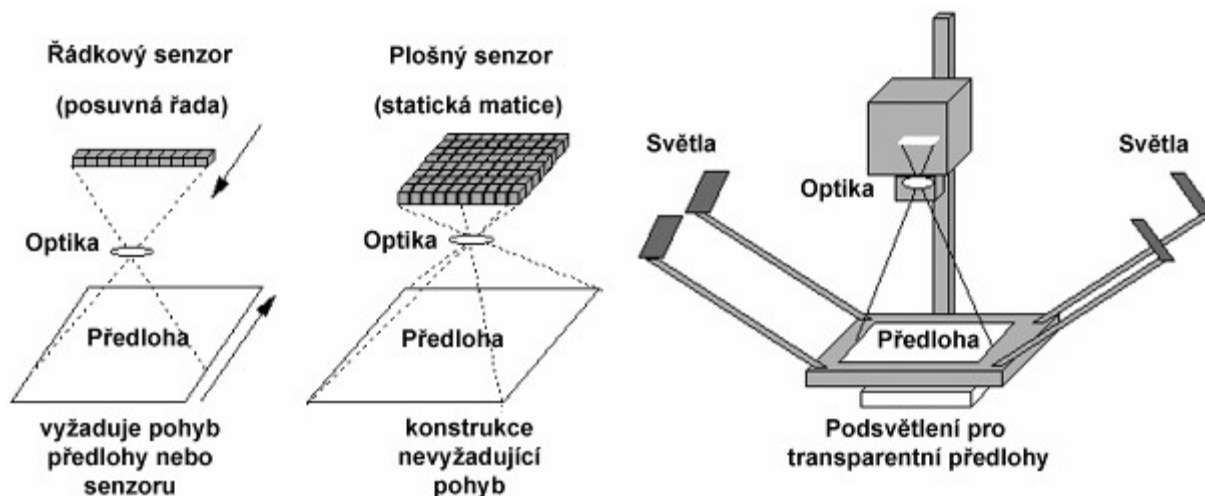
- konstrukčně náročnější optická soustava,
- konstrukčně dražší,
- mechanicky křehčí.

⁶¹ Chladná katodová lampa je nízkotlaká výbojka. Tvoří ji zářivkové těleso jehož základem je nejčastěji dlouhá skleněná trubice se žhavicími elektrodami naplněná nejčastěji rtuťovými parami a argonem. Průchodem elektrického proudu v nich nastává doutnavý výboj, který září v neviditelné ultrafialové oblasti. Toto záření dopadá na stěny trubice, které jsou pokryty luminoforem. Tato látka absorbuje ultrafialové záření a transformuje je do viditelného spektra.

⁶² Kalibrace je soubor úkonů, kterými se stanoví přesná pozice snímací hlavy vůči chladné katodové lampě a skenované předloze.

⁶³ Zahřívání probíhá z důvodů ustálení světelného toku chladné katodové lampy, aby v průběhu vlastního skenování nedocházelo ke změně intenzity nebo barvy světla.

Cena skenerů využívající technologii CCD se v ČR pohybuje od hranice 4 tisíc Kč u běžné prodávaných řad po profesionální aplikace v řádech milionů [DONALD, 1996].

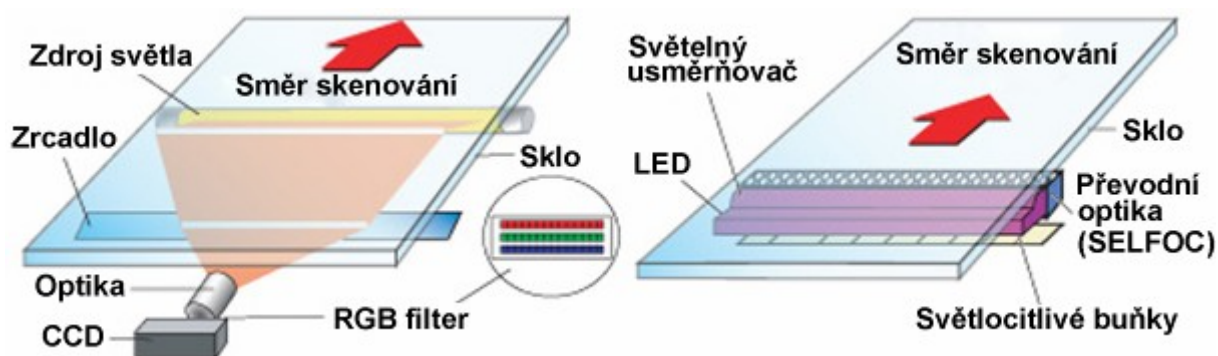


Obr. 76: Geometrie lineárního a maticového snímání a jeho aplikace u profesionálního skeneru.

7.3.1.2 CIS (Contact Image Sensor)

Jedná se o matice světlocitlivých buněk uspořádaných do tří řádek s filtry RGB, které reagují na intenzitu přicházejícího odraženého světla ze skenované předlohy osvětlené z několika řad luminiscenčních LED⁶⁴ diod. Jak snímací prvky RGB, tak osvětlující prvky LED jsou umístěny na stejné snímací hlavě, tedy umožňují stejnoměrné osvětlení bez použití jakékoliv dodatečné optické soustavy (viz obr. 77).

Před procesem vlastního skenování probíhá krátká kalibrace snímací hlavy. Pak se snímací hlava (osvětlovací a snímací mechanismus) postupně posouvá po předloze a snímá jeden řádek za druhým. Během procesu skenování se světlo odrazí od snímané předlohy do snímače, a ten poté podle parametrů světla (intenzity, barvy) vygeneruje odpovídající analogový elektrický signál, který se dále zpracovává v A/D převodníku.



Obr. 77: Porovnání technologie skenování CCD a CIS na stolním plošném skeneru

⁶⁴ LED (light-emitting diode) Elektroluminiscenční dioda je elektronická polovodičová součástka obsahující polovodičový přechod P-N. Prochází-li přechodem elektrický proud v propustném směru, přechod vyzařuje (emituje) nekoherentní světlo s úzkým spektrem. Může emitovat i jiné druhy záření. Tento jev je způsoben elektroluminiscencí.

Klady:

- zmenšení snímací hlavy o 40% vzhledem k CCD skenerům,
- jednodušší konstrukce (neobsahuje složitou optickou soustavu),
- mechanická odolnost vůči vibracím,
- nevyžaduje zahřátí, LED diody dosahují světelného maxima okamžitě po zapnutí,
- snížení napájecího napětí,
- snížení ceny a výrobní náročnosti.

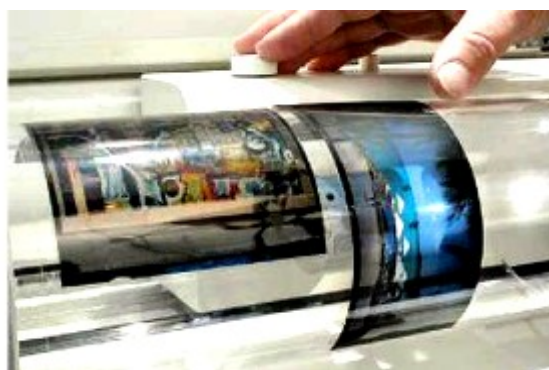
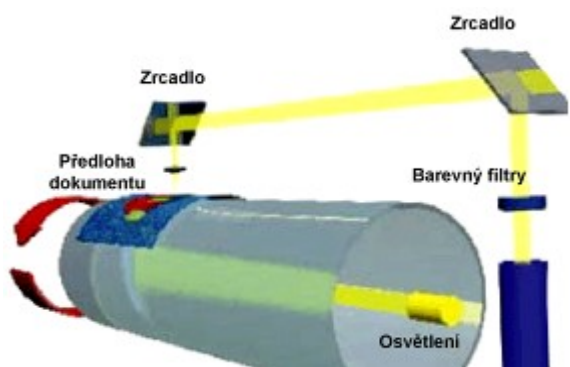
Zápory:

- principiálně neumožňuje snímat transparentní předlohy (např. diapozitivy nebo filmy),
- nižší rozlišovací schopnost na tmavších plochách obrazu,
- Nižší svítivost. Se vzdáleností snímané předlohy od plochy skeneru klesá dramaticky osvětlení, pokud je snímána např. rozevřená kniha, vyjde její hřbet tmavý.

Cena skenerů je závislá na kvalitě a především na možném uplatnění skeneru, v zásadě se dá říci, že jde o nejlevnější technologii používanou u skenerů [DONALD, 1996].

7.3.1.3 PMT – (Photo Multiplier Tubes)

Jde o technologii využívající *fotonásobič*⁶⁵, neboli elektronku, která dokáže elektrický signál zesílit. Tento snímač snímá posunem rotujícího bubnu vzniklou řádku předlohy, přičemž využívá optickou soustavu, díky které je předloha snímána postupně po velice jemných krocích. Předloha je navíc pokryta adhesivní látkou (na olejové nebo jiné bázi), která zlepší kontakt předlohy s transparentním válcem a vytvoří tzv. opticky homogenní prostředí. Během procesu skenování se světlo odrazí od snímané předlohy do snímače PMT, který podle parametrů světla (intenzity, barvy) vygeneruje odpovídající analogový elektrický signál, který se dále zpracovává v A/D převodníku.



Obr. 78: Příklad konstrukce bubnového skeneru

⁶⁵ Fotonásobič (zkratka PMT = photomultiplier) je citlivý detektor schopný zachytit i velmi slabé optické signály. Fotony jsou nejdříve na vstupu scintilátorem přeměněny na elektrony. Ty jsou urychlovány napětím mezi jednotlivými elektrodami (tzv. dynodami). Dopad urychlených elektronů na dynodu vyvolává emisi většího počtu elektronů (tzv. sekundární emise), jejímž výsledkem je znásobení počtu elektronů. Po sérii zesílení proud elektronů dopadá na anodu. Celkové zesílení může v některých případech dosáhnout až 10⁸, což umožňuje pomocí fotonásobiče detekovat i jednotlivé fotony (viz <http://microscopy.fsu.edu/primer/flash/photomultiplier/>)

Výhody:

- věrné podání barev,
- vysoké optické rozlišení ~ 8 000–14 000–19 200 dpi,
- eliminace zrn, „škrábanců“ a dalších mechanických vad předlohy díky homogenizaci optického prostředí (mokrý skenování).

Zápory:

- náročnější obsluha,
- omezená velikost skenované předlohy,
- časová náročnost,
- tzv. „Mokrý“ cesta skenování používání chemikálií (adhesivní lepidla, ředidla, čističe),
- velké rozměry zařízení,
- nákladné zařízení, nákladný provoz.

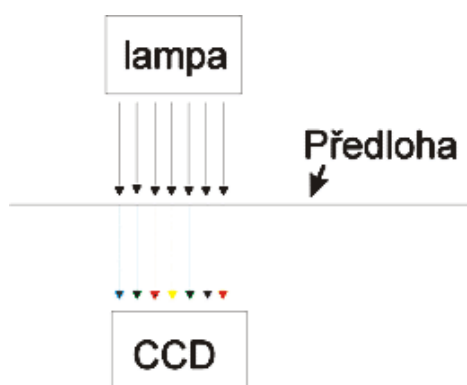
Cena těchto skenerů je v naprosté většině pro běžné použití naprosto nevyhovující. Je zde nutno počítat i s dalšími výlohami na provoz tohoto zařízení. Svoji konstrukcí a zaměřením jsou určeny pro profesionální využití. První plně automatizované bubnové skenery byly v 70tých a 80tých letech prodávány za ceny kolem 500 000 USD. Dnes je možné zakoupit repasované bubnové skenery již od 5 000 USD až po zcela nové přesahující cenu 45 000 USD [GLICKMAN, 2000].

