

## Přihlášení:

Uživatelské jméno

Heslo

Přihlášení

[Zapomněli jste heslo?](#)

[Zaregistrujte se!](#)

**TÝDEN.cz**

[Titulka](#) ▶ [PC a komponenty](#) ▶ [Disky / CD / DVD / BR](#)

[Pevné disky - principy a technologie](#)

19.04.2006, [Helmich Jiří](#)



Pevné disky mají stále větší vliv na celkový výkon našich počítačů - dá se říci, že se stávají stále větší brzdou systémů. Mnoho výrobců v poslední době přichází s různými alternativami, které nemají se stávajícími pevnými disky mnoho společného. Vydal jsem se tedy hledat důvody toho, proč výkon disků v poslední době příliš neroste. Dnešní článek se proto věnuje principům magnetického zápisu a fyzickému uspořádání pevných disků.

# Pohled do historie, magnetický záznam

Zprávy dne:

- [Obama plánuje historický odzbrojovací pakt](#)
- [Neumannová představila hymnu šampionátu. Jaká je?](#)
- [Kubice vyhrál soud. Nemusí se omluvit ČSSD](#)
- [O Lisabonu se bude znovu hlasovat za dva týdny](#)

## První pevný disk

Jistě pamatujete záběry (někteří dokonce originály) počítačů, které zabraly celou místnost. Již tehdy to začalo. Člověk došel k závěru, že data zpracovaná počítačem by bylo dobré ukládat pro pozdější využití. V té době již mělo lidstvo jisté zkušenosti s magnetickým záznamem, tudíž bylo řešení problémů s pevnými disky na snadě. V počítačích se měnily ohromné cívky, na které se vešly řádově stovky kilobytů dat. Vychrlil-li ze sebe počítač 500 000 znaků, nastoupila lidská síla a měnila "pevný disk".



Jeden z prvních domácích pevných disků.

## Aktuální soutěž

[Zařaďte se do soutěže](#)

[Pimp my Computer](#)

**Anketní otázka:**

**Jak se vám líbí nové Windows 7?**

Pokud vás zajímá tematika prvních pevných disků, doporučuji následující stránky:

Konečně nový OS jak má být.

33.7%

Jsou hezké, ale od Windows Vista zase tolik neliší.

10.1%

Minimum změn, tohle měl být další Service Pack.

46.7%

Stejný průšvih jako Vista.

4.4%

Windows 7 - co to je?

5.2%

Hlasovalo: 814

**User Menu:**

[Redakce a marketing](#)

- <http://eet.com/news/98/1016news/disk.html>
- [http://www.virtualaltair.com/virtualaltair.com/vac\\_88-HDSK.asp](http://www.virtualaltair.com/virtualaltair.com/vac_88-HDSK.asp)
- [http://www.virtualaltair.com/virtualaltair.com/vac\\_altair\\_mits\\_300\\_55.asp](http://www.virtualaltair.com/virtualaltair.com/vac_altair_mits_300_55.asp)

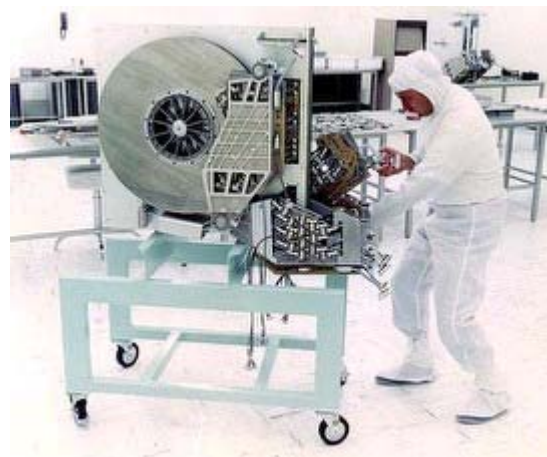
13. září roku 1956 se objevil na světě vůbec první počítač s pevným diskem. Jmenoval se **IBM 305 RAMAC**, pevný disk uchoval 5 milionů 7 bitových znaků (asi 4,2 MB), jeho velikost byla 24 palců, disk se otáčel rychlostí 78 RPM. To všechno za pouhých \$ 35 000. Těchto počítačů bylo vyrobeno asi 1000, jejich produkce byla ukončena roku 1961. IBM samozřejmě klade na tento exemplář veliký důraz, proto existuje fotoalbum jednotlivých částí pevného disku a dokonce i video. Obojí naleznete na [tomto webu](#).



Počet ploten (50)



Fotografie celého pracoviště. V tomto stroji bylo naposledy použito vakuum.



Rok 1975 a pevný disk s kapacitou 512 kB.

Cílem tohoto článku není popsat historický vývoj pevných disků. Jak vidíte, disk z roku 1975 se velmi podobá vnitřní stavbě dnešních pevných disků. Popisovat jakési vývojové kroky nemá větší smysl - vše procházelo procesem miniaturizace. Důležité změny ve stavbě pevného disku zmiňuji v příslušných částech článku.

