

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Zálohování dat, historie, současnost a výhledy
Marek Psota

Bakalářská práce
2010

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek PSOTA**
Osobní číslo: **I07951**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Informační technologie**
Název tématu: **Zálohování dat, historie, současnost a výhledy.**
Zadávající katedra: **Katedra informačních technologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Zpracování přehledu, na jaká média se zálohovalo na sálových počítačích, později PC, jaké možnosti jsou nyní a jaké jsou trendy vývoje.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

Internet, příručky o HW.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Javůrek, CSc.

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2010**

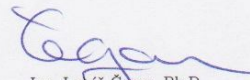
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2010**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2010

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 9.7. 2010.

Marek Psota

Poděkování

Tímto chci poděkovat vedoucímu této práce doc. Ing. Milanu Javůrkovi, CSc. za půjčené materiály a také za připomínky a návrhy, které provázely vznik této závěrečné práce.

Anotace

Tato bakalářská práce popisuje datová média od historie až po současnost. Jejím cílem je popsat jednotlivá média, jejich způsob práce, princip záznamu, jeho trvanlivost, záznamové a čtecí rychlosti atd. V příloze pak lze nalézt test 10 vybraných datových médií.

Klíčová slova

Zálohování dat, datová média, zálohování, média, datová úložiště, magnetická média, historická média, pevný disk, HDD, disketa, CD, DVD, blu-ray, SSD, USB flash, paměťové karty.

Title

Data backup, history, present and prospects.

Annotation

This bachelor thesis describes the storage devices from the past to the present. Its aim is to describe different types of media, their way of working, etc. In principle it is possible to find the annex of 10 selected test data media.

Keywords

Data backup, data media, backup, media, data storage, magnetic media, historical media, hard disk, HDD, floppy disk, compact disk, CD, DVD, blu-ray, SSD, USB flash, memory card.

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	11
Seznam tabulek	11
1 Úvod	12
2 Historická média	13
2.1 Děrné štítky.....	13
2.2 Děrné pásky	14
3 Magnetická média	15
3.1 Magnetická bubnová paměť	15
3.2 Magnetická pásková paměť	16
3.3 LTO	18
3.4 Disketa.....	21
3.4.1 Výrobci disket	24
3.4.2 Disketová mechanika.....	25
3.4.3 ZIP diskety	26
3.5 Pevný disk.....	28
3.5.1 Historie.....	28
3.5.2 Současnost.....	29
3.5.3 Budoucnost.....	36
4 SSD	38
4.1 Pevný disk.....	38
4.2 Paměťové karty.....	39
4.2.1 SD karty	40
4.2.2 MMC karty.....	41
4.2.3 CF karty.....	42
4.2.4 MS karty.....	42
4.3 USB flash disky	43
5 Optická média	46
5.1 CD	46
5.1.1 Kapacita CD	46

5.1.2	Standardy CD	47
5.1.3	CD-R	49
5.1.4	CD-RW	50
5.1.5	Kompatabilita médií	51
5.1.6	Mechanika	51
5.2	DVD	52
5.2.1	Standardy.....	53
5.2.2	DVD-Video	54
5.2.3	DVD-Audio	55
5.2.4	DVD-RAM.....	55
5.2.5	DVD-R.....	56
5.2.6	DVD-RW	56
5.2.7	DVD+R	56
5.2.8	DVD+RW	56
5.2.9	DVD+R DL (DVD+R9)	56
5.2.10	DVD mechanika	57
5.3	HD-DVD	57
5.3.1	HD DVD-ROM	58
5.3.2	HD DVD-R	58
5.3.3	HD DVD-R DL	58
5.3.4	HD DVD-RW	58
5.3.5	HD DVD-RW DL.....	59
5.3.6	HD DVD-RAM	59
5.3.7	HD REC	59
5.4	Blu-ray.....	59
5.4.1	BD-RE.....	61
5.4.2	BD-AV	61
5.4.3	BD-R.....	61
5.4.4	BD-R DL.....	61
5.4.5	BD-ROM.....	61
5.4.6	BDMV.....	62
5.4.7	BD-J	62
5.4.8	BD+.....	62

5.4.9	Mini-BD	62
5.4.10	BD 5/BD 9.....	62
6	Závěr.....	63
	Literatura.....	65
	Příloha.....	67

Seznam zkratek

2HD	2 High Density
AFC	Antiferomagnetically Coupled media
ATA	Advanced Technology Attachment
AVI	Audio Video Interleave
BD	Blu-ray Disc
BD-AV	Blu-ray Disc-Audio/Visual
BD-J	Blu-ray Disc-Java
BDMV	Blu-ray Disc MoVie
BD-R	Blu-ray Disc-Recordable
BD-RE	Blu-ray Disc-Rewritable
BD-ROM	Blu-ray Disc-Read Only Medium
BPI	Bits Per Inch
CD	Compact Disk
CD-DA	Compact Disk-Digital Audio
CD-I	Compact Disk-Interactive
CD-R	Compact Disk-Recordable
CD-ROM	Compact Disk-Read Only Medium
CD-ROM/XA	Compact Disk-Read Only Medium eXtended Architecture
CD-RW	Compact Disk-ReWritable
CF	Compact Flash
DD	Double Density
DL	Double Layer
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DS	Double Side
DSD	Data Stream Direct
DVD	Digital Video Disk
DVD-R	Digital Video Disk-Recordable
DVD-RAM	Digital Video Disk-Random Access Memory
DVD-ROM	Digital Video Disk-Read Only Medium
DVD-RW	Digital Video Disk-ReWritable
DVR	Digital Video Recorder
EHD	Extra Hard Density
EIDE	Enhanced Integrated Drive Electronics
eSATA	external Serial Advanced Technology Attachment
FAT	File Allocation Table
FD	Floppy Disk
FDD	Floppy Disk Drive
GMR	Giant MagnetoResistance
HAMR	Heat Assisted Magnetic Recording
HD	High Density, High Definition (v kontextu HD DVD)

HiFD	High capacity Floppy Disk
IDE	Integrated Drive Electronics
LPCM	Linear Pulse Code Modulation
LTO	Linear Tape Open
M2	Memory Stick Micro
MFM	Modified Frequency Modulation
MPEG	Motion Picture Experts Group
MMC	MultiMedia Card
MR	Magneto Resistive
MS	Memory Stick
MSD	Memory Stick Duo
MSP	Memory Stick Pro
MSS	Memory Stick Select
MTBF	Mean Time Between Failures
NCQ	Native Command Queuing
NTSC	National Television Systems Committee
PAL	Phase Alternate Line
PATA	Paralell Advanced Technology Attachment
PRML	Partial Response Maximum Likelihood
RLL	Run Lenght Limited
SACD	Super Audio Compact Disk
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
SCSI	Small Computer System Interface
SD	Single Density, Secure Digital (u paměťových karet)
SDHC	Secure Digital High Capacity
SDXC	Secure Digital eXtended Capacity
SL	Single Layer
SM	Smart Media
SRAM	Static Random Access Memory
SS	Single Side
SSD	Solid State Drive
TPI	Tracks Per Inch
UDO	Ultra Densitiy Optical
USB	Universal Serial Bus
VHS	Video Home System

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Děrné štítky.....	13
Obrázek 2 – Děrná páska	14
Obrázek 3 – Bubnová paměť po otevření krytu	16
Obrázek 4 – Magnetická páska.....	17
Obrázek 5 – Kazeta s páskou	18
Obrázek 6 – LTO Ultrium 3	20
Obrázek 7 – 8" disketa	22
Obrázek 8 – 5,25" disketa	22
Obrázek 9 – 5,25" disketa s popisem.....	23
Obrázek 10 – 3,5" disketa	23
Obrázek 11 – 3,5" disketa s popisem.....	24
Obrázek 12 – 3,5“ disketová mechanika.....	25
Obrázek 13 – RAMAC 305.....	28
Obrázek 14 – ST-225	29
Obrázek 15 – Diskové médium rozdělené na stopy a sektory	30
Obrázek 16 – Vnitřek pevného disku.....	31
Obrázek 17 – Externí HDD s USB rozhraním	36
Obrázek 18 – Postupný růst hustoty zápisu informací na pevných discích.	36
Obrázek 19 – SSD disk uvnitř i zvenku.....	38
Obrázek 20 – Paměťové karty	39
Obrázek 21 – Paměťová karta SDHC, class 4.....	41
Obrázek 22 – MMC karta.....	42
Obrázek 23 – CF karta	42
Obrázek 24 – MSP karta	43
Obrázek 25 – USB flash disk	43
Obrázek 26 – Struktura USB disku.....	44
Obrázek 27 – Čtení ze CD.....	46
Obrázek 28 – CD-R	50
Obrázek 29 – CD-RW mechanika	52
Obrázek 30 – DVD-R	53
Obrázek 31 – DVD vypalovačka	57
Obrázek 32 – HD DVD disk	58
Obrázek 33 – Porovnání optických technologií	59
Obrázek 34 – BWU-100A s Blu-ray diskem.....	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Parametry bubnové paměti s pevnými hlavami	15
Tabulka 2 – Parametry bubnové paměti s pohyblivými hlavami	15
Tabulka 3 – Parametry magnetických páskových pamětí.....	17
Tabulka 4 – Parametry LTO různých generací	20
Tabulka 5 – Vlastnosti a životnost LTO	21
Tabulka 6 – Historické typy disket	27
Tabulka 7 – Vliv otáček na přístupovou dobu	33
Tabulka 8 – Prokládání	33
Tabulka 9 – Kapacita CD	46
Tabulka 10 – Rozdíly mezi CD a DVD	52
Tabulka 11 – Kapacity DVD.....	53
Tabulka 12 – DVD regiony.....	54
Tabulka 13 – Porovnání DVD-Audio, DVD-Video a audio CD.....	55
Tabulka 14 – Srovnávací tabulka optických medií.....	60
Tabulka 15 – Test médií, 5 000 0,4KB souborů.....	68
Tabulka 16 – Test médií, 170 2MB souborů.....	68
Tabulka 17 – Test médií, 6 51,5MB souborů.....	69
Tabulka 18 – Test médií, 400MB soubor.....	69

1 Úvod

Tento dokument si klade za cíl seznámit se s datovými médii od raných počátků počítačů až po současnost. Datová média jsou popisována z hlediska principu, dále jakých parametrů dosahují, doby vzniku a dalších faktů. Samozřejmostí je obrázková ilustrace u každého média. Práce je řazena podle principu čtení a zápisu datových médií.

Práce byla napsána pro všechny alespoň průměrně znalé uživatele PC, kteří mají základní znalosti hardwarové skladby počítače a znají základní názvosloví a terminologii.

V příložené příloze jak proveden srovnávací test 10 vybraných datových médií.

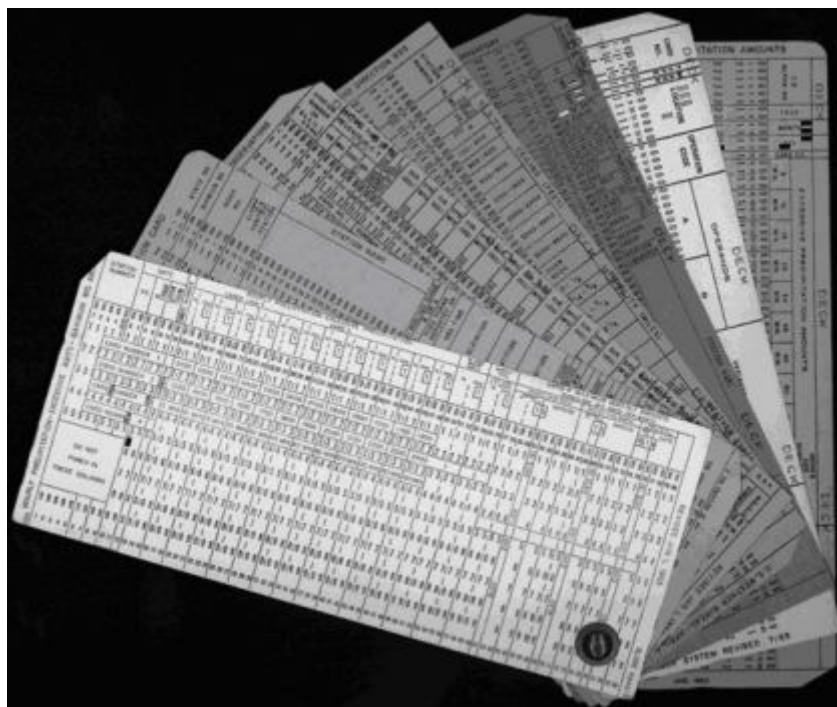
2 Historická média

2.1 Děrné štítky

Jedno z nejstarších paměťových medií jsou děrné štítky, které ale nemají přímou souvislost se vznikem počítačů. Vznikly už dávno před nimi. Joseph Marie Jacquard, francouzský konstruktér, řídil pomocí děrných štítků automatický tkalcovský stav. Herman Hollerith je koncem 19. století použil pro urychlení zpracování sčítání lidu v USA.

U počítačů se děrné štítky používaly od samého počátku. Nejčastěji se používaly štítky 80sloupcové (systém Hollerith) a někdy 90sloupcové s kulatými otvory (systém Powers) a dvanácti řadami. Děrné štítkové stroje se ve 40. letech 20. století podílely i na výpočtech průběhu reakcí při vývoji atomové bomby (projekt Manhattan). V 70. letech 20. století existovaly i kalkulátory, programované děrnými štítky.

Děrné štítky, jako média pro záznam dat, bývaly pro pozdější zpracování automaty nebo počítači vyrobeny z tenkého kartonu. Informace se reprezentovala dírkou na určité pozici. Místa pro otvory byly uspořádány do matice. Data byla zaznamenávána pomocí skutečné perforace štítků v různých částech, viz obrázek 1.



Obrázek 1 – Děrné štítky

U 80sloupcového štítku představuje jeden sloupec jeden znak, zaujímá celou šířku štítku a má 12 řádků. Toto uspořádání se používá pro záznam deseti číslic, 26 písmen abecedy a deseti speciálních znaků. Štítek 90sloupcový ve skutečnosti obsahuje pouze 45 sloupců, protože každý sloupec je rozdělen do dvou částí po šesti řádcích, horní a dolní, a do každé poloviny se zaznamenává jeden znak.

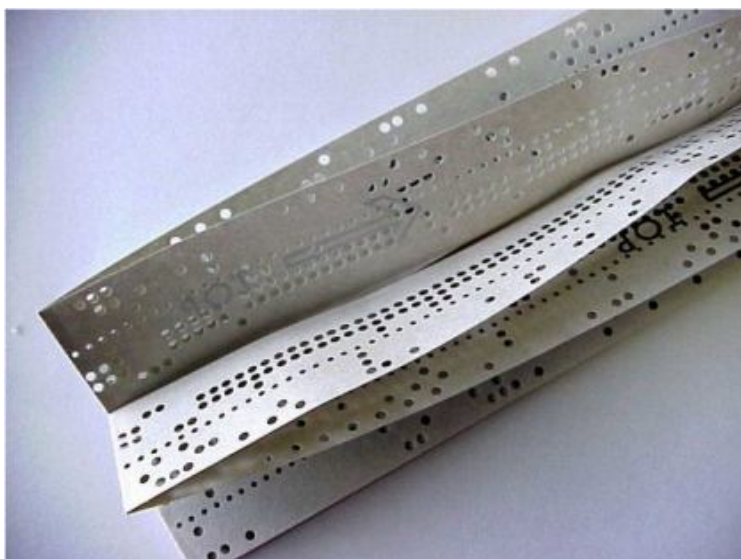
Při alfanumerickém způsobu kódování u 80sloupcového štítku vyjadřuje každý sloupec jeden znak. Tento způsob tedy umožňuje zaznamenat na štítek maximálně 80 znaků. Při binárním způsobu kódování štítku může být např. každý sloupec rozdělen na dva šestibitové znaky. Binární kód tedy dovoluje zaznamenat na jeden štítek dvojnásobný počet znaků proti kódování alfanumerickému.

Poslední proslavené využití děrných štítků bylo v roce 2000 při volbách prezidenta USA, kdy mezi sebou těsně soupeřili George W. Bush a Al Gore. Spory ohledně výsledků nastaly v důsledku nepřesného vyznačování děr na štítcích.

2.2 Děrné pásky

Náhrada děrných štítků přišla o několik let později a to v podobě děrných pásek (viz obrázek 2). Příchodem tohoto paměťového média se zvýšila hustota záznamu, což se blížilo potřebám neustále se rozvíjejícího se průmyslu, dále pak byla zvýšena rychlost zápisu čili děrování i čtení médií. Dalším plusem byly možné rozměry a tedy lepší skladnost.

Médiem pro uchování dat byla papírová páska (později trvanlivější kovová páska), do které byla data uložena děrováním otvorů ve dvojkovém kódu tak, že jednička se realizovala proděrováním a nula neproděrováním pásky. Kódy byly různé a závisely na systému, používaly se kódy s 5 až 8 prvky. Jednotlivé prvky kódu vytvářejí podél pásky stopy a snímače se konstruovaly tak, aby mohly číst pětistopou až osmistopou pásku. Data se na pásek ukládala sekvenčně. Kontrola bezchybného děrování byla mimo jiné prováděna pomocí liché nebo sudé parity, tzn. že veškeré znaky měly buď lichý nebo sudý počet děrovaných otvorů. Dálnopisná páska byla pětistopá (pět stop pro záznam dat (velké otvory) a vodící stopa (malé otvory)). Páska pro pořízení dat do počítače byla osmistopá. Hustota záznamu bývala 10 znaků na palec čtvereční.



Obrázek 2 – Děrná páska

3 Magnetická média

3.1 Magnetická bubnová paměť

Bubnová magnetická paměť (obrázek 3) byla používána v 50. letech 20. století jako operační nebo vnější paměť počítače. Principem je zde feromagnetická vrstva nanesená na povrchu bubnu z lehkého nemagnetického materiálu. Výběrový mechanismus tvoří řada čtecích/zápisových hlav, které přenášejí informace na záznamovou plochu, otáčející se pod hlavou. Hlavy jsou upevněny pevně v držácích podél osy bubnu ve stanovené vzdálenosti od záznamové plochy. Tyto hlavy však nemění svou polohu, každá hlava tedy dokáže přečíst pouze jednu jedinou stopu po obvodu celého válce.