7.4 Druhy snímatelných předloh

Skener je vybaven mechanikou, která pohybuje snímačem a ten postupně snímá jednotlivé řádky předlohy. Na jeden průchod je tedy skener schopen digitalizovat předlohu umístěnou do tohoto zařízení. Snímat se dá prakticky cokoli, co jde přitisknout na skleněnou desku zařízení. Od filmů, přes papírové předlohy až po jednu stěnu krabice či stránku knihy. Předlohy mohou být opravdu různorodé a skenery na tento fakt musejí reagovat. Principiálně se rozlišují dva typy předloh.

7.4.1 Transparentní předlohy

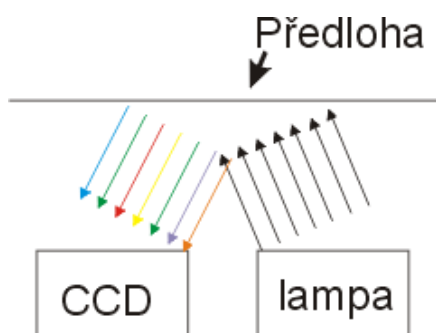
Často je také označujeme jako průhledné předlohy a jedná se o takové materiály, které propouštějí světlo. Protože CCD měří dopadající světlo, je potřeba takovou předlohu prosvítit silným světelným zdrojem a procházející světlo pak měřit snímačem. Proto průsvitné předlohy lze zpracovávat pouze ve skenerech, které výrobce pro tuto práci vybavil (viz obr 79).



Obr. 79: Způsob snímání transparentní předlohy.

7.4.2 Netransparentní předlohy

Druhou skupinu tvoří předlohy z materiálů světlo odrážející. Ty se umísťují na skleněnou desku skeneru, jsou opět osvětleny lampou a odražené světlo se měří snímačem, protože lampa a snímač jsou umístěny na stejné straně, můžeme takto snímat libovolně velké předměty, které lze přiložit na sklo skeneru (viz obr. 80).



Obr. 80: Způsob snímání netransparentní předlohy.

7.4.3 Pohyb snímače

Již jsme si řekli, že snímač se pohybuje a čte předlohu v jednom průchodu po řádcích. Toto tvrzení není zcela správné, protože některé profesionální skenery používají trochu jiný postup. Kromě pohybu snímací hlavy v ose Y přibývá ještě pohyb v ose X. Tato technologie je označována jako XY technologie a přináší hlavně zefektivnění práce skeneru. Ten nemusí snímat celou plochu, ale může pracovat jen s určitou částí a navíc může přizpůsobovat parametry snímání v různých částech pracovní plochy. Obraz zaznamenaný touto technologií se pak skládá z jednotlivých nasnímaných pásů do výsledné podoby.

Existuje také tzv. statická technika snímání, která se svou podstatou spíše podobá fotografování. Předloha se nesnímá po jednotlivých pásích nebo řádkách, ale v ploše.

7.4.4 A/D převodník

A/D Converter je analogově/digitální převodník. Je to vnitřní elektronická součást skeneru, která převádí analogový signál vytvářený snímači do digitální podoby. Tento převod je nutný v z důvodů následného počítačového zpracování.

7.4.5 Typy rozhraní

Rozhraní, nebo též port, zajišťuje fyzické propojení počítače a externích zařízení, jako je například skener. V současné době se používají k připojování skenerů tři typy propojení, neboli portů: SCSI, EPP a USB.

- **SCSI** (Small Computer System Interface) Tento typ propojení vyžaduje instalaci karty s SCSI rozhraním,
- **EPP** (Extended Parallel Port) Tento dříve nejrozšířenější způsob propojení využívá paralelní rozhraní (totéž využívají tiskárny),
- **USB** (Universal Serial Bus) Toto rozhraní je nejnovější a v současnosti nejvíce používané jsou jím vybaveny všechny novější počítače i periferní zařízení (skenery, tiskárny apod.).

7.5 Snímací režimy

Vlastní snímání předlohy může probíhat ve čtyřech různých režimech: čárová grafika (line art), polotóny (halftone), šedi (grayscale) a v barvě (color). Veškeré sejmuté obrázky (v kterémkoliv z těchto režimů) jsou uloženy jako bitmapové grafické soubory.

Na obrázku 79 jsou zobrazeny čtyři různé verze stejného snímku ve čtyřech různých režimech snímání:



Obr. 81: Příklad snímacích režimů komerčních skenerů.

Pozn. autora: u techniky polotónování (halftone) nelze bez kalibrace skeneru a tiskárny předejít k tzv. efektu moaré. Pro nezkreslený náhled odkazují na Přílohu 2-DVD.

7.5.1 Line Art

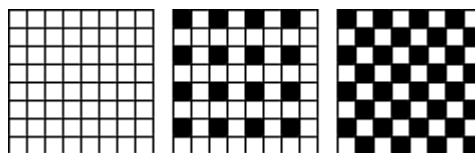
Formát čárové grafiky (Line Art) je nejméně náročný na paměťové kapacity. Z důvodů zaznamenávání pouze bílé a černé. Tedy na každý bod je použit pouze jeden bit. Uložení 1 znamená, že bod je černý, 0 znamená bílý. Tento formát se hodí při snímání textu

nebo čárové grafiky (výkresů), naopak téměř nepoužitelný je pro snímání fotografií nebo obrázků s více odstíny.

7.5.2 Halftone

Technika polotónování (halftone) vznikala z potřeby zpracovávat odstíny šedi na tiskárnách, které tisknou pouze černou barvou. Půltónové obrázky se tedy skládají z černých bodů v jemném rastru, který se lidským očím jeví jako různě světlá šed'. Tato technika je využívána při novinovém tisku.

Pro příklad je uveden názorný obrázek - každý čtverec se skládá z 64 bodů, z nichž každý může být buď černý nebo bílý. Změna počtu a rozmístění těchto jednotlivých bodů způsobí změnu odstínu šedé barvy. Na těchto třech čtvercích vidíte 100% bílou, 25% a 50% šed'.



Obr. 82: Příklady rastru, různé stupně šedi

7.5.3 Grayscale

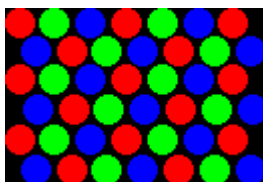
Obrázek ve stupních šedi (grayscale) je ekvivalentní černobílé fotografii. Různý odstín šedivé se zobrazuje podle přiřazené hodnoty od 0 do 255, přičemž tato hodnota je přiřazena každému bodu v obrázku. Hodnota bodu 0 je přiřazena černé a hodnota 255 bílé. Čísla mezi 1 a 254 značí odstíny šedi. Protože má tedy každý bod přiřazeno číslo odstínu od 0 do 255, bylo mu vyčleněno 8 bitů paměťového prostoru (vychází se z přepočtu do dvojkové soustavy ($256 = 2^8$), přičemž tato osmá mocnina udává počet potřebných bitů).



Obr. 83: Stupně šedi od 100% do 0%.

7.5.4 Color

Věrné zachycení předlohy. Televize i počítačové monitory používají pro vykreslení barev zachytitelných lidským okem kombinace červené, zelené a modré (RGB) barvy. Každý barevný bod obrázku má možných 256 úrovní. Při úrovni 0 je bod zhasnutý (např. u monitoru) a jeví se černý, při úrovni 255 svítí jedna z primárních barev RGB.



Obr. 84: Příklad delta masky monitoru, shodující se s rastrem některých tiskáren nebo skenerů

Každá kombinace se jeví jako odlišná barva. Pokud je intenzita všech tří bodů stejná, například 128, je na stínítku monitoru šedivá, v tomto případě 50% šed'. Podobně jako u výše popsaného grayscale (stupně šedi) obrázku je i zde pro každou barvu použito 8 bitů paměti, celkově tedy 24 bitů na jeden barevný bod obrázku, tedy $2^{24} = 16777216$ možných barev (viz kap. 6.2).

7.6 Velikost nasnímaných obrázků

Existuje jednoduchý empirický vzorec, pomocí kterého lze odvodit výslednou velikost snímaného obrázku (zanedbává kompresi):

$$\text{Velikost souboru} = (\text{rozlišení} \times \text{velikost na šířku}) \times (\text{rozlišení} \times \text{velikost na výšku}) \times \text{barevný režim}$$

Barevný režim znamená pro čárovou a polotónovou grafiku (line art a halftone) 1/8, pro šedé (grayscale) 1 a pro barevné (color) snímky 3.

Uveďme si příklad výpočtu pro obrázek o rozměrech 13x9 cm např. pro snímací režim color při 600 dpi:

Pozor: Je třeba si uvědomit nutnost převodu jednotek cm na jednotky palců.

$$1 \text{ palec} = 2,54 \text{ cm}$$



$$13 \times 9 \text{ cm} = 3,413 \times 5,118 \text{ palce}$$

Tedy:

$$18\,867\,364 \text{ B (Byte)} = (600 \times 3,4134) \times (600 \times 5,118) \times 3$$

Tedy:

$$18\,867\,364 \text{ B} = \mathbf{18\,867 \text{ KB}}$$



Obr. 85: Ořez digitální fotografie z původního formátu 9x13,5 cm (2400x1600bodů) na 9x13 cm (2311x1600bodů).

Po oříznutí digitální fotografie na přesný formát 9x13cm, což odpovídá klasickému rozměru analogové fotografie, byla vyskenována a uložena v nekompresním formátu BMP. Jak můžeme sami porovnat výsledná hodnota 19 302 KB se dostatečně blíží hodnotě vypočtené. Případné rozdíly ve vypočtenou (teoretickou) hodnotou a cílovou na pevném disku lze vysvětlit vlastností grafických editačních programů na zpracování dat (v tomto případě PhotoShop), které přidávají extra informace do naskenovaných a uložených dat.

Následující tabulka 14 ukazuje teoretické velikosti výsledných souborů při různých způsobech skenování nám dobře známého obrázku o rozměrech 13x9 cm což odpovídá formátu klasické fotografie.

Snímací režim	Způsob získání velikosti souboru	Rozlišení			
		100dpi	150dpi	300dpi	600dpi
Line Art	Reálná hodnota	22 KB	49 KB	197 KB	786 KB
	Vypočtená hodnota	22 KB	49 KB	197 KB	786 KB
Halftone	Reálná hodnota	22 KB	49 KB	197 KB	786 KB
	Vypočtená hodnota	22 KB	49 KB	197 KB	786 KB
Grayscale	Reálná hodnota	176 KB	394 KB	1574 KB	6293 KB
	Vypočtená hodnota	174 KB	393 KB	157 KB	6289 KB
Color	Reálná hodnota	524 KB	1179 KB	4719 KB	18 874 KB
	Vypočtená hodnota	524 KB	1179 KB	4716 KB	18 867 KB

Tab. 14: Velikost nasnímaných obrázků

Za zmínku stojí fakt, že šedé obrázky jsou osmkrát větší než čárové a barevné dokonce 24krát. Barevné jsou třikrát větší než šedé.

Z uvedených údajů je patrné, že výpočet je dostatečně přesný. S tímto údajem je nutné počítat při volbě snímacího režimu a samozřejmě posuzování nutného místa pro ukládání většího množství skenovaného materiálu.

