

16. apríl 2015

# 8. prednáška ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE

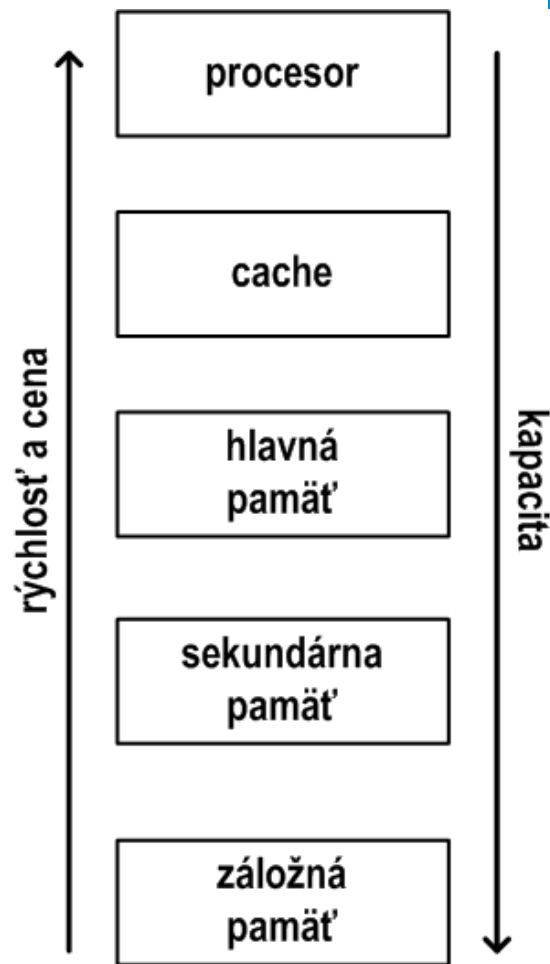


**Jana Milanová**

Fakulta riadenia a informatiky,  
Katedra technickej kybernetiky

# PAMÄŤ

- jedna zo **základných častí číslicového počítača**; slúži na **uchovávanie programov a údajov**, s ktorými programy pracujú,
- **ideálna pamäť má vysokú kapacitu**, je **rýchla** (aby zbytočne nespomaľovala prácu procesora) a je **cenovo dostupná**; tieto požiadavky sú navzájom protichodné a zatiaľ ich nie je možné všetky splniť súčasne; preto sa v číslicových počítačoch používa niekoľko druhov pamätí,

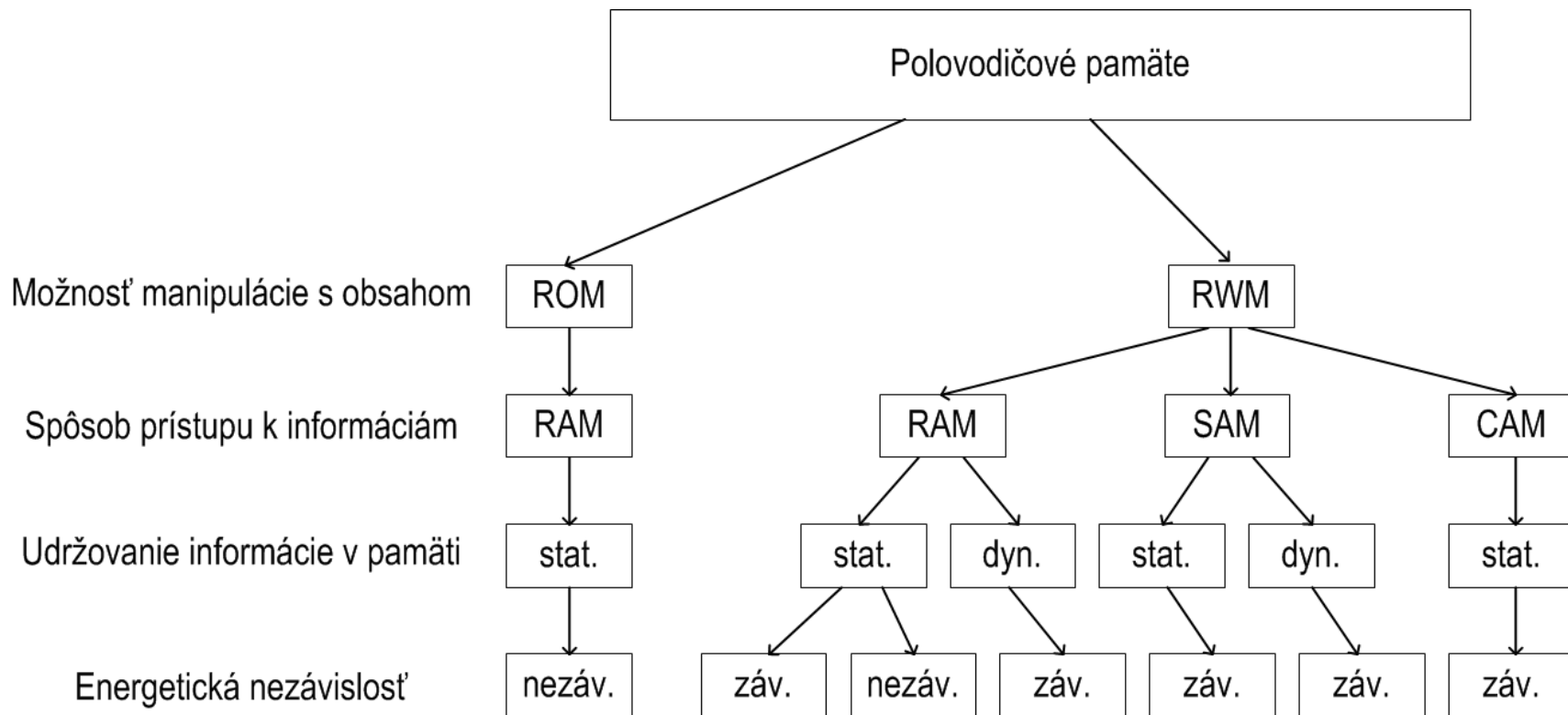


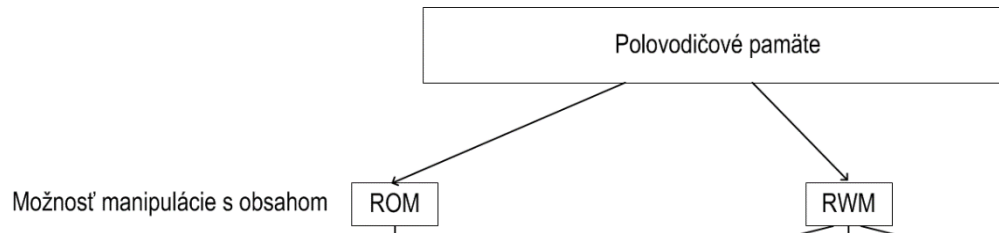
- **pamäť v procesore** – tvorená registrami, ktoré procesor obsahuje,
  - **najrýchlejšia pamäť**, pretože je možné s ňou pracovať tak rýchlo, ako pracuje procesor,
  - pri práci s ňou **odpadá potreba použiť zbernicu** počítača na prenos údajov,
  - má **veľmi malú kapacitu** – maximálne niekoľko desiatok registrov,
  
- **cache pamäť** – slúži ako vyrovnávacia pamäť, pretože umožňuje vyrovnávanie rýchlosti prenosu údajov medzi procesorom a hlavnou pamäťou,
  - podstatne **rýchlejšia ako hlavná pamäť**, ale zároveň je rádovo menšia,
  - princíp - časť údajov sa presunie z hlavnej pamäte do vyrovnávacej a tým sa zvýši rýchlosť prístupu ku informáciám zo strany procesora,
  - možné použiť **viacero pamätí typu cache** - líšia sa rýchlosťou a veľkosťou; hovoríme o vyrovnávacej pamäti prvej, druhej, prípadne tretej úrovne (L1, L2 resp. L3 cache),

- **hlavná (primárna, operačná) pamäť:**
  - tvorí základ pamäťového podsystemu,
  - obsahuje práve vykonávaný program a spracúvané údaje,
  - kapacita operačnej pamäte sa v súčasnosti pohybuje v oblasti GB,
- **sekundárna pamäť** – slúži na uchovanie informácií, ktoré sa momentálne nepoužívajú; patria sem predovšetkým pevné disky,
  - slúži na permanentné uloženie údajov; predošlé typy pamätí pri výpadku napájania zvyčajne svoj obsah strácajú,
- **záložná pamäť** – slúži predovšetkým na archiváciu informácií, prípadne na ich prenos,
  - patria sem USB kľúče, CD-ROM/RW, DVD-ROM/RW, diskety, magnetické pásky, atď.

