

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Matěj Novák

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ
ÚSTAV SYSTÉMOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A INFORMATIKY

MODERNÍ DATOVÁ ÚLOŽIŠTĚ

MATĚJ NOVÁK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Matěj Novák**
Osobní číslo: **E100105**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management**
Název tématu: **Moderní datová úložiště**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

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

Hlavním cílem práce je porovnání současných technologií využívaných pro ukládání dat na základě vhodně zvolených kritérií a následné nastínění směřování dalšího možného vývoje v této oblasti.

Obsah práce:

1. Historie vývoje zařízení pro ukládání dat od prvopočátku až po současný stav.
2. Charakteristika technologií využívaných pro ukládání dat.
3. Srovnávací studie na základě vhodně zvolených kritérií.
4. Možný budoucí vývoj v této oblasti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PIRAMANAYAGAM, S.N., CHONG, T.C. Developments in Data Storage: Materials Perspective. Wiley-IEEE Press, 2011. ISBN 978-0-470-50100-9

[2] TAYLOR, J., ZINK M., CRAWFORD C., AMBRUST C. Blu-Ray Disc Demystified. McGraw-Hill Professional, 2008. ISBN 9780071590921.

[3] POUR, J., GÁLA L., ŠEDIVÁ Z. Podniková informatika: Management v informační společnosti. 2., přepracované a aktualizované vydání. Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 9788024726151.

[4] CRAWFORD, C.G. Velký průvodce DVD. Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 9788024717210.

[5] TVRDÍKOVÁ, M. Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy: Nástroje ke zvyšování kvality informačních systémů. Grada Publishing a.s., 2008. ISBN 9788024727288.


Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Tomáš Kořínek

Ústav systémového inženýrství a informatiky


Datum zadání bakalářské práce: **10. září 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


prof. Ing. Jar Čapek, CSc.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 10. září 2012

PROHLÁŠENÍ

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 30. 4. 2013

.....

Matěj Novák

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Tomášovi Kořínkovi za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce popisuje historický vývoj datových úložišť s důrazem na současné možnosti ukládání dat. Jednotlivé technologie jsou popsány z hlediska historie, principu fungování a možného budoucího rozvoje. V práci je použito chronologické řazení do tří logických celků: Historie, Současnost a Budoucnost. V závěrečné srovnávací studii čtenář nalezne porovnání současně prodávaných datových úložišť dle nejdůležitějších uživatelských kritérií.

KLÍČOVÁ SLOVA

Děrný štítek, děrná páska, bubnová paměť, magnetická páska, disketa, optický disk, pevný disk, flash paměť, holografický disk, DNA, TeraDisc, memristor

TITLE

Modern data storage

ANNOTATION

The bachelor thesis describes the historical development of data storages, putting emphasis on present possibilities of data saving. Particular technologies are described from the perspective of the history, the principle, the function and the possible future progress. The chronological inclusion into three logical groups is used inside the work: The history, The present, The future. In the final comparative study, readers can find the comparison of data storages, which are sold nowadays according to the most important user standards.

KEYWORDS

Punch card, punched tape, magnetic drum, magnetic tape, floppy disk, hard disk drive, flash memory, holographic disc, DNA, TeraDisc, memristor

OBSAH

ÚVOD	12
1 HISTORIE.....	13
1.1 Děrné štítky.....	14
1.2 Děrné pásky	16
1.3 Magnetická bubnová paměť	16
1.4 Magnetická pásková paměť	18
1.4.1 Princip magnetické páskové paměti	18
1.4.2 Historie magnetických páskových pamětí.....	20
1.4.3 Současnost magnetických páskových pamětí	20
1.4.4 Formáty magnetických pásek.....	21
2 SOUČASNOST.....	22
2.1 Pevný disk.....	22
2.1.1 Fyzická struktura pevného disku.....	22
2.1.2 Organizace dat na disku	23
2.1.3 Princip zápisu a čtení dat.....	26
2.1.4 Technologie kolmého zápisu.....	26
2.1.5 Přístupová doba, doba vystavení, doba čekání a prokládání.....	27
2.1.6 Dřívější pevné disky	29
2.1.7 Budoucnost pevných disků.....	31
2.2 Přístupy k ukládání dat	34
2.2.1 DAS – Direct Attached Storage	34
2.2.2 NAS – Network Attached Storage	35
2.2.3 SAN – Storage Area Network.....	36
2.2.4 RAID	37
2.2.5 RAID 0	37
2.2.6 RAID 1	38

2.2.7	RAID 0+1	39
2.2.8	RAID 10 (1+0)	39
2.2.9	RAID 3	40
2.2.10	RAID 4	40
2.2.11	RAID 5	40
2.2.12	Spanning.....	41
2.3	Diskety.....	41
2.3.1	Budoucnost disket	43
2.4	Optické disky.....	43
2.4.1	Historie optických disků.....	43
2.4.2	Typy optických medií.....	46
2.4.3	Výhody optických pamětí	47
2.4.4	Nevýhody optických pamětí.....	47
2.4.5	Struktura CD	47
2.4.6	Různé barvy CD	48
2.4.7	Standardy CD	49
2.4.8	CD-ROM.....	51
2.4.9	Princip čtení.....	52
2.4.10	CD-R	53
2.4.11	CD-RW.....	54
2.4.12	DVD	56
2.4.13	Rozdíl mezi CD a DVD	56
2.4.14	DVD-R	58
2.4.15	DVD-RW	59
2.4.16	DVD-RAM.....	59
2.4.17	DVD+RW.....	59
2.4.18	Rozdíl mezi DVD+R a DVD-R	60

2.4.19	Blu-ray.....	60
2.4.20	Další vývoj Blu-ray	61
2.4.21	HD DVD	62
2.4.22	HD DVD vs. Blu-ray.....	62
2.5	Flash paměť	64
2.5.1	Historie flash pamětí	64
2.5.2	Zapojení paměťových buněk typu NOR	65
2.5.3	Zapojení paměťových buněk typu NAND	66
2.5.4	Flash disk.....	67
2.5.5	SSD disky	68
2.5.6	Jednotlivé části SSD disku	69
2.5.7	Degradace výkonu SSD disků.....	70
2.5.8	Paměťové karty	70
2.6	Webová úložiště	71
2.6.1	Typy webových úložišť	72
2.6.2	Soukromá webová úložiště.....	73
2.6.3	Veřejná webová úložiště	74
2.6.4	Specializovaná webová úložiště na jeden formát.....	76
3	BUDOUCNOST.....	78
3.1	Holografické paměti	78
3.1.1	Princip fungování holografické paměti	79
3.2	Zápis dat do DNA.....	81
3.3	TeraDisc.....	82
3.4	Memristor	83
4	SROVNÁNÍ VYBRANÝCH DATOVÝCH ÚLOŽIŠŤ	84
4.1	Srovnání klasických úložišť	84
4.2	Srovnání webových úložišť	87

4.2.1	Soukromá webová úložiště.....	87
4.2.2	Veřejná webová úložiště	88
4.2.3	Specializovaná úložiště na jeden formát	89
	ZÁVĚR.....	90
	POUŽITÁ LITERATURA.....	91
	SEZNAM OBRÁZKŮ	98
	SEZNAM TABULEK.....	99
	SEZNAM ZKRATEK.....	100
	SEZNAM PŘÍLOH.....	102

ÚVOD

Každý den člověk absorbuje ohromné množství informací. Nutná je pak jejich klasifikace na důležitá, která je nutné uchovat a na méně důležitá, která v budoucnu nebudeme potřebovat. První příklady uchovávání a předávání informací nalezneme již v počátcích samotného lidstva. Naši předci si předávali znalosti o rozdělování ohně, metodách získání potravy. Od prvotního uchovávání dat v lidské paměti a verbálního přenosu se vývojem postupně dospělo k nástěnným kresbám v jeskyních, které nalezneme například ve španělské Altamiře, a samozřejmě vývoj neustále pokračoval.

I po několika tisíciletích je problematika ukládání dat velmi aktuální. Přestože dnešní systémy dokáží uchovávat velké množství dat, stále nám dochází datový prostor. Každý den vytvoří jen londýnský kamerový systém 8 TB dat, Google zpracovává 20 PB denně a veškerá vytvořená data už přesáhla 1 Zettabyte. Data přibývají spíše geometrickou než lineární řadou. Rychlost růstu úložných kapacit je však pomalejší.

Na zodpovězení nerudovské otázky: “Kam s nimi?” pracuje většina světových IT společností, které nám prezentují svá řešení. Velmi důležité pro každého uživatele je určení priorit, co všechno se má ukládat a bude potřeba pro další práci. V praxi je nutné, co nejvíce zamezit duplikaci dat, čímž se zabývá například společnost HP a neúprosně se rozloučit s nepodstatnými záznamy. Větší efektivita je klíčová.

Cílem mé práce je stručný popis historie, porovnání dnešních možností datových úložišť, která se používají, jak v privátním, tak ve firemním sektoru. Součástí práce je také nástin budoucího vývoje. Rád bych postihl z tohoto obšírného tématu všechny podstatnější technologie používané pro ukládání informací a provedl jejich porovnání. Při popisování jednotlivých médií čerpám z dostupných odborných zdrojů, zejména pak z knih, časopisů a odborných konferencí. Výsledkem práce je tedy rešerše již známých poznatků týkajících se datových úložišť, jejich zhodnocení a přiblížení dalšího možného vývoje v této oblasti.

Pro účely této práce je pojem datové úložiště chápán jako médium, které dokáže zaznamenat data prostřednictvím binárního kódu. Různým způsobům záznamu těchto logických hodnot je práce věnována.

1 HISTORIE

Od počátku lidstva se lidé snažili najít způsob, jak ukládat informace pro následující generace. Když dnes lidé slyší slovo skladování nebo ukládání dat, začnou obvykle přemýšlet o CD, DVD nebo Flash disku. Věci jako diskety nebo děrné štítky jsou téměř zapomenuty. Historie ukládání informací sahá ve skutečnosti až do pravěku, kdy se používalo červené a žluté okrové barvy pro malování informací o pravěkém životě na jeskynní stěny a stropy. Ve starověkém Egyptě byl papyrus, časná forma papíru, používán k ukládání informací. Papyrus byl používán do doby, než byl nahrazen levnějším papírem.

V Číně byl dokument obvykle napsán na bambusu. Pro uchovávání informací bylo také používáno hedvábní, kosti, lastury a slonovina. Později bronz, železo, zlato, stříbro, cín, nefrit a hlína. V Indii se informace ukládala na palmové listí.

Ve středověké Anglii se používali tzv. Tally stick, původně dřevěné hůlky se zářezy, které označovaly sumu. Hůlka se rozštípla na dvě poloviny tak, aby na obou byly vidět zářezy, a představovala původně potvrzení o zaplacené dani, polovinu si nechal výběřčí a druhou plátce. Jejich historie sahá až do doby kamenné.

Také Inkové (1400-1632 n. l.) měli jakousi paměť, byla to Quipu, která se sestávala z uzlů, které reprezentovaly uložené informace.

V roce 1440 n. l. byl vynalezen Gutenbergem knihtisk, který se stal pravým milníkem v historii ukládání informací.

Po 17. století vynalezená datová úložiště obvykle potřebovala speciální zařízení pro čtení informace. Příklady těchto úložišť jsou děrné štítky, děrné pásy, fonograf, magnetické pásy, magnetický buben, telegrafon, selectronová trubice.

V roce 1956 společnost IBM vynalezla pevný disk o velikosti 5 MB¹, což bylo na tu dobu skutečně fantastické. V letech 1950 až 1980 byly vytvořeny datová úložiště, která dnes nikdo znát nebude jako například twistor paměť nebo bublinová paměť. Na druhou stranu byly v tomto období uvedeny některé technologie, které byly velmi důležité pro vývoj počítačového průmyslu a některé se používají dodnes. Jednou z těchto technologií byl první paměťový disk tzv. floppy disk (disketa), vynalezený týmem Alana Shugarta v IBM, prodávaná od roku 1971. Toto zařízení bylo považováno za revoluční způsob přenosu dat z jednoho počítače do druhého. Diskety nebyly schopny ukládat tolik dat jako pevné disky, ale byly mnohem levnější a flexibilnější. Vynález disket byl konec pro děrné štítky.

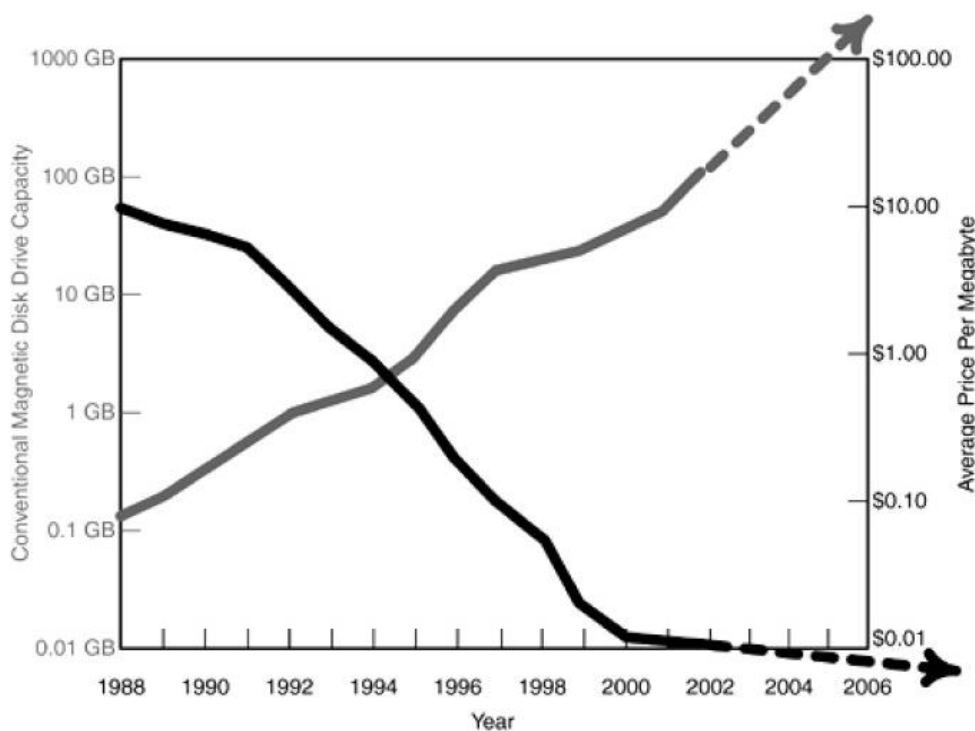
Mezi lety 1980 a 2000 byly vyvinuty dvě nové technologie ukládání dat.

¹ V práci používané jednotky a jejich převody jsou uvedeny v příloze A

Na začátku osmdesátých let se objevily první optické přístroje, začal vývoj CD a CD-ROM. V polovině devadesátých let začaly být tyto technologie velmi důležité a dnes jsou široce rozšířené. V této době byly vyvinuty také první paměťové karty. Tyto karty, např. Compact Flash karty, Memory Sticks a další, jsou velmi malé, ale lze na ně uložit velké množství dat, a tak nacházejí své uplatnění v digitálních fotoaparátech, PDA, mobilních telefonech apod. Vývoj magnetických paměťových medií však nezastavuje, bylo představeno několik nových technologií jako je Advanced Intelligent Tape. Dnes používané pevné disky v PC jsou stále založené také na magnetických technologiích. Na obrázku 1 je patrné, jak během let rostla kapacita snižovala se cena na jeden megabyte u pevných disků.

V 21. století povede rozvoj technologií od široce používaných optických přístrojů k laserovým zařízením až k holografickým pamětem.

[1]



Obrázek 1: Graf zobrazující nárůst diskové kapacity a pokles cen za megabyte

Zdroj: [22]

1.1 Děrné štítky

Děrné štítky výrazně předcházejí prvním počítačům. S myšlenkou využití děrných štítku při praktickém programovém řízení přišel roku 1725 Basile Bouchon, který je používal pro řízení tkalcovského stavu. Na tuto myšlenku navázal v roce 1801 Francouz Joseph-Marie Jacquard, který našel způsob, jak pomocí děrovaných kovových kartiček tkát složité vzory. O třicet let později si jeho nápad vypůjčil Charles Babbage, který se snažil sestrojít univerzální počítačový stroj.

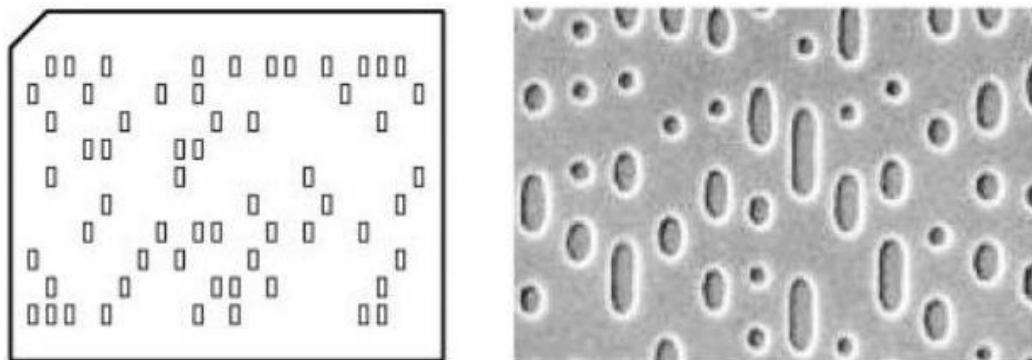
Měl se jmenovat Analytical Engine, být poháněn parním strojem, řízen programem na děrných štítcích, a měl být schopen měnit další průběh výpočtu v závislosti na výsledku prováděných operací. Ačkoli na něm Ch. Babbage pracoval téměř čtyřicet let (od roku 1833), nepodařilo se mu jej dokončit. Důvodem bylo to, že se realizace ukázala být nad tehdejší technické možnosti.

Kromě nedokončeného Analytical Engine však Babbage lidstvu zanechal koncepci počítače řízeného programem, obohaceného nejen o možnost podmíněných a nepodmíněných skoků, ale také o princip podprogramů. Za konkrétní autorku těchto dvou posledních myšlenek, a současně i za prvního programátora v historii je považována blízka spolupracovnice Ch. Babbage, lady Augusta Ada, hraběnka z Lovelace (1815-1853), dcera lorda Byrona. Podle ní pak také byl pojmenován jeden z moderních programovacích jazyků – jazyk ADA.

Do této doby byl děrný štítek jen nositelem programu. To se změnilo v roce 1890, kdy H. Hollerith využil štítek také jako datový nosič.

Herman Hollerith použil děrované štítky pro sčítání statistických údajů, což vedlo k významnému zrychlení výpočtu volebních výsledků v USA. Na svůj systém prý přišel ve vlaku pozorováním průvodčího s klasickými štípacími kleštěmi.

O dalších padesát let později, ve čtyřicátých letech 20. století používaly děrné štítky a pásy pro ukládání informací i první elektronické počítače. Podobný princip i moderní optické disky, jejichž povrch by Jacquardovi i Hollerithovi pod pohledem elektronového mikroskopu jistě připadal povědomý (viz obrázek 2).



Obrázek 2: Děrný štítek a povrch optického disku

Zdroj: [3]

Hůře by se tito pánové srovnávali s množstvím informací, které se na povrch disku vejde, na Hollerithovu kartičku se vešlo 80 znaků a čtení probíhalo rychlostí několika znaků za vteřinu.

[2], [3], [4]

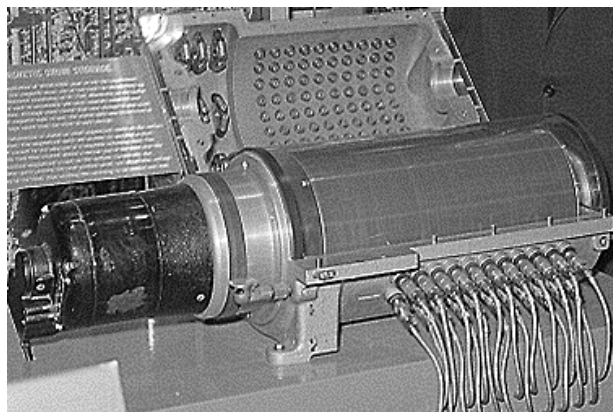
1.2 Děrné pásky

Děrné pásky patří spolu s děrnými štítky k dalším zástupcům mechanických pamětí a jsou jejich přímými nástupci. Použití pásek bylo zejména v dálnopisech a též v terminálech, kde postupem času nahradila děrný štítek. Vzhledem k faktu, že páska byla něco jako mnoho štítků za sebou, bylo její použití snadnější vzhledem k množství informací, které obsahovala. Páska se vyráběla buď z papíru (méně kvalitní, hrozilo přetržení) nebo kovová. V případě dálnopisu se jednalo o pětistopou pásku, u počítačů byla osmistopá. Kontrola se prováděla dle parity (sudý, nebo lichý počet děr). V 80. letech sloužily pro vkládání dat u sálových počítačů. [5]

1.3 Magnetická bubnová paměť

Bubnová paměť byla vynalezena v Rakousku roku 1932 Gustavem Tauschekem. Používala se již u prvních počítačů v 50. letech 20. století, kde vykonávala funkci operační nebo vnější paměti. Na obrázku 3 je vidět historická magnetická bubnová paměť.

U bubnové paměti se impulsy zaznamenávají na magnetickou vrstvu obsahující oxid železitý nebo na kovovou vrstvu slitiny niklu a kobaltu, která je nanesena na nemagnetický buben (válec). Buben je uložen vodorovně nebo svisle a je poháněn elektrickým motorem přes pružnou spojku nebo hnací řemen. Buben se otáčí konstantní rychlostí 2000 až 15 000 min^{-1} a k jeho povrchu jsou přitlačovány čtecí a zápisové hlavy. Hlavy se nastavují pevně nebo se používají plovoucí hlavy upevněné v klouzátku. Hlavy však nemění svou polohu, každá hlava tedy zaznamenává nebo čte data z jedné stopy na obvodu bubnu.

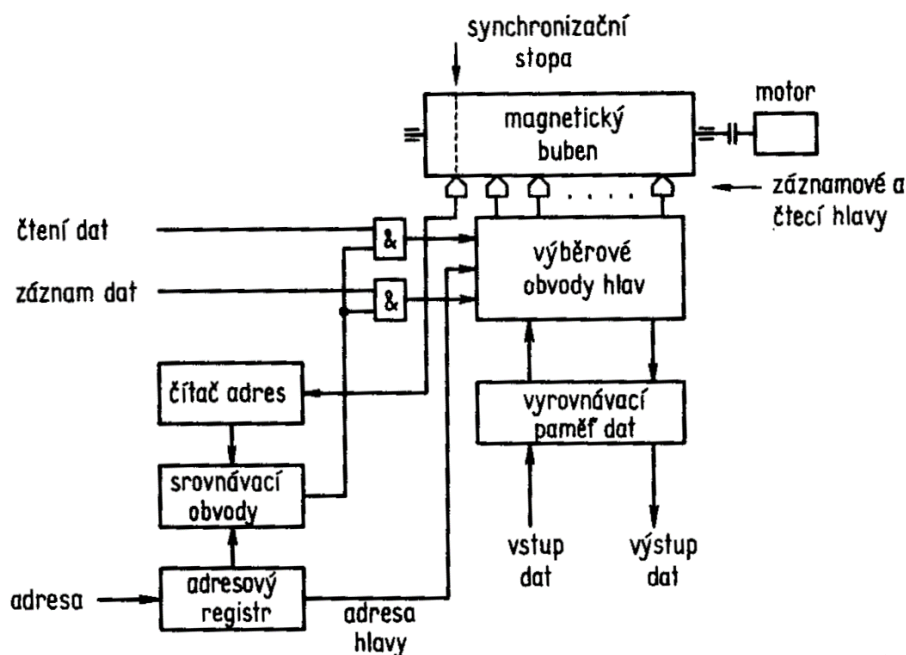


Obrázek 3: Magnetická bubnová paměť po otevření krytu

Zdroj:[42]

Kapacita jednoho bubnu se pohybuje v rozmezí 10^4 až 10^8 bitů a střední vybavovací doba je dána přibližně poloviční dobou jedné otáčky bubnu.

Blokové schéma bubnové paměti s ovládacími obvody je na obrázku 4. Paměť obsahuje kromě vlastního bubnu, motoru, záznamových a čtecích hlav ještě obvody pro výběr hlav, adresový registr a vyrovnávací paměť dat.



Obrázek 4: Blokové schéma magnetické bubnové paměti

Zdroj:[6]

Při čtení nebo záznamu dat byl problém, jak při vysokých otáčkách bubnu najít požadovanou adresu na stopě. Pro výběr adresy je na bubnu jedna nebo více adresových stop. Například na jedné adresové stopě je trvale zaznamenáno tolik impulsů, kolik je paměťových míst. Impulsy se stále čtou jednou hlavou a čítají se ve dvojkovém čítači. V čítači je potom v každém okamžiku obsažena ta adresa, nad níž jsou právě záznamové hlavy. V porovnávacích obvodech se porovnávají obsahy čítače a odpovídající části adresového registru a v okamžiku, kdy se shodují, se do výběrových obvodů vyšle signál umožňující čtení nebo záznam dat podle požadavku. Jedna část adresy určuje výběr stopy na bubnu a druhá část adresy určuje výběr adresy na stopě. Na bubnu může být také několik adresových drah s trvale zaznamenanými dvojkové kódovanými adresami.

Bubnové paměti byly ve své době poměrně populární, protože byly relativně levné, konstrukčně jednoduché a také na svou velikost měly relativně velkou kapacitu. Na rozdíl od příbuzné disketové jednotky či pevného disku se však skutečně jednalo o nefalšovanou operační paměť s pseudonáhodným přístupem. Nevýhodou bubnových pamětí je malá

odolnost vůči magnetickým a mechanickým vlivům a samozřejmě také větší poruchovost, ať už se jedná o takzvané měkké chyby (poškození zapsané informace) či tvrdé chyby (poškození paměťového zařízení).

[6], [7]

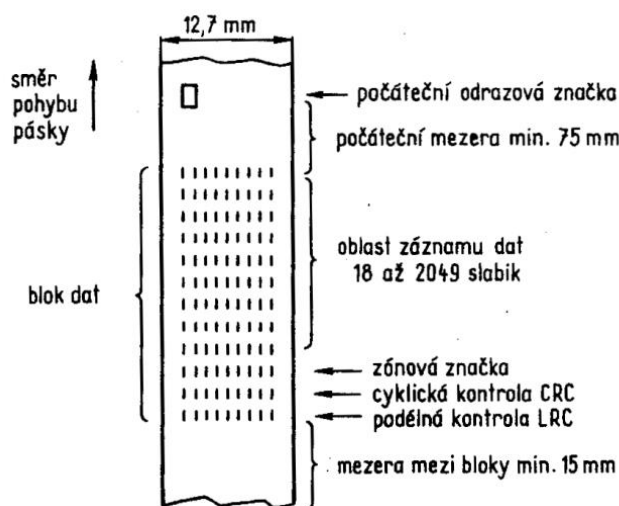
1.4 Magnetická pásková paměť

1.4.1 Princip magnetické páskové paměti

Zatímco bubnové paměti jsou dnes pouze historickým reliktem, který můžeme vidět maximálně v muzeu, mají magnetické pásky i v současnosti své použití, zejména pro zálohy obrovského množství dat. Samotná páska je většinou vyrobena z polyesterové fólie (nebo materiálu s podobnými vlastnostmi, mnohdy se jedná o patentované chemické složení), na kterou je z jedné či obou stran nanášena magnetická vrstva, vytvořená například z práškového oxidu železitého rozpuštěného v epoxidové pryskyřici. Samotná magnetická vrstva je velmi tenká, pohybuje se v řádu jednotek až desítek mikrometrů. Magnetická páska, jejíž délka může dosahovat několika stovek metrů, je navinuta na cívku umístěnou buď volně, nebo uzavřenou v kazetě (spolu s druhou cívku, na kterou se páska navíjí). Použité materiály ani technologie výroby nejsou drahé, proto měly především v minulosti magnetické pásky velmi příznivý cenový poměr přepočtený na jednotku informace (jeden bit).

Páska se při čtení či zápisu dat pohybuje konstantní rychlostí pod čtecí a zápisovou hlavou (může se jednat i o kombinovanou čtecí/zápisovou hlavu), která je na pásku pod určitým tlakem přitisknuta. Zápis probíhá tak, že se podélně či příčně zmagnetizuje malá část pásky pomocí zápisové hlavy, která obsahuje cívku s jádrem přerušným úzkou mezerou. Mezera se nachází přesně nad páskou, tj. magnetické pole se v tomto místě z jádra rozšiřuje i přes pásku, jejíž magnetické dipóly jsou tímto polem natáčeny žadoucím směrem a díky tomu, že oxid železitý je feromagnetická látka, je orientace dipólů zachována i po posunu dotčeného místa pásky mimo dosah zápisové hlavy (takový záznam může v ideálních podmínkách vydržet i několik desítek let, mnozí majitelé osmibitových počítačů i dnes dokáží načíst původní data stará více než dvacet let). Čtení zapsaných dat je založeno na tom, že pohybující se páska vybudí ve čtecí hlavě napěťový impuls, z jehož polarity je možné zjistit, zda na pásku byla zapsána bitová hodnota 0 či 1. Pásky určené pro profesionální počítače (mainframy apod.) měly typicky devět datových stop a tím pádem i čtecí/zápisové hlavy obsahovaly stejný počet vinutí a čtecích zesilovačů (osm stop bylo určeno pro záznam dat, devátá stopa například pro záznam paritního bitu).

Aby magnetické pásky byly kompatibilní, tj. použitelné pro různé typy páskových pamětí, je způsob záznamu dat a jejich organizace na pásce standardizovaná. Data jsou na pásce uspořádána do souborů, které obsahují skupiny bloků s určitým počtem znaků. Soubory a bloky dat jsou do sebe odděleny mezerami, a jsou označeny zvláštními zónovými značkami, např. konec souboru EOF² a konec bloku EOB³, zobrazeno na obrázku 5. Zónové značky slouží k vyhledávání dat na pásce.



Obrázek 5: Organizace dat na magnetické pásce

Zdroj: [6]

Pásková paměť má poměrně složitou mechaniku (moderní pásková mechanika je vyobrazena v příloze B), proto se správnost záznamu a čtení dat zabezpečuje třemi kontrolami: příčnou paritou, podélnou paritou a cyklickým kódem. Při záznamu dat se generuje příční parita a zaznamenává se jako devátý bit s každým znakem. Současně se generuje znak cyklické kontroly a znak podélné parity. Znak cyklické kontroly CRC⁴ se vytváří tak, že se každá slabika současně přičítá bez přenosu k obsahu speciálního registru cyklické kontroly, tj. každý bit slabiky prochází současně s příslušným bitem registru obvodem nonekvivalence. Po přičtení poslední slabiky bloku se obsah registru zaznamená na pásku jako znak cyklické kontroly.

Podobně se generuje podélná parita dat v každé stopě a zaznamená se jako bit znaku podélné kontroly LRC⁵. Při čtení dat u páskové paměti se generuje znak cyklické i podélné

² End Of File

³ End Of Block

⁴ Cyclic Redundancy Check

⁵ Longitudinal Redundancy Check

kontroly a porovnává se se záznamem. V případě neshody víme, že vzniklá chyba a blok dat se nepřenese do počítače. Kontrolní obvody vyhodnotí, kde chyby nastaly, a při opakovaném čtení bloku dat se nalezené chyby automaticky opraví při výstupu do počítače. Chyba je nejčastěji zaviněna trvalou vadou záznamu na pásce.

[6], [9]

1.4.2 Historie magnetických páskových pamětí

Možností uchování dat pomocí magnetického záznamu se zabýval americký inženýr Oberlin Smith, a to v roce 1878. Výsledky jeho bádání zúročil v roce 1898 dánský vynálezce Valdemar Poulsen, jenž na jeho práci navázal a sestavil přístroj s názvem Telegrafon, který uměl nahrávat telefonní hovory. To mělo v několika dalších letech za následek obrovský rozmach záznamu hudby na magnetické pásky.

Samotná magnetická páska byla patentována německým inženýrem Fritzem Pfleumerem v roce 1928.

První veřejná nahrávka na magnetickou pásku byla uskutečněna 19. listopadu 1936 s Londýnským filharmonickým orchestrem.

Do roku 1951 sloužila páska jen pro záznam zvuku. Změna přišla s vývojem počítače UNIVAC I, v prosinci 1952 představila firma IBM magnetopáskové jednotky, které byly schopny ukládat informace na magnetickou počítačovou pásku. Jednalo se o první komerčně vyráběné pásky.

První komerčně úspěšné úložiště s magnetickými páskami se jmenovalo IBM 726, nabízelo kapacitu 2,3 MB a vážilo 424 kilogramů.

