

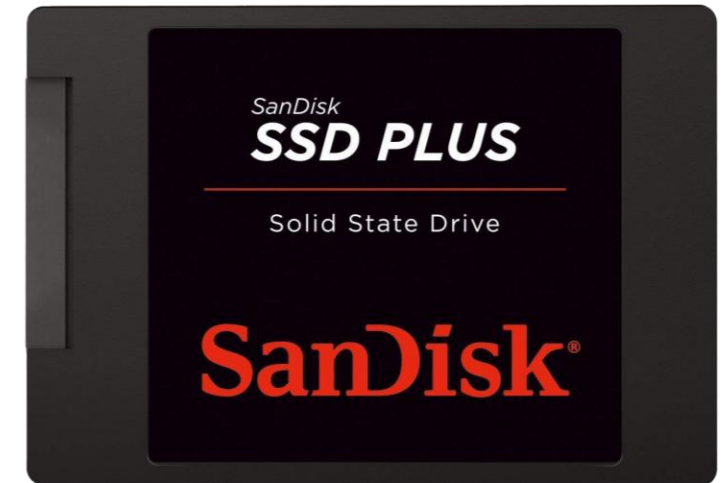


UKLADANIE ÚDAJOV – HDD/SSD

Artur Vítek, 2. r., FPV

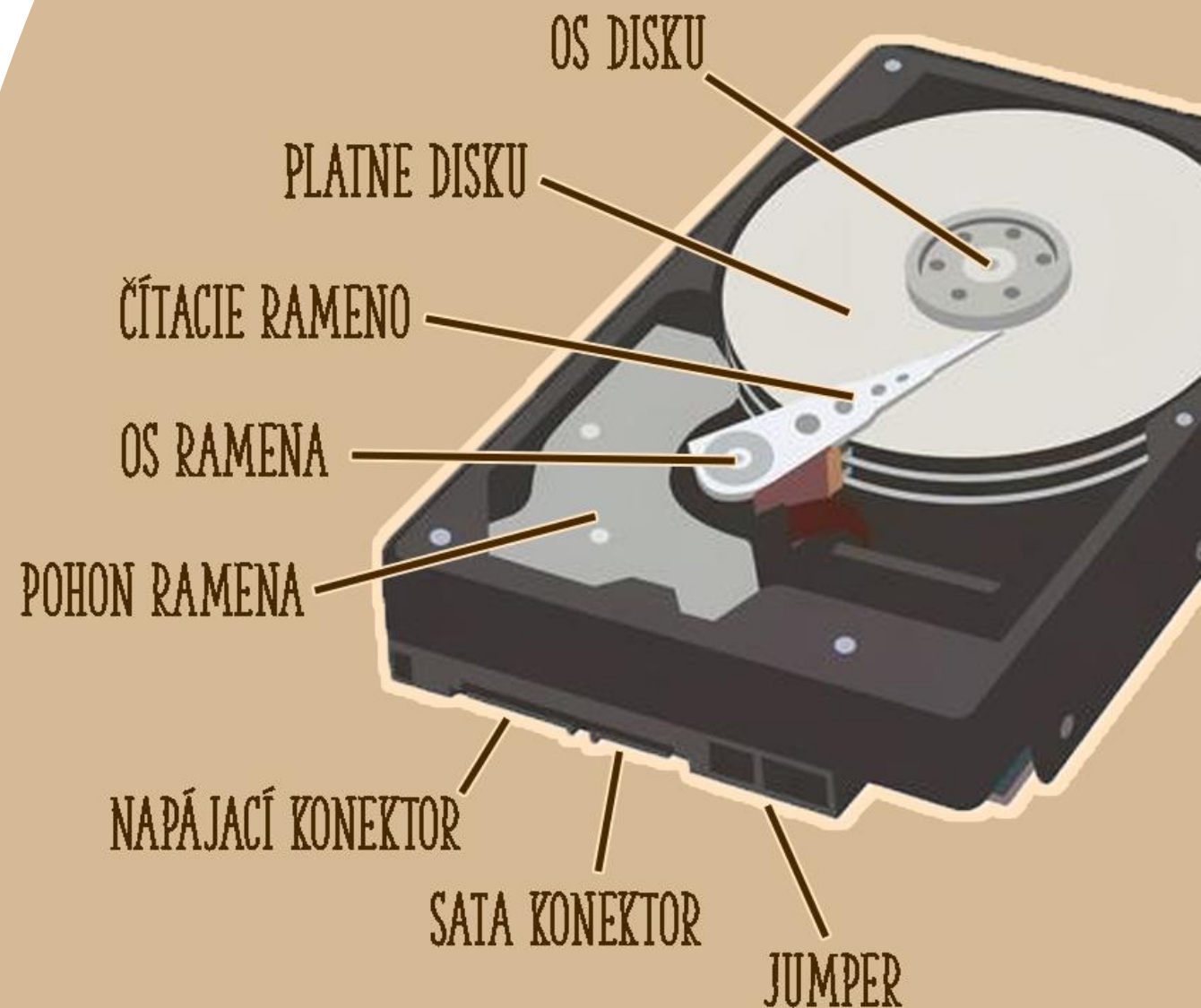
UKLADANIE ÚDAJOV - ÚVOD

- Dáta sa digitálne ukladajú na médiu, na ktorom je možné ich nájsť aj po odpojení zariadenia od prívodu energie.
- Médiá: Pevný disk, disk bez pohyblivých častí (SSD), optické disky (CD, DVD), pamäťové karty (SD), cloudové úložiská



