

Paměti, paměťová média

rozdělení pamětí dle různých hledisek

operační paměť, pevný disk, paměťová média

- princip činnosti a jejich funkce v počítači (historie vývoje)

- popis základních částí

- základní parametry

Pojmem paměť se ve výpočetní technice označují fyzická zařízení, používaná k ukládání programů a dat pro okamžitou nebo trvalou potřebu v počítači nebo jiném digitálním elektronickém zařízení.

bit - 2 stavy (0,1) - proud prochází/neprochází, zapnuto/vypnuto

byte - 8 bitů, počet možných hodnot je 256 (0-255), nejmenší adresovatelná jednotka paměti

Polovodičové paměti

- ukládání elektronických dat
- většinou vnitřní paměti
- uspořádané do paměťových buněk, tvořených bistabilními klopnými obvody (tzn. má dva stavy), z nichž každý uchovává jeden bit (0/1)
- mohou být uspořádány do paměťových buněk s jedním bitem na buňku, nebo s několika bity v jedné buňce (tzv. víceúrovňová buňka)
- Paměťové buňky se seskupují do **slov** s pevnou délkou, například 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 nebo 128 bitů
- **energeticky nezávislou** - flash paměť (vnitřní i vnější počítačová paměť), ROM/PROM/EPROM/EEPROM (používaná pro firmware, například zaváděcí programy)
- **energeticky závislou** - vnitřní paměť (dynamická RAM neboli DRAM), rychlá vyrovnávací paměť procesoru (statická RAM neboli SRAM, rychlá, spotřebuje více energie, nižší kapacita než DRAM)
- ke každému slovu se lze dostat pomocí binární adresy o délce n bitů, takže lze v paměti uložit celkem 2^n slov

Dělení

Podle užití

Vnitřní paměť (primární)

- Přímý přístup procesoru (či jiných částí počítače nazývají se tak i Cache paměti koprocessorů, pevných disků...), fungují ve vysokých rychlostech, mají menší kapacitu (kvůli větší ceně za bit), (RAM, ROM)

Vnější paměť (sekundární)

- pro ukládání dat, mají pomalou přístupovou dobu, ale nabízejí vyšší paměťovou kapacitu (HDD, SSD)

Vnitřní paměť uložená ve vnější paměti se nazývá "virtuální paměť".

Podle energetické závislosti

Energeticky závislá paměť (volatilní)

- k udržení informace vyžaduje neustálé napájení
- Většina moderních polovodičových energeticky závislých pamětí se používá jako:

RAM (Random Access Memory)

- s náhodným přístupem k datům (přímý přístup)
- čtení i zápis, krátkodobé uchování dat
- běžící programy a aktuálně zpracovávaná data (operační paměť)

SRAM

- Drží svůj obsah, dokud je připojená k napájení
- Jednoduchá na obsluhu
- používá šest tranzistorů na jeden bit (drahé)
- vyrovnávacích paměti (malé vestavné systémy, obvykle pár desítek kB)

DRAM

- náročnější na obsluhu
- k udržení obsahu potřebuje pravidelné obnovovací cykly
- používá pouze jeden tranzistor a jeden kondenzátor na jeden bit (vyšší hustota -> nižší cena za bit)
- systémová paměť osobních počítačů

Energeticky nezávislá paměť (nevolatilní)

- počítačová paměť, dokáže uchovat informaci i bez napájení
- **Příklady**
 - **ROM (Read only memory)**
 - malá, rychlá, pouze pro čtení
 - obsah vypálen výrobcem, permanentní
 - např. základní instrukce pro start počítače (BIOS)
 - Další typy:
 - **PROM (Programable ROM)** - zápis se provádí později do prázdných obvodů pomocí tzv. programátoru paměti
 - **EPROM (Eraseable PROM)** - programují se stejně jako PROM, informace lze vymazat pomocí UV záření
 - **EEPROM (Electrically EPROM)** - mazatelné elektrickým proudem
- **Flash paměť**
 - s libovolným přístupem
 - vnitřně organizována po blocích
 - na rozdíl od paměti typu EEPROM lze plnit informacemi (programovat) každý blok samostatně
 - např. pro uložení firmware (např. ve vestavěných zařízeních)
 - dá se měnit její obsah bez vyjmutí ze zařízení
 - používá se jako základ kapacitních paměťových médií (SD karty)
- **Magnetické počítačové paměťové zařízení (pevný disk, disketa, magnetická páska)**
- **Optické disky**
- **První metody ukládání dat (děrná páska, štítek)**

