

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

**DATOVÁ MÉDIA – MINULOST, SOUČASNOST A VÝHLEDY DO
BUDOUCNOSTI**

Jan Jun

Bakalářská práce
2016

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2015/2016

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

Jméno a příjmení: **Jan Jun**
Osobní číslo: **I12069**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **Datová média - minulost, současnost a výhledy.**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

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

- 1) Popsat média používaná na sálových počítačích, vlastnosti, kapacity, způsob záznamu.
- 2) Popsat chronologicky vývoj médií od počátku PC, typy, vlastnosti, kapacity, způsob záznamu, jeho trvanlivost.
- 3) Shromáždit informace o možných směrech a perspektivách dalšího vývoje, která média se budou dále vyvíjet, která naopak zaniknou atd., rizika a bezpečnost těchto médií.
- 4) Otestovat přenosové rychlosti alespoň tří různých typů médií pro každé z běžně používaných rozhraní komunikace
 - pro větší množství malých souborů a menší množství velkých souborů,
 - porovnat míru využití těchto médií.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

1. MUELLER, S. **Osobní počítač. Hardware, Upgrade, Opravy.** Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-796-5. 862 s.
2. HORÁK, J. **Hardware. Učebnice pro pokročilé.** Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-171-5. 360 s.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Javůrek, CSc.

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

19. listopadu 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. května 2016



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2016

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem 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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10. 5. 2017

Jan Jun

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Milanu Javůrkovi, CSc. za vedení práce, cenné rady a připomínky ke zpracování práce. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat své rodině a přátelům za podporu během studia.

V Pardubicích dne 10. 5. 2017

Jan Jun

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je popsat a porovnat jednotlivé druhy datových médií. Práce popisuje jejich vývoj od historie přes současnost až po vyhlídky do budoucnosti. V praktické části je porovnáno deset nejpoužívanějších datových médií a jejich rychlost zapisování a čtení dat při různých velikostech souborů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Datová média, magnetická média, pevný disk, CD, DVD, Blu-ray, SSD.

TITLE

DATA STORAGE DEVICES – THE PAST, THE PRESENT AND VIEW TO THE FUTURE

ANNOTATION

This thesis is devoted to data storage devices from history through the present to the outlook to the future. The goal is to describe and compare various types of data storage. The practical part compares ten most widely used data medias and their respective read and write speeds.

KEYWORDS

Data media, magnetic media, hard disk, CD, DVD, Blu-ray, SSD.

OBSAH

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	11
ÚVOD	12
1 TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 VÝVOJ DATOVÝCH MÉDIÍ	13
1.1.1 Děrné štítky	13
1.1.2 Děrná páska	14
1.2 MAGNETICKÁ MÉDIA	15
1.2.1 Magnetická bubnová média	15
1.2.2 Magnetická páska	16
1.2.3 Disketa	18
1.2.4 Pevný disk	23
1.3 OPTICKÁ MÉDIA	26
1.3.1 CD	28
1.3.2 DVD	31
1.3.3 BLU-RAY	32
1.4 SSD	34
1.4.1 Pevný disk	34
1.4.2 Flash disk	35
1.4.3 Paměťové karty	37
1.5 MAINFRAME	39
1.6 BUDOUCNOST DATOVÝCH MÉDIÍ	41
1.6.1 DNA paměť	41
1.6.2 Kvantový počítač	43
2 PRAKTICKÁ ČÁST	45
2.1 TESTOVANÍ PŘENOSOVÉ RYCHLOSTI	45
2.2 ZHODNOCENÍ	49
3 ZÁVĚR	51
LITERATURA	52
PŘÍLOHY	55

SEZNAM ZKRATEK

2HD	Double Sided HighDensity
AMD	Advanced Micro Devices
ATIP	Absolute Time in Pregroove
BD	Blu-ray Disc
BD3D	Blu-ray Disc3 Dimension
BD-AV	Blu-ray Disc-Audio/Visual
BD-R	Blu-ray Disc-Recordable
BD-RE	Blu-ray Disc-Recordable Erasable
BD-ROM	Blu-ray Disc- Read Only Medium
CCITT	Comité consultatif international téléphonique et télégraphique
CD	Compact Disc
CD-DA	Compact Disc-Digital Audio
CD-I	Compact Disc-Interactive
CD-R	Compact Disc-Recordable
CD-ROM	Compact Disc-Read Only Medium
CD-ROM/XA	Compact Disc-Read Only Medium eXtended Architecture
CD-RW	Compact Disc-ReWritable
CF	Compact Flash
ČSN	Československá státní norma
DNA	Deoxyribo Nucleic Acid
DVD	Digital Video Disc
DVD-R	Digital Video Disc-Recordable
DVD-ROM	Digital Video Disc-Read Only Medium
DVD-RW	Digital Video Disc-ReWritable
EHD	Extra Hard Density
FM	Frequency Modulation
FullHD	Full High Definition
HD DVD	High Density Digital Video Disc
HDD	Hard Disk Drive
HTML	Hyper Text Markup Language
IBM	International Business Machines
ISO	International Organization for Standardization

MBR	Master Boot Record
MMC	MultiMediaCard
MPEG-2	Moving Picture Experts Group
MS	Memory Stick
PC	Personal Computer
PCIe	Peripheral Component Interconnect express
PRML	Partial Response Maximum Likelihood
RLL	Run Length Limited
SD	Secure Digital
SDHC	Secure Digital High Capacity
SDXC	Secure Digital eXtended Capacity
SS	Single Side
SSD	Solid-State Disk
TDK	Tokoy Denkikagaku Kogyo
UFS	Universal Flash Storage
USB	Universal Serial Bus
UHS	Ultra High Speed
VHS	Video Home System
WD	Western Digital
WiFi	Wireless Fidelity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 – Děrné štítky	13
Obr. 1.2 – Děrná páska	15
Obr. 1.3 – Bubnová paměť	16
Obr. 1.4 – Magnetická páska	17
Obr. 1.5 – Pohled do diskety	18
Obr. 1.6 – Disketa 8"	21
Obr. 1.7 – Disketa 5,25"	21
Obr. 1.8 – Velikostní rozdíl disket 8", 5,25" a 3,5"	22
Obr. 1.9 – Pevný disk 305 RAMAC.....	23
Obr. 1.10 – Struktura pevného disku	25
Obr. 1.11 – Popis pevného disku	26
Obr. 1.12 – Sektory pevného disku a optického média,.....	27
Obr. 1.13 – Čtení z CD	28
Obr. 1.14 – Struktura CD-R	29
Obr. 1.15 –Struktura CD-RW	30
Obr. 1.16 – Rozdíly mezi CD a DVD	31
Obr. 1.17 – HD DVD	32
Obr. 1.18 – Porovnání hustoty pitů na CD, DVD a BD	33
Obr. 1.19 – SSD a HDD	35
Obr. 1.20 – Vnitřek flash disků	36
Obr. 1.21 – Různé typy paměťových karet	37
Obr. 1.22 – Popis SD karty	38
Obr. 1.23 – Stránky, rámce a bloky	40
Obr. 1.24 – Cyklus práce DNA	42
Obr. 1.25 – Kvantový počítač D-Wave-One	44
Obr. 2.1 – Crystal Disk Mark	50

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 – Přehled zkratk používaných na disketách	19
Tab. 2.1 – Testování rychlosti datových médií pro 1 000 souborů	46
Tab. 2.2 – Testování rychlosti datových médií pro 250 souborů	47
Tab. 2.3 – Testování rychlosti datových médií pro 2 soubory	48
Tab. 2.4 – Testování rychlosti datových médií pro 1 soubor	49

ÚVOD

Úkolem této práce je seznámit s paměťovými médii pro elektronické zpracování dat. Práce se věnuje chronologickému vývoji paměťových médií používaných v osobních počítačích a pamětem využívaných v sálových počítačích. V práci jsou popsána datová média různých typů používaných v minulosti i současnosti. U jednotlivých typů médií jsou popsány vlastnosti a parametry. Dále jsou vyzdvíženy výhody a nevýhody jednotlivých médií. Mimo jiné jsou zde nastíněny výhledy vývoje médií v blízké budoucnosti.

Chronologický vývoj začíná u dřevných štítků a dřevných pásek, které byly primárně používány v sálových počítačích. S ohledem na nedostatečnou kapacitu záznamu u dřevných štítků nebo dřevných pásek se postupem času začaly využívat magnetické pásky. S rychlým rozvojem osobních počítačů v 80. letech minulého století se pro tento typ počítačů začala používat magnetická média. Z důvodu fyzických rozměrů a kapacity se magnetická média velmi rychle vyvíjela od prvních pružných disků až po pevné plotnové disky. Ke konci 20. století se paralelně s magnetickými médii začala vyvíjet optická média. V posledních letech se čím dál více používají média typu SSD z důvodu vysoké přenosové rychlosti dat. S ohledem na současný vývoj lze očekávat rozvoj současných a vývoj nových typů pamětí. Vzhledem k potřebě archivace velkého množství dat pravděpodobně dojde k masivnímu rozšíření DNA paměti.

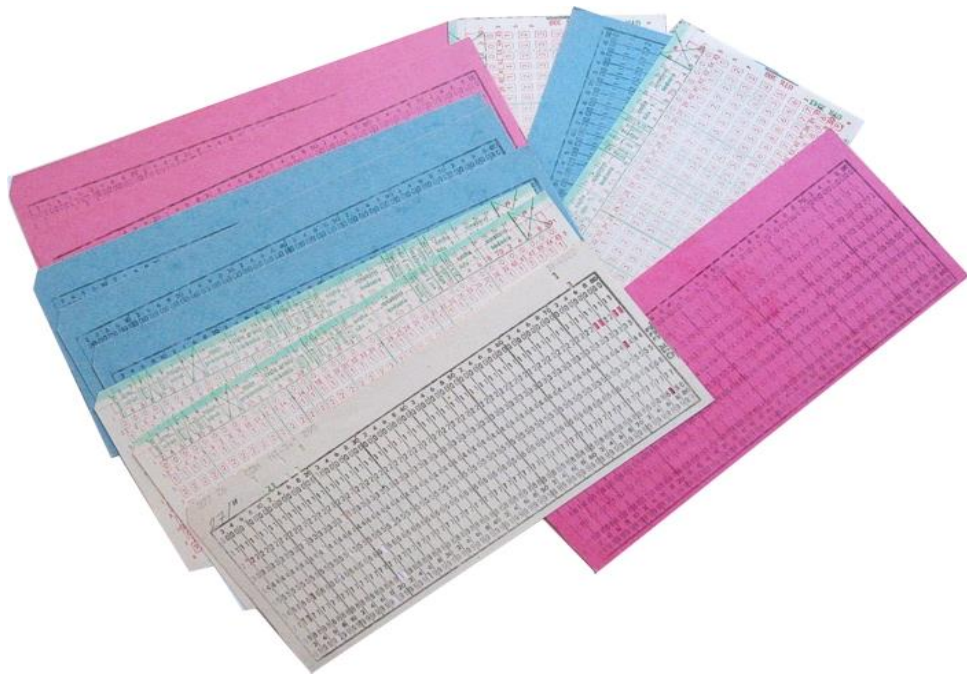
Praktická část této práce se věnuje testu přenosových rychlostí různých typů médií pro běžně používaná komunikační rozhraní. K měření přenosových rychlostí byly využity sběrnice typů USB 2.0, USB 3.0 a SATA. Z magnetických médií byl použit pevný disk. Dále byla využita optická média CD a DVD, SSD, flash disky a paměťové karty. Měření bylo provedeno na osobním počítači, který je vybaven výše zmíněnými sběrnici.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 VÝVOJ DATOVÝCH MÉDIÍ

1.1.1 Děrné štítky

Mezi první paměťová média používaná na sálových počítačích bezpochyby patřily děrné štítky a pásy. V roce 1805 vynalezl francouzský tkadlec hedvábí Joseph Marie Jacquard děrný štítek do tkacího stroje. Děrnými štítky tyto stroje řídil. Až o několik let později však německý důlní inženýr Hermann Hollerith posunul tuto technologii do oblasti paměti. Od té doby je záznam děrných štítků možno číst pomocí stroje. Zmíněný způsob byl ve velkém použit až v roce 1889 ve Spojených státech k pravidelnému sčítání lidu (předchozí způsob zpracování výsledků v roce 1880 trval bezmála sedm let a vznikly obavy, že při novém sčítání bude trvat ještě déle, proto byly děrné štítky použity k záznamu dat). Firma Hermanna Holleritha se později stala zakladatelem slavné americké počítačové společnosti IBM a tato technologie vydržela další století.



Obrázek 1.1 – Děrné štítky (Dvorníková, 2009)

Děrné štítky se rychle rozmohly. Vzniklo několik různých variant a rozměrů, které se přizpůsobovaly typům sálových počítačů. Pro tehdejší ČSSR byly používány děrné štítky dle normy ČSN 88 5601 z roku 1966 o rozměrech: výška 187,4 mm, šířka 82,5 mm a tloušťka 0,18 mm. Normovaný štítek je rozdělen na 12 řádků a 80 nebo 90 sloupců. Osmdesáti

sloupcový štítek se skládá ze dvou částí. První část počítáno ze zdola, od 1 po 10 řádek byla děrována čísla 0 až 9. V druhé části byly děrovány abecední znaky a symboly. Každému řádku bylo přiděleno číslo a to bylo vytištěno na štítku. Abecední znaky byly kombinací dvou otvorů ve štítku. Jeden byl v první části 1 až 9 a druhý v horní řadě 11, 12, 0. Pro kódování jednoho znaku byl využit jeden sloupec. To umožnilo zobrazení 10 číslic, 26 písmen a 27 symbolů. Na jeden děrný štítek bylo možné zapsat 80 znaků. Tento druh kódování byl velmi neefektivní, a proto se později využívaly jiné způsoby, při nichž byl sloupec rozdělen na dva šestibitové znaky, což umožnilo na osmdesátisloupcový štítek zaznamenat dvojnásobný počet znaků.

Osmdesátisloupcový děrný štítek měl děrované otvory obdélníkového tvaru o velikosti 3,2 mm a s šířkou 1,4 mm. U devadesátisloupcového štítku se používal kruhový tvar o průměru 3,2 mm. Hustota záznamu byla asi 0,55 až 0,6 znaků na 1 cm².

Nejčastěji se štítky používaly pro zápis kódů programů. Prvních několik sloupců se používalo pro určení pořadí daného štítku (Kuběna, 1999).

1.1.2 Děrné pásky

Dalším záznamovým médiem používaným od 19. století byla děrná páska. Oproti děrnému štítku měla děrná páska několik předností. Bylo na ni možné zapisovat informace o téměř libovolné délce. To u děrných štítků nebylo možné, protože byly limitovány počtem znaků. Další výhodou spočívala v tom, že děrná páska mohla sloužit pro výměnu dat mezi různými počítači, popřípadě mezi počítačem a dálnopisem. Děrná páska byla většinou vyrobena z papíru o síle 0,08 až 0,10 mm. Šířka byla normalizovaná a závislá na záznamových stopách. Informace se na děrnou pásku zaznamenávaly pomocí otvorů ve dvojkovém kódu. Jednička představovala proděravění a nula neproděravění.

