

Funkčnost, rozhraní a technologie pevných disků

(Jan Vítek, Petr Stránský, **doplněno**, 20.1.2009, zpráva)

Ucelenou formou se podíváme na princip fungování, popis rozhraní a některé technologie pevných disků, aby vás nemohly zaskočit odborné termíny a mohli jste se bez problémů orientovat ve specifikacích jednotlivých modelů i v možnostech jejich spolupráce se základní deskou a tvorbě RAID polí. **Doplněno o 2 kapitoly věnující se SSD.**

## Fyzická struktura

Pevný disk (HDD – Hard Disk Drive) je zařízení pro ukládání dat, která po svém zápisu již nepotřebují další energii, aby se uchovala. Protikladem tedy může být paměť typu RAM a analogickým příkladem naopak paměť typu NAND FLASH. V pevném disku najdeme několik diskových ploten, kotoučků, na které byla data dříve přímo zapisována díky vrstvě železného oxidu nebo v současnosti také pomocí magnetického substrátu slitiny kobaltu (tzv. tenkého filmu, Thin Film). Tento materiál nalezneme na povrchu každé z ploten, přičemž na každou z nich se zapisuje většinou z obou jejích stran a to pomocí speciálních čtecích/zapisovacích hlaviček, jež se pohybují velmi nízkou nad samotnou datovou vrstvou.



*Moderní 3,5" pevný disk se SATA rozhraním*

Plotna bývá nejčastěji vyrobena z různé kombinace skla, keramiky či plastu (dříve se hojně využívalo také hliníku) a je na ni je možné zapsat různé množství dat. Čím více dat přitom každá z ploten pojme (má větší hustotu záznamu), tím větší výkon disk uživateli nabídne.

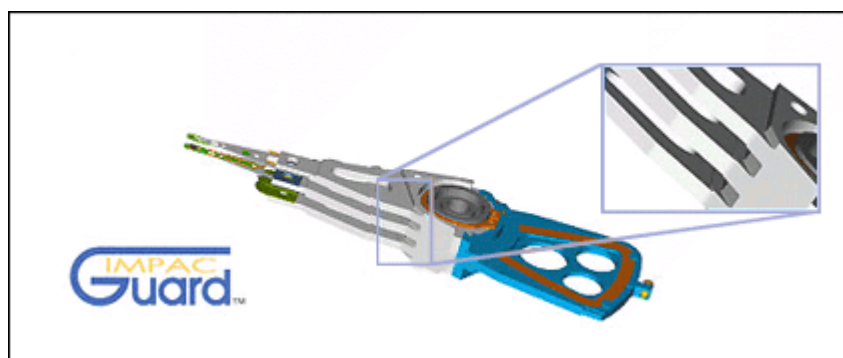
Plotny pohání elektromotory, jejichž působením se plotny roztocí na požadované otáčky udávané v **RPM** (Revolutions Per Minute) – otáčkách za minutu. Dnes můžeme na trhu najít pevné disky s typickými otáčkami 4200 RPM, 5400 RPM, 7200 RPM, 10000 RPM a 15000 RPM. Hodnota 7200 RPM je dnes nejběžnější u desktopových disků velikosti 3,5". 4200 RPM odpovídá spíše low-endovým notebookovým diskům, 5400 RPM standardním notebookovým diskům, 10000 RPM nalezneme například u řady WD Raptor a 15000 RPM například u nových 2,5" Seagate Savvio 15K. Hodnota 7200 otáček za minutu je momentálně rezervovaná pro drtivou většinu desktopových 3,5" disků.

Dnes není problémem na jednu plotnu zapsat až 334 GB datového záznamu. Na začátku tohoto roku (2008) jste tak mohli být například svědky uvedení zahájení sériových dodávek nových řad pevných disků řady Caviar s takto vysokou hustotou záznamu. U pevných disků pro notebooky zase bývá standardem celkových 160 GB na každé z ploten. Zajímavý je také disk [SpinPoint F DT HD103UJ](#), který na svých třech plotnách unese až 1 TB.



[SpinPoint F DT HD103UJ](#) - rekordman mezi pevnými disky, [samsung.com](#)

Další zajímavou informací může být také fakt, že existuje také několik technologických novinek, které se snaží minimalizovat poškrábání datových ploten, a tím také odvrátit následné nevratné poškození celého zařízení. Příkladem může být technologie **ImpactGuard**, se kterou přišla již před nějakou dobou firma Samsung a která chrání disk pomocí několika malých ochranných polštářků. Celou situaci nejlépe objasní následující obrázek, který pochází přímo ze serveru výrobce této technologie.



ochranné polštářky na vystavovacím ramenu disku, [samsung.com](#)

Každá použitelná strana plotny musí mít svou čtecí a zapisovací hlavu, jež je umístěna na ramenu. To se pohybuje pomocí lineárního motoru tak, aby hlavičky mohly pokrýt veškerou využitelnou plochu plotny, nad níž se pohybují extrémně nízko. V podstatě platí, že čím vyšší kapacita, tím blíže je nutné hlavu k povrchu disku přiblížit. Prudké pohyby ramene společně s prací motoru pohánějícího plotnu a otáčením plotny tvoří nepříjemné vibrace přenášející se na skříň a také veškerý hluk pevného disku. Vedle hluku však mají za následek i tvorbu tepelné energie, avšak na té se velkou měrou podílí i elektronika pevného disku.

Z výše uvedeného logicky vyplývá, že celkový počet hlaviček v každém pevném disku by měl být roven dvojnásobku diskových ploten, což ale nemusí být vždy pravda. U krajních ploten (u okrajů disku) nemusí být vždy přítomny hlavičky po obou jejich stranách, čímž pak výrobce nevyužívá naplno dostupné kapacity disku.



*Rozsah ramene s hlavou - Wikipedia*

K hlavičkám a otáčkám disku se vztahují také dva pojmy – seek time a rotational delay. Ty by se daly přeložit jako doba vyhledávání dat a rotační zpoždění a platí u nich, že čím jsou nižší, tím více přispějí k celkovému vyššímu výkonu disku. Jako **seek time** označujeme čas, za který se hlava přesune nad požadované místo čtení nebo zápisu. U dnešních běžných pevných disků tato průměrná doba činí asi 8ms. **Rotational delay** je také prodleva, ale ta se vztahuje k otočení plotny tak, aby se pod hlavu dostal požadovaný sektor. U 7200RPM disků může být maximální možná rotační prodleva také zhruba 8ms a průměrná je tedy 4ms.

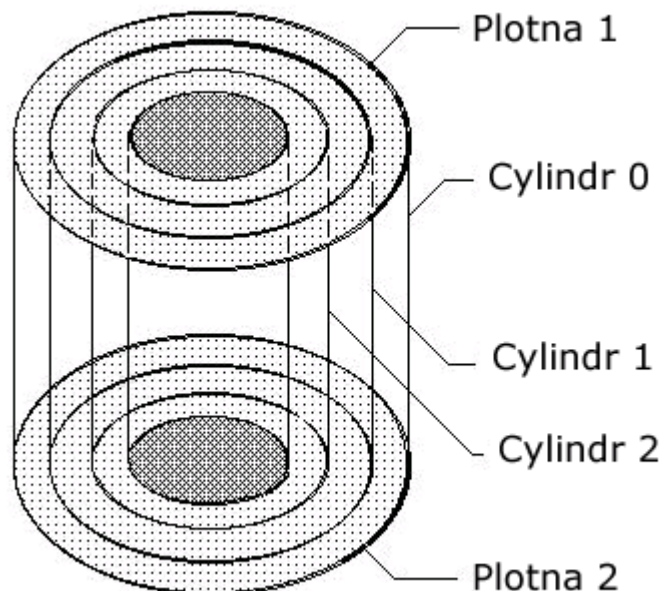
Některé pevné disky podporují technologii **AAM** (Automatic Acoustic Management), která umožňuje snížit hlučnost pohybu hlaviček při prohledávání disku na úkor přenosové rychlosti a přístupové doby.

## Stopy, sektory, cylindry

Magnetický povrch plotny nemůže na disku zůstat bez organizace; musí mít svůj pevný řád daný rozdělením disku na stopy, sektory a cylindry. **Stopy** (tracks) jsou soustředné kružnice, které jsou očíslovány (0 = vnější stopa) a po kterých hlavička najíždí a vyhledává konkrétní místo k zápisu či čtení.

Každá stopa je rozdělena na **sektory**, které jsou známy jako tzv. nejmenší adresovatelné jednotky na pevném disku a ještě v roce 2006 činila jejich velikost obvyklých 512 B. Téměř po třiceti letech se ale sdružení [IDEMA \(International Disk Drive, Equipment, and Materials Association\)](#) rozhodlo tuto zavedenou hranici zvýšit až na 4096 B, to pro určitý nárůst rychlosti v přístupu k datům a také kvůli schopnosti ukládat vyšší objemy dat. Dalším důvodem bylo také zefektivnění práce korekční techniky [ECC \(Error Correction Code\)](#), díky čemuž je pak obnova poškozených dat mnohem jednodušší. Většina souborových systémů dnes navíc pracuje též se 4096B sektory, což byl další důvod hovořící pro změnu.

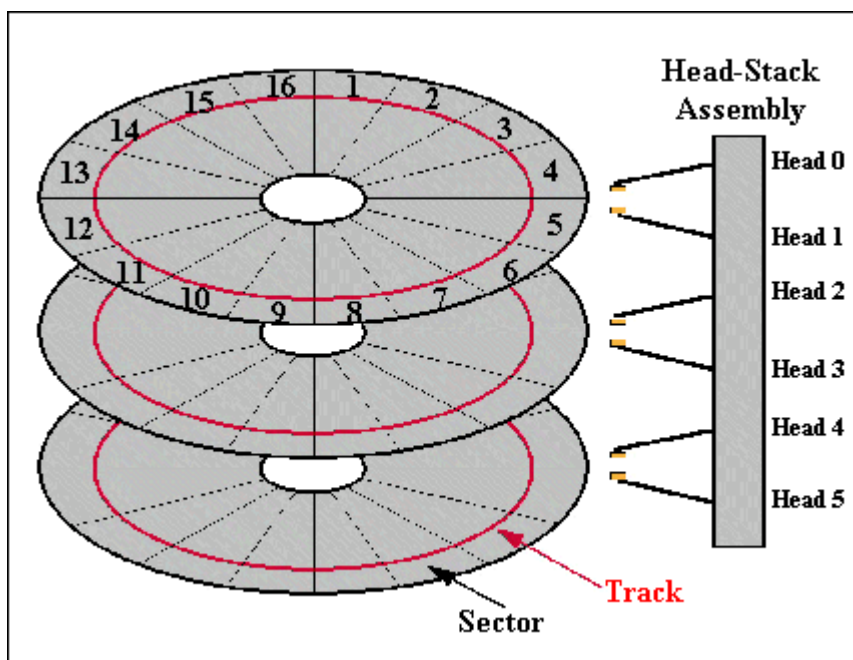
Vzhledem k tomu, že obvod stop je v různých místech disku různě dlouhý, bychom kvůli rozdělení všech stop na stejný počet sektorů zbytečně plýtvali místem na disku. Proto disky využívají tzv. **Zone Bit Recording**, kterážto metoda rozděluje stopy na sektory podle jejich délky, čímž je přístup k datům složitější, ale umožňuje plně využít vysoké obvodové rychlosti.



Rozdělení na **cylindry** je důležité proto, aby se hlavy v pevném disku využívaly rovnoměrně a disk tak měl co nejvyšší výkon. Cylindr označuje všechny stopy ploten, které mají stejné číslo a tvoří tak pomyslný dutý válec. Disk při zapisování plní disk ne po plotnách, ale právě po cylindrech, aby se průběžně využívaly všechny hlavy (ty jsou totiž umístěny na společném rameni, s jehož pomocí jsou nakonec také navedeny na správné místo), nebo alespoň skoro všechny.

## Clustery, práce s daty

Jak jsou všechny stopy, cylindry a sektory na disku uspořádány také označuje význačný termín "**geometrie disku**". Operační systém však zavádí ještě další logickou jednotku s označením **cluster** - s tou už operační systémy opravdu pracují a data na ně zapisují nebo je z nich čtou. Clustery již nejsou tvořeny nízkourovňovým formátováním, nýbrž formátováním vysoké úrovně (více informací o těchto dvou pojmech naleznete v [1. díle našeho seriálu o BIOSu](#)) a shlukují v sobě určité množství sektorů, jejichž počet se může lišit v závislosti na použitém souborovém systému (NTFS například umožňuje využít clustery o velikosti 8 B až 64 KiB).



*všechny tři stopy na obrázku, představují jeden cylindr - dataclinic.co.uk*

Jakou velikost clusteru použijete záleží pouze na vašich preferencích. Pokud pracujete často s velmi malými soubory, vyplatí se nastavit clustery o nižší velikosti, protože pokud byste uložili například soubor o velikosti 1 KiB do 64KiB clusteru, přišli byste o 63 KiB volného místa. Naopak pokud bude datová jednotka využita především pro ukládání velkých souborů, bude výhodnější používat větší clustery, protože tím zrychlíte nejen vyhledávání, ale také celkovou práci s daty.