Operační Paměť

- vnitřní, hlavní paměť
- umožňuje čtení i zápis
- používána pro dočasné uložení zpracovávaných dat a spuštěných programů
- přístup k operační paměti je mnohem rychlejší než k vnější paměti
- procesor pomocí adresy přímo vybírá požadovanou buňku operační paměti
- s procesorem spojena pomocí rychlé sběrnice
- pro další urychlení se mezi procesor a operační paměť vkládá rychlá vyrovnávací paměť **cache** (z níž se na rozdíl od bufferu, kde se informace uloží, jen dokud se nepředají dál, dají informace přečíst opakovaně), která mívá 2 až 3 úrovně
- v současných počítačích polovodičová paměť typu RAM (kvůli nižší ceně DRAM)
- nepostradatelná, je spravována jednou z hlavních částí OS
- uchovává nejen kód programů, respektive procesů spolu s mezivýsledky a výsledky jejich činnosti, ale i stav dalších prostředků a základní datové struktury jádra
- moderní procesory obvykle používají různé metody překladu adres a virtualizace paměti, takže každý proces může adresovat vlastní logický adresový prostor nebo několik adresových prostorů
- modulům RAM (jak se operační paměti většinou říká) se odborně říká DIMM nebo také jednoduše sticks
- existuje označení SO-DIMM – RAM pro notebooky
- typ DDR (Double Data Rate) za stejné frekvence hodinového obvodu přenesení 2x tolik dat, než starší SDR
- existují verze, současná je DDR4 (teoreticky až 21,3 GB/s, zatímco DDR3 teoreticky jen 12,8 GB/s)
- důležité parametry:
 - **kapacita** – v dnešní době je minimální kapacita RAM pro běžného uživatele 4-8 GB, Windows 10 doporučují až 512 GB RAM)
 - **frekvence** – paměť operuje na určité frekvenci od přibližně 1300 MHz do přibližně 2400 MHz, čím více tím lépe
 - **napětí** – paměť je stavěna na nějaké napětí, v dnešní době je obvyklé napětí mezi 1,5 V a 1,35 V, čím méně tím lépe

Architektura operační paměti

- John von Neumannova architektura - paměť je společná pro data i instrukce
- Harvardská architektura - existují dvě nezávislé paměti pro data a instrukce (časté využití je u mikro kontrolérů - jednoúčelové čipy)



John von Neumannova architektura

/Správa Fyzického Adresového prostoru

Harvardská architektura

- /přidělování paměťových regionů na požádání procesů
- /uvolňování paměťových regionů na požádání procesů
- /udržování informací o obsazení adresového prostoru
- zabezpečení ochrany paměti - zabránění přístupu procesu k paměti mimo jeho přidělený region
- u více úlohových systémů musí podporovat střídavý běh více procesů či v minimálním případě mu nesmí bránit

Metody správy

- Monolitická paměť

- nejjednodušší správa operační paměti
- FAP je zde rozdělen na dva bloky, tj. na dvě souvislé části, které jsou určeny počáteční adresou
- první blok je přidělen rutinám jádra operačního systému a jeho datovým strukturám - „Kernel memory“
- paměť jádra sdílí všechny procesy, protože rutiny jádra včetně jeho datových struktur jsou využívány veškerými procesy při vykonávání služeb operačního systému
- druhý je pak přidělován na požádání ostatním procesům - „Application memory“
- aplikační paměť je soukromého charakteru, tedy přístup k ní má pouze vlastník
- pokaždé když aplikace požádá o alokování paměti je jí přidělen celý blok na celý její životní cyklus (i když ho nevyužije), to může mít fatální důsledky, dochází k ukládání na pevný disk - zpomalení
- v moderních systémech nepoužitelné

- Statické bloky

- aplikační paměť je rozdělena na několik samostatných bloků, které lze alokovat samostatně
- maximální počet procesů je omezen počtem bloků (+ procesy odložené v sekundární paměti)
- jeden proces může zabírat i více nespojitých bloků
- bloky pevné velikosti, bývá rozdílná, obojí se stanovuje při překladač operačního systému a vycházejí z druhu aplikací, které mají být provozovány
- žadajícímu procesu je přidělen vždy nejmenší dostatečně velký blok (případně více bloků)
- informace o obsazenosti bloků je udržována na dedikovaném místě
- je nutné chránit rozdělení bloků (aby si procesy nezabraly více paměti, než mají) - limitní registr
- užití - správa paměti jádra (lze dobře odhadnout jaké bloky budou potřeba...)