## Magnetický záznam, typy hlaviček

Pro další potřeby článku se podívejme na to, jakým způsobem funguje magnetický záznam. Základem všeho je pochopitelně materiál, na který zaznamenáme data. Jedná se o plastický materiál, na kterém je nanесena vrstva feromagnetika (např. oxidu železa). Takové záznamové pásky známe z audio a videokazet, pevnému disku se nejvíce blíží záznamová vrstva diskety. Ona feromagnetická vrstva je tedy tvořená oxidem železa (konkrétně oxidem železitým), případně je tento oxid smísen s oxidy manganu nebo baria. Díky tomu

A diagram of a circular ring structure. The ring is composed of a blue outer layer and a red inner layer. A red wedge-shaped segment is located at the bottom of the ring. Three black arrows indicate forces: an upward arrow on the left, a downward arrow on the top right, and a downward arrow on the bottom right. A horizontal line is at the bottom of the diagram.

Vrstva feromagnetika je následně trvale zmagnetována záznamovou hlavou. Ta původní vychází z principu torenoidu - jedná se o cívku, jejíž jádro je složené z malých plíšků uspořádaných do tvaru prstence. Magnetické pole indukované vodičem cívky je nejsilnější ve středu prstence, resp. jeho horní části. To proto, aby nedocházelo ke zmagnetování nežádoucích částí záznamové vrstvy v nepravou chvíli. Proud procházející vodičem indukuje v jádře cívky (prstenec) proměnné magnetické pole. Velikost magnetické indukce je pak přímo úměrná velikosti proudu procházejícího vodičem. Samotné magnetické pole proudící jádrem cívky je však velmi slabé a nedokáže záznamovou vrstvu zmagnetovat. Proto je jádro v části, kde je nejbližší záznamové vrstvě přerušeno úzkou štěrbinou vyplněnou nemagnetickou látkou (nejčastěji bronz). Takové látky mají nízkou permeabilitu a tudíž v místě oné štěrbiny dochází k

magnetickému stínění jádra a následnému vychýlení indukčních čar z jádra cívky do feromagnetické vrstvy na záznamovém pásku.

V rámci miniaturizace a technologických pokroků vypadají současné cívky poněkud odlišněji, avšak jejich princip zůstává stále stejný. Jak takové cívky vypadají uvidíte na jednom ze schémat použitých v článku.

Dle síly proudu, který prochází cívkou pak dochází k odlišnému zmagnetizování záznamové vrstvy, která prochází nedaleko od magnetické hlavy konstantní rychlostí. Na záznamové vrstvě vznikají úseky s různým směrem a velikostí magnetické indukce. Důležité je, že před záznamem dochází k vymazání informací ze záznamové vrstvy. To lze provést buď velkým nárazem (pokud tedy nemáte jinak, můžete zkusit záznamovou vrstvu disku zformátovat kladivem) nebo opětovnou magnetickou indukcí. Dochází k nasycení magnetického pole na záznamové vrstvě a jeho opětovnému snížení. Jak výmaz, tak i záznam lze charakterizovat hysterezní křivkou, která má u feromagnetických (magneticky tvrdých) látek velkou plochu. Ta je přímo úměrná energii potřebné na zmagnetizování.

- [Více o magnetických principech](#)

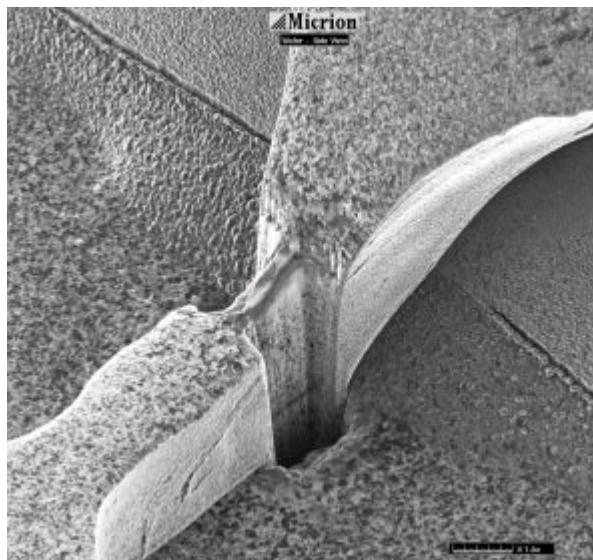


Rastr podruhé, naznačení různých indukcí v jednotlivých částech záznamové vrstvy.

Graf takového zmagnetizování vypadá úplně stejně jako např. graf příslušné audio stopy - kladný a záporný proud, různé amplitudy a rozdílné vlnové délky. U pevných disků si vystačíme se stejnou velikostí magnetické indukce, pro dvojkovou soustavu (nuly a jedničky) stačí rozdílné směry indukcí.