V dřívějších dobách se na plotny zapisovalo tak, že každý sektor měl stejnou velikost, přičemž nezáleželo na tom, kde na povrchu plotny se nacházel. Přitom je jasné, že data uprostřed disku musela být na sobě hodně natěsnaná, což mělo za následek možné a také celkem časté vzájemné ovlivňování magnetického záznamu.

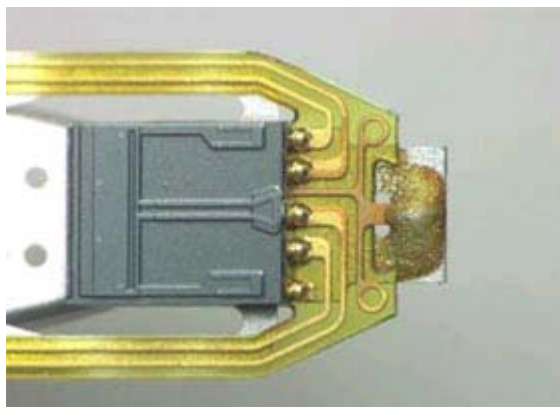


Nastalý problém musel být bezodkladně vyřešen, protože v opačném případě by se z pevných disků stalo nespolehlivé zařízení, kterému byste se báli svěřit jakékoliv datové bloky. Řešení našťastí přišlo záhy a pracovalo na principu, že elektronika pevného disku úmyslně ukládala určité bity na geometricky špatná místa. Celá **prekompence** (Write Precompensation) pak měla za následek, že se bity ve finále srovnaly do správné podoby.

Naproti tomu sektory na okraji plotny byly k tomuto poměru téměř prázdné. Další problém při takovémto zápisu představovala skutečnost, že uživatel nikdy nemohl využít maximální možnou kapacitu pevného disku. Všechny problémy pak komplexně vyřešila až metoda **zónového zápisu** (Zone Bit Recording), jež přišla jako náhrada zavržené prekompence, a která rozdělila sektory do oddílů s proměnnou velikostí, jež kolísala v závislosti na jejich skutečném fyzickém umístění na datové plotně. U dnešních disků tak může být na okraji plotny jiný počet sektorů než na stopách blížících se jejímu středu.

## Princip zápisu a čtení dat

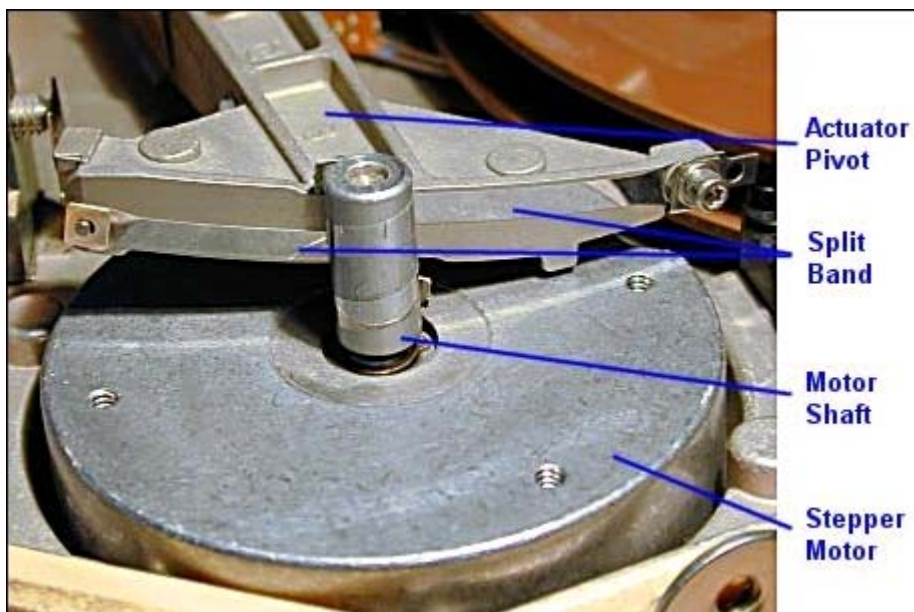
Za vše mohou **hlavičky**, což jsou pouhé cívky navinuté na jádrech, která jsou na nejbližších místech k datové plotně přerušena užoučkou štěrbinou. Pokud pak cívkou prochází elektrický proud, dojde k vytvoření určitého magnetického toku, který se právě v této štěrbině uzavírá a tím ovlivňuje i záznamovou vrstvu pevného disku. V závislosti na tom, jakým směrem při této operaci teče proud, tak můžeme vytvořit magnetická místa, která budou zmagnetizována tím či oním směrem. Mezi nimi poté vznikají tzv. **magnetické reverzace**, což jsou vlastně pouze místa, v kterých se konkrétní směr magnetizace mění a právě ony mohou velkou měrou za principiální funkčnost této metody zápisu.



*Detail čtecí a zapisovací hlavy*

Čtení dat probíhá zcela opačným způsobem. Během pohybu hlaviček nad povrchem dané plotny reagují cívky na přítomné magnetické reverzace, které následně vyvolávají v jádru starý známý magnetický tok, jenž je dále zpracován jako elektrický impuls přidavnou řídicí elektronikou disku. Důležité je také výrobcem zvolené kódování dat, které určuje konkrétní způsob uložení magnetických reverzací. Za všechny zmiňme například frekvenční modulaci (FM, Frequency Modulation) či modifikovanou frekvenční modulaci (MFM, Modified Frequency Modulation).

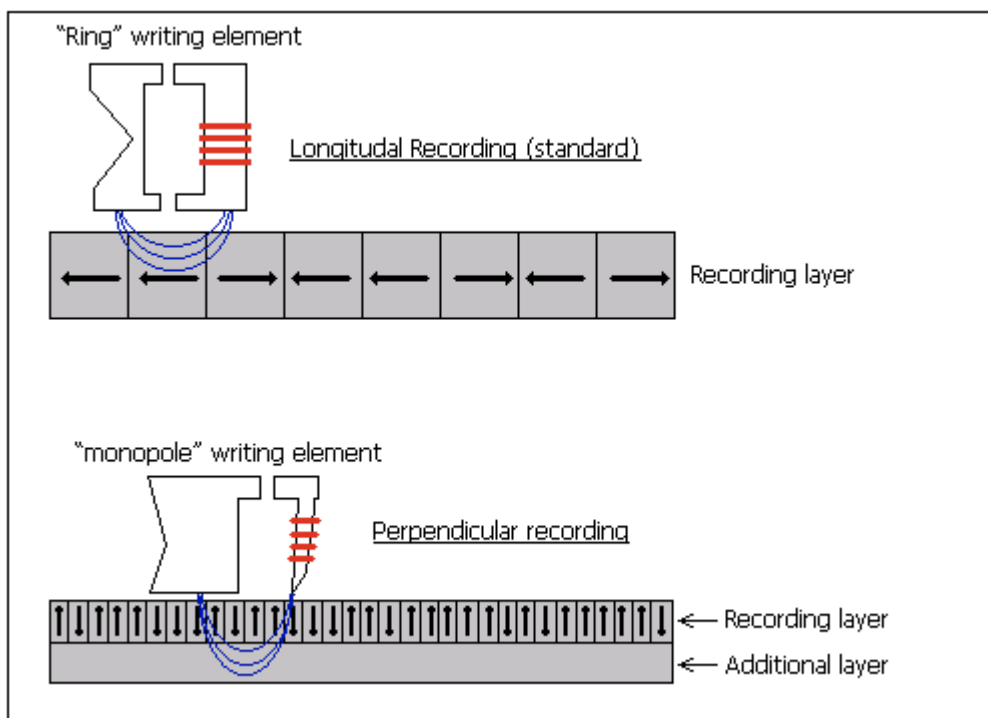
U starší disků bylo dále třeba vyhradit určité místo (sektor), které bylo při vypnutém napájení používáno k parkování hlaviček (**Land Zone**). Svou důležitost tato informace ale ztratila v době, kdy přestaly postačovat původní pevné disky s krokovým motorem. U dnešních disků již parkovací oblast takto uživatel nastavit nemůže. Vše záleží pouze na výrobcu, zda se rozhodne, jestli bude využívat střed či dokonce oblast někde úplně mimo plotny.



*Pevné disky s krokovým motorem (Stepper) opravdu nemohly být malé a lehké, pcguide.com*

## Technologie kolmého zápisu

Technologie kolmého zápisu má v originále možné označení Perpendicular Recording Technology, i když my si vzhledem ke zkratce vybereme spíše **Perpendicular Magnetic Recording** (PMR). Jedná se o nový způsob zápisu dat na pevné disky z hlediska fyzického provedení, který dnes postupně nahrazuje klasickou podélnou (longitudinal) technologii. O co se vlastně jedná? Jistě víte, že se na pevný disk zapisují data pomocí magnetizování povrchu plotny, kde orientace magnetického pole určuje, zda ono místo odpovídá 0 nebo 1. U klasické technologie se však materiál magnetizuje tak, aby bylo jeho pole orientováno podélně s povrchem plotny. Zato u PMR má zmagnetizovaný materiál orientaci pole kolmou na povrch plotny a od toho se odvíjí i název. Díky tomu se mohou jednotlivé 'bity' umístit blíže k sobě, čímž se docílí vyšší kapacity.



Avšak to není tak jednoduché. U PMR disků se musí využít ještě magneticky tvrdší materiál pro záznam a naopak magneticky měkká spodní vrstva, která napomáhá hlavičce v zápisu - zvyšuje její efektivnost, aby dokázala ovlivnit i magneticky tvrdý materiál na povrchu. Technologii kolmého zápisu dnes zvládá kdejaká firma. Jmenovitě to jsou Seagate, Toshiba, Fujitsu a Hitachi.

## Není tisíc jako tisíc

Pozorné čtenáře možná zarazilo, když ve výše uveřejněném textu namísto osvědčené zkratky **KB** (kilobajt) narazili na její obdobu **KiB** (kibibyte). Pokud jste o ní dosud neslyšeli, pak vězte, že KiB znamená téměř to samé co KB, pouze s jedním a dosti podstatným rozdílem. Kilo totiž odjakživa znamená tisíce násobek nějaké jiné jednotky, ovšem pouze v desítkové soustavě. Ve dvojkové soustavě je to ale trochu jinak, protože zde je přepočten 1024, což odpovídá desáté mocnině čísla 2. Nejedná se sice o žádnou horentní odlišnost, ale čím více datových jednotek poté máme na mysli, tím více se budeme s výpočty od skutečné hodnoty vzdalovat.

Mezinárodní standardizační komise pro elektrotechnické normy ([IEC - International Electrotechnical Commission](http://www.iec.ch)) se na tyto zmatky už v roce 1998 nemohla dívat, a tak zavedla nové binární jednotky - Ki, Mi, Gi, Ti. S jejich pomocí pak můžeme konečně správně hovořit například o 1 KiB jako o  $2^{10}$  či 1024 B. Tuto skutečnost mějte na paměti především při koupi nových zařízení, které disponují vlastní elektronickou pamětí, především pak u pevných disků, protože jejich výrobci s oblibou uvádějí celkovou velikost právě v desítkové soustavě.

Koupíte-li si tak například pevný disk o celkové kapacitě 400 GB (400 000 000 000 B). Získáte celkovou velikost "pouhých" 372,5 GiB a to už je rozdíl. K tomuto zjištění dojdete velice jednoduše, když celkovou kapacitu v bytech vydělíte třikrát konstantou 1024, čímž toto číslo převedete postupně na kibibajty, mebibajty a nakonec též na chtěné gibibajty.

## Shrnutí

- **Velikost disku** – udává se v palcích a značí průměr ploten disku (1", 2.5", 3.5". atp.)
- **Kapacita disku** – využívá se SI soustava, tedy 1 MB = 1.000.000B; oproti tomu 1 MiB =  $2^{20}$  = 1.048.576B – v tomto roce se očekávají disky s kapacitou 1 TB
- **RPM** – Revolutions Per Minute – počet otáček ploten za minutu (4200 – 15000RPM)
- **Plotna** – disk se skládá z jedné, nebo více ploten, na něž se mohou data zapisovat z obou stran
- **Hlava** – čtecí a zapisovací hlavu má každá strana plotny jednu; hlavou pohybuje krokový motor tak, aby pokryla plochu plotny a mohla z ní číst/zapisovat
- **Stopy** – plocha plotny je logicky rozdělena na stopy – soustředné kružnice na disku

- **Sektor** – stopy se logicky rozdělují na výseky – sektory
- **Cylindr** – všechny stopy na plotnách se stejným číslem
- **Seek time** – čas, za nějž se hlava přesune na požadované místo – měří se většinou průměrný čas
- **Rotational delay** – prodleva, za kterou se požadovaná část plotny natočí pod hlavu – maximální je rovna výsledku výpočtu 60/počet RPM
- **Burst Transfer** - rychlost komunikace mezi diskem a řadičem - v ideálním případě by měla být rovna specifikacím rozhraní, avšak málokdy se k nim disky byt' jen přiblíží
- **Sequential read/write** - vlivem snižující se obvodové rychlosti při přibližování hlavy ke středu disku se snižuje i rychlost čtení a zápisu dat - měříme tedy sekvenční čtení / zápis
- **ImpactGuard** - technologie firmy Samsung, s jejíž pomocí jsou diskové plotny chráněny několika ochrannými polštářky umístěnými na vystavovacím rameni disku
- **Prekompenzace** - technika řešící problém vysoké hustoty zápisu při středu ploten zápisem bitů na geometricky špatná místa, což mělo za následek srovnání uložených datových bitů do správné podoby
- **Zónový zápis** - řešení problémů se zápisem na pevný disk a náhrada zavržené prekompenzace. Sektory rozděluje do skupin a jejich celkový počet v každé z nich je závislý na jejich fyzickém umístění na plotně.
- **Magnetická reverzace** - označení místa, v kterém dochází ke změně směru magnetizace
- **Parkovací oblast** - označení sektoru, které používaly především staré disky s krokovým motorem k parkování svých hlaviček
- **Technologie kolmého zápisu - PMR** - technologie využívající jiné orientace magnetizování povrchu ploten, čímž v podstatě dosahuje zvýšené hustoty zápisu

V případě zájmu o více informací ohledně nastavení pevných disků v BIOSu nahlédněte do kapitoly [Konfigurace pevných disků a optických mechanik](#) z 2. dílu našeho seriálu o BIOSu.

