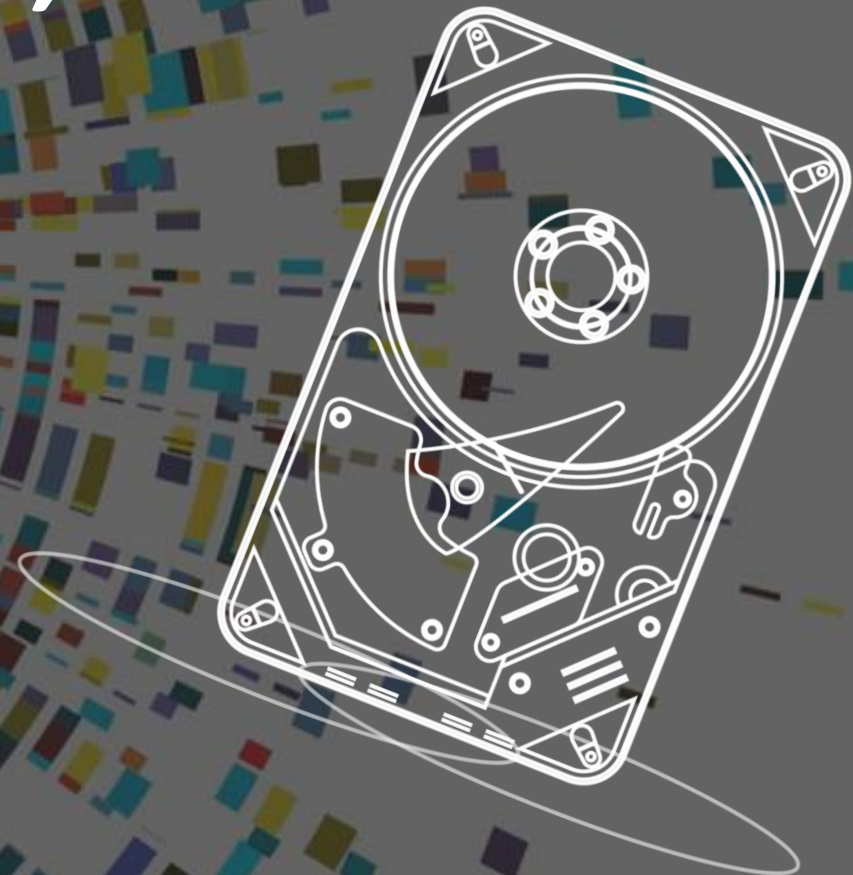


Ukladanie údajov - HDD, SSD - rozhrania, spôsoby záznamu

MARTIN DOBIAŠ – 3. ROČNÍK
(3APIN-BCE17)



Úvod :

Úložné zariadenia sú neoddeliteľnou súčasťou moderných technológií, zabezpečujú uchovávanie a rýchly prístup k dátam. Táto prezentácia sa zameriava na princíp činnosti HDD a SSD, ich historický vývoj, súčasné technológie a víziu do budúcnosti. Zároveň predstaví diagnostické a servisné nástroje, ktoré slúžia na monitorovanie, testovanie a správu týchto zariadení.

Zloženie HDD :

HDD (Hard Disk Drive) je zariadenie na ukladanie dát, ktoré využíva magnetickú technológiu. Jeho hlavný princíp fungovania je založený na rotácii magnetických platní a čítacích/zapisovacích hlavách, ktoré sa pohybujú nad týmito platňami.

Skladá sa z:

- Magnetické platne - Kovové alebo sklenené disky pokryté magnetickým materiálom, na ktorých sa ukladajú dáta. Sú viacvrstvové a vďaka motorčeku rotujú vysokou rýchlosťou.
- Čítacia / zapisovacia hlava - Malé mechanizmy, ktoré sa pomocou ramena pohybujú nad povrchom platní a čítajú alebo zapisujú dáta.
- Riadiaca elektronika a PCB doska - Rôzne obvody, ktoré riadia činnosť disku, spracovávajú dáta a komunikujú s počítačom.
- Cache pamäť - Malá rýchla pamäť na dočasné ukladanie často používaných dát, ktorá zrýchľuje prístup k informáciám.