V následujících deseti letech se stala páska základní technologií pro ukládání na většině počítačů v USA. V polovině 50. let vyvinulo IBM první pevný disk IBM 350 RAMAC, jeho následovníci ale začali vytlačovat pásky jako primární datové úložiště až v průběhu 70. let, kdy se už páska začala pomalu používat jako sekundární a archivační úložiště. Tomu zůstalo dodnes.

[1], [5], [8]

1.4.3 Současnost magnetických páskových pamětí

I po šedesáti letech jsou pásky stále hojně používány a zapisování dat na ně pomocí páskových mechanik je velice oblíbené. To je dáno především jejich cenou, snadným zaváděním, možností jednoduše fyzicky uchovávat pásky, nízkými provozními náklady a automatizací výměny pomocí robotických páskových mechanik. I když je původní

technologie dosti zastaralá, od doby, kdy byla poprvé použita, navrhuji odborníci neustále rychlejší a spolehlivější páskové jednotky a stejně tak magnetické pásky s větší kapacitou a delší životností. Stejně jako celý počítačový průmysl se i tato technologie neustále zlepšuje. Díky své dlouhé životnosti nejsou magnetické pásky vhodné pouze pro zálohování, ale i pro archivaci dat. Bezpečné uložení dat na pásce podporuje také technologie WORM⁶, která nám umožňuje nastavit pro jednotlivé pásky ochranu dat proti přepisu či samotnému smazání. Co se týče přístupu k uloženým datům, zaostávají tyto mechaniky za pevnými disky. Data jsou zde ukládána sekvenčně. To znamená, že pokud chceme z pásky obnovit konkrétní soubor, musíme počkat, než se páska přetočí na místo, kde je soubor zapsán. Tato přístupová metoda není nejrychlejší. V praxi se ale se zálohou na konkrétní místo na pásce setkáme jen zřídka. Většinou zálohujeme předem definovaný objem dat, mechanika načítá jednotlivé kazety a zapisuje na ně od začátku pásky. Nedochozí tak k prodlevě při převíjení pásky na konkrétní segment. Přenosová rychlost dat je již srovnatelná s pevnými disky, záleží na konkrétní pásce. Podle současných odhadů je na páskách po celém světě uloženo na 400 exabytů dat. To odpovídá 400 000 000 000 GB a takové obří úložiště by už bez problému pojmul celý internet. [10]

1.4.4 Formáty magnetických pásek

Formátů magnetických pásek je v současné době velká spousta, proto zde jen stručně shrnu možnosti dnešních formátů. Jedny z nejpoužívanějších formátů pásek jsou LTO, SDLT, AIT, které se používají v malých a středních podnicích. Důvodem je jejich velká kapacita a nižší pořizovací cena obslužných mechanik – přibližně 30 000 Kč až 120 000 Kč. Tyto pásky nabízejí kapacitu do 300 GB do 1600 GB na jednu kazetu. Přenosová rychlost dat je od 80 MB/s po 240 MB/s u LTO, od 36 MB/s po 72 MB/s u SDLT a od 24 MB/s po 78 MB/s u AIT. Přístupová doba se pohybuje mezi 45 – 72 s. Dalšími formáty pásek jsou T10000 a T9840 používané převážně ve větších podnicích, jak pro archivaci, tak pro vysokorychlostní zálohování dat. Ceny obslužných mechanik jsou pro tyto pásky od 500 000 Kč výše. Pásky formátu T10000 disponují kapacitou 500 GB až 1000 GB. Jejich přenosová rychlost je mezi 120 MB/s a 240 MB/s. Přístupová doba činí 62 s. Formát pásek T9840 disponuje nejrychlejším prohledáváním jejich obsahu. Přístupová doba trvá obdivuhodných 12 s. Kazeta s tímto formátem obsahuje 2 nezávislé kotouče s páskou, které mohou být načítány. Současně. Dochází tak ale ke snížení kapacity kazety. Magnetické pásky typu T9840 se vyrábějí v objemech 75 GB až 150 GB. Přenosová rychlost dat je pak od 30 MB/s po 60 MB/s. [10]

⁶ Write Once Read Many – Jednou zapiš, mnohokrát čti

2 SOUČASNOST

2.1 Pevný disk

Pevný disk (též hard disk, HDD) je paměťové medium pro ukládání větších objemů dat, která po svém zápisu již nepotřebují další energii, aby se uchovala. Vychází z koncepce magnetické diskové paměti. V současnosti najdeme pevné disky nejen v počítačích, ale také ve spotřební elektronice jako například v DVD rekordérech, videokamerách, MP3 přehrávačích apod. [11]

2.1.1 Fyzická struktura pevného disku

V pevném disku najdeme několik diskových ploten, na které byla data dříve přímo zapisována díky vrstvě oxidu železného, v současnosti také pomocí magnetického substrátu slitiny kobaltu (tzv. tenkého filmu). Tento materiál nalezneme na povrchu každé z ploten, přičemž na každou z nich se zapisuje většinou z obou jejích stran a to pomocí speciálních čtecích/zápisových hlaviček, jež se pohybují velmi nízko nad samotnou datovou vrstvou.

Plotna bývá nejčastěji vyrobena z různé kombinace skla, keramiky či plastu (dříve se hojně využívalo také hliníku) a je možné na ni zapsat různé množství dat. Čím více dat přitom každá z ploten pojme (má větší hustotu záznamu), tím větší výkon disk uživateli nabídne.

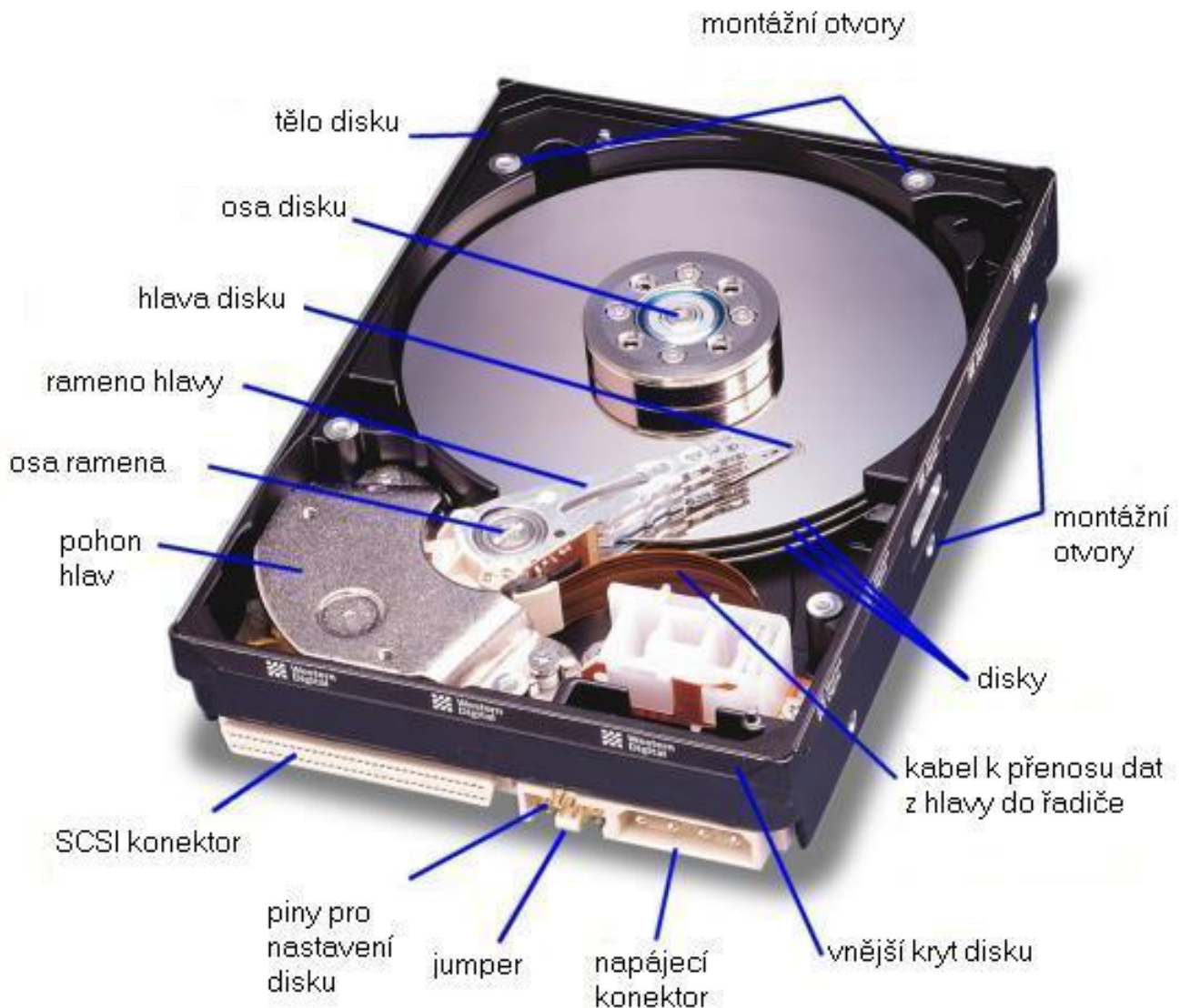
Plotny pohání elektromotory, které se skládá z několika magnetů a cívek. Ty jsou uspořádány šikmo tak, aby stále mohly působit na protější magnety. Do cívek je dle potřeby vháněn proud a dochází k jejich magnetické indukci. Na protikusy je stejný počet permanentních magnetů. Nakloněné cívky se od magnetů odpuzují a dochází k pohybu. Otáčky pevného disku se udávají v RPM⁷.

Celkem logicky tedy můžeme dojít k tomu, že čím rychleji se motorek (potažmo záznamová vrstva) točí, tím rychleji disk zpracovává data. Postupně se tak navyšují otáčky pevných disků, ty serverové dnes pracují s 15 000 RMP, běžná rychlost domácích disků je 7 200 RPM. Při rychlém otáčení dochází ke zvýšení hlučnosti a většímu tření mezi vzduchem a plotnami, proto se disk více zahřívá a je nutné jej lépe chladit.

Důležité také je, aby se záznamová vrstva fyzicky nepoškodila, proto musí magnetické hlavy udržovat konstantní vzdálenost od povrchu této vrstvy (cca 10 nm). Aby měla hlava správný směr, výšku a nacházela se na správném místě v ten pravý čas, je umístěna na rameni. Elektronika disku pak synchronizuje motorek disku, ramena, a hlavičky tak, abychom dostali

⁷ Revolutions Per Minute – otáčky za minutu

informaci, kterou potřebujeme. Jednotlivé části pevného disku jsou patrné na obrázku 6. [15], [16]

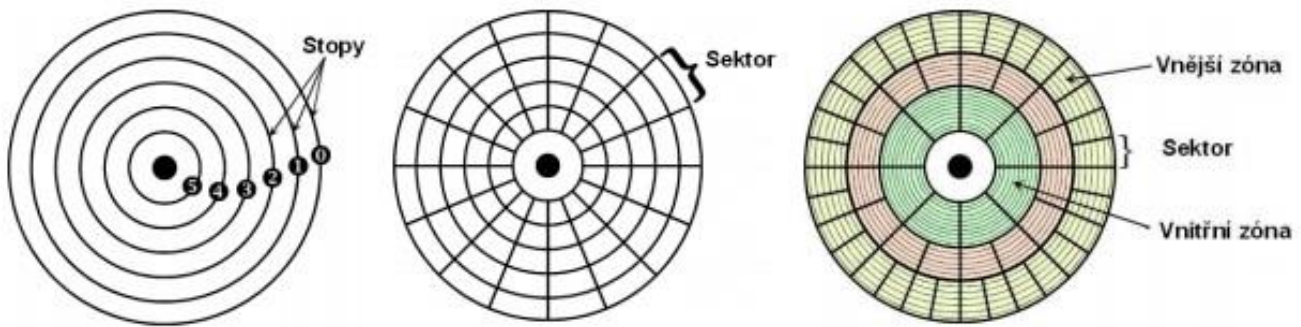


Obrázek 6: Jednotlivé části pevných disků

Zdroj: [43]

2.1.2 Organizace dat na disku

Magnetický povrch plotny nemůže na disku zůstat bez organizace, musí mít svůj pevný řád daný rozdělením disku na stopy, sektory a cylindry. Stopy (tracks) jsou soustředné kružnice, které jsou očíslovány (0 = vnější stopa) a po kterých hlavička najíždí a vyhledává konkrétní místo k zápisu či čtení. Stopy jsou dále rozděleny na nejmenší části záznamové vrstvy – sektory (viz obrázek 7).



Obrázek 7: Schéma stop, sektorů a zón na pevném disku

Zdroj: [45]

Aby elektronika disku věděla, který sektor uchovává požadovanou informaci, má každý sektor své označení. Velikost sektorů byla do roku 2006 standardně 512 bytů⁸. Téměř po třiceti letech se ale sdružení IDEMA⁹ rozhodlo tuto zavedenou hranici zvýšit až na 4096 B, důvodem je určitý nárůst rychlosti v přístupu k datům a také schopnost ukládat větší objemy dat. Dalším důvodem je zefektivnění práce korekční techniky ECC¹⁰, díky čemuž je pak obnova poškozených dat mnohem jednodušší. Většina souborových systémů dnes navíc pracuje též se 4096 B sektory, což byl další důvod hovořící pro změnu.

Tabulka 1: Uložení dat při různé velikosti sektorů

512 B		512 B	
768 B			256 B Nevyužito
256 B	256 B	256 B	256 B
768 B			256 B Využito

Zdroj: [16]

Pokud ukládáte soubor 768 bytů při velikosti 512 B na jeden sektor (viz tabulka 1), na disk se pro něj vyhradí dva sektory – jeden je málo a méně jak dva sektory nemohou uložit takové množství dat. Na disku tak dochází k tomu, že části sektorů zůstávají nevyužité. Další

⁸ Ve skutečnosti je to více, například 571 bytů, z toho 512 bitů připadá na ukládání dat a zbytek slouží k uložení identifikačních údajů sektoru.

⁹ International Disk Drive, Equipment, and Materials Association

¹⁰ Error Correction Code

problém nastává ve chvíli, kdy data není možné uložit do jednoho clusteru¹¹. První část souboru je pak zapsána na jeden konec záznamové vrstvy a druhá část do nejbližšího volného sektoru. Tomuto se říká fragmentace souborů, její následky pak dlouhé minuty (až hodiny) zmírňují různé defragmentační nástroje, které přesouvají fragmentované kusy souborů do sousedních sektorů.

Dalším pojmem je cylindr (viz obrázek 8). Rozdělení na cylindry je důležité proto, aby se hlavy využívaly rovnoměrně a disk měl co nejvyšší výkon. Cylindr označuje všechny stopy ploten, které mají stejné číslo a tvoří tak pomyslný dutý válec. Disk se při zapisování neplní po plotnách, ale právě po cylindrech (viz příloha C), aby se průběžně využívaly všechny hlavy (ty jsou totiž umístěny na společném rameni, s jehož pomocí jsou nakonec také navedeny na správné místo), nebo alespoň skoro všechny.

[15], [17]

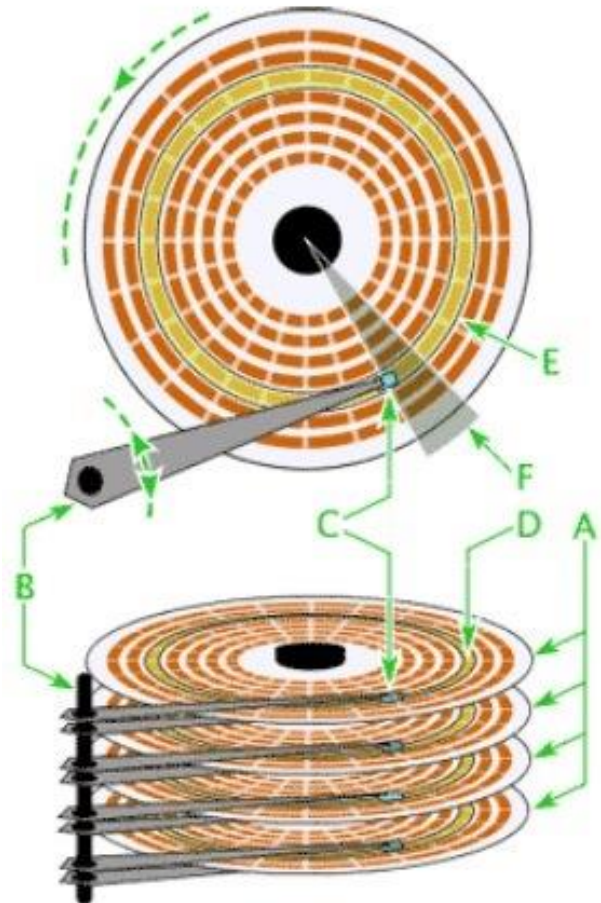
A – plotna (kotouč s magnetickou vrstvou)

B – otočné rameno nesoucí všechny hlavy

C – čtecí a zapisovací hlava (head)

D, E – cylindry (stopa, přechází všemi plotnami)

F – sektor (úhlový výsek se stopami)



Obrázek 8: Fyzická struktura HDD

Zdroj: [44]

¹¹ Seskupení sektorů se stejnou informací.

2.1.3 Princip zápisu a čtení dat

Za vlastní zápis a čtení odpovídají hlavičky, což jsou pouhé cívky navinuté na jádrech, které jsou na nejbližších místech k datové plotně přerušené úzkou štěrbinou. Pokud pak cívkou prochází elektrický proud, dojde k vytvoření určitého magnetického toku, který se právě v této štěrbině uzavírá a tím ovlivňuje i záznamovou vrstvu pevného disku. V závislosti na tom, která budou zmagnetizovaná tím či oním směrem. Mezi nimi poté vznikají tzv. magnetické rezervace, což jsou vlastně pouze místa, v kterých se konkrétní směr magnetizace mění, a právě ony mohou velkou měrou za principiální funkčnost této metody zápisu.

Čtení dat probíhá zcela opačným způsobem. Během pohybu hlaviček nad povrchem dané plotny reagují cívky na přítomné magnetické rezervace, které následně vyvolávají v jádru známý magnetický tok, jenž je dále zpracováván jako elektrický impuls přidavnou řídicí elektronikou disku. Důležité je také výrobcem zvolené kódování dat, které určuje konkrétní způsob uložení magnetických rezervací. Za všechny zmíním například frekvenční modulaci FM¹² či modifikovanou frekvenční modulaci MFM¹³.

[15]

2.1.4 Technologie kolmého zápisu

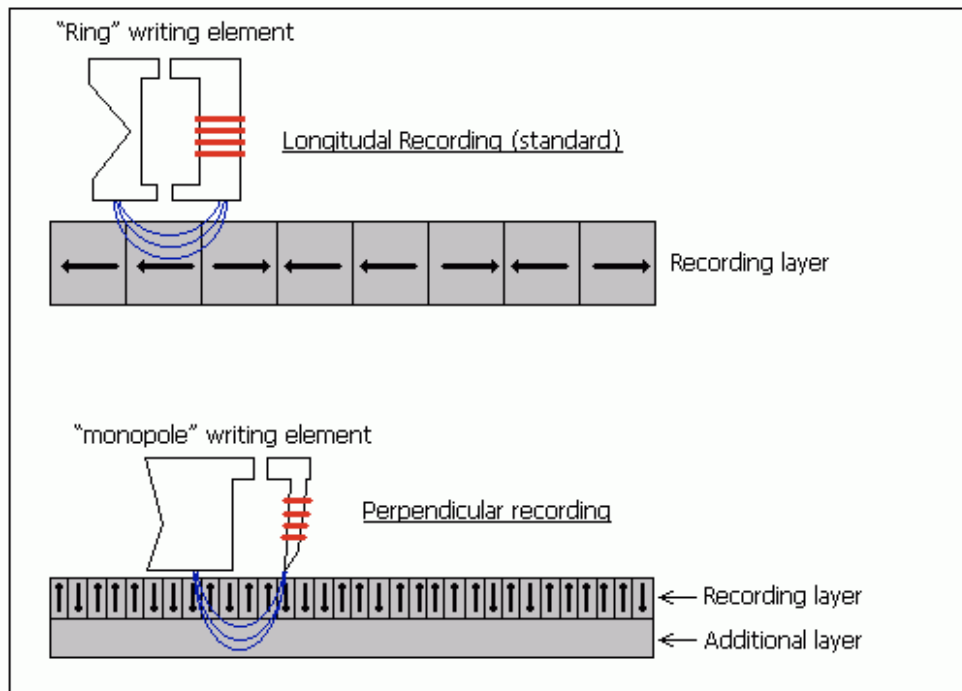
Technologie kolmého zápisu¹⁴ je nový způsob zápisu dat na pevné disky z hlediska fyzického provedení, který postupně nahradil klasický podélný¹⁵. Princip zápisu je shodný. Rozdíl je v tom, že u klasické technologie se materiál magnetizuje tak, aby bylo jeho pole orientováno podélně s povrchem plotny. Zato u PMR má zmagnetizovaný materiál orientaci pole kolmou na povrch plotny a od toho se odvíjí i název. Díky tomu se mohou jednotlivé bity umístit blíže k sobě, čímž se docílí vyšší kapacity. Avšak to není tak jednoduché. U PMR disků se musí využít ještě magneticky tvrdší materiál pro záznam a naopak magneticky měkká spodní vrstva, která napomáhá hlavičce v zápisu – zvyšuje její efektivnost, aby dokázala ovlivnit i magneticky tvrdý materiál na povrchu. Technologii kolmého zápisu dnes používá celá řada výrobců HDD. Lépe je schéma kolmého záznamu zobrazeno na obrázku 9. [15]

¹² Frequency Modulation

¹³ Modified Frequency Modulation

¹⁴ Perpendicular Magnetic Recording (PMR)

¹⁵ Longitudinal Recording



Obrázek 9: Schéma podélného a kolmého zápisu

Zdroj: [15]

2.1.5 Přístupová doba, doba vystavení, doba čekání a prokládání

Zajímavým ukazatelem u pevných disků je přístupová doba¹⁶, tedy rychlost, s jakou disk vyhledá požadovaná data. U pevných disků se tato hodnota pohybuje v rozmezí 3,5 – 20 ms (0,0035 – 0,02 s). Ve srovnání s operační pamětí (3,5 ns tedy 0,0000000035 s) vidíme, že pevný disk je o mnoho pomalejší. A to jej ještě nesrovnáváme s grafickými GDDR3 paměťmi s přístupovou dobou slabě nad jednu nanosekundu.

U pevných disků se doba přístupu skládá z dvou dílčích dob, tedy z doby vystavení¹⁷ a doby čekání¹⁸. První čas charakterizuje dobu, kterou trvá přesun hlavičky z aktuální stopy na tu požadovanou. Druhý čas pak charakterizuje dobu, kterou trvá dotočení příslušného sektoru pod čtecí hlavičku.

Dříve musel disk čekat na dotočení správného sektoru i ve chvíli, kdy odeslal požadovaná data přes BIOS operačnímu systému. Ten poslal zpět požadavek, většinou na informace z následujícího sektoru. Mezi tím se ale plotna disku otočila, a tak bylo nutné čekat, až se pod hlavičkou následující sektor opět dotočí. Proto bylo při zápisu zavedeno tzv. prokládání¹⁹. Na nultý fyzický sektor se zapíše data nultého logického sektoru. Než ale přišel požadavek, nacházela se hlavička nad sektorem tři. Proto se do fyzického sektoru tři zapsala

¹⁶ Access time

¹⁷ Seek time

¹⁸ Rotary latency period

¹⁹ Interleaving

data logického sektoru jedna – nebylo třeba na nic čekat, stačilo číst data. Příklad prokládání 1:3 je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Příklad prokládání

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

Zdroj: [16]

Vše bylo koncipováno tak, aby byly logické sektory i nadále čteny ve správném pořadí (0-16), ale co nejrychleji, v závislosti na rychlosti BIOSu²⁰ a operačního systému. Při otáčce byla sebrána data z červených sektorů, při druhé ze zelených a při třetí z černých.

Ze 17 sektorů tedy bylo možné sebrat data během tří otáček, při klasickém uspořádání se za jednu otáčku sebrala data z jednoho sektoru. O něco lépe je situace znázorněna v tabulce 3.

Tabulka 3: Prokládání

1. otáčka

Fyzický sektor	0	01	02	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Logický sektor	0	→		1	→		2	→		3	→		4	→		5	→

2. otáčka:

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

3. otáčka:

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

Zdroj: [16]

Šipka zde charakterizuje dobu potřebnou na vyřízení komunikace mezi diskem, BIOSem a operačním systémem. Maximální poměr prokládání byl 1:6, se zrychlením ostatních komponent se poměr zmenšoval a dnes se od prokládání opět upouští (poměr 1:1, fyzický sektor = logický sektor).

²⁰ Basic Input -Output System

Důležitou součástí pevných disků jsou též vyrovnávací paměti²¹, aby měl disk data kam odložit pro případ, že si je komponenta, která o ně zažádala, nemůže okamžitě převzít. Kdyby pevný disk cache neměl, docházelo by k tomu, že by s daty čekal na jejich vyzvednutí. Pak by však dlouho trvalo, než se znovu dal do práce a dodal další požadovaná data. Proto je lepší, když data odkládá do cache a pracuje dále. Dnešní disky mají cache s velikostí až 128 MB. [16]

2.1.6 Dřívější pevné disky

První pevný disk byl představen 13. září 1953 společností IBM. Jednalo se o systém RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control). Tento disk byl postaven na stejných principech, na kterých fungují současné pevné disky. Celý systém se sestával ze dvou boxů připomínajících ledničky, každý o váze asi 1 tuny. Jeden obsahoval samotný disk s plotnami a druhý obsahoval procesní jednotku, magnetický buben, registr a další elektronické a logické obvody.

Data byla uložena ve stopách na magnetickém povrchu diskové plotny. Tato plotna se otáčela a nad jejím povrchem se pohybovala čtecí a zápisová hlava. První pevný disk tvořilo padesát 24"²² (60 cm) diskových ploten nad sebou. Každá obsahovala 1000 sektorů, jediný z nich mohl obsahovat až 100 alfanumerických znaků. Plotny se otáčely rychlostí 1200 RMP a celková kapacita byla 5 MB (64 000 papírových karet nebo 2 tisíce stránek po 2 500 znacích). Systém pracoval rychlostí asi 10 kB/s a prodával se za 200 000 USD. Šlo jej však i pronajmout za 3 200 USD měsíčně. Přístupová doba byla asi milionkrát vyšší, než zvládnou disky dnes. Přístup k 100 bytovému bloku trval 0,6 s.

Tento pevný disk byl v dané době revoluční zejména v tom, že měl oproti páskám rekordně krátké doby přístupu a i kapacita byla vyšší, jelikož na rozdíl od rotujícího magnetického bubnu se data nemusela číst jenom na vnější vrstvě.

Po RAMACu 305 se v roce 1961 objevilo další zajímavé ukládací zařízení: 1301 DiskStorage Unit, kde se data nalézala na padesáti 24" discích. Za zmínku stojí zejména to, že šlo o první případ, kdy byly použity „plavoucí hlavičky“ (díky nim mohlo být čtecí/zápisové zařízení blíž k disku) podobné těm, jak je známe dnes (každá z ploten měla/má svoje hlavičky). Model 1301 nabízel 13x takovou kapacitu jako RAMAC a pracoval při 1 800 RPM. I přístupové doby se nám zhruba 10x zrychlily.

Přesně dva roky po modelu 1301 se objevil model 1311 s šesti 14" plotnami, který je

²¹ Cache

²² " značka palce, anglosaské míry; 1" = 25,4 mm = 2,54 cm

považován za první vyměnitelný pevný disk. To znamená, že se u něj vše podstatné vešlo do jednoho obalu. Ovšem stále je to třeba brát s rezervou: namísto rozměrů ledničky zabíral tolik, co ždímačka.

V roce 1973 přišla firma IBM s další novinkou v oblasti pevných disků. IBM 3340 byl skutečně moderní disk, který měl kapacitu 30 MB pouze pro čtení a 30 MB pro čtení a zápis. První kotouč byl v disku umístěn napevno a druhý byl výměnný. Vzhledem k tomu, že disk byl charakterizován kapacitami 30 MB – 30 MB, napadla Kena Haughtena, který byl vedoucím tohoto projektu, myšlenka pojmenovat disk podle slavné pušky Winchester 3030. Princip disků typu Winchester kraloval v oblasti vývoje pevných disků po celou následující dekádu. Změna nastala až s příchodem osobních počítačů.

Vývoje nových technologií se ujímají i další organizace. V roce 1973 byla založena firma Shugart Associates. Založil ji bývalý zaměstnanec IBM pan Alan Shugart. Ze své funkce byl, ale po roce odvolán a v roce 1979 založil spolu s Finesem Connerem novou firmu, která se jmenovala Shugart Technology. Kvůli ochranným známkám byla firma po půl roce existence přejmenována na Seagate Technology. Právě Seagate představila v roce 1980 nový model disku, který se lišil od Winchesteru. Šlo o 5,25" disk se zcela novým rozhraním. Toto rozhraní se stalo standardem na více než deset let a bylo označováno ST-506. Disk měl kapacitu 5 MB a jeho cena byla 1500 USD. Poté následoval rok 1983, kdy firma Rodime (dnes již neexistující) uvedla na trh první 3,5" s kapacitou 10 MB. Poté se vývoj pevných disků zaměřil především na zpřesnění výrobního procesu, tj. aby se na plotnu vešlo více stop, a na zdokonalení mechaniky disků, tj. aby se mohly otáčet rychleji. Také se zvyšovala přenosová rychlost a doby přístupu. Vývoji pevných disků je věnována příloha I a J.

Níže jsou uvedeny nejvýznamnější okamžiky v oblasti vývoje pevných disků:

- 1986 – bylo standardizováno rozhraní SCSI
- 1991 – 2,5" HDD o kapacitě 100 MB
- 1992 – první 1,3" pevný disk – HP Kittyhawk
- 1998 – standardizováno rozhraní UltraDMA/33 a ATAPI
- 1999 – IBM vydává Microdrive v kapacitách 170 MB a 340 MB
- 2002 – překonána bariéra 137 GB
- 2003 – příchod rozhraní Seriál ATA
- 2005 – první pevný disk s kapacitou 500 GB (Hitachi GST)
- 2005 – příchod rozhraní Seriál ATA 3
- 2005 – nové rozhraní SAS (Seriál Attached SCSI)

- 2005 – první disk s technologií kolmého zápisu: pevný disk s kapacitami 40/80 GB
- 2006 – první 750 GB 3,5" pevný disk (Seagate)
- 2006 – první 200 GB 2,5" pevný disk (Toshiba)
- 2007 – první 1 TB 3,5" pevný disk (Hitachi GST)
- 2008 – první 1,5 TB 3,5" pevný disk (Seagate)
- 2009 – první 2 TB 3,5" pevný disk (Western Digital)
- 2010 – první 3 TB 3,5" pevný disk (Seagate, Western Digital)
- 2011 – první 4 TB 3,5" pevný disk (Seagate)
- 2012 – společnost TDK demonstrovala uložení 2 TB dat na jednu 3,5" plotnu

[12], [13], [14]

2.1.7 Budoucnost pevných disků

Kapacita pevných disků se za posledních padesát let každé dva roky průměrně zdvojnásobila, při pohledu na kratší úseky však tato hodnota kolísá: v některých letech se kapacita disků zvyšuje rychleji, v jiných pomaleji. Poslední prudký nárůst kapacity se odehrál v letech 2006 – 2008 v důsledku nové technologie kolmého zápisu. Ta nyní dospěla svého vývojového maxima a nárůst kapacity se zpomalil.

Podle viceprezidenta společnosti Western Digital, Richa Rutledga, dojde k dalšímu rychlému kapacitnímu nárůstu během dvou až tří let (2014 – 2015). V laboratořích se dokončuje vývoj nové technologie tepelně – asistovaného magnetického zápisu. Vývoj koordinuje konsorcium IDEMA sdružující všechny přední výrobce pevných disků a jejich součástí.

Při zápisu se místo na povrchu disku zahřeje na teplotu kolem 600 °C, čímž se významně zlepší jeho magnetické vlastnosti. Magnetická hlavička tak záznam provede přesněji a výrazněji. I při dalším zvýšení hustoty záznamu tak půjde data bezpečně číst.

Nová technologie se zatím pracovníě nazývá Heat-assisted magnetic recording²³ (zobrazena na obrázku 10). Jaký bude komerční název, zatím není jisté. Jasno není ani v technologii, která bude teplo pro záznam generovat. Může jít buď o laser, nebo mikrovlny.