Čtení záznamové vrstvy je takovým záznamem naruby. Magnetický záznam na záznamové vrstvě vyvolá na jádře cívky čtecí hlavy magnetickou indukci. Ta vyvolá v cívce proud. Ten svou velikostí a směrem ovlivňuje nějakou další součást (nejjednodušší je to u audia - reproduktor), která signál "překládá" potřebným způsobem.

Firma IBM však přišla s novým způsobem čtení. Roku 1991 poprvé použila **MR čtecí hlavičku** a nahradila tak induktivní hlavičky. Vůbec poprvé taky byly pro čtení použity samostatné hlavičky. Hlavička dokáže data číst jako rozdíly v sebraných hodnotách odporů (MR jako MagnetoResistance). Indukce v záznamové vrstvě vyvolá změnu magnetického pole cívky. Dle slov IBM lze změření tohoto vychýlení provést rychleji než v případě, kdy záznamová vrstva jádro musí indukovat. Detail na šterbinu v jádře takovéto hlavy vidíte na obrázku (pro zvětšení klikněte). Tyto hlavičky prošly dalším vývojem, a tak jsme se mohli setkat s typy AMR (Anisotropic MR) a MRX (MR eXtended). V roce 1988 byly objeveny **GMR (Giant MR) hlavičky**, které byly schopny lépe rozeznat rozdíly v magnetickém poli. K jejich prvnímu praktickému použití došlo v roce 1998. Nyní se pracuje na vývoji MTJ hlaviček, které využívají zákonů kvantové fyziky (principy tunelů).



## Mechanika disku, fyzické dělení, kolmý zápis

Nyní již víme, že v pevném disku je jakási záznamová vrstva. Ta je stejně jako v disketách kulatá. Celkem logické je, že čím větší bude hustota stop na záznamové vrstvě (tedy čím menší budou stopy samotné) a čím menší budou záznamové a čtecí hlavy, tím víc dat lze na záznamovou vrstvu uložit. Výrobci se tedy snaží dosáhnout vyšší hustoty zápisu na jednu plotnu.

Když je něco kulaté, jsme zvyklí na to, že se to hýbe. Stejně jako se pohybují pásky v kazetách, i plotny se záznamovou vrstvou v pevných discích se musí pohybovat, aby se čtecí hlava mohla dostat do všech částí záznamové vrstvy.



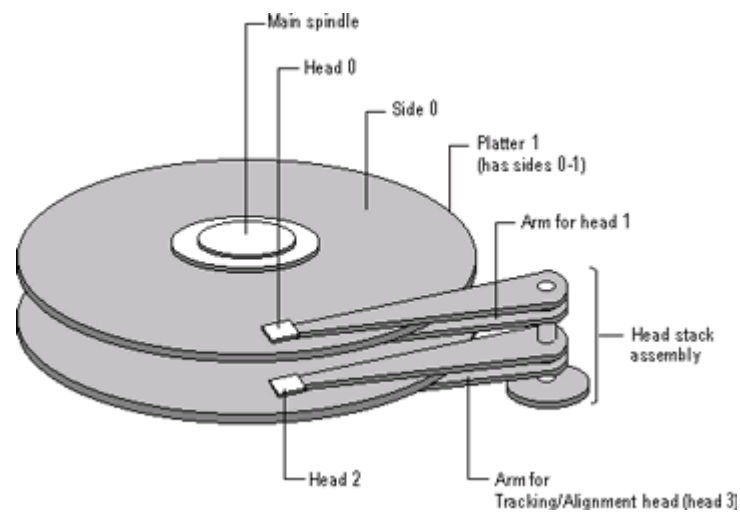
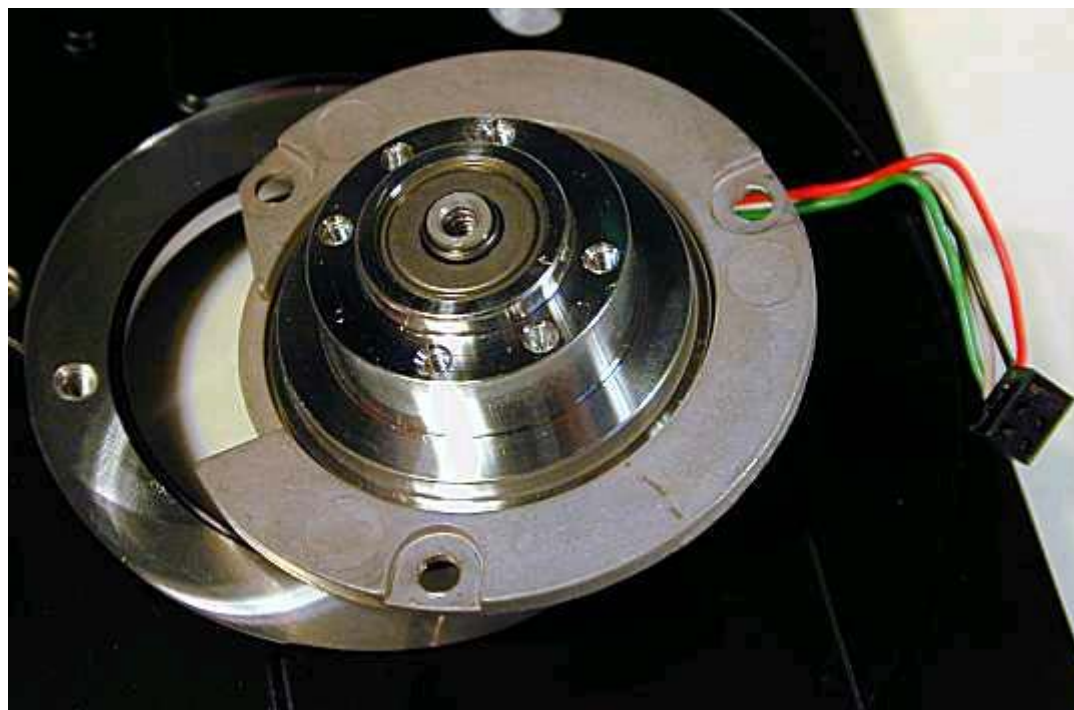