Magnetická vrstva bubnu je rozdělena do stop a každé stopě přísluší minimálně jedna čtecí/zápisová hlava. Informace se na buben zaznamenává buď sériově bit po bitu, nebo paralelně po slovech nebo po částech slov. Stopy potřebné pro záznam nebo čtení jednoho slova se označují jako *kanál*. Kruhová výseč stopy, kterou zabírá jedno slovo, je *sektor*. Aby bylo možné zapisovat vždy na totéž místo, je zápis každého bitu řízen synchronizačními pulsy, které jsou nahrány na pomocné stopě.

Tabulka 1 – Parametry bubnové paměti s pevnými hlavami

Parametr – pevné hlavy	
Průměr bubnu, mm	100 – 460
Vybavovací doba, ms	2,5 – 16,6
Počet stop	64 – 1 024
Počet informací na stopě, KB	1,10
Kapacita, KB	71 – 5 174

Tabulka 2 – Parametry bubnové paměti s pohyblivými hlavami

Parametr – pohyblivé	
Průměr bubnu, mm	500 – 600
Počet stop	275 – 12 480
Doba přestavení hlav, ms	16 – 64
Střední čekací doba, ms	17 – 34
Kapacita, KB	7 629 – 927 925

Adresu místa na bubnu tvoří dvě čísla - kanálu a sektoru. Bubnová paměť má tedy dva výběrové obvody, jeden pro výběr kanálu, tj. pro připojení odpovídající skupiny hlav na čtecí nebo nahrávací zesilovače a druhý pro výběr sektoru, tedy pro určení časového okamžiku, ve kterém se objeví pod hlavami vybraný sektor. Pro tyto účely je na bubnu zvláštní stopa, která obsahuje začátky sektorů nebo jejich čísla (adresy).



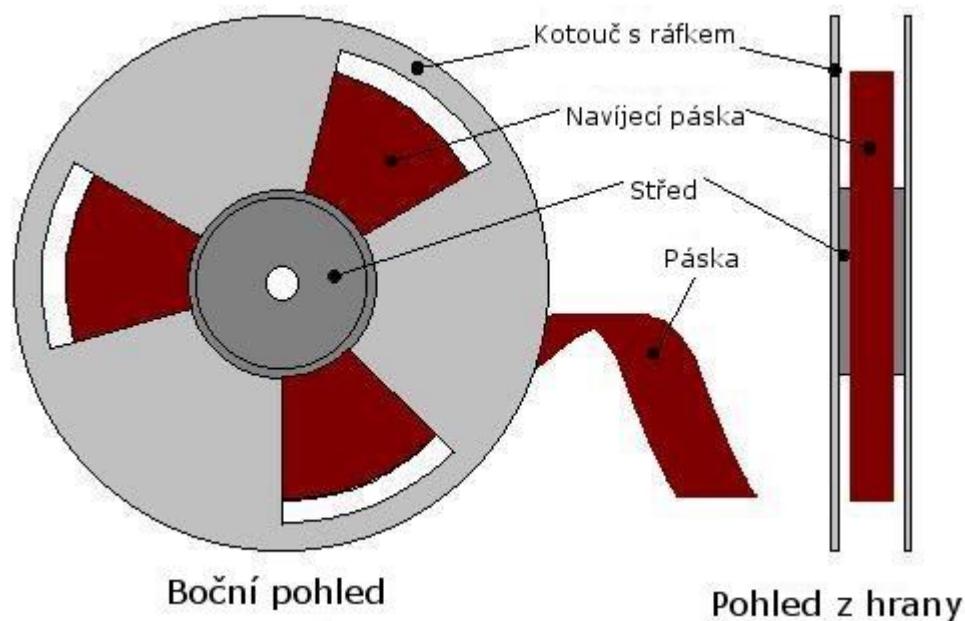
Obrázek 3 – Bubnová paměť po otevření krytu

3.2 Magnetická pásková paměť

Možností uchovávat data pomocí magnetického záznamu se poprvé zabýval americký inženýr Oberlin Smith v roce 1878. Časem se rozhodl dát celou svou práci volně k dispozici a v roce 1898 dánský vynálezce Valdemar Poulsen navázal na jeho práci a po letech sestavil funkční přístroj nazvaný Telegraphone. Tento přístroj uměl nahrávat telefonní zprávy a tak se v následujících desetiletích začíná záznam hudby na magnetické pásky rozmáhat. V prosinci 1952 představila IBM magnetopáskové jednotky, které byly schopny ukládat digitální informace na médium, jež se do té doby používalo pouze k záznamu zvuku. Jednalo se o první komerčně vyráběné počítačové pásky (viz obrázek 4).

Magnetické páskové paměti používají k záznamu dat magnetickou pásku. Nosný podklad tvoří pružný, pevný materiál z plastické hmoty o tloušťce asi 40 μm . Na něj je nanášena magnetická vrstva pro záznam informace. Tvoří ji suspenze oxidu železa ve vhodném pojidle. Vrstva má tloušťku asi 15 μm . Běžná šířka magnetické pásky je 12,5 mm a délka 750 m. Informace se na pásce uchovává ve stopách, běžně se používá 7 nebo 9 stop.

Mechanika musí být schopná rozběhnout pásku ve velmi krátké době (na několik ms) na maximální rychlost. Při rychlostech 3 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ se může dosáhnout doby rozběhu kratší než 2 ms. Cívky pásky mají vlastní pohony, které zajišťují navíjení a odvíjení potřebnou rychlostí. Přesto však nelze s cívkou dosáhnout potřebného zrychlení, a proto se mezi hlavami a cívkami vytváří smyčka, kterou lze rychle zkracovat nebo prodlužovat. Tato smyčka dále vyrovnává plynulost posuvu. Napnutí pásky ve smyčce je dosahováno podtlakem vzduchu v úložném kanále. Posuv a zastavování samotné pásky pod snímacími hlavami zajišťuje samostatný mechanismus.



Obrázek 4 – Magnetická páska

Tabulka 3 – Parametry magnetických páskových pamětí

Parametr	
Počet záznamových stop	7 – 9
Zápisová/čtecí rychlost, Kbit · s ⁻¹	30 – 340
Hustota záznamu, bit · mm ⁻¹	7,8 – 128
Mezera mezi bloky, mm	9
Rychlost pásky při čtení/zápisu, m · s ⁻¹	0,48 – 3,8
Rychlost pásky při převíjení, m · s ⁻¹	4,5 – 12
Šířka pásky, mm	12,7 – 25,4
Délka pásky, m	700 – 750
Doba rozběhu a zastavení pásky, ms	2,75 – 32

Pásky brzy překročily hustotu záznamu 1 600 BPI a umožňovaly uložit stovky MB. Došlo i k vylepšení magnetické vrstvy pásky, protože částičky obsahující železo byly nahrazeny ještě jemnějšími, rovnoměrněji rozloženými neželeznými částičkami. Díky tomu se dařilo stále zvyšovat hustotu záznamu. Čím menší jsou magnetické částičky, tím těsněji je možné je naskládat k sobě. Oproti tomu však šla skutečnost, že při neustálém zmenšování velikosti částiček se zároveň zmenšovala plocha pro vytvoření magnetické polarity. Této hranici se říká paramagnetický limit. Z poznatku současné vědy ale vyplývá, že tato fyzikální mez nebyla ještě ani zdaleka dosažena a další vývoj magnetických pásek budou pravděpodobně omezovat jiné faktory.

V 50. a 60. letech se magnetická páska stala velmi populárním datovým médiem. I přes nástup magnetických disků se pásek nadále používalo jako záložních médií, a to až do současnosti. Informace jsou na pásku nahrávány v binárním kódu.

Oproti papíru a různým materiálům pro děrování má magnetická páska několik výhod, především vyšší záznamovou kapacitu a možnost opětovného používání (přemazání není problém). Ve svých počátcích byla páska navinuta na cívce, což znesnadňovalo obsluhu, neboť cívky nebyly malé a také v některých případech lehké a páska se obtížně zaváděla do čtecího zařízení. Později se výrazně zmenšené pásky začaly dávat do kazet, což manipulaci značně ulehčilo (viz obrázek 5).



Obrázek 5 – Kazeta s páskou

Co vyřadilo pásku z běžného provozu, je její obrovská nevýhoda - *sekvenční přístup k datům*. Nalezení dat na konci pásky může být záležitostí hodin. To znamená, že informace uložená někde uprostřed pásky dlouhé i několik set metrů nebyla přístupná ihned, ale bylo ji třeba nejprve pracně několik minut přetáčet. Střední doba vyhledávání je řádově 10^2 s.

Algoritmy pro efektivní vyhledávání na magnetických páskách tak zabíraly nezanedbatelnou část strojového času. Všichni se tedy při vývoji dalších médií, na který bylo vynakládáno velké množství finančních prostředků, snažili o zachování výhod magnetických pásek při současné minimalizaci jejich nevýhod. Ve svých časech se magnetické pásky dokonce rozšířily natolik, že se nezačaly používat jen u velkých sálových počítačů, ale pronikly i do domácností. Známým příkladem jsou audiokazety, které se pro záznam hudby i mluvených projevů používají dodnes.

3.3 LTO

V roce 2000 společnosti Imation svoje nejnovější pásky¹ LTO Ultrium 3. Linear Tape Open je v informatice technologie, která se používá pro záznam dat na magnetické pásky. Vznikla ve spolupráci firem IBM, Hewlett-Packard a Seagate. LTO je otevřený

¹ Existují další a novější formáty pásek jako SAIT, T10000, IBM 3592 apod.

formát pro páskové produkty určené pro použití ve středně náročných systémech (anglicky *midrange*) a na ostatních serverech.

Základními kroky k zajištění ochrany investic zákazníků bylo poskytnutí mapy dalšího vývoje LTO technologie a stanovení struktury k zajištění kompatibility LTO produktů od různých výrobců.

V průběhu vývoje LTO technologie vzešly z různých aplikačních požadavků definice dvou základních formátů: *Ultrium* a *Accelis*. *Ultrium* vyhovuje požadavkům kladeným zejména na vysokou kapacitu a výkon při zápisu. *Accelis* je určen pro použití s aplikacemi vyžadujícími rychlý přístup k datům.

Produkty založené na technologii LTO jsou na trhu od září 2000. Základem této technologie je vícekanálový serpentinový lineární zápis, který využívá 384 podélných stop zaznamenaných na půlpalcové páskové médium. V jednom okamžiku je zapisováno nebo čteno 8 stop, přičemž zapisovaná data jsou verifikována. Vysoká hustota a spolehlivost je umožněna technologií „timing based servo“, která využívá pro nastavení hlav průběžné čtení předem nahraných „servo“ stop. Datovou integritu zajišťuje speciální kód určený ke korekci chyb. Bezkontaktní radiofrekvenční modul s vlastní pamětí o kapacitě 4096 B (LTO-CM), který je umístěn přímo na cartridge, umožňuje ukládat statistické údaje o historii pásky a uživatelem specifikovaná data (možnost použití aplikacemi).

Tajemství nové technologie použité v LTO se skrývá ve třech postupech pro maximalizaci množství ukládaných dat. Používá se vysokotlakových trysek, které „nastříkají“ nosný substrát na pásku s co nejmenšími rozměry magnetických částic a minimálními rozestupy mezi nimi. Dalším postupem je speciální „sušicí“ proces, který zaručí uniformitu rozmístění magnetických částic a jejich správnou orientaci, což eliminuje nepřesnosti a zvyšuje kapacitu pásky. Poslední unikátní technologií je „uhlazení“ povrchu pásky, při němž je dosaženo hladkosti povrchu v řádu angstromů (desetin nanometru). Pásky Imation LTO *Ultrium* třetí generace nabízejí v porovnání s předchozí řadou dvojnásobnou kapacitu 800 GB při použití komprese 2:1 a přenosovou rychlost až $160 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$.

V roce 2006 společnosti IBM a Fuji představily technologii pro budoucí generace páskových technologií. Bylo dosaženo 15-ti násobku dnes běžné hustoty záznamu, to znamená, že na obvyklou kazetu by bylo možné zapsat 8 TB digitálních informací.



Obrázek 6 – LTO Ultrium 3

Tabulka 4 – Parametry LTO různých generací

Vlastnosti	Generace					
	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6
Vydáno dne	2000	2003	2005	2007	Plánováno	Plánováno
Skutečná kapacita (bez komprese)	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1,6 TB	3,2 TB
Max. rychlost, MB · s ⁻¹	15	40	80	120	180	270
WORM (Write Once Read Many)	Ne	Ne	Ano	Ano	Plánováno	Plánováno
Šifrování	Ne	Ne	Ne	Ano	Plánováno	Plánováno
Tloušťka pásky	8,9 μm	8,9 μm	8 μm	6,6 μm		
Délka pásky	609 m	609 m	680 m	820 m		
Počet stop	384	512	704	896		
Zápisové prvky	8	8	16	16		
Zapsaných stop na 1 průběh	12	16	11	14		
Lineární hustota, bit · mm ⁻¹	4880	7398	9638	13300?		
Kódování záznamu	RLL 1,7	PRML	PRML	PRML		

Životnost pásky:

- 15 až 30 let archivace;
- 5000 založení pásky do mechaniky;

- přibližně 260 plných záznamů (plným záznamem je zápis, který zcela zaplní kapacitu pásky).

Životnost ovlivňují další způsoby zacházení s páskou:

- plnění pásky pouze do 50 % kapacity znamená, že bude provedena pouze polovina cyklů nutných pro úplné zaplnění pásky, takže životnost se zdvojnásobí;
- LTO používá technologii, kdy je záznam na pásce kontrolován ihned při zápisu (anglicky *verify-after-write*), avšak některé páskové jednotky provádějí kontrolu čtením v samostatném cyklu až po zápisu, což způsobí zdvojnásobení počtu cyklů na vytvoření jedné zálohy, takže životnost pásky je redukována na polovinu.

Následující údaje o životnosti, které jsou uvedeny v tabulce 5, vycházejí ze specifikace pásek od firmy Imation z roku 2008.

Tabulka 5 – Vlastnosti a životnost LTO

Všeobecné vlastnosti					Životnost pásky		Životnost v rocích za předpokladu, že...	
Typ pásky	Skutečná kapacita	Počet stop	Stop zapsaných na 1 průběh	Cyklů pro zaplnění pásky	Celkem cyklů	Celkem cyklů čtení/zápisu	bude celá páska zaplněna za MĚSÍC	bude celá páska zaplněna za TÝDEN
LTO-1	100 GB	384	8	48	9600	200	17	4
LTO-2	200 GB	512	8	64	16000	250	21	5
LTO-3	400 GB	704	16	44	16000	364	30	7
LTO-4	800 GB	896	16	56	11200	200	17	4

3.4 Disketa

V roce 1967 společnost IBM představila datové nosiče pracující na principu magnetického záznamu informace, tyto první diskety měly průměr 14" (355,6 mm). Zadání k vývoji tohoto média vycházelo z potřeby změnit způsob aktualizací programů a dat u zákazníků IBM. Především ušetřit na poštovním, neboť se do té doby používalo magnetických pásek. Disketu vynalezl David Noble a disketovou mechaniku vynalezl Alan Shugart. Její největší výhodou a důvodem velkého rozšíření byla výrobní cena jak samotných disket, tak i mechanik pro jejich čtení/zápis.

Nejprve se jednalo pouze o pružný disk bez jakéhokoli obalu, ale kvůli všudypřítomnému prachu bylo potřeba disk nějakým způsobem chránit. Účel splnila plastová obálka s tkaninou uvnitř (sbírající nečistoty a snižující tření mezi kotoučem a

pouzdem). V odborné terminologii se setkáváme s označením *floppy disk*, což je doslova ohebný či pružný disk. Toto pojmenování vzniklo díky vlastnostem prvních typů disket, které se daly do jisté míry ohnout, aniž by ztratily své záznamové vlastnosti.

První 8" disketa (viz obrázek 7) s obalem a tkaninou uvnitř měla paměť pouhých 80 KB a byla nepřepisovatelná. Až v roce 1972 vyrobili ve firmě Memorex přepisovatelnou disketu.



Obrázek 7 – 8" disketa

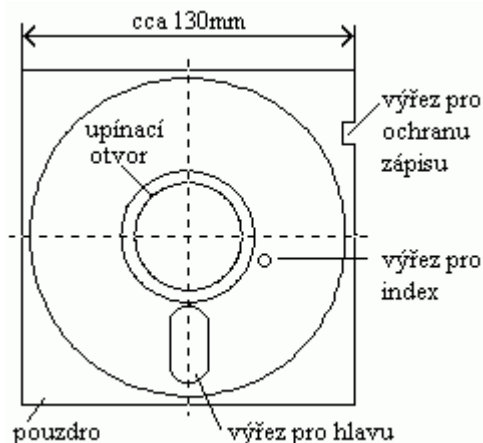
8" disketa má 77 stop (0-76), hustotu 48 TPI a nominální otáčky 360 \pm 2% o/min. V základním provedení SS má neformátovanou kapacitu 400 KB, v provedení SS DD má kapacitu 800 KB a v provedení DS DD 1,6 MB. Tyto diskety se u nás používaly např. v systémech SMEP, CONSUL, Aritma, TNS apod. Nejčastěji měly 26 sektorů na stopu u soft sektorů² a 8, 16 nebo 32 sektorů na stopu u hard sektorů³. Některé diskety měly také výřez pro ochranu dat proti zápisu.



Obrázek 8 – 5,25" disketa

² Soft sektor označuje konec sektoru pomocí digitálního signálu.

³ Hard sektor označuje konec sektoru fyzickou značkou nebo mezerou na médiu.



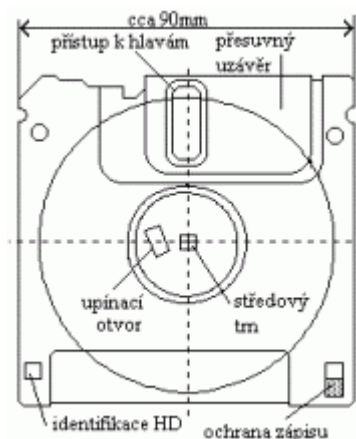
Obrázek 9 – 5,25" disketa s popisem

Dalšími disketami, které se na trhu objevily, měly průměr 5,25" (viz obrázky 8 a 9). Díky menším rozměrům nahradily tyto diskety starší diskety o rozměru 8". První 5,25" měly 35 stop, brzy se však tento počet zvýšil na 40 stop s hustotou 48 TPI. Celková kapacita byla 125 KB. Počet sektorů byl 10 nebo 16 u hard sektoru nebo 9 či 16 u soft sektoru. Pomocí dvojnásobné hustoty záznamu bylo dosaženo kapacity 250 KB. Poté se přešlo od jednostranného k oboustrannému záznamu, kdy celková kapacita diskety byla 500 KB a formátovaná 360 KB. Těchto disket se užívalo ve spojení s osobním počítačem PC/XT. Poté se zvýšila hustota záznamu dvojnásobně na 96 TPI. Tím bylo dosaženo neformátované kapacity 1 MB. Tyto diskety měly označení DS DD. S novým počítačem PC/AT se objevuje i zvýšení kapacity disket. Neformátovaná kapacita diskety v této mechanice je 1,6 MB a formátovaná 1,2 MB. Označení disket je HD. I tyto diskety mají výřez pro ochranu dat.