## Adresování, IDE, SCSI, datové režimy

K tomu, aby se disk bez problému domluvil s celou základní deskou, je vybaven řadičem, který celou komunikaci a všechny operace se zařízením řídí. Základní deska je pak vybavena tzv. **Host Adaptérem**, jenž se stará pouze o zprostředkování komunikačního kanálu mezi oběma zařízeními. Celé technologii se v počítačové branži říká [ATA \(Advanced Technology Attachment\)](#).

Ač je řadič u všech moderních disků umístěn až na pevném disku (ne na základní desce), stále jeho parametry nastavujeme v BIOSu počítače. Nutno ovšem říci, že tato zažitá skutečnost nebyla vždy pravdivá. V dávných dobách totiž také ještě existovaly disky **MFM** (například rozhraní ST506), které na svém těle žádným řadičem nedisponovaly. Ten pak musel být umístěn na základní desce, potažmo v přídatné ISA kartě, ke které bylo nutné disk připojit rovnou dvěma kabely. První z nich byl datový (20 pin) a druhý, 34vodičový, sloužil pro přenos řídicích signálů.

## Adresování diskových bloků

Aby mohl pevný disk optimálně pracovat, musí nějak zjistit polohu všech na něm uložených dat - jeho řadič i základní deska podporovat stejnou metodu adresace a jelikož základní jednotkou, kterou pro ukládání dat používáme, je sektor, mluvíme též o adresování sektorů.

### CHS (Cylinder/Head/Sector)

Tato metoda spadla již velmi dávno do propadliště dějin a dnes již není vůbec využívána. Přesná lokace dat byla zaznamenána pomocí číselné adresy jednotlivých cylindrů, hlav i samotných sektorů. S pomocí tohoto adresování byl BIOS počítače schopen adresovat "obrovských" 512 MB, protože narážel na limity rozhraní Int13h, které nedokázalo kvůli první verzi IDE rozhraní rozlišit více jak 10 bitů pro adresu cylindru, 4 bity pro adresu hlavy a 6 bitů připadalo na adresu sektoru.

### XCHS (eXtended CHS)

Tato nová verze adresování již dokáže využívat kapacitu rozhraní Int13h naplno - 10 bitů pro adresu cylindru, 8 bitů pro adresu hlavy a 6 bitů adresy sektoru. Díky tomu činí maximální adresovatelný prostor celkových 7,88 GB.

### LBA (Logical Block Addressing)

Tento model adresování vychází z disků SCSI a používá naprosto jiných metod oproti předchozím technologiím, protože za pomoci LBA jsou všechny sektory pevného disku jednoduše očíslovány a z tohoto pořadového čísla je teprve vytvořena 28bitová adresa, s jejíž pomocí je na sektor dále přístupováno.

S pomocí LBA již dokáže pevný disk využít už celkem pěkných 128 GiB prostoru. Zpětná kompatibilita s XCHS je ale stále zajištěna.

### LBA - ATA/ATAPI-6

Když už přestala stačit kapacita 128 GiB, která mohla být využita s pomocí LBA, byl vyvinut na základě původního LBA nový standard ATA/ATAPI-6, jenž rozšiřuje adresování až na neuvěřitelných 48 bitů. Po malém přepočítání nám tak vychází, že za pomoci posledně zmíněného standardu je možné připojit disk až s maximální kapacitou 144 PB čili 128 PiB.

Každému sektoru je navíc také předřazena jeho vlastní hlavička (záhlaví), kterou každá z alokačních jednotek naprosto přesně popisuje a to z toho důvodu, že by jinak bylo téměř nemožné přesně zaměřit jeden jediný sektor v takové záplavě jiných. Hlavička je po příchozím požadavku na čtení dat pouze nasměrována na přibližné umístění hledaných dat a dále se snaží pouze najít odpovídající záhlaví.

## IDE aneb Paralelní ATA

IDE (Integrated Drive Electronics) představuje rozhraní, které se již od uvedení prvních specifikací na konci osmdesátých let firmou Western Digital používá dodnes, i když teď spíše pouze pro připojení optických mechanik, nicméně i z této oblasti je pomalu vytlačováno novějším a perspektivnějším rozhraním **Serial ATA**. Rozhraní IDE se pro jeho princip přenosu dat říká také **Paralelní ATA** (PATA) - přenos informací po datovém vodiči totiž probíhá po několika vodičích současně, tedy paralelně.

Čip rozhraní IDE, které by se však správně mělo označovat **EIDE** (Enhanced IDE - IDE byla prapůvodní a dnes již nevyskytující se verze), disponuje celkem dvojicí datových kanálů, přičemž na každém z nich může pracovat vždy rovná dvojice různých zařízení a to, aby se připojené disky či mechaniky nepopraly, můžeme zařídit pomocí malých jumperů. Těmi lze jednoduše určit, v jakém ze tří režimů má dané zařízení pracovat: Master, Slave, Cable Select.



*Detail jumperu a místa, kde se nastavuje režim Master, Slave nebo Cable Select*

Na každý kanál je možné připojit jedno zařízení v režimu **Master** (či stand-alone) a jedno v režimu **Slave**, avšak není pravdou, že Master je nadřazené zařízení tomu, které je připojené jako Slave, protože obě stejně ovládá OS a obě jsou podřízena pouze jemu, respektive vlastnímu řadiči. Existuje zde pouze to omezení, že v jeden čas dokáže systém komunikovat pouze s jedním zařízením, což je vzhledem k připojení celkem pochopitelné. Pokud byste na kanál připojili pouze jedno zařízení nastavené na režim Slave, nefungovalo by. Tedy oficiálně. V případě použití vhodného operačního systému (Windows NT a novější) a za předpokladu, že nepůjde o systémový disk, by ale i takové zařízení fungovat mohlo.

Nejvíce viditelným rozdílem je také to, že operační systém preferuje pevný disk, jenž pracuje v režimu Master a tomu také přiřadí (v případě Windows) jako prvnímu odpovídající písmenné označení. Pokud mluvíme o primárním kanálu, tak disk v režimu Master proto vždy naleznete v systému jako jednotku "C:" a Slave dostane následující volné písmenko (pokud není stanoveno v operačním systému jinak). Z tohoto můžeme také logicky odvodit, že z Master disku se bude systém jako první snažit zavést operační systém. V BIOSu jej poté, při určování priorit bootování, nalezneme pod označením HDD-0.

S pomocí **Cable Select** (CS) můžeme rozhodováním, které zařízení bude nadřazené, pověřit samotný BIOS, což ale raději moc nedoporučuji. Většinou bývá nejlepší si vše nastavit pevně. Jednak máte nad zapojením plnou kontrolu a pak při použití CS nemusí být vše tak bezproblémové, jak se může na první pohled zdát. Na některých discích je dále možno použít speciálního režimu **Single**, který se může použít jako alternativa Masteru, ovšem za podmínky, že bude zařízení na kanálu samo.

Přenosová rychlost Paralelního ATA sice pro jedno zařízení stačí, pokud ale připojíte obě dvě, může se stát propustnost velice úzkým hrdlem, které bude celkovou komunikaci v závislosti na aktuálním zatížení systému různou měrou brzdit.





*Plochý datový kabel*

Původní verze rozhraní o přenosové rychlosti 33 MB/s ještě využívala v plochém datovém kabelu pouhých 40 vodičů. S dalšími nastupujícími revizemi (66 a 100 MB/s) bylo ale jasné, že kvůli rostoucím přeslechům (problém s názvem **kapacitní vazba** - signály jednotlivých vodičů se navzájem ovlivňovaly) nemůže takový kabel v praxi postačovat, a tak se začaly používat "kšandy" nové, které sice měly opět pouze 40 datových vodičů, ale navíc také dalších 40 vodičů sloužících jako stínění. Při vývoji poslední z revizí **Paralel ATA** (PATA), která dosahovala maximální přenosové rychlosti 133 MB/s, bylo zjištěno, že technologie dosáhla svého výkonnostního maxima a byla jako neperspektivní odložena. Napájení 3,5" disků s rozhraním PATA je dnes realizováno výhradně pomocí Peripheral Power konektorů.

## SCSI (Small Computer System Integrated)

"Skaziny", jak se tomuto rozhraní v počítačové branži s velkou oblibou říkalo, bývaly nejčastěji nasazeny u výkonných pracovních stanic, vysokorychlostních pevných disků ale i starších periferních zařízení (skenery) či nejčastěji serverů, kde se v určité míře takováto zařízení používají dodnes. Existuje několik norem, které se liší jak počtem připojených zařízení, přenosovou rychlostí tak i maximální délkou kabelu.

Sběrnice poskytuje možnost připojit na jeden kanál až 7 příp. 15 zařízení, jež jsou dále označeny určitým **ID**, které všechny jednoznačně identifikuje (nejvyšší patří vždy samotnému řadiči). Všechna zařízení mohou poskytovat velmi vysoký výkon, přenosovou rychlost i poměrně nízkou přístupovou dobu přístupu k datům. Velkou nevýhodou ale přesto zůstává vysoká cena jak řadičů, tak i samotných zařízení, a proto se tato technologie v domácích podmínkách nikdy příliš neuchytla. Celá kaskáda musí být také zakončena speciálním zakončovacím prvem, který známe také z počítačových sítí, tzv. terminátorem.

| Druh SCSI               | Maximální rychlost | Max. počet zařízení |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>SCSI-1</b>           | 4                  | 8                   |
| <b>Fast SCSI</b>        | 10                 | 8                   |
| <b>Wide SCSI</b>        | 20                 | 16                  |
| <b>Ultra SCSI</b>       | 20                 | 8                   |
| <b>Wide Ultra SCSI</b>  | 40                 | 16                  |
| <b>Ultra2 SCSI</b>      | 40                 | 8                   |
| <b>Wide Ultra2 SCSI</b> | 80                 | 16                  |
| <b>Ultra3 SCSI</b>      | 80                 | 8                   |
| <b>Wide Ultra3 SCSI</b> | 160                | 16                  |
| <b>Ultra-320 SCSI</b>   | 320                | 16                  |
| <b>Ultra-640 SCSI</b>   | 640                | 16                  |

**Pozn:** Existuje také technologie [SAS \(Serial Attached SCSI\)](#), která byla navržena pro použití při přesunech dat z pevných disků či páskových zařízení. Jedná se o sériový protokol zajišťující dvoubodové spojení typu point-to-point a v současné době poskytuje přenosovou rychlost 3 Gb/s. V roce 2009 se ale plánuje příchod dalšího vylepšení technologie, jež zvýší přenosovou kapacitu až na 6 Gb/s. Zajímavé také je, že technika SAS je zpětně plně kompatibilní s druhou generací disků SATA, které tak mohou být jednoduše připojeny k SAS páteři. Opačně to však nefunguje a žádné zařízení s rozhraním SAS ke sběrnici SATA bohužel nijak nepřipojíte.

## Vyhrává ten nejrychlejší

Aby mohl pevný disk splňovat požadavky počítače, musí být také nějak zajištěna jeho spolupráce s operační pamětí RAM, což může být dvěma způsoby. Prvním je režim **PIO** (Programmed Input/Output) s jehož pomocí je veškerý datový tok mezi těmito komponentami řízen pomocí procesoru. Tato koncepce má ale obrovskou nevýhodu a s ní spojenou také poměrně mizernou přenosovou rychlost.

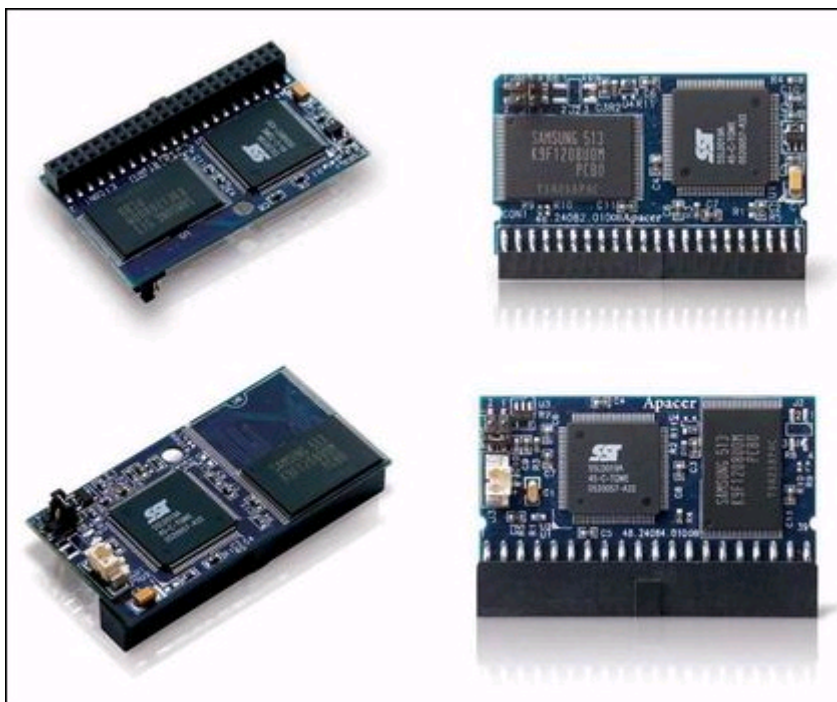
Jakýkoliv (i malý) požadavek na čtení dat nebo jejich zápis totiž musí obsloužit procesor, který je tak zbytečně vytrháván z jiné práce (třeba i důležitější), což poměrně hodně zdržuje.