- medzi jednotlivými pamäťami sa prenášajú údaje po blokoch (napr. procesor-cache 4 B, cache – hlavná pamäť 128 B, hlavná pamäť – sekundárna pamäť 512 B; hodnoty sa samozrejme môžu líšiť v závislosti od typu procesora, pamäte a pod.),
- celý pamäťový podsystem je riadený zložitejšími riadiacimi obvodmi, ich úlohou je:
  - zabezpečiť, aby bol potrebný údaj v cache pamäti, aby sa obmedzilo čakanie procesora; ak údaj v cache nie je (chyba bloku), je potrebné načítať do cache pamäte ten správny blok z hlavnej pamäte; ak sa nenájde žiadaná informácia ani v hlavnej pamäti – chyba stránkovania, resp. segmentovania,
  - zabezpečenie zhody dát v rôznych úrovniach pamätí – to znamená, že ak procesor zmení údaj v cache pamäti, je potrebné, aby sa daná zmena prejavila aj v hlavnej pamäti - potrebné zabezpečiť **koherenciu dát**,

# POLOVODIČOVÉ PAMÄTE

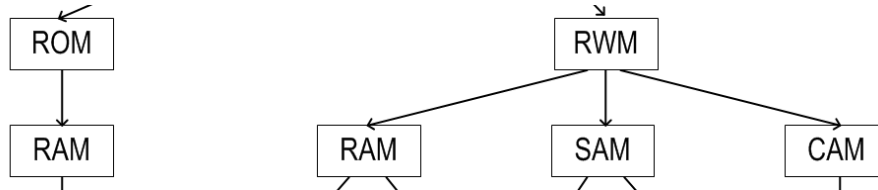




- **xROM** (Read Only Memory) – pamäte určené len na čítanie,
  - niektoré pamäte označované ako ROM v skutočnosti umožňujú aj zápis, ale operácia zápisu sa v porovnaní s čítaním používa zriedka a je značne náročnejšia (technicky alebo časovo),
- **RWM** (Read Write Memory) – pamäte určené pre čítanie a zápis,
  - veľmi často sa pamäte typu RWM označujú ako RAM (RAM označuje spôsob prístupu k informáciám, nie možnosť manipulácie s obsahom); v skutočnosti aj pamäte ROM sú väčšinou typu RAM,

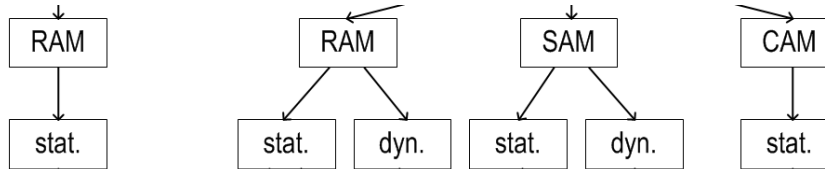
Možnosť manipulácie s obsahom

Spôsob prístupu k informáciám

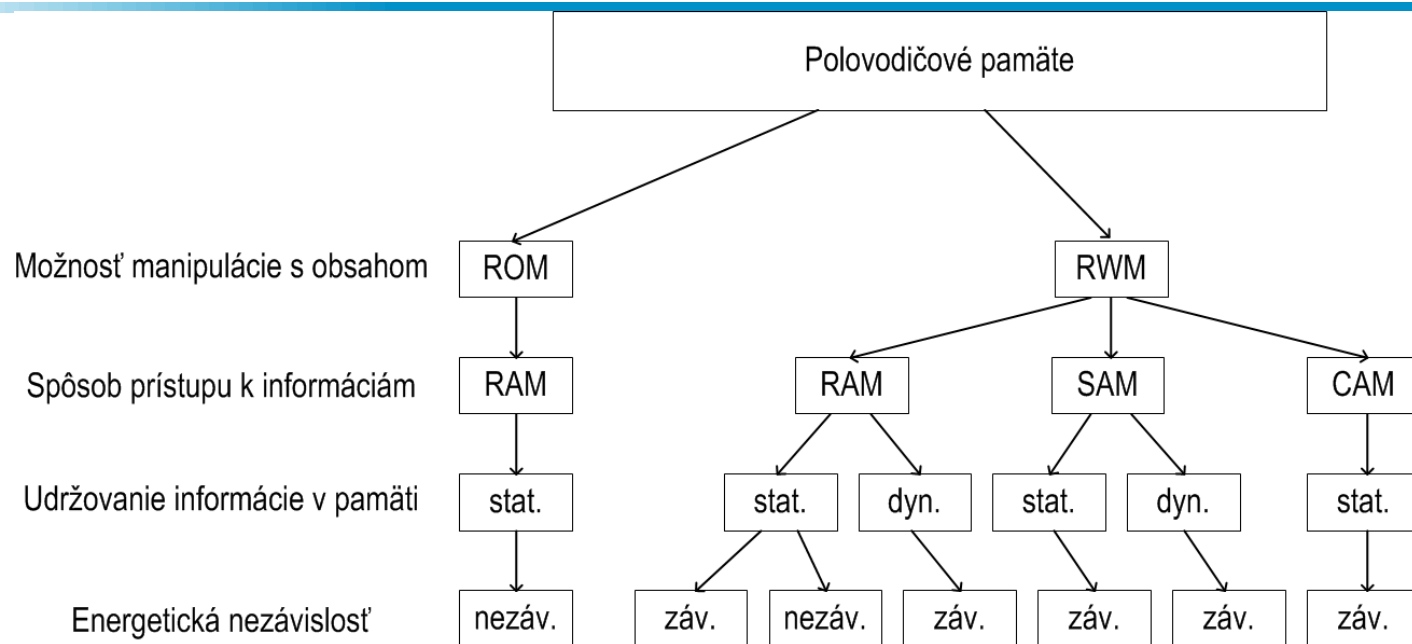


- pamäte s **náhodným** (ľubovoľným) prístupom (RAM - Random Access Memory):
  - doba prístupu k údajom nie je závislá na mieste uloženia (na adrese); čítanie z akejkoľvek adresy je rovnako zložité,
  - patria sem **bežné pamäte** používané ako cache alebo hlavná pamäť,
- pamäte so **sekvenčným** (postupným) prístupom (SAM - Sequential Access Memory):
  - hľadaný údaj je možné získať až po **systematickom prehladaní pamäte**,
  - doba prístupu k údajom je závislá na mieste uloženia v pamäti; sekvenčný prístup je typický pre **magnetické páskové pamäte**,
- pamäte s **asociatívnym** prístupom (CAM - Content Addressable Memory):
  - sprístupnenie pamäťového miesta sa uskutočňuje na základe **porovnania časti jeho informačného obsahu so zadaným argumentom**,
  - možné považovať za opak pamätí RAM - RAM dáva údaj pre zadanú adresu a **CAM poskytuje adresu pre daný údaj**,
  - CAM pamäť je možné použiť hlavne v aplikáciách, ktoré vyžadujú **vysokorýchlostné prehľadávanie**,



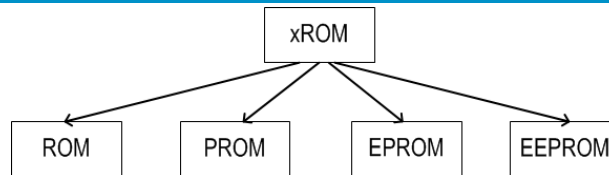


- **statické** pamäte – informácia je po zápise zachovaná až do jej prepísania,
  - ▣ ako základný stavebný prvok sa používajú bistabilné klopné obvody, napríklad typu D,
  - ▣ sú **rýchle**, ale pomerne **komplikované**, a teda aj drahé,
  - ▣ výhodou je, že **nie je potrebné starať sa o obnovovanie obsahu pamäte**,
  - ▣ používajú sa napríklad v **cache** pamätiach,
- **dynamické** pamäte – **využívajú na uloženie jedného bitu** informácie parazitné kapacity, v ktorých buď je alebo nie je uložený **náboj**; **tento náboj sa postupne vybíja**, preto **je potrebné pravidelne obnovovať obsah pamäte** (refresh),
  - ▣ DRAM pamäte sa najčastejšie využívajú ako hlavná pamäť, pretože nie sú príliš drahé a môžu mať pomerne veľkú kapacitu,
  - ▣ synchronne dynamické pamäte typu RAM – **SDRAM**; pamäte s dvojnásobne rýchlym prenosom – **DDR SDRAM** (Double Data Rate), **DDRAM**,



- **energeticky závislé pamäte** – ich obsah sa po prerušení napájania stráca,
  - ▣ napr. cache a hlavná pamäť,
- **energeticky nezávislé pamäte** – obsah pamätí je nezávislý na napájaní,
  - ▣ napr. všetky typy ROM pamätí, pevné disky, CD/DVD-ROM, atď.

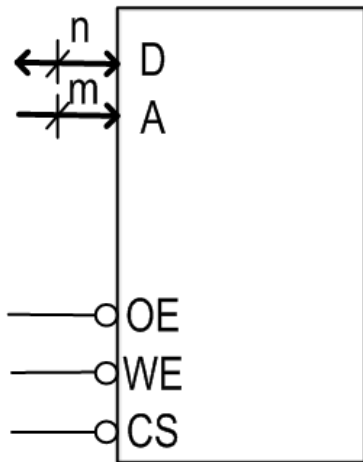
# xROM PAMÄTE



- **ROM** (Read only memory)- pamäte sú určené **len na čítanie**; ich obsah je určený pri výrobe,
- **PROM** (Programmable ROM) – pamäť, ktorú možno **jednorázovo naprogramovať**, potom je možné už len čítanie,
  - informácia je uložená v **tenkých kovových drôtikoch**; ak je drôtik nezmenený - log.0; **ak sa prepáli – log. 1**,
  - **výhoda – stálosť a odolnosť voči vonkajším vplyvom**,
  - **nevýhoda - veľké rozmery „bunky“; nemožnosť preprogramovania**,
- **EPROM** (Erasable PROM) – pamäť, do ktorej je možné **opakovane zapisovať**,
  - **zápis** sa uskutočňuje elektricky **pomocou riadeného priarazu** (náboj prekoná bariéru izolantu); **mazanie** je možné **pomocou ultrafialového žiarenia** (púzdro obsahuje okienko potrebné pre prienik UV žiarenia), ktorým sa zvýši vodivosť okolia a náboj vyprchá,
  - nevýhoda - počet zápisov je obmedzený (len určitý počet cyklov mazania); veľká plocha zabraná jednou bunkou; chýlostivosť na žiarenie a teplotu,
- **EEPROM** (Electrically Erasable PROM) - na rozdiel od EPROM sa **mazanie** uskutočňuje **pomocou elektrických impulzov**; čas potrebný na zápis informácie je mnohonásobne vyšší ako čas potrebný na jej prečítanie,
- **Flash memory** - rýchlejšia ako predchádzajúce typy (Flash – blesk); používa sa v **USB kľúčoch**, pamäťových kartách, digitálnych kamerách a pod.,