Princíp činnosti HDD :

- Počítač vyšle požiadavku na zápis – pevný disk sa pripraví na operáciu.
- Platňa sa otáča – magnetický povrch sa dostáva pod čítaciu/zapisovaciu hlavu.
- Hlava zapisuje dáta – mení magnetizáciu malých oblastí (sektorov), čím ukladá 1 a 0.
- Dáta sa ukladajú do správnych miest – platňa sa ďalej otáča, hlava presne nastavuje polohu.
- Čítanie funguje rovnako – hlava deteguje zmeny magnetizácie a konvertuje ich na digitálnu informáciu.
- Cache pamäť zrýchľuje proces – uchováva často používané dáta, aby disk nemusel stále hľadať informácie na platni.

💡 HDD je spoľahlivý, ale mechanické pohyby ho robia pomalším ako SSD

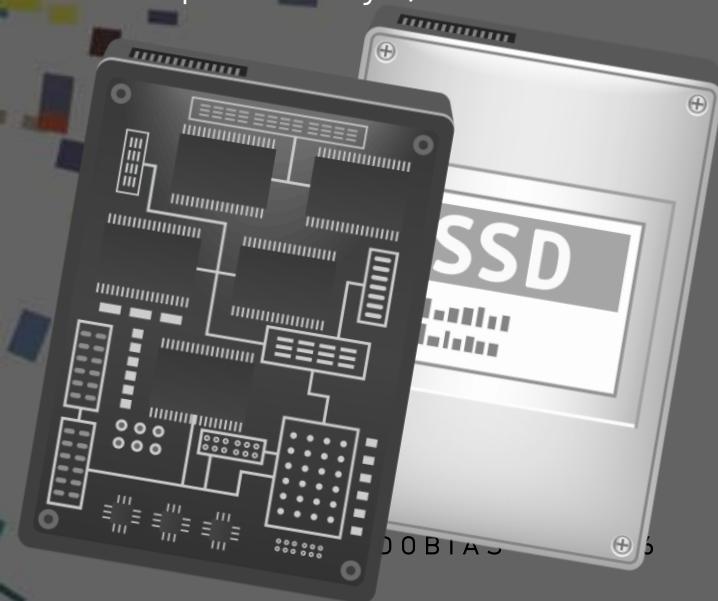
Zloženie HDD :



Zloženie SSD :

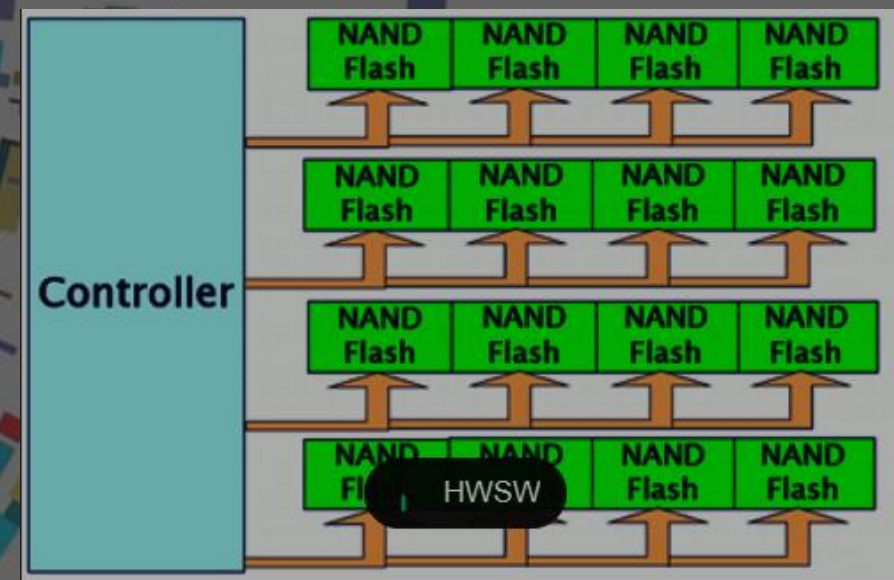
Skladá sa z:

- Pamäťové čipy (NAND Flash) – Hlavná časť SSD. Tieto čipy obsahujú milióny buniek, ktoré slúžia na ukladanie dát v podobe elektrického náboja.
 - NAND Flash čipy sa delia na rôzne typy (SLC, MLC, TLC, QLC), ktoré sa líšia v počte bitov uložených v jednej bunke (výkon, cena a životnosť)
- Riadiaca jednotka (Controller) – Mozog SSD. Riadi zápis, čítanie a správu dát medzi pamäťovými čipmi. Spravuje aj procesy ako wear leveling (rovnorné rozdelenie zápisu dát na pamäťové bunky), ECC (Error Correction Code – oprava chýb) a zabezpečuje optimalizáciu výkonu.
- Cache pamäť – Mnohé SSD majú aj malú vyrovnávaciu pamäť (napr. DRAM cache), ktorá slúži na dočasné uloženie dát počas zápisu a čítania, čím zvyšuje rýchlosť prenosu dát.