Před pár lety se viděla budoucnost ve využití SSD²⁴ disků, kde jsou data ukládány do elektronických čipů, podobných těm v paměťových kartách. Princip SSD disků a jejich budoucí vývoj popíšu dále. Avšak převládá názor, že tyto disky nenahradí HDD, jelikož se

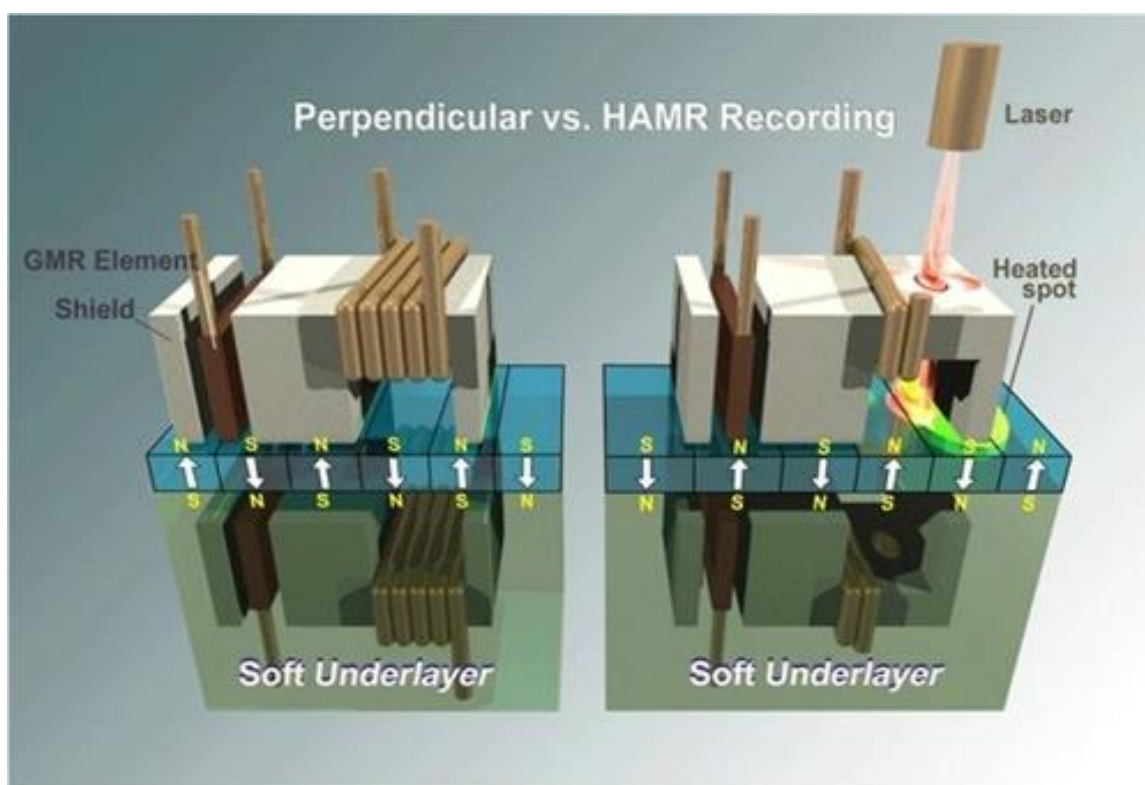
²³ HAMR

²⁴ Solid State Drive – pevný disk bez pohyblivých částí

jedná o dvě naprosto rozdílné technologie, které budou fungovat vedle sebe.

Další možností v budoucnu je zkombinování výhod SSD disků a klasických pevných disků. Jedná se o hybridní disky, které vyvíjí společnost Seagate, aktuálně prodávány disk nese obchodní název Momentus XT. K běžnému disku přidává 8 GB flashovou paměť, technologie AdaptiveMemory pak automaticky rozpoznává nejpoužívanější data, ukládá je do elektronické paměti a ty jsou potom systému rychle dostupné.

Pro srovnání uvádí Seagate příklad startu systému na notebooku Dell XPS, kde s klasickým diskem se 7200 RPM trvalo načtení operačního systému 54 s, u čistého SSD disku Intel 320 to bylo 11 s a u hybridního disku Momentus XT pak 14 s. Rozdíl mezi dvěma posledními disky je poměrně malý. Sám výrobce hybridním diskům velmi věří a plánuje, že do roku 2015 bude hybridní disk v každém pátém prodaném počítači.



Obrázek 10: Schéma svíslého záznamu na disk (vlevo) a nové technologie HAMR (vpravo)
Zdroj: [46]

Ještě před rokem 2020 by se mohli objevit technologie TDMR²⁵ a BPM²⁶. V té době by se měla hustota záznamu přiblížit hodnotám 10 GB na milimetr čtvereční. Následující údaje reprezentují budoucí technologie se základní charakteristikou a odhadovanou maximální kapacitou při jejich použití.

²⁵ Two-Dimensional Magnetic Recording

²⁶ Bit Patterned Media

PERPENDIKULÁRNÍ ZÁZNAM

- Do roku 2014: Dosažení technologických limitů hustoty záznamu dnešních pevných disků
- Max. kapacita disku: 6 TB

SHINGLED MAGNETIC RECORDING

- Od roku 2014: Magnetické částice datového záznamu se budou u SMR disků překrývat
- Max. kapacita disku: 12-15 TB

HEAT ASSISTED MAGNETIC RECORDING

- Od roku 2015: HAMR disky budou zapisovat na novou slitinu zahřívanou pomocí laseru
- Max. kapacita disku: 30-40 TB

BIT PATTERNED MEDIA

- Od roku 2017: Extrémně malé magnetické částice záznamové vrstvy budou odděleny izolantem
- Max. kapacita disku: 30-40 TB

HAMR + BPM

- Od roku 2018: Kombinací technologií HAMR a BMP bude možné dosáhnout nejvyšší hustoty záznamu
- Max. kapacita disku: 60 TB

[17], [18], [19], [20]

2.2 Přístupy k ukládání dat

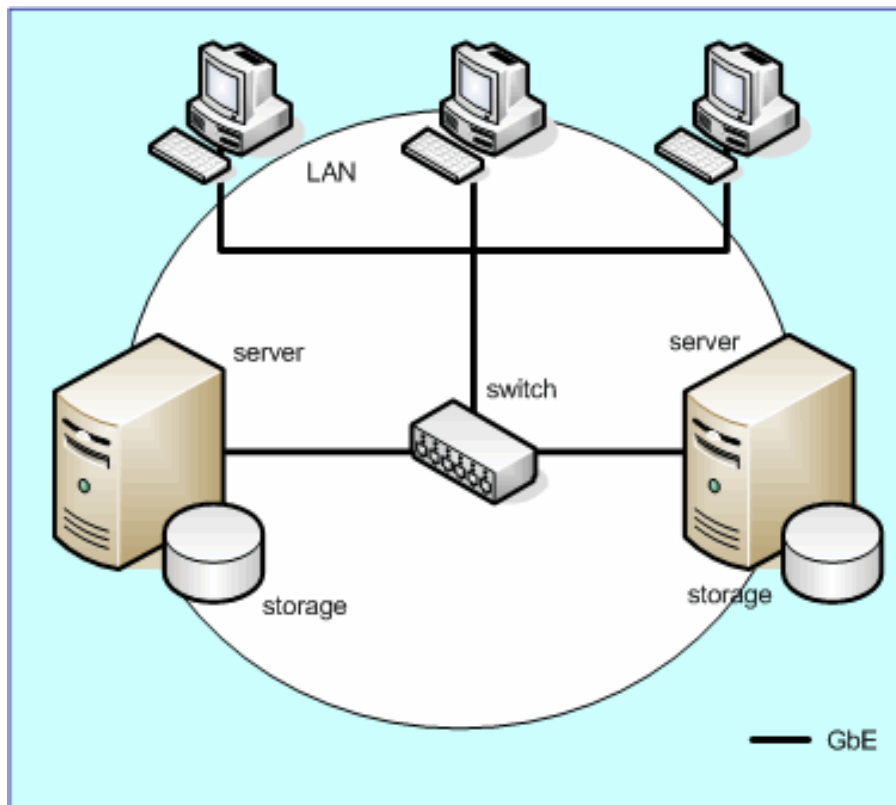
2.2.1 DAS – Direct Attached Storage

Jako historicky první model pro ukládání dat se objevil DAS, tedy přímo připojená úložiště k serveru. Tento na první pohled nejlogičtější způsob data storage²⁷ má řadu nevýhod. Všechna data z úložní jednotky i do ní musí procházet serverem, takže dochází často k jeho přetížení a k malé výkonosti systému. K serveru šlo připojit jen omezený počet disků, též byla omezena jejich maximální vzdálenost od serveru, což bylo nevýhodné z hlediska zálohování. Nebylo možné sdílet úložné prostředky mezi jednotlivými servery a ani systém jednotně spravovat. Na druhou stranu je toto řešení jednoduché na instalaci a je relativně levné.

Mezi DAS můžeme zařadit interní disky samotného serveru nebo diskového pole připojeného k serveru rozhraním SCSI a Fiber Channel.

I přes veškeré tyto nevýhody je toto řešení hojně využíváno v menších firmách, kde hrají velkou roli počáteční náklady a náklady na správu, které nejsou příliš vysoké vzhledem k množství ukládaných dat. Schématický obrázek 11 zobrazuje model DAS.

[48], [49]



Obrázek 11: Model DAS

Zdroj: [49]

²⁷ Úložiště dat

2.2.2 NAS – Network Attached Storage

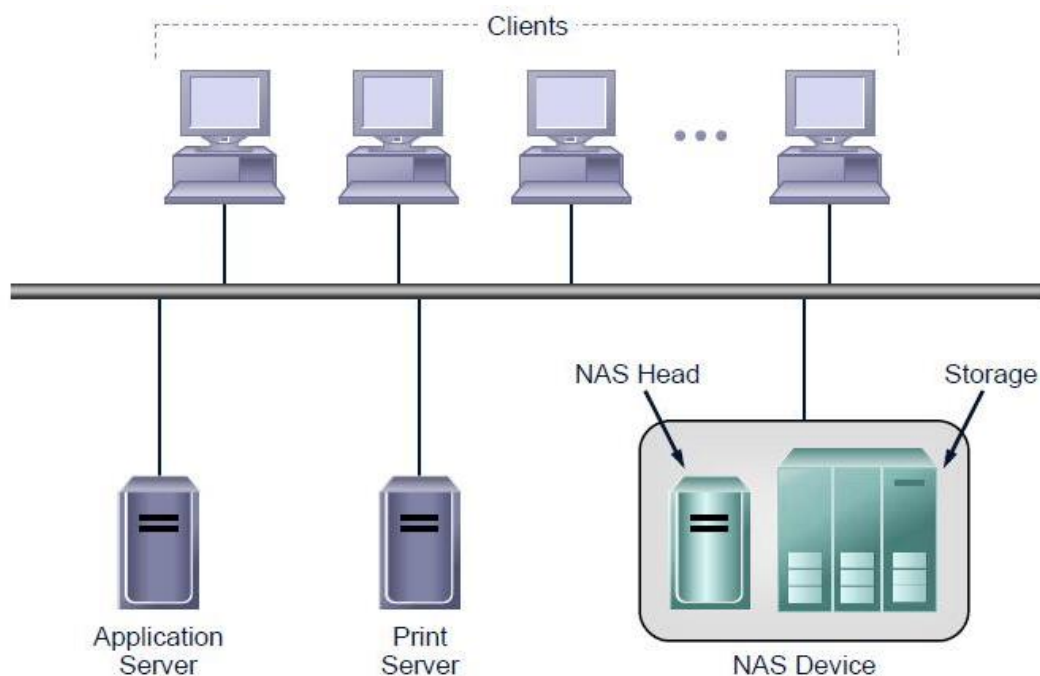
Další oblíbenou technologií je NAS. Hlavní odlišností od DAS je osamostatnění datového úložiště, které je nyní připojeno přímo do sítě a sdílení zdrojů na souborové nikoliv na blokové úrovni jako tomu bylo u předchozího řešení. Souborový přístup je realizován pomocí file protokolů NFS²⁸ a CIFS²⁹, které jsou specializované na přenos a vyhledávání souborů.

K nevýhodám patří velké zatížení klasické LAN sítě, do které bývá NAS řešení obvykle připojeno a poměrně malá škálovatelnost. Pokud je tedy na NAS mnoho požadavků současně, může dojít k zahlcení, které může způsobit nedostupnost některých aplikací. V přímém ohrožení tentokrát nejsou servery, nýbrž přístupové linky k uložištím.

NAS řešení je snadné pro implementaci do již fungující počítačové sítě, což je patrné na obrázku 12. Nabízí také možnost zálohování do vzdáleného datového úložiště nebo na připojenou páskovou mechaniku.

Z ekonomického hlediska je toto řešení velmi oblíbené, protože náklady na instalaci i správu systému jsou poměrně nízké a nabízí přijatelnou užitnou hodnotu.

[50], [51]



Obrázek 12: Model NAS

Zdroj: [52]

²⁸ Network File System

²⁹ Common Internet File System

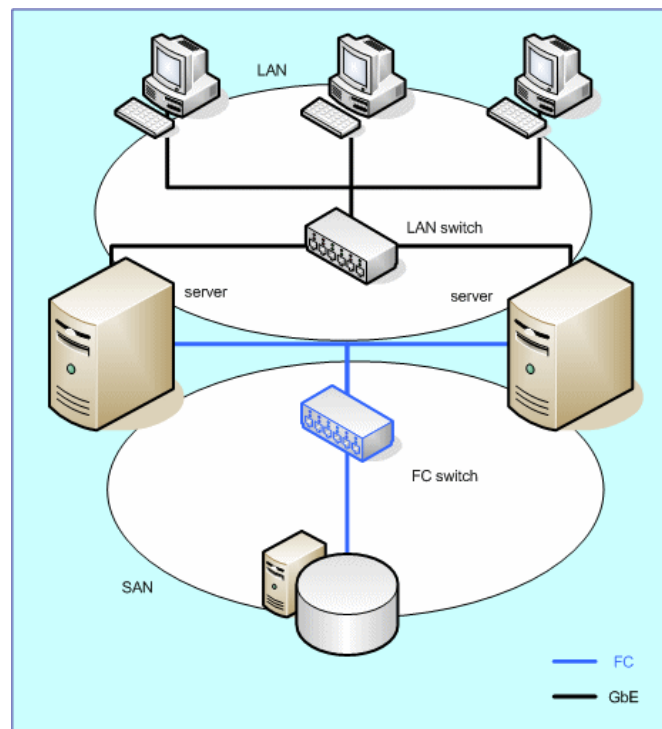
2.2.3 SAN – Storage Area Network

Poslední variantou storage modelů je Storage Area Network, což je kvalitativně jiné řešení, které se snaží o kombinaci výhod obou předchozích modelů, tzn. blokový přístup a osamostatnění datových jednotek.

Základní myšlenka SAN je v oddělení podnikové sítě a sítě využívané pro storage zařízení se specializovanými servery (viz obrázek 13). Vzniká tak dedikovaná síť, jejíž jedinou činností je práce s daty. To vede k vysokému výkonu a zlepšení dostupnosti jednotlivých dat. Servery přistupují k těmto datům po rychlých optických linkách, které jsou v případě potřeby spojovány pro dosažení ještě větší rychlosti. Tyto linky jsou také schopné se navzájem zastupovat, v případě přerušení některé z nich.

System je navržen pro rychlý přenos velkého množství dat a to i na velké vzdálenosti. Toto řešení je samozřejmě také nákladnější, ale oproti předchozím řešením nám poskytuje mnoho výhod. Jsou jimi dokonalé sdílení, využití storage zdrojů, vysoký výkon až 10 Gbps³⁰, velmi efektivní zálohování, obnova dat a možnost replikací dat do velkých vzdáleností.

[48], [51]



Obrázek 13: Model SAN; FC je dedikovaná storage síť, GbE je vlastní podniková síť

Zdroj: [53]

³⁰ Gigabit za sekundu

2.2.4 RAID

Na počátku devadesátých let minulého století se objevil na univerzitě v Berkeley koncept ukládání počítačových dat do diskových polí nazývaný RAID³¹. RAID spočívá v použití více (nejméně dvou) disků, připojených k řadiči. Pomocí implementované logiky dokáže tento řadič distribuovat data několika diskovým jednotkám.

Mezi způsoby uložení dat technologií RAID patří především:

- Rozdělení dat mezi disky (stripping)
- Zrcadlení (mirroring)

Technologie RAID má v porovnání s jedním diskem poskytovat uživateli vysokou ochranu uložených dat a velkou rychlost přístupu k nim. Obvykle bývají zásuvné jednotky navrženy tak, aby bylo možné vyměnit vadný disk za chodu systému (hot swap). Zde uvedu nejčastěji používané řešení diskových polí.

[15], [55]

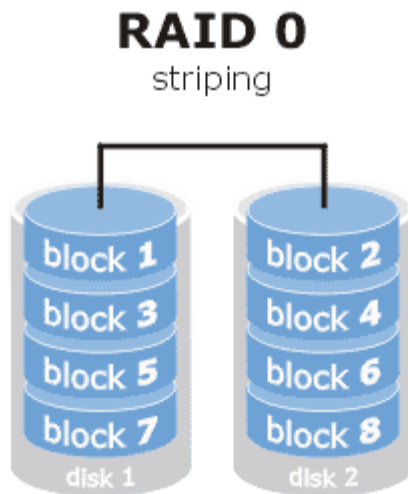
2.2.5 RAID 0

První verzí je RAID 0, kdy se dva nebo více disků zapojí do tzv. stripping módu. V tomto módu řadič rozděluje data na „proužky“, jež poté střídavě rozděluje mezi disky. To znamená, že například 1 GB soubor se střídavě zapíše na dva disky (viz obrázek 14), tedy na každý 512 MB. Díky tomu můžeme dosáhnout podstatně vyššího výkonu (ne však dvojnásobného), ale na druhou stranu také dvakrát vyšší pravděpodobnosti ztráty dat, protože havárie jednoho disku nevyhnutelně znamená ztrátu veškerých dat. Omezení také plyne z toho, že je nanejvýš vhodné použít stejné typy disků, či alespoň stejné kapacity, jinak bude celková velikost pole omezena na dvojnásobek kapacity menšího z disků. [15], [55]

Použití:

- V domácnostech
- Nikdy by se nemělo nasazovat v případech, že data nemohou být postrádána
- Stříh videa, práce s obrazem – obecně aplikace vyžadující vysokou propustnost

³¹ Redundant Array of Independent Disks



Obrázek 14: RAID 0

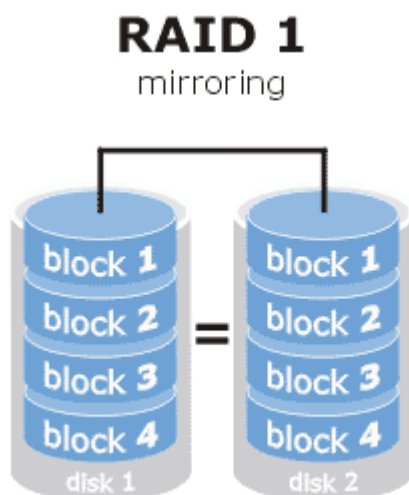
Zdroj: [54]

2.2.6 RAID 1

Další druh pole je označován jako mirroring – zrcadlení. Již z názvu lze tedy uhadnout, že při využití dvou disků se jeden použije pouze jako záloha – na oba se tedy zapisují identická data (viz obrázek 15). RAID 1 tedy slouží pouze pro zvýšení bezpečnosti. Omezení jsou zde stejná jako v případě RAID 0 – ideální je použití stejně rychlých disků o stejné kapacitě, aby se navzájem neomezovaly. [15], [55]

Použití:

- Aplikace s maximálními nároky na bezpečnost a trvanlivost dat (typicky vedení účtů a jiných agend)



Obrázek 15: RAID 1

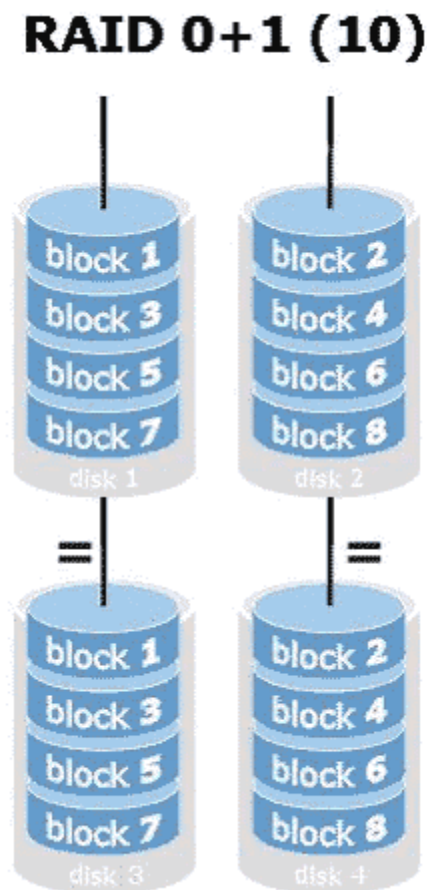
Zdroj: [54]

2.2.7 RAID 0+1

Kombinací RAID 0 a 1 získáme pole RAID 0+1 (někdy je také nazýváno jako RAID 01), které kombinuje výhody obou typů polí. Je tedy rychlé a bezpečné, avšak pro jeho sestavení potřebujeme minimálně čtyři pevné disky, protože vzniklé pole RAID 0 budeme zrcadlit. [15]

2.2.8 RAID 10 (1+0)

Tento typ je naprosto stejný jako předešlé řešení, pouze při jeho sestavování postupujeme obráceně. Nejprve budeme obě dvojice disků zrcadlit a následně nad nimi vytvoříme stripované RAID 0 (obrázek 16). Celé spojení poskytuje nejvyšší výkon mezi zabezpečenými typy polí a navíc poskytuje odolnost proti ztrátě až poloviny z celkového počtu připojených disků. [15]

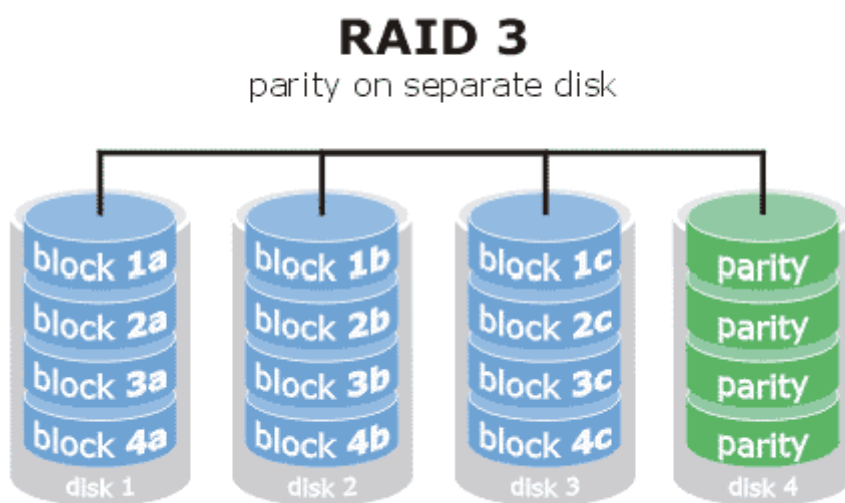


Obrázek 16: RAID 10

Zdroj: [54]

2.2.9 RAID 3

Tento typ využívá striping, ale i sofistikovaný způsob ukládání paritních informací, které jsou vypočítávány pomocí logické operace XOR neboli nonekvivalence. Ukládání těchto informací, na k tomu vyčleněný disk, umožňují rekonstrukci veškerých dříve uložených dat (viz obrázek 17). Výhodou je tedy nutnost vyčlenění pouze jednoho disku, protože u jiných typů polí může být počet vyšší. Tato skutečnost je zároveň i největší slabinou zmiňovaného řešení, protože on je také nejslabším a nejvytíženějším místem celého pole. Paritní informace na něj musí být zapisovány vždy, za jakýchkoliv okolností. Jeho životnost tak bude s rostoucím opotřebením zákonitě rychle klesat. [15]



Obrázek 17: RAID 3

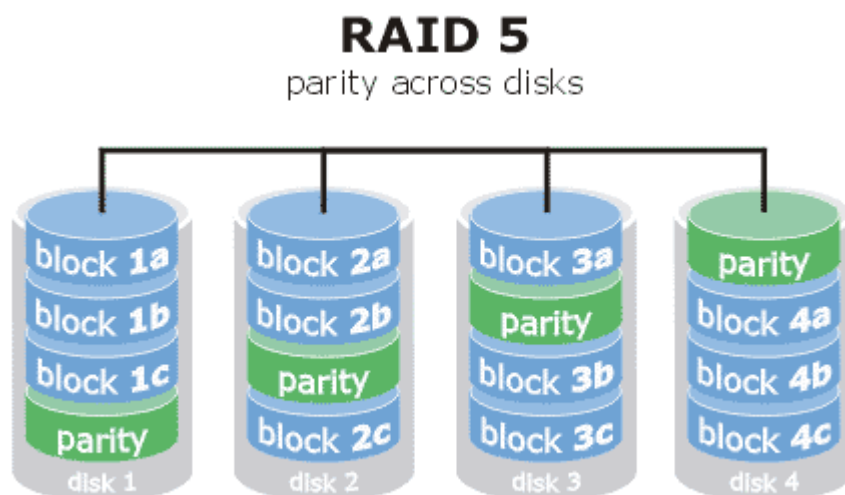
Zdroj: [54]

2.2.10 RAID 4

Velmi podobným řešením je i RAID 4, které se v mnohém podobá předchozímu řešení. Rozdíl je ale v tom, že data nejsou stripována po bitech (jako u RAID 3), ale rovnou po celých blocích a stejně tak i paritní informace, čímž lze dosáhnout vyššího výkonu při čtení velkého počtu malých souborů, což se hodí především u databázových systémů. U takových totiž není RAID 3 nejvhodnějším řešením. [15]

2.2.11 RAID 5

Nevýhoda velmi zatěžovaného disku s paritní informací stále přetrvávala a řešení nabídlo až pole RAID 5, kde žádný disk navíc nefiguruje – paritní informace jsou ukládány střídavě po všech discích napříč celým polem, ovšem vždy na jiný disk, než na kterém jsou originální



Obrázek 18: RAID 5

Zdroj: [54]

data. Tato skutečnost také může za vyšší výkon spojení a jeho oblibu u většiny uživatelů. Princip zapojení disků do pole je patrný na obrázku 18. Nevýhodou je, že pole s úspěchem odolá pouze poruše jednoho z připojených disků. [15]

2.2.12 Spanning

Je prosté spojení několika pevných disků do logického celku. Data jsou tedy ukládána nejprve na první disk a až dojde k jeho zaplnění, bude pokračovat na disk druhý atd. Výhodou tohoto řešení je to, že pro vytvoření není třeba použití stejně velkých disků – data totiž nejsou ukládána prokládaně. Spanning je vhodný pro uživatele ukládající soubory velkých velikostí. [15]

2.3 Diskety

Diskety přímo navazují na magnetické pásky, a aby disketa mohla vzniknout, proběhla řada úprav, nejznatelnější je změna tvaru pásky na disk. Tím odpadl problém sekvenčního přístupu k datům. První disketa spatřila světlo světa v šedesátých letech 20. století ve společnosti IBM, do prodeje šla pak roku 1971. Tu vyrobil David L. Noble pro potřeby společnosti, přesněji k přenosu aktualizací pro své klienty. Před tím se tak dělo s pomocí kazet. Její kapacita byla 80 kB a měřila v průměru 8" (20 cm). Jednalo se pouze o pružný disk, jenž se postupem času zapracoval do plastového obalu s tkaninou uvnitř.

70. léta znamenala malou revoluci, a to i proto, že se na trh dostala disketa prepisovatelná. Kapacita narostla až na 800 kB. Vývoj pokračoval dál a diskety se zmenšili na 5,25" a populární 3,5". Tabulka 4 zobrazuje vývoj disket a jejich kapacit.

Tabulka 4: Vývoj disket a jejich kapacit

Velikost	Hustota	Stopy	Sektory	Kapacita sektoru	Kapacita diskety
5,25"	DD	40	9	512 B	360 kB
5,25"	HD	80	15	512 B	1, 2 MB
3,5"	DD	80	9	512 B	720 kB
3,5"	HD	80	18	512 B	1,44 MB
3,5"	HD	80	36	512 B	2,88 MB

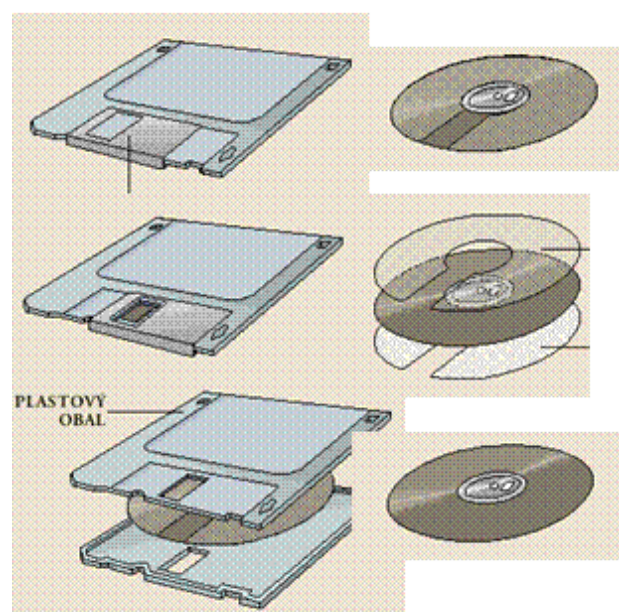
Zdroj: [5]

Kapacita disket neboli množství dat, které na ní můžeme uložit, je přímo závislá na hustotě stop (density). Moderní diskety o velikosti 3,5" se vyrábějí většinou s hustotou dat HD³². Dříve se obě velikosti disket 3,5" a 5,25" používaly s hustotou DD³³. Obecně platí to, že v mechanikách HD je možné používat i diskety DD, nikoli však naopak.

3,5" disketu na trh uvedla společnost Sony kolem roku 1980. Disponovala o něco silnějším a odolnějším obalem. Obsahovala vylepšení v podobě pružiny, která automaticky chránila povrch pružného disku v místě otvoru pro čtení. Na trh byly uvedeny také diskety s kapacitou 2,88 MB, ale ty nebyly příliš rozšířené. Schéma diskety je zobrazeno na obrázku 19.

[5]

- Posuvný ochranný plíšek chrání povrch diskety, když není v disketové jednotce.
- Po vložení, páčka, která je umístěna ve vnitřku disketové jednotky plíšek odsune.
- Plastový obal chrání disketu před poškozením a ohybem.
- Uvnitř diskety je dvojice papírových vložek, které snižují tření a zajišťují čištění disku.
- Středové kolečko zajišťuje bezpečné uchycení motorkem a roztočení na správnou rychlost.



Obrázek 19: Schéma diskety

Zdroj: [47]

³² High Density

³³ Double Density

2.3.1 Budoucnost disket

V současné době nic nenasvědčuje tomu, že by diskety v budoucnu měly být opět na vzestupu. Dnes se diskety používají například ve starých účetních systémech, nebo jako šifrovací medium.

V roce 2002 začala prodávat společnost Iomega Zip mechaniky s kapacitou 750 MB. Po technické stránce nabízela poměrně zajímavé parametry, díky vysokorychlostním rozhraním zvládala zapisovat i číst až 4,5 MB/s, avšak cena medií byla v porovnání s CD podstatně vyšší, proto se tato technologie neuchytila. Navíc tyto mechaniky byly pouze jednosměrně kompatibilní, nejpobulárnější staré Zip diskety o kapacitě 100 MB dovolovaly pouze číst, nebylo možné na ně zapisovat.

Zdá se tedy, že disketa do budoucna zůstane pouze symbolem pro uložení.

[21]

2.4 Optické disky

Optický disk je paměťové medium diskového tvaru, které má standardní průměr 120 mm s 15 mm otvorem uprostřed. Tloušťka je 1,2 mm. Na rozdíl od pevných disků, které mají soustředné kruhové stopy rozdělené do sektorů, mají optické disky jedinou spirálovitou stopu (stejně jako gramofonová deska). Ta začíná uprostřed disku a odvíjí se směrem ven. Téměř 5 km dlouhá stopa je rozkouskována na stejně dlouhé sektory neboli bloky. Medium používá pro čtení a zápis laser.

Jako každá paměť i ta optická musí umožnit realizovat dva logické stavy (0 a 1), které představují binární informaci. Tyto stavy jsou využívány následovně – buďto se paprsek od povrchu média odrazí, nebo bude rozptýlen. Tam, kde je povrch disku nezměněn, se paprsek odrazí, tam, kde je vylisována (a nebo vypálena) díra, se rozptýlí. Tyto díry se nazývají pity (pit, pits) a nezměněné oblasti landy (land, lands).