# PRIPÁJANIE POLOVODIČOVÝCH PAMÄTÍ KU ZBERNICI

- symbol typickej statickej polovodičovej pamäte typu R/W,
- k okoliu sa pripája  $n$  bitmi obojsmerných dátových signálov,  $m$  bitmi adresy a riadiacimi signálmi OE/, WR/ a CS/,
  - ▣ počet dátových bitov ( $n$ ) určuje dĺžku slova, ktoré je možné naraz (paralelne) do pamäte zapísať, respektíve z nej vyčítať,
  - ▣ počet adresných vstupov ( $m$ ) určuje kapacitu pamäte, ktorá je rovná  $2^m$  binárnych slov dĺžky  $n$  bitov,
  - ▣ riadenie pamäte typicky funguje podľa tabuľky:

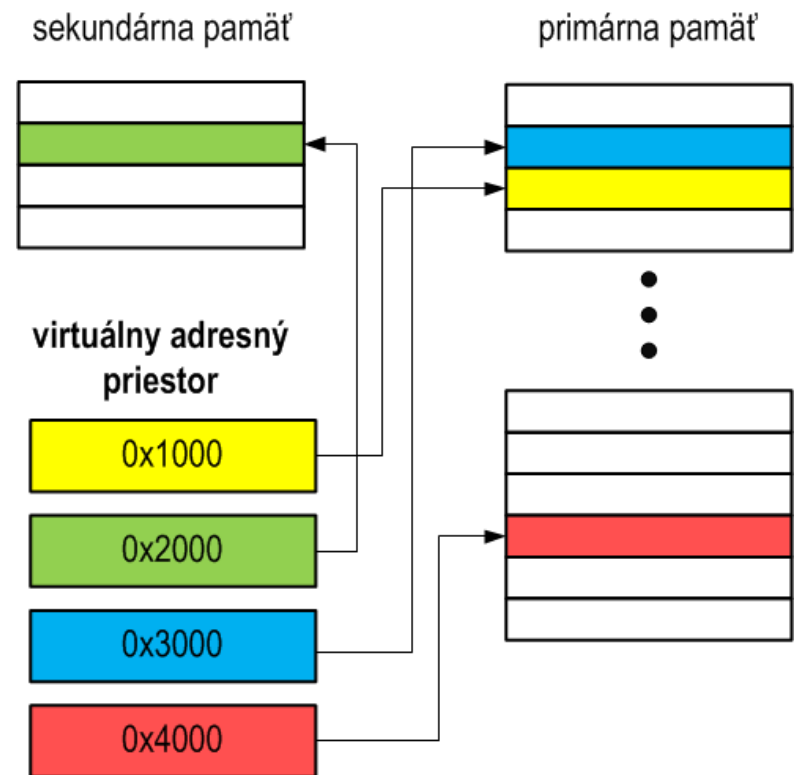


CS/	OE/	WE/	DQ0-DQ7
1	x	x	$D \leq Z$
0	1	1	$D \leq Z$
0	0	1	$D \leq [A]$
0	1	0	$[A] \leq D$
0	0	0	$[A] \leq D$

# VIRTUÁLNA PAMÄŤ

- v číslicových počítačoch rozlišujeme pamäť na **fyzickú a virtuálnu**,
  - ▣ pod fyzickou pamäťou sa myslí operačná (hlavná) pamäť,
  - ▣ pod pojmom „virtuálna pamäť“ sa často chápe len „**swapovanie**“ pamäte,
- **virtuálna pamäť** predstavuje taký spôsob riadenia pamäte, kedy **operačný systém prezentuje nespojitú časť pamäte ako jeden spojitý celok**; t.j., že aplikácii sa javí, že jej údaje sú uložené v jednom súvislom bloku pamäte, pričom **fyzicky môžu byť údaje uložené na rôznych miestach** v pamäti, prípadne aj v rôznych druhoch pamäti (operačná pamäť, disk ...),
- swapovanie je len jednou z techník používaných pri práci s virtuálnou pamäťou,

- príklad:
- znázornený princíp virtuálnej pamäte – pamäťové bloky s adresami 0x1000, 0x2000, 0x3000 a 0x4000 sú v skutočnosti uložené vo fyzickej pamäti v úplne inom poradí a blok 0x2000 dokonca aj na inom pamäťovom médiu (na disku),




# SWAPOVANIE

- princíp **swapovania** je založený na tom, že aktuálny program (resp. dáta, s ktorými pracuje) nemusí byť uložený v hlavnej pamäti celý, ale môže tam byť len jeho časť,
- keď je potrebné pracovať s časťou programu, ktorá nie je v hlavnej pamäti, načíta sa zo sekundárnej pamäte (z disku) a pokračuje sa ďalej, momentálne nepotrebná časť programu sa naopak zapíše na disk,
- tento proces je pritom z hľadiska vykonávaného programu **neviditeľný**, takže program môže mať pocit, že má k dispozícii veľkú operačnú pamäť (napr. 512 MB), ale pritom jej môže mať relatívne málo (napr. 128 MB),
- používanie swapovania **spomaľuje prácu počítača**, keďže sekundárna pamäť (disk) je podstatne pomalšia než hlavná pamäť,

- organizácia pamäte je realizovaná pomocou špeciálneho hardvéru (ktorý je často súčasťou procesora) a softvéru nazývaného **menežér pamäte**,
- v OS DOS boli menežéry pamäte samostatné programy, v multitaskingových systémoch je menežment pamäte súčasťou operačného systému,
- hardvérovo je práca s virtuálnou pamäťou podporovaná napr. prostredníctvom jednotky MMU (**Memory Management Unit**), ktorá má na starosti preklad virtuálnych adries na fyzické,



- pri práci s virtuálnou pamäťou sa využívajú dva spôsoby prenosu údajov medzi fyzickou a virtuálnou pamäťou:
  - **stránkovanie** – fyzická aj virtuálna pamäť je rozdelená na rovnako veľké oblasti – stránky,
    - **stránka** – súvislý pamäťový priestor (jej veľkosť býva často 4 kB),
    - **výhoda** spočíva v pevnej veľkosti stránok – ak je potrebné načítať do hlavnej pamäte novú stránku, stačí zabezpečiť aby bolo pre ňu voľné miesto,
  - **segmentovanie** – medzi fyzickou a virtuálnou pamäťou sa presúvajú celé segmenty,
    - **segment** – súvislá oblasť pamäte, ktorej obsah má logický súvis (napr. segment programový, dátový atď.),
    - **nevýhoda** segmentovania je, že veľkosť segmentov je vo všeobecnosti rôzna, preto je potrebné používať stratégiu umiestňovania segmentov do pamäte, aby bola využitá čo najefektívnejšie,
    - **umiestnenie** nového segmentu vyžaduje súvislé miesto v pamäti, preto ak v pamäti voľné miesto nie je alebo je, ale nie je súvislé, je potrebné odstránenie iného segmentu z pamäte alebo usporiadanie segmentov tak, aby bolo vytvorené súvislé voľné miesto – **defragmentácia**,

- s problémami, ktoré vznikajú pri segmentovaní, súvisí **alokácia blokov pamäte** (alokácia – vyhradenie miesta),
- medzi najčastejšie spôsoby alokácie blokov pamäti patria:
  - **BEST-FIT** (najpresnejšie umiestnenie) – pri umiestňovaní bloku sa hľadá v pamäti **voľné miesto**, ktoré je **rovnako veľké ako daný blok, alebo najbližšie väčšie**,
    - **nevýhody** – po umiestnení bloku zvyčajne ostane malé nevyužívané miesto, ktoré sa málokedy dá užitočne využiť; **veľká časová náročnosť**, 
  - **WORST-FIT** – pri umiestňovaní bloku je hľadaný **najväčší voľný blok v pamäti**; metóda využíva predpoklad, že po umiestnení bloku ostane v pamäti dostatok voľného miesta na ďalší blok,
    - **nevýhody** – zmenšenie veľkých voľných blokov; pri požiadavke na umiestnenie veľkého bloku je potrebná defragmentácia,
  - **FIRST-FIT** – blok je umiestnený na prvé voľné miesto, ktoré je dostatočne veľké,
    - **zvýšenie rýchlosti**, pretože **nie je potrebné zakaždým prehľadávať celú pamäť**,
  - **BUDDY ALGORITHM** – zložitejší algoritmus, ktorý povoľuje ukladať bloky len určitých veľkostí (zvyčajne mocnín 2); pri umiestňovaní nového bloku sa hľadá najprv najbližší väčší voľný blok; ak sa nenájde, blok sa rozdelí na dve časti a hľadá sa umiestnenie pre ne, atď.,
    - **manažment pamäte je komplikovanejší**, nakoľko väčší blok môže byť fyzicky rozdelený na viac menších častí,
  - **CIRCULAR FIRST FIT** (al. **Next Fit**)- modifikovaná metóda First Fit tak, že **hľadanie voľného bloku začína tam, kde bol naposledy umiestnený blok**,
    - podobne ako Worst Fit má **táto metóda tendenciu zaplňovať veľké voľné bloky**,