Poslední standard tohoto přenosu (PIO 5) nebyl nikdy kvůli nově vznikajícímu režimu s přímým přístupem do paměti nasazen do ostrého provozu a integrován do pevných disků. V BIOSu jej však i přesto nalezneme. V dnešní době tak není zapomenut a využívají jej paměťové karty CompactFlash připojené s pomocí tzv. **IDE adaptérů**.

| Přenosový režim     | Maximální rychlost | Standard               |
|---------------------|--------------------|------------------------|
| <b>PIO 0</b>        | 3,3 MB/s           | ATA (IDE)              |
| <b>PIO 1</b>        | 5,2 MB/s           | ATA (IDE)              |
| <b>PIO 2</b>        | 8,3 MB/s           | ATA (IDE)              |
| <b>PIO 3</b>        | 11,1 MB/s          | ATA2 (EIDE)            |
| <b>PIO 4</b>        | 16,7 MB/s          | ATA2 (EIDE)            |
| <b>UltraDMA 33</b>  | 33 MB/s            | ATAPI-4 (UltraATA-33)  |
| <b>UltraDMA 66</b>  | 66 MB/s            | ATAPI-5 (UltraATA-66)  |
| <b>UltraDMA 100</b> | 100 MB/s           | ATAPI-6 (UltraATA-100) |
| <b>UltraDMA 133</b> | 133 MB/s           | ATAPI-7 (UltraATA-133) |

Druhým a mnohem perspektivnějším režimem se stal ale až režim **DMA (Direct Memory Access, přímý přístup do paměti)**, který dovoluje diskovému řadiči (za pomoci tzv. busmasteringu), aby byla jeho práce řízena výhradně jím. Procesor tedy pouze zadá příkaz a řadič se již o vše potřebné postará sám.

**Pozn:** Rozhraním ATA mohou být vybaveny také zařízení **ATA DM** (ATA Disk Module), což jsou ve své podstatě klasické flash paměti, které ovšem můžeme díky speciální konstrukci a konektoru připojit ke standardnímu čtyřiceti pinovému konektoru rozhraní ATA. Jejich miniaturní spotřeba a minimalistické rozměry je přímo předurčují k použití v routerech či jiných specifických aplikacích. Další výhodou je, že tyto moduly jsou s technologií klasických disků zcela kompatibilní, protože nevyžadují žádných dalších ovladačů nebo speciálních kabelů. I na nich je však tedy třeba určit, zda mají pracovat jako Master či Slave.



Moduly ATA DM v celé své kráse, nova.com.tw

## Shrnutí

- **Parallel ATA (PATA)** - klasické paralelní rozhraní využívající 16 datových vodičů a plochého kabelu
- **PIO** - přenosový mód Processor Input Output - využívá procesor k přenosu dat a pracuje s módy PIO 0 - PIO 5
- **Ultra ATA (UDMA)** - zajišťuje přímý vstup do paměti a nepotřebuje tedy procesor - módy Ultra ATA/33 až Ultra ATA/133
- **Master / Slave** - značí rozlišení zařízení připojených na rozhraní PATA pomocí plochého datového kabelu - nastavuje se jumperem
- **Host Adaptér** - zařízení (součást základní desky) zajišťující komunikaci systému jakko celku s instalovanými pevnými disky
- **Terminátor** - zakončovací prvek sběrnice SCSI, eliminuje možné odrazy signálu od konce datového vedení a tím i omezuje případné rušení probíhající komunikace
- **Serial Attached SCSI (SAS)** - sériová revize původně navržené sběrnice SCSI, která v současné době (2008) poskytuje přenosovou kapacitu až 3 Gb/s
- **ATA DM (ATA Disk Module)** - speciálně navržené moduly pamětí flash, které je možné připojit přímo k datové sběrnici ATA.

Vyznačují se velice nízkou spotřebou a minimálními rozměry

V případě zájmu o více informací ohledně nastavení pevných disků v BIOSu nahlédněte do kapitoly [Konfigurace pevných disků a optických mechanik](#) z 2. dílu našeho seriálu o BIOSu.

## Serial ATA (SATA)

Nástupcem umírajícího EIDE se stalo rozhraní SATA, které bylo navrženo nejen s důrazem na jednodušší a rychlejší provoz (kromě menších a skladnějších datových i napájecích SATA kabelů přineslo i některé nové technologie). V přelomovém roce 2004 pevné disky s tímto rozhraním skokem přeměnily strukturu nabídky a v následujících dvou letech již nad PATA získaly vpravdě drtivou převahu. Specifikace SATA 1.0 však již byly vytvořeny v roce 2001 společnostmi APT Technologies, Dell, IBM, Intel, Maxtor a Seagate, takže za sebou měly velmi dostatečnou podporu na to, aby se jimi definované rozhraní mohlo rychle prosadit.

Díky pokrokům v metodě přenosu dat nazvané [differential signalling](#) bylo možné zvýšit operační frekvenci rozhraní tak, aby dovolilo přenášet dostatečné množství dat sériovým způsobem. Oproti PATA a UDMA 5 využívající 16bitovou šířku, pracující na frekvenci 25 MHz a dosahující maximální přenosové rychlosti 100 MB/s využívá původní verze SATA pouze 1bitovou šířku, ale frekvenci 1500 MHz a to je tedy i výsledných **1,5 Gbit/s**.

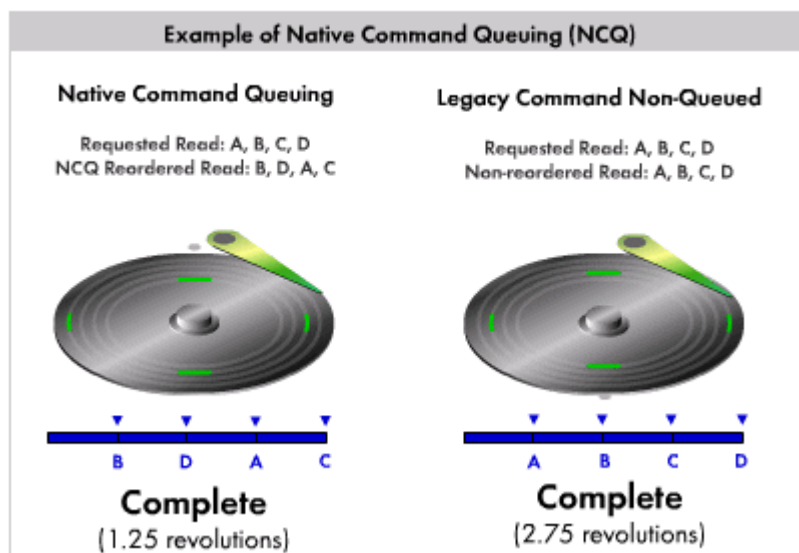
Další verze Serial ATA, běžně, ale chybně označovaná jako SATA II, dostala název **SATA 3Gb/s**. Přišla s ní **organizace SATA II** - uskupení výrobců, kteří společně zpracovávali nové specifikace (odtud tedy pochází původ mýlky), Sdružení se ale již raději přejmenovalo na [SATA-IO \(Serial ATA International Organization\)](#). Výsledkem nové verze rozhraní je zdvojnásobená maximální propustnost (z 1,5 Gb/s na 3 Gb/s) a již brzy se máme dočkat třetí verze, u níž se však může změnit i něco jiného než pouhá propustnost (plánuje se možnost připojení více disků nebo také Solid State a RAM disků na jeden port) a plná zpětná kompatibilita tedy není zaručena. Bude se jmenovat nejspíše SATA 6Gb/s a opět zdvojnásobí svou propustnost. Pravdou zůstává, že stávající pevné disky nedokáží zdaleka naplno využít ani možnosti první revize specifikace. Technologie, které přicházejí s každou další revizí, jsou ale daleko zajímavější.

Je třeba zmínit odlišné kódování přenosu, které je na rozdíl od PATA disků využívajících standardní 8bitové kódování hned **10bitové**, a proto můžeme také zmíněné přenosové rychlosti vyjádřit jako **150 MB/s** (1,5 Gb/s) či **300 MB/s** (3 Gb/s).



Disk Western Digital s rozhraním SATA a napájením SATA i Peripheral Power

Podívejme se na technologii **NCQ** (Native Command Queuing, Přirozené řazení požadavků), která je charakteristická tím, že dokáže ponechat rozhodování o pořadí čtení dat na samotném řadiči disku, čímž se snaží minimalizovat vzniklé časové zpoždění. Pokud procesor tedy vyžaduje nějakou posloupnost dat, která nemusí být na stejném místě, disk bez NCQ je bude číst tak, jak o ně procesor prostřednictvím řadiče požádá. Je však pravděpodobné, že čtecí hlavy budou tato data číst neefektivně a zbytečně čekat na další otáčku plotny nebo zbytečně prodlužovat seek (nastavení hlavy nad požadovanou stopu).



Příklad práce NCQ - v prvním případě si řadič srovná pořadí čtených bloků, v druhém je nezmění

Pokud ale disk dokáže využít NCQ, pak si posloupnost čtení dat seřadí tak, aby k tomu potřeboval co nejméně otáček a přesunů hlavy. Toto seřazení však také nějakou dobu trvá a v každém případě tedy NCQ nemusí znamenat zrychlení – někdy i naopak. Nakonec, dle našich dřívějších [testů](#) má NCQ vliv na výkon disků při běžné práci pouze minimální. Přínos se projevuje až u serverů či pracovních stanic.

**Pozn:** Zde se hodí zmínit ještě technologii **Tag 'n seek**, která je principem stejná jako NCQ, ale je mnohem starší. Na trh ji uvedla společnost IBM již zhruba před 8 lety. Dnes je Tag 'n seek odsouzen k zániku, protože NCQ je mnohem propracovanější a hlavně představuje obecně přijatý standard. Tag 'n seek dnes tak nalezneme vesměs pouze u disků Hitachi, které divizi pevných disků od společnosti IBM před 6 lety odkoupilo (2002).

Dovolím si však tvrdit, že užitečnější výhodou, především u externích datových úložišť standardu SATA, je technologie **Hot-Swap**, která dovoluje připojit a odpojit disk za běhu počítače tak, aby je operační systém rozpoznal, což u PATA nebylo možné (Hot-Swap mimo jiné podporují také rozhraní USB, FireWire, PCI-X a SCSI). Tuto možnost sice nejvíce využijete s novějším standardem eSATA, který spatřil světlo světa až v roce 2004, ale její podporu mají navíc díky prodlouženým zemnicím vodičům též interní pevné disky, což se může také hodit.



Záslepka se čtyřmi porty eSATA a čtyřmi stavovými LED

Rozhraní **eSATA** má také několik dalších odlišností, které je dobré znát. Nejdůležitější z nich je zejména to, že během probíhajícího přenosu zatěžuje procesor zcela minimálně (daleko méně než např. oblíbená a univerzální sběrnice USB). eSATA také dovoluje daleko větší délku propojujícího kabelu než SATA (až 2 metry) a jeho konektory jsou navrženy na daleko hrubší zacházení a častější odpojování. Oproti externím diskům s rozhraním USB 2.0 nebo IEEE1394 FireWire dokáže poskytnout plný výkon SATA a také podporu SMART. Zapotřebí je k tomu v podstatě pouze eSATA kabel, jenž se připojí k eSATA konektoru v počítači, ke kterému již vede normální datový SATA kabel.





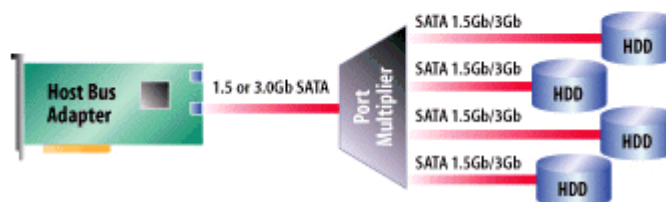
porovnání konektorů eSATA (vlevo) a SATA (vpravo)

**Staggered Spin Up** zase dokáže po startu počítače minimalizovat energetické nároky na počítačový zdroj. Deska totiž dokáže řídit a ovládat postupný náběh všech pevných disků, které se tak nemusí rozběhnout všechny najednou. Dále existuje tzv.

**Port Multiplier** slouží k tomu, abychom mohli s jedním řadičem obsloužit více pevných disků. Toto je klasická vlastnost řadičů PATA, které podporují připojení dvou zařízení na jeden kanál, avšak u SATA toto bez Port Multiplieru není možné. A i když dnešní moderní základní desky běžně obsahují i šest SATA řadičů, nemusí to někomu stačit.