Děrná páska měla jednu stopu pro vodící otvory a dalších 5 až 8 záznamových stop. Vodící otvory byly u děrné pásky umístěny v prostřední části a sloužily k posunu a vedení pásky, popřípadě k synchronizaci při čtení. Vodící otvory měly výrazně menší velikost než otvory, které představují abecední znaky, číslice, speciální znaky a symboly. I u děrné pásky se jeden znak zakódoval pomocí kombinace otvorů v jednom sloupci.

Hlavními nevýhodami děrných pásek jsou nízká spolehlivost, omezená životnost, problémy při převíjení a malá hustota dat. Nízká spolehlivost je způsobená častými chybami při kopírování pásky. Další nevýhodou děrné pásky je omezený počet čtení, jelikož při jejím opakovaném použití dochází k postupnému poškozování (Horáček, 2011).



Obrázek 1.2 – Pětistopá a osmistopá děrná (Horáček, 2011)

Pětistopá děrná páska se používala pro telegrafní kódy CCITT. Častěji se však používaly pásky šesti, sedmi nebo osmistopé, do kterých se mohlo umístit větší počet znaků bez pomocných přepínacích znaků. U sedmistopé pásky se poslední sedmá stopa používala jako paritní bit. Podélná hustota záznamu u děrné pásky byla 0,4 znaků na 1 mm² (Kuběna, 1999).

1.2 MAGNETICKÁ MÉDIA

Magnetická média jsou v dnešní době nejpoužívanějším druhem médií díky své velké kapacitě. Je to důsledek levné a jednoduché výroby těchto médií. Na záznamovém médiu je nanášena magnetická vrstva na nemagnetický materiál. Nemagnetickým materiálem je slitina hliníku (určená především pro pevné disky) nebo vrstva z lehké plastické hmoty pro diskety či magnetické pásy. U disků a disket se pro čtení nebo zápis používají takzvané hlavy, které jsou založeny na principu magnetické indukce.

1.2.1 Magnetická bubnová média

Magnetická bubnová média začala být používána v polovině minulého století, a to jako operační nebo vstupně výstupní paměť. Název tato média získala podle tvaru, který připomínal buben či válec. Ten byl vyroben z lehkého nemagnetického materiálu, například hliníku. Na zmíněný materiál byla nanášena vrstva feromagnetu, stejně jako u magnetické

pásky či diskety. Buben je umístěn ve svislé nebo vodorovné poloze a je poháněn elektrickým motorem přes spojku nebo hnací řemen. Otáčí se konstantní rychlostí, a to s otáčkovou frekvencí od $2\,000\text{ min}^{-1}$ až do $15\,000\text{ min}^{-1}$. Hlava slouží ke čtení nebo zápisu a je uložena po obvodu bubnu ve vzdálenosti $20\ \mu\text{m}$. Poloha hlavy je pevná, nebo pohyblivá, jak ukazuje obrázek 1. 3. Datová kapacita je okolo 10^4 až 10^8 bitů (Blatný, 1980, s. 296 – 297; Tišnovský, 2008a).



Obrázek 1.3 – Bubnová paměť (Tišnovský, 2008a)

Záznam dat u tohoto typu paměti může být paralelní, sériový nebo sérioparalelní. U paralelního záznamu dat se pracuje se všemi hlavami najednou, to znamená pro jedno slovo najednou. Naopak u sériového záznamu se pracuje jen s jednou hlavou, přičemž každá hlava čte a zapisuje pouze ve své stopě. Při vysokých otáčkách bubnu je problém najít určitou adresu na stopě, odkud chceme číst nebo ukládat požadovaná data. Výběr adresy na bubnu se skládá z jedné nebo více adresových stop. Počet adresových stop závisí na počtu paměťových míst (Blatný, 1980, s. 296–297).

1.2.2 Magnetická páska

Oproti bubnové paměti, která se dnes používá zřídka, je magnetická páska v dnešní době používána stále, a to především díky své spolehlivosti, nízké pořizovací ceně a velké datové kapacitě.

Magnetická páska byla poprvé využita pro uchování zvukové stopy Fritzem Pfleumerem v Německu v roce 1926. Tuto technologii se dařilo skrývat až do konce druhé světové války, kdy se ji Američanům podařilo získat a dále rozvíjet. Zanedlouho se magnetická páska dostala k běžným uživatelům. Nejprve sloužila pro záznam zvuku. Pro čtení nebo ukládání dat z počítače byla poprvé využita v roce 1951 společností IBM na počítači UNIVAC I, což byl první sériově vyráběný počítač v USA. První úspěšnou magnetickou

páskou, kterou vyrobila firma IBM, byla páska IBM 726. Tato páska umožňovala ukládání dat o kapacitě až 2,3 MB a její hmotnost byla neuvěřitelných 424 kg.



Obrázek 1.4 – Magnetická páska, audio (Magnetická páska, 2016)

Magnetická páska dosáhla své největší slávy o pár desetiletí později, kdy se dostala mezi běžné uživatele v podobě magnetofonové kazety.

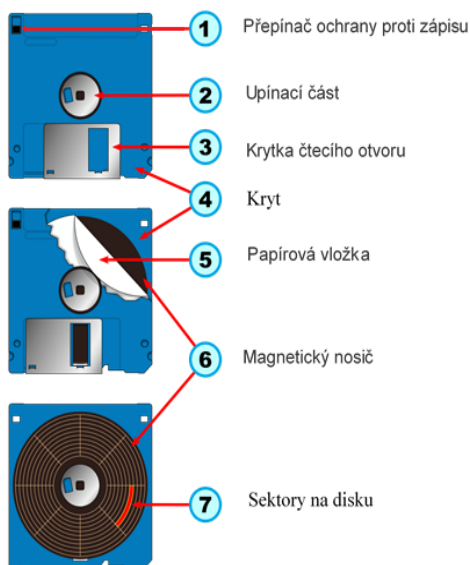
Páska se většinou vyráběla z polyesterové fólie nebo z materiálů, které mají podobné vlastnosti. Magnetická vrstva je nanášena na jednu nebo obě strany pásky práškem z oxidu železitého rozpuštěného v epoxidové pryskyřici. Tyto technologie a použité materiály nejsou na výrobu tolik nákladné, proto měla páska dobrý poměr ceny na jeden bajt. Magnetická vrstva byla velmi slabá, pouhým okem nezaznamatelná, o síle okolo 10 μm . Délka pásky může dosahovat několika desítek až stovek metrů. Páska je navinutá na cívku. Při přehrávání se páska odmotává z cívky a je navíjena na druhou cívku. Cívky mohou být uzavřené v pouzdru nebo mohou být volné. Při zápisu a čtení dat se páska v cívkách pohybuje konstantní rychlostí. Pro konstantní rychlost pásky se většinou používá hnací hřídel (tónovaná kladka), k níž je páska přitlačena pomocí pryžové přitlačné kladky. Hnací hřídel je spojen se setrvačником, ten zajistí konstantní rychlost otáčení hřídele a posunu pásky. (Blatný, 1980; Elnika, 2004; Tišnovský 2008a).

Záznam dat na magnetickou pásku se provádí pomocí tunelového jevu. Při záznamu dat na magnetickou pásku do stop se nejprve vymaže obsah pásky. Data jsou v každé stopě zapsána do přesně definovaného tunelu, což zabraňuje vzájemnému narušení stop. Kdyby se data

zaznamenala na okraj stopy, byl by záznam porušen. Záznam dat se provádí elektrickým impulsem na záznamovou cívku, vznikne tak elektromagnetické pole a zmagnetizuje povrch magnetické pásky. Čtení dat z magnetické pásky je založeno na opačném principu. Pohybující se páska indukuje se změnou magnetického toku v čtecí cívce napětí. Z této polarizace se zjistí, o jaký se jedná bit, a to buď 0, nebo 1. Pásky určené pro sálové počítače (mainframe) měly devět datových stop, což znamenalo stejný počet vinutí a čtecích zesilovačů. Osm stop bylo pro data a devátá pro paritní bit (Blatný, 1980, s. 301– 305).

1.2.3 Disketa

Disketa neboli pružný disk byla nejvýznamnějším přenosovým médiem pro ukládání dat. V roce 1960 se poprvé objevil její název floppy disk. Stejně jako u magnetické pásky, tak i u diskety je výrobní cena velmi nízká, což byla hlavní příčina masivního rozšíření tohoto typu magnetického média. První prototyp diskety vyrobil opět americký gigant IBM, a to ke konci šedesátých let 20. století. Disketa tehdy měla průměr osm palců, její základ tvořil tenký nemagnetický materiál, který byl většinou plastický, na něm byla nanесena magnetická vrstva. Celý kotouč byl zabalen do čtvercového plastového pouzdra. Před poškozením či prachem je kotouč chráněn vložkou. Většinou se jednalo o speciální papír, který byl vložen spolu s kotoučem do pouzdra. Podrobnější pohled na pružný disk zobrazuje obrázek 1.5 (Dvorníková, 2009).



Obrázek 1.5 – Pohled do diskety (Alegsa, 2016)

Princip funkce pružného disku je podobný principu disku pevného. Data jsou zaznamenána do kružnic, které jsou označovány jako stopy. Stopy jsou značeny číselně od nuly po jejich maximální počet, který je daný, například u 3,5" diskety je počet stop 80. U kraje kotouče se nachází stopa s číslem nula a u středu je maximální číslo stopy. Stopy se rozdělují na sektory, jež jsou značeny od nuly po maximální číslo. Sektor je souhrn dat, který má konstantní délku, a je vždycky zapisován a čten jako jeden celek. Sektory byly zavedeny jako nejmenší paměťová jednotka na disku z důvodu lepší organizace dat, protože stopa je příliš velká. Začátky sektorů mohly být značeny jedním ze dvou způsobů – jako *hard sektor* nebo jako *soft sektor*. První způsob je starý a bylo od něj upuštěno. U druhého způsobu, tj. u soft sektoru, jsou začátky a konce sektorů zapsány pomocí magnetického záznamu. Kapacita diskety závisí na počtu speciálních značek ukazujících začátky a konce sektorů. Mluvíme tedy o dvou kapacitách diskety. Neformátovaná kapacita je počet dat, který lze na disketu teoreticky zapsat. Formátovaná kapacita udává jen tolik, kolik se vejde na disketu vlastních dat. Před prvním použitím je nutné vždy disketu naformátovat (Adámek, 1999c, Zaňka, 2010).

Tabulka 1.1 – Přehled nejpoužívanějších formátů disket (Adámek, 1999c)

Velikost	Počet hlav	Počet stop	Zánamová rychlost (kbit/s)	Kódování dat	Otáčky (ot/min)	Nenaformátovaná kapacita (kB)
8"	1	77	250	FM	360	400
	1	77	500	MFM	360	800
	2	77	250	FM	360	800
	2	77	500	MFM	360	1600
5.25" a 3.5"	1	40	125	FM	300	125
	2	40	125	FM	300	250
	1	40	250	MFM	300	250
	2	40	250	MFM	300	500
	1	80	250	MFM	300	500
	2	80	250	MFM	300	1000
	2	80	500	MFM	360	1600
3.5"	2	80	500	MFM	300	2000

Data jsou na disketu zapisována sériově jako změny magnetické vrstvy. Pokud mají po záznamu větší šířku, než je šířka stopy, stopa se ihned zmenší pomocí tunelu. Mechanika zapisuje data jako sled jednotlivých impulzů a dochází ke změně magnetizace na disketě. Při čtení se musí vytvořit původní signál. Pro zapisování dat se používá několik způsobů kódování.

U starších typů disket se používalo kódování typu FM (frekvenční modulace) a u novějších typů MFM (modifikovaná frekvenční modulace). Přenosové rychlosti se pohybují okolo 500 kB/s (Adámek, 1999c).

Přehled zkratk používaných na disketách:

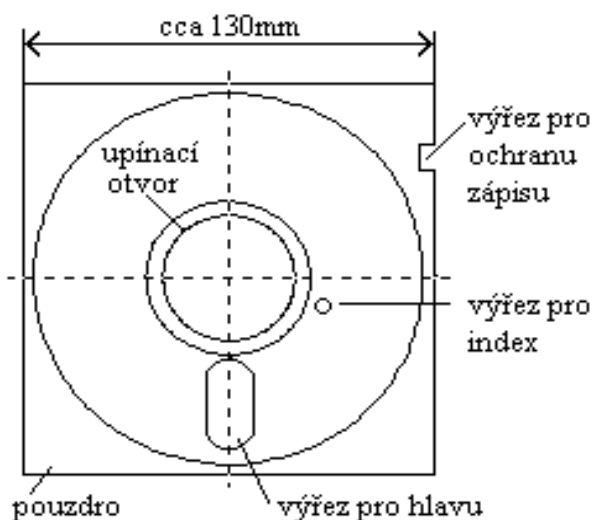
- SS - single-sided - jednostranná disketa,
- DS - double-sided - oboustranná disketa,
- SD - single density - jednoduchá hustota záznamu (FM),
- DD - double density - dvojitá hustota záznamu (MFM),
- DTr, DTD - double track density - dvojnásobný počet stop na jedné straně (80 stop/strana),
- QD - quaddensity - čtyřnásobná hustota (= DS+DD+DTr),
- HD - highdensity - vysoká hustota (přenosová rychlost MFM 500 kB/s při 360 ot/min),
- Single head - pro použití na jednostranné mechanice,
- Soft sector - bez hardsektorových děr,
- HS - Hard sector- s hardsektorovými děrami,
- n sectorholes- n sektorových otvorů (hard sektor),
- tpi - track per inch - počet stop na palec (příčná hustota),
- bpi - bits per inch - počet bitů na palec (Adámek, 1999c).

Disketa 8" (200 mm) je nejstarším typem disket. Měla 77 stop a hustotu 48 tpi. V základním provedení SS SD má neformátovanou kapacitu 400 kB, zatímco SS DD jednostranná s dvojitou hustotou záznamu má dvojnásobnou kapacitu, 800 kB. Poslední provedení, DS DD, má čtyřnásobnou kapacitu, tedy 1,6 MB. Osmipalcové diskety se u nás používaly v systémech SMEP, CONSUL, Aritma, SAPI-1, TNS. Většinou měly na stopu 26 soft sektorů a 8, 16 nebo dokonce až 32 hard sektorů na stopu. Některé osmipalcové diskety měly také výřez pro ochranu dat proti zápisu. Ochranou dat byly vybaveny i novější, menší diskety (Adámek, 1999c).



Obrázek 1.6 – Disketa 8" (Adámek, 1999c)

Diskety velikosti 5,25" (130 mm) jsou označovány jako minidiskety. První minidiskety měly 35 stop, ale tento počet se brzy zvýšil na hodnotu 40 stop s hustotou 48 tpi. Celková kapacita tedy činila 125 kB. Velikost sektorů byla 10 nebo 16 v případě hard sektorů, 9 či 16 u soft sektorů. Pomocí dvojnásobné hustoty záznamu bylo dosaženo opět dvojnásobné kapacity, tedy 250 kB. Od té doby, co se přešlo od jednostranného k oboustrannému záznamu, byla celková neformátovaná kapacita diskety 500 kB a formátovaná kapacita 360 kB. Tyto diskety se používaly v osobních počítačích PC/XT. Poté se zvýšila hustota záznamu dvojnásobně, na 96 tpi. Tím bylo dosaženo neformátované kapacity 1 MB. S novým počítačem PC/AT se zvýšila kapacita disket. Následně došlo ke zvýšení rychlosti mechanik z



Obrázek 1.7 – Disketa 5.25" (Adámek, 1999c)

300 na 360 otáček za minutu. Neformátovaná kapacita diskety v této mechanice je 1,6 MB a formátovaná je 1,2 MB. Označení těchto disket je (DS) HD. U nich také najdeme výřez pro ochranu dat (Adámek, 1999c).