- Dynamické bloky

- aplikační paměť je rozdělena na bloky, jejichž velikost se dynamicky upravuje dle požadavků procesů
- na začátku je jen jeden blok a po ukončení procesu je uvolněný blok připojen k ostatním souvislým blokům
- při začátku nového procesu se z prvního volného bloku „ukrojí“ blok o přesně požadované velikosti a zbytek se nechá...
- informace o obsazení paměti je v tomto případě realizováno na počátku každého bloku
- Ochrana paměti je opět realizována pomocí bazového a limitního registru, je velmi důležité chránit informace o obsazení

Maturitní otázka č. 7

- Nevýhodou je sklon k fragmentaci (= při velkém zaplnění paměti, může nastat situace, kdy není dost velký souvislý blok a proces se rozdělí do několika nesouvislých bloků) nebo prostě velkému množství malých volných bloků
- Řeší se „přesouváním“ bloků na začátek a tvořením jednoho velkého volného bloku na konci

Pevný disk

- vnější (sekundární), záložní paměť
- po odpojení od proudu se data zachovávají (ne navždy, za několik desítek let se stávají nečitelnými)
- elektromechanické zařízení pro zápis a čtení adresovatelných dat
- velká kapacita, o několik řádů pomalejší přístup než operační paměť
- slouží k dočasnému nebo trvalému uchování dat
- dnes se používá HDD nebo SSD
- důležité parametry:
- **kapacita** - pro HDD od asi 0,5 TB do 16 TB, pro SSD od asi 128 GB do asi 4 TB
- **formát** - pro HDD je průměr disku 1,8“, 2,5“, 3,5“, SSD se většinou prodávají ve stejných velikostech, aby se daly jednoduše vyměnit, v nových systémech tzv. M.2 (typ patice/konektoru), jsou menší, je to v podstatě jen deska s čipy paměti (vzhledem jsou podobné RAM)
- **rozhraní** - SATA, SCSI, M.2, USB, FireWire, PCI-X
- **otáčky** - jen u HDD - 5400 ot/min (pro notebooky), 7200 ot/min (pro desktop), 10 000 a 15 000 ot/min (pro pracovní stanice a servery) - rychlost ploten za minutu - RPM
- **vyrovnávací paměť** - v MB (asi 8 až 32 MB), ukládá data před zápisem na disk, celkově může disk velmi zrychlit
- **přístupová doba** - v milisekundách, dnes od asi 2,5 ms do 10 ms
- **počet ploten** - u HDD - může celkově zrychlit disk, kvůli současnému zápisu na plotny...
- **odolnost vůči otřesům** - přetížení při nárazům, udává se v G
- **spotřeba** - udává se ve Watech
- **hmotnost** - v gramech