Schéma pevného disku, převzato z NTFS.com.



Reálná ukázka.

Pohyb ploten zajišťuje **motorek**, který se také skládá z několika magnetů. Exemplář, který jsem držel v ruce byl složen z osmi cívek. Ty jsou uspořádány šikmo tak, aby stále mohly působit na protější magnety. Do cívek je dle potřeby vháněn proud a dochází k jejich magnetické indukci. Na protikusu je stejný počet permanentních magnetů. Nakloněné cívky se od magnetů odpuzují a dochází k pohybu. Motorek disku však nalezneme ve středu samotného zařízení. Důležité tedy je, aby jeho pouzdro bylo vyrobeno z nemagnetické látky, která zajistí magnetické stínění motoru. Abych toto ověřil, vytvořil jsem si pilinový model siločar motorku, a světe, div se, mimo motorek opravdu neuniká magnetické pole.



Celkem logicky tedy můžeme dojít k tomu, že čím rychleji se motorek (potažmo záznamová vrstva) točí, tím rychleji disk zpracovává data. Postupně se tak **navyšují otáčky pevných disků**, ty serverové dnes pracují s 15 000 otáčkami. Při rychlém otáčení ale dochází ke zvýšení hlučnosti. Při rychlejším otáčení také dochází k většímu tření mezi vzduchem a plotnami, proto se disk více zahřívá a je nutné jej lépe chladit.

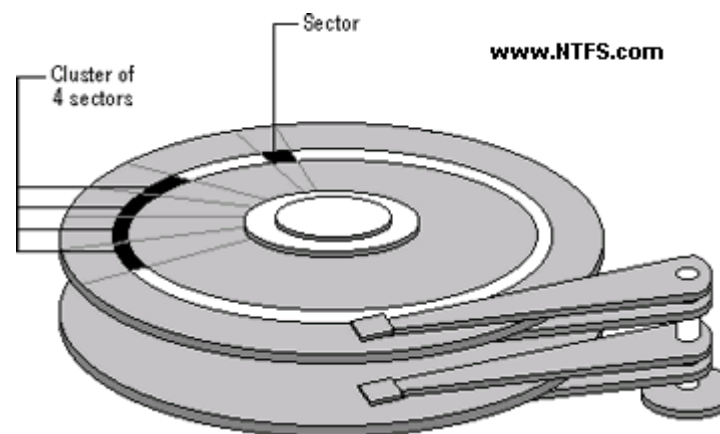
Důležité také je, **aby se záznamová vrstva fyzicky nepoškodila**. Proto musí magnetické hlavy udržovat konstantní vzdálenost od povrchu této vrstvy (cca 10 nm). Aby měla hlava správný směr, výšku a nacházela se na správném místě v ten pravý čas, je umístěna na rameni. Elektronika disku pak synchronizuje motorek disku, ramena, a hlavičky tak, abychom dostali informaci, kterou potřebujeme.