7.7 Parametry scannerů

7.7.1 Barevná hloubka

Barevná hloubka udává množství odstínů barev, které je schopen skener nasnímat. Dnes obvyklou barevnou hloubkou je 24 bitů, což znamená možnost záznamu v 16 777 216 odstínech. U profesionálních přístrojů dosahuje barevná hloubka až 48 bitů (281 474 976 710 655 odstínů) (viz. kap 6.6).

Je dobré poznamenat, že lidské oko je schopné rozlišit okolo 6 až 8 bity na kanál, tedy 18 až 24 bitů [Rockwell, 2006]. To se může lišit u různých lidí, pohlaví, národností, apod. Navyšování barevné hloubky u skenovacích zařízení má však důvod v budoucím zpracování neskenovaných předloh.

7.7.2 Rozlišení obrazu

Udává se obvykle v DPI^{66} (počet tiskových bodů na palec) a znamená jemnost snímacího rastru a potažmo s tím spojenou datovou velikost výsledného obrazu. S větším rozlišením se tato velikost zvyšuje.

Rozdělení:

- **hardwarové** (ovlivněné vlastní optickou sestavou a snímačem),
- **softwarové** (ovlivněné ovladačem), které je vždy vyšší (zpravidla dvojnásobné, často se udává 19 200 dpi), avšak kvalita často kolísá.

Skenery s udávaným rozlišením 1200 dpi mívají někdy snímací prvek s rozlišením 600 dpi. Pohybující se snímací mechanismus je schopen na dráze dlouhé jeden palec změřit 1200 řádek předlohy, takže výsledné optické rozlišení elektronické podoby obrázku z takového skeneru je oněch 600x1200 dpi. Obdobně skenery označené rozlišením 600 dpi mají někdy snímač s rozlišením 300 dpi, který snímá předlohu v 600 krocích (řádkách) na palec.

Je nutné si uvědomit, že pro běžné aplikace je příliš velké rozlišení zbytečné. Proto je vždy vhodné je dobře zvážit. Dnes běžné používaná rozlišení se pohybují mezi 1200 a 5900 dpi.

Počet buněk

Rozdíly mezi jednotlivými skenery jsou jak v konstrukci optiky a elektroniky, tak ve snímačích samotných. Používá se několik velikostí snímačů od různých výrobců. V současné době většina plošných skenerů používá snímače s rozlišením 600 nebo 1200 dpi. CCD snímač s rozlišením 600 dpi má 1800 buněk (každý bod je snímán třikrát) na každých přibližně 2,5cm. Plošný skener určený pro formáty A4 tak má přibližně 15 000 buněk.

Počet buněk tedy určuje rozlišení snímače, ale do výsledku ještě vstupuje optická soustava. Se stejnými snímači se produkují skenery s různým optickým rozlišením v závislosti na použité optice. Přesto snímač s větším počtem buněk je výhodou.

7.7.3 Maximální velikost snímané předlohy

Čtečky a filmové scannery jsou jednotné – snímají standardní čárové kódy, resp. standardní filmové pásy. Ruční scannery zvládají (potenciálně) nekonečný pruh o šířce do cca 210 mm, stolní modely bývají do formátu A3. Bubnové skenery mají značně omezenou plochu.

⁶⁶ DPI (Dots per inch) je údaj určující, kolik obrazových bodů (pixelů) se vejde do délky jednoho palce. Jeden palec, anglicky inch, je ~2,54 cm, někdy se užívá zkratky PPI čili pixels per inch, pixely na palec.

7.7.4 Denzita

Dalším důležitým parametrem pro kvalitní snímání je *denzita*⁶⁷, které je skener schopen dosáhnout. Ta určuje, nakolik skener je schopen rozlišovat různé intenzity světla. Většinou se u jednotlivých modelů udávají dvě hodnoty denzit:

Dmax - maximální hodnota denzity, kterou je schopen skener rozlišit, tzn. že nad tuto hodnotu již skener nerozlišuje jednotlivé stupně jasu a všechna data snímá již pouze jako jednu hodnotu, tedy levnější skener s nízkou maximální denzitou tak získá pouze černou plochu tam, kde lepší skener s vyšší maximální denzitou ještě rozliší určitou kresbu.

Dmin - stejně důležitý je i dynamický rozsah denzit, tedy rozpětí denzit ($D_{max} - D_{min}$), které je schopné zachytit snímací prvek skeneru.

Je tedy patrné, že denzita (jak maximální, tak dynamický rozsah) vypovídá jak o kvalitě skeneru, tak o možnostech jeho využití.

Pro skenování běžných papírových fotografií stačí maximální denzita mírně překračující hodnotu 2 D. Zatímco pro skenování pozitivních transparentních předloh by denzita měla být alespoň 3,2 D a více (záleží na konkrétním materiálu předlohy). Maximální denzita je pak důležitým faktorem pro skenování negativů - skener určený pro tyto úlohy by měl zvládat rozlišovat maximální denzitu minimálně na úrovni 3,4 D.

U profesionálních skenerů se může hodnota blížit až k hranici 4.0. Je dobré si všimnout, že někteří výrobci ve snaze přilákat potenciální zákazníky označují své výrobky hodnotou denzity 3,9, 4,0, 4,1, a dokonce 4,3, což popírá konstrukční maximum, které je právě 4.0 [PODHAJSKÝ, 2001].

7.8 Shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že kvalita skeneru je přímo závislá na kvalitě použitého snímače a počtu jeho buněk. V současné době většina plošných skenerů používá snímače s rozlišením 300 nebo 600 dpi. Označení „DPI“ udává, kolik bodů je snímač schopen nasnímat (změřit) na vzdálenosti jednoho palce (2,5 cm). CCD snímač s rozlišením 600 dpi má tedy 1800 buněk (každý bod je snímán třikrát) na každých přibližně 2,5 cm. Plošný skener určený pro formáty A4 má přibližně 15 000 buněk.

⁶⁷ Denzita (značeno "D") vychází z veličiny opacita (značeno "O"), představující poměr mezi intenzitou dopadajícího světla a intenzitou odraženého (tzv. reflektance) nebo propuštěného (tzv. transmittance) světla.

Transparentní předlohy: Opacita = intenzita dopadající světla/intenzita propuštěného světla.

Odráživé předlohy: Opacita = intenzita dopadající světla/intenzita odraženého světla

Poznámka: Opacita (krytí) zcela čírého materiálu, u kterého je intenzita dopadajícího a propuštěného světla stejná, je tak rovna 1. Matematicky vyjádřeno: $D = \log O$. Denzita neboli optická hustota zcela čírého materiálu je tak 0 ($\log 1 = 0$), materiálem prochází 100% dopadajícího světla. Prochází-li materiálem jen 1% dopadajícího světla, je denzita 2. Opačně můžeme tedy říci, že materiál s denzitou 2 stokrát zeslabí procházející světlo. Maximum denzity u skenerů 120 je 4,0 [Rendeman, 2007].

Skenery s udávaným rozlišením 1200 dpi mají obvykle snímací prvek s rozlišením 600 dpi. Pohybující se snímací mechanismus je schopen na dráze dlouhé jeden palec změřit 1200 řádek předlohy, tedy výsledné optické rozlišení elektronické podoby obrázku z takového skeneru je oněch 600x1200 dpi. Obdobně skenery označené rozlišením 600 dpi mají většinou snímač s rozlišením 300 dpi, který snímá předlohu v 600 krocích (řádkách) na palec.

Většina prodávaných skenerů umí dále softwarově upravit počet bodů na mnohem vyšší hodnotu, přičemž každý původně vyhodnocený bod rozdělí na několik dalších bodů a na kvalitě programového vybavení potom záleží, jak dobře si skener poradí s barevnými odstíny přidělenými novým bodům. Tento proces zvládá však i naprostá většina editačních programů. Kvalitu výstupu ze skeneru primárně určuje jeho optické rozlišení a tím i ostrost výsledného elektronického obrazu.

Kromě počtu buněk na snímači jsme se zmínili také o jeho kvalitě. Ta je dána tím, jak věrně je schopen tento převodník obrazové informace na elektronickou reprodukovat barvy. Jednou vlastností, ze které je částečně patrná výsledná kvalita barevného podání, je barevná hloubka. Ta udává, kolik možných hodnot může mít elektrický náboj produkovaný jednotlivými buňkami snímače. Je udávána v „bitech“ a větší číslo udává větší počet barev, který je schopen skener rozeznat. V praxi se u barevných skenerů setkáme s hodnotami 24 až 48 bitů.

Dalšími činiteli, které ovlivňují barevné podání obrázku při jeho dalším zpracování, je skutečná kvalita snímače, kterou žádný výrobce, u běžné prodávaných skenerů, neuvádí. Samozřejmě věrnost barevného podání monitoru a kvalita výstupní tiskárny.

Celý proces záleží na každém prvku skeneru, který ovlivňuje spokojenost či nespokojenost uživatele s výsledkem práce (pomineme-li jeho šikovnost či nešikovnost, či jeho umělecké cítění).

8 Závěr

Nacházíme se v době, kdy nejstarší metody uchování a práce s daty jsou stále rutinně používány a zároveň jsme zahlceni stále novými a „lepšími“ technologiemi, které alespoň v začátcích slibují mnohá vylepšení. Z tohoto důvodu je nutná volba mezi zavedenými a novými technikami práce s obrazovými dokumenty.

Tento fakt samozřejmě přináší mnoho pro i proti pro uživatele, kterým je laik či odborník. Stále častěji se setkáváme s názory, které tvrdí, že právě nejstarší technologie (např. kámen a dláto, papír a tužka...) mluvíme-li o trvanlivosti záznamu, jsou těmi nejzdařilejšími. Důvod není v jejich technické ani záznamové dokonalosti, ale naopak. Jejich naprostá univerzálnost a jednoduchost z nich dělá „mistry“, kteří překonávají věky. [Brand, 1999]

I přes jejich zatím nepřekonanou trvanlivost dnes již nedostačují stále rostoucí potřebě dokonalejšího záznamu informací.

A právě slůvko „dokonalejší“ může být zavádějící, jak již krátká historie informačního „boomu“ ukazuje. Čím „dokonalejší“ technologie záznamu je použita, tím problematičtější se může stát do budoucna.

Záznamová média, spolu se záznamovými jednotkami, jsou stále komplikovanější a menší a uplyne-li doba jejich masové výroby, jsou již nesnadno replikovatelné.

Pokud k tomuto „zdokonalujícímu“ fenoménu přidáme problematiku šifrování, dochází bezesporu ke komplikaci přístupu k informacím na těchto médiích.

A ještě jednou slůvko „dokonalejší“ v našich očích evokuje jistotu po něčem „lepším“. Je tomu opravdu tak? Jak jsou nastaveny naše priority na zacházení s informacemi? Kapacita médií se zvyšuje, ale trvanlivost jejich záznamů ne. K čemu je nám například osobní archiv o kapacitě několika TB, pokud uložené informace mohou jen tak svévolně zmizet. Není snad prozřetelnější skladovat pouhý zlomek této hodnoty s garancí dlouhodobého uložení?

Potřeba zaznamenávat a uchovat je cílem každé vyspělé civilizace i každého jedince. Zaznamenat informace o jejich činnosti a pokroku v mnoha oblastech působení. Jak dobře z uchovaných historických zdrojů víme, každá doba se s tímto problémem vyrovnala po svém. My dnes též stojíme před problémem jak, a především co, uchovat pro příští generace.