HDD

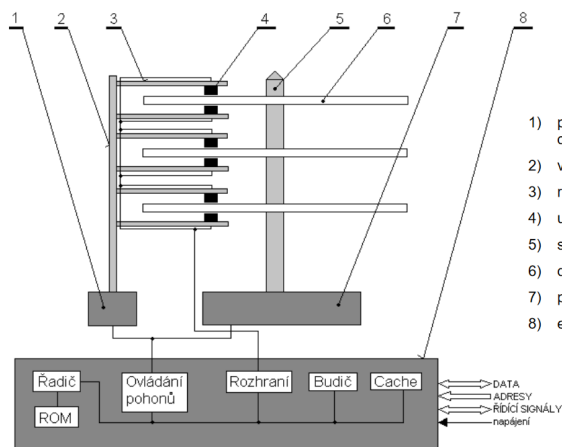
HW

- **disková hlava** - umístěna na pohyblivém rameni, aerodynamický tvar, který způsobuje její „vznášení“ díky rotaci plotny nad povrchem disku, pohybuje se v řádu desetin mikronu nad plotnou, pro zápis se používá magnetická indukce, pro čtení magnetorezistivní (MR) hlavy (založené na změně odporu při vystavení magnetickému poli)
- **hřídel** - osa, na které jsou umístěny plotny
- **plotny** - na nich jsou uložena data, běžně 2,5 nebo 3,5 palce, dnešní disky mají 1-3 plotny (pro servery až 10), každá plotna má dvě strany pro ukládání dat, každá strana má svojí hlavu, vyrobeny většinou ze slitin Al nebo skla, magnetický povrch je většinou z Fe_2O_3 nebo magnetického substrátu
- **vystavovací mechanismus** - umísťuje hlavy nad požadovanou stopu na plotně, pohon dříve krokové motorky, dnes kmitající cívky (dvě cívky naproti sobě, podle toho jak silné je jejich pole tak se pohybuje rameno), po ukončení pohybu se hlava přesune do parkovací zóny ve středu disku
- **pohon** - roztáčí hřídel spolu s plotnami, rychlost v otáčkách za minutu (viz dříve), čím více otáček tím rychlejší čtení a zápis, ale zhoršují se podmínky (vibrace, teplo)

elektronické části disku (kontrola rychlosti, přesunu hlav, správa paměti, atd.)

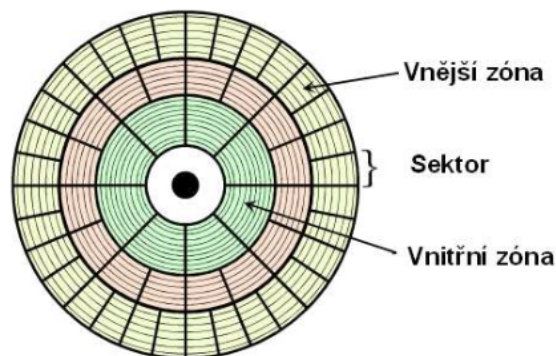
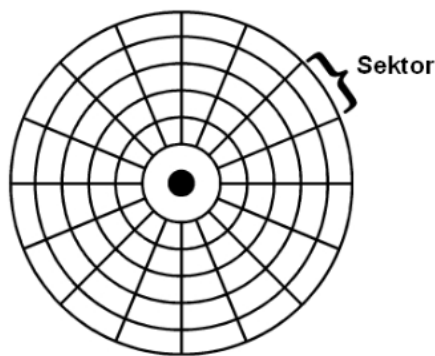
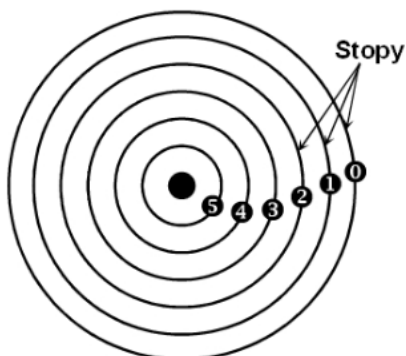
- **řadič** - řídí čtení a zápis dat, koordinuje všechny součásti HDD
- **ROM** - obsahuje firmware („OS“) pevného disku, kódování a dekódování dat, odstranění chyb při čtení/zápisu
- **Cache** - statická RAM, dočasné uložení dat mezi PC a diskem, zrychluje přenos dat
- **rozhraní** - způsob komunikace s diskem, pro interní HDD dříve PATA dnes SATA (aktuální verze SATA III, teoreticky až 750 MB/s), PCI-X nebo SCSI, pro externí USB/FireWire
- **Konektory** - úzce souvisí s rozhraním, propojení se zbytkem PC - USB, SATA, PCI-X, SCSI, atd.

Maturitní otázka č. 7



SW

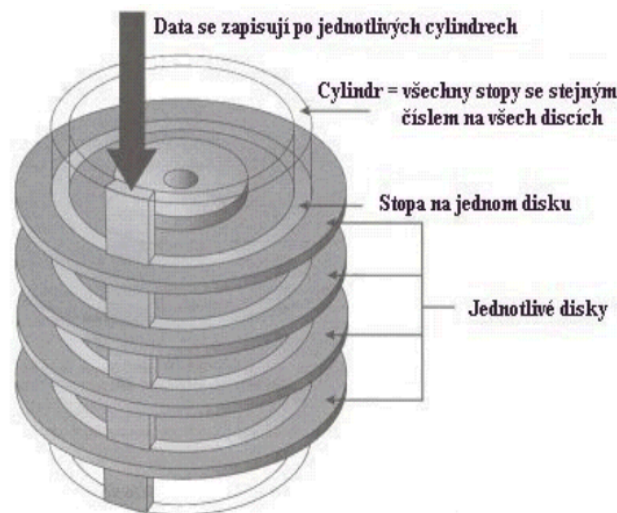
- **stopy** - oblast pro ukládání dat, soustředné kružnice, počet stop na jedné straně plotny v řádech tisíců až desetitisíců
- **sektory** - část jedné stopy, ohraničená identifikačními značkami, základní jednotka pro ukládání dat, standardní velikost sektoru je 512 byte