SATA connectivity: one port, one cable, one drive; 4-ports = four drives

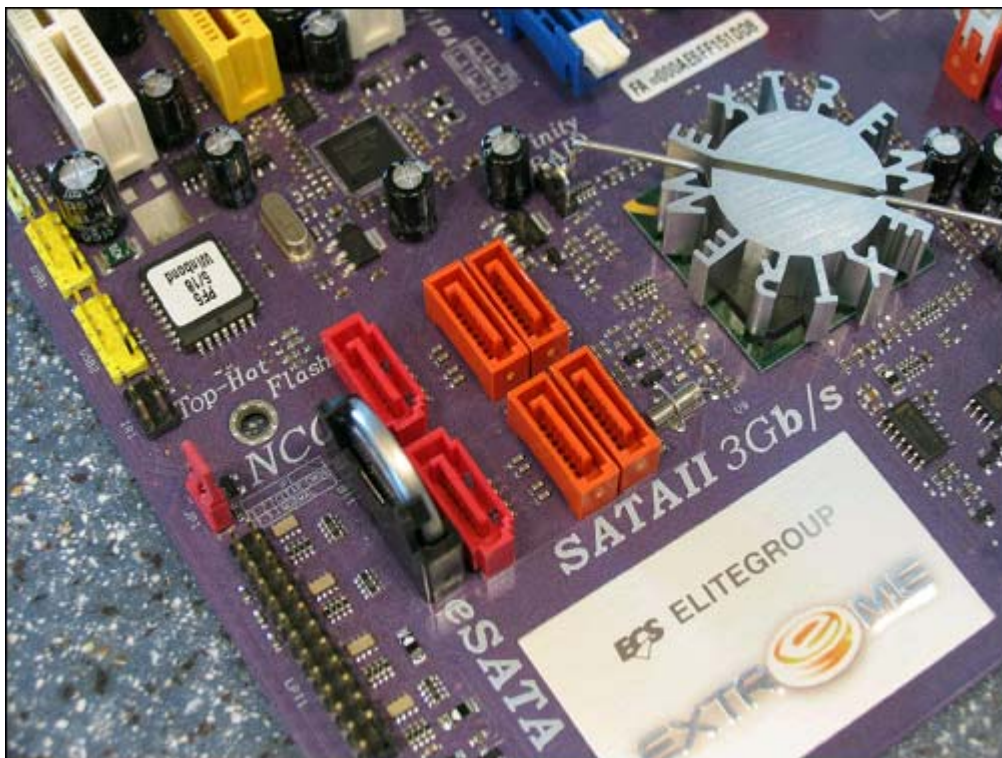


SATA 3GB/s je již dostatečně dimenzované rozhraní na to, aby bez citelného výkonnostního propadu dokázalo obsloužit několik disků. K tomu slouží speciální čip rozdělující diskům pásmo podle potřeby. Je však možné Port Multiplier využít i v duchu RAID pole, kde řídící čip přiděluje požadavky řadiče tomu disku, který je aktuálně k dispozici - metoda se nazývá **Frame Information Structure**. Díky tomu může být takovéto uspořádání rychlejší než jeden pevný disk.

**Port Selector** umožňuje k jednomu disku připojit až dva řadiče, což je výhodné především u serverů, kde je třeba zajistit bezproblémový a trvalý chod celé sestavy.

Jižní můstky základních desek mohou nabízet využití různého počtu PATA nebo SATA zařízení, ale čím dál tím častěji se stává, že je přítomen buď pouze jeden kanál Paralelního ATA či dokonce vůbec žádný. Na takové desky je potom třeba dát si pozor. Při jejich koupi si musíte být stoprocentně jisti, že žádné PATA zařízení nebudete nikdy potřebovat, ani v budoucnu. Existují sice přídavné řadiče do PCI slotů, které si můžete případně dokoupit a tímto problém zcela vyřešit, ale nevyhnete se tím dalším finančním investicím. Nehledě na to, že ne vždy budete mít PCI sloty také volné.

Na základních deskách může být dále přítomen pomocný čip třetí strany, který umožní připojení dalších několika SATA zařízení, když už vám kanály integrované v čipsetu přestanou stačit.



SATA porty na základní desce ECS PF5 Extreme - techpowerup.com

## BIOS a SATA - možnosti spolupráce

Pevné disky SATA mohou v zásadě pracovat ve dvou základních režimech a sice v **kombinovaném** či nekombinovaném, které se od sebe odlišují tím, zda vám systém umožní pracovat s oběma typy zařízení současně. Takže zatímco v kombinovaném režimu si můžete užívat všech dostupných portů SATA i PATA dohromady, u **nekombinovaného** režimu toto možné není.

Z hlediska operačních systémů rozeznáváme také celkem dva pracovní režimy. Jedná se o kompatibilní a tzv. nativní režim.

**Kompatibilní režim** existuje kvůli zachování zpětné kompatibility se staršími operačními systémy (Windows 9x, DOS) a k systému v něm můžeme připojit maximálně 4 zařízení, která ale mohou pracovat jak v kombinovaném, tak i nekombinovaném režimu.

V případě rozšířeného, **nativního** režimu budete moci využít všechny porty, které základní deska nabízí. Jistou nevýhodou však představuje omezení na použití v novějších operačních systémech (Windows XP SP1, Windows Server 2003, Windows Vista), ale ruku na srdce - kdo dnes nemá na svém počítači nainstalovanou z OS Windows alespoň XP, že? Tímto tvrzením se samozřejmě nechci dotknout zarytých Linuxáků, jejichž systém je na jiné úrovni existence než operační systémy Microsoft.

| přenosový režim | maximální rychlost | standard |
|-----------------|--------------------|----------|
| <b>SATA 1</b>   | 150 MB/s           | SATA/150 |
| <b>SATA 2</b>   | 300 MB/s           | SATA/300 |
| <b>SATA 3</b>   | 600 MB/s           | SATA/600 |

## Shrnutí

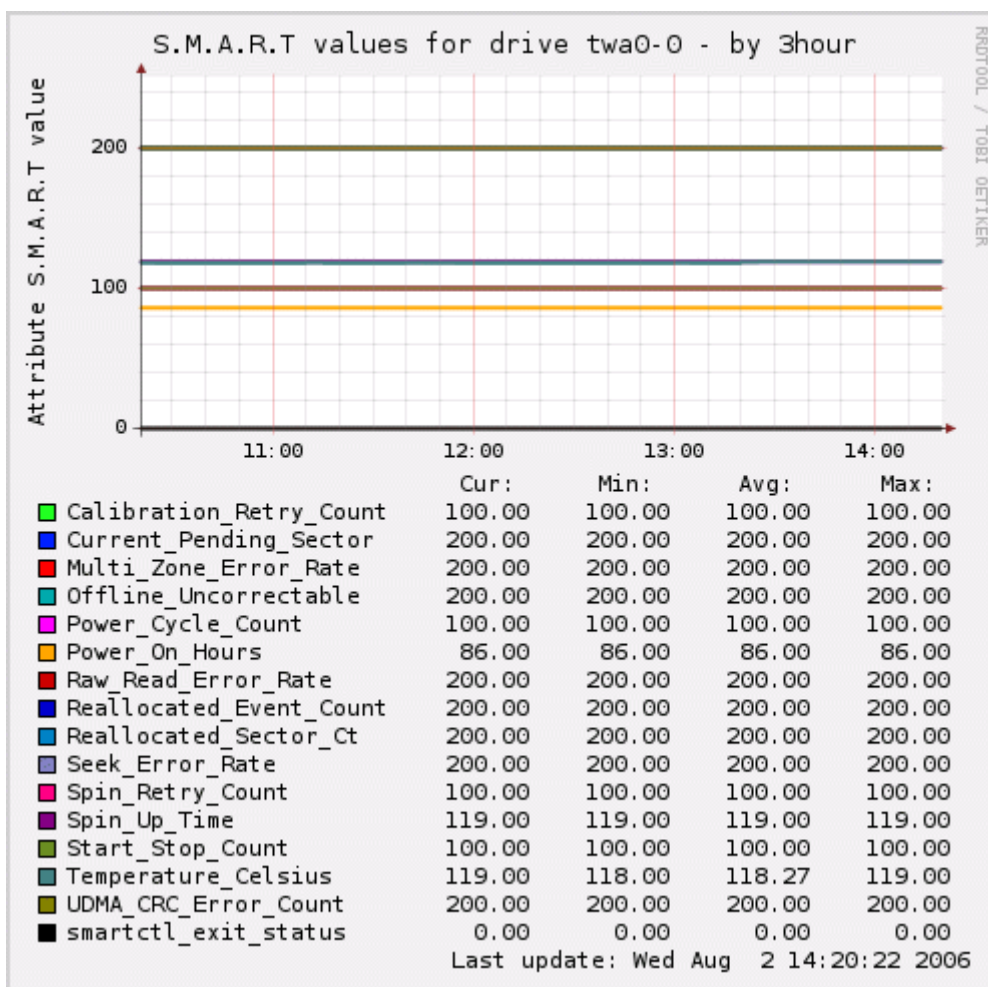
- **Serial ATA (SATA)** - následovník rozhraní PATA - využívá pouze 1 datový vodič a vysokou frekvenci - dnes jsou k dispozici SATA 1,5Gbps a SATA 3Gbps
- **eSATA** - externí verze rozhraní SATA - liší se pouze použitými konektory a kabely
- **Hot-Swap** - schopnost vypojit či zapojit zařízení za běhu systému s tím, že je systémem rozpoznáno
- **NCQ** - Native Command Queuing - metoda inteligentního řazení požadavků na I/O operace disků pro dosažení většího výkonu
- **Port Multiplier** - technologie pro připojení více pevných disků na jeden SATA řadič
- **SATA-IO (dříve SATA II)** - uskupení výrobců, kteří stojí za vývojem rozhraní Serial ATA
- **Tag 'n seek** - technologie firmy IBM z roku 2002 a také jakýsi předchůdce sofistikovanějšího NCQ, které je dnes mnohem rozšířenější
- **Port Selector** - umožňuje připojit jeden SATA disk až ke dvěma řadičům, což je výhodné zejména pro servery
- **Staggered Spin Up** - minimalizuje energetické nároky na počítačový zdroj po spuštění počítače, základní deska řídí postupný náběh všech pevných disků

V případě zájmu o více informací ohledně nastavení pevných disků v BIOSu nahlédněte do kapitoly [Konfigurace pevných disků a optických mechanik](#) z 2. dílu našeho seriálu o BIOSu.

## SMART, RAID a speciální typy disků

### SMART

Technologie [SMART](#), dnes vlastní snad každému desktopovému disku, byla od roku 1992 vyvíjena firmou IBM pod názvem PFA (Predictive Failure Analysis). Šlo o snahu dokázat pomocí sledování chování disku určit jeho stav a nebezpečí možného selhání. Technologie PFA měla úspěch a vyústila ve známý SMART (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology).



SMART tedy sleduje práci disku a všímá si údajů jako počet vadných sektorů, použití ECC, čas potřebný k roztočení ploten, teploty nebo i celkového výkonu disku. Pokud některá z těchto hodnot klesne pod prahovou hodnotu, pak již disk není podle SMART v kondici a může selhat. To ale neznamená, že disk nemůže selhat i bez varování a naopak není nikde řečeno, že SMARTem odepsaný pevný disk nebude ještě několik let bez problémů fungovat.

Ohledně spolehlivosti disku se můžeme setkat s parametrem **MTBF** (Mean Time Between Failures). Jedná se o střední dobu mezi poruchami a udává se typicky v hodinách provozu. Problémem je, že někteří výrobci tento parametr uvádějí, jiní nikoliv.

### RAID

RAID (Redundant Array of Independent/Inexpensive Disks, Vícenásobné diskové pole nezávislých/levných disků) pole se ze serverové oblasti díky pokroku a snížení pořizovací ceny již dávno dostaly do dosahu běžných uživatelů, alespoň co se týče základních konfigurací. Už od dob řadičů Ultra ATA/66 tak můžeme zapojit více disků do konfigurací, které nám umožní zvýšit rychlost, zvýšit spolehlivost, nebo rovnou obojí.