Je tu však jeden rozdíl. Takového informačního rozmachu, kterého dosáhla naše doba, nebylo nikdy před tím dosaženo. Každý z nás produkuje v současné době mnoho dat v různé podobě a je tedy nutností tato data vhodně zpracovávat a ukládat.

Stojíme na rozcestí, ze kterého vede mnoho cest. A jen čas nám ukáže, které z nich nás někam dovedou, a které z nich byly mylné.

Účelem mojí práce bylo představení pojmu „obrazový dokument“ od jeho počátků až po současnost. Nastínit problematiku digitalizace a ukázat, že problém kvalitního záznamu a archivace obrazových dokumentů je v současné době řešen mnoha způsoby využívajících nejnovějších poznatků vědy a techniky. Veškerá složitost této problematiky je dána rozvojem lidského poznání, astronomickým růstem dat a potřebou jejich třídění, uchování a vyhledávání.

Práce přináší výstupy v grafické podobě, dokreslené nezbytnou teorií, které vizuálně demonstrují teoreticky popsané principy a postupy. Je uveden celistvý průřez praktických problémů v oblasti použití optických médií a jsou předloženy možnosti předcházení problémové degradaci úložných optických médií. Na závěr jsou odhaleny hlavní, často zavádějícím způsobem udávané, vlastnosti skenerů, které jsou nezbytné při vhodném posuzování kvality skenovacího zařízení.

Použitá literatura a zdroje

- ADCOCK, Edward P. (ed.). 1998. *Zásady starostlivosti a zaobchádzania s knižničným materiálom*. IFLA, 1998. 70 s.
- ADELSON, Edward H. 2000. *Lightness Perception and Lightness Illusions – Some terminology*. Massachusetts : Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- *AV Science Forum* [online]. 2007. AVS Forum, c1995-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.avforum.com/avs-vb/showthread.php?t=831431>>
- AxonNet. 2006. *Přehled možností úložišť* [online]. Axonnet, 2006 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.axonnet.cz/p_ind_ba6.htm>.
- BEISER, Leo. 1988. *Holographic Scanning*. Flusing, New York : Wiley, 1988.
- BEKENSTEIN, Jacob D. 2003. Information in the holographic universe. *Infoshop News* [online] July 27 2003 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW. <<http://www.infoshop.org/inews/article.php?story=03/07/27/6245738>>.
- BENNETT, John C. 1997. JISC/NPO Studies on the Preservation of Electronic Materials: A Framework of Data Types and Formats, and Issues Affecting the Long Term Preservation of Digital Material. *British Library Research and Innovation Report 50* [online]. 1997 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/bl/jisc-npo50/bennet.html>>.
- BISHOP, Tom. Is music safe on compact disc?. *BBC News* [online]. 27 August 2004 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://news.bbc.co.uk/1/hi/entertainment/music/3940669.stm>>.
- BRAND, Stewart. 1999. *The Clock of the Long Now: Time and Responsibility*. New York : Basic book, 1999. 198 s. ISBN 0-465-04512-X.
- BRETON, Richard. 2000. *Information About "CD Rot"* [online]. Richard Breton, c1994-2000 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <http://www.mv.com/ipusers/richbreton/m/files/cd_rot.htm>.
- BUMGARDNER, Jim. 1995. *CD+G Revealed: Playing back Karaoke tracks in Software* [online]. Jbum, 1995 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.jbum.com/cdg_revealed.html>.
- BYERS, Fred R. 2003. *Care and Handling of CDs and DVDs : a Guide for Librarians and Archivists* [online]. Washington, DC : Council on Library and Information Resources; Gaithersburg, MD : National Institute of Standards and Technology, 2003. VI, 42 s. [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.itl.nist.gov/iad/894.05/docs/CDandDVDCareandHandlingGuide.pdf>>.
- BRATKOVÁ, E. Sít' identifikátorů informačních entit : pracovní učební text pro potřeby výuky posluchačů ÚISK [elektronický text]. Verze 2.3. Praha, 2005. 24 s. PDF. ÚISK FF UK.
- BŘEZINA, Jan. 2005. CMOS vs. CCD snímače - změny na obzoru. *Fotografování.cz* [online]. 2005-01-14 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.fotografovani.cz/art/df_trendy/cmos-vs-ccd.html>.
- CALL/RECALL. 2007. *Call/Recall* [online]. [cit. 2007-08-15]. Technology. Dostupné z WWW: <<http://www.call-recall.com/>>.
- *Canon Technology* [online]. 2007. Canon, c2007 [cit. 2007-08-15]. Flatbed Image Scanners. Dostupné z WWW: <http://www.canon.com/technology/canon_tech/category/scan.html>.
- CASTOR, Kevin. 2007. Image Formats and Web Design 2: Compare Image Format settings. *Donutey* [online]. c2005-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.donutey.com/imageformat2.php>>.
- CD ROM Services. 2005. *Disk's Restoration Servis* [online]. CD ROM Services, 2005 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.cdroms.com.au/polish/index.html>>.

- CELBOVÁ, Ludmila. Obrazový dokument. In *KTD : Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online databáze]. Praha : Národní knihovna České republiky, 2003- [cit. 2007-07-15]. Systém. č.: 000000912. Dostupná z WWW: <<http://sigma.nkp.cz/cze/kttd>>.
- CEJNAR, Pavel. 2004. Holografické paměti na prahu komerčního využití. *ScienceWorld* [online]. 2004-10-21 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/ID/4F69C0E2DD8C094BC1256F2D003D9EBF?OpenDocument&cast=1>>.
- ČÍSAŘ, Karel. 2004. *Co je to fotografie?* 1. vyd. Praha : Herrmann & synové, 2004, 368 s. ISBN: 80-239-5169-6.
- Colourware. 2001. *Frequently asked questions about Colour Physics* [online]. Version 3.0. Clourware, 2001 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.colourware.co.uk/cpfaq.pdf>>.
- Cylinder, Disc and Tape Care in a Nutschell. 2006. *The Library of Congress Preservation Preservation* [online]. Decembr 11, 2006 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.loc.gov/preserv/care/record.html>>.
- ČECH, Nikola. 2007. Grafické formáty II - BMP, GIF, RAW a ostatní. *EMAG technologický magazín* [online]. 31. ledna 2007 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.emag.cz/graficke-formaty-ii-bmp-gif-raw-a-ostatni/>>.
- Česká televize. 2006. *Věk digitálního temna*. Praha : Česká televize, 2006. Vysíláno 25. 5. 2006 02:15.
- D'AMATO, Donald P. 1996. *Requirements and Options for the Digitization of the Illustration Collections of the National Museum of Natural History* [online]. Smithsonian Institution, 1996. 4. Imaging Technology [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.nmnh.si.edu/cris/techrpts/imagopts/section4.html>>.
- DMOZ Opend Direktory Project. 2007. *Computers: Data Formats* [online]. Netscape, c1998-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://dmoz.org/Computers/Data_Formats/>.
- ECMA International. 1998. *Volume and File Structure of CDROM for Information Interchange, Standardizing Information and Communication Systéme* [online]. ECMA, 1998 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.ecma.ch>>.
- ELM-digitalia. 2005. *Optical Discs Repair Equipment* [online]. ELM-Digitalia, c2005 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.repairedvd.net/>>.
- FELIX, Ted. 2007. *Ted's Kodac Photo CDHomepage* [online]. c2007 [cit. 2007-08-15]. Photo CD. Dostupné z WWW: <<http://www.tedfelix.com/PhotoCD/>>.
- FIALA, Jiří. Obrazová komunikace. *Vesmír*. 75, 478, 1996/8 [cit. 2007-07-21]. Dostupné také z WWW: <<http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=4036>>.
- *FileInfo.net : the definitive ressource for file extension information* [online]. 2007. FileInfo.net, c2005-2007. [cit. 2007-08-15]. Image Files. Dostupné z WWW: <<http://www.fileinfo.net/filetypes/image>>.
- *FileFormatInfo : The Digital Rosetta Stone* [online.] Last updated July 22, 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.fileformat.info/>>.
- *File Extension : The Source for File Extensions Information* [online].Last updated August 15, 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.file-extensions.org/>>.
- FOLEY, James D.; DAM, Andries van. 1982. *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*. Boston (MA) : USA: Addison-Wesley, 1982. ISBN 0-201-14468-9.
- FOX, Peter. 1998. *Microfilming Versus Digitalization as a Tool for Preservation: Long-term Access to Digital Material*. Liber Quarterly, 1998. ISSN 1435-5205.
- *Fraktálová komprese obrazu* [online].2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://fav.q-e.net/PT/prednasky/fraktal-print.ppt>>.

- FRIEDMANOVÁ, Lucie. 2000. *Kartografie a geoinformatika : Multimediální učebnice* [online]. Brno : Geografický ústav PřF Brno, 2000 [cit. 2007-08-15]. Barva. Dostupné z WWW: <<http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php?show=83&&jazyk=cz>>.
- GARCIA-GUINEA, Javier [et al.]. 2001. *Fungal bioturbation paths in a compact disk*. 2001, Springer Berlin / Heidelberg. ISSN 0028-1042 (Print) 1432-1904 (Online).
- GLICKMAN, Bill. 2000. Drum Scanners : Can a Fine-Art Large-Format Photographer Find Happiness With a \$30,000 Scanner?. *Luminous Landscape Video Journal* [online]. 2000 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.luminous-landscape.com/reviews/scanners/drum_scans.shtml>.
- GONZALEZ, Raphael; WOODS, Richard E. 2002. *Digital Image Processing*. 2 ed. Prentice Hall Press, 2002. 295 s.
- GREENSPUN, Philips. 1999. IMG Format Comparison. *Web Tool Review* [online]. 1999 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://philip.greenspun.com/wtr/img-format/>>.
- HAIN, Andy; BROWNE, David. 2007. *Total Rewind : the Virtual Museum of Vintage VCRs* [online]. c1994-2007 [cit. 2007-08-15]. Optical Disc. Dostupné z WWW: <http://www.totalrewind.org/disc/disc_opt.htm>
- HILL, Cheryl. 2004. *Using CDs for Data Storage* [online]. August 2004 [cit. 2007-08-16]. Dostupný z WWW: <http://www.slais.ubc.ca/people/students/student-projects/C_Hill/hill_libr516/print.htm>.
- HOFFMANOVÁ, Jaroslava. 1992. Pokus o využití CD-ROM v českém archivnictví. *Archivní časopis*. 42 1992, č. 2., s. 78-83.
- Holophile. 2007. *The History and Development of Holography* [online]. Holophile, 1995-2007 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.holophile.com/history.htm>>.
- Hutař, Jan. Optické nosiče v knihovnách : jejich struktura a ochrana. *Knihovna* [online]. 2005, roč. 16, č. 2, s. 83-88 [cit. 2007-08-01]. Dostupný z WWW: <<http://knihovna.nkp.cz/knihovna61/hutar.htm>>. ISSN 1801-3252.
- IANA. Internet Assigned Numbers Authority. 2001. *MIME Media Types* [online]. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, c1999-2001 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.iana.org/assignments/media-types/>>.
- InPhase-technologies. 2007. *Inovations in Holographic Storage : Data at the Speed of Light* [online]. InPhase-technologies, 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.inphase-technologies.com>>.
- KÉKI, Béla. *5000 let písma*. 1. vyd. Praha : Mladá fronta, 1984. 152 s.
- KESNER, Ladislav. *Muzeum umění v digitální době : vnímání obrazů a prožitek umění v soudobé společnosti*. Praha : Argo, Národní galerie v Praze, 2000. 260 s. ISBN 80-7035-155-1 (NG). ISBN 80-7203-252-6 (Argo).
- Kodak. 2007a. *History of Copany* [online]. Kodak, c2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://kodak.com>>.
- Kodak. 2007b. *History of Kodak* [online]. [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.kodak.com/US/en/corp/kodakHistory/>>.
- KRATOCHVÍLOVÁ, Johana. *Zpracování a vyhledávání fotografických dokumentů v digitálních systémech*. Praha, 2004. 119 s. : obr., tab., 6 s. příl. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví 2004. Vedoucí diplomové práce Peter Pálka.
- KUČEROVÁ, Helena. *Obrazová informace*. In *KTD : Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online databáze]. Praha : Národní knihovna České republiky, 2003- [cit. 2007-07-15]. Systém. č.: 000000412. Dostupná z WWW: <<http://sigma.nkp.cz/cze/ktd>>.
- LAMPSON, L. David. 1995. *CD Bronzing* [online]. Classical.net, September 1995 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.classical.net/music/guide/society/krs/excerpt3.html>>.