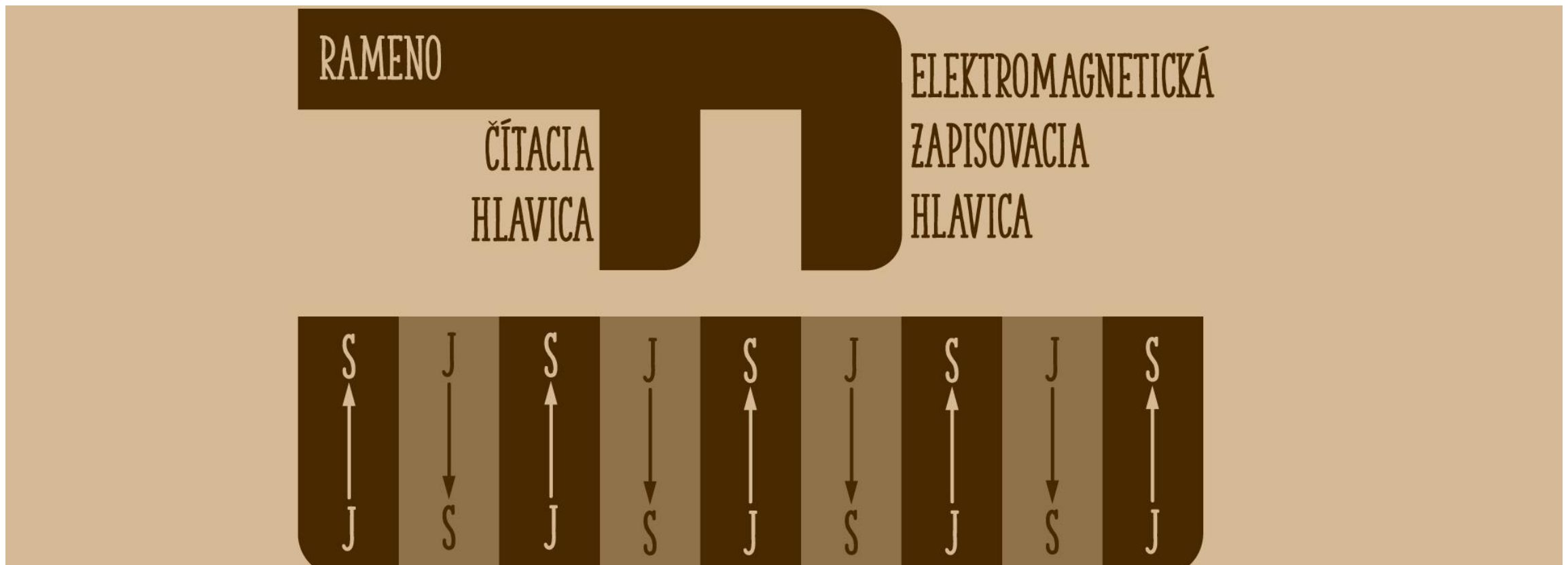
HDD

- Rotujúce magnetické platne
- Čítacie rameno číta alebo zapisuje dáta
- Veľké úložiská, NAS, servery
- Otáčky za minútu (RPM)
- Prístupový čas (ms)