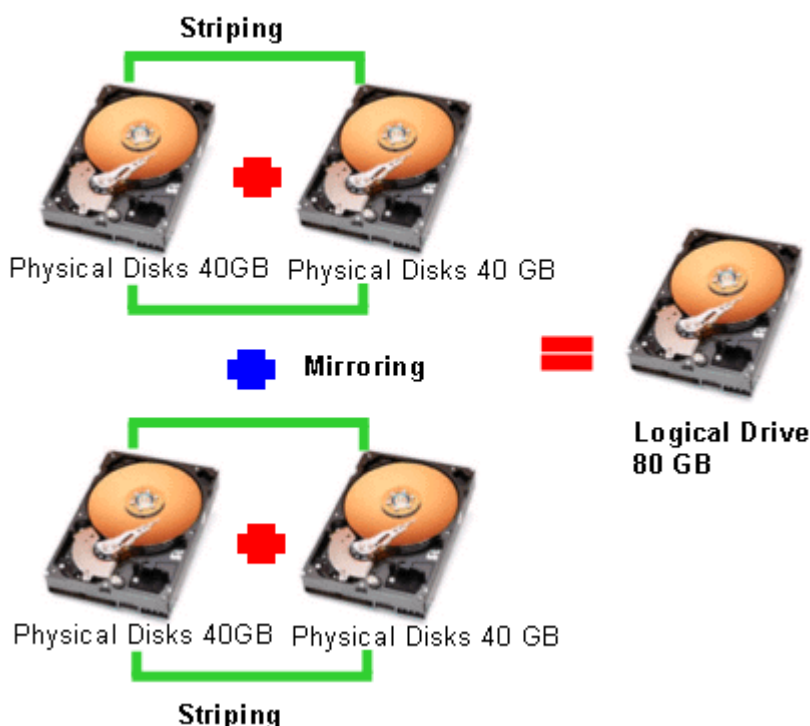


*RAID řadič pro PATA od Promise*

První verzí na ráně je **RAID 0**, kdy se dva nebo více disků zapojí do tzv. **striping** módu. V tomto módu řadič rozděljuje data na 'proužky', jež poté střídavě rozděljuje mezi disky. To znamená, že například 1GB soubor se střídavě zapíše na dva disky, tedy na každý 512 MB. Díky tomu můžeme dosáhnout podstatně vyššího výkonu (zdaleka však ne dvojnásobného), ale na druhou stranu také dvakrát vyšší pravděpodobnosti ztráty dat, protože havárie jednoho disku nevyhnutelně znamená ztrátu veškerých dat (pokud se je samozřejmě nepodaří následně zachránit; taková záchrana však často nemusí být ani možná). Omezení také plyne z toho, že je nanejvýš vhodné použít stejné typy disků, či alespoň stejné kapacity, jinak bude celková velikost pole omezena na dvojnásobek kapacity menšího z disků.

**RAID 1** je další druh pole označované jako **mirroring** – zrcadlení. Již z názvu lze tedy uhodnout, že při využití dvou disků se jeden použije pouze jako záloha - na oba se tedy zapisují identická data. RAID 1 tedy slouží pouze pro zvýšení bezpečnosti a museli byste mít opravdovou smůlu, aby vám oba disky odešly naráz. To sice není vlivem možné poruchy zdroje ani zdaleka nemožné, avšak to je již jiná písnička. Omezení zde jsou v podstatě stejná jako u RAID 0 – ideální je použití stejně rychlých disků o stejné kapacitě, aby se navzájem zbytečně neomezovaly.

### Striping with Mirroring (RAID 0 +1)



Kombinací RAID 0 a 1 získáme pole **RAID 0+1** (někdy je také nazýváno jako **RAID 01**), které kombinuje výhody obou typů polí. Je tedy rychlé a bezpečné, avšak pro jeho sestavení potřebujeme minimálně čtyři pevné disky, protože vzniklé pole RAID 0 budeme dále zrcadlit.

Dalším typem je **RAID 10 (1+0)**, který je naprosto stejný jako předešlé řešení, pouze při jeho sestavování postupujeme obráceně. Nejprve budeme obě dvojice disků zrcadlit a následně nad nimi vytvoříme stripované RAID 0. Celé spojení poskytuje největší výkon mezi zabezpečenými typy polí a navíc poskytuje odolnost proti ztrátě až poloviny z celkové počtu připojených disků.

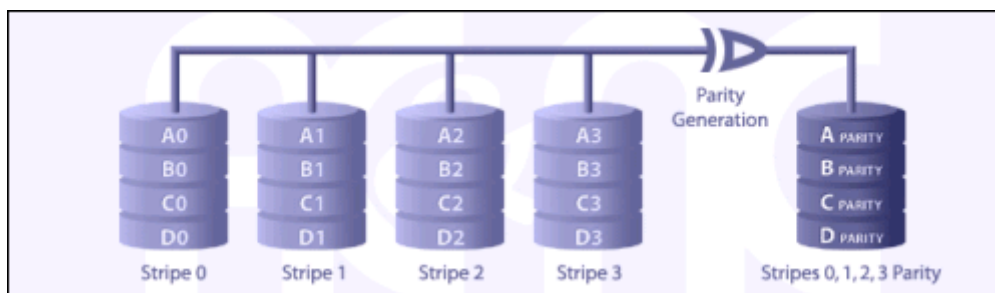
Kromě RAID polí může váš řadič (nebo také OS) podporovat tzv. **spanning**, což je prosté spojení několika pevných disků do logického celku. Data jsou tedy ukládána nejprve na první disk a až dojde k jeho zaplnění, bude se pokračovat na disk druhý atd. Jiný název pro



spanning je **JBOD** (Just a Bunch Of Disks). Výhodou tohoto řešení je bezesporu skutečnost, že pro vytvoření není třeba použití stejně velkých disků - data totiž nejsou ukládána prokládaně. Spanning se ale vyplatí spíše těm uživatelům, kteří potřebují ukládat soubory obřích velikostí a to je dnes v době terabajtových disků už tak trochu pasé.

Existují i další druhy RAID polí, avšak u domácích počítačů se téměř nenasazují. Patří mezi ně například **RAID 2**, coby převlečený RAID 0 s přidanou korekcí v podobě Hammingova kódu, což je jedna z forem ECC (Error Checking and Correction). Jeho nevýhodou je nutná podpora ze strany disku a poměrně vysoká pořizovací cena.

Další typ **RAID 3** rovněž využívá striping, ale i sofistikovaný způsob ukládání paritních informací, které jsou vypočítávány pomocí logické operace XOR (exkluzivní OR) neboli nonekvivalence. Ukládání těch informací, které při havárii jednoho disku umožňují rekonstrukci veškerých dříve uložených dat, je poté realizováno na další a k tomu vyčleněný disk. Výhodou je tedy nutnost vyčlenění pouze jednoho disku, protože u jiných typů polí může být počet vyšší. Tato skutečnost je ale zároveň největší nevýhodou zmiňovaného řešení. Paritnímu disku je totiž také přezdíváno anglickým termínem „**Bottleneck**“ (Hrdlo láhve), protože právě on je nejslabším a zároveň také nejvytíženějším místem celého spojení. Paritní informace na něj musí být zapisovány vždy, za jakýchkoliv okolností. Jeho životnost tak bude s rostoucím opotřebením zákonitě rychle klesat.



RAID 3 v akci – acnc.com

Podobným řešením je také pole **RAID 4**, které se v mnohém podobá předchozímu řešení. Rozdíl je ale v tom, že data nejsou stripována po bitech (jako u RAID 3) ale rovnou po celých blocích a stejně tak i paritní informace, čímž lze dosáhnout vyššího výkonu při čtení velkého počtu malých souborů, což se hodí především u databázových systémů. U takových totiž není RAID 3 zrovna nejvýhodnějším řešením.

Nevýhoda v podobě úzkého hrdla láhve u RAID 4 ale stále přetrvává a tento problém řeší až **RAID 5**, kde žádný disk navíc nefiguruje – paritní informace jsou ukládány střídavě po všech discích napříč celým polem, ovšem vždy na jiné datové úložiště, než na které jsou originální data zapisována. Tato skutečnost také může za vyšší výkon spojení a jeho oblibu u většiny uživatelů. Nevýhodou je, že pole s úspěchem odolává pouze poruše jednoho z připojených disků.

Dalším standardizovaným typem je pole **RAID 6**, které přináší mnohem vyšší odolnost proti výpadku, protože je parita vypočítávána hned dvakrát (pokaždé odlišným způsobem) a následně ukládána opět mezi všechny připojené disky. Při výpadku dvou disků pak není problém vše zcela přesně opravit. Z pohledu rychlosti čtení můžeme říci, že ta je ekvivalentní RAID 5. Při zápisu je ale dosažený výkon daleko menší právě kvůli nutnosti dvakrát vypočítávat paritní informace. Nevýhodou představuje nutnost použití specializovaného a často také velmi drahého řadiče.

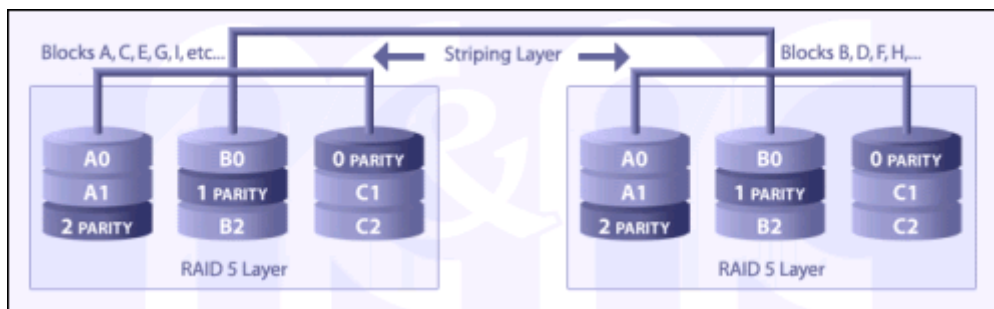
## Nestandardní typy RAID

Kromě zmíněných typů diskových polí se můžeme setkat také s mnoha jinými, jež nemusí představovat obecně přijatý standard, ale mohou být pouze registrovanou obchodní značkou té či oné společnosti, která s danou technologií přišla na trh.

Typickým příkladem je typ **RAID 7**, za jehož vznikem stojí společnost Storage Computer Corporation. Principem vychází přímo z polí RAID 3 a 4, avšak do hry přidává navíc vyrovnávací cache paměť. Díky tomu je pak celý systém jako celek daleko rychlejší (při čtení i zápisu). Zmíněné výhody jsou však drazé vykoupeny příliš vysokou pořizovací cenou především díky použití speciálního procesoru určeného ke složitým výpočtům v rámci celého pole v reálném čase.

Mezi další možnosti, jak nestandardně spojit pevné disky, patří také tzv. **RAID 30** (3+0). Jednotlivé stripované větve v něm ale netvoří zrcadla, nýbrž jsou vzájemně propojena pomocí RAID 3. Opačným postupem získáme **RAID 03** (0+3).

Takto můžeme tvořit různé kombinace – např. RAID 50, 51, 53 či 60. Z této řady však vybočuje jedno velmi zajímavé řešení, které nemůžeme nezmínit – **RAID 100** (10+0). Můžeme si ho představit jako diskové pole RAID 10, nad kterým je dále vytvořeno další prokládané pole RAID 0.



*Pro vytvoření diskového pole RAID 50 potřebujeme celkem 6 pevných disků – acnc.com*

V souvislosti s diskovými poli se můžeme také setkat s pojmem **hot-spare**, který označuje technologii dovolující minimalizovat časový interval, během kterého je pole „oslabené“. Uvažujme například RAID 5, jemuž právě odešel jeden z disků. Co se stane dále? V podstatě nic. Bezpečnost dat zůstane neovlivněna a činnost systému bude zcela v pořádku pokračovat dále.

**Poznámka:** Tato situace není zdaleka tak nereálná, jak se zdá. Stačí jeden vadný zdroj a přepětí v systému udělá své.

Zmíněné pole RAID (5) ustojí pouze výpadek jednoho z disků. Co se tedy stane, pokud v mezičase, než dorazí k serveru technik, dojde k výpadku dalšího z disků? Všechna uložená data budou ztracena. U systému s hot-spare bude k systému automaticky připojen záložní pevný disk, na který budou následně chybějící data dopočítána. Takový záložní disk je možné sdílet mezi více druhy polí, pokud jsou v daném počítači přítomna.

| Přehled diskových polí RAID |              |   |                                     |                       |
|-----------------------------|--------------|---|-------------------------------------|-----------------------|
| Režim                       | Spolehlivost | Výkon při čtení                           | Výkon při zápisu                    | Minimální počet disků |
| RAID 0                      | žádná        | velmi dobrý                               | velmi dobrý                         | 2                     |
| RAID 1                      | vysoká       | velmi dobrý                               | dobrý                               | 2                     |
| RAID 2                      | dobrá        | velmi dobrý                               | dobrý                               | podle zapojení *      |
| RAID 3                      | dobrá        | sekvenční dobrý<br>transakční velmi slabý | sekvenční dobrý<br>transakční slabý | 3                     |
| RAID 4                      | dobrá        | sekvenční dobrý<br>transakční dobrý       | sekvenční dobrý<br>transakční slabý | 3                     |
| RAID 5                      | dobrá        | sekvenční dobrý<br>transakční velmi dobrý | přijatelný                          | 3                     |
| RAID 6                      | vysoká       | velmi dobrý                               | slabý                               | 4                     |

\* nejčastěji se používá konfigurace s celkem 14 pevnými disky – 10 datových a 4 pro samoopravné kódy

**Poznámky:** Maximální počet připojených disků závisí na konkrétních řadiči RAID. Transakční výkon je důležitý především pro databázové aplikace.

## Speciální typy disků

Nakonec si uvedeme už jen pojmy RAM Disk a SSD. Využití RAM jako pevného disku je myšlenka v podstatě tak stará jako PC samo. Využívala se již v 80. letech, avšak v dnešní podobě se spíše jedná o zařízení v podobě PCI karty, které na sobě má sloty pro SDRAM (SDR, DDR), do nichž zasunete moduly, připojíte je nejlépe k rozhraní Serial ATA 3Gb/s a již si můžete užívat rychlost limitovanou pouze možnostmi rozhraní a nulový hluk. Avšak jednak je to velmi nákladné a kapacitou omezené řešení a také je jasné, že po ztrátě napájení dojde i ke ztrátě dat. Proto musí tato zařízení na sobě nést ještě akumulátor starající se o ožívování buněk, který však nevydrží věčně. Příkladem takového produktu může být Gigabyte i-RAM, avšak ten dokáže nést pouze 4 GB paměti a navíc je omezen pouze připojením SATA 1,5 Gb/s.