Diskety 3,5" o rozměru 90 mm patřily ke konci 20. století k nejrozšířenějším médiím pro přenos dat. Po SS SD disketách, které měly 40 stop, přišly diskety DS DD. Formáty zápisu jsou stejné jako u diskety 5,25". Základní hustota stop je 67,5 tpi a dvojitá 135 tpi. Otáčky jsou standardizovány na 300 otáček za minutu. Na základě DS DD disket byly vytvořeny HD diskety. Po přepnutí rychlosti na 360 otáček za minutu mají, stejně jako jiné diskety, 1,6 MB neformátované kapacity. Častěji se však používají HD diskety s dvojnásobným počtem sektorů. Místo 9 mají 18 sektorů a standardní rychlost činí 300 otáček za minutu. Tyto diskety potom měly neformátovanou kapacitu 2 MB a formátovanou kapacitu 1,44 MB, patřily k nejnámějším a nejpoužívanějším. Pro rychle rostoucí svět počítačů byla tato kapacita malá a rovněž tento typ disket byl nahrazen novějším typem. Větší kapacitu nabízely například CD ROM či ZIP. Řešením byla disketa označovaná jako 2HD nebo EHD – Extra High Density, která nabízela dvojnásobnou formátovanou kapacitu 2,88 MB, ale na CD-ROM to stále nestačilo. Dalším řešením je použití disketové jednotky LS-120 s kapacitou, jak už naznačuje název, 120 MB. Tato disketová jednotka má standardní rozhraní ATAPI I a vysokou přenosovou rychlost (4 MB/s). Její rozměry a tvar jsou srovnatelné s disketami 3,5" (Adámek, 1999c).

Disketa ZIP je fyzickou velikosti velmi podobná klasické 3,5" disketě o velikosti 1,44 MB. ZIP disketa nabízí kapacitu 100, 120 a 250 MB. Její technologie vychází především z pevného disku. Výhodou je možnost použití interního a externího zapojení mechaniky do paralelního rozhraní SCSI nebo sériového rozhraní USB (Mueller, 2003).



Obrázek 1.8 – Velikostní rozdíl disket 8", 5,25" a 3,5" (Disketa, 2016)

1.2.4 Pevné disky

Pevný disk, označován jako HDD, je zařízení pracující na principu magnetické indukce, které dokáže uchovat velké množství informací. První pevné disky se objevily v roce 1954, dostaly název 305 RAMAC, měly kapacitu 4,4 MB a objevily se v sálových počítačích. Pevný disk pro osobní počítače IBM PC XT měl kapacitu 10 MB a záhy se stal nedílnou součástí počítačů třídy PC XT a PC AT. Jeho rozměry byly 13 cm × 7,6 cm 17,7 cm. Později se začaly vyrábět disky o průměru 3,5", které známe z moderních desktopových počítačů. U přenosných počítačů se používají 2,5". Ačkoliv se pevné disky zmenšovaly, tak se jejich kapacita nesnižovala. Naopak dále rostla, a to hlavně díky použití lepších materiálů a nových technologií. Dnes se běžně používají disky o kapacitě 1 TB s rozměrem 3,5", ale jsou vyráběny i ve vyšších kapacitách (Tchelidze, 2010).



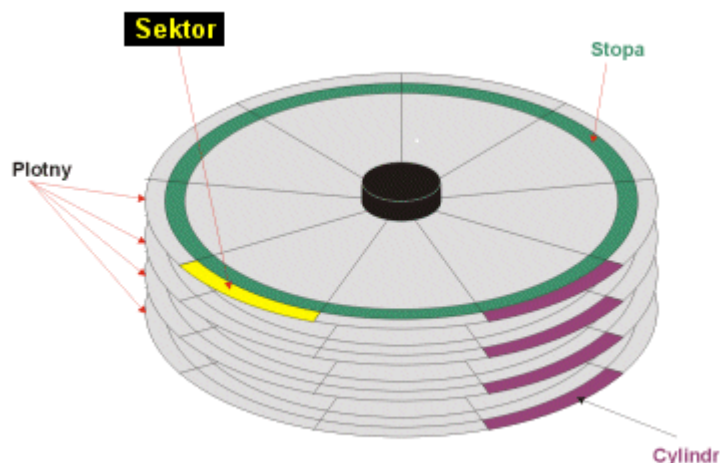
Obrázek 1.9 – Pevný disk 305 RAMAC (Tchelidze,2010)

Základem je tenká deska ze slitiny hliníku nebo nemagnetického materiálu, třeba plastické hmoty, ve tvaru disku. Na desku je nanášena magnetická vrstva (většinou se jedná o oxid železa), navíc se v dnešní době ještě přidává vrstva skla, která chrání oxid železa před poškozením. Nad deskou je umístěna hlava, která zapisuje a čte data. Pro tyto funkce stačí jen jedna hlava. Při zápisu dat na pevný disk prochází hlavou proud, který zmagnetizuje magnetickou vrstvu. Při čtení pak zmíněná magnetická vrstva indukuje v hlavě proud, který je snímán a zpracováván dalšími obvody. Magnetická vrstva se nanáší na obě strany desek. Počet desek v pevném disku je od dvou do osmi. Stejnoseměrný motor, který je spojený se středem desek, zajišťuje otáčení disků. Rychlost otáčení pevných disků se nejprve pohybovala okolo 3600 otáček za minutu, u nových pevných disků se zvýšila až na 7 200 otáček za minutu z důvodu kratší přístupové doby. Firma Western Digital v roce 2003 uvedla na trh novou řadu

pevných disků pod názvem WD Raptor nebo VelociRaptor. Tyto pevné disky se odlišovaly svou rychlostí otáčení, která byla 10 000 otáček za minutu, což vedlo k vyššímu výkonu. Navzdory vyšším otáčkám měly disky menší kapacitu, pohybující se od 36 do 150 GB, a dvojnásobnou cenu oproti běžným pevným diskům. V té době neměly tyto pevné disky konkurenci. Ta se dostavila až o deset let později v podobě SSD disků (Brych, 2005; Muller, 2003).

Informace na pevném disku jsou stejně jako u diskety zapisovány v soustředných kružnicích, které se nazývají stopy. Stopa je velice úzká, pouhým okem nezaznamenanatelná, a má šířku setin milimetru. Stopy jsou číslovány od nuly do maximální hodnoty, maximální hodnota se pohybuje v rádech set až tisíců. Stopa s číslem 0 je nejbližší okraji disku, maximální hodnota je pak nejbližší středu disku. Počet cylindrů se rovná počtu stop v jedné záznamové ploše. Počet stop celého disku je roven počtu cylindrů vynásobenému počtem záznamových ploch. Stopa se dělí na menší jednotky objemu informací, jež se nazývají sektory. Důvodem tohoto dělení je, že jedna stopa diskového povrchu obsahuje množství dat, které je příliš velké pro zpracování. Kapacita jedné stopy je určena použitým mechanismem kódování a obvodem stopy. Sektor je základní jednotkou dat pevného disku, jeho velikost je 512 B. V jedné stopě je umístěno 17–150 sektorů. Velikost stopy je 8,5 kB až 75 kB. Kapacita disku se zjistí vynásobením počtu cylindrů počtem hlav. Tím se získá počet stop disku. Celkovou velikost pevného disku zjistíme vynásobením počtu cylindrů a hlav, dále se tato hodnota vynásobí počtem sektorů na stopu a výsledek se dělí hodnotou 2 048 B. Tímto výpočtem lze získat velikost pevného disku v MB. Cluster či alokační jednotka označuje nejmenší prostor na disku, který je operační systém schopen při zápisu dat přidělit. Zpravidla bývá alokační jednotka tvořena jedním či více sektory. Je-li alokační jednotka tvořena více sektory, pak počet sektorů v alokační jednotce je dán mocninou čísla dvě (Adámek, 2016; Mueller, 2003).

Hustota záznamu na pevném disku je určena poměrem počtu bitů na měrnou jednotku plochy disku (bit/palec^2 , bit/mm^2). V dnešních pevných discích je několik ploten, nejčastěji 1 až 5, někdy však i 12. Standardní 3,5" disky mají až 4 plotny a 8 hlav pro čtení a zapisování dat, přičemž z každé strany má plotna dvě hlavy. Disky s nejmenší kapacitou mají obvykle pouze jednu plotnu, jež je navíc použita jen z jedné strany (Adámek, 1999b).



Obrázek 1.10 – Struktura pevného disku (Pevný disk, 2016)

Stejně jako procesory, tak i pevné disky mají vyrovnávací paměť. Ta slouží k rychlejšímu načítání dat mezi pevným diskem a procesorem. V této paměti najdeme data, která budou pravděpodobně brzy použita.

MBR (Master Boot Record) je, do českého jazyka přeloženo, hlavní spouštěcí soubor. Je prvním sektorem na disku a obsahuje tabulku oddílů, která popisuje umístění oddílů, a soubor binárního kódu, označovaný jako hlavní spouštěcí kód, který umožňuje start systému. Na disku lze vytvořit svazky až do velikosti 4 TB a použít primární nebo rozšířený oddíl. Disk lze rozdělit na čtyři primární oddíly a jeden oddíl rozšířený.

Při zápisu dat na plotnu pevného disku prochází zápisovou hlavou proud, který způsobí zmagnetizování daného místa. Pokud hlava načte stejné dipóly za sebou, není možné určit jejich počet. Z toho důvodu byly vyvinuty tři metody pro kódování dat. První metoda MFM modulace je založena na tom, že pro první datový signál je vymezena přesná délka kódu. Podle délky trvání stejného proudu procházejícího zápisovou hlavou rozpozná řadič počet stejných bitů. Druhá metoda RLL modulace je nejčastější používanou metodou. Řadič si přepočítává ukládanou posloupnost na zcela novou binární posloupnost. Poté je ukládané číslo přeměněno tak, aby se v něm nevyskytovaly nečitelné sledy 0 nebo 1. Poslední metodou je PRML modulace, hodnoty zpracovává digitální signálový procesor, jenž spočítá všechny ležící dipóly a dokáže dopočítat i chybějící údaj. PRML rozezná více dipólů na malé ploše, a to vede k větší úspoře dat než v předešlých metodách (Adámek, 1999b).



Obrázek 1.11 – Popis pevného disku (Beran, 2005)

S příchodem nových technologií jsou v dnešní době magnetické pevné disky z pohledu rychlosti zápisu a čtení pomalé. Oproti svému nástupci v podobě SSD disků jsou velice náchylné na otřesy (obsahují mechanické části), jsou hlučné, nesvědčí jim ani prach či extrémní teplota.

1.3 OPTICKÁ MÉDIA

Optická záznamová paměť je plastický kotouč (disk), typicky o průměru 120 mm s vyříznutým otvorem uprostřed o průměru 15 mm. Existují i výjimky, které mají větší nebo i menší průměr, jako například minidisk. Ten má průměr 80 mm a je určen především pro menší velikost souborů, těmi mohou být pro představu ovladače pro komponenty k počítačům. Disky jsou rozděleny do čtyř základních typů a sice: CD, DVD, BD a HD DVD. Optická média mají jednu spirálovitou stopu, která začíná u středu disku, a stejně dlouhé sektory. Data se ukládají do sektorů. Kvůli adresaci jsou použity tři úrovně sektorů. Nejvyšší úroveň má velikost 3 234 B. Obsahuje logický sektor o velikosti 2 352 B a také 784 B korekčních kódů EDC/ECC a 98 B kontrolních. Zápis a čtení optických médií umožňují dva logické stavy, jednička a nula, jež znázorňují informace v binární soustavě. Tyto logické stavy jsou představovány dírami a poli. Čtení dat se provádí pomocí laserového paprsku. V první řadě je nutné ho zamířit na přesné místo. K tomuto účelu slouží fokusační systém u mechaniky. Poté

laserový paprsek projde hranolem a polopropustným zrcadlem. Zrcadlo ho propustí jenom jedním směrem, následně bude odražen do fokusačního systému mechaniky. Tam je přes soustavu čoček zaměřen na povrch disku. Povrch disku je vybaven reflexní vrstvou, která způsobí odraz paprsku zpět. Paprsek dále pokračuje na polopropustné zrcadlo, kde se odrazí na kolimátor, který odrazí paprsek na fotodiodu, jež vyhodnotí velikost odraženého paprsku. V případě díry je paprsek rozptýlen a není propuštěn skrz polopropustné zrcadlo (Tesař, 2002).

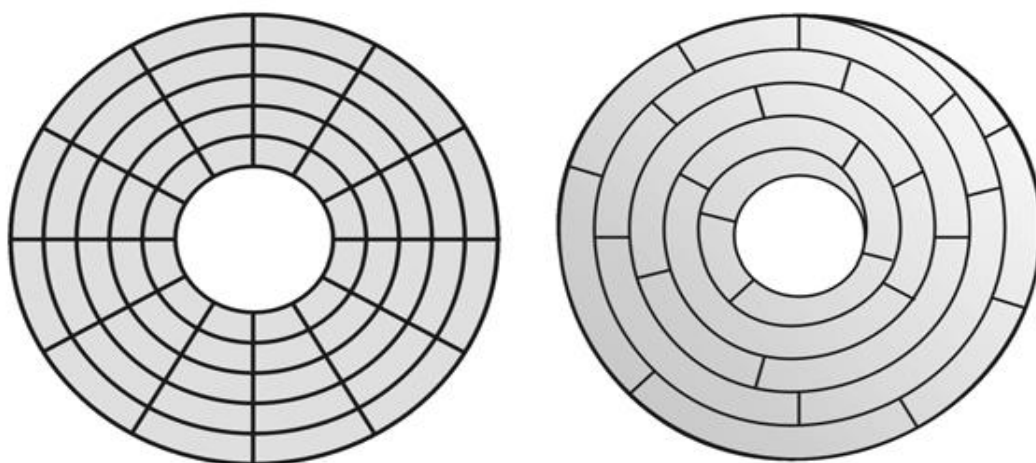
Zápis dat na optické médium je prováděn laserovým paprskem. U zápisu je zapotřebí většího výkonu než u čtení, protože je nutno narušit vrstvu organického barviva za účelem vytvoření díry (Tesař, 2002).

Ochrana optických médií je velmi důležitá, jsou hodně náchylná na mechanické poškození. Z toho důvodu byly vytvořeny speciální ochranné obaly. I přesto však docházelo k poškození disků a ztrátě dat. Proto byla vyvinuta speciální vrstva hard-coat, která dokázala uchránit optické médium před poškozením. Velkou zásluhu na vzniku a aplikaci této technologie má firma TDK.

Výhody optických médií spočívaly především ve velké kapacitě, snadné manipulaci, při správném zacházení k dlouhé životnosti dat a v neposlední řadě univerzálnosti.

Nevýhody byly naopak v pomalém přenosu dat na disk, zpočátku také ve špatné kompatibilitě, která se časem zlepšovala. Dalšími nevýhodami jsou hlučnost a náchylnost k fyzickému poškození.