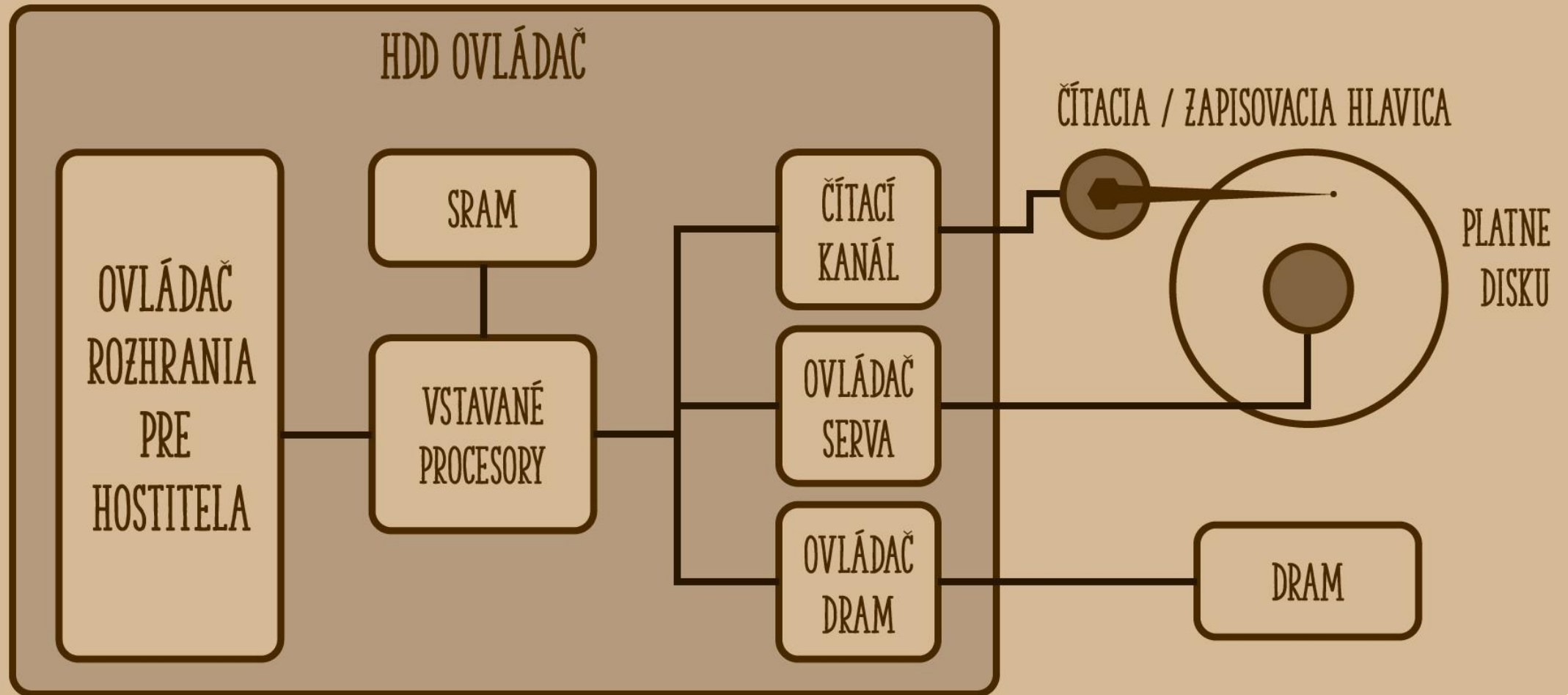


HDD: ZÁPIS DÁT

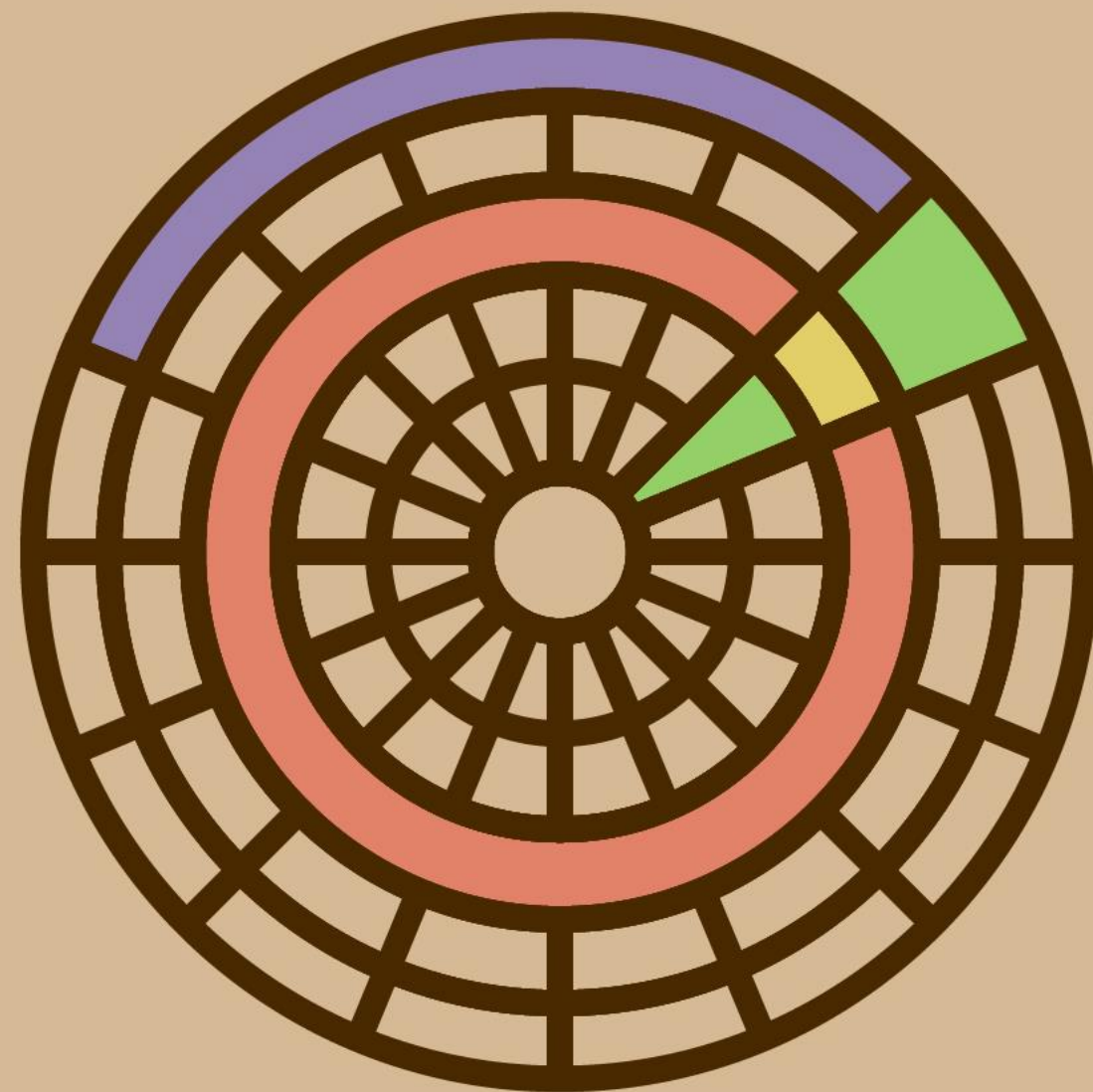
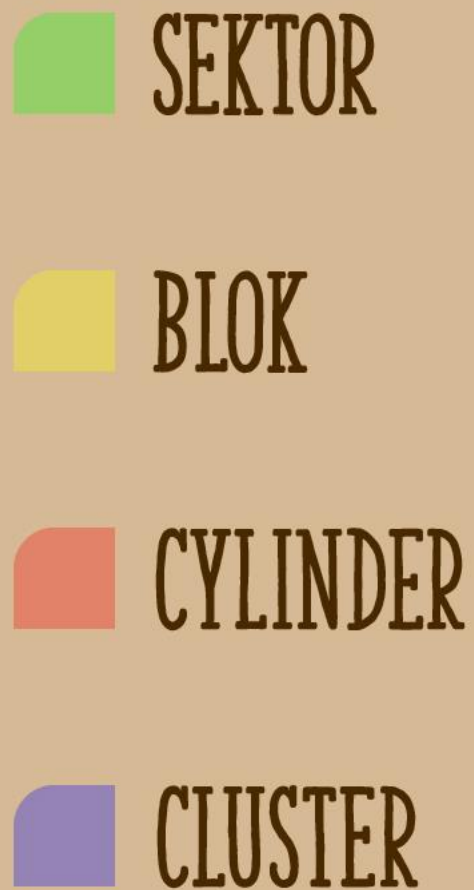
- Zapisovacia hlavica mení póly magnetickej platne (severný = 1, južný = 0)
- Čítacia hlavica: magnetorezistívny senzor spozná zmenu magnetického poľa = čítanie 0 a 1