- LIGNOS, Demetrios. 2005. *Holographic Technology and Product Development Update* [online]. InPhase Technologies, 2005 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.thic.org/pdf/Jul05/inphase.dlignos.pdf>>.
- LOWE, Sue. 2003. A bad case of DVD rot eats into movie collections. *The Sydney Morning Herald* [online]. february 1 2003 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.smh.com.au/articles/2003/01/31/1043804519345.html>>.
- *Magneto optic Forum Asia* [online]. c2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.mo-forum-asia.com/english/index.html>>.
- MANN, B.; SHANANI, Ch. J. 2003. *Longevity of CD Media Research at the Library of Congress* [online]. Washington D. C. : Library of Kongres, 2003 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.loc.gov/preserv/studyofCDlongevity.pdf>>.
- McLEAN, D. F. 2002. *Lecture: "Restoring Baird's Image", video, British Television History* [online]. 2002 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.tvdawn.com/tvhist1.htm#Lecture>>.
- MILER, Miroslav. 1974. Holografie (teoretické a experimentální základy a její využití). In *Populární přednášky o fyzice*. Svazek 22, 1974, SNTL.
- *Minidisc.org : The Minidisc Community Portal* [online]. Minidisc.org, c1995-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.minidisc.org>>.
- *Molecular Expressions Optical Microscopy Primer : Photomicrography* [online]. 2007. M. W. Davidson, c1998-2007 [cit. 2007-08-15]. Interactive Flash Tutoriale. Photomultiplier Tubes. Dostupné z WWW: <<http://microscopy.fsu.edu/primer/flash/photomultiplier/>>.
- MONMONIER, Mark, *Proč mapy lžou*. 1. vyd. Praha : Computer Pressm 2000. 221 s. ISBN 80-7226-238-6.
- MUDROVÁ, Martina. 2007. *Grafické formáty* [online]. Praha : ÚPŘT VŠCHT, 2004 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://uprt.vscht.cz/ucebnice/ZOB/prednasky/05-FORMATY/Formaty.pdf>>.
- MURRAY, James.D.; VanRYPYPER, William. *Encyklopedie grafických formátů : druhé vydání*. 2. vyd. Praha : Computer Press, 2000. 922 s. ISBN 80-7226-033-2.
- NEWMAN, Michael E. 2007. Fiftieth Anniversary of First Digital Image Marked. In *NIST Tech Beat* [online]. NIST National Institute of Standards and Technology : Gaithersburg, May 24. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_0524.htm>.
- NUGETA, W.R. Život a smrt kompaktních disků CD-ROM / aj. , The Life and Death of CD-ROM, CD-ROM. *Librarian (Westport)*, 7, 1992, č.1, s. 10-17.
- Optware. 2002. *Optware : Changing the future of optical disc – Holographic Data Storage* [online]. Optware, c2002 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://web.archive.org/web/20041010121309/www.optware.co.jp/english/top.htm>>.
- OSTA. Optical Storage technology association. 2005. *Optical Disc Archive Test (ODAT)* [online]. OSTA, c2005 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.osta.org/odat/>>.
- PEASE, Allan; PEASE, Barbara. 2002. *Proč muži neposlouchají a ženy neumí číst v mapách*. Vyd. 1. Praha : Alman, 2002. 328 s. ISBN 80-86135-15-2.
- Philips. 2007. *Licensing Programs : CD Disc (Philips only)* [online]. Philips, c2004-2007, [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ip.philips.com/services/?module=IpsLicenseProgram&command=View&id=16&part=2>>.
- Philips. 2007. *Optical Recording . The first CDs* [online]. Philips, c2004-2007 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.research.philips.com/newscenter/dossier/optrec/firstcds.html>>.

- *Photomultiplier Tubes : Basic and Applications* [online]. 2006. Hamamatsu Photonic K.K., c2006 [cit. 2007-08-15]. Formát PDF. Dostupné z WWW: <http://sales.hamamatsu.com/assets/applications/ETD/pmt_handbook_complete.pdf>.
- PODHAJSKÝ, Petr. 2001. Základní názvosloví: denzita. *Grafika on-line* [online]. 2001-12-11 [cit. 2007-08-15]. Dostupný t WWW: <<http://www.grafika.cz/art/polygrafie/denzita.html>>. ISSN 1212-9569.
- Polaroid. 2007. *Brand History* [online]. Polaroid Corporation, 2007 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.polaroid.com/>>.
- Ponton, Charles. 1997. *Frequently-Asked Questions about Color* [online]. 1997 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.poynton.com/PDFs/ColorFAQ.pdf>>.
- Princeton Instruments. 2007. *Detector Fundamentals* [online]. Roper Scientific, c2000-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.piacton.com/library/tutorials/detectors.aspx>>.
- *Přípony souborů – Databáze, seznam přípon a jejich základní popis* [online databáze]. PNDesign, c 2002-2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.pndesign.cz/pripony-souboru.php>>.
- PSOHLAVEC, Stanislav. 1999. CD jako medium pro dlouhodobé uchování dat (?). *Ikaros* [online]. 1999, roč. 3, č. 9 [cit. 2007-07-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.ikaros.cz/node/406>>. URN-NBN:cz-ik406. ISSN 1212-5075.
- *RenderNan.com* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.rendernan.com/>>.
- RICH, Jim. 2003. Is Drum Scanning Really Alive and Well? *Digital output* [online]. November 2003 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.digitaloutput.net/content/ContentCT.asp?P=431>>.
- ROCKWELL, Ken. 2006. *Photo Scanner Technology Explained* [online]. 2006 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.kenrockwell.com/tech/scantek.htm>>.
- ROTH, D.W. 2007. *Animation of Aprilis Holographic Storage Technology* [online]. 2007 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <http://www.aprilisinc.com/aprilis_drive.htm>.
- *Scratch Less Disc The Virtually Scratch Proof CD* [online]. Scratchless-Disc LLC, c2005 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.scratchlessdisc.com/>>.
- SEWARD, Vern. 2004. Got CD Rot? You'd Best Check Your Collection. *The Mac Observer* [online]. May 6th, 2004 [cit. 2007-08-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.macobserver.com/article/2004/05/06.4.shtml>>.
- SHAHANI, Chandru J.; MANNS, Basil; YOUKET, Michele. 2003. *Longevity of CD Media Research at the Library of Congress* [online]. D.C. : Library of Congress, 2003 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.loc.gov/preserv/studyofCDlongevity.pdf>>. 14 s.
- SCHÖN, Otakar. 2005. Trvanlivost DVD v centru pozornosti. *Živě.cz* [online]. 31. 3. 2005 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.zive.cz/default.aspx?article=123735>>.
- SLATTERY, Oliver [et al.]. 2004. Stability Comparison of Recordable Optical Discs—A Study of Error Rates in Harsh Conditions. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology* [online]. 2004, vol. 109, no. 5, 8 s. [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.itl.nist.gov/iad/894.05/docs/StabilityStudy.pdf>>.
- SOBOTA, Branislav; MILIÁN, Ján. 1996. *Grafické formáty*. 1. vyd. České Budějovice : Kopp, 1996. 157 s. ISBN 80-85828-58-8.
- *Stereokotoučky* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://sweb.cz/reels/index.html>>.
- ŠTIKAR, Jiří. *Obrazová komunikace*. Praha : Karolinum, 1991. 165 s.
- ŠURKALA, Milan. 2007. Formáty JPG, GIF a PNG: Obecný popis komprese a praktické testy. *PC Svět* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.pcsvet.cz/art/article_print.php?id=3146>. ISSN 1213-6042.

- Tech Guide: Storage Media Lifespans. *ZDNet Australiia* [online]. 14 October 2002 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.zdnet.com.au/reviews/hardware/storage/soa/Tech-Guide-Storage-media-lifespans/0,139023427,120269043,00.htm>>.
- *The JPEG Commitee home page* [online]. c2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.jpeg.org/>>.
- THOMAS. 2007. *Volume Holographic Optical Storage Nanotechnology* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.colossalstorage.net>>.
- TINKA, Libor. 2007a. Fraktálová komprese obrazu 1. *PC Svět* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.pcsvet.cz/art/article.php?id=5170>>.
- TINKA, Libor. 2007b. Fraktálová komprese obrazu 4. *PC Svět* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.pcsvet.cz/art/article.php?id=5174>>.
- TŘEŠŇÁK, Kamil. 2004. Zařízení DTP studia – skenery. *Svět tisku* [online]. 2004, č. 10 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=825>. ISSN 1212-4141.
- VESELÝ, Miro. 2004. *Sú dáta na CD diskoch naozaj bezpečne uložené?* [online]. 5. 2. 2004 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://chcem.info/info/data-na-cd-nie-su-v-bezpeci.php>>.
- WALTER, Henry. 2000. *Digital Preservation a conservator's perspective* [online], Stanfold University Libraries, August 2000 [cit. 2007-08-16]. Dostupný z WWW: <<http://calpreservation.org/ppt/henry-digpres/henry-digpres.ppt>>.
- Wikipedia, the free encyklopedia. 2007. *Comparasion of graphics file formats* [online]. Last modified 12 August 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image_format>.
- WILGUS, Jack; WILGUS, Bewerly. 2004. *The MagicMirror of life an appreciation of the kamera obscura. What is a camera obscura?* [online]. Brigit Bytes Studio, modified 8/2004 [cit. 2007-08-16]. Dostupné z WWW: <<http://brightbytes.com/cosite/what.html>>.
- WILSON. 1998. *Library Policy for Preservation and Conservation in the European Community*. 1988. s. 24.
- *World Technology Evaluation Center (WTEC)* [online]. c2006 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.wtec.org/>>.