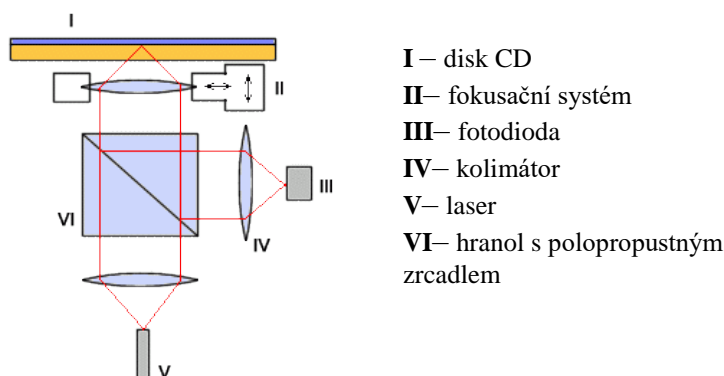
Kontrola dat na optických médiích se provádí pomocí programu CDCheck. Tento program umožní kontrolu čitelnosti CD, DVD a HDD. Binárně porovná jejich obsah se zálohami. Kontroly dat se provádí pomocí formátu MD5 a CDC32 (Eagle, 2005).



Obrázek 1.12 – Sektory pevného disku a optického média (Kozierok, 2007)

1.3.1 CD

Kompaktní disk patří mezi první představitele optických médií. Již v roce 1980 japonské firmy Sony a Philips vyvinuly standard CD-DA (Compact Disk Digital Audio) určený pro záznam zvuku. Původně se na něj mělo vejít jen 60 minut hudby v digitální formě, ale firma Sony trvala na 74 minutách, aby se na jedno CD-DA vešla celá Devátá symfonie od Ludwiga van Beethovena. CD používá digitálního stereo záznamu o frekvenci 44,1 KHz a 16 bitů na každý vzorek. Tento standard byl převzatý do standardu ISO-9660 pro účely datových disků neboli CD-ROM. Výsledkem byl disk s maximální kapacitou 650 MB (Optické paměti, 2016).



Obrázek 1.13 – Čtení z CD (Tesař, 2002)

Kompaktní disky používají několik základních standardů, ty jsou označovány anglickým slovem „kniha“ a příslušnou barvou.

Červená kniha (Red Book) je nejrozšířenější standard CD-DA, používá se pro hudební CD. Začátek stopy disku začíná na středu disku tabulkou obsahu disku. V tabulce jsou uloženy časové údaje. Audio může být tvořeno až 99 záznamy v délce 74 min. Přenosová rychlost je $150 \text{ kB}\cdot\text{s}^{-1}$. Na disk lze umístit obrázky s malým rozlišením. Tento standard se nazývá CD-G, ale neměl moc velký úspěch (Adámek, 1999a; Jančík, 2016).

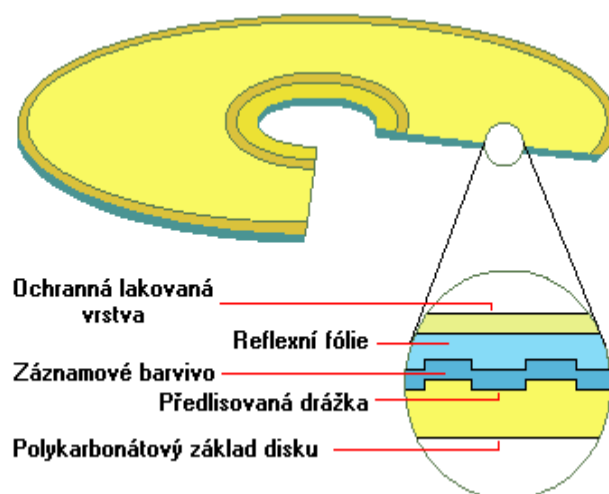
Žlutá kniha (Yellow Book) navazuje na první standard disku a slouží především pro ukládání dat. Splňuje ISO 10149 a později i novější ISO 9660, tyto standardy používají standardní (klasické) počítače a herní zařízení, kromě počítačů od společnosti Apple Macintosh, který se vydal vlastní cestou a používá vlastní standard HFS. Rychlost zůstala na $150 \text{ kB}\cdot\text{s}^{-1}$, později se tato rychlost ukázala jako nedostačující a výrobci začali vyrábět CD-ROM o větších rychlostech. Zlepšila se i korekce chyb (pravděpodobnost je až jedna k miliardě). Žlutá kniha přinesla i dva režimy korekce chyb. První režim používá kód, který je

uložen na konci každého sektoru, tj. sektory jsou delší. To vede k větší celkové kapacitě disku. Druhý režim přináší i nový smíšený standard CD-ROM/XA, za tímto novým standardem stojí tři velké firmy Sony, Philips a Microsoft, aby umožnily nahrát rozdílná data na jedno CD (Adámek, 1999a; Horák, 2004).

Zelená kniha (Green Book) je formát vyvinutý firmou Philips. Využívá stejný formát sektorů, jako tomu je u Žluté knihy, tedy CD-ROM/XA. Obsahuje infrakční disky neboli CD-I, které řeší problém se synchronizací audio a video stopy (Adámek, 1999a; Horák, 2004).

Bílá kniha (White Book) používá kódování MPEG pro video a od roku 1994 je nejužívanějším formátem. Umožňuje základní operace s videem, příkladem je přetáčení (dopředu i vzad) a rychlé přetáčení, a navazuje na Zelenou knihu CD-I (Adámek, 1999a).

Modrá kniha (Blue Book) je smíšený disk CD-ROM/XA a CD-DA, proto lze tento disk vložit do jakéhokoliv audio přehrávače a poslouchat hudbu z první části. V druhé části mohou být uložena libovolná data, která lze vložit do osobního počítače (Adámek, 1999a; Jančík, 2016).

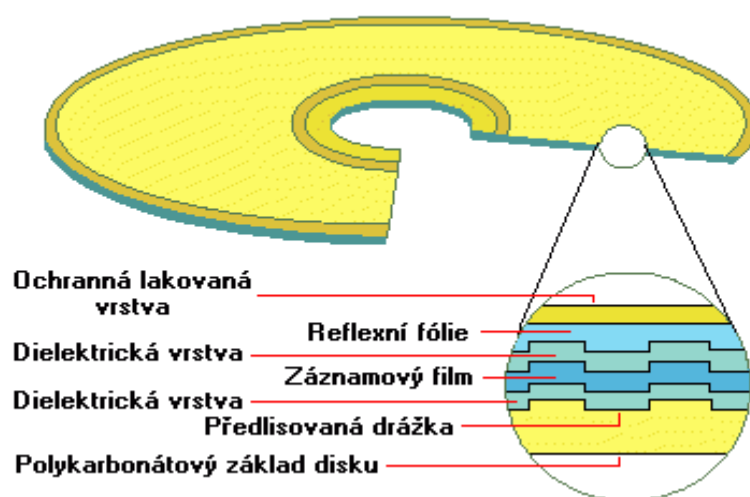


Obrázek 1.14 – Struktura CD-R (Jančík, 2016)

CD-R (Compact Disc – Recordable) byl vytvořen v roce 1988, aby byla zajištěna zpětná kompatibilita a stejný rozměr jako CD-DA a CD-ROM. Totožná je vzdálenost datové vrstvy od povrchu (1,2 mm), struktura dat, kódování a formát záznamu. Kapacita a velikost záznamu se postupem času změnily na 700 MB a 80 minut záznamu. CD-R je sestaven ze tří základních vrstev. Jsou to ochranná vrstva, reflexní fólie z barviva a spodní polykarbonátová vrstva. Při vypalování záznamu se naruší v určitém místě organická barva pomocí laseru, tím vznikají díry (pity). Vypálený pit nemá pravidelné okraje a je mělký, proto starší mechaniky nenačtou

CD-R. Dalším způsobem zápisu dat na CD-R je lisování, které se provádí pomocí otisku matrice do roztaveného polykarbonátu. Matrice je lisovací nástroj, který obsahuje základní informace a zapisovaná data. Lisované díry mají větší životnost. Čistý disk CD-R má předlisovanou spirálovou stopu, kterou sleduje hlava s laserem. V této stopě najdeme kromě informací o kapacitě disku a výrobci také značky ATIP (Absolute Time in Pregroove) sloužící k synchronizaci zápisu dat konstantní rychlostí a k přesnému zaměření hlavy s laserem nad stopou. Pro čtení z CD-R stačí poměrně malý výkon laseru, 0,5 MW. Pro zápis je zapotřebí výkon mnohem větší. Při základní rychlosti se výkon pohybuje okolo 4–8 MW, pro dvojnásobnou rychlost je to 8–10 MW, pro čtyřnásobnou 10–12 MW a pro šestinásobnou až 14 MW. Tento výkon je zapotřebí, aby se dosahovalo určité teploty 250 °C až 400 °C, která má za důsledek změnu barviva (Optické paměti, 2016; Jančík, 2016; Lauterbach, 2009).

Aby se dalo CD-R přepisovat, musel vzniknout nový druh kompaktního disku. CD-RW (Compact Disc ReWritable) má stejné vlastnosti jako CD-R. Počet přepisů se udává kolem jednoho tisíce. Datová vrstva má v sobě chemickou vrstvu, která může být v krystalické nebo amorfní struktuře. Tyto fáze se od sebe liší reflektivitou. Při určité teplotě (teplotě tání dané sloučeniny) mění svoji původně krystalickou strukturu na strukturu amorfní. Při opačném procesu, tj. mazání dat, je teplota nižší než teplota tání dané sloučeniny a dojde ke krystalizaci (Optické paměti, 2016).

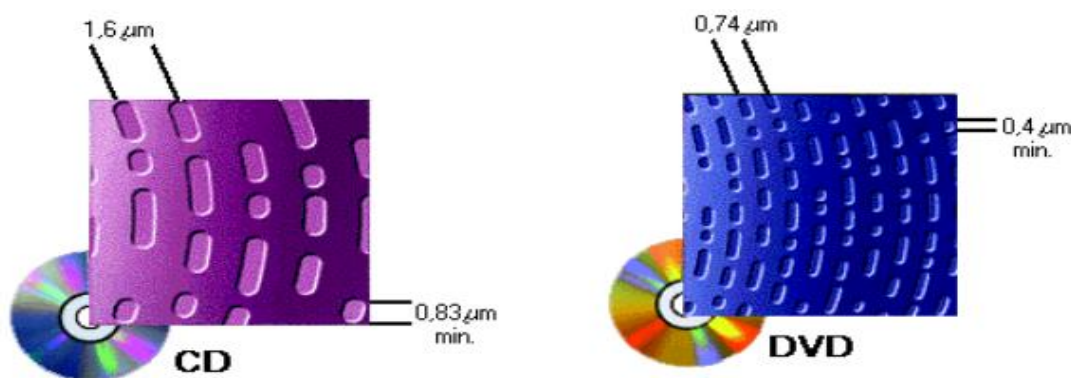


Obrázek 1.15 – Struktura CD-RW (Jančík, 2016)

1.3.2 DVD

Další kapitolou optických medií a nástupcem kompaktních disků jsou DVD (Digital Versatile Disc, Digital Video Disc). Původní účel spočíval v ukládání videa v digitální podobě. To mělo zajistit kvalitnější záznam oproti VHS. Dnes se využívá i pro ukládání dat, a to především pro svoji kapacitu a stejný formát, jaký má CD. První DVD byla uvedena na trh v roce 1996 v Japonsku, do zbytku světa se dostala o rok později. Ceny pro licenci na tuto technologii byly vysoké, a tak vznikl standard DVD+R, DVD+RW, kde byla licence podstatně levnější (Tišnovský, 2008b).

Jak už bylo řečeno, DVD mají stejný formát jako CD, průměr 120 mm a tloušťku 1,2 mm. Informace se na disk ukládají na jednu nebo do dvou vrstev ve stopě tvaru spirály, stejně jako CD. Díky kratší vlnové délce a menšímu odstupě od stop na $0,74 \mu\text{m}$ se na DVD vejde více dat. DVD lze rozdělit do několika kategorií (Optické paměti, 2016).



Obrázek 1.16 – Rozdíly mezi CD a DVD (Optické paměti, 2016)

První kategorie je podle kapacity na disku:

- DVD-1 – jedna vrstva, jedna strana, 1,46 GB, průměr 80 mm,
- DVD-2 – dvě vrstvy, jedna strana, 12,66 GB, průměr 80 mm,
- DVD-3 – jedna vrstva, dvě strany, 2,92 GB, průměr 80 mm,
- DVD-4 – dvě vrstvy, dvě strany, 1,46 GB, průměr 80 mm,
- DVD-5 – jedna vrstva, jedna strana, 4,70 GB, průměr 120 mm,
- DVD-9 – dvě vrstvy, jedna strana, 8,54 GB, průměr 120 mm,
- DVD-10 – jedna vrstva, dvě strany, 9,40 GB, průměr 120 mm,
- DVD-19 – dvě vrstvy, dvě strany, 17,08 GB, průměr 120 mm (Optické paměti, 2016).

Druhá kategorie je podle formátu. DVD-video slouží k ukládání video záznamu. Používaným standardem je MPEG-2. Kódování zvukové stopy se uskutečňuje ve formátu Dolby Digital. DVD-audio je určeno pro nahrávání zvuku o vyšší vzorkovací frekvenci 48, 96, 192 kHz. Je zde možnost využití sterea a prostorového zvuku a také vyšší bitové hloubky 24 bitů. DVD-ROM je stejně jako CD-ROM vyráběno lisováním a je určeno pouze pro čtení. DVD-R jeden zápis dat, kompatibilní s DVD-ROM. DVD-RW je možné přepisovat až 1000×, je kompatibilní s DVD-R a DVD-ROM (Optické paměti, 2016; Tišnovský, 2008b).

Poslední kategorií jsou HD DVD (HighDefinition DVD). Jedná se neúspěšnou řadu DVD. Tyto disky byly zpočátku jedinečné tím, že se nedaly kopírovat. V roce 2007 se podařilo prolomit ochranu, čímž disk ztratil svou originalitu. O rok později zakladatelé tohoto formátu ukončili vývoj a výrobu, přestože se na disk dala nahrát data o objemu 45 GB.

