

[Text.Zive.cz](http://www.zive.cz)

Vše, co jste kdy chtěli vědět o pevném disku - 2. část

25. 4. 2003 | Šustr Jan

Víte, z čeho se skládají a jak fungují pevné disky? Chcete vědět, co ovlivňuje výkon disků a proč tomu tak je? V druhé části článku se blíže podíváme na výkon pevných disků a IDE/ATA rozhraní.

Kapitoly článku

[Výkon pevného disku](#)[IDE/ATA rozhraní](#)

Výkon pevného disku

Výkon pevného disku

Výkon disku je ovlivněn mnoha faktory a disk, který může být rychlý „obecně“ ještě neznamená, že je vhodný pro Vás. To, který pevný disk je nejvhodnější záleží totiž také na tom, jaké operace disk (a vlastně celé PC) nejčastěji vykonávají. Pokud často pracujete s velkými soubory (editace zvuku a videa), bude se Vám hodit disk s vysokou přenosovou rychlostí. Pokud ovšem hodláte provozovat server s mnoha malými soubory, bude pro Vás asi důležitá přístupová doba. Takto jednoduché ale to rozhodování většinou není, protože většina uživatelů nepoužívá PC jen na jednu specifickou činnost. Myslím si ale, že v dnešní době, kdy operační systémy mají mnoho malých souborů, se hodí spíše druhé zmiňované.

Na druhou stranu jsou v dnešní době rozdíly mezi výkonem pevných disků relativně malé a proto pravděpodobně nepoznáte rozdíl mezi pevným diskem A a B, i když víte, že podle testů je A o 4% rychlejší. Tyto testovací nástroje jsou totiž většinou syntetické a nemají mnoho společného s reálnými aplikacemi. Proto si myslím, že testovací programy jsou důležité pro přehled výkonnosti disků, ale jejich význam se nesmí přeceňovat.

Pojďme si popsat jednotlivé údaje o výkonu pevného disku. Téměř všechny tyto údaje jsou pro čtení (pokud není uvedeno jinak), jednoduše proto, že většinu času pevné disky čtou a ne zapisují a navíc disky jsou všeobecně rychlejší při čtení, takže i čísla vypadají lépe.

To ale neplatí všeobecně, např. **rotační prodleva (latency time)** je stejná při zápisu i při čtení, neboť disk se stále točí stejně rychle. Podle mého názoru jsou dnes nejdůležitější tyto specifikace: rychlost otáčení ploten, hustota záznamu a průměrná doba vyhledávání. První dva údaje proto, že ovlivňují jak rychlost nalezení určitých dat na disku, tak vnitřní přenosovou rychlost disku. Třetí údaj proto, že v dnešní době se velmi často čte mnoho malých souborů rozmístěných různě na disku (spíše než málo velkých souborů). Myslím, že nebudu daleko od pravdy, když řeknu, že první informaci, kterou se u disku budete snažit zjistit, je rychlost otáčení ploten. Je to totiž jednoduchý systém, jak rozdělit disky do kategorií podle výkonu. Všechny dnešní disky s 7200ot/min disky jsou mnohem rychlejší než starší disky s 5400ot/min. Rozdíly mezi 7200ot/min disky a 5400ot/min disky nejsou jen v rychlosti otáčení, ale i v jiných optimalizacích. Jak ovlivňuje rychlost rotace průměrnou rotační prodlevu je názorně ukázáno v následující tabulce.

Rychlost rotace (ot/min)	Průměrná rotační prodleva (ms)	Typické využití
3,600	8.3	Dříve standard, dnes už se nepoužívá

4,200	7.1	Notebooky
4,500	6.7	IBM Microdrive, notebooky
5,400	5.6	Low-end IDE/ATA
7,200	4.2	High-end IDE/ATA, Low-end SCSI
10,000	3.0	High-end SCSI
15,000	2.0	Nejrychlejší SCSI

Plná rotační prodleva je dvojnásobek průměrné rotační prodlevy a vyjadřuje dobu, za kterou se plotny otočí (tzn. maximální možnou dobu, kterou může hlava čekat nad stopou než přečte data). Rotační prodleva ovlivňuje přístupovou dobu (jakmile se hlava dostane nad příslušnou stopu, musí počkat, než se pod ní dostane příslušný sektor) a vnitřní přenosovou rychlost disku (čím rychleji se disk točí, tím rychleji se čtou data).