ARCHITEKTÚRA HDD



HDD: JEDNOTKY ORGANIZÁCIE DÁT



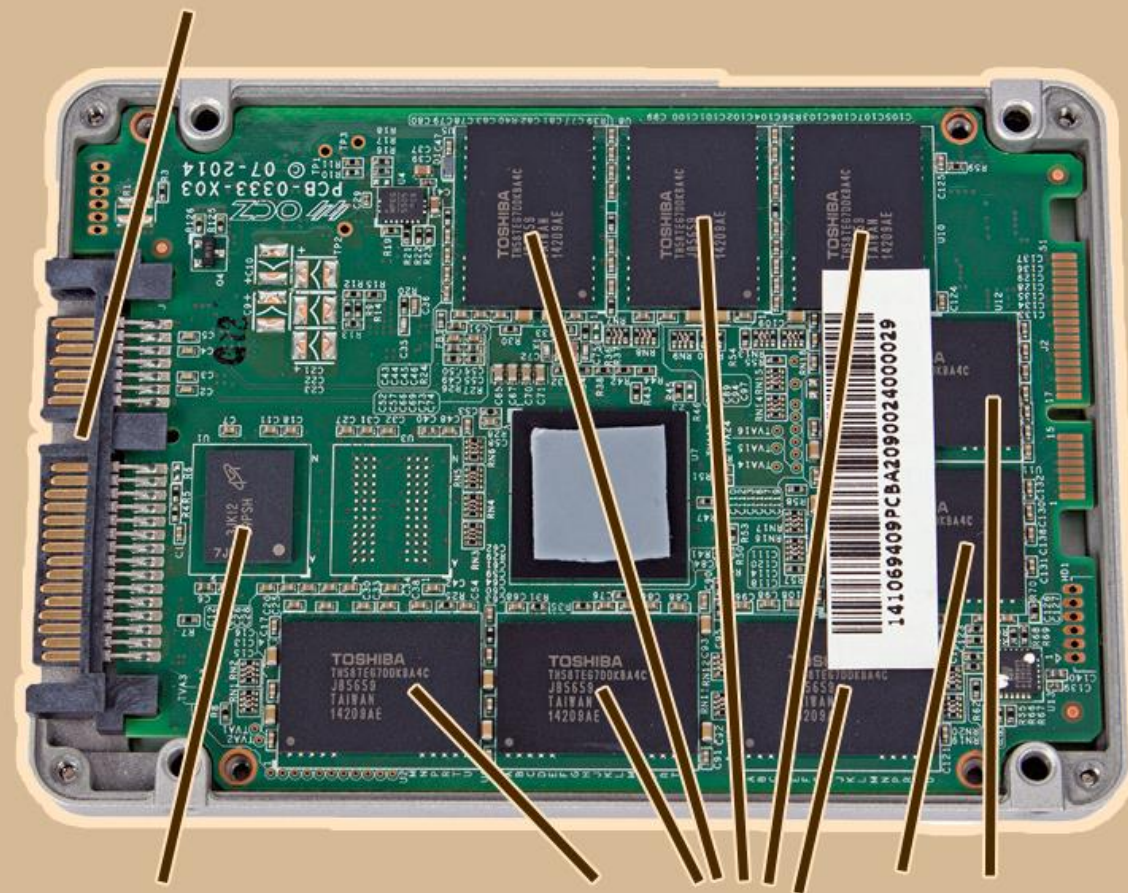
HISTORICKÉ MEDZNÍKY HDD

- 1956 – IBM 305 RAMAC - prvý HDD, 5MB, vážil 1 tonu
- 1980 - Prvé kompaktné HDD – Seagate ST-506
 - 5,25'', 5 MB, 1500 \$
- 80te roky – RAID
 - Spojenie diskov do jedného bloku
- 1991 – 2,5-palcové disky pre laptopy

SSD

- Žiadne pohyblivé časti
- NAND Flash pamäťové tranzistorové bunky
- Wear leveling
- Cache
- Boot drive, Laptopy
- Megatransfery za sekundu
- MB/GB za sekundu