Princíp činnosti SSD :

- Zápis prebieha elektronicky – SSD nemá pohyblivé časti, dáta sa ukladajú pomocou elektrických signálov.
- Riadiaca jednotka určí miesto zápisu – dáta sa ukladajú do NAND flash pamäte v malých jednotkách nazývaných **stránky**
- Wear leveling predlžuje životnosť – SSD rovnomerne rozdeľuje zápisy, aby sa bunky opotrebovali rovnomerne.
- Čítanie dát je extrémne rýchle – riadiaca jednotka okamžite načíta informácie bez oneskorenia mechanických pohybov
- Cache pamäť zrýchľuje operácie – uchováva často používané dáta, čím zvyšuje výkon.
- Rýchlejší ako HDD – vďaka elektrickým procesom má SSD oveľa vyššiu rýchlosť prenosu dát.



Princíp činnosti SSD :

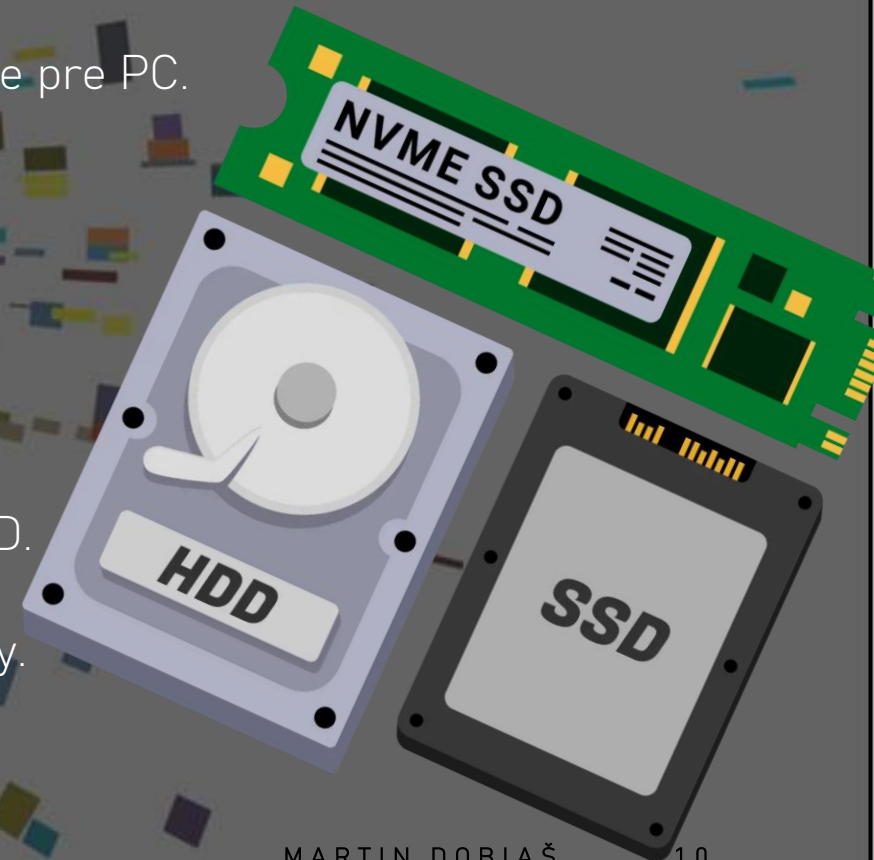


Porovnanie HDD a SSD :

Faktor :	HDD	SSD
Technológia	Magnetický zápis	Elektrický zápis
Rýchlosť	Pohyblivé časti - pomalší	Rýchlejší
Cena	Menšia - lacnejšia výroba	Väčšia
Kapacita	GB, TB	GB, TB
Odolnosť	Náchylný na náraz, vibrácie...	Odolnejší
Spotreba energie	Väčšia spotreba - mechanické časti	Úspornejší
Hlučnosť	Mechanické časti vytvárajú hluk	Tichý
Zahrievanie	Viacej	Menej
Výkon pri náhodnom zápise	Pomalý	Rýchlejší
Využitie	Archivácia, zálohovanie	Bežné použitie (PC)

Rozhrania :