Právě proto je dnes lepší na takovéto záležitosti raději zapomenout a počkat si na okamžik, až začnou být opravdu zajímavé disky SSD - Solid State Drive/Disk. SSD v oblasti PC nejsou nic jiného než flash paměti spojené do jednoho zařízení s rozhraním SATA, které se dají jednoduše využít jako malý, energeticky nenáročný, rychlý a zcela tichý "pevný disk". Jedinou a největší překážkou tak zůstává jejich cena, avšak i ta se v průběhu času zlepšuje. SSD diskům se věnujeme podrobně v dalších kapitolách.



## Shrnutí

- SMART - Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology - technologie pro analýzu kondice pevných disků a vůbec jejich monitorování
- PFA - Predictive Failure Analysis - předchůdce SMARTu od IBM
- RAID - Redundant Array of Independent Disks - způsob zapojení alespoň dvou pevných disků dovolující zvýšení výkonu, spolehlivosti, nebo obojího
- Spanning - jinými slovy JBOD (Just a Bunch Of Disks) - zapojení disků, jejichž kapacita se pouze spojí v jednu logickou jednotku
- ECC - Error Correcting Code - slouží k zachování celistvosti dat při jejich přesunech
- Striping (prokládání) – technika umožňující rozdělit jeden souvislý datový blok (soubor) mezi více datových úložišť za účelem zvýšení rychlosti přístupu
- Mirroring (zrcadlení) – zápis stejných dat na další disk pro zvýšení jejich bezpečnosti
- Hot-spare – technologie obstarávající automatické připojení záložního disku k systému při poruše jednoho disku z RAID pole
- RAM Disk - využívá SDRAM moduly k emulaci pevného disku - rychlé, tiché, ale drahé, s nízkou kapacitou a nebezpečím jednoduché ztráty dat - spíše pro speciální účely
- SSD - Solid State Disk - využívá Flash paměti - rychlé, tiché, dostatečná kapacita a dobrý potenciál do budoucna

## SSD disky - princip fungování, problémy

### Princip fungování a základní vlastnosti

SSD disky jsou zcela tiché, což je způsobeno jejich principem zápisu, který je stejný jako u USB flashdisků. SSD zařízení neobsahují žádné pohyblivé součásti, které by se otáčely rychlostí několik tisíc otáček za minutu, čímž by zvyšovaly hluk a současně i teplotu celé komponenty. Díky tomu jsou SSD disky také mnohem odolnější a lépe snášejí otřesy i výrazně hrubší zacházení.

**Pozn.:** SSD disky by tak vlastně ani "disky" být nazývány neměly. Žádný kotouček ve smyslu plotny čili disku v něm totiž vůbec není.

Všechna data jsou organizována po blocích stejně jako u pamětí EEPROM. Není tak nutné před zápisem smazat všechna již jednou uložená data z celé paměti. To je možné právě díky používání datových bloků. Pokud chceme přeprogramovat pouze jeden blok, bude smazán pouze ten a obsah ostatních bude zachován.



Vlastní mazání celého modulu probíhá poměrně rychle, protože se vždy upravují větší celky (bloky paměťových buněk) - typicky mezi 128 B a 32 kB najednou, což může být ale podobně jako u pamětí EPROM považováno také za určitou nevýhodu, protože je vždy nutné smazat zároveň i všechna ostatní zainteresovaná paměťová místa v přepisovaném bloku. Flash čipy ke své práci využívají Fowler-Nordheimova tunelového jevu. Smazaná paměť má v každé buňce uloženu hodnotu FFh a zápisem ji můžeme nulovat.



*Dnes existuje několik variant SSD zařízení. Ty tak můžeme osadit jak do PATA, SATA, tak i do ExpressCard slotů. Vyrábějí se také externí typy SSD disků určené pro sběrnici USB.*



Základní vlastností disků SSD je také skutečnost, že po výpadku napájení nedochází ke ztrátě uložených dat. Toto představuje hlavní nevýhodu v používání jinak poměrně výhodných RAM disků, které využívají k ukládání dat klasických modulů operačních pamětí. Proto také vyžadují neustálý přísun elektrické energie. V opačném případě by začaly zapomínat. O RAM discích si více můžete přečíst v předchozí kapitole **SMART, RAID a speciální typy disků**.

SSD disky nejsou tolik prostorově náročné a ve své podstatě je to jen několik maličkých čipů a jedno PCB. Proto se dnes můžeme setkat také s různými formáty takovýchto výrobků. Vyrábějí se jak 2,5", 1,8", tak i 3,5" verze. Výběr je proto velmi rozmanitý.

Největší nevýhodou technologie je ale omezený počet přepsání každé buňky, po jejichž překročení přestává paměťové místo pracovat. Tento počet ani dnes nedosahuje příznivých hodnot. Naštěstí si však jejich integrovaný řadič sám hlídá životnost jednotlivých segmentů a zajišťuje optimální využití celé přítomné kapacity, dokonce je schopen příp. i zařídit patřičné vypnutí poškozené buňky. Tento limit omezení počtu zápisů na jednu buňku kolísá v závislosti na kvalitativním provedení čipu zhruba v jednotkách milionů zápisů. Jak moc to ale k běžnému provozu stačí, to ukáže až čas.

Paměť používanou v SSD discích označujeme navíc termínem **Memory Technology Device (MTD)**, který značí, že taková zařízení pracují podobně jako paměť, avšak jsou používána jako bloková zařízení pro ukládání dat. Od pevných disků klasické konstrukce se tyto potom odlišují hned v několika aspektech, přičemž práce s nimi je o trochu složitější:

Prvním rozdílem mezi zařízeními MTD a klasickými blokovými zařízeními je již jednou zmíněné rozdělení na datové bloky, které nahrazují tzv. clustery klasických pevných disků, jakožto nejmenší alokovatelnou jednotku, která je zavedena pro konkrétní souborový systém. Tuto jednotku tedy zavádí operační systém, a to proto, aby byla práce s pevným diskem efektivnější. To je rozdíl oproti sektorům, které představují nejmenší fyzicky alokovatelnou jednotku na pevném disku. NTFS například umožňuje využít clustery o velikosti 8 B až 64 KiB.



Flashdisk Corsair Voyager GT je zasazen do gumového obalu, který mu poskytuje nejen vyšší odolnost proti vlhkosti či vodě.

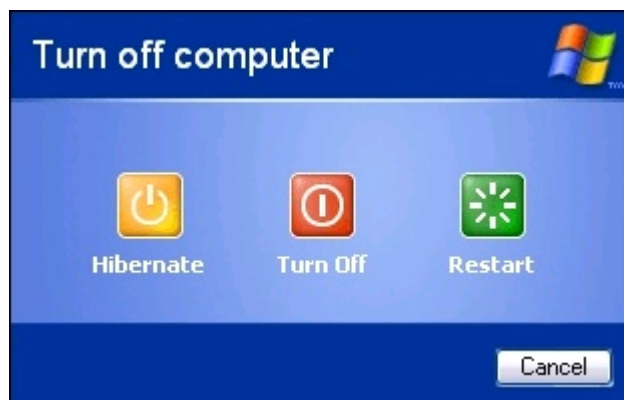
Oproti klasickým blokovým zařízením, jakými pevné disky a další úložná zařízení jsou, se u MTD zařízení setkáme také s dalším velkým rozdílem. Nad každým blokem můžeme provést až 3 různé blokové operace - kromě čtení a zápisu se zde tak definuje ještě další akce, která slouží k vymazání nadefinovaného datového bloku.

Životnost takového bloku je definována a udávána právě v počtech vymazání a tato hodnota se u dnešních pevných disků pohybuje zhruba v jednotkách milionů. Po překročení tohoto limitu již dále není možné na dané paměťové místo zapisovat, a to se tak stává poškozené. Tyto bloky však nejsou nijak fyzicky skryty, a proto se tento problém musí ošetřit softwarově, tedy přímo v používaném operačním systému.

Nastíněný problém je v současnosti považován za největší nedostatek jinak skvělé a celkem i propracované technologie. U flashdisků to zase tolik nevádí a například 1 000 000 dovolených přepsání každého bloku s největší pravděpodobností bude dostačovat morálnímu zastarávání celé USB klíčenky, ale v případech, kdy je flash paměť použita v SSD discích, je to již poměrně problém. Obzvláště kdyby disk měl být nasazen v serverovém prostředí.

Pokud totiž na takovém pevném disku budeme mít uložen operační systém a zavádět jej z něho, přičemž na něm bude uložen také swapovací soubor a dočasné soubory, bude tohoto limitu dosaženo poměrně velmi brzy. Windows totiž swapují i ve volném čase, a to proto, aby nemusely odkládat data z paměti, kdy se nějaký nedočkavý program rozhodne, že paměť zaplní. V tuto chvíli se pak hodí mít RAM volnou, protože každý okamžik navíc by byl velkým zdržením.

**Pozn.:** Toto je výhoda i při uspávání počítače, které je provedeno v režimu spánku čili hibernace (STD - Suspend to Disk, Hibernate, S4). To ve zkratce pracuje tak, že veškerý obsah operační paměti je uložen do souboru hiberfil.sys, který má vždy stejnou velikost jako součet nominálních kapacit paměťových modulů instalovaných v počítači. Tuto velikost proto nelze nijak změnit kromě vytažení jednoho z instalovaných modulů. Nejen proto je tak důležité mít na systémovém disku nebo oddílu dostatečnou rezervu volné kapacity.



*Pokud při zobrazeném dialogu pro vypnutí počítače stisknete tlačítko Shift, budete moci namísto do úsporného režimu přejít do režimu spánku.*

Vzhledem k tomu, že hibernace vyžaduje uložení obsahu paměti na pevný disk, trvá celá operace podstatně déle než při přechodu do jiných úsporných režimů a právě výše zmíněné průběžné odkládání do swapovacího souboru může operaci jistým způsobem zrychlit. Při požadavku tak stačí jen poukládat zbytek.

Další velkou výhodou tohoto režimu je, že při výpadku napájení nepřijdete o rozpracovaná data, jako by tomu bylo například u režimů S1 a S3 (POS - Power on Suspend a STR - Suspend to RAM). Uspaný počítač má také v tomto režimu na rozdíl od jeho konkurentů absolutně nejnižší spotřebu, protože žádná z připojených komponent již nemusí být více napájena a udržována při životě.

## Velký problém a jeho řešení

Všechny výše zmíněné aspekty pak způsobí, že se na jednu z paměťových buněk zapisuje mnohem častěji než na jinou. Tato buňka by pak logicky moc dlouho nevydržela. Výše zmíněná limitní hodnota počtu výmazů by pro ni byla smrtelná.

Dosavadní technologie výroby ale nedovoluje tento problém nějak efektivněji řešit, co tedy s tím? Řešením je implementace technologie do řadiče celého zařízení, která bude evidovat jednotlivé výmazy různých paměťových bloků. Ta se dále musí postarat také o to, aby se omezil zápis na místa, která již vykazují oproti ostatním buňkám vyšší počet přepsání. Celá paměť díky tomu bude využívána poměrně rovnoměrně a s největší pravděpodobností se nestane, že by některá z buněk odešla o mnoho dříve, než přestane být spolehlivý celý SSD disk.

**Pozn.:** Řadič SSD zařízení byl u prvních modelů disků také zdrojem poměrně nepříjemného a pomalého zápisu. To už je ale naštěstí pouhou minulostí.

Na druhou stranu, pokud bude SSD disk využíván pouze pro operační systém, který bude navíc zazálohovaný, nebude výše zmíněný problém natolik dramatický. Na data se stejně dnes tyto disky moc nehodí, protože jejich kapacita se pohybuje stále někde jinde, než je kapacita klasických desktopových pevných disků. Rozdíl ve svižnějším běhu systému ale rozhodně poznáte.

Pokud si tak dnes koupíte SSD, musíte počítat s tím, že jej na věky používat nelze, přičemž právě v tomto případě to platí mnohokrát více než v případě jiných počítačových komponent. To platí i přesto, že výrobci těchto zařízení uvádějí životnost dat až neskutečně vysokou. Jeden příklad za všechny je například pevný disk **Patriot Extreme Performance Warp v2** s kapacitou 64 GB, jehož výrobce slibuje dobu bezchybného provozu disku neskutečných 1,5 milionu hodin, čili něco přes 171 let. Nakolik však je při odhadu počítáno se životností jednotlivých buněk není bohužel tak jednoznačné. Podle výrobce také budeme moci data z tohoto disku přečíst i za dobu delší, než je pět let.



*Patriot Extreme Performance Warp - jeden z účastníků našeho velkého testu [SSD vs. HDD: vítězové a poražení?](#)*

**Pozn.:** Pro představu můžeme také uvést, že výše zmíněný 64GB model SSD je složen z osmi flash čipů, přičemž každý má samostatnou kapacitu 8 GB a jejich výrobcem je společnost Samsung. Patriot dále uvádí, že rychlost čtení z tohoto disku je 175 MB/s a zápisu na něj pak 100 MB/s. Až neuvěřitelná se poté zdá oproti klasickým pevným diskům hodnota seeku, čili rychlosti vyhledávání dat na celém disku. Ta se totiž pohybuje podle různých testů kolem 0,2 ms. Pro úplnost ještě uvedme, že u normálních IDE a SATA disků musíme počítat s přístupovou dobou zhruba čítající 12 ms. Disk je vyráběn technologií SLC.