Další důležitou vlastností pevného disku je hustota záznamu, která je většinou měřena v **Gbit/palec²**. Hustota záznamu je silně propojena s přenosovou rychlostí disku. Pokud bude mít disk o 10% větší hustotu záznamu než jiný disk, přečte za jednotku času o 10% více dat (samozřejmě jen pokud bude mít stejnou rychlost otáčení ploten). Navíc protože data jsou blíže u sebe, nemusí se hlavička pohybovat tak daleko, což lehce snižuje dobu vyhledávání. Pozor ale na velikost ploten – disk s kapacitou 20GB/plotna s plotnou velkou 2.5" má mnohem větší hustotu záznamu než ten samý disk s plotnou velkou 3.5". Navíc pro získání kapacity na plotnu nelze jednoduše vydělit kapacitu disku počtem jeho ploten, protože jak už bylo zmíněno dříve, pevný disk nemusí používat plotnu z obou stran (i když to tak většinou bývá).

Doba vyhledávání (seek time) měří dobu (v milisekundách), kterou potřebuje pevný disk k přesunu hlav nad určenou stopu. Je ovlivněna pouze rychlostí raménka s hlavami. Je to jeden z nejdůležitějších údajů pro výsledný výkon pevného disku, protože spolu s rotační prodlevou tvoří přístupovou dobu. Doba vyhledávání je samozřejmě závislá na tom, jak daleko se musí raménko disku přesunout a tato závislost není lineární (pro přesun ze stopy 6 na stopu 10 není potřeba dvakrát více času, potřebného k přesunu ze stopy 6 na stopu 8). **Existují tři různé doby vyhledávání**, které rozlišujeme podle toho, jak daleko se musí raménko přesunout:

- **Ze stopy na stopu:** Doba přesunu raménka mezi dvěma sousedními stopami. Pohybuje se okolo 1 ms.
- **Průměrná:** Je to doba vyhledání náhodné stopy při počáteční pozici raménka nad jinou náhodnou stopou. Tato hodnota je u dnešních IDE disků mezi 8 a 10ms, u SCSI disků je přibližně poloviční.
- **Úplná:** Toto číslo udává dobu, kterou potřebuje raménko k přesunu z nejvnitřnější stopy na tu nejvnější. Samozřejmě je tato doba nedelší, pohybuje se okolo 15ms.

Přístupová doba (access time) vystihuje celkovou dobu potřebnou k přečtení dat. Obvyklá definice tedy je:

- **Přístupová doba = doba vyhledávání + rotační prodleva**

Přístupová doba je hlavním limitujícím faktorem pevných disků a proto se jí snaží výrobci co nejvíce snížit. Nyní přejdeme od přístupové doby k dalším údajům o disku, které se týkají přenosové rychlosti.

Interní přenosová rychlost

Interní přenosová rychlost je rychlost, kterou dokáže disk zapsat data do jedné stopy na disku, pokud je již hlava připravena nad určenou stopou. Není zde zahrnuto nic jiného, a proto je to čistě teoretická hodnota, která nemá v praxi téměř žádné uplatnění. Je vlastně dobrá jen pro porovnání, kde je technologický limit disku. Tato hodnota se mění v závislosti na umístění dané stopy - vnější stopy mají vyšší interní přenosovou rychlost než stopy vnitřní. Je ovlivněna rychlostí otáčení ploten a jejich velikostí.