- 1981 – ST-506 – Prvé bežne používané rozhranie pre HDD.
- 1986 – SCSI (Small Computer System Interface) – Profesionálny štandard pre servery.
- 1987 – IDE (Integrated Drive Electronics, neskôr ATA) – Prvé bežné rozhranie pre PC.
- 1994 – SATA (Serial ATA) 1.0 – Nahrádza IDE, vyššia rýchlosť a efektívnosť.
- 2003 – SATA 2.0 – Zvýšenie rýchlosti na 3 Gb/s.
- 2008 – SATA 3.0 – Zvýšenie rýchlosti na 6 Gb/s.
- 2011 – NVMe (Non-Volatile Memory Express) – Revolučné rozhranie pre SSD.
- 2015 – U.2 a M.2 NVMe SSD – Moderné formáty SSD pre notebooky a servery.
- 2022 – PCIe 5.0 – Najnovšie rozhranie pre extrémne rýchle SSD.



História (HDD) :

Prvý disk vyrobila firma IBM a nazvala ho IBM 305 Ramac (bol použitý v PC – Ramac) – 1956

- jeho kapacita bola 5MB a veľkosť bola porovnateľná s veľkosťou chladničky

Vývoj bežal ďalej – HDD začalo vyrábať viacero firiem, až prišla firma Seagate, ktorá vyrobila HDD s názvom Seagate ST-506 – 1980

- táto firma zmenšila HDD na 5,25" (veľkosť disketovej mechaniky) a kapacita zostala nezmenená 5MB)

Neskôr firma PrairieTek dokázala zlepšiť technológiu a vyrobila disk s veľkosťou 2,5" a kapacitou 1,4GB – 1988

Plynutím času, sa technológie zlepšovali, kolmý zápis, zápis laserom, naplnenie priestoru hélíom a nové metódy zápisu, ktoré so sebou priniesli disky s väčšou kapacitou, rýchlejším čítaním a zápisom atď..

História (SSD) :

Postupom času, vývojom sa objavila nová technológia založená na polovodičových „Flash“ pamätiach, ktoré dosahovali vyššie rýchlosti, než magnetický zápis – SSD – Solid State Disk

Prvé SSD prišlo od firmy StorageTek – 1978

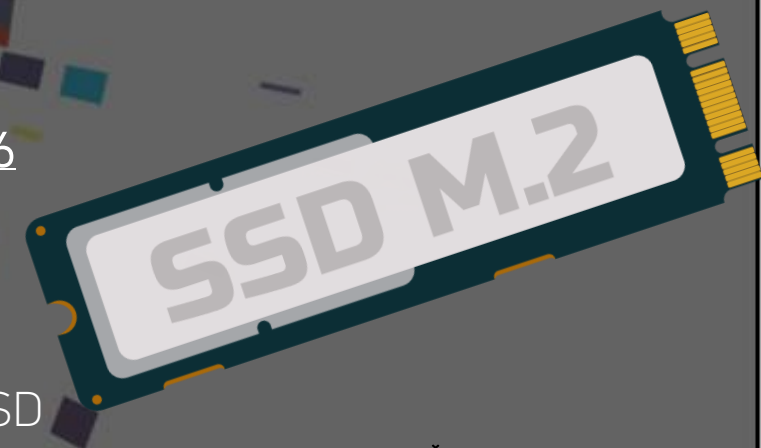
- Nazvali ho StorageTek STC 4305, využitie v IBM systémoch

Firma SanDisk vyvinula prvé SSD pre osobné počítače o veľkosti 3,5" s kapacitou 20 MB – 1991

Firma Samsung vyvinula moderné SSD o veľkosti 2,5" a kapacitou 32GB – 2006

Postupom technológii firma Samsung vyvinula prvé NVMe SSD – 2015

- Samsung 950 Pro, ktoré dosahovalo výraznejšie rýchlosti než SATA SSD



Súčasnosť :

Hoci pevné disky (HDD) stále zohrávajú dôležitú úlohu v oblasti veľkokapacitného ukladania, ich využitie v osobných počítačoch a notebookoch sa znižuje v prospech SSD.

Hlavné vylepšenia HDD v súčasnosti:

- Technológia HAMR – Zvyšuje hustotu zápisu pomocou laserového zahrievania platní.
- Technológia MAMR – podobné k HAMR používa mikrovlnnú energiu na presnejšie zapisovanie dát.
- Plnenie hélmom – Umožňuje viac platní v disku, znižuje trenie a spotrebu energie.
- SMR – Zvyšuje kapacitu pre archívne účely, s miernym poklesom zapisovacieho výkonu

Kapacity HDD dnes dosahujú až 30 TB, pričom hlavné využitie je v dátových centrách a archívoch.