Zde je třeba vysvětlit, proč formátování diskety snižuje kapacitu. Formátování diskety je činnost, při které se na disketě vyznačí záhlaví sektorů a ostatní informace, jež jsou potřebné pro bezchybnou spolupráci disketové jednotky s jejím řadičem. Tato potřebná režie spotřebovává 10 – 40 % kapacity diskety.



Obrázek 10 – 3,5" disketa



Obrázek 11 – 3,5" disketa s popisem

Další formát diskety (viz obrázky 10 a 11) uvedla firmy Sony v roce 1980 a byl jím dodnes rozšířený průměr 3,5". Na rozdíl od předcházejících dvou typů je disketa 3,5" uschována v pouzdře z tvrdého plastu a magnetický materiál v otvoru pro přístup hlav je za běžných okolností chráněn kovovým krytem. Ten je pohyblivý a uvolní mezeru pro přístup hlav až v okamžiku, kdy je disketa vložena do mechaniky. Vývoj těchto disket byl obdobný jako u disket 8" a 5,25". Po SS SD disketách, které měly 40 stop, přišly diskety SS DD a pak DS DD. Základní hustota stop je 67,5 TPI a dvojitá 135 TPI. Otáčky jsou standardizovány na 300 otáček za minutu.

Další krok ve vývoji těchto disket přišel při použití HD disket. Po přepnutí otáček na 360 otáček za minutu mají stejně jako minidiskety 1,6 MB neformátované kapacity. Častěji se však používají HD diskety, které mají dvojnásobný počet sektorů (místo 9 mají 18) a standardní počet otáček (300 otáček za minutu). Tyto diskety mají neformátovanou kapacitu 2 MB a formátovanou kapacitu 1,44 MB. Jelikož to nedostačovalo, určitým řešením malé kapacity je disketa označovaná jako 2HD nebo EHD, která nabízí formátovanou kapacitu 2,88 MB. Při zápisu na tuto disketu je použito RLL kódování a disketa má 36 sektorů na stopu.

3.4.1 Výrobci disket

80. léta se stávají léty soubojů mezi výrobci disket, kde každý výrobce prosazoval svůj průměr (2"; 2,5"; 3"; 4"), podobně jako dnes souboj formátů HD-DVD a Blu-ray. Nakonec se museli výrobci dohodnout.

Diskety přicházející z výroby bývaly zcela čisté bez jakéhokoli záznamu. Takové nečitelné diskety je třeba v počítači některým z mnoha k tomu určených programů naformátovat. Teprve pak počítač po zasunutí diskety do mechaniky oznámil, že je prázdná. Firma Apple používala pro své počítače Macintosh jiný formát než IBM u PC. Disketa naformátovaná jinak se chovala stejně, jako by nebyla naformátovaná vůbec. Formátování již naformátované diskety většinou znamenalo nenávratné zničení dat na ní uložených.

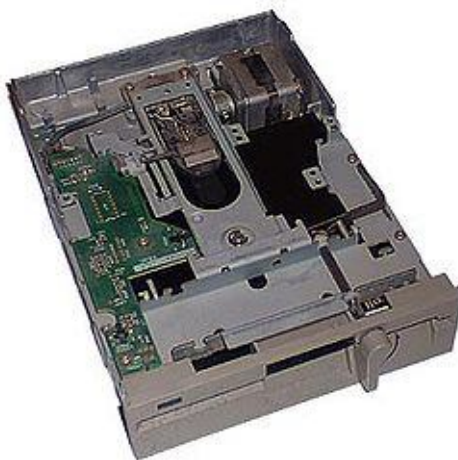
Později se prodávaly diskety již naformátované. Všechny diskety mají jednoduchou a účinnou možnost ochrany dat, na nich zapsaných. Přelepením příslušného výřezu na disketě 5.25" nebo přesunutím výplně okénka na disketě 3.5" nelze na takové disketě nic měnit. Stav, ve kterém se tato disketa nachází, se anglicky označuje *read only*, lze z ní tedy data pouze číst.

Data jsou na diskety ukládána do tzv. sektorů o velikosti 512 B, které tvoří kruhové stopy. Seznam datových souborů na disketě a jim přiřazených sektorů je v tzv. alokační tabulce. V případě fyzické poruchy sektoru je možno v alokační tabulce označit sektor jako vadný, čímž se poněkud sníží celková kapacita diskety o jeho velikost, ostatní sektory však zůstávají použitelné. Struktura záznamu na disketách se používá FAT 12. FAT je souborový systém, proto je podporován prakticky všemi OS. FAT 12 neuměla podadresáře a používala 12 bitů pro adresaci sektoru (což omezovalo velikost disku na 2 MB).

3.4.2 Disketová mechanika

Disketová jednotka (viz obrázek 12) anebo hovorově disketová mechanika, anglicky označována zkratkou FDD, je vstupně-výstupní zařízení sloužící na dlouhodobé ukládání dat na disketu.

Její základem jsou diskové hlavy, čtoucí data umístěná na diskových plotnách disket. Disková plotna má zdola i shora provedenou povrchovou úpravu magnetickou vrstvou, do níž hlava zapisuje nebo z ní čte digitalizovaný signál. Soustředné kružnice na povrchu rotující plotny, které představují pomyslnou dráhu hlavy, nazýváme stopy. Jednotlivé povrchy diskových hlav tedy vytvářejí na každé plotně dvojici stop (shora a zdola), kterým se říká válce. Zápis dat na válce probíhá tak, že nejprve se zapisuje na horní stopu a pak při nezměněné poloze hlavy na spodní stopu.



Obrázek 12 – 3,5“ disketová mechanika

Podobně, jako u pevného disku, je tvořena raménky s magnetickými hlavami. Ty se však nad disketou nevznášejí, ale pohybují se přímo po jejím magnetickém povrchu. Tím dochází k mechanickému opotřebení povrchu diskety. Ta je tedy vhodná pouze pro nepravidelný provoz - přenos dat mezi počítači, zálohování dat (nahrání souborů z pevného disku na disketu), případně instalaci nových (ne však velkých) souborů.

3.4.3 ZIP diskety

Jedním z posledních pokusů odcházejících magnetických disket byl výrobek firmy Iomega, který byl na osobních počítačích poměrně rozšířen. Tato technologie ale byla brzy nahrazena optickými CD. ZIP pracuje na magnetickém principu, její mechanika je v 3,5" provedení a připomíná „klasickou“ disketovou jednotku. Lze ji tedy bez problémů zamontovat do skříně počítače. Dodávala se v provedení interní IDE i SCSI, externí SCSI a externí Paralel Port (pro připojení přes paralelní kabel), s rozhraním USB a FireWire. Disketa je o málo větší než běžná 3,5", je také o něco silnější. ZIP tedy není zpětně kompatibilní („běžnou“ disketu v jeho mechanice nepřečtete). Data je možné elektronicky zabezpečit heslem proti zápisu a čtení.

Kapacita mechaniky ZIP se postupně zvyšovala:

- nejstarší provedení mělo kapacitu něco přes 95,7 MB (označuje se jako 100 MB),
- pak byla kapacita zvýšena na 250 MB,
- v posledním provedení je možné ukládat 750 MB dat.

Všechny mechaniky ZIP jsou zpětně kompatibilní, tedy mechanika 750 MB přečte 100 MB i 250 MB diskety.

Tabulka 6 – Historické typy disket

Formát diskety	Rok vzniku	Kapacita po	Označovaná
8" IBM 23FD Read-only	1971	79.7	
8" Memorex 650	1972	175	183.3
8" SS SD IBM 33FD / Shugart	1973	237.25	378.4
8" DS SD IBM 43FD / Shugart	1976	500.5	756.8
5,25" Shugart SA 400	1976	89.6	110
8" DS DD IBM 53FD / Shugart	1977	980-1200	1200
5,25" DD	1978	360 nebo 800	360
5,25" Apple Disk II	1980	140	140
3,5" HP SS	1982	280	264
3"	1982	360	500
3,5" DD	1983	720	1024
5,25" QD		720	720
5,25" HD		1,155	1200
3" DD	1984	720	
3" Mitsumi Quick Disk	1985	128 – 256	
2"	1985	720	
2,5"	1986		
5,25" Perpendicular	1986	10 000	
3,5" HD	1987	1 440	1 440
3,5" EHD	1987	2 880	2 880
3,5" Floptical (LS)	1991	21 000	21 000
3,5" LS-120	1996	120 375	120 375
3,5" LS-240	1997	240 750	240 750
3,5" HiFD	1999	150 000/200 000	150 000/200 000

Konkurenčním modelem byl LS-120 s 3,5" disketami o kapacitě nejprve 120 MB a později i 240 MB, výhodou tohoto typu byla kompatibilita těchto mechanik s běžnými 1,44 MB disketami, nevýhodou výrazně pomalejší čtení a zápis než u ZIP. Existovaly ale i další, většinou zcela neúspěšné pokusy.

3.5 Pevný disk

Pevný disk, zkratkou HDD, je zařízení, které se používá v počítačích a ve spotřební elektronice (MP3 přehrávače, videorekordéry, apod.) k dočasnému nebo trvalému uchování většího množství dat pomocí magnetické indukce.

3.5.1 Historie

Historie pevných disků začíná rokem 1956, kdy firma IBM vyrobila první zařízení, které je možné považovat za předchůdce všech dnešních pevných disků.

Toto zařízení se jmenovalo RAMAC 305, kde začátek jména znamená Random Access Method, jelikož motivací pro návrh RAMACu bylo využití technologie pro náhodný přístup k datům (náhodný byl zejména při porovnání s děrnými páskami či děrnými štítky). Jednalo se o zařízení velikosti zhruba dvou ledniček s váhou jedné tuny (viz obrázek 13). Uvnitř rotovalo padesát disků (ploten), každý disk měl průměr přibližně 61 cm. Rychlost rotace byla řádově srovnatelná se současností – dosahovala 1200 otáček za minutu, což je i z dnešního pohledu zajímavé číslo, protože moderní pevné disky mají většinou otáčky rovné celočíselnému násobku 1200. Kapacita tohoto disku byla na svou dobu velmi vysoká, celých 5 MB.



Obrázek 13 – RAMAC 305

V roce 1973 vyrobila opět firma IBM pevný disk označený *IBM 3340*, který byl určen pro její známý *System/370*. Toto paměťové zařízení se ve skutečnosti skládalo ze dvou částí, v první části byl umístěn neměnný pevný disk s kapacitou 30 MB, na stejné rotující ose se pak nacházel výměnný pevný disk taktéž s kapacitou 30 MB. Dalším pevným diskem byl *IBM 3370*, vyrobený v roce 1979, jenž obsahoval sedm ploten, každou o průměru čtrnáct palců. Výsledná kapacita byla před formátováním rovna 571 MB.

Historie pevných disků určených pro osobní počítače je svázána se světoznámým modelem ST-506 firmy Seagate Technology z roku 1980. Jednalo se o první pevný disk průměru 5 1/4 palce s dvojnásobnou výškou oproti dnešnímu standardu. Zajímavé bylo, že ST-506 obsahoval pouze základní řídicí obvody, což znamenalo, že například pro přečtení

údajů z nějakého bloku se musely externě (v řadiči) vygenerovat požadavky na přesun hlavy do určené pozice s následným čekáním na chvíli, kdy se bude pod hlavou nacházet požadovaný blok. Celé řízení bylo zjednodušené tím, že se hlava posunovala pomocí krokového motorku (jeden krok=jedna stopa) a ne elektromagnetickým vychylováním, jak je tomu dnes. Krokový mechanismus může po několika letech provozu trochu změnit svoje parametry a disk přestane být spolehlivý. Kapacita ST-506 dosahovala 5 MB, způsob záznamu MFM. Později se rozhraní použité u ST-506 stalo standardem a pevné disky, které s ním byly kompatibilní, se mnohdy označovaly také jako MFM disky, i když ve skutečnosti mohly používat jiný způsob záznamu, například RLE kódy.

V roce 1983 byl na trh uveden model RO352, který obsahoval dvě plotny a měl kapacitu 10 MB. Zajímavé na tomto disku je jeho velikost, jednalo se o první disk s průměrem 3 1/2 palce, tj. stejnou šířkou a délkou, jakou mají i dnešní disky určené pro desktop počítače, výška však byla dvojnásobná (2 palce). Následoval velmi často používaný model ST-225, který se začal prodávat v roce 1984. Jak je z obrázku 14 patrné, i tento disk měl dvojnásobnou výšku, ovšem hlava již byla výkyvná a ne posuvná, jak tomu bylo u ST-506.



Obrázek 14 – ST-225

Další dvě vylepšení se objevila v roce 1988, kdy firma *Prairie Tek* vyrobila disk *Prairie Tek 220*, což byl pevný disk s kapacitou 20 MB (na svoji dobu tedy poměrně malou), ovšem jeho průměr byl pouze 2 1/2 palce. Právě od této chvíle se začaly rýsovat možnosti opravdu přenosných notebooků. Ve stejném roce firma *Conner* začala prodávat disk s průměrem 3 1/2 palce (desktop velikost), ovšem s výškou pouhého jednoho palce, což již vede k diskům, jejichž velikost je používána dodnes.

3.5.2 Současnost

Paměti pracující na magnetickém principu mají několik částí:

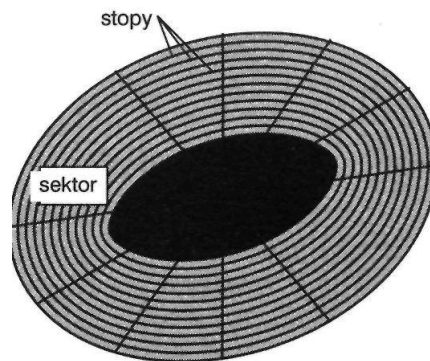
- médium, na němž jsou uložena data;
- magnetické hlavy pro vlastní zápis a čtení dat;
- mechaniku pohybující hlavami;

- motorek točící diskem;
- elektroniku disku řídící práci disku, umístěnou na plošném spoji na disku (v podstatě část řadiče);
- desku rozhraní (řadič), zajišťující připojení disku k základní desce, kde je vyveden také konektor pro připojení datového kabelu disku.

Datové médium pevného disku je složeno z tuhých kotoučů (plotna) umístěných v několika patrech nad sebou. Data se zapisují do magnetické vrstvy nanesené na každý jednotlivý kotouč. S magnetickým povrchem disků pracují magnetické čtecí/zápisové hlavy. Hlavy se u pevných disků nepohybují po povrchu disku, ale vznášejí se nad ním. Vznášení hlav zajišťuje aerodynamický vztlak vznikající nad roztočeným diskem. Protože hlavy plují nad diskem, nedochází ke tření mezi hlavou a diskem. Pevné disky tak vynikají vysokou trvanlivostí a spolehlivostí. Vzdálenost vznášejících se hlav nad diskem je několik mikrometrů. Drobné zrnko prachu by pak mohlo způsobit rýhu v disku a znehodnocení dat. Z tohoto důvodu jsou pevné disky uloženy ve vzduchotěsném pouzdře.

Při vypnutí disku zajistí mechanika magnetických hlav jejich přistání do vyhrazené parkovací oblasti. Tak je zajištěno to, že se hlava nikdy nedotkne datové oblasti a nezničí data. V minulosti se toto řešilo zaparkováním hlavy před vypnutím počítače programově.

Průměr pevného disku pro PC je 3,5", především pro notebooky se vyrábějí disky menších rozměrů, nejčastěji 2,5".



Obrázek 15 – Diskové médium rozdělené na stopy a sektory

Povrch disku představuje poměrně rozsáhlý prostor. Pokud operační systém požaduje od disku data, musí je na jeho povrchu vyhledat řadič. Ten tedy potřebuje znát přesnou geometrickou polohu zapsaných dat. Proto si povrch disku rozdělí na stopy (soustředné kružnice, viz obrázek 15), do kterých si údaje zapisuje. Každá stopa je navíc příčně rozdělena na sektory. Toto uspořádání nazýváme fyzickou organizací dat. Řadič si tedy musí rozdělit disk na stopy a sektory a ty si očíslovat. Proces, kterým se disk magneticky dělí, se jmenuje fyzické formátování. Při něm umístí řadič na začátek každé stopy a každého sektoru magnetickou značku (identifikátor). Každý řadič si tedy musí „nalinkovat“ svůj disk.

Poslání magnetických hlav je jasné – zapisují a čtou data. Nad každým povrchem „létá“ jedna hlava. Má-li pevný disk 5 kotoučů, může mít až 10 hlav (každý kotouč má 2 povrchy). Hlav však může být i méně, protože krajní kotouče nemusí mít nutně povrchy z obou stran. Všechny hlavy jsou umístěny na společném rameni. Pokud řadič posune hlavu číslo 3 (patřící třetímu povrchu) nad stopu 134, posunou se i hlavy nad ostatními kotouči nad stopu 134 „svého“ povrchu. Díky společnému rameni se tedy hlavy vždy vznášejí nad stejnou stopou všech povrchů. Stejným stopám na různých površích se říká cylindr. Velmi důležitý je přesný a rychlý polohovací mechanismus hlav. Pohyb hlavy nad příslušnou stopou totiž podstatně ovlivňuje rychlost práce celého disku.