SATA ROZHRANIE



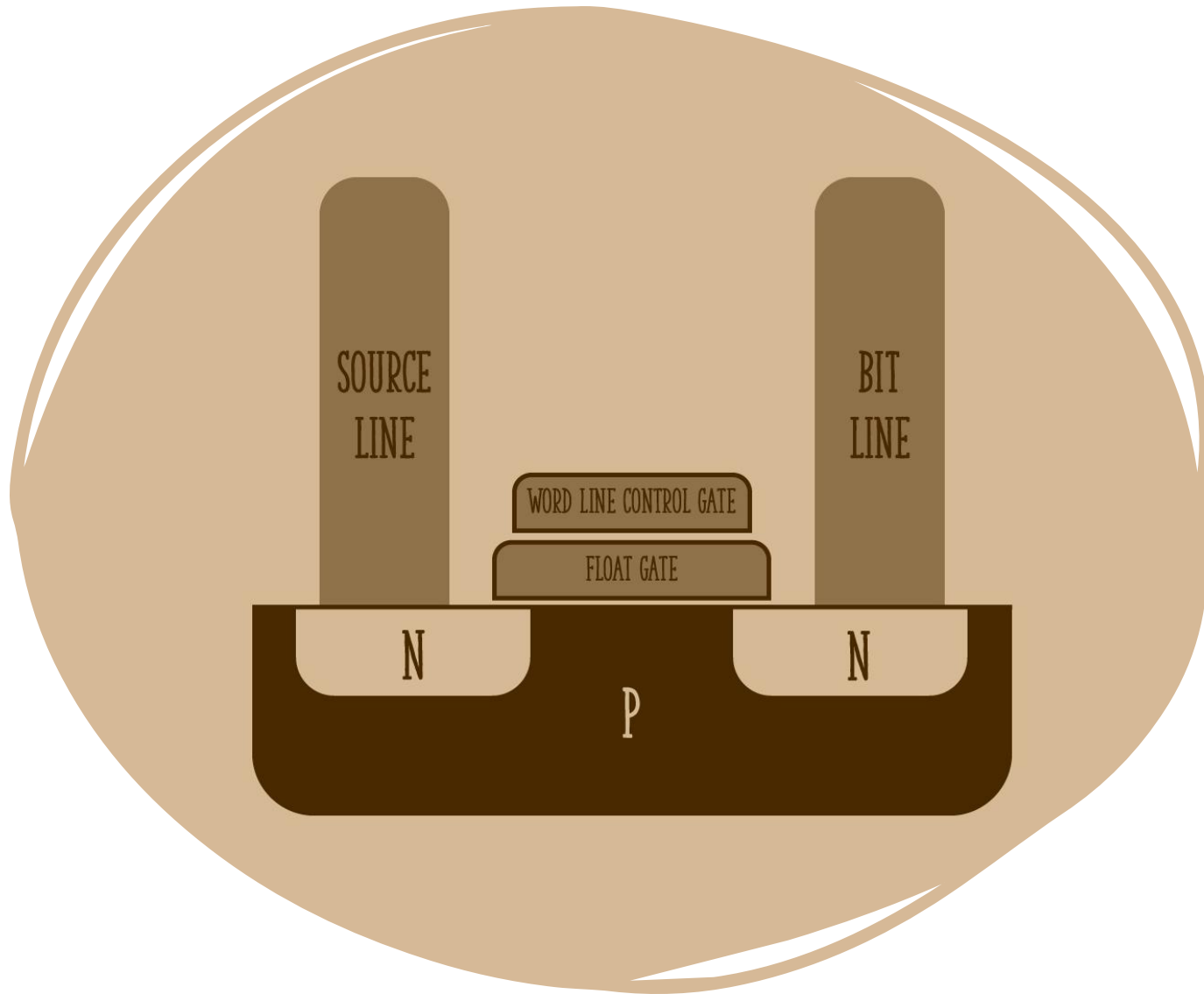
OVLÁDAČ

FLASH PAMÄŤOVÉ BLOKY

SSD: TECHNOLOGIE ZÁPISU DÁT

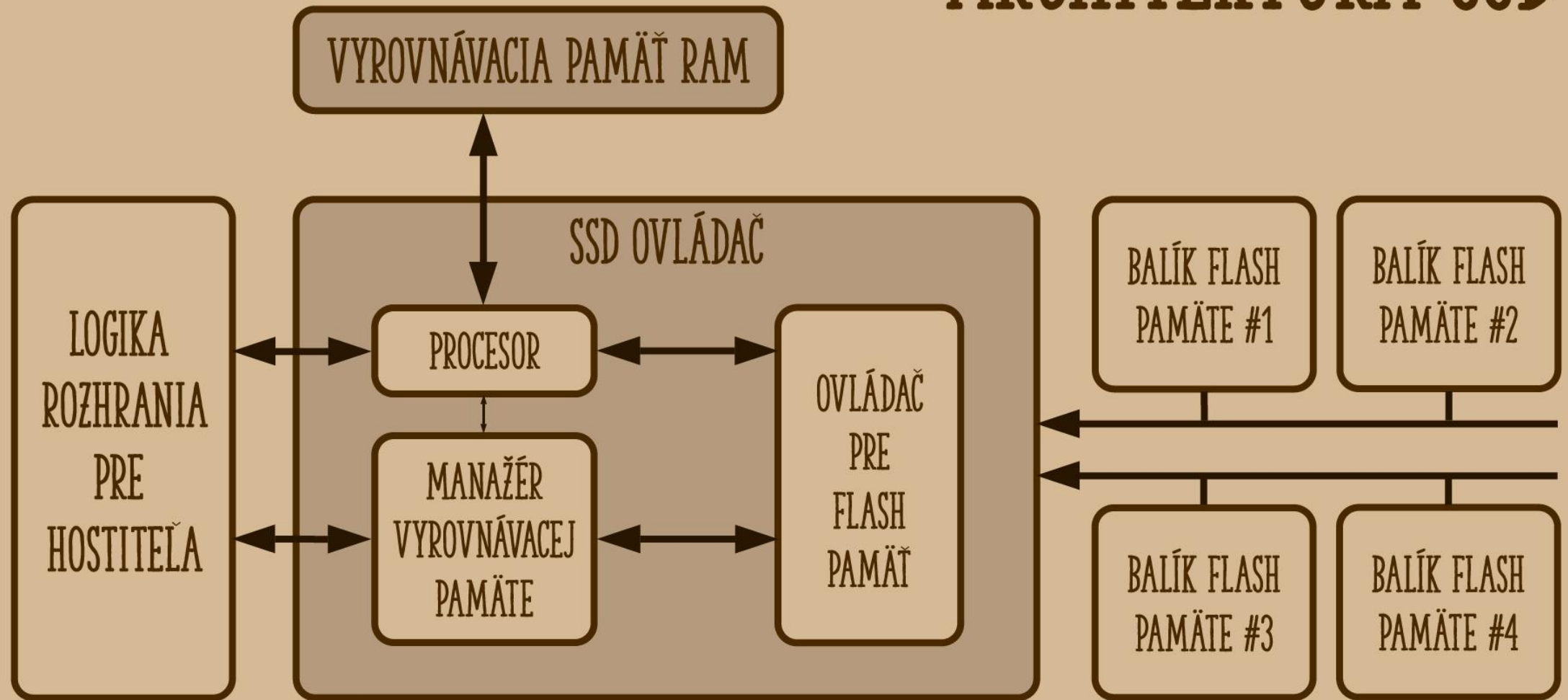
- NAND flash pamäte sa líšia v počte bitov uložitelných na 1 bunku
 - SLC (single-level cell)
 - MLC (multi-level cell)
 - TLC (triple-level cell)
 - QLC (quad-level cell)
 - PLC (penta-level cell) - vo vývoji
- Viac bitov na bunku - nižšia cena na kapacitu, keďže je možné uložiť viac dát na jednej bunke
- Viac bitov na bunku - nižšia životnosť, proces rozlišovania napr. QLC je technologicky zložitejší než pri SLC

SSD: FLASH PAMÄŤOVÁ BUNKA



- Source Line – je to vodič, ktorý vedie elektróny do tranzistora.
- Bit Line – vodič, ktorým sa elektróny odčítavajú alebo zapisujú z tranzistora.
- N oblasti – negatívne nabité oblasti, kde sa nachádzajú nosiče elektrónov.
- P oblasť – kladne nabitý, ktorý tvorí základ tranzistora.
- Float Gate – izolovaná vrstva, kde sa uchovávajú elektróny. Nabitá - 0, nenabitá - 1
- Control Gate – ovládanie čítania a zápis dát do bunky.
- Word Line – vodič pripojený na riadiacu bránu na výber konkrétnej bunky v matici buniek.