Súčasnosť :

SSD už takmer úplne nahradili HDD v notebookoch, ultrabookoch a výkonných desktopoch. Využívajú rôzne typy Flash pamäte, pričom najrozšírenejšie sú:

- TLC (Triple-Level Cell) – Výborný pomer cena/výkon, najbežnejší formát.
- QLC (Quad-Level Cell) – Lacnejší a s vyššou hustotou zápisu, ale s kratšou životnosťou.
- SLC (Single-Level Cell) – Najrýchlejší a najspoľahlivejší, ale extrémne drahý.
- 3D NAND – Umožňuje viacvrstvé usporiadanie pamäťových buniek, čím zvyšuje kapacitu a výkon.

SSD disky nahradili väčšinu HDD, hlavne v osobných počítačoch, štandardné úložisko pre osobný PC je SSD s kapacitou okolo 1TB (poprípade aspoň 500GB SSD pre systém)

Dnešné SSD dosahujú kapacity až 100 TB, pričom rýchlosti PCIe 4.0 a 5.0 SSD dosahujú až 14 000 MB/s.

Budúcnosť :

HDD stále zohrávajú dôležitú úlohu v dátových centrách, ale ich budúcnosť je neistá

- Predpoklad HDD v osobných počítačoch budú skôr raritou

SSD technológia stále raketovo rastie a očakáva sa príchod PCIe 6.0 s rýchlosťou až 64GB/s

- Predpoklad SSD do roku 2030 prekročia kapacitu 1PB

Nové technológie:

- **Holografické a optické disky** – holografické disky umožňujú trojrozmerné ukladanie dát pomocou dvoch lúčov, dáta sa môžu ukladať aj do telesa nie len na jeho povrch – kapacita okolo 1PB, extrémna životnosť (drahé náklady), vývoj optických diskov s extrémnym úložiskom a životnosťou na dlhú archiváciu
- **Molekulárne úložiská** – Vedci pracujú na vývoji nových úložísk, už dokázali zapísať informácie do syntetickej DNA, 1 gram DNA môže uchovať až 215 PB dát (vraj) – okolo roku 2040
- **Kvantové úložiská** – využitie kvantových stavov na ukladanie informácií – nevyžadujú klasické čipy ale informácie sa ukladajú do „super pozícií“, kvantových stavov – okolo roku 2050

Disk :

Rozdelenie disku na fyzické časti:

Stopa (Track) – sústredený kruh na platni, kde sa fyzicky ukladajú dáta.

Cylinder – skupina stôp v rôznych vrstvách (na rôznych platniach) disku.

Sektor – najmenšia adresovateľná fyzická jednotka na disku (zvyčajne 512 B alebo 4096 B v novších HDD a SSD).

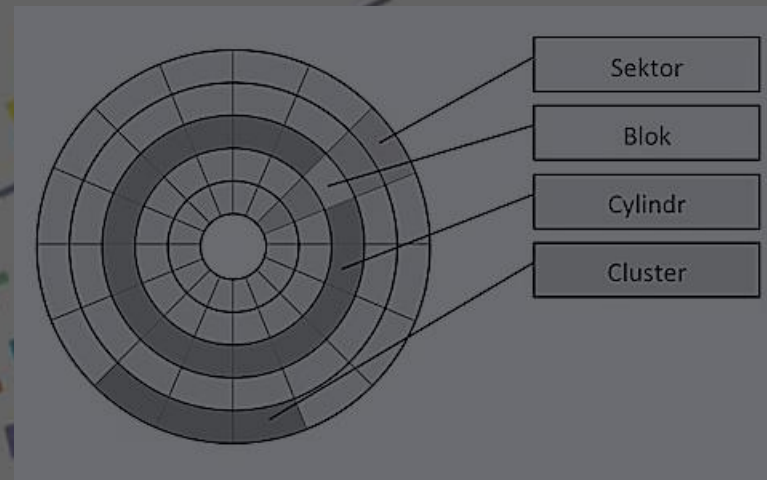
Rozdelenie disku na logické časti:

Blok – základná jednotka čítania/zápisu na úrovni súborového systému (napr. 4 KB v NTFS, EXT4).

Klaster – skupina sektorov pridelená jednému súboru (napr. 4 KB, 8 KB). Používa sa hlavne v súborových systémoch ako NTFS alebo FAT.