Docházíme k tomu, že **potřebujeme určit polohu dané informace**. Je to podobné jako když někomu píšeme dopis - ve městě je

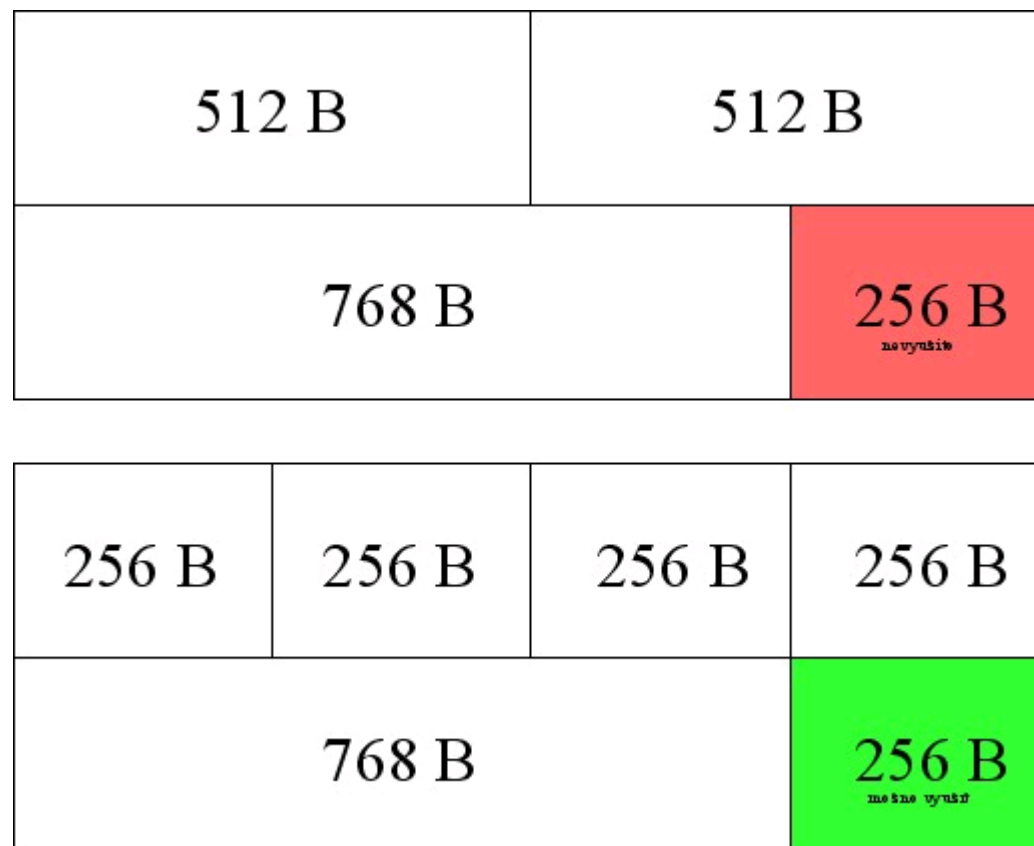


ulice, v ulici obydli a ono obydli má číslo popisné. Již víme, že záznamová vrstva (město) se dělí na stopy (ulice). Stopy jsou tudíž rozděleny na nejmenší části záznamové vrstvy - sektory. A aby elektronika disku věděla, který sektor uchovává požadovanou informaci, má každý sektor své označení. Velikost sektoru je v převážné většině případů 512 bytů (tedy dva na devátou, dva protože se používá dvojková soustava). Pokud ukládáte soubor velikosti 768 bytů, na disku se pro něj vyhradí dva sektory - jeden je málo a méně jak dva sektory nemohou uložit takové množství dat. Na disku tak dochází k tomu, že části sektorů zůstávají nevyužité. Další problém nastává ve chvíli, kdy data není možné uložit do jednoho clusteru (seskupení sektorů se stejnou informací). První část souboru je pak zapsána na jeden konec záznamové vrstvy a druhá část do nejbližšího volného sektoru. Tomuto se říká fragmentace souborů, její následky pak dlouhé minuty (až hodiny) zmírňují různé defragmentační nástroje, které přesouvají fragmentované kusy souborů do sousedních sektorů.

Dalším pojmem je **cylindr**, což je označení pro stejné stopy na všech plotnách (tedy např. 13. stopy na obou plotnách dohromady tvoří cylindr).



Dnešní programy vám umožní měnit velikost clusterů. Tím se dá zabránit fragmentaci (ve chvíli, kdy má cluster velikost větší než sektor, tudíž je pro data vyhrazeno více místa). Jiné programy pak svým uživatelům doporučují zmenšit velikost clusteru za účelem zvýšit kapacitu disku. Dále existuje starý software, který umí měnit velikost sektorů. Dochází k fyzickému formátování disku, kdy jsou zmenšeny sektory a clustery. Rozdíl nejlépe uvidíte na obrázku pod tímto odstavcem. Podstatné je, že procedury v tomto odstavci jsou mnohdy nejlepším způsobem k rychlému zničení pevného disku (minimálně dat).