V dnešní době je na trhu již 3. generace těchto medií o mnoha různých typech. Jejich uplatnění nalezneme v množství současných spotřebičů, počínaje videokamerou, přes herní konzole a samozřejmě v počítačích. V dalších pasážích se budu jednotlivým optickým diskům věnovat podrobněji.

[25], [28], [29]

2.4.1 Historie optických disků

Prvotní myšlenka vzniku kompaktního disku pochází z hlavy nizozemského vědce Klasse Compaana, a to z roku 1969. V průběhu sedmdesátých let byl firmami Philips a Sony

vytvořen kompletní standard kompaktního disku³⁴, včetně specifikací, jakými jsou typ materiálu médií, vlnová délka světla čtecího laserového paprsku a všech dalších myslitelných parametrů. Původní myšlenkou pro tvorbu kompaktního disku byla potřeba nahradit nespolehlivé gramofonové desky a audiokazety. Z toho důvodu měla být maximální délka uloženého záznamu ekvivalentem 60 minut, ale říká se, že firma Sony si prosadila délku 74 minut, proto aby se na jeden disk vešla celá Beethovenova Devátá symfonie.

Kompaktní disky CD se dostaly na trh v roce 1982, a to jako nosiče zvukového záznamu. Přibližně v témže roce se začaly na trhu objevovat první osobní počítače - PC³⁵. Jen pro zajímavost, první PC od IBM vznikl v roce 1981 a operační systém Microsoft MS-DOS k němu byl dodáván zdarma.

V té době byla kapacita CD pro počítače zcela neuvěřitelná, jelikož první počítače měly kolem 64 kB operační paměti a všechna data byla ukládána na disketách. Kapacita disket používaných v té době byla kolem 360 – 720 kB, což znamená, že na jedno CD o kapacitě 700 MB by se vešlo zhruba 1 000 disket.

Jak ale vývoj osobních počítačů pokračoval, začalo být zřejmé, že disketa svou kapacitou nebude stačit. V roce 1985 se objevily první CD-ROM³⁶ mechaniky pro osobní počítače.

Nedlouho nato, začátkem devadesátých let, se objevily první mechaniky určené i pro zápis a přepis kompaktních disků. Cena těchto mechanik byla zcela enormní, stály kolem 300 000 Kč a bylo je možné připojit pouze na drahé SCSI rozhraní. Cena vypalovacích mechanik začala časem klesat a v průběhu devadesátých let se staly dostupné i běžným uživatelům.

Uvedením CD do praxe došlo takřka k pohřbení audiokazet. Stále ale existovaly videopásky, které trpěly stejnými neduhy jako audiokazety. Proto se v průběhu 90. let minulého století objevily disky DVD³⁷. Původní zkratka znamenala Digital Video Disc, ale ještě před uvedením disků na trh bylo jasné, že se použijí nejen pro záznam videa, ale i pro záznam počítačových dat.

DVD přináší oproti CD značné navýšení kapacity, a sice ze 700 MB na 4,7 GB až 8,5 GB případně i více. Důvody pro zvětšení kapacity oproti CD jsou dva. Prvním z nich je použití jiného laserového paprsku, který dokáže pracovat s většími detaily. Druhým důvodem

³⁴ CD

³⁵ Personal Computer

³⁶ CD-ROM – Compact disc-Read Only Memory; tento termín se dá přeložit jako Kompaktní disk – pouze pro čtení. Z názvu tedy vyplývá, že první kompaktní disky se daly na počítačích pouze číst

³⁷ Digital Versatile Disc; Digitální univerzální disk

je schopnost ukládat data na DVD ve dvou vrstvách a podobně jako na gramofonovou desku z obou stran disku.

Zatímco disky se dvěma vrstvami se užívají hojně, oboustranná média se používají zcela výjimečně, například jako přílohy k časopisům.

Podobně jako CD, tak i DVD nejprve vznikly v podobě disků, které bylo možné pouze číst, ale nebylo možné na ně zapisovat. Avšak se vzrůstajícím objemem dat, které uživatelé počítačů produkují, bylo jisté, že zapisovatelné DVD disky budou potřebné. Vyskytl se ale jeden problém. Na rozdíl od CD, které existují pouze v jediné zapisovatelné podobě, nazývané CD-R, nedošlo ke shodě mezi velkými výrobci optických médií, a tak vznikly celkem tři formáty zapisovatelných anebo přepisovatelných disků. Jsou to DVD-R, DVD+R a DVD-RAM.

První vypalovací DVD mechaniky měly vždy určeno, který typ disků dovedou vypálit. Časem výrobci vypalovacích mechanik dokázali vytvořit zařízení, která dovedou vypalovat všechny myslitelné formáty CD a DVD. V současnosti každá prodávaná vypalovací mechanika umí vypalovat jak na CD, tak i na DVD-R a DVD+R. Velké množství mechanik dokáží pracovat i s disky DVD-RAM. Rozdíl mezi disky popíšu v další pasáži.

V současné době jsou na vzestupu nové typy médií. Jsou to disky, které využívají pro záznam laserový paprsek modré barvy, který má kratší vlnovou délku než paprsek využívaný pro DVD. Bohužel, podobně jakou u DVD, i u modrolaserových disků existují dva formáty. Jeden z nich je nazvaný Blu-ray a druhý HD-DVD. Disky mají celkem podobné parametry, detaily popíšu dále. Společnost Toshiba, která je hlavním protagonistou HD-DVD disků, koncem února 2008 oznámila, že končí s vývojem HD-DVD. Pro nás jako uživatele to znamená, že zůstane jeden formát, a to Blu-ray, jehož hlavním zástupcem je společnost Sony.

Situace však nebyla úplně jednoduchá. HD-DVD mohla zachránit skutečnost, že Microsoft ke svým herním konzolám Xbox 360 zvolil jako médium právě HD-DVD. Naštěstí je však HD-DVD pouze volitelné příslušenství, standardně je součástí Xboxu 360 DVD mechanika. Navíc ke správnému fungování konzole není ani HD-DVD mechanika potřeba. Poškození jsou pouze ti uživatelé, kteří si mechaniku za nemalé peníze pořídili, a nyní jim bude k ničemu.

Disky Blu-ray měly od svého začátku silnější podporu filmových studií, tudíž se nebylo překvapením, že tento formát dostal přednost. Dle prohlášení Billa Gatese, zakladatele firmy Microsoft, jsou nejspíše disky Blu-ray posledním optickým médiem pro PC.

[23]

2.4.2 Typy optických medií

Zde jsou uvedeny typy optických pamětí napříč všemi generacemi [24]:

- CD-ROM, DVD-ROM – (Read Only) určený pouze ke čtení dat, nikoliv k zápisu. Vyrábějí se lisováním.
- CD-R, DVD-R, DVD+R – (Recordable) data lze na disk zapsat pouze jednou, zapsaná data nelze měnit.
Označení „+“ (plus) a „-“ (mínus) u DVD představuje dva různé technické standardy, které jsou do určité míry kompatibilní. Rozdíl je např. v rychlosti zápisu a čtení dat z disku.
- CD-RW, DVD-RW, DVD+RW – (ReWritable) přepisovatelné disky, data lze libovolně na disk zapisovat a mazat.
- DVD+R DL (DualLayer) – zápis na disk ve dvou vrstvách.
- DVD-RAM – libovolně přepisovatelné médium – dá se s ním pracovat stejným způsobem jako s pevným diskem a pro zápis dat není potřeba vypalovací program. Velikost DVD je 4,7 GB – 17,1 GB. Médium umožňuje zápis na jednu nebo obě dvě strany, v jedné nebo dvou vrstvách na každou stranu. Na počtu stran a vrstev závisí kapacita medií, která může být následující:
 - DVD-5: jedna strana, jedna vrstva, kapacita 4,7 GB.
 - DVD-9: jedna strana, dvě vrstvy, 8,5 GB.
 - DVD-10: dvě strany, jedna vrstva na každé straně, 9,4 GB.
 - DVD-14: dvě strany, dvě vrstvy na jedné straně, jedna vrstva na druhé, 13,2 GB.
 - DVD-18: dvě strany, dvě vrstvy na každé straně, 17,1 GB.
- BD-ROM – Blu-ray disk pouze pro čtení.
- BD-R – Blu-ray disk k jednorázovému zápisu.
- BD-RE – Blu-ray přepisovatelný disk.
- HD DVD-R – HD DVD disk pro jednorázový zápis.
- HD DVD-RW – HD DVD přepisovatelný disk.
- HD DVD-RAM – HD DVD přepisovatelný disk, nástupce DVD-RAM.

2.4.3 Výhody optických pamětí

Optické paměti mají řadu výhod [25]:

- Velká kapacita
- Přenositelnost
- Životnost zapsané informace
- Bezkontaktní čtení / zápis informace
- Nízká cena záznamových médií i mechanik pro čtení a zápis (vypalování)
- Univerzální použití (datové, audio, video záznamy)
- Vnější magnetická pole nezpůsobí poškození záznamu
- Mechaniky používají stejný řadič disků jako HDD (ATA, SATA, SCSI, popř. rozhraní USB)

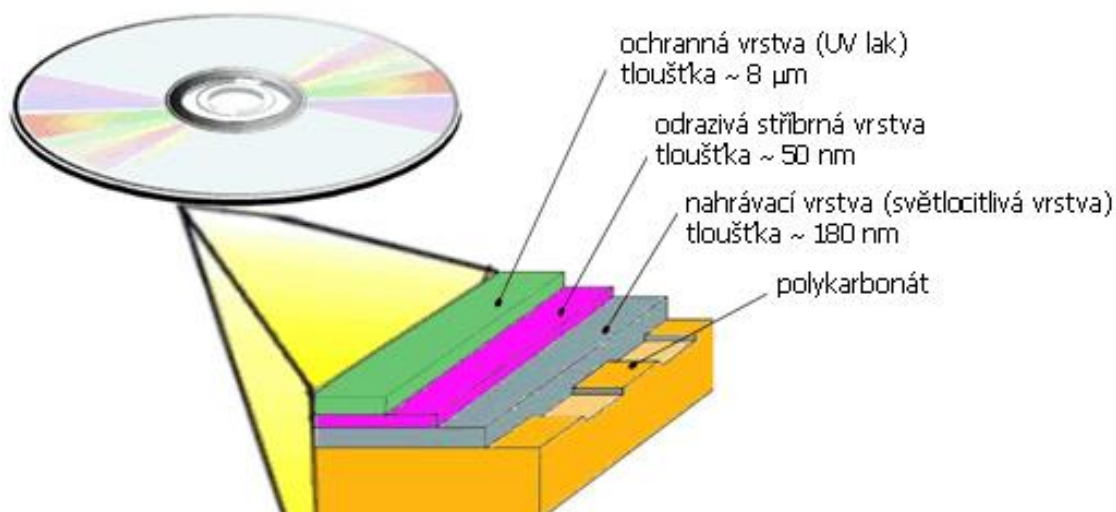
2.4.4 Nevýhody optických pamětí

Kromě výhod mají samozřejmě i některé stinné stránky [25]:

- Potřeba čtecí / zapisovací mechaniky, náročnější záznam / přepis informace
- Nulová zpětná kompatibilita formátů CD, DVD, Blu-Ray, HD DVD (kompatibilní s DVD)
- Náchylné na mechanické poškození (poškrábání), tepelné působení, apod.
- Nízká přenosová rychlost při čtení / zápisu dat
- Hlučnost při čtení / zápisu dat

2.4.5 Struktura CD

Kompaktní disk tvoří tři vrstvy. Nosnou vrstvou je substrát vytvořený z polykarbonátu. Tato vrstva představuje většinu hmoty kompaktního disku. Je zde pomocí matrice vytlačena spirálová stopa s jamkami. Tato vrstva je pokryta reflexní vrstvou materiálu, který dobře odráží světlo vlnové délky 780 nm. Na reflexní vrstvě je nanесena vrstva ochranná, ta chrání reflexní vrstvu před mechanickým poškozením. Vše je lépe patrné na obrázku 20. Postup výroby CD je uveden v znázorněn v příloze E. [30]



Obrázek 20: Jednotlivé vrstvy CD disku

Zdroj: [26]

2.4.6 Různé barvy CD

Disky pro zápis či přepis se svou barvou většinou velmi odlišují od disků lisovaných. Mívají barvu zlatou, modrou či zelenou.

Barva je dána kombinací materialu odrazové vrstvy a záznamového barviva. Vhodným materiálem odrazové vrstvy je zlato nebo stříbro. Zlato je v tomto případě kvalitnější, protože má větší schopnost odrážet světlo. Avšak v poslední době se většina výrobců CD-R přiklání k používání stříbra, a to proto, že je levnější.

U barviv je situace poněkud komplikovanější, používá se jich více. Barviva jsou chemické sloučeniny, jejichž složení, ale hlavně výrobní postup, jsou přísně střežená tajemství jejich výrobců. V tabulce 5 jsou uvedeny příklady nejčastěji používaných barviv.

Tabulka 5: Barviva kompaktních disků

Název barviva	Barva barviva
Advanced Phthalocyanine	Transparentní
Cyanine	Modrá
Cyanine/Phthalocyanine	Světle zelená
Metallized Azo	Modrá
Phthalocyanine	Transparentní

Zdroj: [31]

Kombinací materialu odrazové vrstvy a barviva dostaneme výslednou barvu CD, příklady jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Barvy CD

Barvivo	Zlatá reflexní vrstva	Stříbrná reflexní vrstva
Cyanine	Zelená	Modrá
Metallized Azo	-	Modrá
Phthalocyanine	Zlatá	-

Zdroj: [31]

Životnost disku je dána, podobně jako jeho barva, kombinací materiálu odrazové vrstvy a barviva. Nejvyšší životnost, okolo 100 let, mají zlaté disky. O něco kratší dobu mají disky modré, kolem 50 let. Nejhuř jsou na tom zelené disky, jejich životnost je odhadována přibližně na 20 let.

Média CD-RW používají stejný materiál pro odrazovou vrstvu jako CD-R, tedy zlato nebo stříbro. Rozdíl je však v použitém barvivu, které musí umět měnit svou strukturu. Barvivo CD-RW je sloučeninou stříbra, india, antimonu a teluru. Struktura barviva se působením teploty mění buď na krystalickou, anebo amorfni. V krystalické podobě odráží světlo, zatímco amorfni barvivo světlo pohlcuje. Při přepisování CD-RW musí teplota zasaženého místa přesáhnout 600 °C, jinak nedojde k vytvoření amorfni struktury. Protože při přepisování CD-RW dochází k fyzikální změně barviva, je zřejmé, že se medium opotřebovává. Výrobci CD-RW většinou garantují 1000 přepsání, ale také se stane, že je disk plný chyb mnohem dříve.

[31]

2.4.7 Standardy CD

Technologie zápisu laserovým paprskem existuje už dlouhou dobu. Aby výrobci používali jednotný způsob prezentace dat na CD, bylo nutné vyvinout patřičné standardy. Normy 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, je tedy zaměřena na popis záznamu zvuku. Rychlost práce disku stanovila Red book na 150 kB/s.

Yellow book

Vychází z první „červené“ normy, zaměřila se však na záznam počítačových dat. Protože má správnost dat zásadní význam, byla „žlutá“ definice doplněná o korekci chyb při záznamu

dat. Díky tomu je pravděpodobnost přečtení chybného údaje jedna k miliardě.

Přenosová rychlost zůstala původních 150 kB/s, což se brzy ukázalo jako slabé místo celého systému. Pro startování programů z CD nebo přehrávání sekvencí AVI³⁸ 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 kB/s.

Žlutá kniha přinesla i dvě varianty týkající se korekce chyb:

- Mód 1 je výše popsáním řešením používajícím korekci chyb
- Mód 2 opravu chyb nepoužívá. Kód pro opravu chyb je uložen na konci každého datového sektoru. Pokud se samoopravný 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)

Mód 2 se sice moc neprosadil, ale byly z něj vyvinuty standardy CD-I a CD-ROM/XA³⁹.

Formát XA do CD-ROM přidává některé z nápadů vyvinutých pro CD-I, například prokládání dat, obrázků a zvuků komprimovaného pomocí ADPCM⁴⁰. K přečtení promíchaných sektorů a využití bonusových dat je potřeba novější hardware – většina současných CD-ROM mechanik sice formát XA podporuje, ale jeho možností prakticky nikdo nevyužívá. Společně s CD-ROM/XA přišel takzvaný bridge disk, což je disk s přidanými informacemi využitelnými v CD-I přehrávači nebo počítači s CD-ROM/XA mechanikou.

Green book

Tento formát vyvinutý firmou Philips používá stejný formát sektorů jako CD-ROM/XA, navíc ale obsahuje videosekvence kódované pomocí MPEG⁴¹. 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.

³⁸ Audio-Video-Interleaved-Information

³⁹ eXtended Architecture

⁴⁰ Adaptive differential pulse-code modulation

⁴¹ Moving Picture Experts Group – název skupiny vyvíjející standardy používané na kódování audiovizuálních informací

Orange book

Oranžová kniha se pokusila podnítit vzestup CD-R a CD-RW. Popisuje formát pro zapisovatelné 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

Bílá kniha 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. [28], [3]

Jelikož je problematika standardů kompaktních disků velmi široké téma, uvedl jsem jen nejpodstatnější body. Základní knihy s jejich formáty jsou prezentovány v tabulce 7, kompletní vývoj je zobrazen v příloze D.

Tabulka 7: Přehled standardů CD

Kniha	Definovaný formát	Určení	Kapacita
Red book (červená)	CD-DA (Compact Disc Digital Audio)	zvukový záznam	74 min., max. 98 titulů
Yellow book (žlutá)		data, AVI (audio video) sekvence	Mode 1 - 682 MB Mode 2 - 778 MB
Green book (zelená)	CD-I (Compact Disc-Interactive)	video	záleží na kompresi
Orange book (oranžová)	CD-R (CD-Recordable) CD-WO (CD-Write Once) CD-MO (CD-Magneto optic)	normy pro způsob zápisu uživatelem	max. 1,3 GB
White book (bílá)	Video -CD	filmy na CD (video)	74 min

Zdroj: [28]

2.4.8 CD-ROM

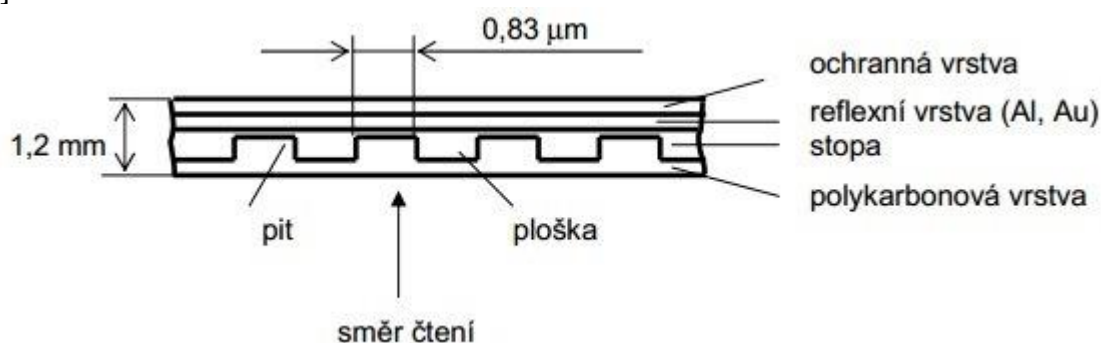
Na každém typu CD, losovaném, CD-R nebo CD-RW, jsou data zapsána jinak. Vždy jde však jen o fyzický odlišný zápis pitů a landů, tedy o jinak zajištěný odraz a rozptýlení laserového paprsku. Patrné na obrázku 21.

Na CD-ROM jsou data tištěna neboli lisována. Do prázdného cédéčka jsou vylisovány mikroskopické díry – pity, od nichž se laserový paprsek neodrazí. Z lisování vyplývá spousta výhod. Zatímco médium CD-R nebo CD-RW musíme vypalovat určitý čas podle rychlosti mechaniky, CD-ROM je vylisován na tzv. matici, kterou jsou pity vtištěny na celý disk

najednou. Tento proces trvá jen několik sekund, v krátkém čase tak lze vyrobit tisíce médií. Kvůli nutnosti přípravy matice se CD-ROM lisuje až od určitého počtu kusů (stovky, tisíce) – lisování se nehodí pro domácí použití.

Základem plochy lisovaného disku tvoří umělohmotný disk tvořený z polykarbonátu, který je z jedné strany potištěn potiskem, z druhé strany potažen velmi tenkou hliníkovou vrstvou, která zaručuje odraz laserového paprsku. Celý záznam je potažen průhlednou lakovanou vrstvou, která jej chrání proti poškození. Vlastní záznam je vtištěn do umělohmotného disku.

[29]



Obrázek 21: Schéma záznamu na disk

Zdroj: [25]

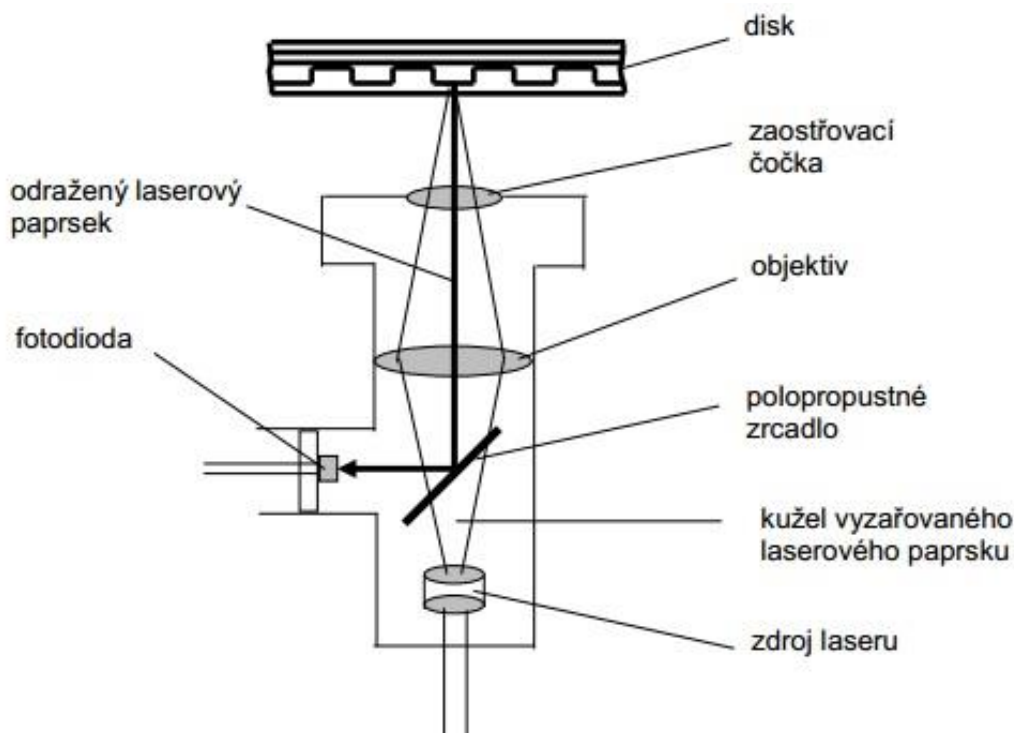
2.4.9 Princip čtení

Princip čtení je u všech optických disků stejný, proto je uveden pouze zde.

Nejdůležitější část optické mechaniky je optická hlava skládající se z polovodičového laseru (laserová dioda), čočky pro usměrnění laserového paprsku, polopropustného zrcadla a fotodiody (viz obrázek 22). Laser pro práci s CD má vlnovou délku 780 nm (červený laser), DVD 650 nm a Blu-Ray i HD DVD 405 nm (modrofialový laser).

Čtení dat je prováděno laserem, který je pomocí vystavovacího mechanismu (typicky se jedná o krokový motorek) naváděn přesně nad střed stopy.

Laserový paprsek o výkonu řádově jednotek mW emitovaný laserovou diodou je zaostřen pomocí speciálních čoček na velmi malé místo reflexní vrstvy, přičemž prochází (tam i zpět) přes silnou polykarbonátovou nosnou vrstvu. Vzhledem k tomu, že při průchodu touto vrstvou není laserový paprsek zaostřen (má větší průměr), může se na povrchu této vrstvy nacházet i menší množství nečistot a škrábanců, aniž by to vedlo k chybám při čtení dat.



Obrázek 22: Princip čtení hlavy u optické mechaniky

Zdroj: [25]

Dopadne-li laserový paprsek na reflexní, tedy odrazovou plošku (land), odráží se zpět v téměř plné intenzitě přes optickou soustavu a polopropustné zrcadlo na fotodiodu, na jejímž výstupu se objeví napěťový impuls. Při dopadu paprsku na díru (pit) je rozptýleno větší množství energie, přičemž na výstupu fotodiody je téměř nulové napětí, tudíž nemohou být dále zpracovávány v řadiči disku.

[29]

2.4.10 CD-R

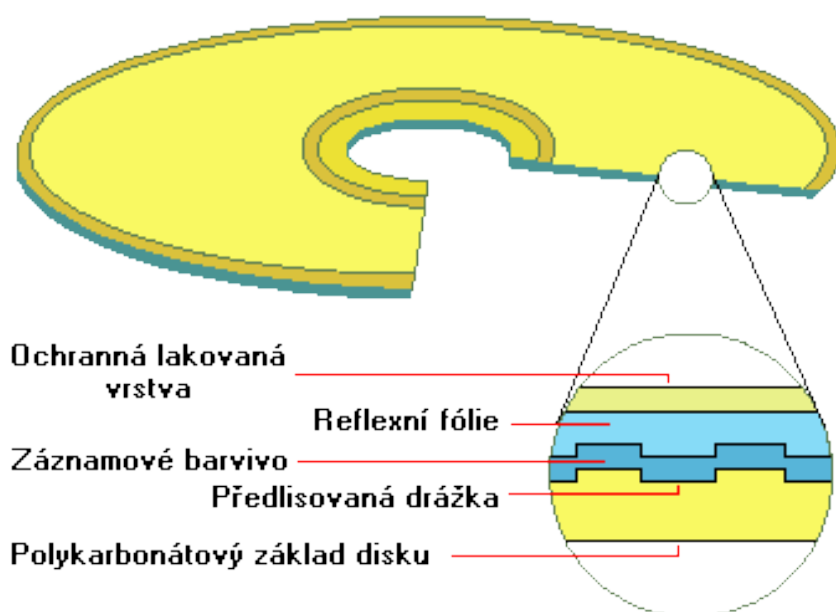
Data na médiu CD-R jsou uložena velmi podobně jako na klasickém CD-ROM disku, jen s tím rozdílem, že píty jsou do disku vypáleny laserem. Protože je záznam podobný, není nutno nijak upravovat čtecí zařízení mechaniky CD-ROM, ta by měla CD-R přečíst téměř bez problému. Z tohoto důvodu vypálené disky přečtou i hudební přehrávače, které jsou starší než technologie CD-R.

Stejně jako u lisovaného CD je základem umělohmotný (polykarbonátový) disk. Z jedné strany se disk potiskuje, na druhé je pak nanášena vrstva, která umožní záznam dat. Právě na této straně je do disku vtisknuta vodící drážka, která „vodí“ laser, aby nesešel při vypalování ze stopy. Na této vodící drážce je pak nanášeno barvivo (viz kapitola Různé barvy CD), do něhož laser vypaluje vlastní záznam, píty. Na barvivo je nanášena odrazivá vrstva, která je tvořena buď zlatem nebo stříbrem. Tyto kovy totiž téměř nereagují s barvivy na kterém jsou

naneseny. Vlastnostmi je zlato lepší než stříbro, protože téměř nekoroduje. Proto jsou média se zlatou odrazivou vrstvou trvanlivější než média se stříbrnou vrstvou. Na druhou stranu stříbro má vyšší odrazivost. Nakonec je CD pokryto opět lakovanou vrstvou, která záznam chrání. Struktura disku je zobrazena na obrázku 23.

Záznam po vypálení pitu do barviva, je nezvratnou změnou, kterou nelze nijak vrátit zpět. Proto se také vypalovací disky nazývají CD-R – CD Recordable, tedy zapiš pouze jednou. Číst lze libovolněkrát.

[29]



Obrázek 23: Průřez médiem CD-R

Zdroj: [33]

2.4.11 CD-RW

Rozdíl mezi médii CD-R a CD-RW byl již vysvětlen výše. Na CD-R lze zapsat data pouze jednou, zatímco na CD-RW vícekrát. Používá se však jiné barvivo než u CD-R a pro vlastní zápis nepoužívá vypálení díry do barviva, ale změny fyzikální struktury barviva. V místě, kde je zapsán pit, je barvivo amorfní (nekrystalické) – paprsek je zde odrážen méně než v místě, kde je land. Tam je látka krystalická a vysoce odrazivá. Rozdíl mezi CD-R a CD-RW je tedy jasný – někde se laserový paprsek odráží méně, někde více. Právě tento rozdíl oproti klasickému CD-ROM nebo CD-R je důvodem, proč médium CD-RW nepřečtou starší mechaniky CD-ROM a prakticky žádný hudební přehrávač. Média CD-RW totiž odráží o hodně méně světla než CD-R, čtecí optika se tak musí nižší intenzitě přizpůsobit. Proto byla vytvořena nová technologie MultiRead, která definuje základní úroveň odrazivosti laserového paprsku, umožňuje tedy novým mechanikám CD-ROM správně číst tyto média.

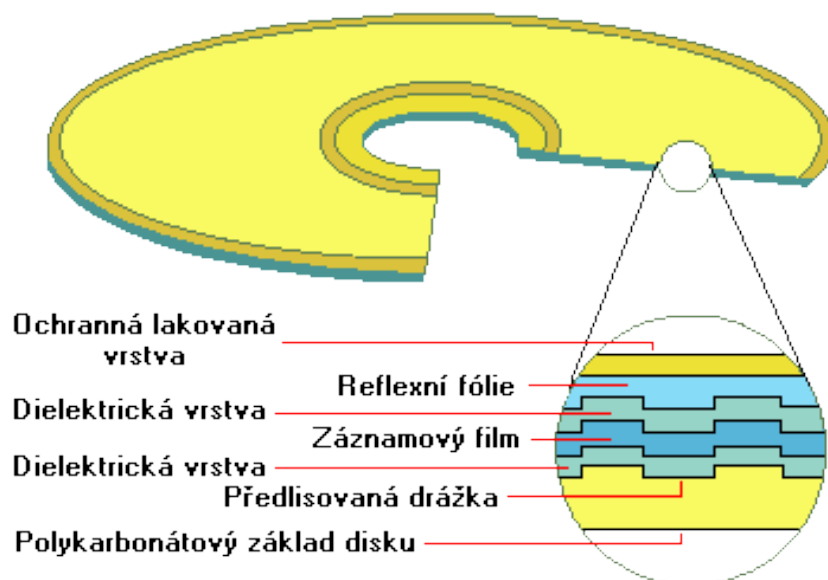
Základ média CD-RW je podobný CD-R. Tvoří jej polykarbonátový disk, který také obsahuje vodící drážku, která ukazuje laserové hlavičce při vypalování dráhu, aby laser nevypaloval mimo ni. Mezi barvivem a odrazovou vrstvou a mezi diskem a barvivem jsou však ještě speciální vrstvy, které izolují barvivo od okolí – fungují zejména jako tepelná izolace a zajišťují, aby se barvivo vlivem odstředivé síly neposunovalo ke kraji disku. Průřez médiem je vidět na obrázku 24.

Způsob, kterým se dosahuje toho, aby barvivo měnilo svou strukturu na amorfni a zpět je následující:

Při zápisu dat na médium laser pracuje na vysoký výkon (řádově desítky mW), díky kterému zahřeje barvivo na vysokou teplotu kolem 600 °C. Při zahřátí na takovou teplotu (teplotu tání) a následném ochlazení barvivo zkapalní a přejde tedy z krystalické struktury do struktury amorfni. Místa s amorfni strukturou odráží méně světla než místa se strukturou krystalickou, a tedy při čtení laserovým paprskem představují pit. Místa s krystalickou strukturou jsou vysoce odrazivá a představují land.

Při mazání dat laser pracuje na nižší výkon (řádově jednotky mW). Povrch média se zahřeje nad teplotu krystalizace kolem 200 °C a poté je ochlazen (viz příloha F). Tím přejde barvivo ze struktury amorfni do struktury krystalické a odráží tedy více světla.

[29], [32]



Obrázek 24: Průřez médiem CD-RW

Zdroj: [34]

2.4.12 DVD

DVD (z anglického Digital Versatile Disc – Digitální univerzální disk) bylo vyvinuto v roce 1995. Předtím se snažily společnosti Toshiba, Matsushita Electric, Tima a Warner prosadit s tzv. Super Diskem. Naproti nim stály společnosti Sony a Philips, které vyvíjely médium nazvané Multimedia CD. Oba formáty byly zcela nekompatibilní. Aby se předešlo problémům v nekompatibilitě, do celé věci se vložily počítačové společnosti Microsoft, IBM, Intel a Apple, které přesvědčily ostatní, že je zapotřebí univerzální standard, který nahradí již nedostačující kompaktní disky CD.