Oddiely (Partition) – logické rozdelenie disku na časti (napr. C:, D:) – primárna, rozšírená a logická partícia.

Súborový systém – spôsob organizácie a správy súborov (NTFS, (FAT32), EXT4 (XFT), APFS (HFS+)).



Nástroje :

Diagnostické nástroje:

- Všetky moderné HDD a SSD majú S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology), ktorá sleduje zdravie disku. – Dáta o stave disku môžu pomôcť **predísť zlyhaniu a strate dát**.
 - CrystalDiskInfo (Windows) – Ukazuje teplotu, počet zapnutí, opotrebovanie SSD.
 - HDD Sentinel – Pokročilé monitorovanie HDD aj SSD.
 - CrystakDiskMark – Najpopulárnejší nástroj na testovanie rýchlosti čítania a zápisu.
 - Smartctl (Linux) – Príkazový riadok na čítanie SMART údajov.
 - Fio (Linux) – Výkonný benchmarkovací nástroj na testovanie výkonu a stability.
 - Badblocks (Linux) – Detekuje poškodené bloky na HDD.

Nástroje pre správu diskov (na správu oddielov (partitions)):

- Windows Disk Management – Základná úprava diskov vo Windows.
- MiniTool Partition Wizard – Pokročilé nástroje na zmenu veľkosti, konverziu MBR/GPT.
- GParted (Linux) – Open-source nástroj na správu diskov.

Nástroje :

Optimalizácia SSD a HDD

- TRIM pre SSD – Pomáha udržať výkon SSD.
- Defragmentácia HDD – Znižuje fragmentáciu súborov (iba pre HDD), Windows má zabudovaný Defragmentačný nástroj alebo pokročilejší nástroj na defragmentáciu HDD je Defraggler

Dôležité nastavenia v BIOSe pre HDD a SSD:

- AHCI vs. IDE režim – AHCI je nevyhnutný pre SSD, umožňuje rýchlejšiu komunikáciu.
- NVMe podpora – Moderné SSD potrebujú BIOS s podporou NVMe.
- Secure Boot & Legacy Mode – Niektoré staré HDD nemusia fungovať pri Secure Boot

Poškodenie disku a servis

- Ak disk vydáva zvláštne zvuky, zamrzá systém, SMART varovania, extrémne pomalé načítavanie súborov, náhle modré obrazovky alebo strata dát tak ide o varovanie že disk je poškodený a je čas na zálohovanie a výmenu disku

Parametre :

Kapacita – udáva maximálnu veľkosť dát, ktoré disk môže uložiť (napr. 500 GB, 1 TB).

Typ disku – HDD (mechanický) alebo SSD (polovodičový).

Rýchlosť otáčok (RPM) – platí pre HDD, napr. 5400 RPM alebo 7200 RPM (10 000 / 15 000).

Rýchlosť čítania/zápisu – merané v MB/s alebo GB/s (100-7 000 MB/s).

Rozhranie – SATA, NVMe, PCIe, USB (určuje, ako sa disk pripája k systému).

Formát (veľkosť disku) – 2,5", 3,5" (pre HDD a niektoré SSD) alebo M.2 (pre SSD).

Životnosť (TBW – Terabytes Written) – hlavne pri SSD, udáva počet TB, ktoré môžu byť zapísané pred zlyhaním. Pri bežných SSD 500GB sa táto hodnota nachádza niekde od 150 – 600 TBW

Zdroje :

- MyBlueDay – Jak funguje pevný disk (HDD – Hard Disk Drive)? Dostupné na: <https://www.myblueday.cz/jak-funguje-pevny-disk-hdd-hard-disk-drive/>
- MyBlueDay – Jak funguje SSD disk – jednoduše a pochopitelně. Dostupné na: <https://www.myblueday.cz/jak-funguje-ssd-disk-jednoduse-a-pochopitelne/>
- TechRadar – SSD vs HDD: Aký je medzi nimi rozdiel? Dostupné na: <https://techradar.sk/ssd-vs-hdd-aky-je-medzi-nimi-rozdiel/>
- TECHBOX – Viete, aký je rozdiel medzi HDD a SSD úložiskom? Dostupné na: <https://www.techbox.sk/viete-aky-je-rozdiel-medzi-hdd-a-ssd-uloziskom>
- InfoWeby – Pevné disky – porovnanie HDD a SSD. Dostupné na: <https://www.infoweby.sk/prakticke-informacie/1043-pevne-disky-porovnanie-hdd-a-ssd>





Ďakujem za pozornosť :D