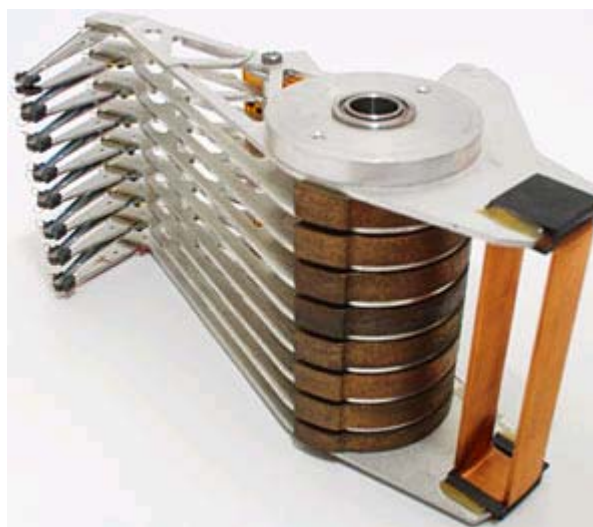


Toto schéma ukazuje výhodu menších sektorů. V praxi se toto však nevyplatí (přepočítejte si soubory s velikostí 768 B). Hlavním důvodem větších sektorů je pak fakt, že čím více sektorů, tím déle trvá přečtení jednoho clusteru. Více o tomto v části věnující se prokládání.

Aby byla kapacita pevných disků co nejvyšší, obsahuje jeden pevný disk více záznamových vrstev - dvě na každé plotně (zvrchu a zespoda). Do pevného disku se pak vejde několik ploten najednou. Mě známe maximum počtu záznamových vrstev u "běžného" disku je 16 (tento limit byl stanoven BIOSem). Tento rekord vznikl v době, kdy hustota záznamu na jednu plotnu nebyla tak vysoká, a tak bylo nutné zvyšovat kapacitu pevných disků tímto způsobem. Točící se plotna ale vytváří aerodynamický hluk, což je jedním z důvodů, proč se dnes upouští od vysokého počtu ploten v disku. Čím méně je ploten, tím tedy lépe. Výrobci sází na vyšší hustotu záznamu na jednu plotnu.

## Mechanika pevných disků

Nyní se podívejme na to, jakým způsobem probíhá samotný **pohyb hlaviček nad povrchem** pevného disku. Z obrázků již víme, že všechny hlavičky jsou připevněny na ramenech. Ještě jsme si ale neřekli, že všechny hlavičky mají ramena spojená, a tudíž se ve stejnou chvíli nacházejí nad svojí záznamovou vrstvou ve stejném místě.



Ramena a hlavičkami.

Aby se hlavička disku dostala nad správnou stopu, používal se v minulosti k jejímu posunu tzv. **krokový motorek**. Jeden jeho pohyb vychýlil hlavu o pevně stanovený úhel. Při větší hustotě záznamu (tedy větším počtu stop) pak může lehce dojít k nepřesnostem, které jsou samozřejmě zcela nežádoucí. Proto se od krokového motorku upustilo.

V dnešních pevných discích se využívá tzv. **vychylovací cívk**y. Cívkou projde proud a s pomocí v dnešním článku velmi oblíbené magnetické indukce dojde k vychýlení hlavičky. Výhoda je zjevná - velikost proudu se dá plynule regulovat, a tudíž lze cívku vychýlit o zcela libovolný úhel (samozřejmě jsou tu krajní meze). Hlavičky, které se vznášejí nad ostatními plotnami pak mohou sloužit jako pomůcka při určování polohy - ohlásí řadiči nad jakým sektorem a nad jakou stopou se nacházejí a disk pak ví, jaký proud má vyslat do vychylovací cívky druhé hlavičky. Výhodou vychylovací cívky je, že při výpadku proudu pružinka vrátí hlavičku do "parkovací" polohy. U krokového motorku byly potřeba záložní obvody s nabitými kondenzátory, aby mohl motorek dokrokovat zpět.

Tak jednoduché to však není. Při vši té práci dochází k zahřívání pevného disku. Komponenty tak mají nepatrnou vnitřní energii a mění se permeabilita prostředí. Pevný disk tedy na základě teploty musí upravit některá svá nastavení, aby nedocházelo k nepřesnostem (hlavička příliš vysoko nad povrchem nebo na rozhraní stop). Starší disky při této kalibraci ( **TCAL** ) přerušovaly svou činnost. Takový jev pak může za neúspěšné vypalování CD/DVD disku, nebo prostě jen pomalý přísun dat ke komponentám, která na tyto data musí čekat.

Dále je pro nás zajímavým ukazatelem **přístupová doba**, tedy velikost rychlosti, s jakou disk vyhledá požadovaná data. U pevných disků se tato hodnota pohybuje v rozmezí 3,5 - 20 ms (0,0035 - 0,02 sekundy). Ve srovnání s operační pamětí (3,5 ns, tedy 0,0000000035 sekundy) vidíme, že pevný disk je o mnoho pomalejší. A to jej ještě nesrovnáváme s grafickými GDDR3 pamětmi s acces time slabě nad jednu nanosekundu.