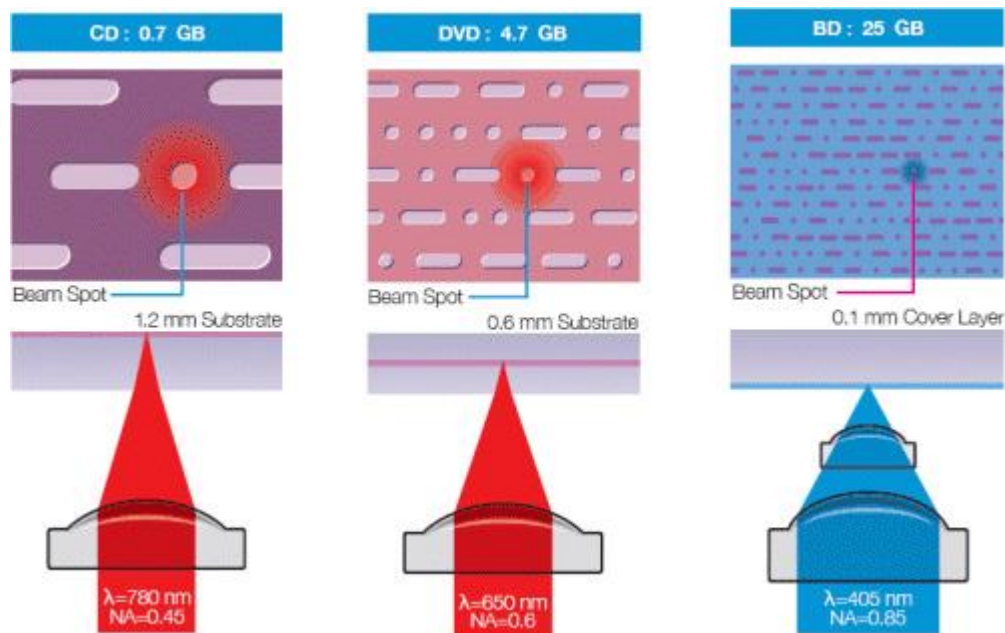


Obrázek 1.17 – HD DVD

1.3.3 BLU-RAY

Poslední kategorií optických médií jsou disky Blu-ray. V roce 1993 se firmě IBM podařilo dosáhnout hustoty záznamu 6× větší, než jaká je u formátu DVD. To je možné pomocí modrého laseru, který je schopný vytvořit pětkrát větší hustotu záznamu než běžné infračervené lasery. Od toho také vznikl název. Písmeno „e“ bylo z názvu vypuštěno, aby mohl být název registrován jako obchodní značka. V praxi se spíše setkáme se zkratkou BD, která je uvedena na logu. Blu-ray má stejné rozměry i tloušťku, jako je tomu u CD a DVD. Díky větší hustotě záznamu vzrostla kapacita tohoto média až na 25 GB u jednovrstvého disku, 50 GB u dvouvrstvého disku. Konečná kapacita se zastavila na 100 GB u dvouvrstvé dvoustranné

varianty. Proto se na Blu-ray nahrávají video záznamy s kvalitou Full HD (1 920×1 080 obrazových bodů). Obraz je zpracován pomocí formátu MPEG-2, který byl převzat z DVD. K posunu došlo i ve zvukové formě. Nárůst o dva kanály, využití bezztrátového formátu Dolby True HD a DTS-HD Master Audio nabízí uchování filmu ve formátu 3D (Blu-ray Disc, 2016).



Obrázek 1.18 – Porovnání hustoty pitů na CD, DVD, BD (Učeň, 2008)

Stejně jako CD a DVD, také Blu-ray má různé typy disků. Prvním typem je BD-ROM, který je určený pouze pro čtení a byl uveden na trh v roce 2006. O pár týdnů později byla uvedena do prodeje i mechanika k osobnímu počítači. Druhým typem je BD-R, tento typ je určen pouze pro jeden zápis na disk. BD-RE je typem, který umožňuje vícenásobný zápis na disk a má velikost základního jednovrstvého disku 25 GB. BD-AV je typ zaměřující se pouze na audio formáty, také tento typ lze vícekrát přepsat či vymazat. BD-R DL jsou typy vyznačující se větší kapacitou, a to díky dvouvrstvé variantě. Kapacita činí 50 GB. BD-3D je typem pro uchovávání filmu s podporou 3D. Blu-ray má i své menší formáty velikostí, které se označují Mini-BD, průměr disku činí 80 mm a může se jednat o jednovrstvou či dvouvrstvou variantu, kde je velikost 7,8 nebo 15,6 GB (Blu-Ray disk, 2016).

1.4 SSD

Předchůdce technologie SSD byl vyvinut v roce 1980 v laboratořích firmy Toshiba, kde Dr. Fujio Masuoka vyrobil první energeticky nezávislou paměť, kterou je možné elektronicky naprogramovat a znovu vymazat EEPROM. První typ této paměti využíval logické funkce NOR. Toshiba pokračovala ve výzkumu a v roce 1987 představila flash paměť typu NAND. V roce 1988 firma Intel vyrobila první čip s touto technologií a dodnes je najdeme jako nosiče BIOSu na běžných počítačích (Pfeipher, 2010).

Flash paměť typu NOR je sestavená pomocí unipolárních tranzistorů. Každá buňka se skládá z jednoho tranzistoru s izolovanou elektrodou. Právě tato elektroda plní funkci pro uchování dat, protože elektrony proniknou do elektrody a vytvoří náboj s životností několik desítek let. Nad elektrodou je umístěna báze (brána) připojená k adresovému vodiči. Každá paměťová buňka má vlastní adresu. Paměťová buňka umožní ukládat jeden bit a umožní nabývat dvou stavů (logické jedničky a nuly). Čtení nebo zápis dat se provádí pomocí sloučení více bitů, které se většinou nacházejí na vnější sběrnici paměti. Jedná se o přepisování logické jedničky na logickou nulu. Mazání dat se provádí pomocí nastavování na logickou nulu po celých blocích. Této technologii se říká SLS (Single Level Cells) – jednoúrovňové (dva stavy), MLC (Multi Level Cells) – víceúrovňové, TLC (Triple Level Cells) – tříúrovňové, celkem tedy osm stavů (Tišnovský, 2008c; Pavliš, 2014).

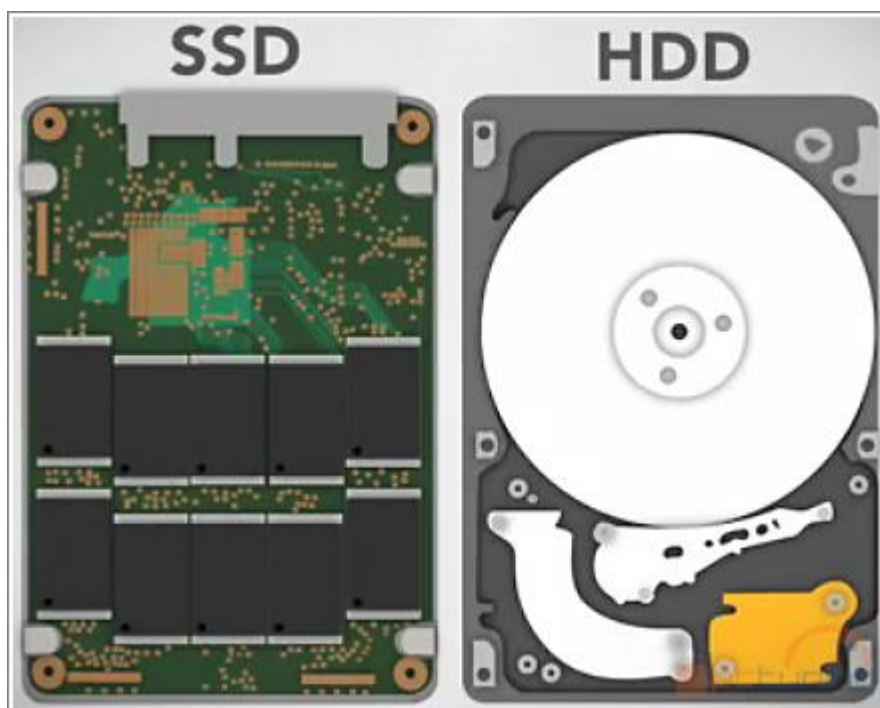
1.4.1 Pevný disk

Pevný disk typu SSD je u moderních počítačů velice oblíbený, i když jeho cena je oproti klasickému plotnovému disku vyšší. Díky nízké přístupové době je zvýšená rychlost přenosu dat, nedochází k žádné produkci hluku ani vibracím. Disky jsou také méně náročné na energii. Vyrábějí se ve stejných velikostech jako HDD a mají i stejná rozhraní SATA, případně i ve variantě Express Card, kterou lze vložit do notebooků podporujících tento slot. U stolních počítačů je lze také připojit do rozhraní PCIe, které většinou slouží k připojení externí grafické karty. Zmíněné disky jsou také méně náchylné na otřesy a prach. Pokud je však zanedbána údržba počítače, může dojít ke ztrátě dat na disku. Mají i své nevýhody týkající se především životnosti. Počet cyklů zápisu jedné buňky je omezen zhruba na desetitisíce až statisíce.

Když se na trhu začaly objevovat první SSD disky, měly podstatně menší kapacitu. Ta vystačila na operační systém a pár programů se soubory. V současné době to už neplatí a SSD disky dosahují velikosti násobků TB. Rychlost se spolu s kapacitou postupně zvyšovala a dnes můžeme naměřit až $560 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$ pro čtení a $530 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$ pro zápis. Jsou zde i rozdíly ve

spotřebě energie. V klidovém stavu se pohybuje kolem 0,5 W, při čtení dat činí 2,5 W a skoro dvojnásobek (tj. 5 W) je spotřebován při zápisu (Pfeifer, 2010).

Existuje i hybridní technologie, která je schopna skloubit plotnové disky s SSD disky dohromady. Ty se poté nazývají SSHD. Jedná se o klasický pevný disk, který v sobě ukrývá menší SSD disk o velikosti 8 GB až 32 GB cache paměti. Princip je podobný jako u běžné cache paměti. Řadič disku sám vyhodnotí, ke kterým částem dat je přistupováno nejčastěji, a ty odsune do SSD cache. Výrobci udávají, že rychlost čtení a zápisu se pohybuje v rozmezí rychlostí HDD a SSD (Zima, 2013).



Obrázek 1.19 – SSD a HDD (Kozina, 2015)

1.4.2 Flash disk

Jedná se o jednu z nejrozšířenějších přenosných pamětí vůbec. Ve značné míře nahradila jak diskety, tak CD a DVD. Flash disky se vyznačují menšími rozměry, snadným použitím a velkou kapacitou paměti, která dosahuje velikosti až 1 TB.

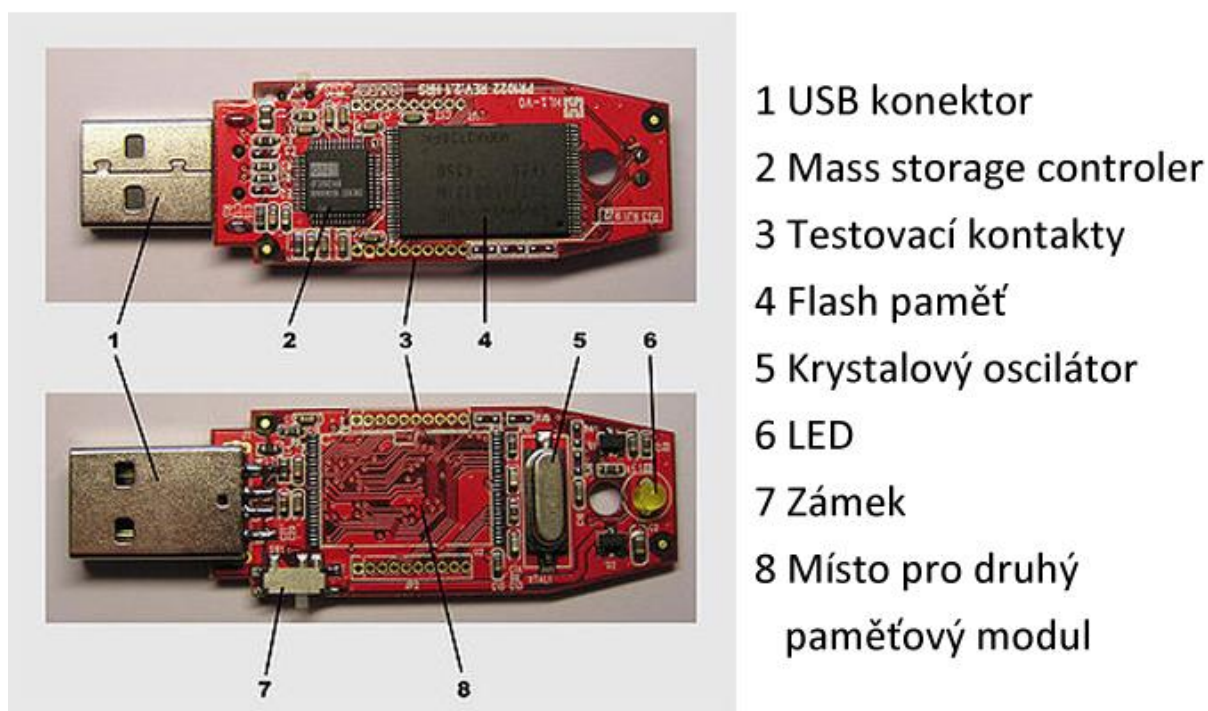
V roce 2000 se firmám IBM a Trek Technology podařilo vyrobit první flash disk, který měl kapacitu 8 MB. Tím překonal pětinašobně kapacitu diskety. Flash disky se na trhu objevily koncem roku 2000. Postupem času byla zvýšena kapacita a rychlost čtení a zápisu. To je dáno technologií NAND nebo rozhraním USB, které je nejrozšířenějším, ale také portem

Thunderbolt, jenž je až dvakrát rychlejší než USB 3.0, resp. USB 3.1. Tento port se používá výhradně na americkém kontinentu, kde se poprvé objevil na MacBooku Pro v roce 2011. USB flash disky typu 3.0 mohou dosahovat rychlosti $5 \text{ Gb}\cdot\text{s}^{-1}$ ($625 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$). Rychlost staršího zařízení USB 2.0 se v průměru pohybuje okolo $1,5$ až $60 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$ (USB flash disk, 2016).

Flash disky jsou dnes vyráběny pro všechny účely. Lze narazit na flash disky odolné, kovové, miniaturní, ale i takové, které imitují jiné věci. Mohou být zakomponované do různých příslušenství, která jsou používána každý den, jako například propiska, přívěsek na klíče či hodinky.

Flash disky nejčastěji slouží k přenosu a uchování dat, šifrování dat, bootování operačního systému.

Výhodou flash disků je skladovatelnost oproti CD a DVD, malá spotřeba energie, velká kapacita, různorodost i nízká hlučnost.



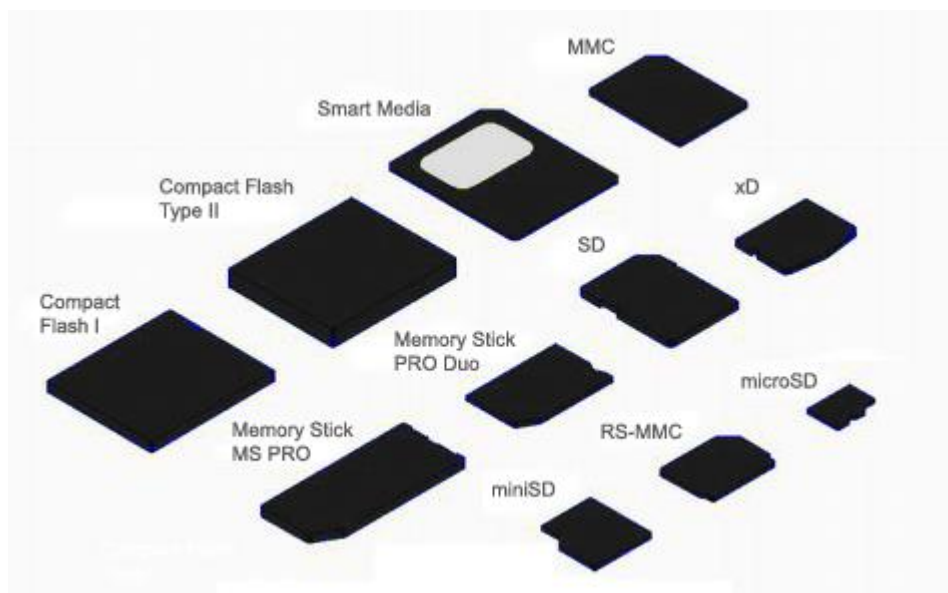
Obrázek 1.20 – Vnitřek flash disku (Hajduch, 2012)

Nevýhodou je pak špatná kompatibilita se staršími systémy, ale to ve značné míře řeší aktualizace či doinstalování ovladačů. Největším problémem je snadné zkopírování velkého množství virů. Může se objevit tzv. USB Killer, který fyzicky poškodí počítač. Na první pohled ho nerozeznáme od obyčejného USB flash disku, jelikož místo paměťového čipu jsou uvnitř kondenzátory s unipolárními tranzistory. Při nabití kondenzátoru dojde k vypuštění vysokého

napětí, a to v nejlepším případě poškodí pouze základní desku a data na disku budou uchována (Oslzlý, 2015).