- v prípade, že už nie je možné do pamäte vložiť nový blok, je nutné buď pamäť defragmentovať alebo z pamäte niektorý blok vylúčiť,
- spôsoby výberu bloku, ktorý bude z pamäte vyradený:
  - **LRU (Least Recently Used)** – z pamäte sa vyradí blok, ktorý najdlhšie nebol použitý,
    - každý blok (segment alebo stránka) musí mať pridelený údaj o poslednom použití,
    - veľmi často používaná metóda,
  - **LFU (Least Frequently Used)** – z pamäte sa vyradí blok, ktorý bol používaný najmenejkrát,
    - každý blok pamäte potrebuje počítadlo, koľkokrát bol daný blok použitý,
  - **FIFO** – z pamäte sa vyradí najstarší blok,
    - môže dôjsť ku tzv. Beladyho anomálii – zvýšením veľkosti pamäte (a teda aj počtu stránok, ktoré sa do nej zmestia) sa môže zvýšiť počet chýb (dochádza častejšie ku chybe stránky),
  - **RANDOM** – vyradí sa náhodne vybraný blok,
  - **OPT** (jasnovidecký algoritmus) – z pamäte sa vylúči blok, ktorý bude potrebný najneskôr,
    - metóda je teoretická a slúži len na porovnávanie ostatných,

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTKO

## □ látky:

- **diamagnetické**  $\rightarrow \mu_r < 1$  (napr. **meď, zlato, striebro**)
- **paramagnetické**  $\rightarrow \mu_r \geq 1$  (jednotkovo) (napr. **hliník, platina**),
- **feromagnetické**  $\rightarrow \mu_r \gg 1$  (napr. **železo, nikel, kobalt**)
  - majú hysterézu,

- **$\mu_r$  - relatívna permeabilita prostredia – určuje, koľkokrát je magnetická indukcia v prostredí väčšia ako vo vákuu ( $\mu_r = 1$ ), (gr. malé mí)**
- **z hľadiska magnetického záznamu sú používané feromagnetické látky,**

- intenzita magnetického poľa –  $H$  [A/m], vyjadruje hustotu magnetického poľa,

- v cievke:

$Z$  – počet závitov,  $I$  – prúd v cievke,  $L$  – dĺžka cievky

$$H = \frac{I \cdot Z}{L}$$

- magnetická indukcia –  $B$  [T], (Tesla) – vyjadruje silové pôsobenie magnetov,

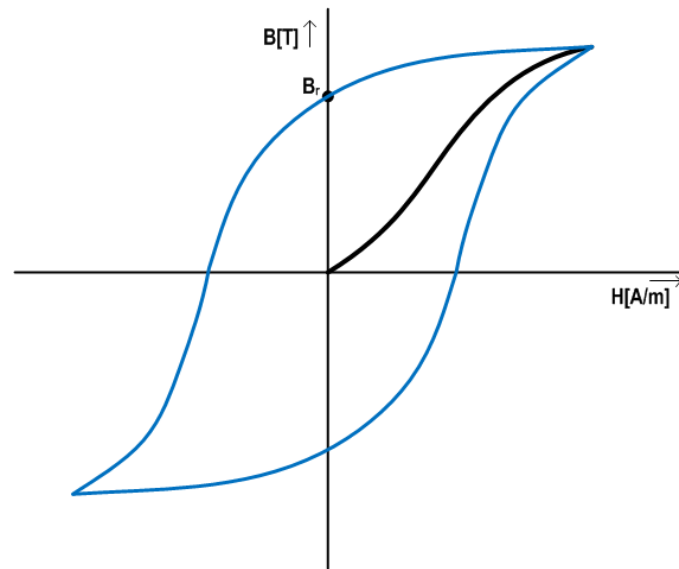
$$B = \mu \cdot H$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

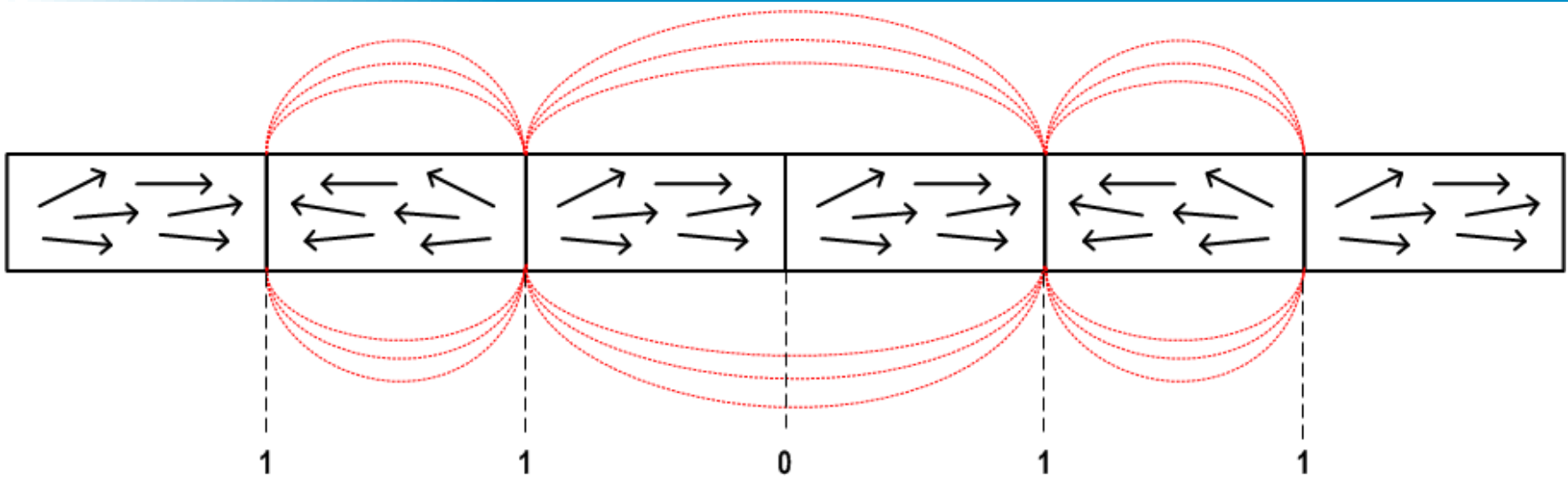
$\mu$  – permeabilita prostredia,  $\mu_0$  - permeabilita vákua,  
 $\mu_r$  - relatívna permeabilita,

# HYSTERÉZNA SLUČKA

- závislosť magnetickej indukcie od intenzity magnetického poľa,
- $B_r$  – remanentná magnetizácia – zvyšková magnetizácia,



- magnetický tok sa uzatvára v hlave a v cievke vzniká indukované napätie,
- indukcia vzniká pri zmene polarítoty toku,
- každá zmena sa prejaví ako impulz, bez zmeny-medzera,
- ak by impulz znamenal – log. 1 a medzera log.0, po dlhšej postupnosti medzier by došlo k strate synchronizácie pevného disku s radičom – preto je využívaná modulácia dát,



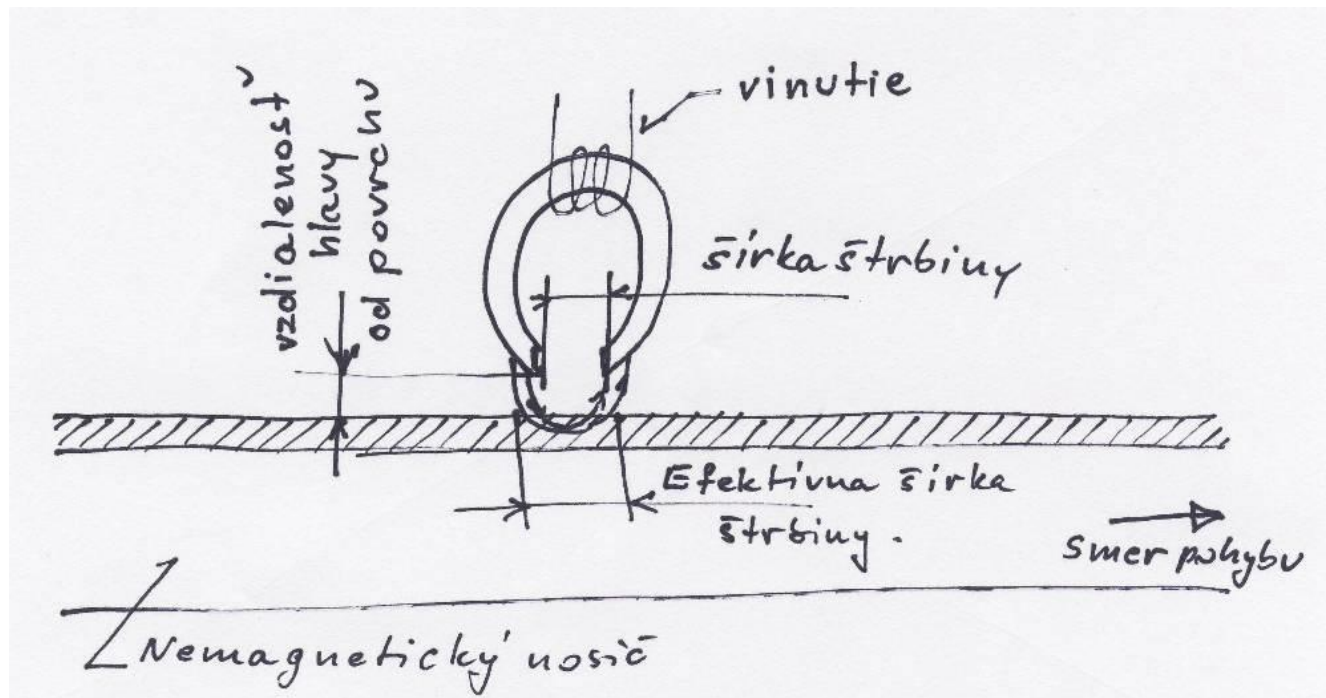
- údaje sú zakódované prostredníctvom zmeny v magnetizácii jednotlivých oblastí; ak dochádza k zmene (t.j. susedné oblasti sú opačne zmagnetizované), predstavuje to uloženie hodnoty „1“, ak k zmene nedochádza – „0“;