U pevných disků se doba přístupu skládá ze dvou dílčích dob, tedy z **doby vystavení (seek)** a **doby čekání (rotary latency period)**. První čas charakterizuje dobu, kterou trvá přesun hlavičky z aktuální stopy na tu požadovanou. Druhý čas pak charakterizuje dobu, kterou trvá dotočení příslušného sektoru pod čtecí hlavičku. Je tak důležité dávat váhu náhodným přístupovým dobám (RAT, Random Acces Time) a nikoli minimálním přístupovým dobám - ty vznikají tak, že hlavička přejde pouze o jednu stopu jinam a v tu chvíli se ocitne nad požadovaným sektorem, není třeba nic otáčet (nebo se naopak pouze mění sektor, nikoli stopa).

Jednotlivé pevné disky se liší počtem otáček. Čím rychleji se plotny pevného disku točí, tím větší má pevný disk spotřebu, ale také je jeho práce rychlejší. Zatímco v serverech se používají disky s 15 000 otáčkami, v notebbocích se kvůli úspoře energie používají disky s 5400RPM (někdy samozřejmě i 7200RPM). Ty se dříve běžně používaly v desktopových počítačích, nyní jsou běžné disky se 7200 RPM. Pevné disky Raptor od Western Digital pak rotují rychlostí 10 000 RPM, nejnovější modely 15 000 RPM. Takové disky ale musí být velmi kvalitně vyrobeny, aby produkovaly co nejméně tepla a hluku.

Prvním způsobem jak zrychlit práci disku je tedy zvýšit jeho otáčky. Existují však hranice (kvůli magnetické indukci magnetů v motorku, produkovanému teplu, produkovanému hluku, spotřebě energie), které nám zabraňují zvedat výkon pevného disku tímto směrem. Je tedy třeba hledat nějaké alternativy a obcházet zaběhlé mechanismy.

Dříve musel disk musel čekat na dotočení správného sektoru i ve chvíli, kdy odeslal požadovaná data přes BIOS operačnímu systému. Ten poslal zpět požadavek, většinou na informace z následujícího sektoru. Mezi tím se ale plotna disku otočila, a tak bylo nutné čekat, až se pod hlavičku následující sektor opět dotočí. Proto bylo při zápisu zavedeno tzv. **prokládání (interleaving)**. Na nultý fyzický sektor se zapíše data nultého logického sektoru. Než ale přišel další požadavek, nacházela se hlavička nad sektorem tři. Proto se do fyzického sektoru tři zapsala data logického sektoru jedna - nebylo třeba na nic čekat, stačilo číst data. Příklad prokládání 1:3 vidíte v následující tabulce:

|                |   |   |    |   |   |    |   |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|---|---|----|---|---|----|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Fyzický sektor | 0 | 1 | 2  | 3 | 4 | 5  | 6 | 7 | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Logický sektor | 0 | 6 | 12 | 1 | 7 | 13 | 2 | 8 | 14 | 3 | 9  | 15 | 4  | 10 | 16 | 5  | 11 |

Vše bylo tedy koncipováno tak, aby byly logické sektory i nadále čteny ve správném pořadí (0-16), ale co nejrychleji, v závislosti na rychlosti BIOSu a operačního systému. Při první otáčce byla sebrána data z červených sektorů, při druhé ze zelených a při třetí z černých. Ze 17 sektorů tedy bylo možné sebrat data během tří otáček, při klasickém uspořádání se za jednu otáčku sebrala data z jednoho sektoru. O něco lépe to může být vidět v dlaších tabulkách:

## 1. otáčka

|                |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |
|----------------|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|
| Fyzický sektor | 00 | 01  | 02 | 03 | 04  | 05 | 06 | 07  | 08 | 09 | 10  | 11 | 12 | 13  | 14 | 15 | 16  |
| Logický sektor | 0  | --> |    | 1  | --> |    | 2  | --> |    | 3  | --> |    | 4  | --> |    | 5  | --> |

## 2. otáčka:

|                |     |    |     |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |
|----------------|-----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|
| Fyzický sektor | 00  | 01 | 02  | 03 | 04  | 05 | 06 | 07  | 08 | 09 | 10  | 11 | 12 | 13  | 14 | 15 | 16  |
| Logický sektor | --> | 6  | --> | 7  | --> |    | 8  | --> |    | 9  | --> |    | 10 | --> |    | 11 | --> |

## 3. otáčka:

|                |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |
|----------------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|
| Fyzický sektor | 00  | 01 | 02 | 03  | 04 | 05 | 06  | 07 | 08 | 09  | 10 | 11 | 12  | 13 | 14 | 15  | 16 |
| Logický sektor | --> |    | 12 | --> |    | 13 | --> |    | 14 | --> |    | 15 | --> |    | 16 | --> |    |