- **cylindry** - sada stop se stejným číslem na obou stranách všech ploten, hlavičky jsou vždy nad sebou (na stejném místě na všech plotnách z obou stran, pro urychlení čtení a zápisu se data dělí do stop v jednom cylindru)
- **clustery** - operační systém skládá clustery ze sektorů a vytváří tak alokační jednotky, je to nejmenší použitelné množství dat pohromadě, jeden cluster může obsahovat 4, 8, 16, 32, 64, ... sektorů, jeden cluster může být obsazený daty jen z jednoho souboru

Technologie

- **S.M.A.R.T** (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) periodicky měří a sleduje vlastnosti a chování, při detekci kritických hodnot varuje OS
- **NCQ** (Native Command Queing) když je spuštěno více aplikací s přístupem na HDD tato technologie optimalizuje pořadí přístupu, snaží se dosáhnout co nejmenšího pohybu hlavy, brání opotřebení
- **AAM** (Automatic Acoustic Management) řídí hladinu zvuku a výkon HDD, ovlivňuje rychlost pohybu hlav, ovlivňuje přístupovou dobu k disku, nemá vliv na přenosovou rychlost, může omezit „cvakání“ tvořené pohybem ramen s hlavami, neovlivní „hučení“ vyvolané rotací ploten



SSD

- ukládá data na polovodičovou flash paměť
- neobsahuje pohyblivé mechanické části
- má nižší spotřebu elektrické energie
- používá SATA, aby mohlo jednoduše nahradit moderní HDD
- vyšší cena v poměru ke kapacitě
- existuje i **SSHD** (hybridní disk), což je kombinace obou předchozích, přičemž malé SSD se použije na OS a často používané programy a velké HDD na všechna ostatní data...