Proto vzniklo takzvané DVD Fórum, které specifikovalo formát DVD. Důvodem rozepří byla snaha každé z výše zmíněných společností prosadit vlastní formát, za jehož používání by museli ostatní platit mnoho peněz – zejména za licenční poplatky. I přesto však nedošlo k úplné shodě. Standard DVD sice existuje, ale v podobě tří formátů, které nejsou zcela kompatibilní. Jsou jimi DVD+R/RW, DVD-R/RW a DVD-RAM.

Důvod pro vznik více formátů je jednoduchý. Původně byl vyvíjen formát DVD-, který se nejvíce podobá lisovanému DVD. Tento typ disku byl vyvinut v roce 1997, ale konečnou podobu získal až v roce 1999. Avšak konsorcium, které za formátem DVD-, stálo, v čele s firmou Pioneer, chtělo za možnost používat tento formát příliš vysoké licenční poplatky.

Proto společnost Sony a Philips vytvořily svůj vlastní formát a ten nazvaly DVD+. Tento formát na sebe vzal konečnou podobu v roce 2002.

Rozdíl mezi formáty je pro uživatele minimální, více je popsán v následujících pasážích.

Poslední typ zapisovatelného disku, DVD-RAM, je určen hlavně pro zálohování dat, která se často mění. Jedná se o formát disku, který se dá libovolně přepisovat, podobně jako disketa či pevný disk.

[35], [36]

2.4.13 Rozdíl mezi CD a DVD

Po fyzické stránce jsou DVD disky stejné jako jejich předchůdce, mají stále průměr 12 cm a tloušťku 1,2 mm, změny ale nastaly u jeho vnitřní struktury (příloha G). Také způsob čtení informací se nezměnil. Změny parametrů jsou zaneseny v tabulce 8. Příloha H zobrazuje rozdíly ve velikostech zapisovatelných DVD a varianty, v kterých se DVD prodávají.

Hlavními změnami oproti CD jsou hlavně [30]:

- Rozdělení polykarbonátové nosné vrstvy na dvě části
- Tloušťka nosné vrstvy je poloviční tedy 0,6 mm (jsou použity dvě polykarbonátové vrstvy, mezi nimiž se nachází jedna či dvě datové vrstvy a jednostranná či oboustranná reflexní vrstva)

Nevýhody DVD

- Mírné zvýšení výrobních nákladů (lisování a následné slepení obou disků musí být zcela přesné)
- Při oboustranném záznamu se disk musí ručně obracet

Vylepšení DVD oproti CD

- Zmenšení záznamové stopy
- Zmenšení délek jednotlivých pitů (minimální vzdálenost mezi osou stopy se snížila z hodnoty 1,6 mikronu na 0,74 mikronu, délka pitu se snížila z 0,972 mikronu na 0,4 mikronu)
- Nepatrně se zvětšila plocha pro zápis informace – prodloužení datové stopy (stopa na kompaktním disku leží na ploše 86 centimetrů čtverečních, na DVD je to 87,6 centimetrů čtverečních)
- Lepší využití sektorů (na CD zabírá dvoukilobytový sektor ve skutečnosti 2352 bytů, na DVD pouze 2060 bytů)
- Odlišné kódování bytů na povrchu atd.

Změny ve vlastní optické mechanice

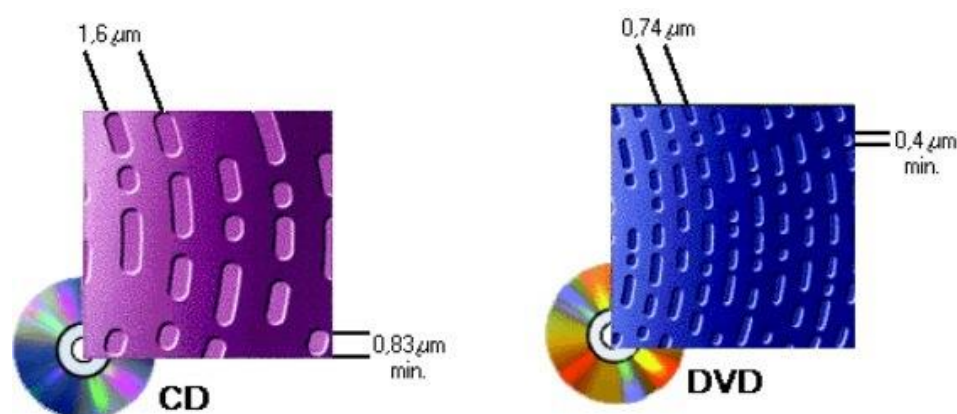
- Zpřesnění vedení čtecí hlavy
- Je nutné laserové světlo přesněji zaostřit
- Použití odlišné frekvence paprsku (původní vlnová délka 780 nm se zmenšila na 650 nm)
- Složitější zaostřování laserového paprsku (u CD mechanik zaostřováno na 1,2 mm od povrchu, u DVD je paprsek zaostřován na 0,6 mm)

Tabulka 8: Rozdíl mezi CD a DVD

Vlastnosti	CD	DVD
Vnější průměr média	12 cm	12 cm
Vnitřní průměr média	4,8 cm	4,8 cm
Tloušťka média	1,2 mm	1,2 mm
Vlnová délka laseru	780 nm	635 nebo 650 nm
Velikost nejkratšího pitu	0,83 μm	0,4 μm
Vzdálenost mezi stopami	1,6 μm	0,74 μm
Celková kapacita	650 - 700 MB	4,7 - 17 GB

Zdroj: [37]

Na obrázku 25 je vidět zhuštění záznamu, které je dovoleno použitím jiného laseru.



Obrázek 25: Rozdíl ve struktuře CD a DVD

Zdroj: [25]

2.4.14 DVD-R

Jednou zapisovatelné disky formátu DVD-R (Recordable) jsou založeny na obdobné technologii záznamu jako klasické CD-R, tj. vypálení pitů do vrstvy organického polymeru.

Kapacita je standardně 4,7 GB na jednu stranu disku. Uspořádání a struktura dat na disku je stejná jako u formátu DVD-ROM.

Od roku 2000 byla média DVD-R prodávána ve dvou typech. DVD-R for Authoring a DVD-R for General. DVD-R for Authoring byla verze určená pro profesionální využití a používala laserový paprsek o vlnové délce 635 nm, druhá verze DVD-R for General byla určena pro domácí využití zejména pro uživatelské aplikace a pracovala s laserovým paprskem o vlnové délce 650 nm. Výhodou disků DVD-R je to, že je přečte většina mechanik a přehrávačů DVD.

[28], [38]

2.4.15 DVD-RW

Na konci roku 1999 vznikl přímý nástupce formátu DVD-R a to formát DVD-RW. Jedná se standard DVD, který umožňuje čtení dat, zápis i mazání pomocí laserového paprsku o vlnové délce 635, respektive 650 nm.

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. Mazání probíhá na stejném principu jako u CD-RW. Bohužel drobná změna struktury a uspořádání dat na disku způsobuje jeho slabou kompatibilitu se staršími mechanikami DVD.

[28], [38]

2.4.16 DVD-RAM

Disk DVD-RAM (Random Access Memory) má kapacitu 4,7 GB na jedné straně. Životnost disku by měla být třicet let a disk lze přepsat až stotisíckrát. Hlavní nevýhodou je nekompatibilita s ostatními mechanikami DVD-ROM.

Jedná se především o uspořádání dat na disku, jenž má lisovanou vodicí drážku s časovacími daty; značky jsou vepsány jak do drážky, tak do prostoru mezi drážkami. Mezi další rozdíly patří odlišná odrazivost povrchu. K nekompatibilitě uspořádání dat na disku se přidružuje skutečnost, že oboustranný disk DVD-RAM se dodává pouze v kazetě (jednostranný disk je dodáván i bez ní).

Hlavní výhodou těchto disků je to, že s nimi můžeme pracovat bez přítomnosti vypalovacího softwaru, na způsob vyměnitelného disku.

[28]

2.4.17 DVD+RW

Formát DVD+RW má kapacitu 4,7 GB. Při vývoji tohoto formátu zněl jeden z požadavků na zpětnou kompatibilitu se staršími mechanikami DVD. Proto se struktura a uspořádání dat velmi podobají obecnému formátu DVD-ROM. A skutečně je možné přečíst disk DVD+RW až v 90% současných mechanik a přehrávačů DVD, což je největším trumfem výrobců podporujících tento formát. [28]

2.4.18 Rozdíl mezi DVD+R a DVD-R

Z pohledu uživatele rozdíl mezi DVD+R a DVD-R není. DVD+R je novější formát, který byl vytvořen skupinou konkurenčních firem kvůli licenčním poplatkům. Rozdíl je například ve způsobu ukládání dat, DVD+R jsou obecně považována za spolehlivější a lze s nimi pracovat rychleji. DVD-R lze naopak přehrávat i na starých DVD přehrávačích a mají nepatrně vyšší kapacitu DVD-R. Avšak prakticky je už dnes lhostejné, kterou variantu bude uživatel používat.

2.4.19 Blu-ray

DVD na trhu vydržely nepřekonaných dlouhých 10 let, i když prodleva mezi nástupem CD a uvedením DVD byla ještě o cca 4 roky delší. Překvapivě si změnu formátu díky nízké kapacitě nevyžádala ani tak oblast výpočetní techniky, která bývá hlavním motorem vývoje, ale vyšší nároky na kapacitu kvůli rozšíření videa s vysokým rozlišením. DVD média už na takovéto filmy jen stěží stačila, a tak se spustil vývoj další technologie, která by mohla navýšit kapacitu médií a zrychlit čtení a zápis.

Řešením byla zásadní změna laseru. O vývoj se zasloužil hlavně profesor Shuji Nakamura, který objasnil využití modrého laseru. Ten využívají oba později vyvinuté formáty HD DVD a Blu-ray.

Disky Blu-ray se na první pohled příliš neliší od CD a DVD disků. Průměr je běžných 12 cm a tloušťka shodných 1,2 mm. Také povrchová úprava je velice podobná předchozím formátům, liší se spíše technické vlastnosti a použitá technologie pro zápis a čtení.

Princip fungování technologie Blu-ray je vlastně velmi jednoduchý a vůbec se neliší od svých předchůdců. Jedná se o čtení pitů, umístěných v dlouhé husté spirále. O jejich snímání se stará laserová dioda. Z parametrů je důležitá zejména vlnová délka, která je díky použití modrého laseru 405 nm. Oproti DVD je tak podstatně nižší. To vše umožňuje dosáhnout toho, k čemu byly tyto disky vyvinuty – tedy podstatně vyšší rychlost čtení a zvýšení kapacity, protože je v důsledku toho vzdálenost datové vrstvy od laserové diody menší. Specifikaci Blu-ray disků je uvedena v tabulce 9 spolu s porovnáním dalších formátů:

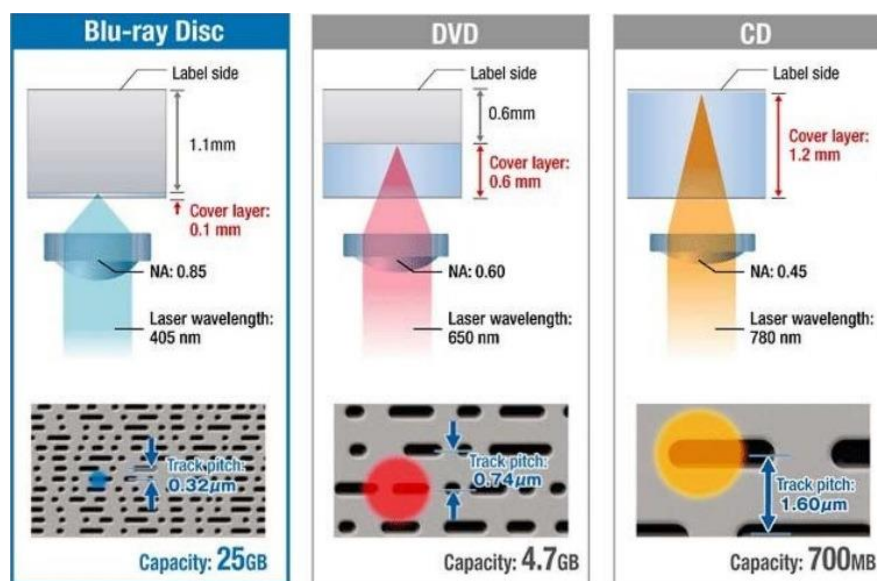
Tabulka 9: Srovnání BD, HD DVD, DVD a CD

Vlastnosti	BD	HD DVD	DVD	CD
Průměr v [mm]	120	120	120	120
Kapacita [GB]	25-50	15-60	4,7-17	0,65-0,7
Možný počet stran	1	2	2	1
Možný počet vrstev	2	2x2	2x2	2
Tloušťka ochranné vrstvy [mm]	0,1	0,6	0,6	1,1
Rozestup stop [nm]	320	400	740	1600
Minimální délka pitů [nm]	138/149/160	204	400	834
Vlnová délka laseru [nm]	405	405	640	780
Základní přenosová rychlost [Mbs ⁻¹]	36	36,55	11,08	1,41

Zdroj: [39]

Na následujícím obrázku 26 je ukázáno, jak se postupně vyvíjela technologie optických disků od CD přes DVD až po Blu-ray. Zajímavá je zejména velikost pitů, která se oproti CD zmenšila více než 5x. Také hustota je podstatně větší, což umožňuje zápis mnohem většího objemu dat na stejně velké plochu. Pro srovnání u CD bylo na jednom palci čtverečním 0,41 Gb, u DVD už 2,77 Gb a u Blu-ray je to už 14,73 Gb. Snižuje se také vzdálenost diody od čtecí plochy, což je i příčinou větší náchylnosti na poškození disku.

[40]



Obrázek 26: Porovnání technologií použitých u CD, DVD a Blu-ray disků

Zdroj: [30]

2.4.20 Další vývoj Blu-ray

Přestože byla technologie Blu-ray už standardizována a její vývoj dokončen, výrobci se stále snaží o její vylepšování. Na různých výstavách se již představovala testovací média se čtyřmi vrstvami o celkové kapacitě 100 GB od společnosti TDK, která se nechala slyšet, že umí vyrobit i 200 GB velký disk, který má šest vrstev. Ještě vyšší kapacita je slíbena od firmy

Ritek, které se povedlo vytvořit na jednom médiu deset vrstev, dohromady s kapacitou 250 GB. Bohužel tyto média jsou nekompatibilní se současnými přehrávači.

Další zajímavostí je také třívrstvá technologie od společnosti JVC, která umožňuje zápis dat ve formátu DVD i Blu-ray. Pokud by se tento formát ujal, mohl by si uživatel disk přehrát na jakémkoliv přehrávači, pouze se rozdílnou kvalitou. V lednu 2007 ohlásila firma Hitachi disk se čtyřmi vrstvami po 25 GB, tedy o celkové kapacitě 100 GB. Přidanou hodnotou tohoto disku je garantovaná kompatibilita se stávajícími přehrávači na trhu, nutná bude pouze aktualizace firmwaru přehrávače.

[40]

2.4.21 HD DVD

Téměř současně s formátem Blu-ray přišlo i HD DVD⁴², které vyvíjela společnost Toshiba podporována DVD Forum. Technologie je v podstatě stejná, liší se spíše jen v některých parametrech.

Velikost médií je klasických 12 cm v průměru, kompatibilita mechanik s předchozími formáty je ale bohužel vyloučena díky jinému typu laseru. Princip jako pro zástupce optických médií je shodný s CD a DVD, jen je opět vyšší rychlost a kapacita, která se pohybuje od základních 15 GB až po vícevrstvé a oboustranné disky s kapacitou až 60 GB. Rychlost čtení je při rychlosti 1x 4,5 MB/s, vypálení jedné vrstvy trvá zhruba 56 minut.

Parametry v kterých se HD DVD liší od v podstatě stejného média Blu-ray je hustota zápisu, která je nižší a umožňuje tedy uložení menšího objemu dat. Dále pak záznamová vrstva je umístěna mnohem hlouběji než u médií Blu-ray, pod 0,6 mm silnou vrstvou polykarbonátu.

[41]

2.4.22 HD DVD vs. Blu-ray

Souboje mezi různými formáty jsou mezi výrobci častým jevem. Z historie můžeme jmenovat například konflikty mezi různými typy paměťových kazet nebo DVD + a -.

Podobně začalo soupeření mezi společnostmi Sony a Toshiba, které uvedly na trh dvě podobné technologie Blu-ray a HD DVD.

Prvním impulsem k vytvoření nového formátu optických disků bylo rozšíření videa s vysokým rozlišením. S růstem náročnosti na kapacitu médií se začaly pokoušet o vytvoření nového formátu dvě společnosti Sony a Toshiba. Obě využily objevu Shuji Nakamury, tedy

⁴² High Density Digital Versatile Disc

modrého (z pohledu fyziky fialového) laseru, který pracuje na kratší vlnové délce a umožňuje vyšší hustotu zápisu.

Sony odstartovalo hned dva projekty s novým typem laseru – tzv. Ultra Density Optical⁴³ a společně s firmou Pioneer tzv. DVR Blue. První prototypy médií DVR Blue byly představeny v říjnu roku 2000 na výstavě CEATEC v Japonsku. V únoru 2002 pak byl oficiálně ohlášen projekt Blu-ray a asociace Blu-ray Disc, která čítala devět společností v oblasti elektrotechniky – Sony, Matsushita, Pioneer, Philips, Thomson, LG Electronics, Hitachi, Sharp a Samsung.

Toshiba na druhé straně měla podporu již zavedeného konsorcia DVD Forum. Zpočátku se v tomto seskupení výrobců rozhodovalo, zda-li se vůbec vydat cestou modrého laseru, protože se jednalo o velmi nákladnou technologii s nutností využít ochranného obalu na médium, které bylo náchylné na poškození. Problém byl také v propastném rozdílu ve fyzických vlastnostech oproti předchozím DVD diskům.

V březnu 2002 DVD Forum odhlasovalo podporu už zavedenému dvouvrstvému formátu DVD-9, které podporovala zejména filmová studia v čela s Warner Bros. Samozřejmě jejich kapacita nebyla postačující na video v plném rozlišení a muselo by být využito nějakého typu komprese. I přes této rozhodnutí nakonec DVD Forum uznalo, že technologie modrého laseru je pro video ve vysokém rozlišení lepší a Toshiba společně s výrobcem NEC začala vývoj nového formátu Advanced Optical Disc. Ten byl ve finále konsorciem DVD Forum přijat a přejmenován na známější HD DVD.

Po neúspěšném pokusu o sjednocení formátů se společnosti rozhodly uvést na trh první přehrávače a disky s filmy ve vysokém rozlišení. HD DVD bylo uvedeno na trh 18. dubna 2006, první Blu-ray přehrávač vstoupil na trh až 20. června a filmy dokonce až v říjnu 2006.

Rozhodující pro formáty byla podpora velkých filmových studií a vydávání divácky žádaných titulů. I přes dřívější uvedení na trh a počáteční podporu velkých studií se většina firem v průběhu let přiklonila na stranu formátu Blu-ray. Dalším rozhodujícím faktorem v souboji formátů a výborným strategickým tahem společnosti Sony bylo zakomponování mechaniky Blu-ray do standardní výbavy konzole PlayStation 3. Sony tak získala velký podíl na trhu a potencionální převahu.

Formát HD DVD nakonec podlehl úspěšnějšímu Blu-ray a Toshiba 19. února 2008 oznámila ukončení podpory a výroby přehrávačů a médií tohoto typu.

[41]

⁴³ Optický zápis s vysokou hustotou

2.5 Flash paměť

Flash paměť je elektricky programovatelná, zapisovatelná paměť s libovolným přístupem, která si po odpojení napájecího napětí zachová zapsané informace. Má celou řadu výhod, které se využívají v rozličných mobilních zařízeních spotřební elektroniky jako například paměti hudebních přehrávačů, telefonu apod. a jako samotná datová úložiště - flash disky, SSD disky a paměťové karty.

2.5.1 Historie flash pamětí

První energeticky nezávislá paměť, kterou je možné elektronicky mazat a znovu programovat EEPROM⁴⁴ byla vyvinuta v roce 1980 v laboratořích společnosti Toshiba. Vynálezce, prof. Fujio Masuoka, představil své dílo na konferenci IEDM⁴⁵ v roce 1984 v San Francisku.

První paměti tohoto typu byly založeny na architektuře NOR⁴⁶, což obecně znamená, že měly delší časy zápisu a mazání, ale umožňovaly libovolný přístup na kterékoli místo paměti. Tržní potenciál této technologie vystihla společnost Intel, když v roce 1988 představila první komerční čip typu NOR. Dodnes se využívá zejména jako nosič BIOSu u PC nebo v zařízeních pracujících pomocí programového vybavení – firmwaru, které je nutné čas od času aktualizovat.

Toshiba následně ve výzkumu pokračovala, aby v roce 1987 na stejné konferenci představila flash paměť typu NAND⁴⁷. Ta dosahuje rychlejších časů zápisu a mazání, vyžaduje méně prostoru na buňku, z čehož plyne větší hustota paměti a nižší náklady na bit než u předchozí verze. Naproti tomu neumožňuje náhodný přístup, proto nelze tuto paměť použít u čipů komunikujících přímo s mikroprocesory. Lze ji ovšem využít jako sekundární úložné zařízení a zde se otevírá široké pole působnosti pro různé typy paměťových karet a flash disků.

[56]

⁴⁴ Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

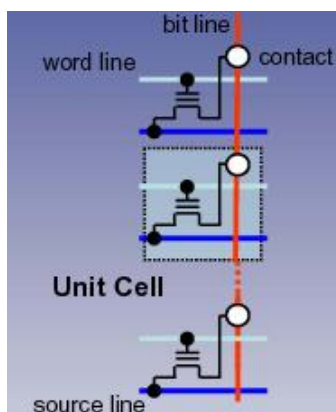
⁴⁵ International Electron Devices Meeting

⁴⁶ Z logické operace Not OR

⁴⁷ Z logické operace Not AND

2.5.2 Zapojení paměťových buněk typu NOR

První mžikové paměti používaly strukturu, která byla později nazvána NOR, protože svým tvůrcům připomínala zapojení hradla typu NOR sestaveného z unipolárních tranzistorů. Na obrázku 27 je zobrazeno uspořádání paměťových buněk, ze kterého je patrné, že se každá buňka skládá z jediného tranzistoru s izolovanou elektrodou (právě ta plní paměťovou funkci, protože elektrony, které do této elektrody proniknou, zde vytvoří náboj s životností minimálně několik let), nad níž je umístěna běžná brána (u bipolárních tranzistorů by se jednalo o bázi) připojená k adresovému vodiči. Každou paměťovou buňku je díky tomu možné adresovat samostatně, proto se také zapojení mžikových pamětí typu NOR používá v těch případech, kdy je zapotřebí v nějakém obvodu nahradit paměti EPROM⁴⁸ či EEPROM novou technologií. Samostatné adresování bitů, které jsou většinou na vnější sběrnici paměti sloučeny do bytů se týká čtení dat a jejich zápisu (přesněji řečeno přepisu bitů z logické jedničky na logickou nulu). Mazání, tj. nastavení bitů na logickou jedničku, se provádí po větších blocích. Na rozdíl od EPROM se tedy nemusí smazat všechny bity na čipu, pouze blok o velikosti typicky několika desítek či stovek kilobitů.



Obrázek 27: Zapojení paměťových buněk u flash paměti typu NOR

Zdroj: [57]

Klasická mžiková paměť dokáže v jedné paměťové buňce uložit právě jeden bit informace, který může nabývat pouze dvou stavů – logické nuly a logické jedničky. V závislosti na velikosti náboje v izolované elektrodě se mění elektrický proud procházející tranzistorem, který je zesílen čtecím zesilovačem a poté převeden na binární hodnotu. Tato technologie se označuje SLC⁴⁹, podobného principu využívají prakticky všechny typy pamětí, včetně DRAM⁵⁰ i SRAM⁵¹. Některé mžikové paměti, jak typu NOR, tak i typu NAND, však

⁴⁸ Erasable Programmable Read-Only Memory

⁴⁹ Single-Level Cell

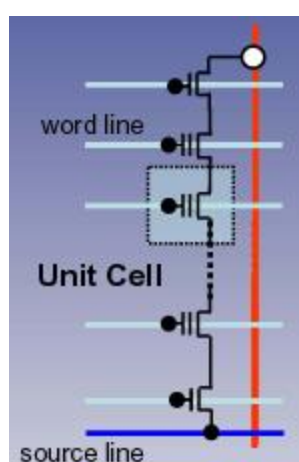
⁵⁰ Dynamic Random Access Memory

používají odlišnou technologii označovanou MLC⁵², při níž se v jedné paměťové buňce ukládají informace o dvou či třech bitech. Čtecí zesilovač tedy nerozlišuje pouze dva stavy, ale stavy čtyři či dokonce osm. Jak samotné programování, tak i čtení tedy musí být prováděno mnohem pečlivěji (ztrácí se zde snad největší přednost digitální technologie – velká odolnost proti šumu a rušení), na druhou stranu se však dosahuje větší informační hustoty, což se příznivě projevuje na celkové ceně paměti. Technologie MLC je prezentována přílohou K.

[57]

2.5.3 Zapojení paměťových buněk typu NAND

Paměťové buňky mžikových pamětí jsou při použití zapojení typu NAND sice uspořádány do mřížky prakticky stejně, jako u typu NOR, ovšem liší se způsob jejich vzájemného propojení. Jak je z obrázku 28 patrné, je vždy několik paměťových buněk zapojeno za sebou v sérii. To na jednu stranu komplikuje čtení i zápis, protože není možné přistupovat k jednotlivým bitovým buňkám, na druhou stranu to vede k mnohem lepšímu využití plochy čipu. Uvádí se, že informační hustota je při zapojení typu NAND až o 45% vyšší v porovnání s typem NOR. Nejmenší adresovatelná jednotka se nazývá stránka (page), několik stránek je sdruženo do bloků (block). Čtení a zápis je prováděn po stránkách, mazání po blocích. Velikost stránky je u typických čipů rovna 2112 bytů, z čehož je 2048 bytů použito pro zaznamenávaná data, zbytek je použit pro uložení detekčních a korekčních kódů. Vzhledem k tomu, že se nemohou číst či zapisovat jednotlivé bity, je čip vybaven registrem o délce 2112 bytů, jehož obsah odpovídá přečtené či zapisované stránce.



Obrázek 28: Zapojení paměťových buněk u flash paměti typu NAND

Zdroj: [57]

⁵¹ Static Random Access Memory

⁵² Multi-Level Cell

Zápis dat do jedné stránky probíhá tak, že se nejprve zapisovaná data nasunou do registru (zde je již vyplněno všech 2112 bytů, tato operace trvá 30 ns) a posléze se provede zápis celé stránky naráz, což je operace trvající cca 300 μ s. Čtení je prováděno opačným způsobem – celá stránka se po cca 25 μ s přesune do pomocného registru, odkud se za 30 ns data mohou přečíst a přenést po sběrnici do mikroprocesoru. Nejpomalejší operací je smazání celého bloku, které trvá cca 2 ms. Samotné řízení paměťového čipu je poměrně náročné, protože je nutné dodržet přesné časování, ovšem většinou je prováděno řadičem umístěným buď přímo na paměťovém čipu či na společném plošném spoji – jinými slovy se mžiková paměť se zapojením typu NAND nedá přímo použít jako náhrada za EPROM či EEROM. To má i své výhody, například je možné zavést realokaci vadných stránek či bloků – po cca 100 000 až 1 000 000 prepisech totiž dochází k tomu, že některé paměťové buňky nemusí fungovat, takže celá stránka se stává nepoužitelnou. Realokace spočívá v tom, že se stránka (logicky) přesune na vyhrazené místo paměti, podobně jako u pevného disku. Chybná buňka se detekuje již při zápisu, nedojde tedy ke ztrátě dat. Díky realokaci se statisticky velmi významně zvyšuje životnost paměti a je také možné vyrábět a úspěšně prodávat paměťové čipy s vadnými buňkami, což výrazně snižuje výrobní náklady (uvádí se, že prakticky každý prodaný čip obsahuje alespoň jednu vyřazenou stránku).

[57]

V tabulce 10 je uvedeno srovnání výhod a nevýhod jednotlivých technologií.

Tabulka 10: Porovnání technologie NOR a NAND

Technologie	NAND	NOR
Přednosti	Rychlý zápis	Náhodný přístup
	Rychlé čtení	Možnost zápisu po bytech
Zápory	Pomalý náhodný přístup	Pomalý zápis
	Složitý zápis po bytech	Pomalé mazání
Aplikace	Náhrada pevných disků	Náhrada PROM, EPROM, EEROM
	Úschova fotek	Jednoduché připojení k procesoru
	Záznam zvuku	

Zdroj: [57]

2.5.4 Flash disk

V současné době patří flash disky mezi nejpoužívanější zařízení pro rychlý přenos menších objemů dat, řádově desítek gigabytů. Většinou má podobu malé klíčenky jednoduchých tvarů vyrobené z plastu, gumy nebo kovu, která je vybavena pamětí typu flash. Flash disk je opatřen USB konektorem, kterým se připojuje přímo k počítači. Vyrábí se v kapacitách od 2 do 512 GB. Důležitým parametrem u flash disků je rychlost čtení a zápisu,

kteřá je závislá na velikostech přenášených souborů a pohybuje se kolem 10 až 30 MB/s u novějších disků s připojovaných do rozhraní USB 3.0 se rychlost čtení pohybuje rychlostí až 220 MB/s a zápisová rychlost dosahuje až 55 MB/s. Obecně platí, že přenos jednoho velkého souboru je rychlejší než více malých souborů.

Oblasti použití [58]:

- Zálohování a přenos dat (dokumenty, obrázky, hudba, video, apod.)
- Ready Boost (možnost rozšíření kapacity RAM paměti o kapacitu flash disku)
- Použití zaveditelných (boot) distribucí operačních systémů s nástroji pro správu, opravu a obnovu počítače

Výhody:

- Malé rozměry
- Nevyžaduje žádnou čtecí a zapisovací mechaniku, pracuje ihned po připojení
- Vysoká kapacita a malá spotřeba
- Odolnost proti fyzickému poškození

Nevýhody:

- Omezený počet přepisů
- Špatná podpora u starších operačních systémů
- Vysoké ceny u vyšších kapacit disků

2.5.5 SSD disky

SSD⁵³ disk je typ úložného zařízení, alternativa ke klasickým pevným diskům. Je založena na soustavě energeticky nezávislých flash pamětí, které jsou osazeny na destičce tištěného spoje. K zajištění plné náhrady za mechanické HDD jsou SSD vyráběny ve stejných velikostech (tzn. 1,8", 2,5" i 3,5") a komunikují s PC přes stejná rozhraní (tj. SATA i PATA). SSD disky navíc existují i ve variantě Express Card, kterou lze snadno vložit do notebooků podporujících tento slot.

Hlavním rozdílem mezi SSD a HDD je absence mechanických součástí u SSD. Solid state disky složené pouze z elektronických součástech nelze tak snadno mechanicky poškodit (nejsou náchylné na otřesy), nevydávají rušivé zvuky ani vibrace. Při práci spotřebují méně

⁵³ Solid State Drive

elektrické energie a dosahují vysokých rychlostí díky velmi nízkým přístupovým dobám.

Hlavní nevýhodou SSD je prozatím jejich vysoká cena, která je mnohem vyšší než u klasických HDD. Také životnost solid disků je diskutabilní, protože počet cyklů – zápisů do jedné buňky paměti je omezen.