1.4.3 Paměťové karty

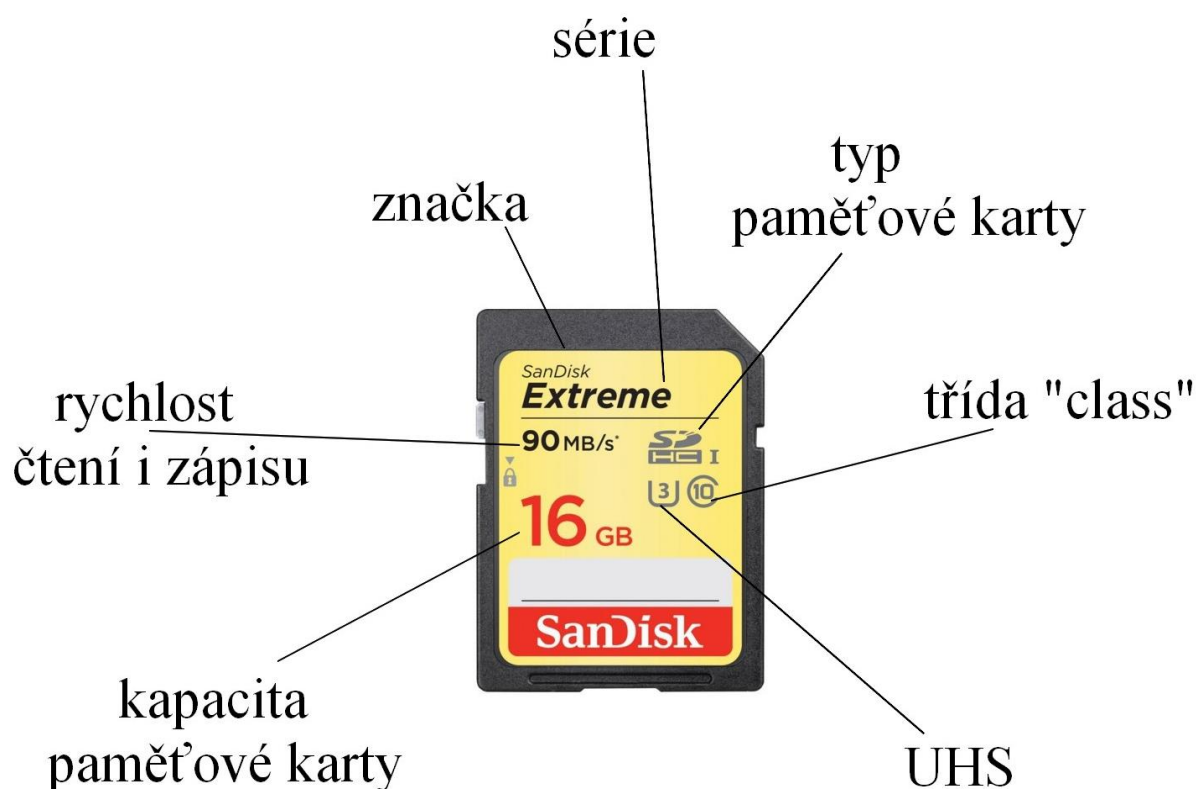
Poprvé byly paměťové karty pro notebooky zavedeny kolem roku 1980 a jednalo se o paměťovou kartu typu PCMCIA. Rozšíření technologie EEPROM vedlo k velkému rozmachu paměťových karet a snížení ceny. Paměťové karty se začaly používat u zařízení, která si nemohla dovolit mít vlastní disk kvůli rozměrům. Nejčastěji šlo o digitální fotoaparáty, mobilní telefony, nejrůznější přehrávače a notebooky. Každý výrobce vyráběl karty podle svého standardu, tak aby vyhovovaly zařízení, a kompatibilita s jinými zařízeními ustoupila do pozadí. To vedlo k velkému rozvoji všech možných typů paměťových karet. V roce 2001 obsadil téměř polovinu trhu typ karty Smart. Typ Compact Flash ovládl trh paměťových karet pro fotoaparáty. S rozvojem mobilních telefonů se začaly rozměry paměťových karet zmenšovat a naopak kapacita se zvyšovala. Náročnost napájení klesla na 3,3 V. Postupem času některé typy paměťových karet začaly mizet a v dnešní době se objevují jen čtyři základní typy. Nejrozšířenějším je typ Secure Digital, který má zkratku SD a tři formáty velikosti (SD, miniSD, microSD). Dalšími typy jsou MMC (MultiMediaCard) a Sony MS (Memory Stick), který je populární kvůli přenosným herním konzolám (Paměťová karta, 2015; Novák, 2017).



Obrázek 1.21 – Různé typy paměťových karet (Hajduch, 2012)

Paměťové karty typu SD lze rozdělit na více kategorií. V první řadě se karty dělí dle velikosti. Velikost klasických SD karet je 32 mm × 24 mm. Na tloušťku měří 2,1 mm, ale mohou se vyskytnout i karty tenčí (1,4 mm), především v notebooku, fotoaparátu nebo tabletu. MiniSD se vyskytují jen zřídka a rozměry jsou 20 mm × 21,5 mm × 1,4 mm. Nejrozšířenější kategorií je microSD. Používá se především v mobilních telefonech z důvodu kompaktní velikosti 11 mm × 15 mm × 1 mm. Existují i redukce na miniSD a SD, která je většinou součástí balení a můžeme ji tedy použít kdekoliv (Novák, 2017).

Dalším kritériem je kapacita SD, SDHC a SDXC. Karty SD jsou standardně do velikosti 2 GB. SDHC (Secure Digital HighCapacity), jak už název napovídá, má kapacitu vyšší než 2 GB. Maximální velikost je 32 GB. SDXC (Secure Digital eXtendedCapacity) jsou paměťové karty s kapacitou větší než 32 GB a teoreticky mohou dosáhnout až 2 TB (Novák, 2017).



Obrázek 1.22 – Popis SD karty (Dobiáš, 2016)

Další možností, jak karty rozdělit, je podle rychlosti čtení a zápisu. K tomu slouží rychlostní třídy. Jedná se o sudá čísla 0, 2, 4, 6 a 10. Všechna čísla udávají výkonnost karty, kromě nuly. Toto číslo je rovno rychlosti zápisu v jednotkách MB·s⁻¹. 1 MB = 1 000 × 1 000

bajtů (ve skutečnosti se jedná o $1\,024 \times 1\,024$ bajtů). Rychlostní třída 2 je adekvátní pro archivaci dat a přehrávání MP3 souborů. Rychlostní třída 4 je vhodná pro digitální fotoaparáty a nahrávání zvuku. Rychlostní třída 6 je určena pro nahrávání videa o rozlišení až $1\,280 \times 720$ pixelů. Nejvyšší třída 10 je vhodná pro nahrávání Full HD videa. V dnešní době je i rychlostní třída 10 málo, a tak se objevují i vyšší standardy, které se označují UHS-I a UHS-II, tedy Ultra High Speed, a značí se především římskými číslicemi. Minimální rychlost této první kategorie je $10\text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$ a maximální rychlost činí $104\text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$. Tyto vysokorychlostní třídy zvládají už nejnovější a nejnáročnější video standard s rozlišením 4K, což je $3\,840 \times 2\,160$ pixelů (Novák, 2017).

Paměťové karty, které mají bezdrátovou technologii WiFi pro snadnější přenos dat, se nazývají Eye-Fi SD karty. Fotoaparát musí tento typ karty podporovat, aby bylo možné této funkci využít. Moderní fotoaparáty mají zabudované vlastní Wi-Fi rozhraní a použití Eye-Fi karty je zde zbytečné.

Paměťové karty sdílejí s flash disky své výhody, jedná se o stejnou technologii, ale v jiném formátu.

V červenci 2016 jihokorejská firma Samsung uvedla na trh vlastní typ paměťových karet typu UFS (Universal Flash Storage). Oproti formátu SD mají mít až $5\times$ rychlejší čtení dat, $2\times$ rychlejší zápis a $20\times$ rychlejší náhodné čtení. Tyto paměťové karty se budou vyrábět ve čtyřech velikostech – 32, 64, 128 a 256 GB (Vítek, 2016).

1.5 MAINFRAME

Sálový počítač neboli mainframe se používá k výpočtům a zpracování velkého množství dat, které musí vyžadovat tu nevyšší bezpečnost a spolehlivost. Mají vlastní operační systém a také aplikace upravené na míru. Základní vlastnosti mainframů se vyznačují zkratkou RAS, která pochází z třech anglických slov, Reliability (spolehlivost), Availability (dostupnost) a Serviceability (provozní schopnost) (Hořta, 2007).

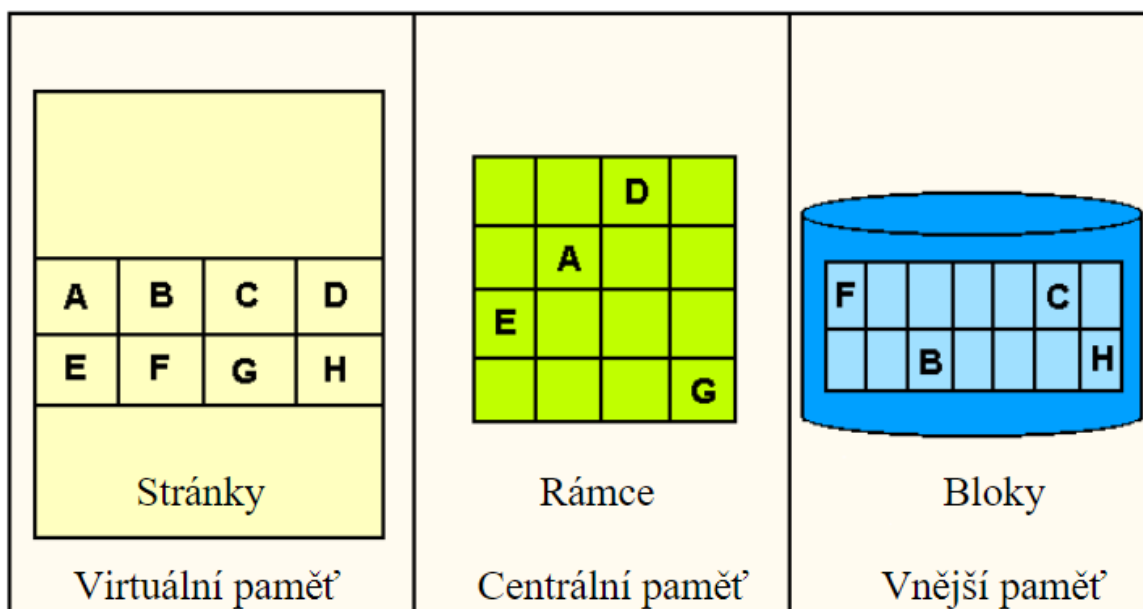
První sálové počítače se řídily pomocí děrných štítků a pásek. V pozdějších letech to byla magnetická páska a HDD, které pracovaly především v dávkovém režimu (série programu pracující bez zásahu uživatele). Firma IBM byla u zrodu sálových počítačů. V roce 1964 představila pětici vysoce výkonných počítačů System/360. Zhruba každých deset let představila nový model (v roce 1970 System/370).

Operační paměť se u prvních modelů skládala z katodových trubice a později z magnetické paměti vytvořené ze sítě feritových jader připojené na adresové a zápisové/čtecí

vodiče. Operační paměť byla pro zpracování dat organizovaná po slovech o šířce 36 bitů, celkový počet slov mohl být v paměti o velikosti 4 096, 8 192 nebo 32 768, to odpovídá 18 kB, 36 kB a 144kB. Sálový počítač řady IBM 705 měl kapacitu feritových pamětí o velikosti 20 000, 40 000 až 80 000 znaků (Tišnovský, 2009).

Mainframe mají dva druhy pamětí. První druh je paměť fyzická. Ta se u z/OS rozděluje na dva typy. Centrální paměť je spojená výhradně s procesorem, který do ní má přístup. Vnější paměť je umístěná mimo mainframe na paměťových discích DASD, popřípadě na magnetických páskách. Jestliže procesor potřebuje číst nebo psát do vnější paměti, musí dát požadavek. Než budou data zpracována, pokračuje v práci. Vnější paměť je pomalá, ale také levná. Druhý druh paměti je paměť virtuální. K této paměti může přistupovat i uživatel. Virtuální paměť je větší než ta skutečná a to díky tomu, že nepotřebné stránky se odkládají na fyzickou paměť, jako tomu je u normálních stolních počítačů. Při použití 64bitového adresování, se dá adresovat až 264 (16 EB) virtuální paměti (Hofta, 2007).

Při startu programu vznikají stránky o velikosti 4 kB a každá je vybavena vlastní virtuální adresou. Tato adresa slouží pro identifikaci dané stránky. Stránka může být uložena na dvou místech, v rámci nebo v bloku. Vnější a centrální paměť je rozdělena na 4 kB části. Stránky se mohou přesouvat mezi rámci a bloky a tomu se nazývá stránkování (Hofta, 2007).



Obrázek 1.23 Stránky, rámce a bloky (Hofta, 2007)

1.6 BUDOUCNOST DATOVÝCH MÉDIÍ

1.6.1 DNA paměť

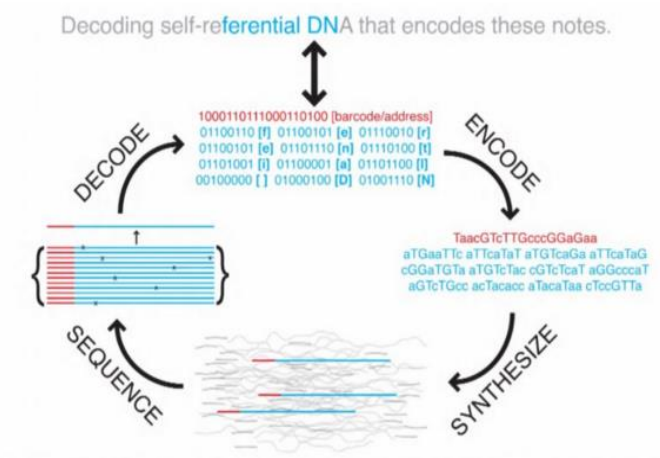
S myšlenkou využití DNA pro uložení dat poprvé přišel Michail Samojlovič Nejman. Nejman byl sovětský profesor fyziky a techniky. Ideu publikoval v roce 1964 v časopise Radiotechnika. V této době bylo sekvenování neboli čtení DNA na úplném začátku, a proto nebyla tato myšlenka dále rozvíjena. Až v roce 2012 publikoval George Church s kolegy z Harvardské univerzity v časopise Science výzkum, ve kterém zapsali do DNA knihu ve formátu HTML se 53 400 slovy, 11 obrázků a jeden JavaScript program (Voříšek, 2015).