# MAGNETICKÝ ZÁZNAM DIGITÁLNEJ INFORMÁCIE

- pevný disk slúži ako sekundárna pamäť,
- patrí medzi energeticky nezávislé pamäte, teda údaje zostávajú neporušené aj v prípade odpojenia disku od napájania,
- **nosič informácie** (médium) sa skladá z nosiča vyrobeného z nemagnetického materiálu (hliník, sklo,...), ktorý je pokrytý tenkou vrstvou magnetického materiálu s veľkou hysterézou (kysličník železa, zliatina kobaltu),
- platne musia mať veľmi dobrú **teplotnú stabilitu** a musia byť **veľmi hladké**, aby nedošlo pri čítaní/zápise ku poškodeniu povrchu, a teda k prípadnej strate údajov; musia mať aj patričnú **pevnosť**, hlavne kvôli vysokým odstredivým silám, ktoré vznikajú pri rýchlom točení diskov,

# PRINCÍP ZAZNAMU NA POHYBUJÚCI SA MAGNETICKÝ POVRCH

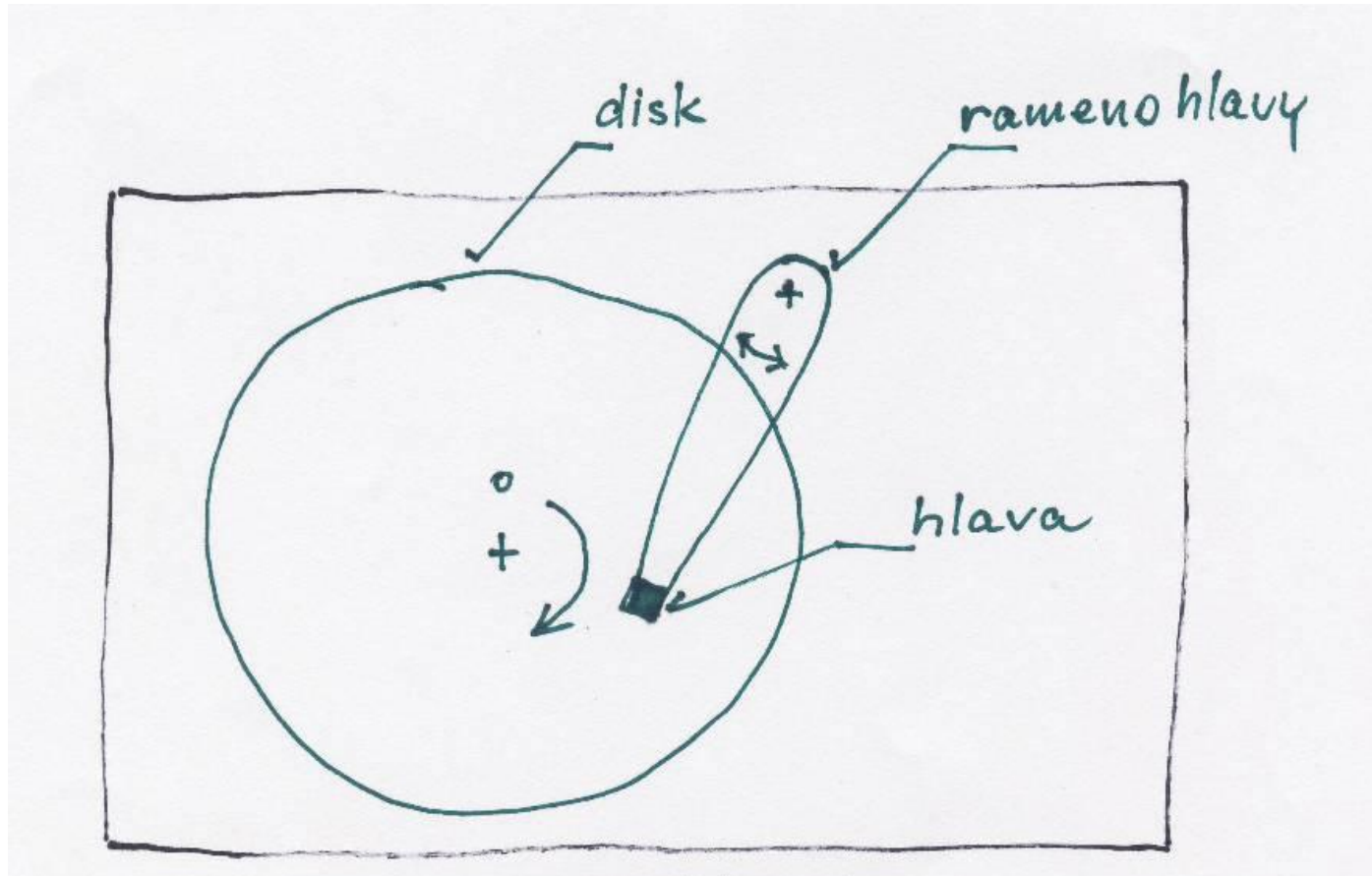


# MECHANIZMUS PEVNÉHO DISKU

- **záznam a čítanie informácie** sa vykonáva **pomocou hlavy**, ktorá je **tvorená jadrom vyrobeným z magnetického materiálu s malou hystereziou**; hlava je **upevnená na pohyblivom ramene**, ktoré sa **otáča okolo osi pomocou elektromagnetického mechanizmu**,
- **hlava nemá kontakt s povrchom disku, ale sa vznáša pôsobením aerodynamických síl** vzduchu unášaného pohybujúcim sa povrchom disku,
- k tomu, aby bolo možné nastaviť malú vzdialenosť hlavy od disku, musí obal disku a jeho ventilačný mechanizmus **zabrániť vniknutiu prachových častíc**, ktoré by mohli **pri kolízii s hlavou spôsobiť poškodenie povrchu disku a teda aj zaznamenaných údajov**,

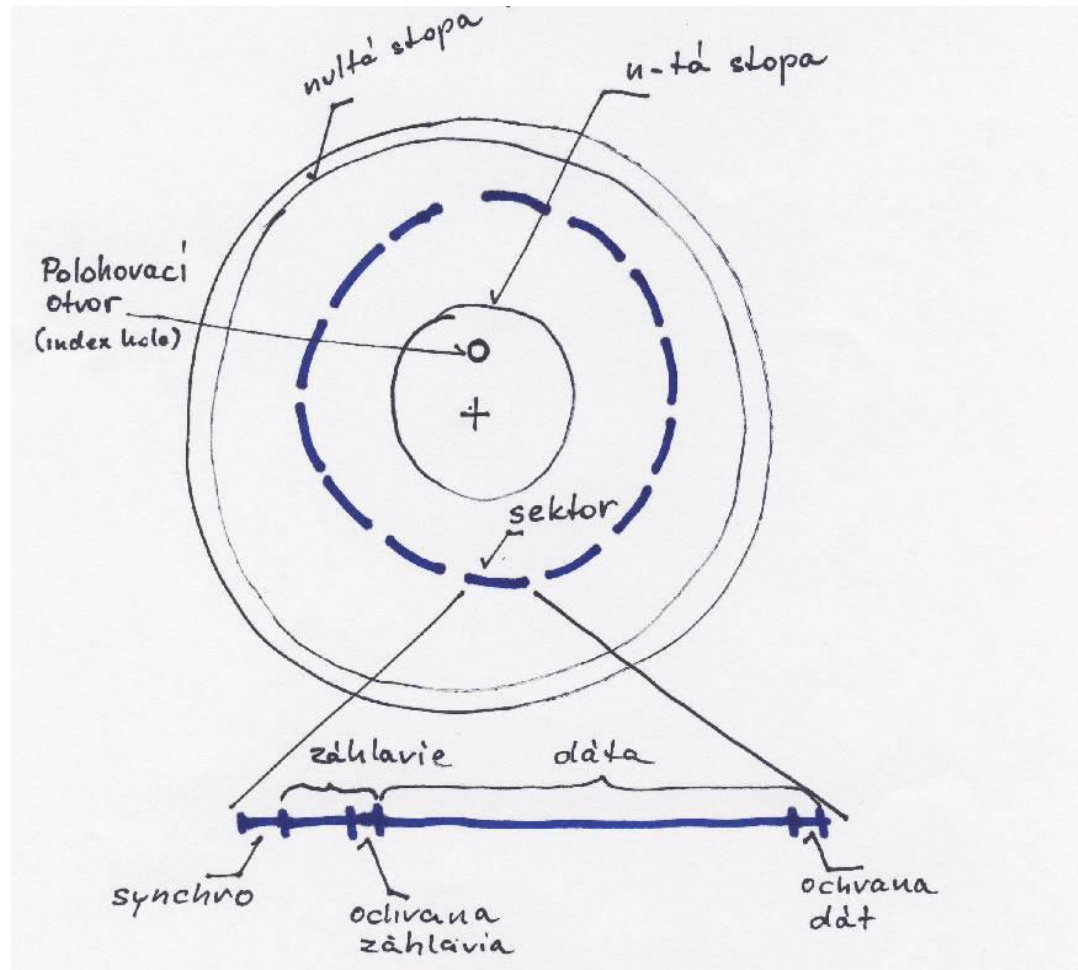
- na mieste, kde je hlava najbližšie k médiu, je vytvorená **štrbina z magneticky nevodivého materiálu**, takže sa magnetické pole uzatvára cez magneticky vodivý materiál média a zanecháva na ňom magnetickú stopu, ktorej veľkosť označujeme aj ako efektívna šírka štrbiny,
- **veľkosť efektívnej šírky štrbiny závisí** (okrem iných vplyvov) **hlavne od fyzickej šírky štrbiny a od vzdialenosti hlavy od média**,
- veľkosť efektívnej šírky štrbiny je hlavným faktorom, ktorý ovplyvňuje takzvanú hustotu záznamu (počet bitov na jednotku dĺžky záznamu), od ktorej závisí kapacita média; **čím je efektívna šírka štrbiny menšia, tým môže byť hustota záznamu väčšia**; inými slovami, **čím je fyzická šírka štrbiny menšia a čím je hlava bližšie k povrchu, tým je možná väčšia hustota záznamu**,