Práce mechaniky hlav je založena na *vystavovací cívce* (anglicky voice coil). Průchod proudu cívkou způsobí vychýlení cívky úměrné velikosti proudu. Je zde využito zpětné vazby - hlavička čte svou polohu z disku (každá stopa a sektor mají své číslo) a na základě této informace řídicí elektronika přidá nebo ubere proud potřebný k vychýlení. Někdy slouží jedna strana některého kotouče jako „mapa“, ze které čte hlava příslušející tomuto povrchu čísla stop a sektorů, nad nimiž se vznáší ona (a zároveň všechny ostatní). Vystavovací cívka má ještě jednu výhodu – je totiž samoparkovací. Po náhlém výpadku napájení se hlavy vrací samovolně (díky pružince) do parkovací zóny. Krokový motorek vyžaduje k tomuto účelu zvláštní elektronické obvody. Zdokonalováním prochází i samotná hlava, která se rozdělila na čtecí a záznamovou. Zatímco záznamová hlava pracuje stále na induktivním principu, byla pro čtecí hlavu vyvinuta nová technologie MR (firma IBM). Hlava MR čte data jako sled změn odporů vyvolaných rozdílnou orientací magnetického pole. Nový způsob čtení dat je rychlejší než původní induktivní metoda. Jeho další výhodou je nepatrná velikost čtecí hlavičky, která dovoluje velkou přesnost vystavení. Tím se zabrání tomu, aby data uložená v sousední stopě rušivě ovlivňovala daný signál. Vylepšení technologie MR vzniklo v roce 1997 a nazývá se GMR. Díky použití GMR hlav může být dosaženo hustoty záznamu informací na pevném disku, jež dosahuje hodnoty až 10 Gb na čtvereční palec, což zhruba odpovídá 15 Mb na čtvereční milimetr. To je hodnota čtyřikrát vyšší, než v případě magnetorezistivních hlav. GMR hlavy se již několik let úspěšně používají, o čemž ostatně svědčí i parametry některých pevných disků.



Obrázek 16 – Vnitřek pevného disku

U pevných disků rozlišujeme řadu parametrů, resp. technologií ovlivňujících jejich funkci.

Technologie *teplotní kalibrace* byla zavedena u velkokapacitních disků s velkou hustotou stop, kde je nutné umístit hlavy nad stopy s velkou přesností. Během práce se však disk ohřeje a vystavování hlaviček by vlivem teplotních dilatací nebylo přesné. Proto disk pravidelně kontroluje polohu hlavičky nad stopou a provádí případné korekce její polohy. Pro praktickou činnost je důležité, že během kalibrace dojde ke krátkodobému přerušení práce disku. To může způsobit problémy při některých speciálních činnostech, například krátkodobý výpadek disku zaviní neúspěch zápisu na zapisovatelná CD. Novější disky již umějí provádět teplotní kalibraci za provozu, a zajistí tak kontinuální proud dat.

Přístupová doba

Vyjadřuje rychlost, s níž disk vyhledává data. Je součtem dvou časů: doby vystavení a doby čekání. Její hodnota se pohybuje pod 10 ms. Disk je o dva řády pomalejší než operační paměť (její vybavovací doby jsou okolo 10 ns). Tento fakt je vyvolán mechanickými díly disku (operační paměť je pouze elektronická).

Doba vystavení

Je časem nutným k pohybu hlav nad určitou stopu. Hlavy většinou „přelétávají“ pouze několik stop (málokdy celý disk), a tak je doba vystavení definována jako jedna třetina času potřebného pro pohyb přes celý disk. U moderních disků se pohybuje mezi 2 - 4 ms. Výrobci pevných disků se přirozeně snaží dobu vystavení minimalizovat. Proto zápis (a následné čtení) probíhají po cylindrech, nikoli po stopách. Jestliže se například daty zaplní 759. stopa prvního povrchu, bude zápis pokračovat v 759. stopě povrchu dva - doba vystavení pak bude nulová.

Doba čekání

I když hlava je vystavena nad správnou stopu, nemůže ještě začít se čtením. Musí totiž počkat, až se pod ni dotočí ten sektor, v němž se má se čtením dat začít. Doba čekání záleží na náhodě, ale jako technická hodnota se uvažuje jedna polovina otáčky disku. Rovněž dobu čekání chtějí výrobci snižovat. Cesta k tomu je jasná - zvýšit otáčky disku. Dlouho používané otáčky 3 600 za minutu jsou minulostí. Dnes se disky točí vyššími rychlostmi, jak ukazuje tabulka 7.

Tabulka 7 – Vliv otáček na přístupovou dobu

Otáčky, ot · min ⁻¹	Doba jedné otáčky, ms	Typické použití
3 600	16,66	Compact flash disky
3 800	15,79	starší pevné disky 2,5"
4 000	15,00	starší pevné disky 2,5"
4 200	14,26	pevné disky 2,5"
4 500	13,33	starší pevné disky 3,5"
4 900	12,25	pevné disky 2,5"
5 400	11,11	levné pevné disky 3,5"
7 200	8,33	rychlé pevné disky 3,5"
10 000	6,00	velmi rychlé pevné disky 3,5"
15 000	4,00	nejrychlejší pevné disky 3,5"

Otáčky mají přímou spojitost s produkcí nežádoucího tepla. Čím vyšší otáčky pevný disk má, tím větší je produkce tepla a tím větší je nutnost jej chladit. Disky s otáčkami 10 000 za minutu a vyššími je nutné chladit pomocí přídavného chladiče.

Prokládání

Bylo další metodou zkrácení doby čekání (viz tabulka 8). Při čtení se přečtou data z jednoho sektoru, musí se odeslat přes řadič a BIOS operačnímu systému, který je dále předá aplikačnímu programu. Ten informace zpracuje a požádá operační systém o nové údaje. Operační systém se obrátí na BIOS a řadič, který zorganizuje načtení dalšího sektoru. Mezitím se však disk pod hlavou pootočí a ta již nestihne začátek následujícího sektoru. Musí tedy počkat (téměř celou otáčku), až se pod ni sektor opět dostane. Takové čekání může disk značně zpomalit. Proto bylo zavedeno prokládání, které ukládá data přes sektory. Obrázek ukazuje prokládání 1:2, při zápisu se data uloží do logických sektorů - následující údaje budou zapsány s vynecháním jednoho sektoru. Během zpětného čtení dat tak bude dostatek času na zpracování přečtených údajů. Hodnota prokládání se postupně snižovala z původních 1:6 až na dnešní 1:1 (tj. fyzický a logický sektor jsou stejné).

Tabulka 8 – Prokládání

Fyzický sektor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Logický sektor	0	9	1	10	2	11	3	12	4	13	5	14	6	15	7	16	8

Paměť cache

Stejně jako mikroprocesory, i pevné disky používají vyrovnávací paměť. Do ní se načítají data z disku a odtud se pak přenášejí na sběrnici. Cache podstatně zrychluje práci, a tak ji najdeme na každém disku. Dnešní disky pracují s vyrovnávací pamětí o velikosti 2 MB - 16 MB. Standardní velikostí je 8 MB, ale opět platí: čím větší cache, tím lépe.

Kapacita disku

Je určitě nejdůležitějším parametrem disku. Dnešní pevné 3,5" disky se s kapacitou pohybují od 300 GB až do 2 TB.

Hustota záznamu

Každý bit je představován miniaturním dipólem zapsaným do magnetického povrchu disku. Úkolem je tedy miniaturizovat dipóly, vytvářet stále jemnější magnetické struktury s možností vyšší hustoty zápisu dat. Dříve používaná technologie, kdy se na povrch kotoučů nanášela vrstva oxidů, byla nahrazena vrstvou tenkého filmu. Dokonalejší povrch filmu umožňuje menší vzdálenost hlavy nad diskem, což znamená potřebu menšího magnetického pole, ta dovoluje použití menších dipólů a větší hustotu stop.

Kódování dat

Při čtení dipóly (představující jednotlivé bity) rotují pod magnetickou hlavou a vyvolávají v ní elektrické napětí. Podle induktivního zákona může být napětí vyvoláno pouze změnami magnetického toku (v našem případě rozdílnými sousedními magnetickými dipóly ve stopě disku). Pokud ovšem po sobě následuje několik stejných bitů, například 10000111, stojí řadič (který napětí z hlavy „odebírání“) před problémem, jak od sebe stejné bity oddělit (musí vědět, kolik 0 jde za sebou). To by se dalo vyřešit tak, že by se každý bit oddělil speciálním impulsem. Je jasné, že by tak výrazně vzrostl počet impulsů (tj. dipólů) potřebných k zápisu jednoho bajtu a následně by poklesla kapacita disku. Proto byly vyvinuty algoritmy úspornějšího zápisu na disk.

*MF*M vymezuje datovému signálu přesnou délku. Podle času trvání stejného magnetického toku řadič rozpozná počet shodných bitů. Dnes je tato metoda používána pouze u disket.

RLL je často používanou metodou. Řadič si přepočítá ukládanou posloupnost na novou kombinaci 0 a 1. Ukládané číslo je přeměněno tak, že se v něm nevyskytnou „nečitelné“ sledy 0 a 1. V porovnání s *MF*M potřebuje RLL pro uložení stejné informace jen asi jednu třetinu kapacity disku.

PRML přináší další zvýšení hustoty ukládaných dat. Čtené impulsy se zpracovávají digitálním signálovým procesorem – DSP. Ten přesně ví, jak má vypadat sled signálů vyvolaný hustě ležícími dipóly, dokonce dokáže dopočítat i chybějící údaj. Výsledné resumé je jasné - PRML rozezná více dipólů na malé ploše, což vede ke zvýšení kapacity disku.

Spolehlivost disku

MTBF se snaží vystihnout poruchovost disku. Je výsledkem simulovaného „umělého stárnutí“ a statistických pravděpodobnostních výpočtů. Výsledné hodnoty vycházejí ve statisících hodin, např. pro disky Barracuda uvádí jejich výrobce – firma

Seagate MTBF – 1 000 000 hodin. Doba mezi dvěma poruchami takové paměti pak bude 117 let.

MTBF je jistě důležitým indikátorem spolehlivosti, ale je nutné si uvědomit jeho statistickou podstatu. Ta nezaručuje, že se disk 117 let nerozbije. Klidně se může rozbít v prvním měsíci provozu, ale pak se s velkou pravděpodobností porouchá až za 117 let.

Manipulace s diskem

Protože pevné disky obsahují pohyblivé mechanické součásti, jsou náchylnější k poruchám než jiné součásti počítače. Zvláště s běžícími disky je třeba zacházet velmi opatrně. Při mechanickém rázu (impulsu síly) se může čtecí hlava dotknout povrchu plotny, jejíž záznamová vrstva je velice citlivá na mechanické poškození a proto se poškozená oblast stane nečitelnou a data či celý disk jsou zničena. Částečnou ochranou proti nárazu hlaviček do povrchu disku je parkování čtecích hlav. Při vypnutí disku se automaticky uloží hlavy mimo datovou oblast. Dnes se hlavy parkují na plastové lyžiny a tak díky tomu nedochází ke kontaktu s plotnou. Hlavně 2,5" disky umí zjistit, jestli nedošlo k rychlému pohybu (přes pohybové čidlo) a tak se snaží rychle posunout čtecí hlavy do parkovací polohy.

Rozhraní

Pro připojení pevných disků k počítači jsou používána různá rozhraní. V osobních počítačích bývalo nejrozšířenějším rozhraní ATA (též PATA). ATA rozhraní je relativně jednoduché a tedy i levné. ATA rozhraní má maximální teoretickou přenosovou rychlost okolo $1 \text{ Gb} \cdot \text{s}^{-1} = 133 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$ (prakticky zhruba poloviční). Při připojení jednoho disku je rychlost dostačující, protože pevný disk dokáže pracovat s datovým tokem až $640 \text{ Mb} \cdot \text{s}^{-1} = 80 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Na jeden ATA kabel je ovšem možné připojit dva disky, takže se rychlost ATA rozhraní stává úzkým místem.

Sériové rozhraní SATA je nástupcem klasického PATA rozhraní. Výhodou SATA je o něco vyšší rychlost; vyšší inteligence řadiče, umožňující optimalizaci datových přenosů NCQ; možnost připojování disků za chodu systému a menší rozměry kabelů, které nebrání toku vzduchu ve skříni a tedy zlepšují chlazení počítačů. Z hlediska operačního systému je řízení disků pomocí tohoto rozhraní shodné s paralelní ATA.

Pro dosažení vyššího výkonu (především počtu operací za sekundu) se používá rozhraní SCSI. Na jedno rozhraní (resp. kabel) je možné připojit více periférií. SCSI navíc podporuje periférie různých typů. Max. délka propojujícího kabelu je u SCSI obecně větší než u standardu ATA/IDE. SCSI rozhraní je mnohem sofistikovanější než ATA/IDE, což samozřejmě znamená vyšší cenu jak řadičů v počítači tak i samotných pevných disků a proto je používáno zejména u serverů a pracovních stanic.

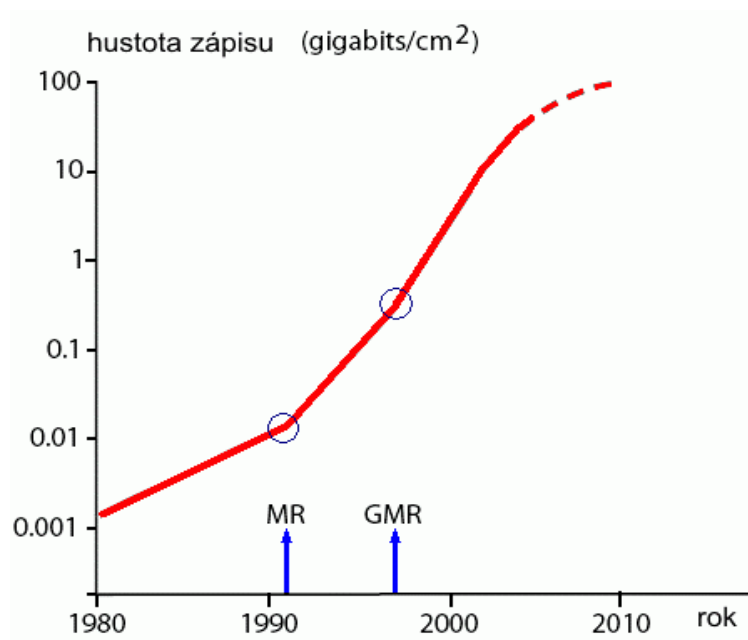
Kromě SCSI se používá též rozhraní Fiber Channel, který používá pro propojení počítačovou síť. Pro externí disky (viz obrázek 17) se používají rozhraní USB či FireWire (IEEE 1394) a od roku 2004 i eSATA.



Obrázek 17 – Externí HDD s USB rozhraním

3.5.3 Budoucnost

Popíšeme si technologie, pomocí nichž pravděpodobně bude možné zvyšovat hustotu zápisu, neboť právě ta do značné míry určuje i další parametry pevných disků, například i jejich cenu, velikost či spotřebu. Zvýšení informační hustoty například vedlo ke snížení počtu rotujících ploten z původních velmi vysokých hodnot (50 ploten u *RAMACu*) až na plotny dvě či dokonce pouze jednu; současně se jejich průměr zmenšil z 24 palců na 2,5 palce, 1,8 palce či dokonce na pouhý jeden palec.



Obrázek 18 – Postupný růst hustoty zápisu informací na pevných discích.

HAMR technologie slouží k překonání (obejití) takzvaného *supermagnetického limitu*. Tímto názvem je označována situace, kdy jsou kvůli nárůstu hustoty záznamu

datové bity (resp. plošky na feromagnetické vrstvě napařené na disku, do kterých jsou bity zapisovány) tak malé, že by mohly být magneticky nestabilní. Možným řešením tohoto problému by bylo použití stabilnějších médií vyrobených z jiných slitin. Ovšem dnešní magnetické hlavy na tyto materiály nedokáží informace zapisovat, protože je zapotřebí vytvořit příliš silné magnetické pole. Zde nastupuje technologie *HAMR*, ve které se místo na disku, do kterého se má informace zapsat, zahřeje laserovým paprskem, jelikož při vyšší teplotě média je zápis snazší (resp. je potřeba méně energie). Ochlazením se pak záznam stabilizuje. Teoreticky lze tímto způsobem dosáhnout hustoty záznamu přesahující 50 Tb na čtvereční palec.

V současnosti se také začíná ve stále větší míře používat technologie označovaná zkratkou AFC. Na povrchu disku jsou vytvořeny celkem tři vrstvy, z nichž dvě jsou magnetické (feromagnetické, může se jednat i o běžnou slitinu železa a niklu), přičemž mezi nimi leží prostřední vrstva, která je tvořena rutheniem. Právě tato prostřední vrstva způsobuje vzájemné ovlivnění krajních magnetických vrstev v opačném směru magnetizace. Tím je umožněn zápis bitových informací do hloubky, což vede ke zvýšení hustoty záznamu.

Další technologické vylepšení se týká složení povrchu disku. V minulosti měly první pevné disky na svém povrchu nanosenou tenkou vrstvu oxidu železitého. Tento materiál se používal poměrně dlouho, ovšem s nástupem miniaturních pevných disků s velkou kapacitou a velkými otáčkami, jejichž hlavy se značně přiblížily k jeho povrchu, bylo nutné zajistit, aby povrch nebyl poškozen při případném střetu hlavičky s diskem a na druhou stranu aby nebyla poškozena ani samotná hlava. Příliš tvrdý povrch sice ochrání disk, ale poškodí hlavu a naopak. Výsledkem snah o disk s co největší odolností proti trvalým chybám, které by při střetu hlavy s povrchem disku mohly nastat, je povrch vytvořený z několika na sebe nanesených vrstev. Data jsou uložena na vrstvě o tloušťce přibližně 30 nanometrů (vrstvy uložené níže jsou nosné a poměrně nezajímavé). Na této vrstvě je nanosená vrstvička uhlíku, která má některé vlastnosti diamantu, především značnou tvrdost. Nad touto vrstvou, která je sice tvrdá ale současně málo elastická, se nachází poslední vrstva o tloušťce cca jeden nanometr umožňující hladké sklouznutí hlavy po povrchu disku jak při nárazu, tak i při rozjezdu či naopak zastavení rotace (některé pevné disky totiž nemusí hlavy parkovat na jeho okraji, ale dokážou je bez chyby nechat „přistát“ v jakékoli poloze). Materiál samotné plotny pevného disku je různý. Dříve se používal hliník, později například sklo. Důležité je především zachovat podobnou teplotní roztažnost všech vrstev nanesených na plotně, aby nedocházelo k přílišným tahům či naopak tlakům při změně teploty – vysokootáčkové pevné disky se totiž dokážou značně zahřívat, zejména ve špatně větraných skříních a rámečcích.

4 SSD

4.1 Pevný disk

SSD je typ datového média, které ukládá data na flash paměť. SSD disk (viz obrázek 19) někdy používá místo paměti flash paměť typu SRAM nebo DRAM. Na rozdíl od klasických pevných disků neobsahuje pohyblivé mechanické části a má mnohem nižší spotřebu elektrické energie. SSD disk emuluje rozhraní používané pro pevné disky (typicky SATA), aby je mohl snadno nahradit. SSD má perspektivu nahradit současné pevné disky s magnetickou indukcí. Ovšem tato technologie má své výhody a nevýhody.