Externí přenosová rychlost

Externí přenosová rychlost je rychlost, jakou se data mohou dostat z elektroniky pevného disku do PC. Většinou bývá trochu větší než interní přenosová rychlost, protože je to záležitost čistě elektronická a ne mechanická. V podstatě ale nemá co do činění s pevným diskem, ale jen s řadičem a s použitým přenosovým režimem (viz dále).

Sekvenční přenosová rychlost

Jediná v praxi použitelná hodnota, kterou se můžeme z informací o přenosových rychlostech disku dozvědět, je sekvenční přenosová rychlost. Jde vlastně o průměrnou rychlost přenosu

velkého souboru (konkrétní rychlost se také mění v závislosti na místě, kde je soubor uložen - čím více od středu disku, tím větší je tato rychlost).

Posledním faktorem, který mírně ovlivňuje rychlost disku jsou jeho plotny. Jak už bylo zmíněno, trend ve zmenšování ploten je jasný. Data mohou být blíže u sebe a to zmenšuje vzdálenost, jakou musí překonat raménko pro zapsání nebo přečtení dat. Velikost a počet ploten má tedy vliv především na dobu vyhledávání (a tudíž i na přístupovou dobu), sekvenční přenosovou rychlost a rychlost roztočení ploten.

IDE/ATA rozhraní

IDE/ATA rozhraní

IDE (Integrated Drive Electronics) je dnes nejpoužívanější rozhraní pevných disků, které nabízí vysoké přenosové rychlosti za poměrně nízkou cenu. Jeho jediným vážným soupeřem (pokud nebereme v úvahu právě přicházející SATA) je v dnešní době SCSI, které je ale zaměřeno na jiný segment trhu – na servery. Otázka, zda je lepší ATA nebo SCSI je velmi těžko řešitelná a v tomto článku se jí nebudeme zabývat.

Historie IDE sahá do 80.let, kdy hlavním soupeřem IBM byla společnost Compaq. Do té doby byly pevné disky téměř bez elektroniky a každý disk musel mít k obsluze svůj řadič, který zabíral jeden ISA slot. IBM i Compaq se snažili ušetřit tyto sloty a vložit ovládací elektroniku přímo na disk. Tím by bylo potřeba mít v každém PC jen jeden řadič (tzv. řadič rozhraní) starající se zároveň o všechny disky. Compaq se proto tehdy spojil se společností Western Digital (která do té doby neměla s pevnými disky nic společného – byl to výrobce řadičů) a se společností Control Data Corporation (což je dnes divize Seagate) a společně začali prodávat sestavy Compaq se zabudovaným diskem od firmy CDC s elektronikou od firmy Western Digital. Tak se vlastně kvůli IDE rozhraní dostaly firmy Western Digital a Seagate k pevným diskům. Protože toto řešení bylo mezi zákazníky populární, brzy začaly IDE disky vyrábět i další společnosti. Dalším krokem (který následoval mnohem poději) bylo integrování IDE řadiče přímo na základní desku, čímž se ušetřil i ten poslední slot, který v každém PC zabíral IDE řadič.

V 80.letech, na počátku vzniku IDE, ale neexistoval žádný standard, který by zaručoval, že jednotlivé pevné disky od různých firem budou mezi sebou navzájem kompatibilní. Každý výrobce se snažil trochu „vylepšit“ toto rozhraní a výsledkem byly velké problémy s kompatibilitou, obzvláště při snaze zapojit dva disky na jeden kanál. První ANSI standard pro IDE/ATA byl vydán až v roce 1994.

Pojďme se podívat na jednotlivé IDE/ATA standardy, v tom pořadí, jak spatřily světlo světa.