# USPORIADANIE MECHANIZMU PEVNÉHO DISKU



- **záznam** je usporiadaný do **stôp** (tracky); nastavením polohy ramena sa volí aktuálna stopa záznamu,
- stopa má **tvár kružnice a skladá sa zo sektorov** – **najmenšia alokovateľná jednotka na disku**,
- sektor je členený na **záhlavie a dáta**,
- obidve tieto časti sú chránené kontrolnou sumou (**CRC**), ktorá je schopná s veľkou pravdepodobnosťou detegovať chybu,
- **záhlavia** sa vytvárajú pri fyzickom formátovaní disku a pri zápise dát **sa už neprepisujú**; záhlavie obsahuje identifikačné údaje sektora,
- sektory sú oddelené **medzerou bez záznamu** a každý sektor začína synchronizačnou sekvenciou slúžiacou na synchronizáciu čítacích obvodov (viď. moduláciu FM a MFM),
- médium (disk) je opatrený **polohovacím otvorom** (index hole), pomocou ktorého sa určuje poloha nultého sektora v každej stope počas formátovania,

# SPÔSOB USPORIADANIA ZÁZNAMU NA DISKU

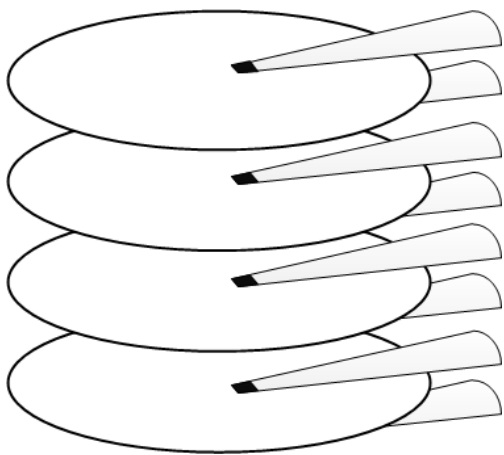




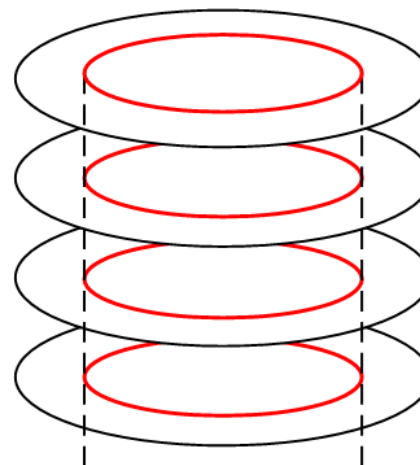
# PEVNÝ DISK – HARD DISK (HDD)

- ❑ disk zvyčajne obsahuje viac **platní**; každá platňa má dve strany resp. **dva povrchy** (spodný a horný); zapisuje sa na obe strany, preto má disk dve hlavy pre každú platňu,
- ❑ **každý súbor (aj prázdny) zaberá na disku aspoň jeden sektor**; veľkosť sektoru je zvyčajne 512 bajtov; v skutočnosti závisí minimálny alokovateľný počet sektorov aj od použitého súborového systému,
- ❑ napr. v súborovom systéme FAT32 je možné zapisovať len do tzv. **clusterov** (cluster = skupina sektorov); zvyčajná veľkosť clusteru v systéme FAT32 je 8 sektorov, teda 4 kB ( $8 \times 512 \text{ B} = 4096 \text{ B}$ ),
- ❑ je zrejmé, že **stopy bližšie ku stredu sú kratšie, než stopy pri kraji platne**; preto sa používa metóda **MZR (Multiple Zone Recording)**, čo znamená, že **dlhšie stopy sú rozdelené na viac sektorov**,
- ❑ **stopy (tracky) umiestnené nad sebou na jednotlivých povrchoch platní majú spoločný názov „cylinder“**; pri zápise na disk sa údaje zapisujú **do cylindrov, aby sa minimalizoval pohyb hláv** (postupnosť pri zápise môže byť napr. hlava 1, cylinder 5 – H2,C5 – H3,C5 ...),





□ platne a hlavy disku



□ cylinder

# PARAMATRE DISKOV

- **kapacita** –zvyčajne uvádzaná v MB, resp. GB; výrobcovia diskov ale nepoužívajú zaužívané označenie kapacity založené na dvojkovej sústave (teda  $1\text{MiB} = 2^{20}\text{B}$ ,  $1\text{GiB} = 2^{30}\text{B}$  ...), ale používajú klasickú desiatkovú sústavu ( $1\text{MB} = 10^6\text{B}$ ,  $1\text{GB} = 10^9\text{B}$ ),
- **rozmery** - platne používané v súčasných diskoch majú v prípade stolových počítačov priemer 3,5“, teda asi 89 mm (1“ znamená jeden palec = 25,4 mm); v notebookoch sa používajú menšie disky s priemerom 2,5“ (63,5 mm); existujú ešte menšie disky (napr. 1“) využívané napr. vo fotoaparátoch, MP3 prehrávačoch a pod.
- **otáčky** zvyšovanie rýchlosti diskov má aj svoje nepriaznivé vedľajšie účinky, ako je vyššia spotreba, problémy s chladením a vyšší hluk,
- **prístupová doba** –pozostáva z viacerých častí - čas potrebný pre zmenu cylindra, čas pre vyhládanie sektora (tento čas je priamo úmerne závislý na otáčkach disku) a prípadne aj čas potrebný na zmenu z čítania na zápis a späť,
- **prenosová rýchlosť** – rozlišuje sa rýchlosť čítania a zápisu, pričom zápis je zvyčajne pomalší než čítanie; prenosová rýchlosť sa tiež líši v závislosti od fyzického umiestnenia údajov na disku; väčšiu prenosovú rýchlosť dosahujú disky zvyčajne pri zápise (čítaní) na vnútornú časť disku (bližšie ku stredu),
- **spolahlivosť** – je reprezentovaná parametrom MTBF (Mean Time Between Failures – stredný čas medzi chybami); ide o štatistickú hodnotu určujúcu ako dlho v priemere trvá, kým sa vyskytne chyba; neznamená to ale, že ku chybe nemôže dôjsť aj skôr,

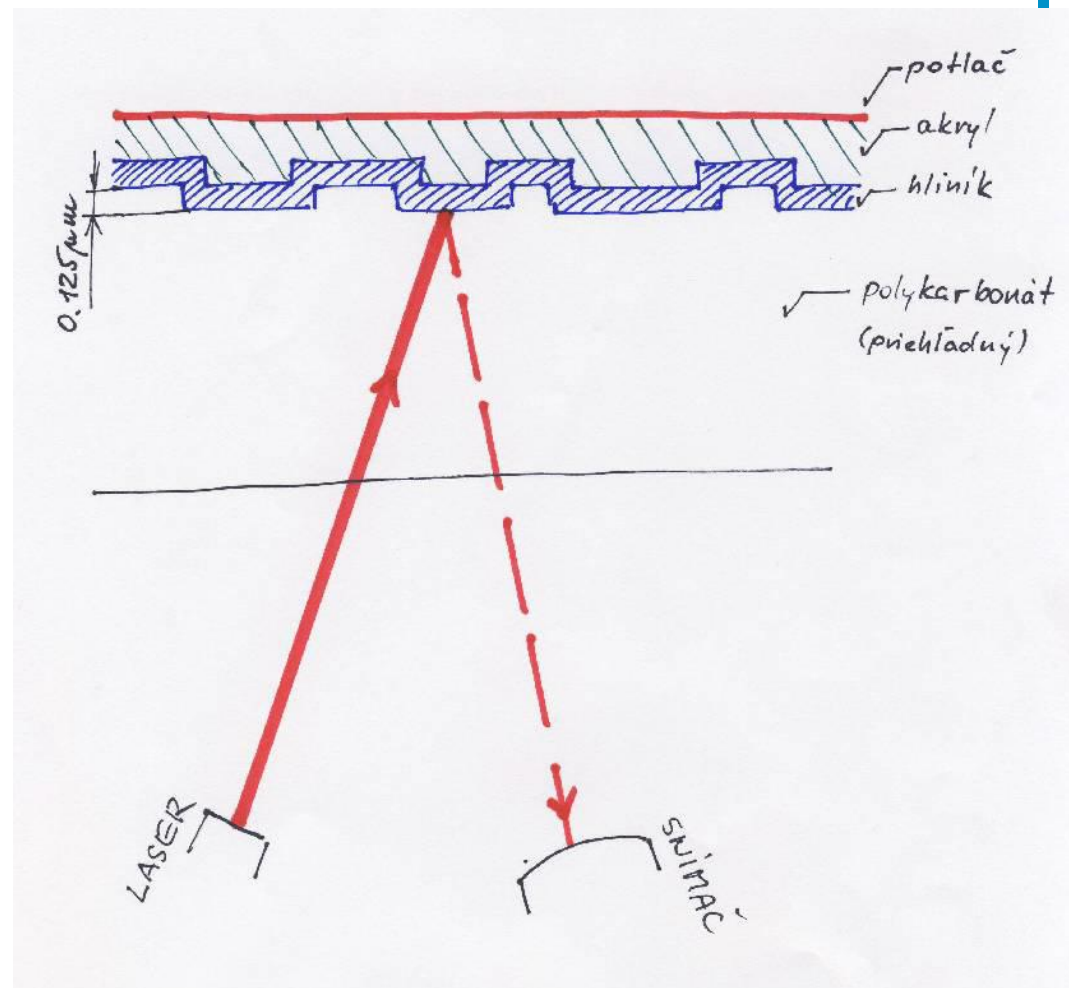
# CD (COMPACT DISC)