Obrázek 19 – SSD disk uvnitř i zvenku

Výhody

Díky tomu, že SSD nemají mechanické pohyblivé části, vykazují nižší spotřebu, mají nižší čas na alokaci dat (u klasických disků spotřebovaný na přesunutí čtecích/zápisových hlaviček), dosahují vyšších přenosových rychlostí, jsou nehlukné atd. Taktéž jsou znatelně lehčí, což je s nižší spotřebou (typicky 2 W při plném provozu a zhruba 1/10 ve standby režimu) předurčuje k použití do notebooků, netbooků, PDA a podobných zařízeních, kde spotřeba hraje velkou roli. Kromě toho nejsou tak náchylné na nárazy a otřesy jako mechanické disky.

Rozdíly v času potřebném pro vybavení dat (mikrosekundy v porovnání s milisekundami u pevných disků) a rychlostmi čtení jsou proti pevným diskům výrazné, takže se SSD disky používají i pro specifické zvýšení výkonu počítačového systému.

Nevýhody

SSD disky však trpí i mnoha problémy, které jsou dány jejich konstrukcí. Flash paměti mají omezenou životnost maximálním počtem zápisů do stejného místa, který je

výrazně nižší, než u klasických pevných disků (udáváno kolem 100 000 zápisů). Podle typu použitých čipů se dosahuje vyšší ceny i životnosti nebo nižší ceny a kratší životnosti.

Operační systémy k SSD obvykle přistupují jako k normálním pevným diskům a tak dochází k degradaci jejich výkonu (např. Microsoft Windows). Také optimalizace zabudované v ovladačích operačního systému, které počítají se sekvenčním zápisem na pevné disky, působí u SSD disků na jejich výkon negativně. Snížení výkonu se projevuje zejména při operacích zápisu, kdy kvůli jednomu zápisu musí proběhnout několik čtení a následně ještě mazání. Jiné operační systémy (např. Linux), jsou na tom mnohem lépe, pro tento typ paměti mají speciální souborové systémy, které mohou tyto nedostatky odstranit, avšak pak je nutné hardwarové emulační rozhraní vypínat. Do budoucna se předpokládá vznik objektově orientovaných souborových systémů, které odstraní problémy s emulační vrstvou.

4.2 Paměťové karty

Paměťová karta (viz obrázek 20) je elektronické zařízení, sloužící k ukládání dat. Používá se v digitálních fotoaparátech, PDA, laptotech, mobilních telefonech, přehrávačích, video hrách a jiných elektronických zařízeních. Obvykle je založena na paměti typu flash EEPROM. Je to malé, kompaktní zařízení s relativně vysokou kapacitou, je odolné vůči magnetickým a elektrickým polím. Paměťové karty byly navrženy jako náhrada pevného disku pro zařízení, ve kterých se disky nemohly použít (např. kvůli rozměrům nebo vibracím).



Obrázek 20 – Paměťové karty

Prvním pokusem bylo zavedení PCMCIA paměťové karty pro notebooky v 90. letech minulého století. Zvětšení kapacit paměťových flash modulů a snížení jejich cen vedlo k masivnímu rozšíření karet. Tak jako v jiných oborech, i zde začal boj

o standardy, což vedlo k vytvoření velkého počtu různých typů karet od různých výrobců. Snaha vytvořit standard se neshledala s úspěchem a výsledkem byly desítky typů paměťových karet se stejnými nebo podobnými kapacitami a výkony.

V roce 2001 obsadila malá karta SM více než polovinu trhu s paměťovými kartami, a paměť CF zase ovládla trh s kartami pro fotoaparáty. S rozvojem doplňkových funkcí v mobilních telefonech přišly i nové generace paměťových karet s menšími rozměry a se sníženým napájecím napětím na 3,3 V. Velcí výrobci elektroniky přišli s vlastními formami karet (a jejich výrobky podporují výhradně vlastní karty). Tím se trh rozšířil.

V současnosti jsou základem trhu čtyři typy karet: SD, MMC, CF a také Sony MS. Některé karty se staly populárnějšími, a tak je dnes neoficiálním standardem karta SD s modifikacemi pro téměř všechna elektronická zařízení, využívající tyto technologie.

Dnešním trendem je miniaturizace. Mnohé karty dodávají výrobci v modifikacích s malými rozměry. Elektronická podstata karet zůstává stejná, mění se pouze pouzdro. (Např. SD - miniSD - microSD). Hlavním důvodem je rozvoj mobilních telefonů, které se z původního zařízení na telefonování přeměnily v krátkém čase na hybrid, který umožňuje také fotografování, filmování, přehrávání hudby, rádia, přístup na internet, hraní her, přenášení údajů s možností vytvoření lokálních sítí (bluetooth, wifi). To vyžaduje přenosné paměťové médium, kterým je právě paměťová karta. Spousta telefonů má mimo zabudované vnitřní paměti také sloty pro paměťové karty typu mini a mikro SD.

Dalším trendem je exponenciálně zvyšující se kapacita karet. Z počátku byly karty dodávány řádově v MB, dnes je jejich nejmenší kapacita 1 GB a dají se koupit karty až do 32 GB. Souvisí to s komerční úspěšností karet jako záznamového média, a tím s jejich implementací do dalších a dalších elektronických zařízení. Snaha je, aby bylo možné používat karty pro záznam obrazu (i v HD kvalitě), čímž vytlačí všechna ostatní, k tomuto účelu používaná záznamová média z trhu. Je reálná možnost, že při dalším poklesu cen zaútočí i na CD a DVD média a hudba a filmy se budou distribuovat na kartách.

4.2.1 SD karty

SD karty používají jako paměťové médium flash a byly vytvořeny na základě formátu MMC, ale oproti tomuto staršímu formátu jsou silnější. DRM je přítomno, ale málo se používá. SD karty mají nejčastěji rozměry 32 x 24 x 2,1 mm, ale mohou být i tenčí – 1,4 mm jako MMC karty. Tyto karty na rozdíl od MMC mají malý postranní vypínač na ochranu proti nechtěnému zápisu. Pokud je nastaven na LOCK, nelze na kartu nic ukládat ani uložená data jakkoliv měnit, pokud je nastaven na OPEN, lze na kartu libovolně zapisovat a měnit uložená data.



Obrázek 21 – Paměťová karta SDHC, class 4

SDHC (viz obrázek 21) je nástupnickou technologií výroby karet SD. Mezi klíčová pozitiva se řadí především možnost výroby paměťových karet kapacit nad 2 GB (s teoretickým maximem až 2048 GB), limit předchozí technologie SD je 2 GB. Naopak negativem SDHC je absence zpětné kompatibility se staršími čtečkami SD karet. Nové SD čtečky a zařízení (fotoaparáty, hudební přehrávače, atd.) s podporou SDHC jsou již zpětně kompatibilní v tom smyslu, že dokáží číst / zapisovat i na všechny starší SD karty. Dnešní kapacity těchto karet dosahují až 32 GB. U SDHC karet se nově zavádí označení minimální rychlosti zápisu podle tříd, které je uvedeno pod logem SDHC. Označení třídy odpovídá přenosové rychlosti v $\text{MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Celková rychlost přenosu závisí na kartě v kombinaci se čtečkou. Každá kombinace karty a čtečky dává jiné výsledky. Čím starší anebo univerzálnější USB čtečka, tím horší výsledky. Teoretické (dosud nedosažené) maximum rychlosti do PC je limit USB 2.0 HiSpeed $50 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Panasonic (jeden z iniciátorů SD formátu) ohlásil, že vyvine čtečku s přenosem $40 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$.

SDXC je již třetí vylepšenou technologií výroby karet SD. Hlavním přínosem má být výroba až 2TB karet. Úplně první kartu SDXC na světě vyrobila firma Pretec v první polovině roku 2009. Sériová výroba SDXC začala v polovině prosince 2009. K dispozici je sériově vyráběná SDXC 64GB karta, kterou nabízí společnost Toshiba. Stejně kapacity by měly dosahovat i karty SDXC micro, které jsou určeny pro malé mobilní zařízení. Přenosová kapacita tohoto standardu by měla dosahovat až $300 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Reálně jsou dosahovány rychlosti okolo $60 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$ pro čtení a do $35 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$ pro zápis.

4.2.2 MMC karty

MMC (obrázek 22) je standard paměťové karty s technologií paměti flash. Vyvinuta byla v roce 1997 firmami Siemens AG a SanDisk. Je založena na patentu firmy Toshiba (paměť NAND), čímž je dosažena její menší velikost, než u systémů založených na pamětech NOR firmy Intel (CF). MMC má tyto rozměry: $24 \text{ mm} \times 32 \text{ mm} \times 1,4 \text{ mm}$. MMC používá 1 bitové sériové rozhraní, novější verze používají 4 nebo dokonce 8 bitová rozhraní. Dnes se prodávají kompatibilní karty se standardem MMC do velikosti 2 GB.



Obrázek 22 – MMC karta

4.2.3 CF karty

Jako záznamové médium používá flash paměť ve standardizovaném pouzdru. Poprvé bylo specifikováno a vyrobeno společností SanDisk Corporation v roce 1994. Fyzický formát je dnes používán pro mnoho zařízení. Existují dva typy CF karet: Type I (tloušťka 3,3 mm) a trochu tlustší Type II (5 mm). Disk IBM Microdrive rozměrem odpovídá CF Type II. Jako rozhraní bylo zvoleno klasické IDE. Rychlostní specifikace CF postupně přidávají nové přenosové režimy ATA, poslední specifikace CF 4.0 podporuje režim Ultra-DMA 5. Kapacitní a rychlostní omezení CF odpovídají použitému ATA režimu, v současnosti existují karty s kapacitou až 64 GB.



Obrázek 23 – CF karta

Dnes se CF karty používají v profesionálních digitálních fotoaparátech a kamerách nebo místo pevných disků v průmyslových počítačích nebo počítačích s nízkou spotřebou. Jako flash paměť s vhodným rozhraním poskytují alternativu k SSD, které se zatím vyrábějí s relativně vysokou kapacitou a cenou. Je k tomu potřeba redukce CF-IDE, která neobsahuje žádnou přidanou elektroniku (popř. CF-SATA, kde je přítomen PATA-SATA můstek). Firma Addonics vyrábí RAID řadič pro 4 CF karty. Díky absenci rotačního zpoždění klasických magnetických disků toto řešení může výrazně urychlit některé úlohy na PC.

4.2.4 MS karty

MS je paměťová karta uvedená na trh firmou Sony v roce 1998. Původní karty měly kapacitu do 128 MB nebo v případě MSS, kde byly použity dvě paměťové banky v jedné kartě, do 256 MB. Vylepšená verze MSP zvětšila přenosovou rychlost a kapacitu,

u verze MSD se zmenšily rozměry karty (existuje i Pro Duo verze). Zatím poslední uvedená verze karty je miniaturní M2. MS karty se prodávají až do kapacity 8 GB.



Obrázek 24 – MSP karta

4.3 USB flash disk

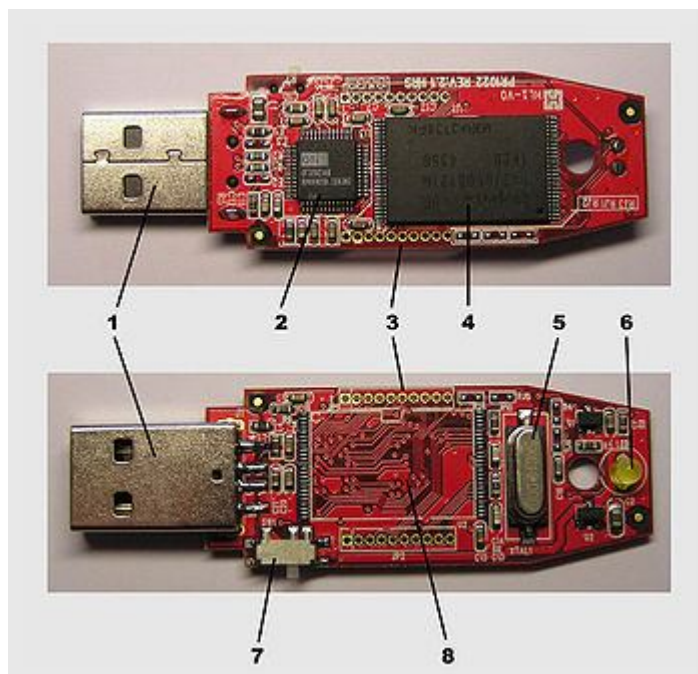
USB flash disk (viz obrázek 25), někdy též USB flash paměť, je paměťové zařízení, používané převážně jako náhrada diskety. Většinou má podobu klíčenky a je vybaveno pamětí typu flash, která umožňuje uchování dat i při odpojení napájení. Data se do disku nahrávají přes sběrnici USB, odtud název.



Obrázek 25 – USB flash disk

S komerční výrobou flash disků přišly v roce 2000 firmy IBM a Trek Technology. První disky od IBM měly kapacitu 8 MB, což ve své době pětinašobně překročilo kapacitu běžné diskety. Tyto disky se na trhu objevily 15. prosince 2000. Moderní flash disky pracují s rozhraním USB 2.0, ale nedosahují jeho plné propustnosti $480 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$ ($60 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$). Je to dáno technologií NAND paměti. Typické přenosové rychlosti tedy jsou kolem $6 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$, ty se hlavně liší podle použitých čipů. Průměr je $1,5 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$ až

$60 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$, běžně se pohybuje rychlost do $30 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Nejvyšší současné přenosové rychlosti se pohybují od 15 do $60 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Starší zařízení jsou limitována maximální rychlostí kolem $1 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$. Kapacita dnešních disků se pohybuje od 1 GB do 256 GB .



Obrázek 26 – Struktura USB disku

Struktura USB disku:

(viz obrázek 26)

1. USB konektor samec;
2. Čip pro komunikaci s PC;
3. Testovací kontakty;
4. Flash paměť;
5. Krystalový oscilátor;
6. LED;
7. Zámek;
8. Místo pro další paměťový modul.

Flash disky jsou na trhu k dostání ve velkém množství provedení. Nejčastěji to jsou jednoduché tvary z plastu, gumy nebo kovu. Jiné lze implementovat do věcí denní potřeby jako například pera, hodinky či kapesní nože. U těchto variant bývá častý problém se zapojováním do PC, protože USB porty jsou většinou navzájem velmi blízko. Tento problém musí být řešen použitím USB rozbočovače nebo prodlužovacím kabelem.

Pouzdra některých disků jsou uzpůsobena do extrémních podmínek tak, že vydrží hluboký mráz, vysokou teplotu i tlak (např. přejetí automobilem).

Použití těchto USB disků je vzhledem k mobilitě a kapacitě velmi rozsáhlé, například: přenos osobních dokumentů; zálohování; ukládání hudby nebo filmů a v neposlední řadě i bootování OS. Těmto bootovacím diskům se říká Live USB.

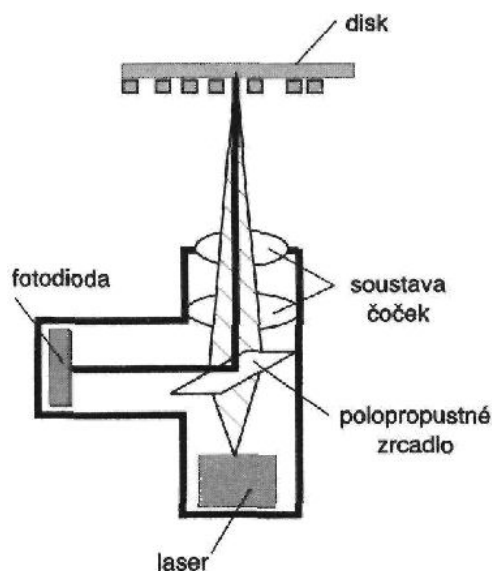
Nevýhodou USB flash disků je omezený počet přepisů (v řádu stovek tisíc), dále staršími OS nejsou podporovány (u některých OS však jsou k dispozici ovladače).

Mezi klady tohoto média patří kompaktnost, odolnost proti poškození, vyšší kapacita než CD a DVD, malá spotřeba energie a ve všech novějších OS je zabudována podpora *Plug and Play*.

5 Optická média

5.1 CD

CD je optický disk určený pro ukládání digitálních dat. První CD bylo možné zakoupit v obchodech v roce 1982. Standardní CD má průměr 120 mm s 15mm otvorem uprostřed. Tloušťka je 1,2 mm. Na rozdíl od pevných disků, které mají soustředné kruhové stopy rozdělené do sektorů, má CD jedinou spirálovitou stopu (stejně jako gramofonová deska). Ta začíná uprostřed disku a odvíjí se směrem ven. Téměř 5 km dlouhá stopa je rozčleněna na stejně dlouhé sektory neboli bloky. Informace jsou v blocích stopy ve formě malých prohlubní nestejně délky, zvaných pity. Ty jsou proloženy rovnými oblastmi – poli. Laserový paprsek z čtecí hlavy CD-ROM prochází polopropustným zrcadlem a přes soustavu čoček dopadá na disk (viz obrázek 27). Pole odrážejí paprsek zpět, kdežto pity jej rozptylují. Odražené světlo prochází čočkami a je zrcátkem přeměřováno na fotodiodu. Ta převede světlo na elektrické impulsy, dále zpracované v řadiči disku.



Obrázek 27 – Čtení ze CD

5.1.1 Kapacita CD

Kapacita je uváděna v MB a z historického hlediska, kdy datová CD byla odvozena od hudebních, i v minutách (tabulka 9).

Tabulka 9 – Kapacita CD

Délka, min	Kapacita, MB	Rozměr, mm	Poznámka
74 – 99	650 – 870	120	Standardní velikost
21 – 24	185 – 210	80	Mini CD
6	10 – 65	85x54, 86x64	Byznys velikost

5.1.2 Standardy CD

Technologie zápisu laserovým paprskem existuje už dlouhou dobu. Postupně bylo vyvinuto více formátů definujících pravidla pro zápis. Normy CD byly publikovány v knihách s barevnou vazbou a po těchto barvách jsou také pojmenovány.

Red Book je první normou společně vypracovanou firmami Sony a Philips. Definuje tzv. audio-CD nebo také CD-DA, je tedy zaměřena na popis záznamu zvuku. Rychlost práce disku stanovila Red book na $150 \text{ KB} \cdot \text{s}^{-1}$.