- **ATA-1 standard** byl vydán v roce 1994 a zavedl specifikace pro připojení pevných disků (ještě ne jiných zařízení jako např. ATAPI mechaniky) jako master a slave, dále PIO mód 0, 1 a 2 a DMA módy singleword 0, 1 a 2 a multiword DMA mód 0. Tento standard neobsahuje žádný Ultra DMA mód.
- **ATA-2 standard** byl vydán v roce 1996 jako reakce na mnohá další neoficiální vylepšení ATA-1 standardu od různých výrobců (jako např. Fast ATA a Fast ATA-2 od firmy Seagate, EIDE od firmy Western Digital atd.). Samozřejmostí tohoto standardu byla zpětná kompatibilita s ATA-1. Hlavními vylepšeními byly další PIO módy (konkrétně 3 a 4) a DMA módy (1 a 2).
- Zanedlouho po ATA-2 (konkrétně o rok později) vyšel **standard ATA-3**, který nenabízel žádné zvýšení rychlosti, ale „jen“ zvýšení spolehlivosti přenosů a hlavně SMART pro kontrolu disků.
- Další převratnou novinkou bylo až **přijetí ATA/ATAPI-4**, neboť již z názvu je patrné, že přibyla podpora pro ATAPI mechaniky (CD-ROM, CD-RW, DVD-ROM atd.). Změn je ale mnohem více – např. Ultra DMA módy 0, 1 a 2 (o rychlostech 16.7, 25 a 33.3 MB/s) nebo nový 80-žilový kabel (pro správnou funkci ATA/ATAPI-4 nebyl potřeba, potřebný byl až pro správné fungování následujícího standardu, tzn. ATA/ATAPI-5).
- **ATA/ATAPI-5** spatřilo světlo světa v roce 2000 a jeho nejvýraznějším vylepšením byly další Ultra DMA módy – Ultra DMA mode 3 a 4, které měly rychlosti 44.4 a 66.7 MB/s.
- Posledním standardem je **ATA/ATAPI-6**, které přináší následující vylepšení: Ultra DMA mód 5 (100 MB/s), rozšířené LBA adresování pro překonání 137GB hranice (hranice 28-bitového adresování) a Acoustic Management pro redukci hluku pevných disků.

Toto jsou všechny oficiální standardy pro IDE rozhraní a ostatní přenosové režimy jsou pouze neoficiální od výrobců disků (většinou od jejich marketingových oddělení). My se podíváme alespoň na ty základní neoficiální režimy.

Ultra ATA

Ultra ATA (neboli Ultra ATA/33) je vlastně spojením slov „Ultra DMA“ a „ATA“. Zařízení, které používá Ultra ATA/33 vlastně používá Ultra DMA mód 2 (podle specifikace ATA/ATAPI-4),

což vlastně znamená přenosovou rychlost 33 MB/s. Ultra ATA/66 je na tom podobně jako Ultra ATA/33, číslovka za lomítkem znamená přenosovou rychlost a proto je Ultra ATA/66 vlastně neoficiální název pro Ultra DMA mód 4 obsažený ve specifikaci ATA/ATAPI-5. Nyní již určitě tušíte, co je to Ultra ATA/100. Ano, je to neoficiální název pro Ultra DMA mód 5 podle specifikace ATA/ATAPI-6 J.

Všechny standardy jsou navzájem kompatibilní, takže můžete do 10 let starého PC s IDE/ATA řadičem dát nový disk a stejně tak do nového PC starý disk. Dnešní nové disky jsou navrženy pro rozhraní ATA/ATAPI-6 (resp. Ultra DMA mód 5 o přenosové rychlosti 100 MB/s), ale mohou pracovat i se starším rozhraním, pokud je to potřeba. Rychlost disku bude trochu zmenšena, ale ne nějak výrazně. Výrazná ztráta výkonu se stane až v případě, že se rychlost rozhraní dostane pod sekvenční přenosovou rychlost disku. V takovém případě totiž bude muset disk často čekat, až se všechna data pošlou přes rozhraní a pak teprve bude moci znova číst další data.