[56]

2.5.6 Jednotlivé části SSD disku

Většina běžně dostupných SSD disků využívá nevolatilní⁵⁴ NAND flash paměti. Skládají se ze čtyř základních částí [59]:

- Řadič – čip, který propojuje NAND paměti s I/O⁵⁵ rozhraním disku. Řadič je řízen firmwarem disku a jedná se o jednu z nejdůležitějších komponent ovlivňujících výkon SSD disku
- Cache – flash SSD obsahují podobně jako pevné disky malou DRAM paměť
- Energetická záloha – jde o baterii nebo kondenzátor, který zajišťuje uložení dat z cache do flash paměti v případě výpadku proudu. V některých případech dokáže zásobovat cache energií po celou dobu výpadku proudu
- Flash paměti – nevolatilní paměti, jejichž obsah lze programovat nebo mazat pomocí elektrického proudu (EEPROM). Paměť se skládá z řádků a sloupců v jejichž průsečících leží jednotlivé paměťové buňky. Každá tato buňka je tvořena unipolárním tranzistorem

Oblast použití:

- Hybridní pevné disky (kombinace HDD a SSD)
- Náhrada klasických HDD

Výhody:

- Výhody NAND paměti
- Absence pohyblivých částí, díky čemuž se zvyšuje spolehlivost, snižuje se spotřeba, zahřívání a hluk
- Nízká latence
- Nízká hmotnost i velikost

⁵⁴ Nezávislé na napájecím napětí

⁵⁵ Input/Output

- Vyšší hustota zápisu
- SSD není nutné defragmentovat, protože čtení probíhá paralelně
- Vysoká rychlost při čtení a zápisu (Interní SATA a mSATA SSD: 200-500 MB/s)

Nevýhody:

- Vyšší cena těchto disků oproti klasickým magnetickým mediím
- Menší kapacita
- Nižší životnost
- Flash paměti postupně degradují, což snižuje výkon celého SSD

2.5.7 Degradace výkonu SSD disků

Důvodem degradace výkonu SSD disků je to, že operační systém pouze označí smazané bloky jako „volné“ v seznamu souborového systému (data však zůstanou na disku). Řadič SSD však očekává, že do prázdných bloků budou vepsány logické 0. SSD tedy jednoznačně neví, které bloky jsou skutečně volné a při následném zápisu musí každou buňku nejprve přechíst a modifikovat (nastavit na nulu), aby ji mohl přepsat.

Tento problém řeší příkaz, zvaný TRIM, který vylepšuje komunikaci mezi operačním systémem a řadičem SSD. TRIM dokáže přímo předat informaci o volných buňkách řadiči SSD (uplatní se při mazání dat, formátování disků, kompresi dat, změně velikosti diskového oddílu, atd.). Docílí se vyšší rychlosti SSD a prodloužení jeho životnosti.

[59]

2.5.8 Paměťové karty

Paměťová karta je elektronické zařízení, sloužící k ukládání dat. Obvykle je založena na technologii NAND. Jedná se o malé, kompaktní zařízení s relativně vysokou kapacitou, které 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). S vývojem technologie, zvětšováním kapacity a zdokonalováním funkcí a vlastností se stávají diskům zdatným konkurentem i v oblastech, kde až doposud kralovaly (osobní počítače a notebooky). Díky miniaturním rozměrům mají klíčové využití v mobilních telefonech, smartphonech a dalších přenosných zařízeních.

Aktuálně existují paměťové karty různého typu. Pocházejí od různých výrobců elektronických zařízení, viz přehled několika hlavních typových zástupců:

- SD (Secure Digital)
- MMC (MultiMedia Card)
- MS (Memory Stick, Memory Stick Duo, Memory Stick Pro)
- XQD

Převládající vliv si postupem času vybuodovala paměťová karta SD a její moderní nástupce karta SDHC⁵⁶. Mezi sebou jsou jednotlivé paměťové karty většinou nekompatibilní. Princip jejich fungování je ale stejný jako pro všechna ostatní zařízení s flash pamětí.

Moderní paměťové karty nejpoužívanějšího typu SDHC dosahují minimální rychlosti zápisu 10 MB/s (maximální 45 MB/s) a jejich kapacita dosahuje až 64 GB.

[61]

2.6 Webová úložiště

V době internetu, kdy je kladen vysoký důraz na dostupnost a přenositelnost dat, se dostávají do popředí internetová úložiště, která přesně toto uživatelům nabízejí a přidávají k tomu množství dalších zajímavých funkcionalit. Mezi ně například patří synchronizace obsahu webového úložiště mezi připojená zařízení, kterými bývají zpravidla notebooky, PDA, tablety a smartphony. V praxi to znamená to, že si uživatel může své fotografie z dovolené nahrát do internetového úložiště a mít k nim přístup z jiných zařízení mimo domov viz obrázek 29.

Jedním z prvotních impulzů pro rozvoj těchto služeb byl fakt, že velikost příloh u emailů byla omezena a hledal se způsob, jak přenášet větší objemy dat přes internet. Webová úložiště byla pro tento účel ideální.

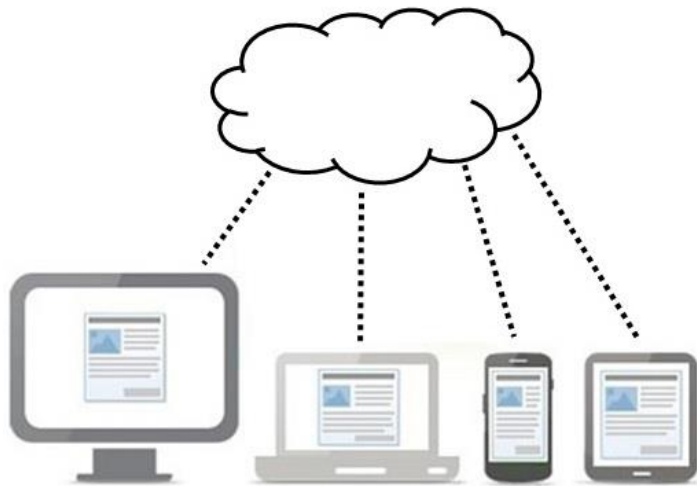
Základní objemy dat, řádově v jednotkách gigabajtů, jsou nabízeny zdarma, což je jeden z důvodů rychlého rozšíření cloudových⁵⁷ úložišť, jak jsou moderně označována. Za rozšířené množství služeb, rychlejší stahování a hlavně větší objemy dat pak provozovatelé vybírají poplatky.

Principiálně jsou tyto úložiště pro uživatele zajímavá také tím, že veškeré náklady na pořízení, správu, zabezpečení, apod. jsou na straně provozovatele. Zdroje jsou „v oblaku“ (in the Cloud) a uživatel se nestará o to kde, protože to nepotřebuje vědět. Přístup k těmto zdrojům má obecně odkudkoli a je jich v podstatě tolik, kolik je potřeba. Uživatel pouze službu používá.

[62]

⁵⁶ Secure Digital High Capacity

⁵⁷ Cloud = oblak, mrak



Obrázek 29: Schéma synchronizace dat uložených v cloudu mezi různá zařízení

Zdroj: [63]

Výhody webových úložišť [64]:

- Ochrana dat před přírodními pohromami, krádežemi, poškozením hardware, zneužitím, lidským selháním
- Bezpečnost – data jsou uložena většinou šifrovaná a uložena často fyzicky i na více místech
- Odpadají investice do speciálního zařízení pro zálohování
- Platí se zpravidla jen za využitou kapacitu
- Doplnkové služby – možnost sdílení dat, napojení více počítačů, spolupráce online

Nevýhody webových úložišť [64]:

- Závislost na připojení k internetu – při nízké rychlosti trvá zálohování i znovuoobnovení dat příliš dlouhou dobu
- I online služba může selhat, zkrachovat atd.
- Cena může být vyšší než pořízení a provoz vlastního hardware
- Riziko zneužití dat u nešifrovaného zálohování
- U některých služeb je nastaven limit pro velikost nahraných souborů

2.6.1 Typy webových úložišť

Oficiální dělení internetových úložišť neexistuje, ale pro potřeby bakalářské práce byly rozděleny do tří hlavních skupin, podle typu sdílených dat a přístupu k nim na:

- Soukromá webová úložiště
- Veřejná webová úložiště
- Specializovaná webová úložiště na jeden formát

2.6.2 Soukromá webová úložiště

Soukromé webové úložiště funguje jako standardní lokální úložný prostor, pro potřeby daného uživatele, který může nahrávat a stahovat soubory. Výhodou je to, že se uživatel může přihlásit k webovému úložišti přes různá zařízení prostřednictvím webového prohlížeče nebo speciálních aplikací.

Charakteristickým znakem tohoto typu úložiště je to, že jiný uživatel bez předchozího svolení nevidí data uživatele, který je nahrál.

Nejnámějšími představiteli soukromých úložišť jsou Dropbox, Google Drive a SkyDrive. Další zástupci jsou uvedeny v příloze L.

Dropbox

Tato služba je na webu dostupná již několik let. Za tu dobu prošla určitým, ale relativně bezvýznamným vývojem. V zásadě je nabízena tak, jak byla v roce 2007 spuštěna. Na trhu si během let vydobyla zásadní postavení díky dostupnosti na všech hlavních platformách operačních systémů.

Po instalaci klientské aplikace do počítače a vytvoření uživatelského účtu se Dropbox chová jako další síťový disk, na který lze ukládat libovolná data.

Soubory uložené v Dropboxu jsou pak dostupné nejen prostřednictvím internetového prohlížeče v libovolném počítači, ale také z mobilních telefonů a tabletů s operačními systémy Android, iOS i z chytrých telefonů BlackBerry. Synchronizace samozřejmě funguje ve všech směrech – tedy například i pro fotografie či videa pořízená mobilním telefonem a další obsah vytvořený na cestách. Maximální velikost souboru nahrávaného do úložiště prostřednictvím internetového prohlížeče je 300 MB, při nahrávání dat pomocí klienta v počítači je jediným limitem celková kapacita úložiště. Zajímavou funkcí Dropboxu je podpora verzování souborů, kvůli které se uživatel může vrátit k předchozím revizím dokumentů.

Základní velikost úložiště Dropbox činí v bezplatné verzi 2 GB. Pomocí systému bonusů, získávaných například za přizvání dalších uživatelů k registraci služby, lze zdarma navyšovat kapacitu Dropboxu o další stovky MB či celé GB.

[66], [67]

Google Drive

Zajímavou alternativou k Dropboxu je webové úložiště od společnosti Google, které nabízí 5 GB prostoru zdarma s možností rozšíření kapacity za poplatek až na úctyhodných 16 TB. Při jakémkoliv placeném rozšíření úložného prostoru zákazník dostává bonus v podobě navýšení kapacity u emailové služby Gmail na 25 GB.

Mezi hlavní přednosti tohoto úložiště patří: snadné vyhledávání v uložených souborech, schopnost otevírat přímo v prohlížeči přes 30 typů souborů, které může uživatel editovat bez nutnosti instalace příslušného programu, jednoduché a efektivní sdílení s dalšími uživateli a verzování dokumentů.

[82]

SkyDrive

Společnost Microsoft nabízí ve svém webovém úložišti 7 GB volného prostoru pro uživatelská data zdarma, další kapacitu je možné dokoupit. Velkou výhodou tohoto řešení je podpora množství mobilních platforem, na kterých lze SkyDrive používat a integrace v operačním systému Windows a kancelářském balíku MS Office. Samozřejmostí je také balíček webových aplikací pro prohlížeče, takže uživatel má odkudkoliv zdarma přístup k aplikacím jako je Word a Excel. Úložiště umožňuje verzování dokumentů, efektivní sdílení a týmovou práci na dokumentech, proto je ideální k využití v pracovních skupinách.

[83], [84]

2.6.3 Veřejná webová úložiště

Veřejné webové úložiště je typické tím, že nahraná data jsou viditelná i ostatním uživatelům, kteří je mohou stahovat. Díky této vlastnosti se tento typ úložišť stává terčem žalob na ochranu autorského zákona, protože uživatelé často sdílí tímto způsobem hudbu, filmy, software a další autorsky chráněný obsah. Odstrašujícím příkladem pro provozovatele může být uzavření světově využívané služby Megaupload.

Provozovatelé zpravidla dávají možnost stahovat data z úložiště zdarma, avšak rychlost a počet slotů pro bezplatné stahování je omezen, proto uživatelé, kteří intenzivně využívají služby, jsou tímto diskomfortem donuceni zaplatit poplatek, který umožní využívat veškeré možnosti serveru spolu s maximální poskytovanou rychlostí.

Nejnámějším v Česku používaným představitelem těchto služeb je Ulož.to, dále pak CZshare a HellShare.

Ulož.to

Nejpoužívanější serverem českých uživatelů pro sdílení dat je Ulož.to, které funguje od roku 2007. Server nabízí výborné podmínky pro sdílení souborů, má k dispozici neomezený úložný prostor pro uživatelská data, přičemž maximální velikost nahrávaného souboru nesmí překročit 2 GB. Ke každému nahranému souboru je vytvořen unikátní odkaz, pomocí kterého je možné jej stáhnout.

Server dělí uživatele do tří skupin: na neregistrované, registrované a VIP uživatele. Neregistrovaný uživatel má možnost stahovat maximální rychlostí 150 kB/s a nahrávat soubory pouze přes webové rozhraní.

Registrovaný uživatel stahuje maximální rychlostí 300 kB/s, má možnost své nahrané soubory přesouvat do složek, spravovat komentáře u jednotlivých souborů, využívat interní poštu serveru a používat FileManager serveru, což je aplikace, prostřednictvím které uživatel může pohodlněji nahrávat soubory na server, toto nahrávání pozastavit, pozastavovat stahování a nastavovat fronty stahování.

VIP klient má za poplatek možnost stahovat určitý objem dat s neomezenou rychlostí a stahovat více souborů najednou, což předešlí uživatelé dělat nemohou.

Server nabízí přímé vyhledávání, které velmi usnadňuje nalezení žádaného obsahu a obsahuje navíc i sérii několika obrázků jako náhled, uživatel si tedy ještě před stažením může ověřit, že skutečně bude stahovat správný snímek v deklarované kvalitě.

[68], [69]

CZshare

CZshare je obdobnou službou jako Ulož.to, podporující přímé vyhledávání s možností bezplatného stahování, které je však omezeno na 340 kB/s a počet volných slotů. Profí uživatel, jak je na CZshare nazýván uživatel, kupující si za 99 Kč kredit, který mu dovoluje stahovat neomezenou rychlostí 100 GB. Kredit má platnost 200 dní. [69]

HellShare

HellShare je velmi propracovaná služba, poskytující nadstandardní funkce jako například zobrazení právě stahovaných souborů, jinak se ale v podstatě neliší od svých předchůdců. Uživatelům je k dispozici klient, pomocí kterého mohou po přihlášení do HellShare na mobilním telefonu nebo jiném počítači, stahovat soubory do počítače s nainstalovaným klientem. Služba je placená, objem 14 GB, který může uživatel stáhnout, stojí 99 Kč. [69]

2.6.4 Specializovaná webová úložiště na jeden formát

Dle průzkumu společnosti Microsoft tři čtvrtiny Čechů používá online úložiště dat na zálohování fotografií, proto není náhodou, že vznikla specializovaná úložiště přímo na fotografie nebo hudbu.

Možnosti těchto úložišť jsou omezené pouze na fotografie nebo jiný typ dat, avšak díky své specializaci nabízejí potřebnou hloubku, která univerzálním službám může chybět.

Příkladem tohoto typu úložiště jsou služby Rajče.net, Picasa nebo Flickr.

[65]

Rajče.net

Server Rajče.net je nejúspěšnější a nejnavštěvovanější české úložiště na fotografie. Server nabízí minimum funkcí, vlastně jen nahrání fotografií a tvorbu galerií. Jeho používání je zcela zdarma a uživatel má k dispozici neomezený prostor na fotografie, pouze ty velké jsou automaticky zmenšovány. K nahrání fotografií lze využít tři kanálů – vkládání přes webové stránky, přes obslužnou aplikaci pro Windows, nebo přes email.

Výhodou Rajče.net je velmi jednoduché ovládání a integrace do oblíbeného zpravodajského portálu iDnes. Velmi dobře lze Rajče použít i pro sdílení fotografií pouze s určitými lidmi – alba lze totiž zamykat heslem, které uživatel sdělí jen těm, s kterými se chce o fotografie podělit. Pro aktivní uživatele server pořádá pravidelně soutěže, ve kterých se dají vyhrát zajímavé ceny.

[70]

Picasa

Picasa je jedna z nejpopulárnějších internetových galerií, která vznikla v roce 2002 jako placená služba. O dva roky později Picasu odkoupil Google a vypustil ji mezi uživatele bezplatně. To a podpora internetového giganta udělaly z Picasy globálně rozšířenou službu, kterou pro sdílení a zálohu fotografií využívají miliony lidí.

Picasa umožňuje prohlížení galerií přes web a jejich snadnou správu přes program Picasa, který je k dispozici i v češtině. Pro mobilní telefony existují také aplikace, které umožňují i přímou synchronizaci.

Kromě uploadování, vytváření galerií a sdílení má Picasa další schopnosti. Skvěle si rozumí se sociální sítí Google +, díky které může uživatel na nahraných fotografiích označovat své přátele, tak jak je to u konkurenčního Facebooku. Obrázky se dají i upravovat, nejnázve v programu Picasa – k dispozici jsou základní efekty a úpravy, jako je odstranění

jevu červených očí nebo oříznutí obrázku. Úložný prostor je 1 GB pro každého a neomezeně pro uživatele Google + (velikost fotografie musí být do 2048 x 2048 pixelů⁵⁸, aby se nezapočítávala do volného prostoru). Cena za rozšíření na 25 GB je 50 Kč měsíčně.

[70]

Flickr

Asi největším konkurentem služby Picasa je Flickr. Ten nenabízí oproti Picase žádný vlastní software pro komplexní správu fotografií. Na druhou stranu upload fotografií do galerie umožňuje celá řada populárních programů od třetích stran, jako je Windows Live Photo Gallery, nebo iPhoto od Applu.

Flickr si svou popularitu získal především snadným webovým přístupem, kdy uživatel není vázan na instalaci jakéhokoliv programu. Své fotografie tak může spravovat, nahrávat a sdílet přímo, bez jakýchkoliv problémů a omezení. Flickr je v základní podobě zdarma. Cena za neomezený účet je 500 Kč ročně.

[70]

⁵⁸ Picture element, tj. obrázkový prvek. Nejmenší jednotka v digitální grafice.

3 BUDOUCNOST

3.1 Holografické paměti

Prostor potřebný k ukládání informací se rok od roku zvyšuje a s tím samozřejmě souvisejí rostoucí požadavky na úložný prostor, pokud možno na co nejmenší ploše. V současné době, kdy se současné technologie dostávají na samotné hranice svých fyzikálních možností, je proto třeba hledat řešení v jiných technologiích, jejichž fyzikální hranice jsou opět o kus dále. Jedním z možných směrů jsou i holografické paměti, které k záznamu a čtení používají rozdělený laserový paprsek, a tím mohou zachytit trojrozměrné struktury na dvourozměrný obrazový nosič. Na něj se zaznamenává informace o intenzitě a o fázi světla odraženého od předmětu.

Princip holografie je znám již od roku 1947, kdy jej objevil britský fyzik maďarského původu Dennis Gabor pracující na zlepšení elektronového mikroskopu. Za tento objev byl v roce 1971 oceněn Nobelovou cenou za fyziku. Termín holografie vznikl složením z řeckých slov holos, „celý“, a gramma „zpráva“. Informace o každém detailu zobrazeného objektu je totiž, na rozdíl od konvenčních metod záznamu obrazu, zapsána v celém objemu hologramu a ne jen v jedné jeho lokalizované části.

Skutečný význam Gaborova objevu byl plně doceněn až po konstrukci laseru v roce 1960. Teprve laserové světlo bylo totiž dostatečně bodové a koherentní⁵⁹, aby mohlo uspokojivě realizovat Gaborovu myšlenku.

S nápadem využít metodu holografie k hustému záznamu binárních dat přišel v roce 1963 Pieter van Heerden pracující tehdy pro firmu Polaroid. Heerden vyšel z původní myšlenky zobrazovací holografie – ozařující laserový paprsek je rozdělen na dva, objektový a referenční. Objektový svazek se nechá projít skrz dvourozměrnou matici tmavých a čirých pixelů, které reprezentují datové bity, a poté interferuje s referenčním svazkem uvnitř destičky z materiálu citlivého na světlo. Výsledkem je trojrozměrný záznam matrice bitů, který může být rekonstruován ozářením nosiče samotným referenčním svazkem v původním směru.

Vývoj holografických pamětí zaznamenal velký pokrok během 90. let 20. století, kdy dvě americká konsorcia sdružující univerzitní výzkumné týmy s komerčními společnostmi vytvořily model funkčního holografického záznamového a čtecího zařízení. Přes první praktické úspěchy nové technologie, kterých bylo v 90. letech dosaženo, se velké společnosti zastoupené v obou konsorciích následně rozhodly ustoupit od dalšího masivního financování

⁵⁹ soudržný

vývoje. Kromě technických problémů přispěl k utlumení oboru holografických technologií také možný vývoj dosavadních magnetických nosičů informace, které jsou bližší standardně používaným technologiím a tedy i snadněji převoditelné do praxe.

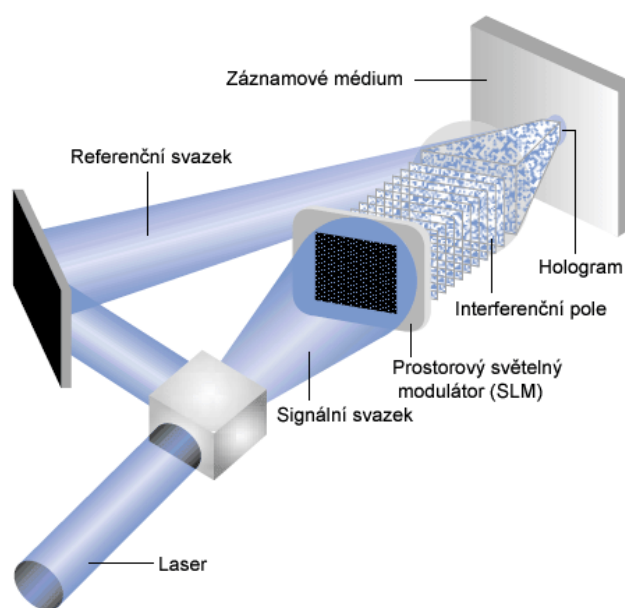
V současné době je vývoj holografických pamětí podporován řadou společností jako například InPhase Technologies, Aprilis Inc. nebo P3 Holgraphics. Společnost InPhase již uvedla na trh svá holografická média, avšak cena je prozatím velmi vysoká.

[71], [72]

3.1.1 Princip fungování holografické paměti

Při holografickém záznamu dat se souvislý laserový paprsek rozděluje na dva. Jeden z nich je signální – modulovaný vlastnostmi zobrazovaného objektu a nese informace o sobě samém ve své amplitudě a fázi. Druhý referenční paprsek má jednoduchý tvar rovinné nebo kruhové vlny. Každým z paprsků je možné vyvolat ten druhý.

Data, která mají být uložena, se nakódují na signální svazek pomocí prostorového světelného modulátoru (SLM⁶⁰). Data (řetězce bitů) se nejprve uspořádají do stránek či velkých datových polí. Logické hodnoty „0“ a „1“ se překládají do pixelů na prostorovém světelném modulátoru, a to tak, že buďto světlo pohlcují, nebo ho propouští. Signální paprsek tedy po průchodu modulátorem nese „šachovnicový“ vzor datové stránky. Tento signální svazek pak na fotocitlivém záznamovém médiu interferuje s referenčním svazkem, čím dojde k zápisu datové stránky. Schéma ukládání dat je znázorněno na obrázku 30.

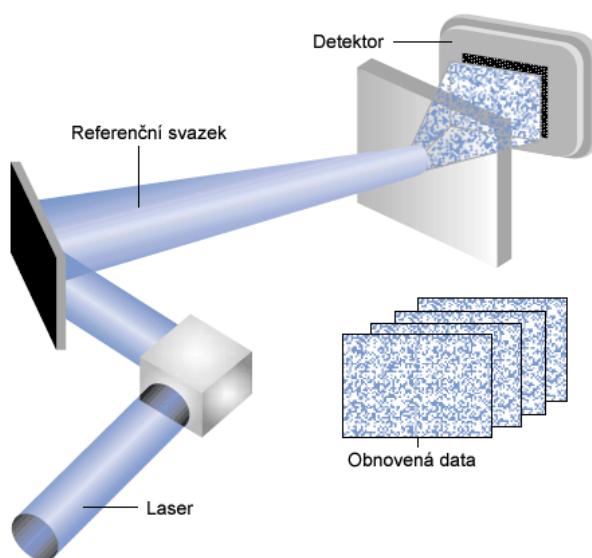


Obrázek 30: Schéma záznamu dat

Zdroj: [73]

⁶⁰ Spatial Light Modulator

Čtení holografického záznamu je založeno na ohybu čtecí vlnoplochy na záznamu interferenčního pole. Je-li záznam ozáren vlnoplochou shodnou s jedním z obou svazků za stejných podmínek, za jakých proběhl záznam (směr, tvar), vybaví se i druhý svazek. Právě tak se používá referenční paprsek při čtení k tomu, aby způsobil ohyb na zaznamenaných mřížkách, čímž dochází k rekonstrukci pole bitů. Zrekonstruovaná sada dat se promítá na detektor, který se skládá z pole pixelů a dovede tak číst data paralelně (princip CMOS známý z digitálních fotoaparátů). Rychlost takového holografického čtení se pak může pohybovat od 10 do 100 MB/s. Princip čtení dat je vyobrazeno na obrázku 31.



Obrázek 31: Schéma čtení dat

Zdroj: [73]

Velmi vysoké nároky u holografické paměti jsou kladeny na záznamový materiál, který musí mít: velký dynamický rozsah, velkou citlivost, stálost, optickou jasnost, nedestruktivní čtení, malou tloušťku a stálost v okolním prostředí i teplotě. Proto tento účel byl navržen nový typ fotopolymeru, který vykazuje potřebné parametry. Je tvořen směsí dvou nezávisle polymerovaných, ale ještě kompatibilních chemických materiálů.

Důležitou skutečností oproti klasickým CD či DVD diskům je ta, že holografická média jsou propustná. Tedy není zde žádný odraz. Na jedné straně se médium osvětí a na druhé se data čtou. Tyto materiály umožňují zaznamenat až 31,2 Gb na čtverečný palec, což v přepočtu na velikost klasické 5,25" znamená 45 GB. Ovšem nově vyvíjené materiály jsou schopny zaznamenávat až 300 Gb na čtverečný palec i se zachováním velmi rychlého datového přenosu. Tato technologie také nevyžaduje vysoké otáčky média, aby byl zachován rychlý přenos dat, tak jak vidíme u dnešních CD a DVD. Jedinou nevýhodou, nemožnost přepisu se snaží s nadějnými výsledky vyřešit celá řada firem.

[73], [74]

3.2 Zápís dat do DNA

Do každé buňky našeho těla se vejde kompletní lidský genom, který tvoří 6 miliard písmen DNA. Není proto divu, že kód života zaujal vědce jako skvělé paměťové médium, umožňující spolehlivý zápis obrovského množství dat.

V posledních letech se mnoho vědeckých týmů úspěšně pokusilo o zanesení dat do DNA, které je sice poměrně pomalé, ale výhodou DNA je nesmírná hustota uložení – ta je umožněna mimo jiné tím, že DNA je prostorová, zatímco doposud rozšířené způsoby ukládají data plošně. Efektivita ukládání dat je tedy teoreticky obrovská: do jediného gramu by se prý dalo zakódovat 2,2 PB dat. Zároveň by měl být záznam poměrně robustní a ani životnost by neměla být špatná (jak ukazují například úspěchy při čtení DNA dávno vyhynulých živočichů, či našich tisíce let mrtvých předků). Při experimentech byly ovšem také použity techniky pro ochranu a opravu dat pomocí redundance.

Při zápisu a čtení DNA současnými metodami často dochází k chybám, zejména pokud se opakují stejná „písmena“ (ta jsou čtyři – nukleové báze adenin, cytosin, guanin a thymin). Data se proto kódují do formy, v níž k opakování písmen nedochází. Zároveň jsou rozptýlena do fragmentů, jejichž pořadí pro rekonstrukci určuje index (tedy cosi jako tabulka FAT), zároveň je záznam uložen v obou stránkách dvojité šroubovice.

Otázkou zůstává, zda může být tato schopnost DNA v praxi vůbec využita. Současnými laboratorními metodami činí náklady zhruba 250 000 Kč za 1 MB. Zlepšení v tomto ohledu jsou pochopitelně velmi pravděpodobná, je však otázkou, zda náklady na uložení do DNA obstojí v konkurenci jiných způsobů záznamu dat.

Druhým problémem je rychlost přístupu, čtení a zápisu. V rámci vědeckých experimentů není čas příliš důležitý, pro reálné použití je však kritický, a to tím více, čím větší kapacita je použita. Mít k dispozici petabajty prostoru totiž není až tak užitečné, pokud se k uloženým datům nemůžeme dostatečně rychle dostat.

Využití této technologie bych viděl v možnosti archivace, a to zejména dlouhodobé, mluví se také v souvislosti s touto metodou o zálohování „poselství budoucím generacím“, mezi které patří Shakespearovy hry nebo projev Martina Luthera Kinga a další odkazy, které by si měli moci přečíst lidé i za tisíce let.

[75], [76], [77], [78]

3.3 TeraDisc

Izraelská společnost v druhé polovině roku 2007 představila novou generaci optických mechanik s kapacitou až 1 TB na médiu. Po několikaletém experimentování se inženýrům podařilo vyvinout speciální druh polymeru, známého jako PMMA⁶¹, s označením ePMMA. Tento materiál se vyznačuje tím, že je téměř zcela průhledný pro laser (pro záznam a čtení) o specifické vlnové délce. S tímto faktem souvisí i žlutá barva samotného média, jak je patrné na obrázku 32.



Obrázek 32: Médium TeraDisc

Zdroj: [5]

Současné technologie zvyšují kapacitu zmenšováním pitů a přidáváním další vrstvy, která ale snižuje úroveň signálu, zvyšuje šum a vznikají koherentní interference. Patentovaná nelineární dvoufotonová technologie společnosti Mempile však počítá s 3D nahráváním průhledných virtuálních vrstev po celém objemu disku (velmi podobné holografickému zápisu). Ne médium jde pomocí zcela nové technologie čtecích a zapisovacích laseru uložit až 200 vrstev s kapacitou až 5 GB. Odtud přibližná kapacita 1 TB.

V závislosti na povaze světla jsou molekuly materiálu citlivého na světlo (chromofory) schopné přepínat se mezi dvěma stavy. Laserový paprsek zaostřený na konkrétní chromofory neovlivňuje stav molekul nad a pod místem zápisu. Intenzita světla laserem zaostřených molekul se liší v závislosti na tom, zda je v daném místě něco zapsáno či nikoliv. Díky různým simulacím a testům se odhaduje, že data zapsaná na médium by měla být čitelná po dobu 50ti let. Cena je odhadována vysoko nad hranici 10 000 Kč.

[5], [79]

⁶¹ Polymethylmethakrylát

3.4 Memristor

Základní pasivní prvky v obvodech byly v minulosti celkem tři, konkrétně rezistor, cívka a kondenzátor. V roce 1971 však Leon Chua předpověděl a matematicky popsal čtvrtý prvek, který nazval memristor⁶². Dlouhou dobu pouze teoretický prvek, který však musel notně doplňovat fyzikální zákony, se však podařilo vyrobit za pomoci nastupující nanotechnologie.

Memristor funguje tak, že dokáže měnit svůj odpor/vodivost dle velikosti napětí a po odpojení elektrické energie zůstane nastavená velikost odporu/vodivosti uložena. Stejně chování nelze realizovat za pomoci ostatních tří prvků. Tento jediný fyzický prvek tak umožňuje kdykoliv překonfigurovat stav (vlastnost) a tím umožnit změnu uspořádání celých logických obvodů. Vzhledem k analogovému chování (funkce je plynulá, spojitá) můžeme říct, že se memristor chová podobně jako synapse v lidském mozku.

Díky nanotechnologii se v roce 2008 takřka náhodou podařilo objevit vědcům ze společnosti HP⁶³ nanostrukturu z oxidu titaničitého, která vykazuje vlastnosti memristoru. Pozdější zkoumání i jiných laboratoří tuto vlastnost jen potvrzuje a začátkem roku 2010 byly představeny první logické obvody a také paměti MCAM⁶⁴. Společnost HP očekává uvedení pamětí na bázi memristorů již v roce 2013, kapacita by měla začínat kolem 20 GB na čtverečný centimetr. Díky jednoduchému prvku bychom se měli dočkat mnohem snazšího zvyšování výkonu i kapacity, oproti flash paměti navíc podporuje neomezené množství přepisování a jsou rychlé jako DRAM čipy. Samozřejmostí je uchování dat i po přerušení napájení.

Díky vlastnostem memristoru ho lze však využít i na tvorbu procesorů, které bude možné vylepšovat a upravovat pouhým „přenastavením“. Současně je možné na stejném čipu mít i zmíněnou funkci paměti, kde se data po odpojení nesmažou. To by mohlo v budoucnu vytvořit zcela novou architekturu počítačů, které budou okamžitě zapnuté a budou se nacházet přesně ve stejném stavu, v jakém je uživatel „vypnul“. Bude také možnost pokusit se o kopírování schopností lidského mozku.