Yellow Book vychází z první, „červené“ normy, zaměřila se však na záznam počítačových dat. Protože má správnost dat zásadní význam, byla „žlutá“ definice doplněna o korekci chyb při záznamu dat. Díky tomu je pravděpodobnost přečtení chybného údaje jedna k miliardě. Přenosová rychlost zůstala původních $150 \text{ KB} \cdot \text{s}^{-1}$, což se brzy ukázalo jako slabé místo celého systému. Pro startování programů z CD nebo přehrávání sekvencí AVI byla přenosová rychlost červené knihy pomalá. Proto výrobci CD-ROM začali vyvíjet mechaniky s vyšší a vyšší rychlostí. Aby se zachovala zpětná kompatibilita, tj. aby bylo možné i nadále přehrávat hudební kompakty, museli se výrobci postarat o to, že se jednotky při přehrávání audio CD automaticky přizpůsobují rychlosti $150 \text{ KB} \cdot \text{s}^{-1}$.

Žlutá kniha přinesla i dvě varianty týkající se korekce chyb:

- Mód 1 je výše popsaným řešením používajícím korekci chyb.
- Mód 2 opravu chyb nepoužívá. Kód pro opravu chyb je uložen na konci každého datového sektoru (i CD používají ukládání dat do sektorů). Pokud se samo-opravný režim nepoužije, může se datový sektor prodloužit o část, v níž byla uložena korekce chyb. Výsledkem je větší celková kapacita disku (datové sektory jsou delší).

CD-ROM/XA je modifikací standardu Yellow book - Mód 2 vznikla norma CD-ROM/XA, kterou definovaly společnosti Sony, Philips a Microsoft. Reagovaly tím na potřebu pohodlně míchat na jednom CD programová, zvuková a obrazová data. Tento standard má tedy význam především pro multimediální aplikace.

Zatímco se u běžných nosičů CD-ROM (s výjimkou souborů AVI) mohla nahrávat audio a video data pouze za sebou, a tudíž obraz a zvuk nemohly být čteny z CD současně, CD-ROM/XA tuto možnost poskytuje. Používají se zde speciální zaznamenávací mechanismy, které umožňují synchronní prezentaci obrazu a zvuků, přestože jsou data uložena v oddělených obrazových a zvukových souborech. (U sekvencí AVI se spojují obrazové a zvukové informace před nahráním do datového pásma (společného souboru), čímž je zajištěno synchronní přehrávání).

Standard XA se skládá také ze dvou formátů:

- Formát 1 přichází v úvahu pouze tehdy, jde-li o zaznamenávání programů. Používá samoopravný kód a je podobný specifikaci Módu 1 Žluté knihy.
- Formát 2 opravu dat nemá a s jeho pomocí se zapisují audio a video data. U těch nezáleží tolik na tom, aby data byla skutečně bez chyby. Důležité je, aby u obrazových a zvukových informací nevznikaly žádné pauzy, které lidské oko nebo ucho začne velmi rychle vnímat jako chybu barvy nebo zvuku.

Green book je formát vyvinutý firmou Philips, který používá stejný formát sektorů jako CD-ROM/XA (vychází opět ze Žluté knihy varianty 2), navíc ale obsahuje video sekvence kódované pomocí MPEG. CD-I nabízí řadu interaktivních operací, např. přepínání z jednoho běžícího filmu do jiného. Čisté přehrávače CD-I jsou provozovány nezávisle na PC a většinou se připojují přímo k televizoru. Většina nových počítačových mechanik CD tento standard podporuje.

Orange book se pokusila podnítit vzestup CD-produktů a CD-rekordérů. Popisuje formát pro zapisovatelná CD. Zápis může probíhat postupně v několika záznamech – multisession, nebo najednou – single session, kde se všechna data vypálí na disk v nepřerušované sekvenci.

White book byla zavedena společnostmi Philips a JVC. Je určena především k přehrávání filmů, v podstatě je konkurentem videa. Je postavena na kódování MPEG. Audiosignál má téměř plnou kvalitu CD, zatímco obraz videa MPEG o velikosti 352 x 288 bodů při 25 obrazech za sekundu je svou kvalitou na úrovni velmi dobrého videorekordéru VHS. U NTSC se systémově velikost mění na 352 x 240 bodů při 30 obrázcích za vteřinu. Při délce kolem 73 minut jsou však na celovečerní hraný film potřeba ještě stále dva kompaktní disky.

Blue book kombinuje CD-ROM/XA a CD-DA. Díky tomu lze tento disk vložit do hudebního CD přehrávače a poslouchat na něm hudbu, která je uložena v první části (session) disku. V té druhé části (session) pak mohou být uložena data, která lze přečíst například na osobním počítači. Využití je například u výuky cizích jazyků, kdy mohou být na disku namluvena cvičení rodilým mluvčím a těmi daty mohou být například samotná cvičení v textové podobě. Případně může jít o hudební CD nějaké skupiny, které je obohaceno o videoklipy a fotografie pro PC. První zmínky o tomto formátu se objevují již od roku 1995.

Beige book je standard, ve kterém je definováno Photo CD. Photo CD je disk, jehož obsahem jsou fotografie. Na disku může být uloženo až 100 fotografií ve vysoké kvalitě. Fotografie z tohoto disku lze zobrazovat i tisknout. K prohlížení je zapotřebí CD-i nebo Photo CD přehrávač, případně PC s vhodným programem. Tisk může být uskutečněn pomocí speciální tiskárny od společnosti Kodak. Tento formát je založen na CD-ROM XA a CD-i Bridge (specifikace Orange Book Hybrid Disc). Za vznikem tohoto formátu roku 1992 stojí společnost Kodak.

Scarlet book definuje formát SACD, který je nástupcem známého CD-DA. Proti klasickému audio CD nabízí podstatně vyšší kvalitu. Skok ve kvalitě musí být znát i na datové náročnosti, proto SACD mohou mít dvě vrstvy. V první vrstvě bývá uložena hudba ve formátu CD-DA a v druhé jsou doplňující informace pro vyšší kvalitu na SACD přehrávačích. Právě druhá vrstva se podobá spíše technologii DVD než CD. Kromě hudby může být na disku obsažena i grafika a text. Pokud SACD disk má pouze jednu vrstvu, tak jde o DVD-5. V případě dvou vrstev může jít o výše zmíněnou kombinaci (CD-DA + DVD-5), nebo o DVD-9. Za tímto formátem stojí společnosti Philips a Sony již od roku 1999.

5.1.3 CD-R

Předností CD-R je možnost zápisu dat a nedostatkem nemožnost přepsání již zapsaných informací. Takovéto vlastnosti předurčují CD-R především k archivaci, často se také používá jako hudební nosič.

CD-ROM se vyrábějí lisováním. Z matrice se otisknou mikronové píty a plošky na nosič, který se pak zalije do plastového ochranného kotouče. Výsledkem je odolné a cenově výhodné médium. Je však zřejmé, že pro zápis uživatelem se tato technologie nehodí.

Na CD-R se musí data ukládat jiným způsobem, než je lisování. Disk se skládá ze dvou vrstev:

- Vrchní, plně odrazivé. Z čelní strany má tato vrstva zlatou nebo stříbrnou barvu.
- Spodní, plně pohlcující světlo laseru, bývá většinou zelená.

V polykarbonátové (spodní) vrstvě média CD-R je již ve výrobě vytvořena spirálová drážka, sloužící jako vodítko pro laser mechaniky CD-R. Je tak umožněno velmi přesné nahrání dat na disk. Při vypalování se právě toto organické barvivo zahřeje, což způsobí jeho fyzickou změnu - vypalovací paprsek vytvoří miniaturní kopečky. Přestože se vypálený pit od pitu lisovaného fyzikálně liší, i nadále se hovoří o pitu. Tento pit mění odrazivost od zlatého podkladu.

Rozdíl mezi lisovaným a vypáleným pitem je důvodem, proč na některých starých CD-ROM mechanikách není možné vypálená CD přečíst. Aby to možné bylo, museli výrobci u mechanik upravit algoritmus ostření a vyhodnocování logických úrovní. V současné době se s podobným problémem (nepřečtou je zejména starší mechaniky) setkáváme u médií CD-RW.



Obrázek 28 – CD-R

Shora není médium chráněno vrstvou umělé hmoty, ale pouze lakem (většinou zlatým) - i z tohoto důvodu je nutné s ním zacházet opatrněji. Rozměry CD-R jsou shodné s lisovanými, tedy celková šíře je 1,2 mm a průměr činí 12 cm s centrálním otvorem 1,5 cm (obrázek 28).

Dnes se pro vypalování médií CD-R používají výhradně mechaniky CD-RW (které režim CD-R rovněž ovládají). Samostatnou mechaniku CD-R najdeme pouze ve starých PC. Na první pohled je mechanika CD-R (či CD-RW) velmi podobná mechanice CD-ROM. Ve skutečnosti se od obyčejných mechanik CD-ROM velmi liší. Především proto, že používá speciální laser. Tento laser musí být schopen pracovat z hlediska režimu CD-R v několika úrovních:

- aby byl schopen docílit fyzické změny stavu barviva na médiu CD-R,
- číst CD-R, aniž by došlo k jeho poškození,
- musí také umět přečíst formáty definované pro CD-ROM.

Při čtení vystačí laser s poměrně nízkým výkonem (0,5 mW), ale pro zápis CD-R je již třeba mnohem větší energie. Pro zápis jednoduchou rychlostí stačí 4-8 mW, pro dvojnásobnou rychlost je již třeba 8-10 mW, čtyřnásobnou 10-12 mW a šestinásobnou pak až 14 mW. Této energie je třeba k tomu, aby se v místě, kde má dojít ke změně barviva, dosáhlo teploty 250 °C až 400 °C.

5.1.4 CD-RW

Na rozdíl od CD-R zapisuje CD-RW opakovaně. Médium CD-RW je konstruováno na podobném základu jako médium CD-R. Také obsahuje polykarbonátovou vrstvu a předlisovanou vodící spirálu pro vedení laseru. Vrstva pro záznam je z obou stran

obklopena vrstvou dielektrika (sloučenina silikonu, kyslíku, zinku a síry). Hlavní rozdíl je však v záznamovém barvivu. Při nahrávání CD-R totiž dochází k nevratné změně barviva.

Materiál použitý v médiích CD-RW (čtyřsložková sloučenina stříbra, india, antimonu a teluru) má tu vlastnost, že po zahřátí na jistou teplotu a následném ochlazení dochází k jeho krystalizaci. Dojde-li však k jeho vyššímu zahřátí a opětovnému ochlazení, přejde do nekystalického - amorfního stavu. Krystalický stav tedy vytváří plošku (land) a amorfní stav zase pit, tím je docíleno dvoustavového efektu, který je nezbytný pro přenos informace.

Mechaniky CD-RW musí mít ještě silnější laser než mechaniky CD-R, neboť pro změnu fáze média (do amorfního stavu) musí být dosaženo teploty až 600 °C. Lasery mechanik CD-RW se svým výkonem blíží 20 mW. Pro přechod do krystalického stavu pak již stačí 200 °C, a tudíž výkon asi 4-8 mW. Laser tedy při záznamu média CD-RW neustále pulzuje podle potřeby mezi vyšším a nižším výkonem (na rozdíl od mechanik CD-R, kde vystačí pouze se stavem zapnuto - vypnuto).

5.1.5 Kompatibilita médií

Použití různých médií přináší problémy s jejich čtením. CD-ROM má odrazivost světla zhruba 80 %, média CD-R mají odrazivost 45 až 60 % a média CD-RW mají odrazivost pouhých 25 %. Pokud se médium používá v příslušné mechanice, tak je samozřejmě vše v pořádku. Pokud se ovšem CD-RW čte v mechanice CD-ROM, může být odmítnut, protože je jeho odrazivost příliš nízká.

Tyto problémy nastávají zejména u starších mechanik, vyráběných v době, kdy se standardy CD-R a CD-RW ještě nepoužívaly. Příčinou potíží může být také slabší laser (ten stárne a jeho intenzita během provozu mechaniky klesá). Nové mechaniky (zhruba od roku 2000) by se čtením CD-R a RW neměly mít potíže.

Schopnost mechaniky CD-ROM číst média CD-R, případně CD-RW média, je závislá nejen na kvalitě média, ale i samotné vypalovačky, na níž bylo médium vytvořeno. Nahrávací mechanika může totiž pro nahrávání používat příliš nízký, nebo naopak vysoký výkon laseru, nebo dokonce může výkon laseru oscilovat (při vypalování CD-R třeba v rozmezí 8-10 mW). Nízký výkon bude znamenat příliš mělké pity (nečitelné) a velký výkon bude naopak způsobovat slévání pítu dohromady (příliš zkreslená informace).

Obecně platí, že zápis vyšší rychlostí je sice rychlejší, ale vypalovací laser musí pracovat vyšším výkonem (aby stihl roztavit zapisovací vrstvu média v kratším čase). To se projeví méně kvalitními pítami a patrně také zkrácením životnosti zápisu. Jestliže je třeba vypalovaná data archivovat dlouhou dobu nebo zvýšit jejich kompatibilitu (aby je přečetlo maximální množství mechanik), je nutno vypalovat co nejnižší rychlostí.

5.1.6 Mechanika

Mechaniky existují dvojího druhu, čtecí a zapisovací. Mechaniky CD-RW pracují v několika režimech, což se také odráží v jejich značení. Čísla 52/32/48 uvedená v její

dokumentaci znamenají, že mechanika zapisuje média CD-RW rychlostí 32x, CD-R rychlostí 48x a CD-ROM čte rychlostí 52x.

V současné době se už ale ani jedny neprodávají, protože čtení i zápis zvládají DVD mechaniky. Krátkodobě bylo také používání combo mechanik, které navíc od CD-RW mechanik, umějí číst i DVD média.



Obrázek 29 – CD-RW mechanika

5.2 DVD

Princip zápisu a čtení médií DVD je stejný jako u médií CD, má stejné rozměry jako běžné CD, ale byla podstatně zvýšena kapacita. Dosáhlo se toho kombinací několika technologií. Základem je podstatné zvýšení hustoty zápisu dat, čímž se při stejných rozměrech médií dosahuje větších kapacit (podrobnosti ukazuje tabulka 10). Laser, který čte (případně vypaluje) data, musí být daleko přesnější, změnila se tedy také jeho vlnová délka.

Tabulka 10 – Rozdíly mezi CD a DVD

	CD	DVD
Šířka drážky, μm	0,5-0,6	0,5-0,6
Minimální délka pitu, μm	0,8	0,4
Rozestup drážek, μm	1,6	0,74

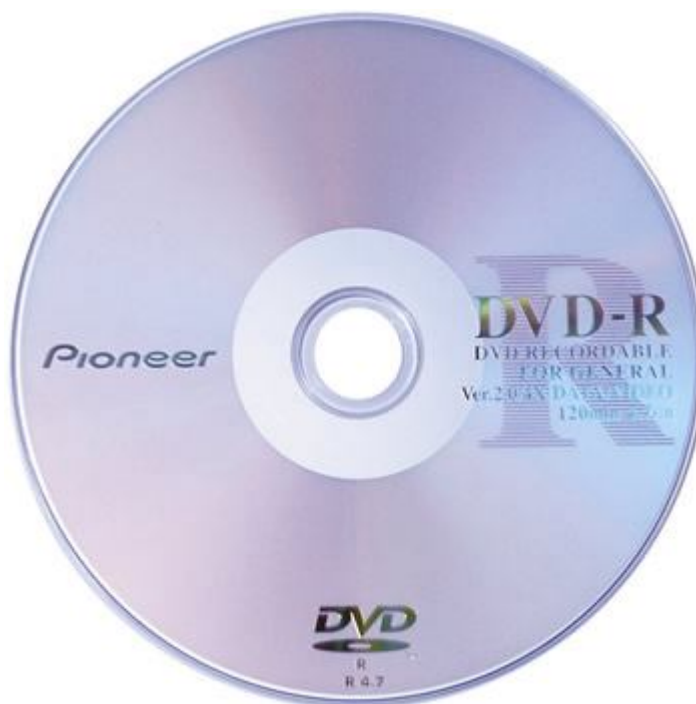
Dalším krokem ke zvýšení kapacity jsou dvě datové vrstvy. Do každé z nich je možné zapisovat data. Při čtení je pak laserový paprsek zaostřen vždy jen na jednu rovinu. Další inovací jsou oboustranná média. Jsou to jen dvě základní média (ať již DVD-5 či DVD-9) slepená „zády“ k sobě. Jelikož mechaniky čtou média pouze z jedné strany, je oboustranné disky potřeba otáčet (tabulka 11).

Tabulka 11 – Kapacity DVD

Počet stran	Počet vrstev	Kapacita disku, GB	Zkratka	Označení
1	1	4,7	SS/SL	DVD-5
1	2	8,5	SS/DL	DVD-9
2	1	9,4	DS/SL	DVD-10
2	2	17	DS/DL	DVD-18

5.2.1 Standardy

U předchozích typů optických mechanik se postupně ustálily standardy a mechaniky CD-R a CD-RW jsou schopny přečíst médium, vytvořené libovolnou technologií. Při ukládání dat na DVD lisováním se používají původní normy DVD Video či DVD Audio. Pro zápis dat v počítači existuje několik standardů, které nejsou navzájem kompatibilní.



Obrázek 30 – DVD-R

V současné době existují tři (víceméně nekompatibilní) systémy zápisu:

1. DVD-RAM
2. DVD-R a DVD-RW
3. DVD+R, DVD+RW a DVD+R DL

Příčinou nekompatibility je vznik dvou navzájem soupeřících skupin výrobců DVD:

- Prvním uskupením je tzv. DVD Forum (Panasonic, Hitachi, Pioneer, Sony...), které definovalo DVD-RAM, DVD-R a DVD-RW

- Druhou skupinou je tzv. DVD+RW Alliance (Dell Computer, Hewlett-Packard-Compaq, Verbatim, Philips, Ricoh, Sony, Thomson a Yamaha...), jejímiž standardy jsou DVD+R a DVD+RW.

Naštěstí neslučitelnost technologií překonávají mechaniky DVD, které jsou kompatibilní s více standardy. Podpora DVD-RAM ale častá není.

5.2.2 DVD-Video

Specifikace vyšla vstříc producentům filmů - používá se k uchování audiovizuálních dat. Využívá se ztrátová komprese MPEG-2, která ukládá pouze každý patnáctý snímek a informace o změnách na scéně mezi těmito snímky. (Ve složitějších případech, kdy je na scéně mnoho změn, je ukládáno více snímků.) Ve formátu DVD-Video je možné uložení 133 minut (u DVD-9 až 260 minut) videa ve vysoké kvalitě, výběr z poměru stran obrazu 4:3 a 16:9, až 8 jazykových stop, 32 titulkových stop, 9 úhlů pohledu, interaktivní menu, ochrana proti kopírování a možnost vynechání nevhodných scén.