Seznam obrázků

OBR. 1: PRAVĚKÁ NÁSTĚNNÁ MALBA.....	14
OBR. 2: UKÁZKA PIKTOGRAMŮ.....	15
OBR. 3: PŘEHLED VÝVOJE HLÁSKOVÉHO PÍSMÁ.....	15
OBR. 4: STRUKTURA DNA.....	19
OBR. 5: NEJSTARŠÍ DOCHOVANÁ FOTOGRAFIE OKOLO ROKU 1826/1827. POHLED Z NIÉPSOVA OKNA.....	27
OBR. 6: NEJSTARŠÍ KOMERČNĚ VYRÁBĚNÝ FOTOAPARÁT, TAKZVANÝ DAGUERROTYPE Z ROKU 1839, PARADOXNĚ SE JEDNÁ O NEJDRAŽŠÍ FOTOAPARÁT SVĚTA. BYL VYDRAŽEN 26. KVĚTNA 2007 ZA ČÁSTKU 588 613 EUR, TEDY 16,7 MILIONU KORUN. [HTTP://WWW.IDNES.CZ/, ČTK].....	29
OBR. 7: NEJSTARŠÍ DOCHOVANÁ USTÁLENÁ BAREVNÁ FOTOGRAFIE ZOBRAZUJÍCÍ LÁTKOVOU PENTLI, VYFOTOGRAFOVANÁ JAMESEM CLERK MAXWELLEM V ROCE 1861..	30
OBR. 8: PORTRÉT ŽENY NA OBÁLCE ČASOPISU THE TIMES VZNIKL DIGITÁLNÍM SPLYNUTÍM 14 MODELEK (ILUSTRATIVNÍ ZMANIPULOVANÁ FOTOGRAFIE).....	31
OBR. 9: STEVEN SASSON SE SVÝM PROTOTYPEM PRVNÍHO DIGITÁLNÍHO FOTOAPARÁTU.	32
OBR. 10: POMĚR VELIKOSTÍ BĚŽNÝCH SNÍMACÍCH ČIPŮ.....	33
OBR. 11: PRVNÍ HOLOGRAM NAZVANÝ TRAIN AND BIRD (VLAK A PTÁK) VYTVOŘENÝ ZA POMOCÍ LASERU BYL ZHOTOVEN EMMETTEM LEITHEM JIŽ V ROCE 1964 NA MICHIGANSKÉ UNIVERZITĚ.....	38
OBR. 12: MAGNETOOPTICKÝ DISK FUJITSU 230MB, 90 MM.....	41
OBR. 13: MAGNETOOPTICKÝ DISK SONY 600MB, 130 MM.....	41
OBR. 14: MAGNETOOPTICKÝ DISK SONY 2,6GB, 130 MM.....	41
OBR. 15: MO DISK HP 9,1GB, 130MM, TYPU WRITE ONCE.....	41
OBR. 16: MO DISK HP 9,1GB, 130MM, TYPU REWRITABLE.....	41
OBR. 17: MAGNETOOPTICKÝ DISK VERBATIM 30GB, 130 MM.....	41
OBR. 18: ZPŮSOB ZÁZNAMU DAT NA MD.....	42
OBR. 19: ZPŮSOB ČTENÍ DAT Z MD.....	43
OBR. 20: MD S KAPACITOU 160/140MB.....	44
OBR. 21: HI-MD S KAPACITOU 1.....	44
OBR. 22: ZPŮSOB ČTENÍ LASERU Z CD DISKU.....	46
OBR. 23: USPOŘÁDÁNÍ DAT NA CD DISKU.....	46
OBR. 24: FYZICKÉ TLOUŠŤKY VRSTEV NA CD.....	46
OBR. 25: ROZLOŽENÍ OBLASTÍ A FYZICKÉ ROZMĚRY NA CD-ROM.....	48
OBR. 26: VNITŘNÍ STRUKTURA DVD DISKU.....	52
OBR. 27: ILUSTRATIVNÍ POROVNÁNÍ STRUKTURY VRSTEV JEDNOSTRANNÝCH DISKŮ DVD+R A DVD+RW.....	53
OBR. 28: STRUKTURA HOLODISKU TECHNOLOGIE INPHASE OD FIRMY MAXWELL.....	54
OBR. 29: JEDNOTKA TAPESTRER HDS-300R OD INPHASESPOLEČNĚ S MÉDIEM.....	55
OBR. 30: POROVNÁNÍ HVD DISKU 200G OD INPHASE S DVD-R DISKEM.....	55
OBR. 31: PŘÍKLAD FYZICKY ZAKÓDOVANÉ INFORMACE NA HOLOGRAFICKÉM DISKU.....	55

OBR. 32: OBR. ZÁKLADNÍ PRINCIP ČTENÍ Z HVD DISKU.....	55
OBR. 33: POROVNÁNÍ 2-OSOvéHO HOLOGRAFICKÉHO ZÁPISU A COLLINEÁRNÍ (DVA LASERY V JEDNOM SVAZKU) HOLOGRAFIE.....	56
OBR. 34: UKÁZKA OBJEMOVÉHO ZÁZNAMU FIRMY CALL/RECALL.....	56
OBR. 35: SROVNÁNÍ ZÁZNAMOVÉHO PRINCIPU DISKŮ TYPU CD/DVD A HOLOGRAFICKÝCH DISKŮ.....	57
OBR. 36: POVRCHOVÁ HUSTOTA EXISTUJÍCÍCH A BUDOUCÍCH TECHNOLOGIÍ.....	58
OBR. 37: ZÁVISLOST POUŽITÉ VLNOVÉ DÉLKY SVĚTLA HUSTOTĚ ZÁZNAMU [COLOSSAL STORAGE CORP.].....	58
OBR. 38: POTENCIÁLNÍ VLIV 3D MNOHOVRSTVOVÉ OPTICKÉ TECHNOLOGIE A JEJÍ POROVNÁNÍ S KONVENČNÍMI ZPŮSOBY UKLÁDÁNÍ DAT A NOVÝMI TECHNOLOGIEMI [S POUŽITÍM TERASTOR, OITDA STORAGE ROADMAP A CALL/RECALL, INC. INTERNAL REPORTS].....	59
OBR. 39: ODHAD VOLNÉHO POLE RŮZNÝCH SMĚRŮ PRO ZVYŠOVÁNÍ KAPACIT ZÁZNAMU.....	59
OBR. 40: MIZENÍ METALIZOVANÉ VRSTVY NA CD (VADNÁ KONSTRUKCE).....	67
OBR. 41: SKVRNY NA BLU RAY DISK (NEVHODNÉ SKLADOVÁNÍ).....	67
OBR. 42: ODLUPOVÁNÍ METALIZOVANÉ VRSTVY Z CD (VADNÁ KONSTRUKCE).....	67
OBR. 43: POPRASKÁNÍ METALIZOVANÉ VRSTVY Z CD (NEVHODNÉ SKALDOVÁNÍ).....	67
OBR. 44: CD NAPADENÉ PLÍSNÍ FUNGUS GEOTRICHUM (NEVHODNÉ SKLADOVÁNÍ).....	67
OBR. 45: OXIDACE, ZMĚNA BARVY TZV. „BRONZING“ (TOXICKÉ OBALY).....	67
OBR. 46: KOROZE (OXIDACE) NA DVD DISKU (VADNÁ KONSTRUKCE).....	67
OBR. 47: VZNIK PRASKLIN, BUBLINEK (VADNÁ KONSTRUKCE).....	67
OBR. 48: POPRASKÁNÍ METALIZOVANÉ VRSTVY CD (NEVHODNÉ SKALDOVÁNÍ).....	67
OBR. 49: SPORY PLÍSNĚ FUNGUS GEOTRICHU.....	67
OBR. 50: PŘÍKLAD MOŽNOSTÍ KOMERČNÍHO VYČIŠTĚNÍ DISKŮ [CD-ROM SERVICES, 2005].	70
OBR. 51: OBLÍBENÉ A NEOBLÍBENÉ BARVY ŽEN A MUŽŮ.....	72
OBR. 52: VIDITELNÉ BAREVNÉ SPEKTRUM.....	74
OBR. 53: RGB (ADITIVNÍ MÍCHÁNÍ BAREV).....	77
OBR. 54: PŘÍKLAD ADITIVNÍHO MÍCHÁNÍ BAREV.....	77
OBR. 55: ZOBRAZENÍ RGB MODELU POMOCÍ JEDNOTKOVÉ KRYCHLE.....	77
OBR. 56: CMY (SUBTRAKTIVNÍ MÍCHÁNÍ BAREV).....	78
OBR. 57: PŘÍKLAD SUBTRAKTIVNÍHO MÍCHÁNÍ ZA POUŽITÍ CMY BAREV.....	78
OBR. 58: PŘÍKLAD SUBTRAKTIVNÍHO MÍCHÁNÍ ZA POUŽITÍ CMYK BAREV.....	78
OBR. 59: ZOBRAZENÍ CMY MODELU POMOCÍ JEDNOTKOVÉ KRYCHLE.....	79
OBR. 60: ZOBRAZENÍ BAREV MODELU CMYK. OBR. 61: ZOBRAZENÍ BAREVNÉHO MODELU RGB.....	79
OBR. 60: ZOBRAZENÍ BAREV MODELU CMYK. OBR. 61: ZOBRAZENÍ BAREVNÉHO MODELU RGB.....	79
OBR. 62: KUŽELOVÝ TVAR REPREZENTUJE HSV MODEL. JE VHODNÝ NA NÁZORNÉ ZOBRAZENÍ CELÉHO HSV MODELU V RÁMCI JEDNOHO OBJEKTU.....	80
OBR. 63: ZOBRAZENÍ HLS MODELU.....	82













OBR. 64: PŘÍKLAD U-V BAREVNÉHO PLÁNU, HODNOTA Y JE 0,5, REPREZENTOVANÁ S RGB BAREVNÝM ROZSAHEM.....	83
OBR. 65: OBRÁZEK ROZLOŽENÝ NA JEDNOTLIVÉ PIXELY.....	84
OBR. 66: TROJÚHELNÍKOVÉ (DELTA).....	85
OBR. 67: PRUHOVÉ (OBDÉLNÍKOVÉ).....	85
OBR. 68: DIAGONÁLNÍ (ÚHLOPŘÍČNÝ).....	85
OBR. 69: PŘÍKLAD INDEXOVANÉ BARVY.....	86
OBR. 70: PŘÍKLAD BITMAPOVÉ GRAFIKY.....	96
OBR. 71: PŘÍKLAD VEKTOROVÉ GRAFIKY.....	96
OBR. 72: PRVNÍCH ŠEST ITERACÍ PŘI KONSTRUOVÁNÍ FRAKTÁLU "SIERPINSKÉHO TROJÚHELNÍK(Y)"	97
OBR. 73: PRVNÍCH ŠEST ITERACÍ PŘI KONSTRUOVÁNÍ FRAKTÁLU ZA POUŽITÍ LIBOVOLNÉHO VSTUPNÍHO OBRÁZKU.....	97
OBR. 74: NÁHLED BĚŽNĚ POUŽÍVANÝCH FORMÁTŮ, S PŘÍKLADY JEJICH KOMPRESNÍHO ZKRESLENÍ S VELIKOSTMI VÝSTUPNÍCH DAT.....	107
OBR. 75: PRVNÍ NESKENOVANÝ SNÍMEK Z ROKU 1956.....	110
OBR. 76: GEOMETRIE LINEÁRNÍHO A MATICOVÉHO SNÍMÁNÍ A JEHO APLIKACE U PROFESIONÁLNÍHO SKENERU.....	112
OBR. 77: POROVNÁNÍ TECHNOLOGIE SKENOVÁNÍ CCD A CIS NA STOLNÍM PLOŠNÉM SKENERU.....	112
OBR. 78: PŘÍKLAD KONSTRUKCE BUBNOVÉHO SKENERU.....	113
OBR. 79: ZPŮSOB SNÍMÁNÍ TRANSPARENTNÍ PŘEDLOHY.....	115
OBR. 80: ZPŮSOB SNÍMÁNÍ NETRANSPARENTNÍ PŘEDLOHY.....	115
OBR. 81: PŘÍKLAD SNÍMAČÍCH REŽIMŮ KOMERČNÍCH SKENERŮ.....	116
OBR. 82: PŘÍKLADY RASTRU, RŮZNÉ STUPNĚ ŠEDI.....	117
OBR. 83: STUPNĚ ŠEDI OD 100% DO 0%.....	117
OBR. 84: PŘÍKLAD DELTA MASKY MONITORU, SHODUJÍCÍ SE S RASTREM NĚKTERÝCH TISKÁREN NEBO SKENERŮ.....	118
OBR. 85: OŘEZ DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE Z PŮVODNÍHO FORMÁTU 9X13,5 CM (2400X1600BODŮ) NA 9X13 CM (2311X1600BODŮ).....	118