Historie a paměťová média

- první formou datových úložišť byly **děrné štítky** (informace byly reprezentované dírou v desce na určitém místě, nelze přepsat), pak mohla data být vpravena do počítače, první použití již v 19. stol pro sčítání obyvatel v USA
- dalším stádiem byla **děrná páska** se stejným principem, jen mírně zlepšeným formátem, byly papírové nebo železné, pro počítače osmistopé, používaly se pro vkládání dat u sálových počítačů
- **magnetická páska** - vznik koncem 19. stol., užití hlavně jako záložní médium, informace jsou na pásku nahrávány v dvojkovém kódu (intenzita signálu reprezentuje 0 a 1), mnohem vyšší kapacita než předchůdci, lze přepsat, nejdříve navinuté na cívce, později v kazetách, k datům na konci pásky se dostaneme až po přejetí všech ostatních (dlouhé čekání), proto použití pro archivaci
- **magnetické disky (diskety)** - první disketa 1967 od IBM s kapacitou 80 kB (průměr byl 8"), pouze pružný disk, časem se zapracoval do plastového obalu s tkaninou uvnitř, v 70. letech byla uvedena přepisovatelná disketa s kapacitou až 800 kB (v té době revoluční) s průměrem 5 a 1/4 palce, později 3,5"
- Dříve než se hojně používaly HDD, se užívaly diskety s kapacitou asi 1 MB, ty byly výměnné a mohla být vždy jen jedna v mechanice a fungovalo to tak, že z první diskety se nabootoval OS, diskety se vyměnily, a z druhé nějaký program...
- **ZIP médium** - jednoduchý záznam a přepis dat známý už z klasických disket, při představení kapacita 100 MB, záznam se provádí na magnetickou vrstvu pomocí zapisovacích hlav, které při práci přímo dosedají na povrch média, v roce 2002 se kapacitou vyrovnaly CD, tzn. Až 750 MB s přenosovou rychlostí této generace až 7,5 MB/s
- **JAZZ disk** - společnost Iomega, kapacita až 2 GB, přenosové rychlosti až 20 MB/s, velikost 3,5", rozhraní Ultra SCSI/USB/FireWire, přístupová doba asi 20 ms
- První disky vyrábělo IBM pro sálové počítače už v 50. letech (první disk vůbec měl 50 ploten s průměrem 61 cm a celkovou kapacitou 3,75 MB)
- Velké i několik metrů krychlových, ale princip byl stejný jako dnes
- Jejich kapacita byla jen několik málo MB, postupem času se zmenšily na 5 a 1/4 palce (velikost starších disketových mechanik, konečná velikost je již zmíněných 2,5 a 3,5 palce)
- HDD se začaly objevovat v komerčních počítačích až v 80. letech
- **Optická média** - k záznamu a adresaci se používá paprsek laseru, zaznamenává se binárně pomocí prohlubní a výstupků
 - **CD** - kapacita 700 MB, slouží jako nosič hudby, instalační CD, driver disc (CD s ovladači)
 - **DVD** - kapacita 4,7 GB (záleží na počtu vrstev a stran, může být i mnohem vyšší)
 - CD i DVD jsou vyráběné ve třech různých typech a to:
 - jen pro čtení např. CD-ROM, DVD-ROM
 - pro záznam (jen jednou) např. CD-R, DVD-R
 - pro přepsání např. CD-RW, DVD-R/RW, CD-RAM, DVD-RAM
 - **Blu-Ray** - kapacita až 80 GB, kvalitnější a delší záznam, současně vyšel docela podobný tzv. **HD-DVD**, který se však neujal
- **Flash média** - viz dříve
 - **Paměťové karty** (několik typů nejznámější jsou SD karty) - v několika velikostech standardní (pro digitální foťáky), mini (dnes moc nepoužívaná) a micro (velmi mnoho užití nejčastěji mobilní telefony, MP3, atd.)
 - různé rychlostní třídy: C2 (2 Mb/s), C4 (4 Mb/s), C6 (6 MB/s), C10 (10 MB/s) a video třídy V6, V10, V30, V60, V90 (s rychlostí vždy to číslo v MB/s)
 - několik generací SD > SDHC > SDXC s různými rychlostmi přenosu, sběrnic a různými interface sběrnic...
 - **USB flash paměť** - užívá sběrnici USB (odtud název)
 - komerční disky se objevily v roce 2000 (IBM a Trek Technology), měly kapacitu 8 MB (5x víc než diskety)

Maturitní otázka č. 7

- pracovaly s rozhraním USB 2.0 (teoreticky až 60 MB/s) díky NAND technologii (používané i dnes pro úložné v mobilních telefonech atd., byly však limitované jiným HW na asi 1 MB/s)
- dnes mají USB disky kapacitu až 2 TB a používají rozhraní USB 3.0 (teoreticky až 625 MB/s), které bylo nahrazeno USB 3.1 a jeho různými generacemi, nyní je nejnovější generace USB 3.2 gen 2x2 (teoreticky až 2,5 GB/s), nejnovější generace USB již nepoužívají konektor USB-A, ale nový USB-C
- flash paměť se používá i v SSD, mobilech a dalších zařízeních....

Zdroje

- https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_pam%C4%9B%C5%A5
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Flash_pam%C4%9B%C5%A5
- <https://www.vysokeskoly.cz/maturitniotazky/informatika/pameti>
- <https://www.svethardware.cz/historie-a-soucasnost-datovych-ulozist/23935>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital
- https://cs.wikipedia.org/wiki/USB_flash_disk
- <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/O/15065/UVOD-DO-PAMETI-POCITACE-VNITRNI-PAMETI.html/>
- <https://www.itnetwork.cz/hardware-pc/stavba-pc/hardware-stavime-si-pocitac-pevny-disk-hdd-ssd-1>
- <https://www.itnetwork.cz/hardware-pc/stavba-pc/hardware-stavime-si-pocitac-operacni-pamet-ram-ddr>
- <https://www.theverge.com/circuitbreaker/2019/2/27/18243425/usb-3-2-standard-names-connectivity-cables-innovators-forum>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevný_disk
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Optick%C3%BD_disk
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_pam%C4%9B%C5%A5
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Vn%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD_pam%C4%9B%C5%A5
- <https://en.wikipedia.org/wiki/USB-C>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Polovodi%C4%8Dov%C3%A1_pam%C4%9B%C5%A5