Jelikož u zrodu DVD stály filmové společnosti, které si velmi důkladně hlídají svá autorská práva, bylo pro normu DVD-Video vymyšleno několik ochranných metod:

- Celý svět byl rozdělen na šest regionů. Každý přehrávač DVD má svůj regionální kód a stejný kód musí obsahovat i médium DVD (regionální kód mechaniky můžeme několikrát změnit).
- Dále jsou v DVD instalovány obvody, které mají zamezit nahrávání filmů z disku na videokazety (přes televizor).
- Na každém disku je zapsán copyright, který není možné kopírovat.

Tabulka 12 – DVD regiony

Kód	Region
1	Kanada, USA
2	Japonsko, Evropa, Jižní Afrika, Střední východ
3	Jihovýchodní a východní Asie
4	Austrálie, Nový Zéland, pacifické ostrovy, střední Amerika, Mexiko, Karibská oblast
5	Bývalý Sovětský svaz, indický subkontinent, Severní Korea, Mongolsko, Afrika
6	Čína
7	Rezervováno
8	Zvláštní místa (letadla, lodě atd.)

Většina DVD-Video disků obsahuje věci, které se na VHS nevejdou, jako bibliografie, komentáře, rozhovory s herci, dokument o natáčení filmu atd. Při přehrávání filmu se nám může stát, že budeme vyzváni ke změně regionu. To je však možné pouze několikrát (standardně pětkrát), potom je změna zablokována a mechanika DVD používá pouze tu oblast, která byla nastavena jako poslední.

5.2.3 DVD-Audio

Norma má za úkol nabídnout poslech hudby v té nejvyšší kvalitě s maximální dostupnou bezpečností. V tomto formátu jsou ještě více integrovány prvky ochrany proti kopírování a ochrana autorských práv, není zde však regionální rozdělení. DVD-Audio používá následující, navzájem nekompatibilní formáty:

- *MPEG-2 Audio*, schválený pro filmy TV v normě PAL.
- *Dolby Digital AC-3* pro normu NTSC, která je doporučena i pro Evropu.
- *DSD* firem Sony a Philips – vyžaduje nová nahrávací studia.
- *LPCM* – ostatních zbývajících firem. (Původní specifikace DVD.)

Oproti klasickému hudebnímu disku CD má DVD-Audio několik výrazných výhod. Zvýšily se vzorkovací frekvence, dynamický rozsah, rozsah frekvencí a přenosová rychlost. Podrobnosti ukazuje tabulka 13.

Tabulka 13 – Porovnání DVD-Audio, DVD-Video a audio CD

	DVD-Audio	DVD-Video	Audio CD
Kapacita	4,7; 8,5; 9,4; 17 GB	4,7; 8,5; 9,4; 17 GB	650 MB
Rozsah frekvencí, Hz	0 - 96 000	0-48 000	5 - 20 000
Dynamický rozsah, dB	144	144	96
Doba nahrávky, min	74	133	74
Max. přenosová rychlost (Audio), Mb · s ⁻¹	9,6	6,1	1,4
Audioformát	PCM	AC-3/MPEG nebo PCM	PCM
vzorkování (2 kanály)	44,1; 88,2; 176,4	48,96 kHz	44,1 kHz
(Více kanálů)	44,1; 88,2 kHz,	48; 96 kHz	ne
Rozlišení v bitech	16,20,24	16,20,24	16
Počet kanálů	max. 6 kanálů	max. 8 kanálů	2 kanály

5.2.4 DVD-RAM

Patří mezi nejstarší standardy zapisovatelných médií DVD. Formát je směřován především do oblasti výpočetní techniky. Media DVD-RAM nejsou kompatibilní se stolními přístroji DVD-Video. Výhodou médií DVD-RAM je to, že mohou být přepsána až 100 000x. Disky jsou velmi citlivé na nečistoty, proto se média DVD-RAM vyskytují uložená ve speciálních průhledných prachotěsných kazetách. Kapacita současných médií je běžných 4,7 GB.

Závěrem lze říci, že formát DVD-RAM nestojí v zájmu hlavního proudu uživatelů. V současnosti sice prožívá renesanci v podobě zvýšení rychlosti zápisu až na hodnotu 5x, ale stranou zájmu ho drží malá podpora výrobců vypalovaček (umí ho málokterá mechanika) a v neposlední řadě jeho vyšší cena.

5.2.5 DVD-R

Jednou zapisovatelné disky formátu DVD-R jsou založeny na obdobné technologii záznamu jako klasické CD-R, tj. vypálení pitu do vrstvy organického polymeru. Kapacita současné verze dosahuje 4,7 GB na jednu stranu disku. Uspořádání a struktura dat na disku je stejná jako u formátu DVD-Video či DVD-ROM.

První DVD-R byly zapisované laserem o vlnové délce 635 nanometrů. Dnes jsou označovány jako *DVD-R for Authoring*. Dnes běžně dostupné disky jsou zapisovány laserem o vlnové délce 650 nm a jsou označovány *DVD-R(G) – DVD-R for General*.

5.2.6 DVD-RW

DVD-RW by měl být přímým nástupcem formátu DVD-R. Kapacita média je 4,7 GB a předpokládaná životnost takového disku je až tisíc prepisovacích cyklů. Podstata záznamu je stejná jako u DVD-R, takže záznam je vypálen laserem do předem vylišované spirálovité drážky při konstantní lineární rychlosti záznamu vůči snímači. Standard byl vyvinut s myšlenkou na video DVD-RW rekordéry.

Formát disků DVD-RW se může lišit v závislosti na tom, kde a jak je míníme používat. Rozlišujeme dva rozdílné formáty: typ *Video Recording (VR)* a typ *Video Format (VF)*.

5.2.7 DVD+R

Média DVD konkurenčních plusových formátů DVD+R a DVD+RW jsou vhodná pro oba světy DVD - tedy jak pro nasazení ve spotřební elektronice, tak pro ukládání počítačových dat.

5.2.8 DVD+RW

DVD+RW jsou téměř shodná s lisovanými DVD, kromě jiné metody záznamu je nejvýraznější odlišností mnohem nižší odrazivost. Médium DVD+RW může být přepsáno zhruba tisíckrát. Jsou téměř ideální pro PC, v případě paketového zápisu se DVD chová jako pomalý pevný disk – z čehož vyplívá výhodnost pro práci s daty. Používají relativně vysokou rychlost přepisu médií +RW.

5.2.9 DVD+R DL (DVD+R9)

Tímto novým standardem odskočila DVD+RW Alliance výrazně DVD Foru. Jde o první zapisovací dvouvrstvá média. DVD+R DL využívají mezi záznamovými vrstvami poloprůhlednou odrazovou plochu, která propustí čtecí a záznamový paprsek do druhé datové vrstvy. Ke čtení takového média je zapotřebí dvou paprsků nebo systém přeastřování optiky. Kromě poloprůhledné vrstvy a dvou záznamových vrstev se DVD+R DL od DVD+R/RW liší minimální délkou pitu, která je 0,44 μm.

Podle toho, jak navazuje záznam první vrstvy na nultou vrstvu, rozdělujeme dvouvrstvé disky na *OTP* (data se čtou až k okraji disku, přeastří se na vyšší vrstvu a hlava se v průběhu čtení vrací zpět) a *PTP* (vrstvy se jeví jako souběžné). Někdy se DVD+R DL

označuje také jako DVD+R9. Název je odvozen od normy DVD-9, dvouvrstvého média s kapacitou 7,91 GB, která je hlavní předností tohoto standardu.

5.2.10 DVD mechanika

Dnešní mechaniky podporují práci ve všech formátech (samozřejmě záleží na tom, zda máme mechaniku jen pro čtení, nebo také pro zápis, viz obrázek 31), výjimkou je poměrně málo podporovaný formát DVD-RAM, jehož podporou jsou známé především mechaniky firmy LG. Pro připojení k PC se používá rozhraní EIDE a platí zde stejné zásady jako při vkládání pevného disku. Ze softwarového hlediska není podpora DVD integrována do operačního systému. Pro vypalování musíme použít speciální programy. Podobně jako u CD se také rychlosti mechanik DVD postupně zvyšují. Datový tok DVD-ROM ($1x = 1\,350\text{ kB} \cdot \text{s}^{-1}$) odpovídá přibližně devítinásobku rychlosti CD-ROM ($1x = 150\text{ kB} \cdot \text{s}^{-1}$).



Obrázek 31 – DVD vypalovačka

5.3 HD-DVD

HD DVD je třetí generací optických disků spolu s Blu-ray (po CD a DVD) a měla zajistit vysokou kvalitu obrazu a zvuku. Tyto disky vyvíjely společnosti Toshiba, NEC a Sanyo. Disky jsou chráněny proti kopírování, nicméně se na začátku roku 2007 podařilo ochranu prolomit.

Na tyto disky lze zaznamenat 15 až 60 GB dat. U lisovaných HD DVD je pak možné uložit na jeden SL/SS disk nejvíce 15 GB dat, HD DVD média ale mohou mít až tři vrstvy a tak se kapacita jednostranného média může vyšplhat až na 45 GB. Když bude vzata v úvahu možnost použití oboustranného disku, kapacita se dostává přes 60 GB.

Záznamová vrstva se nachází 0,6 mm pod povrchem disku, numerická apertura čočky se zvětšila z 0,60 na 0,65. Hustota záznamu se oproti DVD výrazně zvýšila, protože vzdálenost drah klesla ze 740 na 400 nm, nejmenší délka pitu ze 400 na 204 nm a jeho šířka se zmenšila z 350 na 250 nm. To vše je samozřejmě dáno použitím laseru o vlnové

délce 405 nm. Disky mají v průměru 12 cm, stejně jako CD, DVD nebo Blu-ray disk. Firmě LG se podařilo v polovině roku 2006 vyrobit hybridní HD DVD/Blu-ray mechaniku, která dokáže přečíst jak HD DVD (jednovrstvé i dvouvrstvé), tak disky Blu-ray (pouze jednovrstvé).

O prosazení tohoto formátu bojoval také Microsoft, který zahrnul nativní podporu v operačním systému Windows Vista. Po dlouhém boji s konkurenčním Blu-ray Disc nakonec Toshiba 19. února 2008 prohrává a ukončuje další vývoj tohoto formátu.



Obrázek 32 – HD DVD disk

5.3.1 HD DVD-ROM

Je lisovaný disk, data jsou tedy na médiu dána od výroby a nelze je nijak měnit. Celkové množství dat se může nabývat hodnot 15GB (jednovrstvý disk), 30GB (dvouvrstvý disk), 45 GB (třívrstvý disk) až 60 GB (dvouvrstvý oboustranný disk). I tento formát poskytuje vysokou míru zabezpečení proti neoprávněnému kopírování.

5.3.2 HD DVD-R

Zapisovatelná podoba HD DVD disku, data mohou být na jedno místo zapsána pouze jedinkrát. Kapacita média je dána jednou vrstvou, je tedy možné uložit až 15 GB dat. V roce 2007 byl představen první notebook s mechanikou umožňující zápis na toto médium.

5.3.3 HD DVD-R DL

Pro navýšení kapacity se u tohoto disku použila další vrstva. Díky tomu je možný zápis až 30GB dat. I v této oblasti se setkáváme s disky, které mají dvě vrstvy. Tím je navýšena kapacita média na dvojnásobek původní hodnoty, v tomto případě až 30 GB.

5.3.4 HD DVD-RW

Přepisovatelná podoba HD DVD disku, která umožňuje zápis a smazání dat. Počet záznamů má teoreticky dosahovat až k 1 000.

5.3.5 HD DVD-RW DL

Disk na stejném principu jako předchozí, tedy HD DVD-RW s tím rozdílem, že je obohacen o další záznamovou vrstvou. Tím narostla kapacita na 30 GB.

5.3.6 HD DVD-RAM

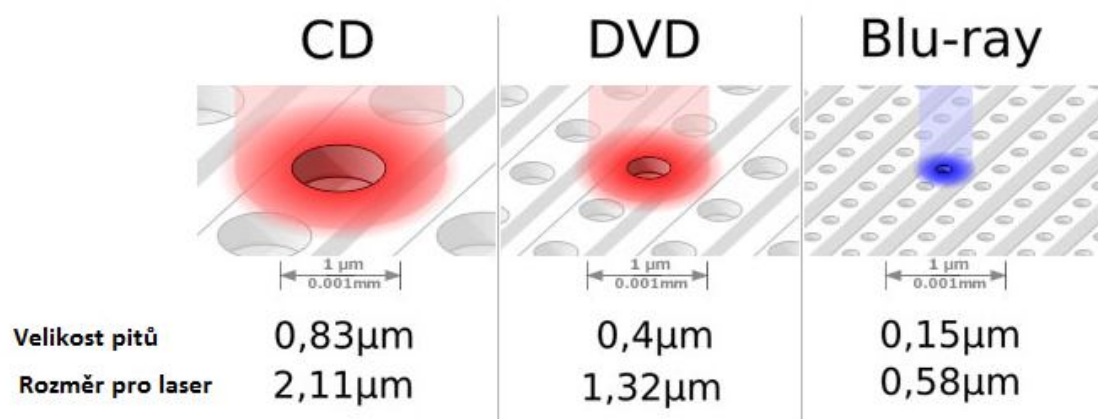
HD DVD-RAM je nástupcem DVD-RAM. I v tomto případě se objevují informace o speciálním obalu (caddy). Díky modrému laseru je možné na tento disk uložit až 20 GB na jednu vrstvu, to je tedy více než umožňují ostatní HD DVD disky. To je dosaženo jinou metodou zápisu, než která se používá u HD DVD-R.

5.3.7 HD REC

Fyzické médium pro data je klasický DVD disk, ale formát dat stejný jako u HD DVD. Díky tomu lze použít úspornější kodeky než je MPEG-2 na levném médiu. Minimální přenosová rychlost HD DVD je vyšší než u DVD. Pro plynulé přehrávání je požadována nejméně 3x rychlost DVD.

5.4 Blu-ray

U médií CD a DVD bylo možné použití červeného laseru o vlnové délce 650 nm a 780 nm. Aby bylo možné zaznamenat a přečíst menší body, přišel na řadu modrý laser o vlnové délce 405 nm. Optické disky s modrým laserem jsou označovány jako disky 3. generace. Této myšlenky se ujalo více firem a začala se tak vyvíjet nová řešení. Mezi dvě nejvýznamnější patří Blu-ray Disk a HD DVD. V současné době je již znám vítěz, kterým se stal Blu-ray Disc.



Obrázek 33 – Porovnání optických technologií

Za zrodem tohoto formátu stojí společnost Sony, která se v té době zabývala vývojem dvou formátů s využitím modrého laseru pro uchovávání digitálních dat. Byly jimi UDO a DVR Blue. V říjnu roku 2000 byl na výstavě CEATEC představen první prototyp této technologie, tehdy ještě pod názvem DVR Blue. V té době byly optické disky příliš náchylné na fyzické poškození, proto byly vybaveny ochranným obalem (cartridge) obdobným jako má například DVD-RAM. V únoru 2002 se Blu-ray Disc stal oficiálním názvem tohoto projektu. Název tedy vystihuje použitou technologii, blue je anglicky

modrá barva a ray paprsek. Písmeno e bylo v názvu vynecháno z toho důvodu, aby mohl být název registrován jako obchodní značka.

Za vznikem celého formátu již nestála samotná společnost Sony, ale sdružení 9 členů pod názvem Blu-ray Disc Association (BDA). Členy tohoto sdružení byly společnosti Sony, Matsushita, Pioneer, Philips, Thomson, LG Electronics, Hitachi, Sharp a Samsung. Sdružení je v současné době děleno na tři hlavní části a obsahuje více než 250 členů.

Tabulka 14 – Srovnávací tabulka optických medií

Médium	Data		Video			Audio		
	Kapacita na vrstvu, GB	Max. kapacita, GB	Rozlišení videa	Datový tok, Mb · s ⁻¹	Délka záznamu, min	Hloubka	Počet kanálů	Vzorkovací frekvence, kHz
CD	0,7	0,85	480x576	2.6	35	16-bit	2 (5.1)	44.1
DVD	4,7	17,1	720x576	9.8 (15)	480	24-bit	5.1	192
Blu-ray	25	50 (80)	1920x1080	36	540	24-bit	7.1	
HD	15	30 (60)	1920x1080	36,5	480	24-bit	7.1	

První zařízení bylo dostupné v Japonsku v dubnu roku 2003 v podobě Sony BDZ-S77. Jelikož v té době nebyly filmy na tomto formátu k dispozici, zařízení umožňovalo zápis vlastních dat. Filmy na tomto médiu se objevili až o dost později, problém byl především v neexistenci potřebného standardu.

Vývoj standardu pro fyzické médium byl ukončen v roce 2004. Společnost TDK v lednu 2005 předvedla nový materiál, který měl větší odolnost vůči fyzickému poškození. Díky tomu byl odstraněn ochranný obal (cartridge). Formát BD-ROM byl schválen počátkem roku 2006. U těchto disků byl také kladen velký důraz na zabezpečení, o to se mělo postarat konsorcium AACS založené v roce 2004. Finální podoba ochrany byla několikrát odložena, tudíž se do finální specifikace nedostaly všechny prvky, které byly původně v plánu.

První BD-ROM přehrávače se objevily na trhu v červnu 2006. Následující měsíc se objevila první masově prodávaná mechanika určená pro počítače – BWU-100A (obrázek 34), která zvládala i zápis na příslušná média.



Obrázek 34 – BWU-100A s Blu-ray diskem

5.4.1 BD-RE

Vznikl jako první z rodiny Blu-ray médií. V červnu 2002 byl uveden standard V1.0 jak pro fyzickou tak logickou vrstvu. Následoval standard V2.0, jehož fyzická vrstva byla schválena v říjnu 2004 a logická o dva měsíce dříve, tedy v srpnu. Poslední verze je V3.0 byla schválena v září 2006. Tento standard popisuje přepisovatelný formát. To znamená, že na prázdný disk mohou být data být nahrána a následně smazána či přepsána jinými. Kapacita je jako u ostatních jednovrstvých médií, tedy 25 GB.

5.4.2 BD-AV

Vychází z předchozího formátu, tedy BD-RE. Na rozdíl od BD-RE je tento formát zaměřen pouze na video obsah. Využití lze nalézt pro záznam domácích a amatérských videí. Jde tedy o domácí variantu BDMV.

5.4.3 BD-R

Je dalším formátem, který umožňuje záznam vlastních dat na prázdné médium. Tentokrát lze zapsat data na jedno místo pouze jedinkrát. Fyzická vrstva V1.0 tohoto formátu byla uvedena v září 2004 a logická V2.0 v červenci téhož roku. Aktuální standard V3.0 byl schválen stejně jako u BD-RE v září 2006. Na tento disk je možné uložit až 25 GB dat.