Další výzkum byl publikován v roce 2013 v časopise Nature výzkumníky z European Bioinformatics Institute. Ti uložili pět milionů bitů do objemu smítka prachu. Tato data obsahovala všech 145 Shakespearových sonetů, část projevu Martina Luthera Kinga, informace o zakódování dat, informační soubor o popisu práce a práci o struktuře DNA. U tohoto projektu je velmi zajímavá skutečnost, že se podařilo duplikovat informace z 99,99 % až 100 % (Voříšek, 2015).

DNA neboli deoxyribonukleová kyselina je velmi zajímavou možností dlouhodobého uložení dat. Tento způsob uložení dat je velmi významný, protože takto je uložen základní genetický kód většiny organismů. Jedinými tvory nevyužívajícími DNA jako základní kód jsou RNA viry. DNA obsahuje všechny informace od návodu, jakým způsobem štěpit cukry, až po barvu očí nebo kůže (Voříšek, 2015).

Tato paměť je aktuálně využívána hlavně pro dlouhodobé uložení velkého množství dat. Nespornou výhodou je kapacita a velmi dlouhá životnost uchování dat bez jejich významného poškození. Zatímco u dnešních paměťových médií se životnost odhaduje maximálně na několik desítek let, DNA nám vydrží zcela nepoškozena až několik stovek tisíc let. Záleží také na místě a způsobu uložení DNA. Například v suché temné místnosti vydrží data uchována až 60 000 let. Velmi dlouhou životnost dokazují vykopávky, u kterých jsme schopni interpretovat DNA starou desítky až stovky tisíc let. V dnešní době jsme schopni zkoumat DNA našich předků nebo jiných kdysi žijících tvorů z kosterních pozůstatků. Kdybychom DNA uskladnili v 18 °C a zakonzervovali ji v křemičitém skle, tak budou informace uchovány ve strukturách DNA až miliony let. Další velkou výhodou je kapacita. Jedna buňka lidské DNA může obsahovat 1,5 GB informací. Toto číslo s ohledem na velikost buňky je velmi důležité. Průměrný člověk má asi 100 bilionů buněk, buňky průměrného člověka tak mohou obsahovat až 150 zeta bajtů informací. Pro lepší představu, data z dnešního datového skladu by se vešla do krychle o velikosti obyčejné kostky cukru (Javůrek 20015b; Voříšek, 2015).

Pokud má být zakódována informace do DNA, musí se data rozložit na jednotlivé nukleové báze. Je tedy nutné převést jedničky a nuly na sekvenci znaků, resp. písmen, která



Obrázek 1.24 – Cyklus práce DNA (Souček, 2012)

značí jednotlivé nukleové báze. Tyto znaky kódů se následně musí převést pomocí syntézy na skutečnou DNA. Při tomto zápisu je nutno vyřešit problém, jak převést data reprezentovaná nulami a jedničkami do podoby DNA, která obsahuje data vyjádřená pomocí čtyř nukleových bází. Tyto báze patří mezi puriny a pyrimidiny. Puriny jsou adenin (A) a guanin (G). Mezi pyrimidiny patří cytosin (C) a thymin (T). Mají-li být data přečtena, je nutné provést sekvenování vytvořené DNA. Přečtenou DNA je nutno následně převést do jednotlivých bitů (Lázňovský, 2013).

Jelikož jsou data uložena pomocí chemických vazeb, mohou zde časem vznikat mutace nebo může dojít k poškození dat. Z tohoto důvodu jsou v dnešní době ukládána data primárně pomocí kódů pro přenos dat na velké vzdálenosti. Tyto kódy jsou využívány, protože počítají s opravami chyb, které v DNA postupně vznikají. K těmto kódům patří Huffmanův kód (Lázňovský, 2013).

Dnes je základním problémem cena zápisu dat do DNA a současně její čtení. Cena zápisu 1 MB by vyšla v současnosti asi na 230 tisíc korun a přečtení stejného množství dat na 4 tisíce korun českých. Do budoucna lze s ohledem na velmi rychlý pokrok v oboru genetiky očekávat výrazný pokles ceny. Před několika lety vědci nebyli schopni přečíst DNA jednoduchých organismů, v současnosti jsou schopni přečíst DNA jakéhokoliv živočicha. Nynější pokles ceny může mít za následek, že se daná technologie do deseti let stane finančně přijatelnou. S ohledem na strukturu a parametry paměti DNA lze tuto technologii uložení informací očekávat v uchování a zálohování velkého množství dat. DNA paměti mohou složit

k zálohování datových center. Případně je využít pro dlouho době uložení dat. Aktuálně představuje významný problém pomalé čtení dat z DNA. Tento problém lze časem minimalizovat, protože rychlost čtení DNA se neustále zvyšuje (Lázňovský, 2013).

1.6.2 Kvantový počítač

První myšlenku kvantového počítače naznačil v roce 1981 fyzik Richard Phillips Feynman, protože na klasickém počítači nebylo možno provést simulaci vývoje kvantového systému. První kvantový počítač byl představen firmou IBM v roce 2000 na Technické univerzitě v Mnichově. Tento počítač byl pěti qubitový. Jednalo se o testovací počítač pro ověřování technologií. Po tomto kvantovém počítači byla vytvořena celá řada kvantových počítačů. Nejzajímavější z těchto počítačů je kvantový počítač D-WaveOne. Tento kvantový počítač obsahuje 128qubitový procesor. Je ceněn na deset milionů dolarů. Brzy lze tedy očekávat velký rozvoj počítačů v tomto neprobádaném segmentu (Javůrek, 2015a).

Kvantový počítač představuje velmi zajímavou teoretickou možnost, jak nahradit dnešní počítače, jelikož dnešní počítače se blíží svým fyzickým limitům. Kvantový počítač využívá kvantových vlastností částic. V principu oba počítače pracují stejně, tedy provádějí jednotlivé výpočty za sebou. K realizaci těchto výpočtů ale využívají jiné principy. Klasický počítač nutně potřebuje k realizaci výpočtu všechna data na vstupu. U kvantového počítače je již úloha předřesená, protože kvantový počítač pracuje s pravděpodobnostmi, a tedy zkoumá všechny možnosti současně (Vojáček, 2012).

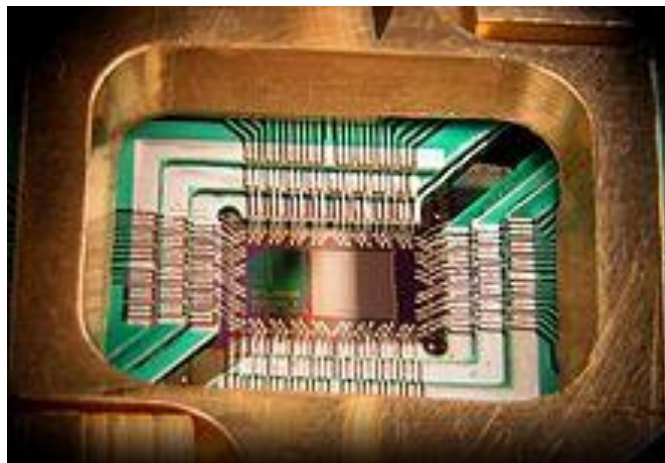
Klasické počítače provádějí výpočty a ukládají informace ve formě bitů, tedy jedničky nebo nuly. Kvantový počítač pracuje s qubitem. Qubit je kvantový bit, který nabývá kromě hodnot 0 a 1 i ostatních hodnot mezi těmito dvěma stavy. Prakticky logický stav qubitu označujeme $|1\rangle$ nebo $|0\rangle$. Tímto kvantový počítač může dosáhnout mnohem vyššího výpočetního výkonu než dnešní počítače. Pokud jsou prováděny výpočty na klasickém 8bitovém počítači, který má 8bitové registry, může být provedeno 18 výpočtů najednou. U kvantového počítače s 8 qubity lze provést 28 výpočtů, tedy je zde znatelné zvýšení výkonu. Prakticky kvantový počítač využívá výhodu starých analogových počítačů, které mohly pracovat se spojitými hodnotami signálu, a přidává k nim výhodu paralelismu výpočtů (Javůrek, 2015a; Vojáček, 2012).

Matematicky qubit interpretujeme tak, že s určitou pravděpodobností p_1 je stav $|0\rangle$ a s určitou pravděpodobností p_2 je stav $|1\rangle$. Tedy matematicky stav qubitu dán jako součet pravděpodobností p_1 a p_2 . Tento princip je označován jako superpozice, protože nevíme, zda

je stav 1 nebo 0. Stav můžeme určit pouze na základě pravděpodobnosti (Javůrek, 2015a; Vojáček, 2012).

S tímto souvisí problém kvantového počítače při sledování aktuálního stavu výpočtu. Neboť pokud budeme chtít zjistit stav výpočtu a podíváme se na probíhající proces, tak je superpozice přerušena a výpočet zkolabuje. Zkolabování výpočtu představuje problém, protože nemůžeme pokračovat v procesu a aktuální stav při porušení superpozice se přehoupne do stavu jedna nebo nula. Na kvantovém počítači tedy nelze sledovat chod neboli debugging, protože by došlo k přerušení výpočtu. Při tomto přerušení se ztratí informace o superpozici. Můžeme sledovat pouze vstupy a výstupy z kvantového počítače (Vojáček, 2012).

Další nevýhodou, která brání masivnímu rozšíření těchto počítačů, jsou problémy s jejich konstrukcí. Tyto problémy ovlivňuje hlavně cena celého zařízení. Kvantový počítač musí být velmi dobře chráněn před okolními vlivy, které mohou ovlivňovat výpočty a chování celého počítače.



Obrázek 1.25 - Kvantový počítač D-Wave One (Javůrek, 2015a)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 TESTOVÁNÍ PŘENOSOVÉ RYCHLOSTI

Pro testování přenosové rychlosti datových médií bylo v této bakalářské práci použito čtyř datových dávek o různé velikosti, sestávajících z různého počtu souborů specifické velikosti.

- 1 000 souborů o velikosti 2 B, celková velikost 2,03 kB,
- 250 souborů o velikosti 56,4 kB, celková velikost 14,1 MB,
- 2 soubory o velikosti 52,5 MB, celková velikost 105 MB,
- 1 soubor o velikosti 900 MB, celková velikost 900 MB.

Testovací počítačová sestava:

- Proser: AMD Phenom 9550 X4 Quad-core 2,2GHz,
- Základní deska: GIGABYTE MA790X-DS4 ,
- Pevný disk: SEAGATE 500GB, cache 32 MB, 7 200 RPM a SSD Toshiba 256GB,
- Operační paměť: DIMM 2x2GB, 800 MHz, CL5,
- Grafická karta: ATI RADEON 4850, 512 MB, 256bit,
- Zdroj: FORTON 500 W, BLUESTORM II,
- Mechanika DVD/CD: LG GH24NS lightscribe, CD 48x, DVD 24x.
- Operační systém: Windows 7 Professional, x64

Testovací média:

- Pevný disk: SEAGATE 500GB, cache 32 MB, 7 200 RPM,
- Pevný disk SSD: Toshiba 256GB,
- Flash disk: ADATA S107 32 GB, USB 3.0,
- Flash disk: Kingston DT108, 16 GB, USB 2.0,
- Flash disk: SunWave 125 MB,
- Paměťová karta: Kingston 64 GB, třída 10, micro SDHC,
- Paměťová karta: ADATA 4 GB, třída 4, micro SD,
- Paměťová karta: Transcend 1 GB, micro SD,
- CD: Verbatim AZO CD-R, 52x,
- DVD: Verbatim DVD+R, 16x.

Testování rychlosti probíhalo vytvořením čtyř odlišných souborů dat o různých velikostech na primárním pevném disku SSD od firmy Toshiba. Posléze byly soubory odtud přesunuty na různá datová média. Testovaná datová média byla připojena přes různé sběrnice.

Základní deska umožňovala propojení pevných disků a mechaniky pomocí sběrnice SATA 3Gb/s, paměťové karty typu microSD byly pomocí adaptéru na SD karty zasunuty do čtečky paměťových karet a připojeny pomocí USB. Flash disky byly připojeny do portů USB dle svého typu pro maximální využití své rychlosti. Pro lepší přehlednost jsou tabulky seřazeny dle průměrné rychlosti (v tabulkách značené jako rychlost).

Tabulka 2.1 – Test rychlosti datových médií, pro 1 000 souborů, 2 B soubor, 1 000 souborů, velikost 2,03 kB

Datové médium	Rychlost, $B \cdot s^{-1}$	Čas, s	Velikost, kB	Velikost na disku, MB
Pevný disk SSD: Toshiba 256GB	359,36	5,65	2,03	15,6
Pevný disk: SEAGATE 500GB	87,04	23,32	2,03	2,01
CD: Verbatim AZO CD-R, 48x	66,41	30,56	2,03	2,01
Paměťová karta: ADATA 4GB, třída 4, microSD	51,56	39,36	2,03	31,02
Flash disk: ADATA S107 32GB, USB 3.0	44,46	45,65	2,03	31,2
Flash disk: Kingston DT108, 16GB, USB 2.0	44,03	46,1	2,03	1,95
Paměťová karta: SanDisk 1GB, micro SD	32,25	62,92	2,03	183
DVD: Verbatim DVD+R, 16x	30,18	67,26	2,03	27,9
Paměťová karta: Kingston 64GB, třída 10, micro SDHC	19,99	101,54	2,03	31,02
Flash disk: SunWave 125MB	19,89	102,03	2,03	125

Tabulka 2.2 – Test rychlosti datových médií, pro 250 souborů 56,4 KB, soubor, 250 souborů, velikost 14,1 MB

Datové médium	Rychlost, $KB \cdot s^{-1}$	Čas, s	Velikost, MB	Velikost na disku, MB
Pevný disk SSD: Toshiba 256GB	9482,17	1,48	14,1	15,3
Flash disk: ADATA S107 32GB, USB 3.0	1903,6	7,4	14,4	15,3
Flash disk: Kingston DT108, 16GB, USB 2.0	905,35	15,57	14,1	14,4
Paměťová karta: ADATA 4GB, třída 4, micro SD	786,391	17,93	14,1	15,4
Paměťová karta: SanDisk 1GB, micro SD	768,51	18,34	14,1	28
Paměťová karta: Kingston 64GB, třída 10, micro SDHC	597,15	23,61	14,1	15,4
CD: Verbatim AZO CD-R, 48x	539,196	26,15	14,1	14,4
Pevný disk: SEAGATE 500GB	519,91	27,12	14,1	14,4
DVD: Verbatim DVD+R, 16x	456,23	30,9	14,1	21,8
Flash disk: SunWave 125MB	319,12	44,18	14,1	31,2

Tabulka 2.3 – Test rychlosti datových médií, pro 2 soubory, 57,5 MB soubor, 2 soubory, velikost 105 MB

Datové médium	Rychlost, $MB \cdot s^{-1}$	Čas, s	Velikost, MB	Velikost na disku, MB
Pevný disk SSD: Toshiba 256GB	107,8	0,97	105	105
Flash disk: ADATA S107 32GB, USB 3.0	46,72	2,24	105	105
Flash disk: Kingston DT108, 16GB, USB 2.0	13,77	7,62	105	105
Paměťová karta: Kingston 64GB, třída 10, micro SDHC	6,55	16	105	105
Pevný disk: SEAGATE 500GB,	5,25	19,97	105	105
Paměťová karta: SanDisk1GB, micro SD	3,7	28,33	105	105
Paměťová karta: ADATA 4GB, třída 4, micro SD	3,03	34,57	105	105
DVD: Verbatim DVD+R, 16x	2,43	43,11	105	105
CD: Verbatim AZO CD-R, 48x	2,12	49,49	105	105
Flash disk: SunWave 125MB	0,73	143,31	105	105