Seznam tabulek

TAB. 1: DRUHY TISKOVÝCH PÍSEM POČÁTKU KNIHTISKU.....	16
TAB. 2: VELIKOSTI BĚŽNĚ POUŽÍVANÝCH CCD SNÍMAČŮ.....	33
TAB. 3: POROVNÁNÍ KAPACIT CD.....	46
TAB. 4: CENOVÉ SROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH MEDIÍ [BACKAGAIN, 2006].....	60
TAB. 5: PRŮBĚHY TESTŮ NA PŘEDVÍDÁNÍ STARNUTÍ CD.....	63
TAB. 6 STUDIE ŽIVOTNOSTI UKLÁDACÍCH MÉDIÍ [TECH GUIDE, 2002].....	69
TAB. 7: VLASTNOSTI ZÁKLADNÍCH BAREV.....	74
TAB. 8: ZÁKLADNÍ SMĚSI BAREV.....	75
TAB. 9: PŘÍKLAD VELIKOSTÍ PALET U VYBRANÝCH GRAFICKÝCH STANDARDŮ.....	87
TAB. 10: VÝČET POUŽÍVANÝCH BAREVNÝCH HLOUBEK.....	87
TAB. 11: ROZLOŽENÍ BITŮ PŘI RŮZNÝCH BAREVNÝCH HLOUBKÁCH.....	88
TAB. 12: ROZDĚLENÍ GRAFICKÝCH FORMÁTŮ DO SKUPIN PODLE VYUŽITÍ A FUNKCE.....	106
TAB. 13: POPIS KOMPRESNÍCH POMĚRŮ POUŽITÝCH V GRAFICKÉM ZNÁZORNĚNÍ NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH FORMÁTŮ.....	108
TAB. 14: VELIKOST NASNÍMANÝCH OBRÁZKŮ.....	119







Příloha







Příloha 1 – Porovnání optických médií

LOGO		?					
Zkratka (název)	LD (Laser Disc), CED Video Disc	VSD (Video Single Disc)	CD VIDEO CD video (CD-V, CD-V, CD+V, View CD) kombinace LaserDisk s CD	Video CD (VCD, View CD, Compact Disc digital video)	CDDA (Compact Disc Digital Audio)	CD mini	CD Bussines Card
Typ média	optický (analogový)		optický	optrický	optický	optický	optický
Rozměry	120, 200, 305 mm	120 mm	120, 200 mm	120 x 1,2 mm	120 x 1,2 mm	80 x 1,2 mm	85 x 55 mm
Hloubka záznamové vrstvy	?	?	?	?	1,1 mm	1,1 mm	1,1 mm
Vzdálenost drah	?	?	?	?	1600 nm	1600 nm	1600 nm
Délka pitů	?	?	?	?	834 nm	834 nm	834 nm
Šířka pitů	?	?	?	?	600 nm	600 nm	600 nm
Hloubka pitů	?	?	?	?	110 nm	110 nm	110 nm
Vrstvy	1	1	1	1	1	1	1
Strany zápisu	2	2	2	1	1	1	1
Vlnová délka laseru - Zápis	nepodporuje	nepodporuje	nepodporuje	nepodporuje	780 - 790 nm	780 - 790 nm	780 - 790 nm
Vlnová délka laseru - Čtení	nepodporuje	nepodporuje	nepodporuje	780 - 790 nm	780 - 790 nm	780 - 790 nm	780 - 790 nm
Audío kapacita	?	nepodporuje	20 min	80 min	74 min	18-24 min	-6 min
Video kapacita	30 min/str.CAV(Constant Angular Velocity), 60 min/str.CLV(Constant Linear Velocity)	5 minut (analogově)	5 min (analogově)	74 min	-	-	-
Maximální kapacita média	?	?	?	800 MB	650-900 MB	155-210 MB	~55 MB
Kapacita na vrstvu	?	?	?	800 MB	650-900 MB	155-210 MB	~55 MB
Maximální přenosová rychlost	?	?	?	Audio: 224 kilobit/s, Video: 1150 kilobit/s	1,41 Mb/s (150 kB/s)	1,41 Mbps (150 kB/s)	1,41 Mbps (150 kB/s)
Počet regionů	1	1	1	1	1	1	1
Audío kódování	2 analog. Stopy, MPC (Pulse-code modulation), Dolby Digital (AC-3), DTS (Digital Theater Systems)	není možnost dalších audio stop	MPC (Pulse-code modulation)	MPEG-1 Audio Layer II	PCM (Pulse-code modulation)	PCM (Pulse-code modulation)	PCM (Pulse-code modulation)
Video kódování	Analogové: Plzní modulace	Analogové: pulzní modulace	Analogové: pulzní modulace	MPEG-1	-	-	-
Korekce chyb	nepodporuje	nepodporuje	?	CIRC	CIRC	CIRC	CIRC
vývojářská firma	MCA/CRA	MCA/CRA	MCA/CRA	SONY, Philips	SONY, Philips	SONY, Philips	SONY, Philips
Představeno	1970		1988 (1986)	1979	1979	1979	1979
V prodeji	1978			1981	1982	1982	1982
Použití dané výrobcem	Video	Video	audio, videoklipy	audio, data	audio, data	audio, data	audio, data
Ochrana dat a proti kopírování	nepodporuje	nepodporuje	nepodporuje	nepodporuje	Macrovision CDS-200, G14key2audio, Cactus Data Shield (CDS)	Macrovision CDS-200, G14key2audio, Cactus Data Shield (CDS)	
Zdroj	http://www.duenser.com/laserdisk.htm , http://www.cedmagic.com/selectavision.html , http://www.cedmagic.com/selectavision.html			http://www.cedmagic.com/selectavision.html	http://www.research.philips.com , http://www.sony.net		
LOGO							

Zkratka (název)	CD+G, CD+Graphics	DDCD (Double Density Compact Disc)	SVCD Super Video CD (Super Video Compact Disc)	MD (Mini Disc)	Hi-MD (High Definition Mini Disc)	UMD (Universal Media Disc)
Typ média	Optický	optický	optický	magneto-optický	magneto-optický	optický
Rozměry	120 x 1,2 mm	120 x 1,2 mm	120 x 1,2 mm	64,6 x 1,2 mm	64,6 x 1,2 mm	65 x 4,2 mm
Hloubka záznamové vrstvy	1,1 mm	1,1 mm	1,1 mm	?	?	?
Vzdálenost drah	1600 nm	1100 nm	?	1500 nm	1250-950 nm	?
Délka pitů	834 nm	833-623 nm	?	440-590 nm	160 nm	?
Šířka pitů	600 nm	?	?	?		?
Hloubka pitů	110 nm	?	?	?		?
Vrstvy	1	1	1	1	1	2
Strany zápisu	1	1	1	1	1	1
Vlnová délka laseru – Zápis	780 - 790 nm	780 nm	780 - 790 nm	780 nm	780 - 655 nm	660 nm
Vlnová délka laseru – Čtení	780 - 790 nm	780 nm	780 - 790 nm	780 nm	780 nm	Nepodporuje
Audio kapacita	74 min	?	-	80 min, LP4-5 hod	Až 45 hodin max. komprese	CD kvalita 7hod 55min, ATRAC3plus 45 hodin
Video kapacita	nepodporuje	-	35-60 min. standartního videa	-	-	nepodporuje
Maximální kapacita média	650-900 MB	1,4 GB	neuvádí se	140-177 MB (305MB nový SW)	1 GB	1,8 GB
Kapacita na vrstvu	650-900 MB	1,4 GB	neuvádí se	140-177 MB (305MB nový SW)	1 GB	900 MB
Maximální přenosová rychlost	1,41 Mbps (150 kB/s)	?	Audio: 384 kb/s, Video: 2600 kb/s	1.25-4.37Mb/s	9,83 Mbit/s	?
Počet regionů	1	1	1	1	1	6
Audio kódování	PCM (Pulse-code modulation)	PCM (Pulse-code modulation)	MPEG-1 layer 2	ATRAC3/ATRAC LP	ATRAC3plus.	ATRAC3plus
Video kódování	-	-	MPEG-2	-	-	H.264/MPEG-4 AVC
Korekce chyb	CIRC	CIRC7	CIRC/CIRC7	ACIRC	ACIRC	?
vývojářská firma		SONY	Chinese Ministry of Information Industry	SONY	SONY	SONY
Představeno	80-té léta	2000	1998	1991	2004	?
V prodeji	80-té léta	2001	?	1992	2004	?
Použití dané výrobcem	Grafika	data, video, audio	video	audio	audio, data	data, audio, video, hry na Playstation portable
Ochrana dat a proti kopírování	-	-	-	Hardwarová omezení (MIC a LINE IN inputs)	Od verze SonicStage3.4 možný transfer (Optik, USB)	AES 128-bit (Advanced Encryption Standard), Rijndael
Zdroj	http://www.research.philips.com, http://www.sony.net		http://www.videohelp.com/svcd	http://www.minidisc.org		http://www.sony.net