ARCHITEKTÚRA SSD



HISTORICKÉ MEDZNÍKY SSD

- 1978 - Prvé koncepcie flash pamätí - Toshiba
 - Fujio Masaoka
- 1991 – SunDisk – prvé SSD (pre ThinkPad)
 - 20 MB, 1000 \$
- 2007 - Prvé SATA SSD pre bežný trh
 - Intel X25-M
 - Zápis 250 MB/s, čítanie 70 MB/s
 - 80 GB

HDD VS. SSD

Výhody HDD

- Vyššia kapacita za nižšiu cenu
 - Optimalizovaný výrobný proces
 - Mechanické komponenty sú lacnejšie
- Dlhšia životnosť
 - Prežije väčší počet zápisov

Výhody SSD

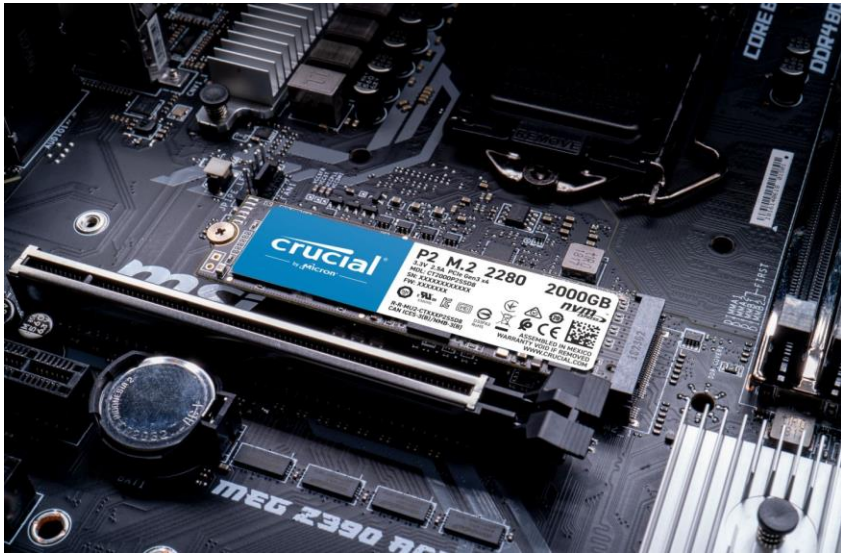
- Rýchlosť
 - Elektronický prístup k dátam
 - Dáta nie sú rozdelené do oblastí na disku
- Odolnosť
 - Bez mechanických častí, ktoré by sa pádom mohli poškodiť
- Menšia veľkosť
 - NAND bunky sú menšie ako platne v HDD
- Nižšia spotreba energie
 - Pohyblivé časti vyžadujú vyšší napájací výkon zo zdroja

ROZHRANIA - SERIAL ADVANCED TECHNOLOGY ATTACHMENT (SATA)

- 2003
- Pripájaný k zdroju (napájací port) a základnej doske (dátový port)
- SSD aj HDD



Verzia SATA	Maximálna teoretická rýchlosť	Efektívna rýchlosť (približná)
SATA I (1.5G)	1,5 Gb/s (150 MB/s)	~ 120–130 MB/s
SATA II (3G)	3,0 Gb/s (300 MB/s)	~ 250–270 MB/s
SATA III (6G)	6,0 Gb/s (600 MB/s)	~ 500–550 MB/s



ROZHRANIA - PERIPHERAL COMPONENT INTERCONNECT EXPRESS (PCIe)

- 2007
- Zapájaný priamo do základnej dosky (PCIe slot / NVMe slot)

Generácia PCIe	Počet liniek	Maximálna teoretická rýchlosť	Efektívna rýchlosť (približná)
PCIe 3.0 x4	4 linky	4 GB/s	~ 3,5 GB/s
PCIe 4.0 x4	4 linky	8 GB/s	~ 7,0 GB/s
PCIe 5.0 x4	4 linky	16 GB/s	~ 13–14 GB/s
PCIe 6.0 x4	4 linky	32 GB/s	~ 28–30 GB/s

ROZHRANIA - INTEGRATED DRIVE ELECTRONICS (IDE)

- 1986
- 40 - pinový konektor prepájajúci disk a základnú dosku
- HDD



Špecifikácia IDE (PATA)	Maximálna teoretická rýchlosť	Efektívna rýchlosť (približná)
ATA-33 (Ultra ATA/33)	33 MB/s	~ 25–30 MB/s
ATA-66 (Ultra ATA/66)	66 MB/s	~ 50–60 MB/s
ATA-100 (Ultra ATA/100)	100 MB/s	~ 80–90 MB/s
ATA-133 (Ultra ATA/133)	133 MB/s	~ 100–120 MB/s