Tabulka 2.4 – Test rychlosti datových médií, pro 1 soubor, 900 MB soubor, 1 soubor, velikost 900 MB

Datové médium	Rychlost, $MB \cdot s^{-1}$	Čas, s	Velikost, KB	Velikost na disku, MB
Pevný disk SSD: Toshiba 256GB	85,87	10,48	900	900
Flash disk: ADATA S107 32GB, USB 3.0	44,36	20,29	900	900
Pevný disk: SEAGATE 500GB	28,86	31,19	900	900
Paměťová karta: Kingston 64GB, třída 10, micro SDHC	8,38	107,46	900	900
DVD: Verbatim DVD+R, 16x	8,18	110,06	900	900
CD: Verbatim AZO CD-R, 48x	7,79	115,48	900	900
Flash disk: Kingston DT108, 16GB, USB 2.0	4,80	187,36	900	900
Paměťová karta: SanDisk 1GB, micro SD	3,97	226,6	900	900
Paměťová karta: ADATA 4GB, třída 4, micro SD	3,45	261,15	900	900

2.2 Zhodnocení

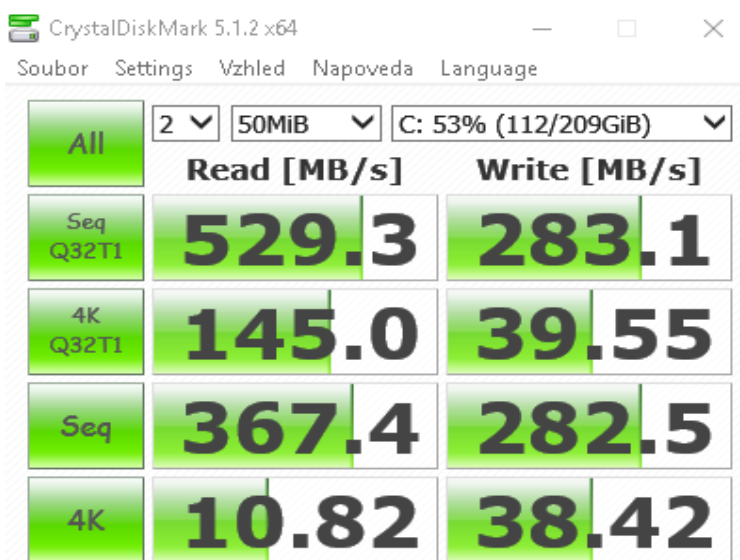
Je patrné, že testovaná média nemůžeme přímo srovnávat. Z toho důvodu byly vybrány stejné typy a porovnávány jejich rychlosti. Z tabulky 2.1 je patrné, že přenosová rychlost malých souborů je velmi malá. Ze začátku je přenosová rychlost vysoká, protože se data kopírují do vyrovnávací paměti. Po zaplnění vyrovnávací paměti dojde k velkému poklesu přenosové rychlosti. Další ovlivňující faktor působící na přenosovou rychlost je, že disk musí přečíst každý soubor zvlášť a zapsat data z pevného disku na druhé datové médium. Tomuto systému zápisu se říká sekvenční přístup, který se využívá u starších datových médií. U novějších médií se používá přímý přístup, při němž dochází k efektivnějšímu přístupu k více souborům najednou bez ohledu na jejich umístění. Při přenosu více souborů lze nízkou přenosovou rychlost vyřešit pomocí komprimace dat a přesunout komprimovaná data jako jeden velký soubor. Tabulka 2.4 ukazuje přenos jednoho velkého souboru, který je prováděn vyšší přenosovou rychlostí u každého testovaného média.

Na prvních příčkách se objevil disk SSD, je to především díky rychlé sběrnici SATA a technologii flash paměti. Proto je vhodné mít na SSD disku nainstalovaný operační systém a běh počítače se tím několikanásobně zrychlí. Nejčastěji se na druhé příčce objevoval USB

flash disk 3.0, a to díky nové sběrnici typu USB 3.0, která může být až desetkrát rychlejší než její předchůdkyně USB 2.0. Teoreticky může dosahovat rychlosti až $5 \text{ Gb}\cdot\text{s}^{-1}$ ($625 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$) a používá 9 vodičů místo původních 4. I tak je zpětně kompatibilní s USB 2.0 a má i nižší spotřebu energie. Na třetí příčce se dvakrát objevil flash disk USB 2.0.

K uchování dat je nejvhodnější dle cenového hlediska použití optických médií, i když se v testu rychlostí objevují až ve druhé polovině tabulek. Jako nejlepší optické médium se osvědčilo DVD+R, přestože v testu bylo použito CD-R AZO a zapisováno bylo třikrát větší rychlostí, tak dopadlo nejhůře. V dnešních počítačích, ať už se jedná o stolní sestavy, notebooky nebo tablety, se mechaniky neobjevují. Je však možné připojit je externě, a tak z pohledu uživatele je nejvhodnější použít USB flash disk. Uživateli umožňuje pohodlné a snadné použití, navíc má vhodnou velikost. Jak je patrné z tabulek, nejlepší volbou je typ 3.0. Dnes se však pomalu zavádějí již nejmodernější USB typu C. To umožní uživateli jednodušší připojení k zařízení díky přítomnosti oboustranného portu. Další možností je využití v mobilním světě.

Pro porovnání rychlosti a životnosti HDD, SSD a USB flash disku existuje několik softwarů. Mezi ty nejpoblárnější patří Crystal Disk Mark, který dokáže výsledky zobrazit v reálném čase a znázornit graficky. Na obrázku 2.1 je vidět sekvenční zápis a čtení 4 kB. Můžeme si zde zvolit počet testování, ale i objem dat v rozmezí od 50 MB do 32 GB.



Obrázek 2.1 – Crystal Disk Mark

3 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat různé druhy datových médií od těch, která se používala na začátku počítačové éry, až po současná média i vyvíjené druhy. Každý druh datového média má své specifické využití a zapsal se tak do historie. Jednotlivá média jsou popsána od svého vzniku, je u nich charakterizován způsob záznamu a uveden přehled jejich vlastností včetně kladů a záporů.

Postupem času je vidět, jak některé druhy paměti končí v propadlišti dějin. Za zmínku stojí např. diskety, které již v dnešní době téměř vymizely a najdeme je už jen u sběratelů nebo počítačových nadšenců. Další média, která budou postupně zanikat, jsou CD a DVD. Tyto dva druhy optických médií jsou stále vhodné pro zálohování dat. Dají se pořídit za příznivě nízkou cenu a vydrží i desítky let. V dnešní době se moderní počítače kvůli úspoře místa vyrábějí již bez CD a DVD mechanik. Ještě donedávna byly operační systémy zpravidla dodávány na CD a DVD, ale dnes již máme operační systém nainstalován nebo je dodáván na bootovacím flash disku, případně se zakoupí pouze licence. Postupně se budou vytrácet i klasické pevné disky, které budou nahrazeny SSD disky. Cena SSD každým rokem klesá, ale důležitější než cena je nespočet jiných výhod, jako jsou např. rychlost zápisu a čtení.

Důležité však je, že vývoj datových médií jde stále kupředu. Neustále jsou vyvíjeny nové technologie a způsoby uchovávání dat. Budoucnost nám jistě přinese pohodlnější a rychlejší přístup k uživatelským datům.

LITERATURA

- ADÁMEK, M. 1999a. *CD-ROM*. [online]. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/komp/KOMPFRAM.HTM>
- ADÁMEK, M. 1999b. *Pevný disk*. [online]. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/komp/KOMPFRAM.HTM>
- ADÁMEK, M. 1999c. *Pružný disk*. [online]. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/komp/KOMPFRAM.HTM>
- BERAN, R. 2005. *Pevný disk*. [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.beranr.webzdarma.cz/hardware/hdd.html>
- BLATNÝ, J.; KRIŠTOUFEK, K.; POKORNÝ, Z.; KOLENIČKA, J. 1980. *Číslicové počítače*. Praha: SNTL/ALFA. ISBN 05-516-80
- Blu-ray Disc*. 2015. [online]. [cit. 2016-06-20]. Dostupný z: http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc
- Disketa*. 2015. [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupný z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Disketa>
- DOBIÁŠ, A. 2016. *Jak vybrat paměťovou kartu*. [online]. [cit. 2016-07-15]. Dostupné z: <https://www.fotolab.cz/blog/jak-vybrat-pametovou-kartu/>
- DVORNÍKOVÁ, E. 2009. *Historie počítačů - děrnoštitková technika*. [online]. [cit. 2015-04-19]. <http://www.dvornikova.cz/pocitace2.html>
- EAGLE. 2005. *CDCheck - kontrola čitelnosti vašich dat*. [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/cdcheck-kontrola-citelnosti-vasich-dat/12240>
- ELNIKA. 2004. *Mechanika magnetofonu*. [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <http://elnika.sweb.cz/magnetofony/mechanika.html>
- HORÁČEK, R. 2011. *Děrná páska*. [online]. [cit. 2016-5-15]. Dostupné z: http://www.vrstevice.com/akce/grandaction/vskola/4semestr/historie/XD16HT1_horacra1.pdf
- HORÁK, J. 2004. *HARDWARE učebnice pro pokročilé*. Brno: ComputerPress. ISBN 80-7226-553-9
- JANČÍK, D. 2016. *Kompaktní disk*. [online]. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.itnetwork.cz/hardware-pc/hardware/tvy-cd-kompaktni-disky/>
- JAVŮREK, K. 2015a. *První kvantový počítač stojí deset milionů dolarů*. [online]. [cit. 2016-9-2]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/prvni-quantovy-pocitac-stoji-deset-milionu-dolaru>
- JAVŮREK, K. 2015b. *S dlouhodobým ukládáním dat pomůže DNA*. [online]. [cit. 2016-9-1]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/s-dlouhodobym-ukladanim-dat-pomuze-dna/sc-3-a-177172/default.aspx>
- HAJDUCH, O. 2012. *Elektronická datová media*. [online]. [cit. 2016-9-1]. Dostupné z: <http://dum.hajduch.net/471-elektronicka-datova-media-studijni-text>
- HOFTA, J. 2007. *Úvod do Mainframe*. [online]. [cit. 2017-4-09]. Dostupné z: <http://geraldine.fjfi.cvut.cz/~oberhuber/data/mainframe/UMF-hofta.pdf>
- KOZIEROK, M. 2007. *CD-ROM*. [online]. [cit. 2017-4-09]. Dostupné z: http://www.certiguide.com/aplush/cg_aph_IVCDROM.htm

- KOZINA, J. 2015. *Co byste měli vědět o SSD discích*. [online]. [cit. 2016-8-29]. Dostupné z: <http://phgame.cz/7015/co-by-jste-meli-vedet-o-ssd-discich>
- KUBĚNA, P. 1999. *Paměťová média před dvaceti lety*. [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/xkubena.html>
- LAUTERBACH, M. 2009. *Základy vypalování CD*. [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: <http://lautas.sweb.cz/>
- LÁZŇOVSKÝ, M. 2013. *Všechny vaše filmy v necelém gramu. Vědci představili nový typ paměti*. [online]. [cit. 2016-8-31]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/zapis-informaci-do-dna-061-/veda.aspx?c=A130124_170952_veda_mla
- MUELLER, S. 2003. *Osobní počítač, Hardware, Upgrade, Opravy*. Brno: ComputerPress. ISBN 80-7226-796-5 862s.
- NOVÁK, Z. 2017. *O paměťových kartách Secure Digital*. [online]. [cit. 2016-07-25]. Dostupné z: <http://www.fishfoto.cz/2014/03/16/o-pametovych-kartach-secure-digital/>
- Optické paměti*. 2016. [online]. [cit. 2016-06-22]. Dostupný z: http://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/epo/opt_pameti.pdf
- OSLZLÝ, T. 2015. *Vražedný flash disk realitou? Dokáže zničit čipset, procesor a smazat data*. [online]. [cit. 2016-8-31]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/vrazedny-flash-disk-realitou-dokaze-znicit-cipset-procesor-smazat-data>
- Paměťová karta*. 2015. [online]. [cit. 2016-07-12]. Dostupný z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pam%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1_karta
- PAVLIŠ, J. *Technologie SSD – TLC vs. MLC - vyšší kapacita za méně peněz má i svou stinnou stránku*, 2014. [online]. [cit. 2016-8-29]. Dostupné z: <http://notebook.cz/clanky/technologie/2014/technologie-ssd-tlc-vs-mlc>
- PFEIFER, R. 2010. *Vše, co jste chtěli vědět o SSD*. [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/vse-co-jste-chteli-vedet-o-ssd/26524>
- TESAŘ, J. 2002. *Čtení a zápis na CD*. [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyzika/prof/Tesar/diplomky/pruvodce_hw/
- TIŠNOVSKÝ, P. 2008a. *Magnetické paměti pro trvalý záznam dat*. [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/magneticke-pameti-pro-trvaly-zaznam-dat/>
- TIŠNOVSKÝ, P. 2008b. *Následovníci kompaktních disků: DVD*. [online]. [cit. 2016-06-19]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/nasledovnici-kompaktnich-disku-dvd/>
- TIŠNOVSKÝ, P. 2009. *Sálové počítače firmy IBM*. [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/salove-pocitace-firmy-ibm/>
- TIŠNOVSKÝ, P. 2008c. *Technologie flash paměti a způsoby jejich využití*. [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/technologie-flash-pameti-a-zpusoby-jejich-vyuziti/>
- UČEŇ, M. 2008. *Technologie Blu-Ray a jejich specifikace*. [online]. [cit. 2016-8-29]. Dostupné z: <http://www.tvfreak.cz/technologie-blu-ray-a-jeji-specifikace/2703>
- VÍTEK, J. 2016. *Samsung uvádí světově první karty formátu UFS*. [online]. [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/samsung-uvadi-svetove-prvni-karty-formatu-ufs/42690>

- VOJÁČEK, A. 2012. *Kvantový počítač – princip, funkce, možné použití*. [online]. [cit. 2016-9-2]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/trendy/kvantovy-pocitac-princip-funkce-mozne-pouziti.html>
- VORÍŠEK, L. 2015. *DNA nahradí pevné disky: Nová metoda uloží data na miliony let, pokusy uspěly!*. [online]. [cit. 2016-9-1]. Dostupné z: <http://cdr.cz/clanek/dna-jako-uloziste-dat-udrzi-informace-po-miliony-let/diskuse766358>
- ZAŇKA, T. 2010. *Hard Disky*. [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://taz.mystik.cz/Skola/PZ/PZ.php>
- ZIMA, J. 2013. *K čemu jsou hybridní disky, SSHD a SSD cache*. [online]. [cit. 2016-8-29]. Dostupné z: <http://notebookblog.cz/technika/navody/k-cemu-jsou-hybridni-disky-sshd-a-ssd-cache/>

PŘÍLOHY

A - CD

Příloha k bakalářské práci

Datová média – minulost, současnost a výhledy do budoucnosti

Jan Jun

CD

OBSAH

- 1 Text bakalářské práce ve formátu PDF