[80]

⁶² Memory rezistor

⁶³ Hewlett Packard

⁶⁴ Memristor-based Content Addressable Memory

4 SROVNÁNÍ VYBRANÝCH DATOVÝCH ÚLOŽIŠŤ

4.1 Srovnání klasických úložišť

Tato kapitola je zaměřena na srovnání aktuálně prodávaných datových úložišť z pohledu běžného uživatele s důrazem na jeho jednotlivé potřeby a požadavky na ukládání dat, což je zejména celková cena úložiště a s tím související cena za gigabajt prostoru. Možnost ukládání velkého množství informací v řádech stovek, nebo dokonce tisíců gigabajt by ztrácela na atraktivitě, pokud by záznam, nebo čtení trval dlouhou dobu.

Z tohoto důvodu byla stanovena tři hlavní kritéria pro porovnání a to:

- Celková cena úložiště
- Cena za gigabajt prostoru
- Rychlost

Uživatelské sympatie k jednotlivým výrobcům ve svém srovnání nejsou brána v potaz, stejně jako dostupnost, protože se jedná o běžně dostupný hardware.

V tabulce 11 byly uvedeny druhy úložišť, které obsahuje bakalářská práce a k nim nejprodávanější zástupce v českém největším internetovém obchodě s počítači a elektronikou Alza, sídlícím na webové adrese www.alza.cz, žebříček prodejnosti a ceny jsou uvedeny ke dni 10.4.2013.

Obchod Alza byl vybrán z důvodu pozitivních reakcí nakupujících zákazníků. Společnost Alza.cz se stala v roce 2012 výhercem třech hlavních cen českého internetu – Shop roku 2012, Křišťálová Lupa 2012 a MasterCard Obchodník roku 2012 – kategorie internetový prodejce. Dalším důvodem pro výběr tohoto obchodu je množství prodaného sortimentu. V roce 2012 obchod vyřídil přes 2,5 milionů objednávek, proto můžeme brát žebříček prodejnosti datových úložišť za relevantní vstup do srovnání.

Tabulka 11: Nejprodávanější datová úložiště na českém trhu

Název	Počet ks v balení	Kapacita	Typ média	Cena	Cena/kus	Cena/GB	Rychlost ⁶⁵
BD-R	10 ks	25 GB	BD-R	301 Kč	30,1 Kč	1,20 Kč	4x
BD-R	10 ks	50 GB	BD-R	1 148 Kč	114,8 Kč	2,30 Kč	6x
CD-R	50 ks	700 MB	CD-R	259 Kč	5,2 Kč	7,40 Kč	52x
DVD-R	25 ks	4,7 GB	DVD-R	168 Kč	6,7 Kč	1,43 Kč	16x
DVD+R	10 ks	8,5 GB	DVD+R DL	261 Kč	26,1 Kč	3,07 Kč	8x
Verbatim DataLife	10 ks	1,44 MB	Disketa 3.5"	87 Kč	8,7 Kč	6 041,67 Kč	500 kbit/s
HP Ultrium 800GB	1 ks	800 GB	Magnetická páska LTO 3	699 Kč	699,0 Kč	0,87 Kč	160 MB/s
HP Ultrium 1.6 TB	1 ks	1,6 TB	Magnetická páska LTO 4	761 Kč	761,0 Kč	0,48 Kč	240 MB/s
EMTEC C650 64GB	1 ks	64 GB	Flash disk USB 3.0	999 Kč	999,0 Kč	15,61 Kč	čtení až 50 MB/s, zápis až 30 MB/s
Kingston DataTraveler SE9	1 ks	16 GB	Flash disk USB 2.0	299 Kč	299,0 Kč	18,69 Kč	čtení 20 MB/s, zápis 6 MB/s
Western Digital Red	1 ks	3000 GB	Interní pevný disk, Serial ATA, 3,5", 64MB cache	3 629 Kč	3 629,0 Kč	1,21 Kč	6 Gb/s
Western Digital Red	1 ks	2000 GB	Interní pevný disk, Serial ATA, 3,5", 64MB cache	2 721 Kč	2 721,0 Kč	1,36 Kč	6 Gb/s
Western Digital My Passport	1 ks	1000 GB	Externí disk 2.5" - USB 3.0	2 190 Kč	2 190,0 Kč	2,19 Kč	5 Gb/s
Kingston SSDNow V300	1 ks	120 GB	SSD disk 2.5", SATA III, TRIM, MLC, SandForce,	2 499 Kč	2 499,0 Kč	20,83 Kč	čtení až 450MB/s, zápis až 450MB/s
Samsung SSD840 256GB	1 ks	256 GB	SSD disk 2.5", SATA III,	5 999 Kč	5 999,0 Kč	23,43 Kč	čtení až 540MB/s, zápis až 520MB/s
SanDisk Micro SDHC	1 ks	32 GB	Paměťová karta, Class 10	701 Kč	701,0 Kč	21,91 Kč	až 30 MB/s
Dropbox	-	100 GB	Soukromé webové úložiště (poplatek za nadstandardní velikost úložiště)	99 USD (1956 Kč) ročně	99 USD (1956 Kč) ročně	19,56 Kč	Dle rychlosti připojení k internetu

⁶⁵ U optických disků je rychlost vyjádřena násobkem základní rychlosti 150 kB/s. Např. 6x znamená 900 kB/s.

U finálních cen samozřejmě nemohou být opomenuty pořizovací náklady na mechaniky, které umožňují zápis a čtení dat z jednotlivých médií.

Blu-ray vypalovačka Asus BW-12B1ST stojí 2 357 Kč s DPH. Tato mechanika zvládá zápis a čtení všech běžných optických médií popsanych v mé práci.

Disketová mechanika 399 Kč s DPH.

Pásková mechanika HP StorageWorks Ultrinum 1760 SCSI stojí 69 796 Kč s DPH. Podporuje formát LTO 2 až LTO 4.

V tabulce 12 byla vybrána cenově nejvýhodnější řešení pro ukládání dat. Vidíme, že nejvýhodněji vychází ukládání informací na magnetické pásky. Nesmíme ovšem zapomenout na enormní pořizovací náklady na páskovou mechaniku, proto je tato varianta vhodná zejména do firemního sektoru, kde je také hojně využívána pro zálohu dat.

V dnešní době už cenově dostupná technologie optického zápisu 3. generace, proto vychází pro uživatele jako nejvhodnější. Cena Blu-ray vypalovaček je již poměrně nízká a dá se předpokládat, že bude ještě klesat, stejně tak se i objevovat v nových počítačích jako standardní vybavení. I při nutnosti zakoupení mechaniky se jeví Blu-ray v dlouhodobém výhledu nejvýhodněji. Nevýhodou je rychlost zápisu, kterou nemůže konkurovat ostatním řešením.

Standardní interní pevný disk od firmy Western Digital je z hlediska poměru cena/výkon ideálním úložištěm pro každodenní použití. Lze ho úspěšně používat i v diskových polích. U pevných disků platí, že čím vyšší kapacitu zákazník zakoupí, tím nižší cenu za GB dostane.

Jako přenosné datové úložiště bych určitě doporučoval používat externí pevný disk, který vychází zhruba 7x lépe v ceně za GB dat, než standardně používané flash disky. Navíc může nabídnout vyšší kapacitu, srovnatelnou rychlost. Nevýhodou může být jeho velikost a náchylnost k otřesům.

Tabulka 12: Nejlepší média dle zvolených kritérií

Název	Kapacita	Typ média	Cena za kus	Cena za GB	Rychlost
HP Ultrium 1.6 TB pro HP StorageWorks	1,6 TB	Magnetická páska LTO 4	761 Kč	0,48 Kč	240 MB/s
HP Ultrium 800GB pro HP StorageWorks	800 GB	Magnetická páska LTO 3	699 Kč	0,87 Kč	160 MB/s
MediaRange BD-R 25GB	25 GB	BD-R	30 Kč	1,20 Kč	4x
Western Digital Red 3000GB	3000 GB	Interní pevný disk, Serial ATA 6 Gb/s, 3,5"	3 629 Kč	1,21 Kč	6 Gb/s

4.2 Srovnání webových úložišť

4.2.1 Soukromá webová úložiště

Tabulka 13 obsahuje nejznámější soukromá webová úložiště, která se v dnešní době stávají velmi populární. Úložiště jsou porovnávána z pohledu uživatele, a proto byly zvoleny kritéria, která se týkají především velikosti úložného prostoru zdarma a funkčnosti. V tabulce je vidět, že se jedná o velmi podobné služby v drtivé většině s kapacitou 5 GB zdarma.

Cenově nejvýhodnější řešení z hlediska velikosti úložného prostoru je SkyDrive, který poskytuje největší kapacitu zdarma a zároveň rozšíření o 100 GB vychází nejlevněji. Nevýhodou tohoto řešení je to, že se nehodí pro ukládání větších souborů (video, software) přesahujících velikost 2 GB, na který je nastaven limit.

Nativní podpora celou řadou výrobců mobilních přístrojů vynesla Dropbox mezi nejznámější soukromá webová úložiště s největším podílem na trhu. Z tohoto důvodu zpravidla výborně funguje na všech platformách a je tedy ideálním pomocníkem při synchronizaci datového obsahu mezi počítačem a mobilními zařízeními. Při ukládání dokumentů, narazí uživatel na celou řadu omezení v podobě nemožnosti přímého editování.

Kombinací nízké ceny, podpory mobilních zařízení a správy dokumentů je služba Google Disk, který se jeví jako ideální řešení pro synchronizaci dat a kancelářskou práci kvůli podpoře nejznámějších formátů.

Tabulka 13: Porovnání soukromých webových úložišť

Název	Velikost úložiště zdarma	Velikost úložiště za poplatek (za rok používání) ⁶⁶	Maximální velikost souboru	Aplikace pro iOS/Android	Zobrazení kancelářských souborů PDF/Word/Excel	Přehrávání médií Foto/Video/Audio	Historie verzí
SkyDrive	7 GB	100 GB/\$50	2 GB	ANO/ANO	ANO/ANO/ANO	ANO/ANO/NE	ANO
SugarSync	5 GB	100 GB/\$99,99	Neomezeno	ANO/ANO	NE/NE/NE	NE/NE/NE	ANO
Box	5 GB	50 GB/\$267	100 MB	ANO/ANO	ANO/ANO/ANO	ANO/NE/ANO	NE
Google Drive	5 GB	100 GB/\$59,88	10 GB	ANO/ANO	ANO/ANO/ANO	ANO/ANO/NE	ANO
Wuala	5 GB	100 GB/\$156	14 GB	ANO/ANO	NE/NE/NE	ANO/NE/NE	ANO
Dropbox	2 GB	100 GB/\$99	Neomezeno	ANO/ANO	ANO/NE/NE	ANO/ANO/ANO	ANO

⁶⁶ \$1 = 19,802 Kč (k 28.4.2013)

4.2.2 Veřejná webová úložiště

Uživatelé sdílející větší objemy dat s početnou komunitou oceňují možnost nahrání souborů na veřejné webové úložiště, které vygeneruje odkaz na každý daný soubor, který se jednoduše rozesílá. Toto řešení, efektivnější než příloha emailu, je porovnáno v tabulce 14.

Nejzajímavějším parametrem pro porovnání by byla velikost databáze nabízených souborů ke stažení jednotlivých úložišť, která z pochopitelných důvodů není veřejně známá. Uživatelé z větší části používají tato úložiště pouze ke stahování a to autorsky chráněného obsahu, proto tyto služby balancují na hraně zákona. Případ zavření největšího světového úložiště Megaupload a zabavení majetku jeho majiteli mluví za vše. To mělo za následek zpřísnění podmínek použití jednotlivých služeb, ale myšlenka toho, že uživatelé kvůli jedné větě přestanou šířit zákonem chráněný obsah, je více než naivní. Jedná se pouze o právní ochranu provozovatelů.

Vlastnosti porovnávaných služeb jsou v podstatě shodné. Uživatel má právo bezplatně stahovat omezenou rychlostí nanejvýš jeden soubor. V tomto parametru vítězí CZshare, poskytující nejvyšší rychlost stahování zdarma.

Platící uživatelé, kupující objem dat, který mohou stahovat neomezenou rychlostí bez omezení počtu stahovaných souborů, zaplatí nejméně, v přepočtu na 1 GB stažených dat, opět u CZshare. Pro usnadnění, zrychlení, popřípadě přestávku mezi stahováním s možností jeho pokračování nabízejí provozovatelé k dispozici klienty, které si uživatel nainstaluje do svého počítače.

Při nahrávání souborů je maximální kapacita omezena, jak je patrné v tabulce 14 na velikost kolem 2 GB. Pokud soubor není stažen do 30 dnů, je automaticky smazán.

Tabulka 14: Porovnání veřejných webových úložišť

Název	Rychlost stahování (účet zdarma)	Počet paralelních stahování (účet zdarma)	Velikost nahrávaného souboru	Klient	Cena za kredit	Cena za GB
Ulož.to	150 kB/s, 300 kB/s (s registrací)	1	2 GB	ANO	70 GB/250 Kč	3,57 Kč
HellShare	Neposkytuje	Neposkytuje	2 GB	ANO	60 GB/150 Kč	2,50 Kč
CZshare	340 kB/s	1	2,2 GB	ANO	100 GB/99 Kč	0,99 Kč
Edisk	250 kB/s	1	3 GB	NE	50 GB/150 Kč	3,00 Kč

4.2.3 Specializovaná úložiště na jeden formát

Mezi nejrozšířenější služby pro uchovávání fotografií patří Flickr a Picasa. Základním rozdílem mezi nimi je majitel. Picasu vlastní internetový gigant Google, Flickr je v majetku Yahoo. Ty jednotlivé služby propojily do jednoho celku, takže uživatel používající například Gmail, Google Drive a ostatní služby kvůli propojenosti sáhne raději pro Picasu.

Nejdůležitějším rozdílem je velikost úložného prostoru. Picasa nabízí 1 GB volného prostoru, do kterého se ovšem nezapočítávají fotografie do velikosti 800 x 800 pixelů, případně 2048 x 2048 pixelů, když je uživatel zaregistrován na Google+. Flickr naproti tomu dává neomezený prostor, avšak uživatel má přístup pouze k 200 nejnovějším fotografiím a je omezen na nahrání 300 MB fotografií za měsíc. Ceny za rozšíření jsou uvedeny v kapitole 2.6.4.

ZÁVĚR

Informace hrají prim v rozvoji lidské vědy, kultury, jsou nezbytnou podmínkou existence firem a tím ovlivňují náš každodenní život, proto je kladen velký důraz na jejich uchování. Kam ale uložit data vznikající rychlostí 390 GB/s?

Zde je nejprve nutné rozlišit běžné uživatele a firmy, které mají samozřejmě větší nároky na úložný prostor. Trendem posledních let je využívání služeb velkých data center, které poskytují potřebnou kapacitu a komfort služeb, které větší podniky potřebují. V těchto centrech bývá valná většina dat uložena na pevných discích a zálohována na magnetických páskách, které vycházejí v poměru ceny za gigabajt prostoru nejlépe.

V celosvětovém měřítku je problém to, že rychlosti růstu dat dávno nestačí nárůst úložné kapacity, proto se v praxi používá řada softwarových nástrojů jako například komprimace, či deduplikace dat, abychom tento jev alespoň zmírnili.

Motorem růstu dat jsou a do budoucna zůstanou sociální sítě a internetové aplikace, řešením musí být rychlá média s velkou kapacitou. Současná varianta, kde většina všech uložených dat, celých 52%, leží na pevných discích, bude brzy zcela nedostačující.

Jako nejeфекtivnější úložiště budoucnosti se mi jeví memristor, který dokáže uchovat obrovské množství dat při velké rychlosti čtení a záznamu, dále pak pokračující vývoj v oblasti pevných disků bude jistě zajímavé řešení a výhledové kapacity kolem 60 TB jsou fantastické. Při kombinaci těchto technologií a použití magnetických pásek k archivaci, dostaneme ideální řešení budoucnosti.

Vývoj k takovýmto kapacitám však nebyl jednoduchý. V práci jsem popsal ty nejvýznamnější technologie, které formovaly v dnešní době běžně používaná média a stanovily principy fungující dodnes. Principiálně všechna datová úložiště ukládají logickou 0 a logickou 1, akorát jiným způsobem.

Dle mého názoru technické informace nejlépe prezentují obrázky, proto jsem v práci použil řadu ilustrací, které vysvětlují problematiku a princip záznamu dat. Cíl práce, i přes toto velmi široké téma, s množstvím technologií, o kterých by se dalo napsat stovky stránek, se mi podařilo splnit a výsledkem je práce mapující historii a současnost datových úložišť s přesahem do budoucnosti. Zároveň musím říct, že mě tato problematika velmi zaujala a obohatila o mnoho nových znalostí. Věřím, že práce bude pro čtenáře minimálně takovým přínosem, jakým byla pro mě.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] UNIVERSITÄT KLAGENFURT. *Virtual Exhibitions in Informatics* [online]. [cit. 2013-02-18]. Dostupné z: <http://cs-exhibitions.uni-klu.ac.at/index.php?id=187>
- [2] CHROMÝ, Jan. *Informační a komunikační technologie pro hotelnictví a cestovní ruch*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola hotelová v Praze 8, 2008, s. 16. ISBN 978-80-86578-76-7.
- [3] TAYLOR, Jim; JOHNSON, Mark R. *Velký průvodce DVD: jedinečný zdroj všech dostupných informací o DVD na profesionální úrovni*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 80-247-1721-2.
- [4] *Computerworld: Ucelený informační zdroj pro IT profesionály*. Praha: IDG Czech, a.s, 1994, roč. 1994, č. 6. ISSN 1210-9924.
- [5] KOLÁČEK, Michal. Historie a současnost datových úložišť. *Svět hardware* [online]. [cit. 2013-02-26]. ISSN 1213-0818. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/historie-a-soucasnost-datovych-ulozist/23935>
- [6] BLATNÝ, Jan; KRIŠTOUFEK, Karel; POKORNÝ, Zdeněk; KOLENIČKA, Jan. *Číslicové počítače*. Praha: SNTL, 1980.
- [7] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Technologie operačních pamětí. *Root.cz: informace nejen ze světa Linuxu* [online]. [cit. 2013-02-27]. ISSN 1212-8309. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/technologie-operacnich-pameti/#k03>
- [8] ČÍŽEK, Jakub. Magnetická datová páska slaví 60. narozeniny. *Živě.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/magneticka-datova-paska-slavi-60-narozeniny/sc-3-a-163779/default.aspx>
- [9] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Magnetické paměti pro trvalý záznam dat. *Root.cz: informace nejen ze světa Linuxu* [online]. [cit. 2013-02-28]. ISSN 1212-8309. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/magneticke-pameti-pro-trvaly-zaznam-dat/>
- [10] LEBER, Jody. *Windows NT. Zálohování a obnova dat*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 1998, 282 s. ISBN 80-722-6123-1.
- [11] HLAVENKA, Jiří. *Výkladový slovník výpočetní techniky a komunikací*. 3. vyd. Praha: Computer Press, c1997, 452 s. ISBN 80-722-6023-5.
- [12] KUMPOŠT, Marek. *Historie a vývojové trendy v oblasti pevných disků* [online]. Brno, 2003 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xkumpost.htm>

- [13] MAZAL, Jan. Stručná historie pevných disků. *PC World: magazín digitálního věku* [online]. Praha: IDG Czech, 2009 [cit. 2013-03-02]. ISSN 1210-1079. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/strucna-historie-pevnych-disku-8435>
- [14] HÁJEK, Petr. Mírně nostalgické ohlédnutí za historií pevných disků. *ITBIZ: Vaše jednička mezi nulami* [online]. 2011 [cit. 2013-03-02]. ISSN 1802-1581. Dostupné z: <http://www.itbiz.cz/mirne-nostalgicke-ohljednuti-za-historii-pevnych-disku>
- [15] VÍKET, Jan; STRÁNSKÝ, Petr. Funkčnost, rozhraní a technologie pevných disků. *Svět hardware* [online]. 2009 [cit. 2013-02-26]. ISSN 1213-0818. Dostupné z: http://www.svethardware.cz/art_doc-D35E78C6C3B894FFC125727F005BE243.html
- [16] HELMICH, Jiří. Pevné disky - principy a technologie. *Pctuning* [online]. 2006 [cit. 2013-03-03]. ISSN 1214-0201. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/component/content/6815/6815?task=view&start=1>
- [17] NÝVLT, Václav. Revoluci čekejte za dva roky, SSD není budoucností pevných disků. *Technet.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/revoluci-cekejte-za-dva-roky-ssd-neni-budoucnosti-pevnych-disku-p81-/hardware.aspx?c=A110524_153214_hardware_nyv
- [18] VOŘÍŠEK, Lukáš. Seagate: Hybridní pevné disky mají budoucnost, nová generace je již na obzoru. *Pctuning* [online]. 2006 [cit. 2013-03-03]. ISSN 1214-0201.
- [19] RYBA, Albert. Seagate: Budoucnost je v hybridních discích. *ICT manažer: Informace pro váš efektivnější byznys* [online]. 2011 [cit. 2013-03-04]. ISSN 1805-5486. Dostupné z: <http://www.ictmanazer.cz/2011/12/seagate-hybridni-disky-jsou-budoucnosti/>
- [20] MANDAU, Markus. Comeback magnetických disků. *Chip: Magazín informačních technologií*. Praha: Vogel Publishing, roč. 2012, č. 11. ISSN 1210-0684. Dostupné z: <http://earchiv.chip.cz/cs/earchiv/rubriky/technika/comeback-mag-disku.html>
- [21] MURMAK, Petr. Iomega uvádí na trh 750MB ZIP mechaniky. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. [cit. 2013-03-06]. ISSN 1213-2225. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/iomega-uvadi-na-trh-750mb-zip-mechaniky>
- [22] TOIGO, Jon William. *The Holy Grail of network storage management*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, c2004, xx, 281 p. ISBN 01-302-8416-5.
- [23] PECINOVSKÝ, Josef; PECINOVSKÝ, Jan. *Nero 8: kompletní průvodce vypalováním CD a DVD*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 244 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-25246.

- [24] BARVÍŘ, Tomáš; HAMPL, Jiří; MELIŠOVÁ, Šárka. *ECDL: základy práce s počítačem a kancelářskými programy: manuál pro začátečníky a příprava ke zkouškám*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 239 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-3686-0.
- [25] CHMIEL, Pavel. *Optické paměti* [online]. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: http://chmiel.chytry.cz/files/ovt_epo_ps/me/cast1_16_opt_pameti.pdf
- [26] Technická univerzita Liberec, Fakulta strojní. Technologie II, Zpracování plastů. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/05-specialni%20vstrikovani/37-vrstvy%20cd.jpg
- [27] Technická univerzita Liberec, Fakulta strojní. Technologie II, Zpracování plastů. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/05-specialni%20vstrikovani/36-vyroba%20cd%20disku.jpg
- [28] HORÁK, Jaroslav. *Hardware: učebnice pro pokročilé*. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2004, 412 s. ISBN 80-722-6553-9.
- [29] BROŽA, Petr. *Vypalujeme CD*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2000, 196 s. CD. ISBN 80-722-6384-6.
- [30] HORÁLEK, Josef Jan. *Přenosná média* [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.horalek.org/fim/ARCH/ARCH12.pdf>. Přednáška z předmětu Architektura počítačů. Univerzita Hradec Králové.
- [31] PECINOVSKÝ, Jan. *Vypalování CD: rady a postupy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 103 s. ISBN 80-247-0719-5.
- [32] MEINDERS, Erwin R.; MIJIRITSKII V., Andrei; PIETERSON, Liesbeth van; WUTTIG, Matthias. *Optical data storage phase-change media and recording*. Softcover reprint. Dordrecht: Springer, 2006. ISBN 14-020-4217-5.
- [33] BARTOŇ, Martin. Jak funguje zápis na CD-R. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. [cit. 2013-03-06]. ISSN 1213-2225. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/jak-funguje-zapis-na-cd-r>
- [34] BARTOŇ, Martin. Jak funguje zápis na CD-RW. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. [cit. 2013-03-06]. ISSN 1213-2225. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/jak-funguje-zapis-na-cd-rw>
- [35] PECINOVSKÝ, Jan; PECINOVSKÝ, Josef. *Vypalujeme DVD na počítači*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, 96 s. Snadno a rychle (Grada). ISBN 978-80-247-2546-8.
- [36] PECINOVSKÝ, Jan. *Vypalujeme DVD na počítači: rady a postupy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 104 s. ISBN 80-247-0856-6.
- [37] DEMBOWSKI, Klaus. *Mistrovství v hardware*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 712 s. ISBN 978-80-251-2310-2.

- [38] PEEK, J. *Origins and successors of the compact disc: contributions of Philips to optical storage*. Dordrecht: Springer, 2009, 312 p. ISBN 9781402095535-.
- [39] BOUCHALA, Petr. *Optická média*. Dostupné z: <http://boucpe.wz.cz/me4a/optpam.pdf>
- [40] UČEŇ, Michal. Technologie Blu-ray a její specifikace. *TV Freak* [online]. [cit. 2013-03-17]. ISSN 1802-1328. Dostupné z: http://www.tvfreak.cz/art_doc-81F3C9EAB8D7A546C12574C1005018AF.html
- [41] UČEŇ, Michal. Vývoj technologie videodisků. *TV Freak* [online]. [cit. 2013-03-17]. ISSN 1802-1328. Dostupné z: http://www.tvfreak.cz/art_doc-19F8472A0191EBC2C12574BF004AB79F.html
- [42] Magnetic drum. *The Free Dictionary* [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Magnetic+Drum>
- [43] Hardware - Kolář. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://hardwarekolar.blogspot.cz/2010/09/pevny-disk-hdd.html>
- [44] HORÁLEK, Josef Jan. *Pevný disk, fyzická struktura* [online]. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.horalek.org/fim/ARCH/ARCH10.pdf>. Přednáška z předmětu Architektura počítačů. Univerzita Hradec Králové.
- [45] CHMIEL, Pavel. *Pevný disk* [online]. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: http://chmiel.chytry.cz/files/ovt_epo_ps/me/cast1_14_pmv_hdd.pdf
- [46] STACH, Jan. Výrazné zvýšení kapacit pevných disků od roku 2014 - HAMR nastupuje. *DDworld.cz: Technology&Lifestyle* [online]. [cit. 2013-03-17]. ISSN 1802-047X. Dostupné z: <http://www.ddworld.cz/aktuality/ukladani-dat-media/vyrazne-zvyseni-kapacit-pevnych-disku-od-roku-2014-hamr-nastupuje-2.html>
- [47] Gymnázium P.J. Šafárika v Rožňave. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://www.gymrv.sk/edupage/halkova/diskety.files/image009.gif>
- [48] STAGNER, Harley. *Pro Hyper-V*. Berkeley: Apress, c2009, xxii, 425 p. ISBN 14-302-1908-4.
- [49] VAHAL S.R.O. *Ukládání dat - přímo připojená úložiště* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/ukladani-dat-das.html>
- [50] VYMĚTAL, Dominik. *Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 142 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-3046-2.
- [51] STANĚK, Pavel. *Datová úložiště a nabídka jejich outsourcingových služeb* [online]. Praha, 2006 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: http://www.vse.cz/vskp/598_datova_uloziste_a_nabidka_jejich_outsourcingovych_sluzeb
b. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Jiří Kacerovský.

- [52] Storage. *Storage: Just about storage solutions* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://udaybhaskarjalagam4storage.wordpress.com/2009/08/18/storage-basics/>
- [53] VAHAL S.R.O. *Ukládání dat SAN – Fibre Channel* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/ukladani-dat-san-fc.html>
- [54] RAID. *Preppressure* [online]. [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: <http://www.preppressure.com/library/technology/raid>
- [55] CHMIEL, Pavel. *RAID* [online]. [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: http://chmiel.chytry.cz/files/ovt_epo_ps/me/cast1_18_raid.pdf
- [56] PFEIFER. Vše, co jste chtěli vědět o SSD. *Svět hardware* [online]. 2009 [cit. 2013-02-26]. ISSN 1213-0818. Dostupné z: http://www.svethardware.cz/art_doc-90BC248F94714B88C12575B4003F5730.html
- [57] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Technologie flash pamětí a způsoby jejich využití. *Root.cz: informace nejen ze světa Linuxu* [online]. [cit. 2013-02-28]. ISSN 1212-8309. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/technologie-flash-pameti-a-zpusoby-jejich-vyuziti/>
- [58] BARTÁČEK, Jiří. Paměťová media. [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://barts.cz/index.php/pocitace/hardware/79-media?showall=1>
- [59] MORAVEC, Zdeněk. SSD disky - 2. díl. *Ajtaci.net* [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://ajtaci.net/hardware/ssd-disky-%E2%80%93-2-dil/>
- [60] CHMIEL, Pavel. *Polovodičové paměti* [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: http://chmiel.chytry.cz/files/ovt_epo_ps/me/cast1_12_polov_pameti.pdf
- [61] ČERNÝ, Michal. Paměťové flash karty: základní přehled. *Cnews.cz* [online]. [cit. 2013-03-29]. ISSN 1804-9907. Dostupné z: <http://extranotebook.cnews.cz/pametove-flash-karty-zakladni-prehled>
- [62] PETERKA, Jiří. Počítačové sítě: Část I. - Principy. *EArchiv.cz: archiv článků a přednášek Jiřího Peterky* [online]. 2010 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/1222/slide.php3?l=12&me=42>
- [63] DVOŘÁK, Jakub. Osm tipů a triků pro webové úložiště Google Drive. *Technet.cz* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/google-drive-efektivneji-0xy-/software.aspx?c=A120729_223226_software_dvr
- [64] HYTYCHOVÁ, Alena. Ukládání a zálohování souborů online. *Workline.cz: Práce online* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.workline.cz/pruvodce/ukladani-a-zalohovani-souboru-online.aspx>
- [65] ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ. Online úložiště dat používají Češi hlavně na zálohování fotek. *IHNed.cz* [online]. [cit. 2013-04-02]. ISSN 1213 - 7693. Dostupné z:

- <http://ihned.cz/c1-56078980-online-uloziste-dat-pouzivaji-cesi-hlavne-na-zalohovani-fotek>
- [66] PROCHÁZKA, David. Sdílená webová úložiště. *Stahuj.cz* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://magazin.stahuj.centrum.cz/sdilena-webova-uloziste/>
- [67] KUBEŠ, Radek. S hlavou v oblacích. *Chip: Magazín informačních technologií*. Praha: Vogel Publishing, roč. 2012, č. 5. ISSN 1210-0684.
- [68] ULOŽ.TO. *Všeobecné smluvní podmínky užívání* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://img.uloz.to/podminky.pdf>
- [69] POLESNÝ, David; ČÍŽEK, Jakub. 10 nejlepších náhrad za Rapidshare. *Technet.cz* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/10-nejlepsich-nahrad-za-rapidshare/ceske-sluzby/sc-3-a-153014-ch-72148/default.aspx>
- [70] STÁHNU.CZ. Nejlepší úložiště na internetu pro vaše data 2. díl - fotografie a hudba. [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://stahnu.cz/magazin/nejlepsi-uloziste-na-internetu-pro-vase-data-2.-dil>
- [71] ŘÍHA, Roman. Rozbijte magnetické disky, máme přece holografické paměti. *Computerworld: Ucelený informační zdroj pro IT profesionály* [online]. Praha: IDG Czech, a.s [cit. 2013-04-05]. ISSN 1210-9924. Dostupné z: <http://computerworld.cz/archiv/rozbijte-magneticke-disky-mame-prece-holograficke-pameti-15451>
- [72] CEJNAR, Pavel. Holografické paměti na prahu komerčního využití. *Science world* [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/holograficke-pameti-na-prahu-komercniho-vyuziti-2136/>
- [73] FIALA, Petr. Holografické paměti. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2004/xfiala4.htm>
- [74] BARTOŇ, Martin. Technologie holografického zápisu. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. [cit. 2013-03-06]. ISSN 1213-2225. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/technologie-holografickeho-zapisu>
- [75] OLŠAN, Jan. Vědci úspěšně uložili data do molekuly DNA. Jeden gram prý stačí na 2,2 PB. *Cnews.cz* [online]. London: Oxford University Press [cit. 2013-03-29]. ISSN 1804-9907. Dostupné z: <http://extrahardware.cnews.cz/vedci-uspesne-ulozili-data-do-molekuly-dna-jeden-gram-pry-staci-na-22-pb>
- [76] JAVŮREK, Karel. Jeden gram DNA stačí pro uložení 700 TB dat. *E15.VTM* [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/jeden-gram-dna-staci-pro-ulozeni-700-tb-dat>