- ❑ CD disky slúžia v číslicových počítačoch predovšetkým ako **záložná pamäť**, prípadne ako **prostriedok distribúcie** programov, resp. **údajov**,
- ❑ **informácie sú na CD zaznamenané opticky**,
- ❑ v porovnaní s magnetickým záznamom má optický záznam výhodu hlavne v **odolnosti voči poškodeniu údajov magnetickým poľom** (teda v lepšej stabilite údajov) a v niektorých prípadoch aj vyššej kapacite (hustote zápisu),
- ❑ celková hrúbka CD disku je zvyčajne 1,2 mm; priemer CD diskov je 12 cm alebo 8 cm,

# OPTICKÝ ZÁZNAM ÚDAJOV

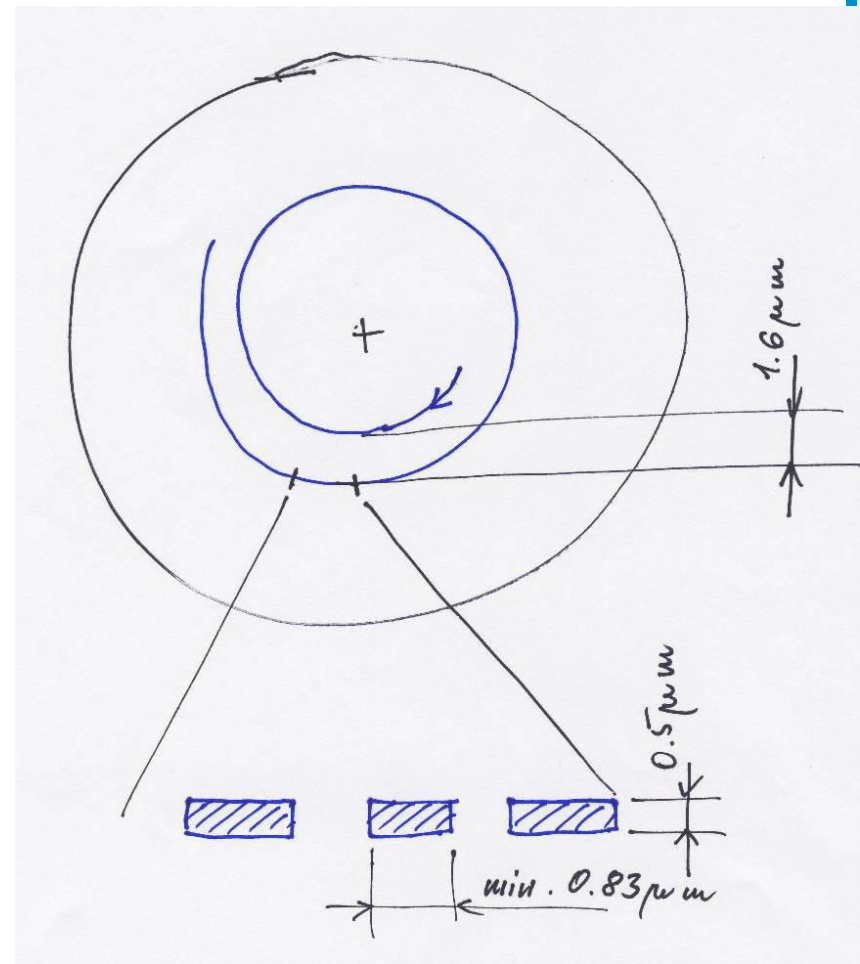
- princíp záznamu na médium označované ako CD-ROM,
- všetky modifikácie tohto záznamu (CR-W, CD-RW, DVD,..) sú iba kvantitatívnou modifikáciou tohto princípu (DVD), alebo sa líšia možnosťou a spôsobom vytvárania záznamu,

- rez médiom – skladá sa z hornej **potlače**, ktorá slúži na optickú identifikáciu obsahu, **akrylovej vrstvy**, ktorá pokrýva **tenkú vrstvu hliníka** nanesenú na **prieľadný polykarbonátový nosič**,
- pred nanesením vrstvy hliníka je na polykarbonátovom nosiči vytvorený obsah disku výstupkami výšky **0.125μm**,
- čítanie informácie sa uskutočňuje tak, že zaostrený laserový lúč dopadá na hliníkový povrch a odráža sa späť, pričom **intenzita odrazeného svetla je detekovaná snímačom**; pretože sa intenzita svetla na hranách výstupkov mení, dochádza k detekovaniu výskytu výstupkov a pretože tieto reprezentujú binárnu informáciu, tak aj k čítaniu tejto informácie,



# ZÁZNAM NA POVRCHU MÉDIA

- na rozdiel od magnetických diskov tvorí **špirálu** vytvárajúcu sa od stredu média; tým je zabezpečené, že médium môže byť menšie než štandardných 120mm a bude ho možné bez problémov čítať,
- šírka stopy je  $0,5\mu\text{m}$  a dĺžka najmenšieho výstupku  $0,83\mu\text{m}$ ; stopy sú vzdialené  $1,6\mu\text{m}$ ,
- CD – infračervený laser – 780 nm, DVD – červený laser – 650 nm, HD DVD, BD – modrý laser – 405 nm,



# AUDIO CD

- kompaktné disky boli najprv používané ako **hudobné nosiče** – Audio CD,
- keďže zvuk má analógový (spojitý) charakter, je potrebné ho najprv previesť do číslicovej podoby **vzorkovaním a kvantovaním**,
- **vzorkovanie** – premena spojitého signálu na diskretný v čase „posekaním“ ho na konečný počet bodov podľa vzorkovacej frekvencie – tu 44,1 kHz,
- **kvantovanie** – prevod signálu diskretného v čase na diskretný aj v úrovni - diskretizácia oboru hodnôt vzorkovaného signálu tak, že signál už nenadobúda akúkoľvek hodnotu, ale zvyčajne najbližšiu z množiny prípustných hodnôt (podobné zaokrúhľovaniu) – hodnota má v tomto prípade 16 bitov,
- zvuk sa ukladá ako stereo, teda potrebnú prenosovú rýchlosť na záznam/reprodukciiu zvuku z CD:  $44100 \cdot 16 \cdot 2 \rightarrow 150 \text{ kB/s}$  (označovaná ako 1x),
- údaje sú na CD uložené v tvare špirály, ktorá začína v strede disku a postupuje smerom ku kraju (pre **74 minútové CD** je dĺžka špirály cca 5,5 km),
- **jedna skladba je zapísaná v jednej stope (tracku)**; audio CD sa skladá z 3 vrstiev: polykarbonát (priehľadná umelá hmota, ktorá má ochrannú a nosnú funkciu), reflexná vrstva (zlato, striebro alebo zliatina striebra) a ochranná vrstva (lak); rozmiestnenie jednotlivých skladieb je veľmi podobné ako pri platniach,
- najprv je na čistý polykarbonátový disk nanosená reflexná vrstva, potom sú do reflexnej vrstvy vlisované údaje a nakoniec sa nanese ochranná vrstva,

- rýchlosť záznamu sa udáva ako násobok základnej rýchlosti, ktorá je 150 kB/s,
- záznam rýchlosťou 4x znamená, že je zapisovaných  $4 \cdot 150 \text{ kB/s} = 600 \text{ kB/s}$ ,
- údaje sú zapísané prostredníctvom vylisovania jamiek (pit-ov) do reflexnej vrstvy disku,
- plôšky nazývame land (odrážajú späť laserový lúč),
- pozor, pity sa z jednej strany disku javia ako výstupky, z druhej ako jamky,