Co vlastně jednotlivé módy znamenají a jaká je jejich rychlost

Začneme s PIO (programmed I/O) módy. Přenos pomocí PIO módů je nejstarší způsob, jaký byl používán při přenosu dat mezi systémem a pevným diskem. Procesor zde přímo řídí tento přenos, což vede k velkému vytížení procesoru (viz dále). Rychlosti jednotlivých PIO módů jsou v následující tabulce.

PIO Mód	Doba cyklu (nanosekundy)	Maximální přenosová rychlost (MB/s)	Definováno ve standardu
Mód 0	600	3.3	ATA
Mód 1	383	5.2	ATA
Mód 2	240	8.3	ATA
Mód 3	180	11.1	ATA-2
Mód 4	120	16.7	ATA-2

Doba cyklu je časový úsek, po kterém se přenesou další data.

Největším problémem PIO režimů bylo to, že procesor se musel kompletně starat o přenos dat. Proto vzniklo DMA (direct memory access), který potřebuje k přenosu pouze „inicializaci“ od procesoru a pak už se o vše stará elektronika disku (a řadič rozhraní), kteří přenášejí data z pevného disku přímo do systémové paměti. V následujících tabulkách je popsáno singleword DMA i multiword DMA.

DMA Mód	Doba cyklu (nanosekundy)	Maximální přenosová rychlost (MB/s)	Definováno ve standardu
Singleword Mode 0	960	2.1	ATA
Singleword Mode 1	480	4.2	ATA
Singleword Mode 2	240	8.3	ATA

DMA Mód	Doba cyklu (nanosekundy)	Maximální přenosová rychlost (MB/s)	Definováno ve standardu
---------	--------------------------	-------------------------------------	-------------------------

Multiword Mode 0	480	4.2	ATA
Multiword Mode 1	150	13.3	ATA-2
Multiword Mode 2	120	16.7	ATA-2

Jak je vidět, multiword DMA je dvakrát rychlejší než singleword DMA. Z tohoto důvodu se singleword DMA v podstatě vůbec neuchytilo a i všechny dnešní Ultra DMA módy jsou multiword. První Ultra DMA módy byly specifikovány ve standardu ATA/ATAPI-4 a v následujících letech vznikly další. Jejich specifikace a rychlosti jsou uvedeny v následující tabulce.

Ultra DMA Mód	Doba cyklu (nanosekundy)	Maximální přenosová rychlost (MB/s)	Definováno ve standardu
Mód 0	240	16.7	ATA/ATAPI-4
Mód 1	160	25.0	ATA/ATAPI-4
Mód 2	120	33.3	ATA/ATAPI-4
Mód 3	90	44.4	ATA/ATAPI-5
Mód 4	60	66.7	ATA/ATAPI-5
Mód 5	40	100.0	ATA/ATAPI-6

Pouze módy 2, 4 a 5 byly vůbec někdy implementovány do pevných disků. Ostatní módy se nestihly vůbec prosadit. Mód 0 existuje pouze na papíře – pro zajištění zpětné kompatibility s PIO módy. Dnešní pevné disky používají režim Ultra DMA mode 5.

Přenosové režimy se neliší jen maximální přenosovou rychlostí, ale také vytížením procesoru. Určitě nepoznáte rozdíl, pokud bude využití procesoru 5% nebo 10%, ale vysoké hodnoty silně ovlivňují výkon celého systému. Kromě přenosového režimu ovlivňuje využití procesoru také další faktory. Pokud v BIOSu Vašeho PC u položky HDD Block mode zvolíte enabled, sníží se lehce využití procesoru. Stejně tak IDE Prefetch Mode lehce zvýší výkon disku. Využití procesoru je obvykle mnohem větší při použití PIO módů, protože, jak již bylo zmíněno, při přesunu dat pomocí PIO módů se musí procesor starat kompletně o přenos dat, kdežto při DMA přenosech procesor pouze inicializuje přenos a o přenos samotný se stará řadič disku. Je logické, že rychlejší pevné disky mají při stejném přenosovém režimu vyšší využití procesoru, neboť čím více dat systém přenese, tím více jich musí procesor „zpracovat“ a „usměrnit“.