- [77] JANOUSH, Marek. Ukládání do DNA udivuje nezměrnou kapacitou. *Lupa.cz* [online]. [cit. 2013-04-07]. ISSN 1213-0702. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/ukladani-do-dna/>
- [78] REDAKCE ČRO LEONARDO. Kniha zapsaná do DNA. *ČRo Leonardo* [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/leonardo/zpravy/_zprava/kniha-zapsana-do-dna--1100315
- [79] BARTON, Martin. Mempile přijde s terabajtem na placku. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. [cit. 2013-03-06]. ISSN 1213-2225. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/mempile-prijde-s-terabajtem-na-placku>
- [80] JAVUREK, Karel. Memristor: blízké setkání čtvrtého druhu. *Živě.cz* [online]. [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/memristor-blizke-setkani-ctvrteho-druhu/sc-3-a-152704/default.aspx>
- [81] Amazing facts and figures about the evolution of hard disk drives. *Pingdom* [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://royal.pingdom.com/2010/02/18/amazing-facts-and-figures-about-the-evolution-of-hard-disk-drives/>
- [82] GOOGLE. Disk Google: Nic nemažte. Sdílejte cokoli. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <https://www.google.com/intl/cs/drive/start/features.html>
- [83] MICROSOFT. Vaše soubory bez omezení. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://windows.microsoft.com/cs-cz/skydrive/download>
- [84] MICROSOFT TECHNET. SkyDrive: moderní webové úložiště. *Živě.cz* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/skydrive-moderni-webove-uloziste/sc-3-a-165772/default.aspx>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graf zobrazující nárůst diskové kapacity a pokles cen za megabyte.....	14
Obrázek 2: Děrný štítek a povrch optického disku	15
Obrázek 3: Magnetická bubnová paměť po otevření krytu.....	16
Obrázek 4: Blokové schéma magnetické bubnové paměti.....	17
Obrázek 5: Organizace dat na magnetické pásce	19
Obrázek 6: Jednotlivé části pevných disků.	23
Obrázek 7: Schéma stop, sektorů a zón na pevném disku.....	24
Obrázek 8: Fyzická struktura HDD.....	25
Obrázek 9: Schéma podélného a kolmého zápisu.....	27
Obrázek 10: Schéma svislého záznamu na disk a nové technologie HAMR.....	32
Obrázek 11: Model DAS.....	34
Obrázek 12: Model NAS.....	35
Obrázek 13: Model SAN.....	36
Obrázek 14: RAID 0	38
Obrázek 15: RAID 1	38
Obrázek 16: RAID 10	39
Obrázek 17: RAID 3	40
Obrázek 18: RAID 5.....	41
Obrázek 19: Schéma diskety.....	42
Obrázek 20: Jednotlivé vrstvy CD disku.....	48
Obrázek 21: Schéma záznamu na disk.....	52
Obrázek 22: Princip čtení hlavy u optické mechaniky.....	53
Obrázek 23: Průřez médiem CD-R.....	54
Obrázek 24: Průřez médiem CD-RW.....	55
Obrázek 25: Rozdíl ve struktuře CD a DVD.....	58
Obrázek 26: Porovnání technologií použitých u CD, DVD a Blu-ray disků.....	61
Obrázek 27: Zapojení paměťových buněk u flash pamětí typu NOR... ..	65
Obrázek 28: Zapojení paměťových buněk u flash pamětí typu NAND.....	66
Obrázek 29: Schéma synchronizace dat uložených v cloudu mezi různá zařízení	72
Obrázek 30: Schéma záznamu dat.....	79
Obrázek 31: Schéma čtení dat.....	80
Obrázek 32: Médium TeraDisc.....	82

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Uložení dat při různé velikosti sektorů	24
Tabulka 2: Příklad prokládání	28
Tabulka 3: Prokládání	28
Tabulka 4: Vývoj disket a jejich kapacit	42
Tabulka 5: Barviva kompaktních disků	48
Tabulka 6: Barvy CD	49
Tabulka 7: Přehled standardů CD	51
Tabulka 8: Rozdíl mezi CD a DVD	58
Tabulka 9: Srovnání BD, HD DVD, DVD a CD	61
Tabulka 10: Porovnání technologie NOR a NAND	67
Tabulka 11: Nejprodávanější datová úložiště na českém trhu	85
Tabulka 12: Nejlepší média dle zvolených kritérií	86
Tabulka 13: Porovnání soukromých webových úložišť	87
Tabulka 14: Porovnání veřejných webových úložišť	88

SEZNAM ZKRATEK

Android – mobilní operační systém vytvořený společností Google

ATA (Advanced Technology Attachment) – paralelní typ připojení pomocí 40 pinového konektoru a 40 nebo 80 žilového kabelu. Dnes už téměř nahrazené sériovým SATA

BlackBerry – mobilní operační systém používaný v chytrých telefonech značky BlackBerry. Vytvořen společností Research in Motion

CIFS (Common Internet File Systém) – síťový komunikační protokol aplikační vrstvy, který slouží ke sdílenému přístupu k souborům, tiskárnám, sériovým portům a další komunikaci mezi uzly na síti

DRAM (Dynamic Random Access Memory) – typ paměti, kde je informace uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru. Ten v nabitém stavu představuje jedničku a ve vybitém nulu. Brzy se vybíjí a je tedy nutné kondenzátory periodicky dobíjet – oživit paměťové buňky, aby nedošlo ke ztrátě dat

EEPROM (Electrically EPROM) – typ paměti s podobným chováním jako paměti EPROM. Výhodou oproti EPROM pamětem je, že vymazání se provádí elektricky a nikoliv pomocí UV záření

EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) – statická energeticky nezávislá paměť, do které může uživatel provést zápis. Zapsané informace je možné vymazat působením ultrafialového záření

Express Card – rozhraní umožňující připojení periferních zařízení k počítači, obvykle k notebooku

Fiber Channel (FC) – je až gigabitové komunikační rozhraní, primárně používané pro vysokorychlostní přenos dat v síti

Firmware – obecné označení programového vybavení, vázané na hardware pro který je určen

iOS – mobilní operační systém vytvořený společností Apple Inc.

LAN (Local Area Network) – místní (lokální) síť. Síť Lan lze vytvořit minimálně mezi dvěma počítači. V současnosti velmi populární

NFS (Network File Systém) – jedná se o internetový protokol, který umožňuje vzdálený přístup k souborům skrze počítačovou síť

PATA (Paralel ATA) – stejné jako ATA, označení se začalo používat s příchodem SATA

RPM (Revolutions per minute) – anglická zkratka pro jednotku úhlové rychlosti, otáčky za minutu

SAS (Serial Attached SCSI) – pokračovatel SCSI rozhraní, tentokrát v sériovém provedení, používá se u nejvýkonnějších serverových disků s rychlostí otáčení ploten až 15 000 RPM. Konektor podobný SATA

SATA (Serial ATA) – sériové připojení, výhoda technologie je použití tenčích kabelů a vyšších rychlostí díky sériovému proudění dat, ty jsou přenášeny v 10 bitovém kódování a ne 8 bitovém, jak je v počítačovém světě zvykem

SCSI (Small Computer System Interface) – vysokorychlostní paralelní rozhraní, používá se u pevných disků, magnetických pásek, nebo např. skenerů. Existuje ve více revizích, jako poslední se používají Ultra 320 SCSI nebo Ultra 640 SCSI, číslo v názvu udává maximální rychlost v MB/s. Dnes už není tolik rozšířené, je potřeba zvláštních řadičů

USB (Universal Serial Bus) – vysokorychlostní sériová sběrnice sloužící k připojení externích zařízení k počítači. Dnes používaná ve verzi USB 2.0 (rychlost až 480 Mb/s) a USB 3.0 (rychlost až 5 Gb/s)

USD – americký dolar, znak \$

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha AJednotky používané v bakalářské práci
- Příloha BNitro moderní páskové jednotky od společnosti Oracle
- Příloha CZápis dat po cylindrech
- Příloha DRodina kompaktních disků
- Příloha ESchéma výroby CD technologií vstřikování s dolisováním
- Příloha FProces zápisu a mazání dat na disku CD-RW
- Příloha GRozdíl ve struktuře CD a DVD
- Příloha HSpecifické vlastnosti DVD
- Příloha IVývoj ve velikosti pevných disků
- Příloha JHistorický vývoj pevných disků
- Příloha KNOR zapojení flash paměti
- Příloha LPřehled jednotlivých webových úložišť

Příloha A

Jednotky používané v bakalářské práci

Jednotka	Odpovídá
1 Bit	1 Bit
8 Bits	1 Byte
1024 Bytů	1 Kilobyte
1024 Kilobytů	1 Megabyte
1024 Megabytů	1 Gigabyte
1024 Gigabytů	1 Terabyte
1024 Terabytů	1 Petabyte
1024 Petabytů	1 Exabyte
1024 Exabytů	1 Zettabyte
1024 Zettabytů	1 Yottabyte
1024 Yottabytů	1 Brontobyte

Jednotka	Značka
Bit	b
Byte	B
Kilo Byte	KB
Mega Byte	MB
Giga Byte	GB
Tera Byte	TB
Peta Byte	PB
Exa Byte	EB
Zetta Byte	ZB
Yotta Byte	YB
Bronto Byte	BB

Předpona		Číselný ekvivalent	
Název	Značka	Desetinný tvar	Exponenciální tvar
giga	G	1 000 000 000	10^9
mega	M	1 000 000	10^6
kilo	k	1 000	10^3
hekto	h	100	10^2
deka	da	10	10^1
deci	d	0,1	10^{-1}
centi	c	0,01	10^{-2}
mili	m	0,001	10^{-3}
mikro	μ	0,000 001	10^{-6}
nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
piko	p	0,000 000 000 001	10^{-12}

Příloha B

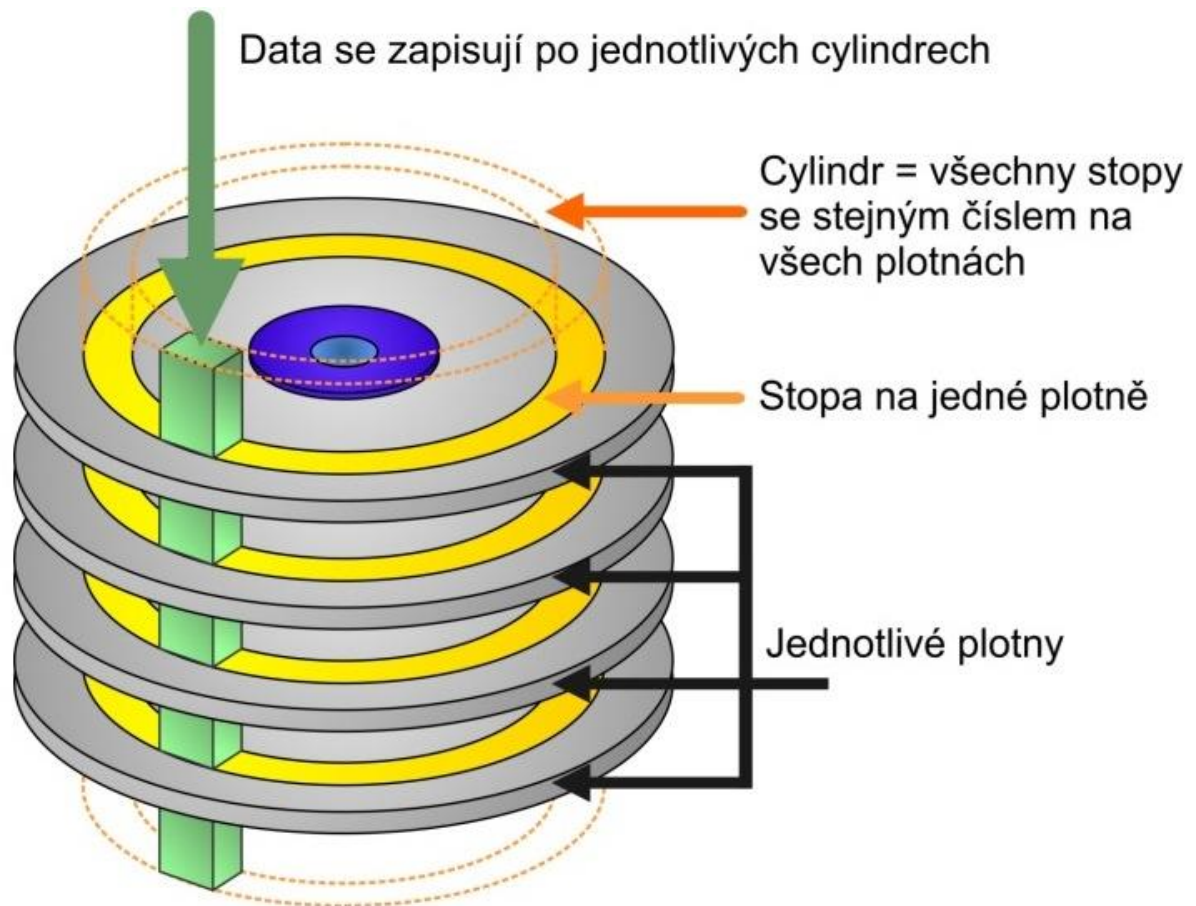
Nitro moderní páskové jednotky od společnosti Oracle



Zdroj: [8]

Příloha C

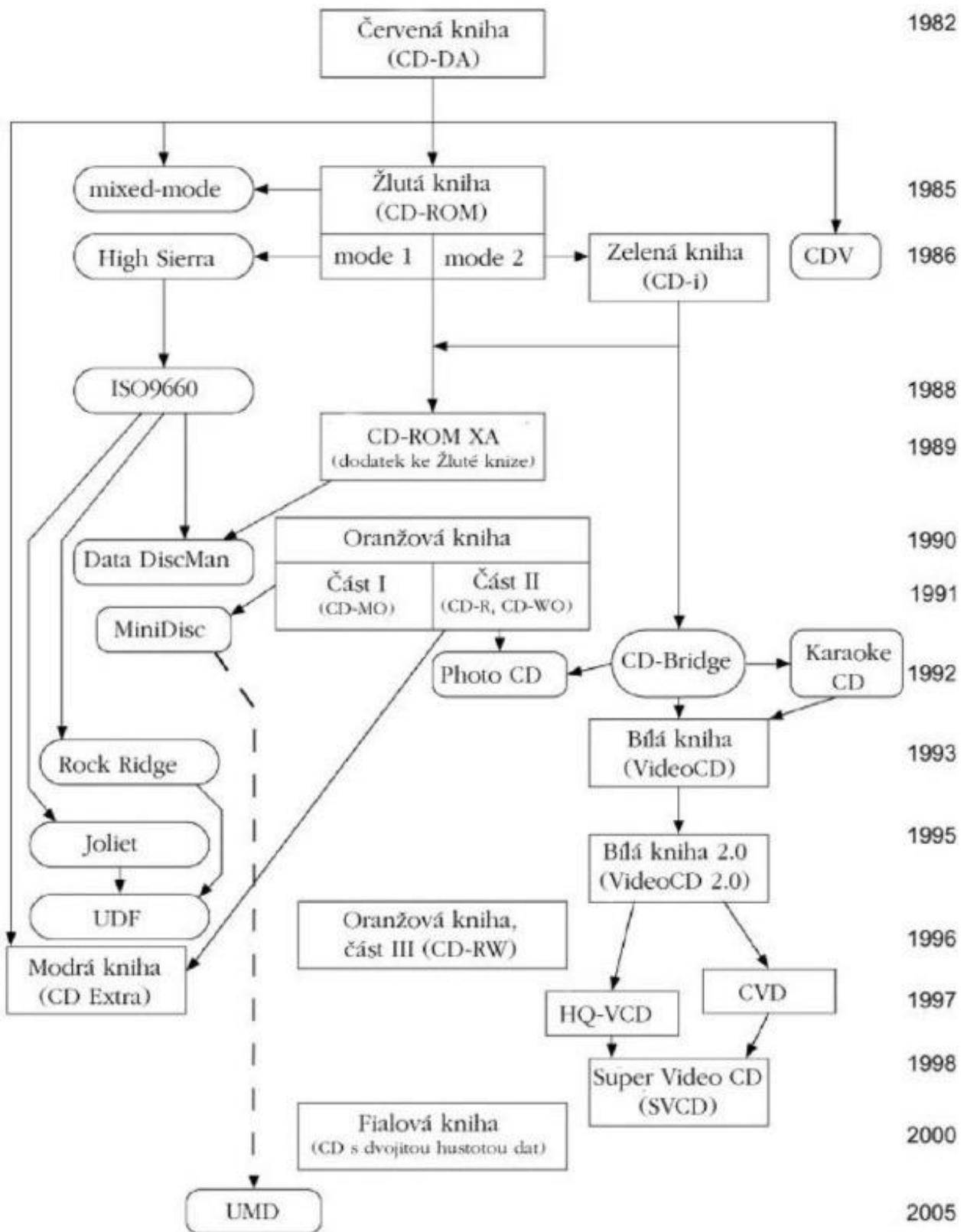
Zápis dat po cylindrech



Zdroj: [44]

Příloha D

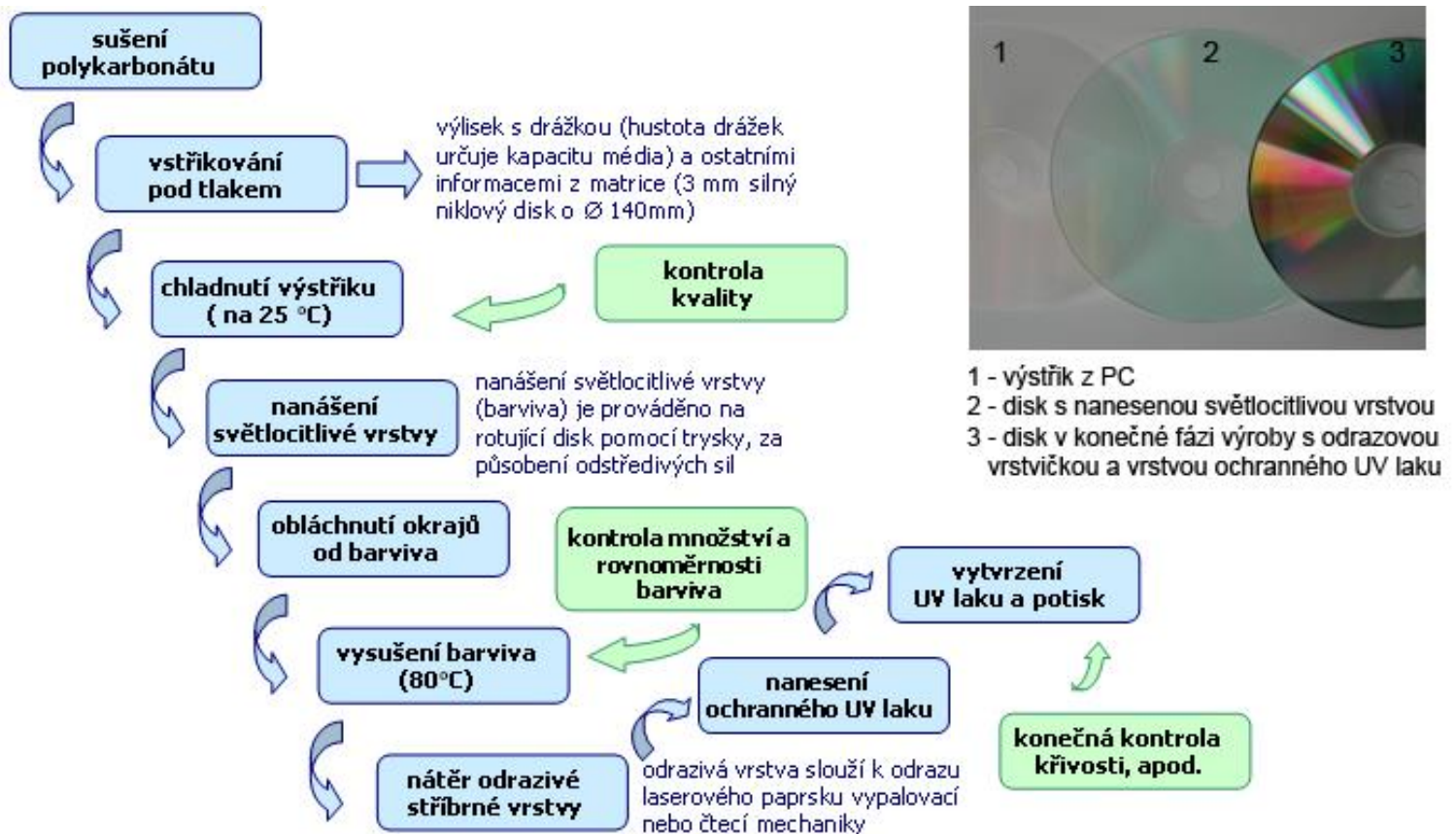
Rodina kompaktních disků



Zdroj: [3]

Příloha E

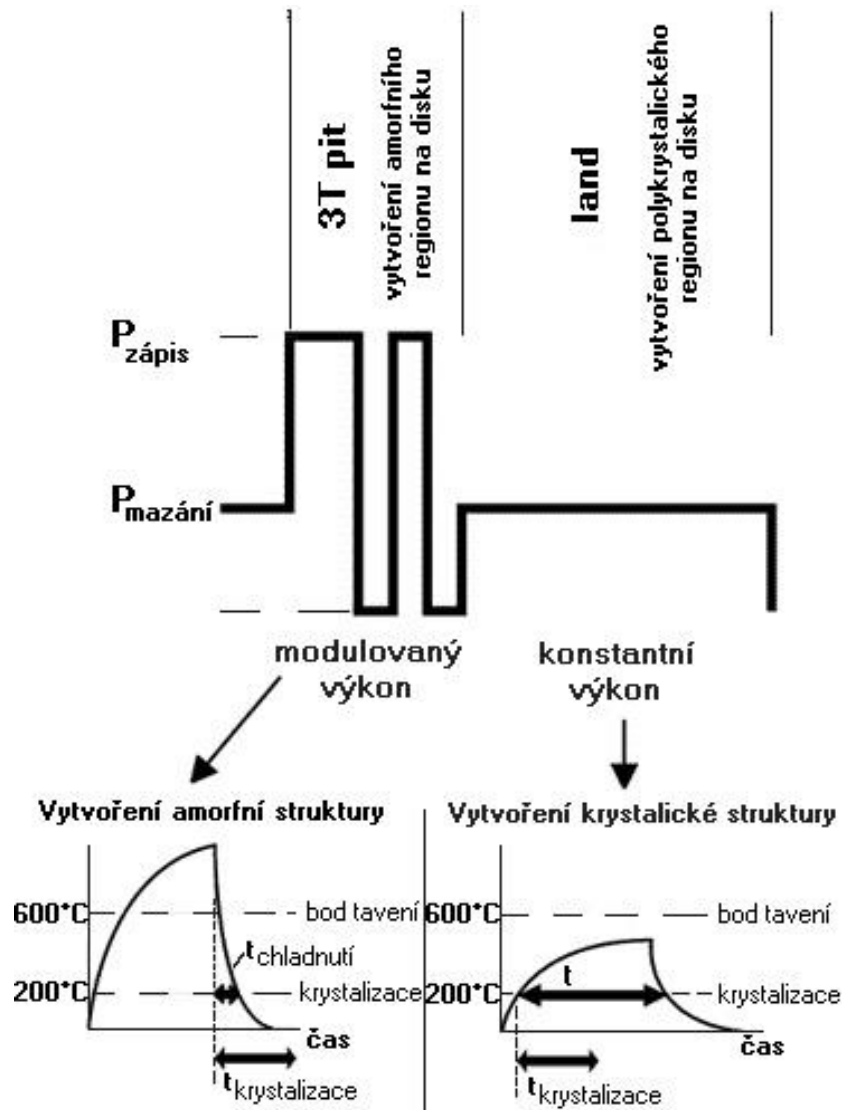
Schéma postupu výroby CD technologií vstřikování s dolisováním



Zdroj: [27]

Příloha F

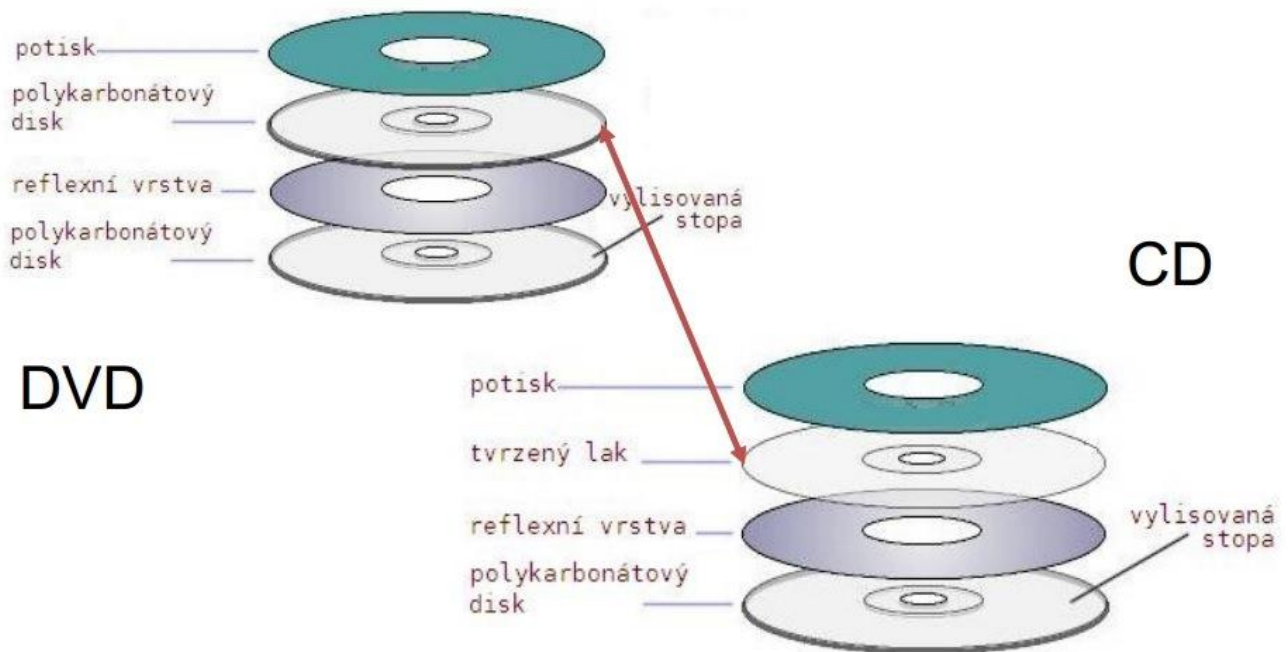
Proces zápisu a mazání dat na disku CD-RW



Zdroj: [34]

Příloha G

Rozdíl ve struktuře CD a DVD



Zdroj: [30]

Příloha H

Specifické vlastnosti DVD

Rozdíly ve velikostech zapisovatelných DVD

Typ disku	Bytů	GB	GiB
DVD+R	4700372992	4,7	4,378
DVD-R	4707319808	4,71	4,384
DVD+R DL	8547991552	8,55	7,961
DVD-R DL	8543666176	8,54	7,957

Zdroj: [35]

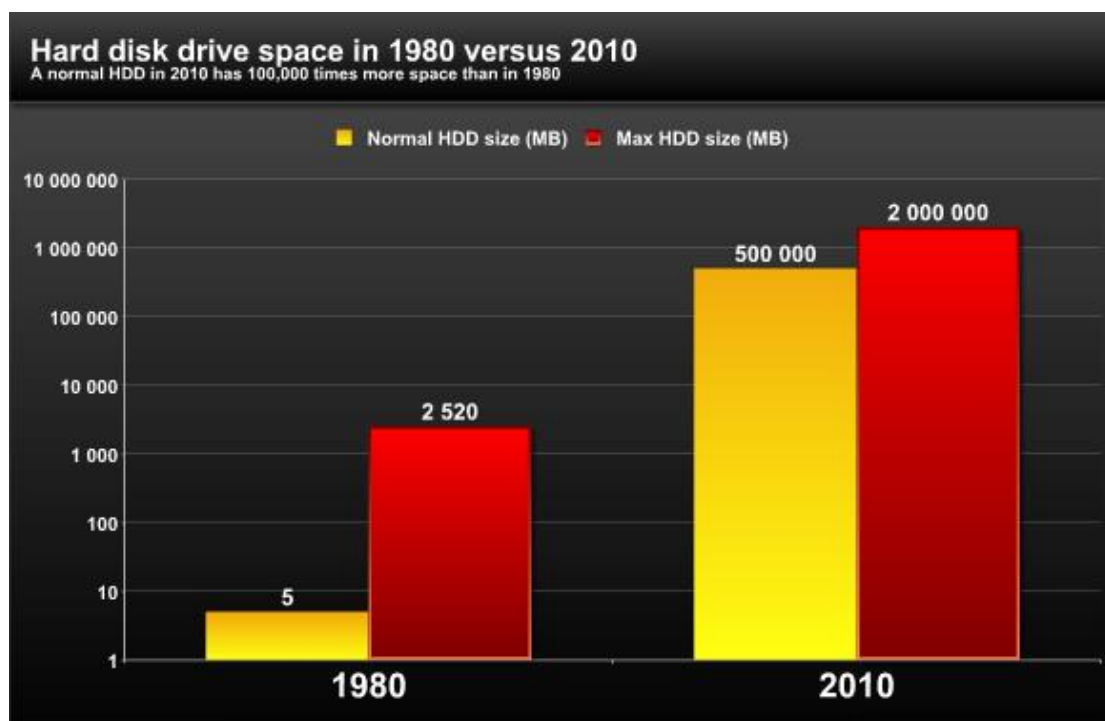
Varianty, v kterých se média DVD prodávají

Počet stran	Počet vrstev	Kapacita disku	Označení
1	1	4,7 GB	DVD - 5
1	2	8,5 GB	DVD - 9
2	1	9,4 GB	DVD - 10
2	2	17 GB	DVD - 18

Zdroj: [28]

Příloha I

Vývoj ve velikosti pevných disků



Zdroj: [81]

Příloha J

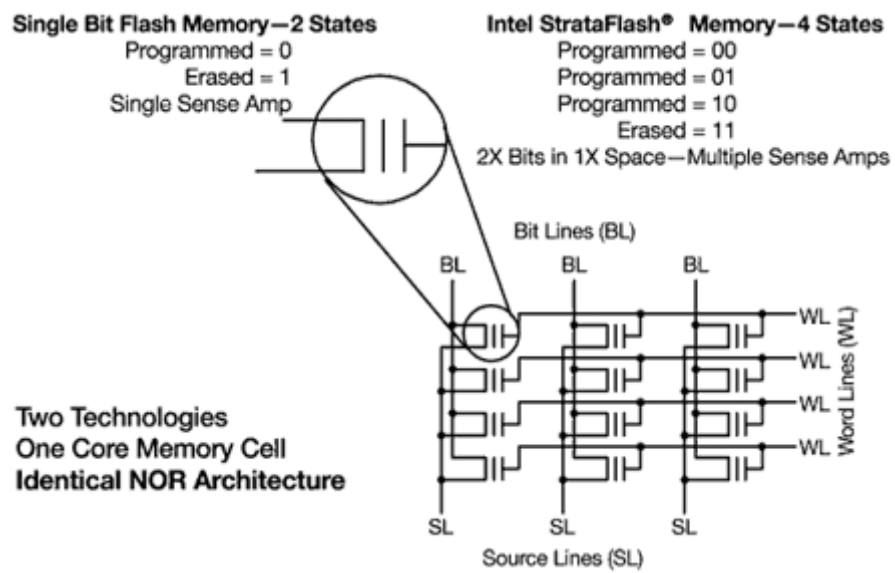
Historický vývoj pevných disků



Zdroj: [81]

Příloha K

NOR zapojení flash paměti (MLC)



Zdroj: [57]

Příloha L

Přehled jednotlivých webových datových úložišť

Soukromá webová úložiště		
Název	Adresa	Velikost úložiště zdarma
SkyDrive	www.skydrive.live.com	7 GB
SugarSync	www.sugarsync.com	5 GB
Box	www.box.com	5 GB
Google Drive	www.drive.google.com	5 GB
Wuala	www.wuala.com	5 GB
Dropbox	www.dropbox.com	2 GB

Veřejná webová úložiště			
Česká úložiště		Zahraniční úložiště	
Název	Adresa	Název	Adresa
Ulož.to	www.uloz.to	FileFactory	www.filefactory.com
HellShare	www.hellshare.cz	Hotfile	www.hotfile.com
Share-rapid	www.share-rapid.cz	MediaFire	www.mediafire.com
CZshare	www.czshare.com	Fileserve	www.fileserve.com
Edisk	www.edisk.cz	4Shared	www.4shared.com

Specializovaná webová úložiště na jeden formát		
Název	Adresa	Použití
Picasa	www.picasa.google.com	Fotografie
Flickr	www.flickr.com	Fotografie
Rajče	www.rajce.idnes.cz	Fotografie
Apple iCloud	www.appleid.apple.com/cz	Fotografie, hudba, kalendář, dokumenty
Google Music	www.music.google.com	Hudba