5.4.4 BD-R DL

Dvouvrstvá varianta předchozího formátu. Díky dvěma vrstvám byla kapacita navýšena na 50 GB.

5.4.5 BD-ROM

Je lisovaný disk, to znamená, že data jsou na disku již od výroby a nelze je změnit. Fyzická vrstva byla pro tento formát schválena v červnu 2004 ve verzi V1.0. S vrstvou fyzickou to bylo horší, jelikož se čekalo na ukončení vývoje ochrany proti kopírování dat. Ochrana nakonec nebyla dokončena ve všech bodech, které byly plánovány a v prosinci 2004 vychází standard V0.9. Aktuální V2.0 je k dispozici od května 2006.

5.4.6 BDMV

Je založen na předchozím formátu, tedy BD-ROM. Zatímco BD-ROM zajišťuje uložení jakýchkoliv dat, zde je disk využíván jako nosič pro filmová díla ve vysokém rozlišení. Filmy mohou být na tomto disku uloženy v různých formátech, počínaje MPEG-2, který byl již u DVD. Tento formát je podporován kvůli zpětné kompatibilitě s DVD. Dále to je jeho nástupce MPEG-4 H.264/AVC kodek, který nabízí lepší kompresní poměr a nakonec i VC-1. Kapacita disků se odvíjí od počtu vrstev, v současné době jsou k dispozici jednovrstvé – SL (25 GB) a dvouvrstvé – DL (50 GB) verze.

5.4.7 BD-J

Rozšiřuje formát BD-ROM o interaktivitu. Interaktivity je dosaženo pomocí programovacího jazyku Java od společnosti Sun Microsystems. Disky mohou obsahovat například hry, související s obsahem, případně umožňují spolupráci s internetem. U disků tak lze nalézt odkaz na blog o daném filmu, kde je možné psát své postřehy ze svého přehrávače připojeného k internetu, vkládat oblíbené části filmu atd. Další využití lze nalézt například v propagaci nových filmů. Dříve bylo nutné filmové ukázky vkládat na disk, čímž se snižovala celková kapacita pro samotný film. Ukázky také po čase zastarají. U BD-J se budou ukázky stahovat z internetu a budou tak udržovány aktuální.

5.4.8 BD+

Je rozšířením BD-ROM formátu o ochranu proti kopírování. Toho je dosaženo pomocí DRM. Na žádost filmové společnosti Fox přidala Blu-ray Disc Association další vrstvu, která má zajistit dokonalou ochranu proti kopírování. V souvislosti s Blu-ray se mluví o ochraně AACS, který je složitější na prolomení než CSS u DVD. Přítomna je i regionální ochrana.

BD+ umožňuje dynamické šifrování obsahu, což může být problém pro piráty a hackery. Jakmile je ochrana prolomena, může výrobce zareagovat, zablokovat ukradený klíč a vytvořit nový, který bude distribuován přes internet.

5.4.9 Mini-BD

Je zmenšenou variantou běžného Blu-ray disku. Disk má v průměru 8 cm, což je stejné jako u Mini-CD či Mini-DVD. Na takovýto disk se pak vejde až 7,5 GB dat. Disky jsou k dispozici ve variantách pro zápis – R či přepis – RE. Využití lze nalézt především v digitálních kamerách, kde je 12 cm médium příliš velké.

5.4.10 BD 5/BD 9

Fyzické médium pro data je klasický DVD disk, ale formát dat stejný jako u Blu-ray. Díky tomu lze použít úspornější kodeky než je MPEG-2 na levném médiu. Pokud Blu-ray přehrávač podporuje čtení DVD, zvládne přečíst i tento disk. Minimální přenosová rychlost Blu-ray činí $3,78 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$, ovšem DVD má nižší minimální přenosovou rychlost ($1350 \text{ kB} \cdot \text{s}^{-1}$). Pro plynulé přehrávání je tedy požadována nejméně 3x rychlost DVD.

Označení s čísly 5 a 9 se odvíjí od použitého DVD disku. V případě jednovrstvého DVD tedy DVD-5 je k dispozici 4489 MB, u dvouvrstvého DVD9 8152 MB.

6 Závěr

Probrali jsme nejpoužívanější a nejrozšířenější datová média, která se používala v minulosti až po současnost. Každé popsané médium má/mělo podle mého soudu hlavní využití. Kupříkladu diskety se v minulosti používaly hlavně na aktualizace programů nebo na krátkodobé zálohování. Dnes se diskety používají k bootování OS nebo je lze nalézt u nějakých starších HW produktů, kde se používají jako nosič ovladačů.

Dalšími médii, která postupně budou mizet, jsou CD a DVD. Tato média se v dnešní době hodí na archivaci dat, protože jsou levná a spolehlivá. Podle dosavadních zkušeností se zdá, že v případě dobrých skladovacích podmínek (pokojová teplota, sucho, ochrana před světlem) je záznam trvalý v horizontu 10 - 15 let. CD jsou už ale na ústupu, nevyhovují rychlostí zápisu (viz Příloha) ani kapacitou. Výrobci HW je dodávají k produktům, kde na CD jsou nahrané ovladače. Pro tento účel je CD stále dostačující. Na DVD se stále vypalují SW, filmy a hudba. I DVD má už svého nástupce, kterým se stal Blu-ray, ten je však pro většinu lidí dosud drahý, takže několik let potrvá než se prosadí na špičku mezi optickými médii.

Nové generace magnetických pásek určitě najdou svoje využití k zálohování dat, zejména do firemního sektoru. Mají dobré parametry a velkou trvanlivost, navíc velcí výrobci (např. IBM, Fujitsu) pokračují ve zkoumání, jak tyto média vylepšit. I trvalost zápisu udávají výrobci v kolem 10 – 15 let, ale to ukáže teprve budoucnost.

Moderní pevné disky jsou alternativou magnetickým páskám, mají velkou kapacitu, přenosovou rychlost a díky nové technologii SSD, která je však poměrně drahá, jsou HDD zbaveny všech pohyblivých částí, což jim značně zvyšuje životnost. Externí pevné disky nabízejí i komfort, takže se hodí i do domácností, třeba k přenosu dat mezi počítači. Z hlediska trvalosti zápisu se jeví tato média jako nejlepší, jsou čitelné záznamy i 20 let, přičemž technologie těchto médií doznala nejméně změn.

Posledními typy médií, které fungují na principu flash paměti, jsou USB disky a paměťové karty. USB disky jsou cenově dostupné, pohodlné, rychlé a velkokapacitní. Jsou velmi rozšířené a lidé je používají zejména k pohodlnému přenosu dat. Paměťové karty najdou svůj účel ve spotřební elektronice (PDA, fotoaparáty, videokamery, atd.), kde jejich rozměry a parametry vyhovují. Tato média jsou nejvhodnější pro krátkodobé ukládání, trvalost záznamu nebylo dosud možno vyzkoušet v reálu, ale výrobci udávají dobu okolo 5 let.

Budoucnost, zdá se, patří elektronickým médiím (paměťové karty, flash disky, SSD disky), optickým médiím (Blu-ray) a perspektivní se jeví i magnetické pásky. Hlavním kritériem bude rychlost přenosu dat, mobilita a kapacita média a spolehlivost záznamu. Kromě těchto vlastností bude třeba orientovat se na trvalost záznamu v čase, neboť obrovská množství pořizovaných dat bude třeba spolehlivě archivovat. Zde ale je třeba si uvědomit, že médium samotné je pouze jedna stránka věci, pokud se bude měnit

technologie, tj. záznamová zařízení, může nastat problém se způsobem čtení těchto médií po delší době. Další otázkou jsou operační systémy a vlastnosti aplikačního software.

Literatura

BLATNÝ, J.; KRIŠTOUFEK, K.; POKORNÝ, Z.; KOLENIČKA, J. *Číslicové počítače*. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1980.

Blu-ray Disc [online]. 25. 7. 2010 v 12:13 [cit. 2010-07-20]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc>.

Bubnová magnetická paměť [online]. 11. 3. 2008 v 06:46 [cit. 2010-06-22]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bubnová_magnetická_paměť>.

CompactFlash [online]. 24. 1. 2010 v 20:56 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/CompactFlash>>.

Compact disc [online]. 23. 7. 2010 v 10:48 [cit. 2010-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Cd>>.

Disketa [online]. 27. 4. 2010 v 01:35 [cit. 2010-07-01]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Disketa>>.

DVD [online]. 22. 7. 2010 v 9:37 [cit. 2010-07-14]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Dvd>>.

Floppy disk [online]. 18. 7. 2010 v 15:47 [cit. 2010-07-01]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Floppy_disk_drive>.

HD DVD [online]. 24. 7. 2010 v 01:15 [cit. 2010-07-14]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hd_dvd>.

HOBZA, O. *Paměťová média: Děrné štítky* [online]. 10. 7. 2007 v 00:01 [cit. 2010-06-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.emag.cz/pametova-media-derne-stitky/>>.

HOBZA, O. *Paměťová média: Děrné pásky* [online]. 17. 7. 2007 v 00:30 [cit. 2010-06-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.emag.cz/pametova-media-derne-pasky/>>.

HOBZA, O. *Paměťová média: Magnetické pásky* [online]. 24. 7. 2007 v 00:10 [cit. 2010-07-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.emag.cz/pametova-media-magneticke-pasky/>>.

HORÁK, J. *HARDWARE učebnice pro pokročilé*. Brno : Computer Press, 2004. ISBN 80-7226-553-9.

Linear Tape Open [online]. 29. 1. 2010 v 23:56 [cit. 2010-07-1]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Linear_Tape_Open>.

Memory Stick [online]. 17. 1. 2010 v 07:27 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Memory_Stick>.

Mueller, S. *Osobní počítač. Hardware, upgrade, opravy.* Brno : Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-796-5.

MultiMediaCard [online]. 24. 1. 2010 v 21:12 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/MultiMediaCard>>.

Paměťová karta [online]. 17. 7. 2010 v 21:21 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Paměťová_karta>.

Pevný disk [online]. 26. 5. 2010 v 04:26 [cit. 2010-07-20]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pevný_disk>.

Rozbor HDD [online]. 25. 3. 2006 [cit. 2010-07-20]. Dostupný z WWW: <<http://vseohw.net/clanky/recenze/rozbor-hdd>>.

Secure Digital [online]. 30. 6. 2010 v 09:55 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital>.

SSD [online]. 20. 5. 2010 v 07:18 [cit. 2010-07-20]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SSD>>.

ŠVEC, J. a kol. *Příručka automatizační a výpočetní techniky.* Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1975.

TAUFER, I.; KOTYK, J.; JAVŮREK, M. *Jak psát a obhajovat závěrečnou práci bakalářskou, diplomovou, rigorózní, disertační, habilitační.* Pardubice : Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-157-3.

TIŠNOVSKÝ, P. *Magnetické paměti pro trvalý záznam* [online]. 24. 7. 2008 v 00:00 [cit. 2010-07-7]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/magneticke-pameti-pro-trvaly-zaznam-dat/>>.

TIŠNOVSKÝ, P. *Magnetické paměti s rotujícím médiem* [online]. 31. 7. 2008 v 00:00 [cit. 2010-07-7]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/magneticke-pameti-s-rotujicim-mediem/>>.

TIŠNOVSKÝ, P. *Současnost a budoucnost pevných disků* [online]. 7. 8. 2008 v 00:00 [cit. 2010-07-7]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/soucasnost-a-budoucnost-pevných-disků/>>.

USB Flash disk [online]. 10. 6. 2010 v 17:55 [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/USB_flash_disk>.

Příloha

V této příloze najdeme test vybraných datových médií. Níže je vypsán seznam použitých souborů:

- 0,4KB soubor, 5 000 souborů, velikost 2 MB;
- 2MB soubor, 170 souborů, 342 MB;
- 51,5MB soubor, 6 souborů, 309 MB;
- 400MB soubor, 1 soubor, 400 MB.

Testovací konfigurace PC:

- CPU – Intel Pentium 3,4 GHz Dual Core;
- MB – MS-7183, chipset Intel 82945G;
- RAM – 2 GB DIMM DDR2;
- HDD – Samsung HD103UJ, 1TB, SATA300, 7200 PRM, 32 MB cache;
- OS – Windows 7.

Jak jsme testovali? Všechny soubory byly nejprve vytvořeny na primárním disku HD103UJ. Poté byly zálohovány z tohoto místa na různá média, která se do systému připojovala. Všechny testy probíhaly jen s nativní podporou OS, tedy žádné vypalovací programy. Tabulky jsou seřazeny podle přenosové rychlosti.

Parametry testovaných pevných disků (kvůli přehlednosti v následných tabulkách):

- HDD Quantum Fireball AS 20.5, 7200 RPM, 2MB cache, ATA100;
- HDD Fujitsu MPD304AT, 4200 RPM, 512 KB cache, ATA66;
- HDD Samsung SV1021D, 7200 RPM, 444 KB cache, ATA66.

Pro přehlednost zavedeme zkratku PPR (průměrná přenosová rychlost), která se vyskytne v tabulkách níže.

Tabulka 15 – Test médií, 5 000 0,4KB souborů

0,4KB soubor, 5 000 souborů						
Datové médium	Kapacita média	PPR, KB · s ⁻¹	Čas	Velikost, MB	Zabrané místo na disku, MB	Souborový systém
HDD Quantum Fireball	20,5 GB	37,7	53 s	2	19,5	NTFS
HDD Fujitsu	4,3 GB	32,2	1 min 2 s	2	19,5	FAT 32
HDD Samsung	10,2 GB	29,4	1 min 8 s	2	19,5	FAT 32
CD-R, 40x	800 MB	20,8	1 min 36 s	2	9,8	UDF
DVD-R, 16x	4,7 GB	12	2 min 47 s	2	9,8	UDF
USB flash disk	256 MB	6,1	5 min 26 s	2	19,5	FAT
DVD-RW, 4x	4,7 GB	4,8	6 min 59 s	2	9,8	UDF
CD-RW, 12x	700 MB	4,6	7 min 11 s	2	9,8	UDF
USB flash disk Pretec	4 GB	3,3	9 min 59 s	2	19,5	FAT 32
SanDisk SD karta	512 MB	2,3	14 min 17 s	2	39	FAT
DVD-RAM, 3x	4,7 GB	2,3	14 min 17 s	2	9,8	UDF
USB flash disk Stick	128 MB	1	31 min 50 s	2	19,5	FAT

Tabulka 16 – Test médií, 170 2MB souborů

2MB soubor, 170 souborů						
Datové médium	Kapacita média	PPR, MB · s ⁻¹	Čas	Velikost, MB	Zabrané místo na disku, MB	Souborový systém
HDD Quantum	20,5 GB	5,5	1 min 2 s	342	342	NTFS
HDD Samsung	10,2 GB	5	1 min 8 s	342	342	FAT 32
HDD Fujitsu	4,3 GB	4,4	1 min 17 s	342	342	FAT 32
SanDisk SD karta	512 MB	2,9	1 min 59 s	342	342	FAT
DVD-R, 16x	4,7 GB	2,9	1 min 59 s	342	342	UDF
DVD-RW, 4x	4,7 GB	2,2	2 min 33 s	342	342	UDF
CD-R, 40x	800 MB	2,2	2 min 36 s	342	342	UDF
DVD-RAM, 3x	4,7 GB	1,5	3 min 49 s	342	342	UDF
CD-RW, 12x	700 MB	1,2	4 min 45 s	342	342	UDF
USB flash disk Pretec	4 GB	1,2	4 min 50 s	342	342	FAT 32

Tabulka 17 – Test médií, 6 51,5MB souborů

51,5MB soubor, 6 souborů						
Datové médium	Kapacita média	PPR, MB · s ⁻¹	Čas	Velikost, MB	Zabrané místo na disku, MB	Souborový systém
HDD Quantum Fireball	20,5 GB	10,7	29 s	309	309	NTFS
HDD Fujitsu	4,3 GB	6,6	47 s	309	309	FAT 32
HDD Samsung	10,2 GB	6	51 s	309	309	FAT 32
SanDisk SD karta	512 MB	4,9	1 min 3 s	309	309	FAT
USB flash disk Pretec	4 GB	3,8	1 min 21 s	309	309	FAT 32
DVD-RW, 4x	4,7 GB	3	1 min 41 s	309	309	UDF
DVD-R, 16x	4,7 GB	2,7	1 min 53 s	309	309	UDF
CD-R, 40x	800 MB	1,6	3 min 16 s	309	309	UDF
DVD-RAM, 3x	4,7 GB	1,3	3 min 54 s	309	309	UDF
CD-RW, 12x	700 MB	1	5 min 7 s	309	309	UDF

Tabulka 18 – Test médií, 400MB soubor

400MB soubor						
Datové médium	Kapacita média	PPR, MB · s ⁻¹	Čas	Velikost, MB	Zabrané místo na disku, MB	Souborový systém
HDD Quantum	20,5 GB	21	19 s	400	400	NTFS
HDD Samsung	10,2 GB	16	25 s	400	400	FAT 32
HDD Fujitsu	4,3 GB	12,5	32 s	400	400	FAT 32
SanDisk SD karta	512 MB	5,1	1 min 18 s	400	400	FAT
USB flash disk Pretec	4 GB	4,3	1 min 33 s	400	400	FAT 32
DVD-R, 16x	4,7 GB	2,9	2 min 20 s	400	400	UDF
DVD-RW, 4x	4,7 GB	2,4	2 min 50 s	400	400	UDF
CD-R, 40x	800 MB	1,8	3 min 42 s	400	400	UDF
DVD-RAM, 3x	4,7 GB	1,1	5 min 52 s	400	400	UDF
CD-RW, 12x	700 MB	1	6 min 14 s	400	400	UDF

Přenos je efektivní, jedná-li se o velké soubory v přiměřeném množství. Hlavně první test odhalil (tabulka 15), že některá média nejsou pro tento typ přenosu dat vůbec vhodná. Z výsledků všech testů je patrné, že nejlépe jsou na tom pevné disky (zde je nutno říci, že testovány byly starší pevné disky, takže nové HDD mají mnohem lepší parametry). Velmi dobré parametry nabízejí i technologie založené na flash paměti, které přidávají uživateli i potřebné pohodlí. K archivaci dat bych doporučil optická média, které mají příznivé naměřené hodnoty, navíc jsou v testu jasně nejlevnějšími médii. Jako nejlepší optické médium se osvědčilo DVD-R. Nejhuř se naopak umístilo CD-RW.