Doporučená zapojení IDE/ATA zařízení

Rychlost zařízení připojených na IDE/ATA rozhraní je ovlivněna také tím, jak jsou jednotlivá zařízení umístěna na primárním a sekundárním kanálu. Není vhodné nechávat na jednom kanálu ATAPI mechaniky zároveň s pevným diskem, pokud často dochází k používání obou zařízení najednou. ATAPI mechaniky sice používají stejné rozhraní jako pevné disky (tzn. IDE), ale ne stejný protokol. Navíc ATAPI mechaniky jsou mnohem pomalejší než pevné disky a tak můžou zpomalit i pevný disk. Na druhou stranu ale IDE kanál může v jednu chvíli zpracovávat pouze jeden požadavek pro jedno zařízení a proto není vhodné mít na jednou kanálu dva pevné disky, protože jakmile jeden z disků bude pracovat, druhý nesmí nic dělat (myšleno přenášet nějaká data přes rozhraní), dokud první disk požadavek nesplní. Proto je lepší mít každý pevný disk na jednom kanálu.

Jak z tohoto začarovaného kruhu ven? Každý počítač je v tomto směru specifický, protože má jiné komponenty, které jsou připojeny na IDE. Nelze tedy všeobecně doporučit nějakou konkrétní konfiguraci zapojení, přesto se já o to pokusím. J. Berte ale tato doporučení opravdu jen jako doporučení a ne jako pevně dané nejlepší a nejrychlejší možné

zapojení. I když zapojíte zařízení jinak, rozdíl ve výkonu rozhodně nebude nijak obrovský. Zkuste experimentovat a určitě sami zjistíte, jaké zapojení je pro Vás nejlepší. **Zde jsou tedy moje doporučení:**

- **Zapojen pouze jeden pevný disk.** Při tomto zapojení vlastně není co řešit, protože není praktické disk zapojit jinak než jako primární master. V dnešních systémech se většinou objevuje alespoň jedno ATAPI zařízení a proto je tato konfigurace dnes již velmi neobvyklá.
- **Zapojen jeden pevný disk a jedna ATAPI mechanika.** V tomto případě je nejlepší pevný disk zapojit jako primární master a ATAPI mechaniku jako sekundární master. Dnes už tato konfigurace není příliš obvyklá, téměř každý už totiž vlastní buď vypalovačku nebo druhý pevný disk.
- **Zapojeny dva pevné disky a jedna ATAPI mechanika.** Pokud Vám opravdu záleží na každém procentu výkonu navíc, kupte si do PCI slotu další IDE řadič a dejte každé zařízení na svůj řadič (platí i pro všechna následující zapojení). Pokud nechcete do dalšího hardwaru investovat, bývá nejlepší zapojit systémový disk jako primární master, druhý disk jako sekundární master a ATAPI mechaniku jako sekundární slave.
- **Zapojen jeden pevný disk a dvě ATAPI mechaniky.** Většinou je nejvhodnější mít pevný disk jako primární master a ATAPI mechaniky na sekundárním kanálu. Pokud ale je jedna z ATAPI mechanik CD-RW a druhá CD-ROM a často kopírujete CD „on-the-fly“, je možná lepší zapojení jedné z mechanik k pevnému disku (nejlépe té, která většinou není používána když je používán pevný disk).
- **Zapojeny dva pevné disky a dvě ATAPI mechaniky.** Toto zapojení je velmi problematické. Já osobně bych dal na primární kanál k systémovému disku jako slave to zařízení, které je nejméně používáno a na sekundární kanál bych dal zbylá zařízení.
- **Zapojeny tři pevné disky a jedna ATAPI mechanika (nebo jeden disk a tři ATAPI mechaniky).** V tomto případě bych postupoval úplně stejně jako v předcházejícím případě.