LOGO						
Zkratka (název)	Super Audio CD	DualDisc	DVD (Digital Versatile Disc, Digital Video Disc)	DVD ^{plus} (kombinace CD a DVD)	DVD-D	DIVX VIDEO (Digital Video Express)
Typ média	Optický		optický	optický	Optický	optický
Rozměry	120 x 1,2 mm	120 x CD 0,9+DVD 0,6 mm	120 x 1,2 mm	120 x CD 1,2+DVD 0,6 mm	120 x 1,2 mm	120 x 1,2 mm
Hloubka záznamové vrstvy	?	?	0,6 mm		0,6 mm	0,6 mm
Vzdálenost drah	740 nm	CD 1600 nm/DVD 740 nm	740 nm	CD 1600 nm/DVD 740 nm	740 nm	740 nm
Délka pitů	400 nm	CD 834 nm/400-440 nm	400-440 nm	CD 834 nm/400-440 nm	400-440 nm	400-440 nm
Šířka pitů	?	CD 600 nm/DVD 320 nm	320 nm	CD 600 nm/DVD 320 nm	320 nm	320 nm
Hloubka pitů	?	CD 110 nm/DVD 120 nm	120 nm	CD 110 nm/DVD 120 nm	120 nm	120 nm
Vrstvy	2 (CD,SACD)	2	1 až 2	2	1 až 2	1 až 2
Strany zápisu	1	1	1 až 2	2	1 až 2	1 až 2
Vlnová délka laseru - Zápis	650 nm	Nepodporuje	636 - 650 nm	650 nm	650 nm	636 - 650 nm
Vlnová délka laseru - Čtení	650 nm	CD 780 nm / DVD 636-650 nm	650 nm	650 nm	650 nm	650 nm
Audio kapacita	hybridní (74 min CD) + 7,95 GB	hybridní (74 min CD) + 4,7 GB	CD kvalita 24+h, MP3 kvalita 240h	hybridní (74 min CD) + 4,7 GB	CD kvalita 24+h, MP3 kvalita 240h	CD kvalita 24+h, MP3 kvalita 240h
Video kapacita	nepodporuje	nepodporuje	VHS kvalita 22+h, DVD kvalita 8h	VHS kvalita 22+h, DVD kvalita 8h + audio na CD	VHS kvalita 22+h, DVD kvalita 8h	VHS kvalita 22+h, DVD kvalita 8h
Maximální kapacita média	7,95 GB	CD 525 MB, DVD 4,7 GB	17,1 GB	17,1 GB	17,1 GB	17,1 GB
Kapacita na vrstvu	CD780 MB, HDL 4,7 GB	CD 525 MB, DVD 4,7 GB	4,7 GB	4,7 GB	4,7 GB	4,7 GB
Maximální přenosová rychlost	?	CD 1,41Mb/s a DVD 11,08 Mb/s	11,08 Mb/s (1385 kB/s)	11,08 Mb/s (1385 kB/s)	11,08 Mb/s (1385 kB/s)	?
Počet regionů	1	?	6	1 CD - 6 DVD	3	?
Audio kódování	16-bit PCM, 44.1 kHz, 1-bit Direct-Stream Digital (DSD)	DVD-Dolby Digital (AC-3), PCM, CD-PCM (Pulse-code modulation)	Dolby Digital (AC-3), PCM	DVD-Dolby Digital (AC-3), PCM, CD-PCM (Pulse-code modulation)	Dolby Digital (AC-3), PCM	Dolby Digital (AC-3), PCM
Video kódování	-	-	Video: MPEG-1 / MPEG-2	Video: MPEG-1 / MPEG-2	Video: MPEG-1 / MPEG-2	Video: MPEG-1 / MPEG-2
Korekce chyb	-	-	ECC	ECC	ECC	ECC
vývojářská firma	Sony & Philips	EMI Music, Universal Music Group, Sony/BMG Music Ent., Warner Music Group	SONY Philips	MAWA Film & Medien, Sonopress, Dierks Studios	Francie	Circuit City, Ziffren, Brittenham, Branca and Fischer
Představeno	2000	2004	1990		2003	ukončeno 2001+V6
V prodeji	1999	2004	1996	2006	2004	1998
Použití dané výrobce	audio, data, grafika, video	Audio	data, video	data, video, audio	citlivé materiály, filmy, hry	filmy, hry
Ochrana dat a proti kopírování	PSP (Pit Signal Processing)	Ano	CSS (Content Scramble System), UOP (user operation prohibition), ARccOS Protection	Cactus Data Shield, CSS (Content Scramble System), UOP (user operation prohibition), ARccOS Protection	CSS 40-bit (Content Scramble System), přednastavený samozničující efekt	po určité době (např. 48hodin) přehrávač, který se spojen přes telefonní linku zablokuje přehrávání
Zdroj	http://www.sel.sony.com/SEL/consumer/dsd/dsd.pdf	http://www.dualdisc.com/	http://www.dvdforum.org/ , http://www.dvdnw.com/ , http://www.dvdcca.org/	http://www.dvdplusint.com/ , http://www.dvdplusinc.com/	http://www.dvd-d.com	http://members.shaw.ca/the-doa/ , http://www.dvdjournal.com/

LOGO						
Zkratka (název)	SVOD (Stacked Volumetric Optical Disk)	HD DVD (High-Definition DVD)	BD (Blu-ray Disc)	PDD nebo ProDATA (Professional Disc for DATA)	UDO (Ultra Density Optical)	UDO2 (Ultra Density Optical)
Typ média	optický	optický	optický	optický	Magneto-optický	Magneto-optický
Rozměry	120 x 1,2 (2x92µm) mm	120 x 1,6 mm	120 x 1,1 mm	120 x 1,2 mm	130 x 2,4 mm	130 x 2,4 mm
Hloubka záznamové vrstvy		0,6 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,1 mm
Vzdálenost drah	500 nm	400 nm	320 nm	320 nm	330 nm	330 nm
Délka pitů	400-440 nm	204 nm	138-160 nm	-	130-300 nm	-
Šířka pitů	320 nm	140- 175 nm	130-200 nm	-	-	-
Hloubka pitů	24 nm	50-80 nm	40-85 nm	-	-	-
Vrstvy	1	2	1 až 2	1 až 2	1	?
Strany zápisu	2	2	1 až 2	1 až 2	2	2
Vlnová délka laseru - Zápis	650 nm	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový
Vlnová délka laseru - Čtení	650 nm	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový	405 nm modro-fialový	650 nm	650 nm
Audio kapacita	-	-	-	-	-	-
Video kapacita	-	13,3h MPEG-2 při 5 Mbit/s, 5,1h AVC nebo VC-1 při 13 Mbit/s, 3,3h MPEG-2 při 20 Mbit/s	22,2h MPEG-2 při 5 Mbit/s, 8,5h AVC nebo VC-1 při 13 Mbit/s, 5,6h MPEG-2 při 20 Mbit/s	-	-	-
Maximální kapacita média	9,4 GB disk, set po 100ks, celkově až 1 TB	60 GB+	54, 100GB	50 - 100 GB	30, 60, 120 GB	1-76TB
Kapacita na vrstvu	9,4 GB	15 GB	25 GB	25 GB	30 GB	?
Maximální přenosová rychlost	11,08 Mb/s (1385 kB/s)	36,55 Mb/s (4680 kB/s)	53,95 Mb/s (4600 kB/s)	11, 44, 88 Mbit/s	4-8 MB/s	?
Počet regionů	1	1	3	1	1	1
Audio kódování	-	Dolby Digital (AC-3), PCM, DTS Lineární PCM, DTS-HD	Dolby Digital (AC-3), PCM, DTS Lineární PCM, DTS-HD	-	-	-
Video kódování	-	MPEG-2, VC-1, H.264, MPEG-4 AVC, SMPTE VC-1	MPEG-2, VC-1, H.264, MPEG-4 AVC, SMPTE VC-1	MPEG-2 or DV-encoded video data, XDCAM	-	-
Kórekce chyb	ECC	Product code Method	Long Distance Method	?	LDC	LDC
vývojářská firma	Hitachi/Maxell	DVD Forum	Blu-ray Disc Association	SONY	SONY, Plazmon	SONY, Plazmon
Představeno	2006	2003	2006	2003	2000	?
V prodeji	2007	2006	2007	2004	2007	2007
Použití dané výrobcem	data	data, HDV, hry na Xbox 360	data, HDV, hry na Playstation 3	data, archivace	data, HCV	data, HCV
Ochrana dat a proti kopírování	Ano	AACS-128bit (Advanced Access Content System)	AACS-128bit (Advanced Access Content System), BD+ (BD-ROM Mark)	Ano	-	-
Zdroj	http://www.maxell.com	http://www.asmicro.com/download_files/AFM_Analysis_of_HD-DVD_Stampers_poster_0507.pdf	http://www.blu-ray.com/faq	http://www.sony.net , http://www.itl.nist.gov/iad/894.05/gjpwog/may13/Hall-May-13-2004.pdf	http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-375.pdf	

LOGO							?
Zkratka (název)	EVD (Enhanced Versatile Disc)	FVD (Forward Versatile Disc)	VMD nebo HD VMD (Versatile Multilayer Disc)	Tapestry HJS™ 300r, Tapestry II™ 800r a 1200r	Holographic Versatile Disc Disc Magnum (HVD)	3D holografická médium 2-fotonová 3D technologie	3D Holografická média
Typ média	optický	optický	optický	opticko-holografický	opticko-holografický	opticko-holografický	opticko-holografický
Rozměry	120 mm	120mm	120 x 1,5 mm	133 x 3,5 mm	120 x 2,3 - 2,6 mm	120 x 4,5 mm	≤ 120 mm
Hloubka záznamové vrstvy	0,6 mm	0,6 mm	-	-	-	-	≤ 0,1 mm
Vzdálenost drah	-	-	740 nm	-	18 až 3 mikrometry	1,4 μm	?
Délka pitů	-	-	-	-	-	-	?
Šířka pitů	-	-	-	-	-	-	?
Hloubka pitů	-	-	-	-	-	-	?
Vrstvy	1 až 2	-	5 až 20	?	?	300 (tloušťka vrstev 15μm)	?
Strany zápisu	1 až 2	-	1 až 2	1 v objemu	1 v objemu	1 v objemu	1 v objemu
Vlnová délka laseru - Zápis	650 nm	650 nm / modrý laser	650 nm / modrý laser	400-410 nm	532 nm modro-zelený / 650 nm	?	proměnná vlnová délka
Vlnová délka laseru - Čtení	650 nm	650 nm / modrý laser	650 nm / modrý laser	400-410 nm	nepodporuje	?	proměnná vlnová délka
Audio kapacita	-	-	-	-	3,9 TB / 26.5let záznamu	-	?
Video kapacita	-	135 min. 720p video dvouvrstvý disk, 135 min. 1080i video třívrstvý disk	-	24 hod standardní kvalita, 7 hod HVD	3,9TB/4,600–11,900 hod	-	?
Maximální kapacita média	17,1 GB	?	50-100 GB	600-800-1200 GB+ (1/2 určena na korelaci chyb)	100 GB, 200 GB, 500 GB, 3,9 TB	250xDVD, 40xBD, tedy 100TB+	1-100 TB+
Kapacita na vrstvu	4,7 BG	5,4 -11 GB	5 GB	?	?	?	?
Maximální přenosová rychlost	11.08 Mbit/s	?	40 Mbit/s	20, 80, 120 MB/s	1 Gb/s	v současnosti 2,5Mbit/s, v budoucnu (1-10 Gb/s)	1-10 Gb/s
Počet regionů	1 pouze Čína	1 pouze Taiwan	?	?	?	?	?
Audio kódování	mono, stereo and 5.1 surround sound	Dolby Digital (AC-3), PCM	-	-	-	-	?
Video kódování	VP5 and VP6	Windows Media Video (WMV)	VC-1 a také MPEG2 a MPEG4	-	-	-	?
Korekce chyb	?	?	?	4 stupně korekce			
vývojářská firma	Čína - EVD Industry Alliance	AOSRA, ITRI	New Medium Enterprises, Inc	InPhase Technologies, Optware, Intel	HVD Alliance	Call/Recall	Aprilis, Polight Technologies, a další.
Představeno	1999	2005	2007	2006, 2007, 2009	2006	2012	2007
V prodeji	2003		2006	?	?	?	?
Použití dané výrobcem	HDTV	data, video	data	data	data, atd.	data, atd.	data, atd.
Ochrana dat a proti kopírování	-	AACS (Advanced Access Content System), FVD-1 CSS 40-bit, FVD-2 ECC	-	-	-	-	?
Zdroj	http://www.digitimes.com , http://www.evd.cn/newsalliance-En.aspx	http://www.digitimes.com , http://www.eol.itri.org , http://www.lsi.com/	http://www.nmeinc.com/	http://www.inphase-technologies.com/	http://hvd-forum.org/	www.call-recall.com	http://www.aprilisinc.com