## Problémy a výhody masivního rozšíření

Co tedy brání těmto skvělým zařízením, která jsou použitelná v mnoha směrech lidských činností, v jejich obrovském rozmachu? Není to jen výše zmíněný problém, ale také problém další, ekonomičtější. Tím je jejich stále ještě příliš vysoká cena nebo, chcete-li, poměr cena/kapacita. Například výše zmíněný disk Patriot můžeme dnes sehnat zhruba za něco přes pět tisíc, což je v porovnání s jeho kapacitou (64 GB) stále poměrně hodně. Za tyto peníze a ještě o trochu méně byste získali třeba i 1TB disk, jakým je například [Hitachi Ultrastar A7K1000](#). Jistou nevýhodou je také o něco vyšší zatížení procesoru během práce s diskem.

Na druhou stranu jsou SSD díky absenci pohyblivých částí velmi spolehlivé a běžně se u nich uvádí pracovní teplotní rozsah 0°C až 70°C a vysoká odolnost proti nárazům/vibracím. Proto jsou velmi vhodné k uchovávání a archivaci dat, protože CD či DVD disku spolu s pevnými disky klasické konstrukce jsou v tomto směru nedostatečné (jsou až přespříliš ovlivněné podmínkami skladování samotného nosiče).



*SSD disky bývají používány obzvláště u subnotebooků. Příkladem je [Asus Eee PC 1000](#), který obsahuje čtyři 2GB paměťové moduly Samsung přímo napojené na základní desku notebooku a dále i 32GB SSD modul zapojený v mini PCI slotu. Celkem tedy rovných 40 GB.*

Velkou výhodou těchto subnotebooků je především nízká spotřeba zapříčiněná právě osazením nízko energeticky náročného SSD modulu, avšak Asus si je nevýhod také sám vědom. Proto do celé škály svých "éčkových" notebooků zařadil i modely s klasickými pevnými disky (PC 1000HD, PC904HD), aby si zákazník mohl sám vybrat právě podle svých preferencí a možností.

**Pozn.:** Dobrý řešením je také použití dvou pevných disků - jeden postavený na technologii SSD a druhý klasický. První pro systém a druhý pro uživatelská data. Takovéto rozdělení by bylo vhodné především u notebooků, jejichž málo výkonné pevné disky někdy až přespříliš brzdí běh celého systému. Takovému nasazení brání ale většinou jeden důležitý aspekt - jedná se o notebook, místo pro dva pevné disky většinou nebývá.





*Fujitsu Siemens Amilo Xi 2550 - dvoudisková výjimka s možností RAIDu, která potvrzuje pravidlo*

V průběhu času maximální kapacita SSD disků utěšeně narůstá, čímž způsobuje i kýžené snižování cen všech těchto zařízení, to však stále není dostatečné k tomu, aby se SSD mohly stát natolik zajímavé, že by představovaly v našem počítači jediné místo pro ukládání dat.

Pevné disky SSD mají ještě další výhodu v podobě velmi nízké energetické náročnosti, což je velmi vhodné především pro uživatele notebooků. Například spotřeba níže zmíněného disku **Intel X25-M** činí rovně 2 W. V klidu je dokonce ještě nižší a pohybuje se kolem 0,75 W. Pro představu můžeme uvést, že spotřeba klasických pevných disků činí cca 12 W, přičemž další z níže představených disků (**VelociRaptor**) se uskromnil na metě 7 W.

Přehled cen zde nemá cenu asi příliš zmiňovat, protože neustále dochází ke snižování, avšak i přesto se na tomto místě o malou cenovou hlídku pokusíme. V dnešní době (začátek roku 2009) jsou asi nejvíce žádané SATA 3 Gb/s pevné SSD disky, které tak můžeme mít na různých internetových obchodech za cenu zhruba začínající na 1 900 Kč za 32GB model **A-Data SSD XPG** až například po cenu atakující hranici 20 tisíc korun za některý z několika již dostupných 250GB modelů. Není také bez zajímavosti, že ceny se v závislosti na jednotlivých výrobcích mohou velmi lišit a 128GB disk A-Data tak například získáte za cenu zhruba o 3 000 Kč nižší oproti disku Patriot stejné kapacity.

Pokud budeme uvažovat SSD disky určené do slotů ExpressCard, můžeme si na dnešním trhu obstarat modely o kapacitách 4 - 32 GB, a to za cenu pohybující se zhruba mezi 800 a 1 700 korunami, samozřejmě opět v závislosti na různých internetových obchodech a jednotlivých výrobcích. Ceny za 16GB a 32GB externí modely připojitelné k USB se pohybují od cca 1 000 do 2 000 Kč.



Rekordmanem v oblasti SSD disků se stává produkt společnosti **OCZ Technology** série **Vertex**. Tyto nové modely jsou vyráběné technologií MLC a mají též novou architekturu s integrovanou vyrovnávací pamětí o velikosti 32, nebo 64 MB, a to právě podle nabízené kapacity celého disku. Největší model pak disponuje až úctyhodnou kapacitou 250 GB, to vše za ještě úctyhodnější cenu 869 USD.

## RAID, firmware a technologie výroby SSD disků

### Na plný RAID

Zapojení disků do diskového pole **RAID 0 (Striping)** je dnes poměrně běžné, avšak jak je tomu u SSD? I v tomto případě je takovéto spojení možné. Testy v odborných periodikách ale ukazují, že RAID 0 nepřináší v těchto případech takový přínos a v závislosti na použitých modelech disků výkon vzroste pouze částečně.

Pro získání výkonu tak jednoznačně doporučuji koupit "SSDěčko" jedno a mnohem kvalitnější, namísto dvou méně výkonných a následně zapojených do diskového pole. Samozřejmě je opět možné, že v průběhu postupu času se toto změní, ale nyní (začátek 2009) je patrně nejlepší volbou zakoupení disku **Intel X25-M**, který jednoznačně v mnoha ohledech, a dokonce i testech trhá veškeré rekordy.



*Rekordy jsou od toho, aby se překonávaly, přesně takový je SSD disk Intel X25-M*

Specifikace tomu také odpovídají. V rychlosti čtení může disk dosáhnout až 250 MB/s. Ano, tento disk skutečně nabízí přenosovou rychlost zhruba dvojnásobnou oproti diskům mechanickým. Rychlost zápisu se pak pohybuje okolo hranice 70 MB/s, což je sice už oproti

minule zmíněnému výsledku trochu horší, ale i přesto se jedná o výborný výsledek. Přístupová doba přitom dosahuje cca **85 mikrosekund!**

2,5" modely nyní dosahují kapacity 80 GB, brzy ale na trh přijdou jejich inovované verze s kapacitou 160 GB. Pokud by vám však 2,5" model X25-M nevyhovoval svou velikostí, pak vězte, že i na vás Intel myslel a připravil také alternativní a mnohem menší verze tohoto disku. Jedná se například o menší X18-M o velikosti 1,8".

Důstojným soupeřem SSD Intelu může být až třeba takový **VelociRaptor** s rychlostí otáčení ploten 10 000 otáček za minutu, avšak ani ten na tohoto rekordmana nestačí. A to i přes jeho výbornou hodnotu přístupu k datům, která činí 7 ms. "Obyčejné" pevné disky pak sahají cca k 12 milisekundám. Zajímavostí budiž také to, že ač se ve skutečnosti jedná o disk 2,5" formátu, samotný výrobce jej zařazuje spíše k jeho 3,5" bratříčkům. Proč to? Odpověď je jednoduchá. Zbytek prostoru totiž zabírá pasivní rámeček s jedinou funkcí - disk spolehlivě uchlazen.



*WD VelociRaptor - malý nebo velký?*

Pokud si myslíte, že na nějaké té milisekundě vůbec nezáleží, pak vás musím bohužel vyvést z omylu. Na vlastní oči to poznáte už například ve vašem operačním systému. Stačí, když si necháte rozbalit nějakou velkou a obsáhlou kontextovou nabídku z menu. Doba, než se tato nabídka celá zobrazí, bude značně rozdílná, celková odezva systému při použití SSD pak o mnoho lepší.

**Pozn.:** Představení výše zmíněného disku od nejvýznamnějšího výrobce procesorů si můžete přečíst i na stránkách Světa hardware v [tomto článku](#), v kterém najdete informace i o dalších produktech zmíněných v této kapitole.

## Firmware pevných disků, aneb za disky složitější

Některé disky disponují také malíčkým **mini USB konektorem**, k čemu je ale dobrý? K flashování! I tento faktor je zapotřebí k dosažení maximálního výkonu disku sledovat. Nahráním nového firmwaru totiž můžete dokonce i podstatně zvýšit výkon celého pevného disku. Toto platí ale právě jen u SSD, u klasických pevných disků se upgradu firmwaru takřka nevyužívá, protože to prostě není potřeba.

Záleží ale pouze na samotném výrobci, jakým způsobem se bude firmware aktualizovat, nemusí tak jít nutně o přenos pomocí USB kabelu jako například u disků ze série firmy **OCZ Core**. Výše zmíněný disk Intelu se na rozdíl od ní například spoléhá na příkazovou řádku, čímž udělá radost především zarytým příznivcům alternativního operačního systému Linux. V tomto případě ale flashování probíhá prostřednictvím MS-DOSu.



*SSD disk OCZ řady Core. V pravém dolním rohu disku vidíte právě zmíněný mini USB konektor.*

Flashování také většinou vyžaduje jistou dávku počítačového umu. Není totiž žádným problémem (po ne příliš dobře provedeném upgradu) z 80GB disku získat disk klidně i desetinové kapacity. Když však překonáte prvotní strach a upgrade se zadaří, můžete získat o něco vyšší přenosové rychlosti a také dosáhnout o něco nižšího zatížení procesoru.

## Resumé

Mají tedy SSD disky svou budoucnost jistou a je jen otázkou času, kdy vytlačí zatím stále rozšířené "plotnové" pevné disky klasické konstrukce? Zdá se, že tomu tak opravdu je. Technologie SSD má v sobě zcela určitě velký potenciál a navzdory stále ještě vysoké pořizovací ceně se na trhu již můžeme setkat s poměrně velkým množstvím produktů, které ji v sobě mají.

A těch několik málo nevýhod? Ty se postupným vývojem neustále pomalu stírají. Dokonce i cena začíná být reálná také pro "obyčejné" lidi, například domácnosti. Toto masové rozšíření s sebou přináší i další pozitivum. Zatímco dříve byly ceny USB flash paměti poměrně drahé, dnes (začátek roku 2009) je už situace poněkud jiná. Za cenu 2GB flashdisku **Corsair Voyager GT**, který jsem nakoupil cca před rokem, bych si dnes mohl pořídit flashdisk s kapacitou 16 GB.

Na závěr tak nezbyvá než zmínit už celkem ošřepanou, avšak poměrně výstižnou frázi: **Máme se opravdu na co těšit!**

## Shrnutí:

- **SLC (Single-Level Cell)** - Jedná se o technologii výroby SSD disků a dalších pamětí založených na principu "flash", která označuje ukládání jednoho bitu informace právě do jedné buňky. Díky tomu dosahuje vyšších přenosových rychlostí při přenosu dat a samozřejmě také nižší spotřeby. Jedinou, avšak také velmi podstatnou nevýhodou, představují vysoké výrobní náklady přepočtené na jeden vyrobený megabajt. Proto jsou "flekšky" vyrobené touto technologií určené převážně pro náročnější segment trhu a jsou osazovány do vysoce výkonných zařízení.
- **MLC (Multi-Level Cell)** - Další z technologií používaná při výrobě pamětí typu flash. Zařízení postavená na této technologii jsou schopná ukládat tři a více bitů informace do jedné buňky, čímž se jeho výroba značně zlevňuje, a obzvláště proto se s takovými čipy pamětí flash setkáme nejčastěji. Bohužel to je asi jediné pozitivum, protože takovéto čipy kromě toho také dosahují oproti SLC mnohem nižších přenosových rychlostí, krom toho mají také vyšší spotřebu.
- **MBC (Multi-Bit Cell)** - Technologie výroby flash pamětí velmi podobná té předchozí jmenované. Na rozdíl od ní však umožňuje ukládat do jedné buňky pouze dva bity informace, ne více.
- **PCB (Printed Circuit Board)** - Deska plošných spojů, která většinou obsahuje obrovské množství vodivých cest, a která také tvoří základ všech počítačových komponent. Ať už se jedná o základní desku, grafickou či zvukovou kartu, vždy je nutno veškeré čipy, ze kterých se bude toto zařízení skládat, na něco umístit, připevnit. K tomu právě slouží PCB.
- **HHD (Hybrid Hard Drive/Disk)** - Tato zkratka připomínající označení klasických pevných disků představuje také velmi zajímavou technologii, u které se ale nepočítá s úplným nahrazením pohybujících se částí disku (ploten), ale pouze k přidání



menší paměti SSD, která má sloužit jako vyrovnávací paměť cache. Průkopníkem technologie byla především společnost Samsung.