# CD-ROM

- ❑ CD-ROM sú kompaktné disky založené na tom istom princípe ako Audio CD, s tým rozdielom, že sú na nich uložené priamo **údaje v digitálnej podobe**,
- ❑ údaje sú organizované do **sektorov** (podobne ako na HDD),
- ❑ je **možné priamo pristupovať k jednotlivým sektorom** (nie je potrebné postupné pretáčanie a hľadanie),
- ❑ zloženie disku je rovnaké ako pri Audio CD,
- ❑ údaje sú zapísané vylisovaním do reflexnej vrstvy,

# CD-R

- hlavný rozdiel oproti CD-ROM je v spôsobe zápisu údajov na disk; kým v prípade CD-ROM sú údaje vylisované počas výroby, CD-R je **vyrobené ako prázdny disk a údaje sa doňho zapisujú neskôr,**
- zloženie disku je odlišné v tom, že **pribudla vrstva organického farbiva, ktorá je umiestnená medzi polykarbonát a reflexnú vrstvu;** vrstva farbiva je priehľadná,
- v prázdnom CD-R disku je vylisovaná len pomocná „drážka“, ktorá slúži na navádzanie laserového lúča pri napáľovaní; zápis údajov spočíva doslova vo „vypálení“ značiek do vrstvy s farbivom; pôsobením tepla z lasera sa zmení v danom mieste štruktúra farbiva, ktoré sa stane nepriehľadným; zapísané údaje už nie je možné vymazať,
- **čítanie napáleného disku** je totožné ako pri CD-ROM, resp. Audio CD; **ak v danom mieste nie je vypálená značka, do snímača sa odrazí viac svetla, ako keď tam vypálená značka je,**
- **kvalita CD-R diskov** (hlavne stálosť napálených údajov, t.j. odolnosť voči starnutiu, vplyvu teploty, žiarenia ...) je daná predovšetkým kvalitou organického farbiva; existuje niekoľko typov farbiva, ktoré sa odlišujú fyzikálnymi vlastnosťami a samozrejme cenou,
- v porovnaní s CD-ROM a Audio CD musí pri čítaní prejsť laserový lúč aj cez vrstvu farbiva; prechodom cez túto vrstvu sa intenzita lúča zníži a to môže spôsobiť **neschopnosť niektorých starších CD mechaník prečítať napálené CD,**

# CD-RW

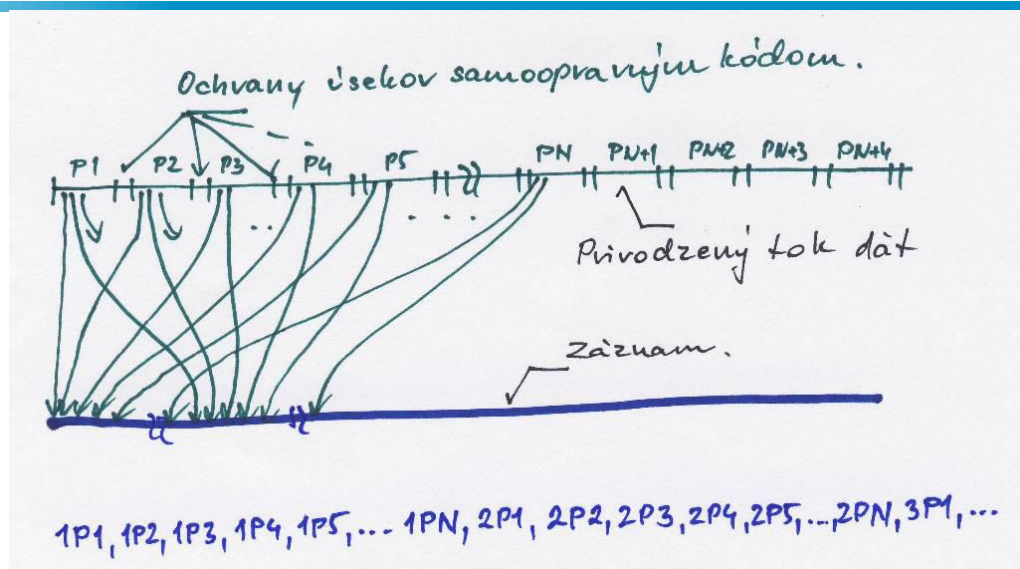
- ❑ CD-RW – Compact Disc-Rewritable,
- ❑ **disky CD-RW je možné prepisovať,**
- ❑ podobne ako pri CD-R sa disk skladá zo štyroch vrstiev, pričom **namiesto organického farbiva je zvyčajne použitá vrstva zo špeciálnej zliatiny striebra, antimónu, india a telúru (AgInSbTe),**
- ❑ **vlastnosti tohto materiálu sú závislé na teplote, akej je vystavený; pri pôsobení vysokej teploty (zápis na disk) sa tento materiál stáva amorfným a zle odráža svetlo (podobne ako keď sa vypáli značka do vrstvy anorganického farbiva); pôsobením nižšej teploty (mazanie disku) materiál nadobudne pôvodnú kryštalickú (priehľadnú) formu,**

- údaje sú na CD uložené s použitím **samoopravných kódov**, aby nedošlo k zničeniu obsahu CD už pri malých poškodeniach disku; tiež **rozmiestnenie jedného bloku údajov na disku** je také, aby jedna ryha (škrabanec) nezničil celý blok, ale len jeho časť, ktorá sa dá vďaka **samoopravným kódom** zrekonštruovať,
- z hľadiska poškodenia disku je **citlivejšia nepriehľadná strana disku** (na ktorej je potlač), lebo ochranná vrstva z tejto strany je pomerne tenká a je možné ľahko narušiť reflexnú vrstvu, v ktorej sú zapísané údaje,
- poškrabanie polykarbonátovej vrstvy nemusí znamenať zničenie disku, pričom platí, že **menej škodlivé sú ryhy kolmé na špirálu** (teda vedúce od stredu ku kraju); ryhy v tvare kružníc sú oveľa nebezpečnejšie (môžu spôsobiť nečitateľnosť dlhšieho bloku údajov, ktorý potom už nie je možné zrekonštruovať),
- okrem samotných údajov sú na disku uložené aj **informácie o rozmiestnení údajov, synchronizačné značky, informácie o výrobcovi** a pod.
- skutočná kapacita disku je teda vyššia než užitočná kapacita (množstvo údajov, ktoré je možné zapísať); napr. **CD s užitočnou kapacitou 700 MiB** (resp. 737 MB) **obsahuje až približne 807 MiB údajov (vrátane samoopravných kódov a prídavných informácií)**,

# OCHRANA ZÁZNAMU

- vzhľadom na malé rozmery častí záznamu a jeho optický charakter je pravdepodobnosť chybného čítania pôsobením nečistôt alebo poškodenia povrchu nosiča vysoká,
- z tohto dôvodu je prirodzený tok dát rozdelený na úseky, ktoré sú chránené samoopravným kódom schopným opraviť niekoľko chýb,
- pretože nečistota na povrchu, alebo jeho poškodenie máva typicky také rozmery, ktoré by spôsobili chybné čítanie väčšieho počtu bitov ako je možné samoopravným kódom opraviť, je účelné zaznamenať dáta v inom poradí, ako sú chránené,

# REORGANIZÁCIA DÁT PRED ZÁZNAMOM



- podstatou tejto **reorganizácie** je to, že postupnosť zaznamenaných bitov je vytváraná z **N úsekov chránených samoopravným kódom** tak, že sa do postupnosti zaznamenaných bitov ukladajú skôr prvé bity z jednotlivých úsekov, potom druhé, tretie atď. (vrátane ochrannéj informácie),
- ak pri takto usporiadanej informácii **vznikne nečitateľný úsek kratší ako N bitov, môže poškodiť iba jeden bit z každého chráneného úseku**, čo je schopný samoopravný kód ochrany úseku opraviť,
- dôsledkom tohto spôsobu ochrany je **potreba čítania dát do vyrovnávacej pamäte** a pred ich využitím reorganizácia do prírodzenej postupnosti,

- magnetická páska – pomalá, avšak veľká kapacita, vhodné využiť na zálohovanie dát,
- disketa (floppy disc – pružný disk) – vznik okolo r. 1970,
- 3,5" disketa – kapacita 1,44MB,
- 5,25 " disketa – kapacita 1,2 MB,
- CD – kapacita – 79 min, 40 sec zvuk; 702 MB pre údaje
- DVD – kapacita – 4,7 GB, dve vrstvy 8,5 GB
- DVD-18 – dve strany, dve vrstvy 17,1 GB
- Blue-ray – jednovrstvové 23,3 GB – 27GB; dvojvrstvové 46,6 – 54 GB; teraz najviac 128 GB – write-once, 100GB – prepisovateľné,
- HD DVD – jednovrstvové 15GB; dvojvrstvové 30GB,
  - menšia vlnová dĺžka znižuje rozptyl lasera a umožňuje umiestniť stopy hustejšie,
- papierová páska – najstálejšia?

- HDD – lacnejšie riešenie,
- SSD – rýchly typ disku,
  - neobsahuje žiaden pohyblivý mechanický komponent – odolnejší voči pádu, tichší chod,
  - vytorené na princípe NAND flash pamätí – rýchly prístup k dátam, vyššia cena,
  - zápis na jednotlivé pamäťové miesta je možný len obmedzený počet krát - nevýhoda,
- hybridné disky (al. solid state hybrid drives - SSHD) – kombinácia HDD a SSD,
  - obsahuje veľký HDD a SSD cache pre zvýšenie výkonu,



# Ďakujem za pozornosť.

Použité materiály:

Peter Gubiš – Číslicové počítače (podporné učebné texty)

Ondrej Karpiš – Prednášky k predmetu Číslicové počítače