HDD A SSD - 2025

HDD: Seagate Exos M

- Kapacita: 36 TB
- Rýchlosť: 7200 RPM
- 10 platní
- Platforma: Mozaic 3+
- <https://www.seagate.com/products/enterprise-drives/exos/exos-m/>

SSD: Phison Pascari X200E

- Kapacita: 1.6 - 26 TB
- Čítanie: 1280 MB/s, zápis: 168 MB/s
- Rýchlosť: 1600 MT/s
- Typ NAND: TLC
- <https://www.techpowerup.com/ssd-specs/phison-pascari-x200e-13-tb.d2013>

DIAGNOSTIKA

HDD

- Chyby povrchu platne
- SMART
- CrystalDiskInfo, HDTune

SSD

- Degradácia buniek
- Crucial Storage Executive
- Samsung Magician

chkdsk: kontroluje súborový systém a metadata súborového systému zväzku na logické a fyzické chyby

NASTAVENIE UKLADACÍCH MÉDIÍ V BIOS

- RAID konfigurácia
 - 0, 1, 3, 5, 10
- SATA režimy
 - IDE, AHCI, RAID
- Optimalizačné režimy
 - AHCI pre SSD
 - Defragmentácia: Len pre HDD, SSD fuj
- Secure Boot / spúšťanie z disku

RAID mode	Description	Operation	Advantages	Disadvantages	Recovery
RAID 0	Striped disks	Data is split evenly between two or more disks.	Large size and the fastest speed.	No redundancy.	If one or more drives fails, this results in array failure.
RAID 1	Mirrored disks	Two or more drives have identical data on them.	A single drive failure will not result in data loss.	Speed and size is limited by the slowest and smallest disk.	Only one drive is needed for recovery.
RAID 3	Striped set with dedicated parity	Data is split evenly between two or more disks, plus a dedicated drive for parity storage.	High speeds for sequential read/write operations.	Poor performance for multiple simultaneous instructions.	A single drive failure will rebuild.
RAID 5	Striped disks with distributed parity	Data is split evenly between three or more disks. Parity is split between disks.	Large size, fast speed, and redundancy.	The total array size is reduced by parity.	A single drive failure will rebuild.
RAID 10	1+0; Striped set of Mirrored Subset	Four or more drives are made into two mirrors that are striped.	Larger size and higher speed than RAID-1, and more redundancy than RAID-0.	No parity.	Only one drive in a mirrored set can fail.

BUDÚCNOSŤ UKLADACÍCH MÉDIÍ

- **HDD:**

- HAMR (Heat-Assisted Magnetic Recording)

- Používanie tepla na zaznamenanie dát na platniach
 - Väčšia kapacita diskov

- **SSD:**

- 3D NAND Flash

- Pamäťové bunky sa ukladajú vertikálne v niektorých vrstvách
 - Vyššia kapacita, lepšia efektivita výroby, nižšie náklady

- MRAM (Magnetoresistive RAM)

- Funguje ako RAM, ale uchováva dáta aj po vypnutí vďaka magnetickým vlastnostiam materiálu namiesto elektrických nábojov
 - Energetická úspornosť, vyššia rýchlosť

ZDROJE

- EXTREMETECH. How Do SSDs Work? The Inner Details, Explained [online]. [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.extremetech.com/computing/how-do-ssds-work>
- GCSEC. Magnetic hard disk drive [online]. [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.gcsecs.com/magnetic-hard-disk-drive.html>
- UFS EXPLORER. Types of drive interfaces and methods for their connection [online]. [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.ufsexplorer.com/articles/how-to/connect-drive/?srsId=AfmBOorvJ0K6pP2kN-byOMeGMDqpFSmSQ7-k5u7xVNuff3MHMpCTBKpx>
- SHELDON, Robert; LELI, Sonia. What is IDE (Integrated Drive Electronics) and how does it work? [online]. TechTarget, 2021 [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/IDE>
- COHEN, Peter. A History of Hard Drives [online]. Backblaze, 17. novembra 2016 [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.backblaze.com/blog/history-hard-drives/>
- OPENAI. ChatGPT-4. AI program. 2025. Dostupné z: <https://chat.openai.com/chat>. [Citované 2025-04-27].
- SOLIDIGM. What Are NAND Cell Levels? [online]. 12. augusta 2024 [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.solidigm.com/support-page/product-doc-cert/ka-01854.html>
- STARTECH. RAID Modes Explained [online]. [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.startech.com/en-us/faq/raid-modes-explanation?srsId=AfmBOoqmaPI-jlEWdeN862Zpq8GG396kmTa1xR2wQjUACUQjW470przG>
- SPINTEC. MRAM [online]. [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.spintec.fr/MRAM>
- BIGELOW, Stephen J.; SLIWA, Carol. What is 3D NAND flash? [online]. TechTarget, 1. september 2023 [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/3D-NAND-flash>
- SEAGATE. Heat Assisted Magnetic Recording [online]. Seagate, 8. novembra 2024 [cit. 2025-04-27]. Dostupné na: <https://www.seagate.com/innovation/hamr/>



ĎAKUJEM ZA POZORNOST