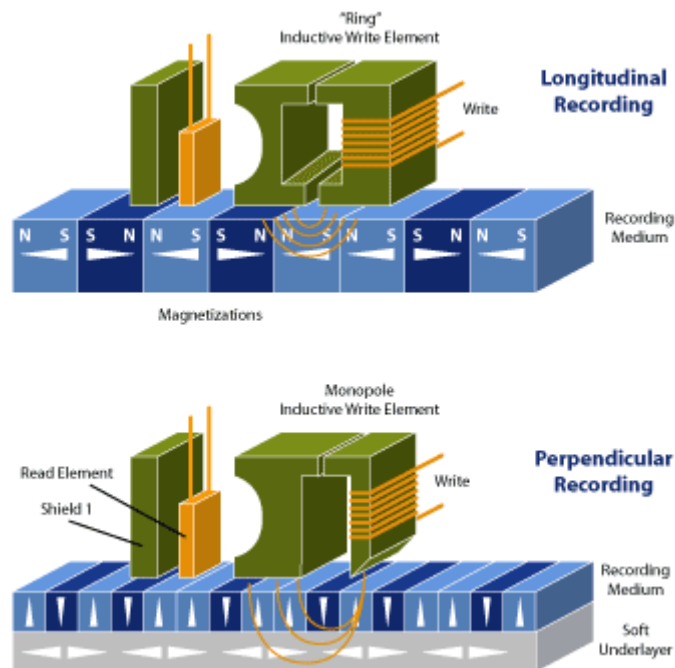
Šipka zde charakterizuje dobu potřebnou na vyřízení komunikace mezi diskem, BIOSem a operačním systémem. Maximální poměr prokládání byl 1:6, se zrychlováním ostatních komponent se poměr zmenšoval a dnes se od prokládání opět upouští (poměr 1:1, fyzický sektor = logický sektor).

Disky jsou taktéž vybaveny **vyrovnávací pamětí (cache)**, aby měl disk data kam odložit pro případ, že si je komponenta, která o ně zažádala nemůže okamžitě převzít. Kdyby pevný disk cache neměl, docházelo by k tomu, že by s daty čekal na jejich vyzvednutí. Pak by však dlouho trvalo, než by se znovu dal do práce a dodal další požadovaná data. Proto je lepší, když data odkládá do cache a pracuje dále. Dnešní disky mají cache s velikostí až 16MB.

Nyní, když známe všechny aspekty určující rychlost pevného disku, můžeme s klidem konstatovat, že pevný disk svou konstrukcí přestává stačit potřebám dnešních počítačů. Také proto se dnes mnohé firmy zaměřují na designování flash disků s vysokou kapacitou (dnes až 64GB) či produktů jako je GigaByte iRAM. Magnetický zápis v počítačích již nemá příliš růžovou budoucnost.

Přítomnost magnetických jednotek v počítači nyní začali výrobci prodlužovat vyvinutím kolmého zápisu dat. Pojďme se podívat na schéma firmy Cornice, která se kolmým zápisem dat také zabývá.





Zatímco stávající způsob záznamu využívá dříve uváděné cívky nebo magnetického dipólu, kolmý zápis je postaven na principu jednopólového bloku. Další rozdíly v zápisu jsou asi nejvíce patrné z obrázků a zřejmě nemá cenu k nim cokoli dodávat. Důležité je, že díky této technologii se dá zvýšit hustota záznamu na jednu plotnu tak, že kapacita pevných disků může dosáhnout (dnes) závratných 5 TB. Rapidně se tak ale zvedne počet stop na záznamové vrstvě a tudíž bude třeba zvýšit preciznost přesouvání hlaviček mezi stopami.

## Anomálie, kódování zápisu

V tuto chvíli se můžeme začít zabývat podrobnostmi. Pokud je plotna kulatá a všechny stopy stejně široké, je jasné, že se jednotlivé stopy liší svou délkou. To s sebou samozřejmě nese několik problémů.

V prvním případě, kdy je na všech stopách stejný počet sektorů dochází k vzájemnému magnetickému ovlivňování sektorů. Sektory totiž mají zákonitě různou velikost a ve stopách blízko středu se mohou navzájem ovlivňovat. Když jsou data uložena, je vše v pořádku, problémy nastávají při čtení a při zápisu. Disk musí mít v BIOSu nastavenou tzv. **prekompensaci**. Do BIOSu se zadává hodnota do kolonky CPZ, což v tomto případě není celá předběžného zadržení. BIOS chce znát číslo stopy/cylindru, od které má elektronika disku prekompenzovat. Dochází k zapisování dat na geometricky špatné místo. Vlivem okolních sektorů se data nakonec

umístí do správné polohy. Druhou variantou byla změna velikosti zápisového proudu. Takové výpočty jsou náročné na elektroniku disku.

Představíme-li si, že počet sektorů na nejvzdálenější stopě je stejný jako na stopě nejbližší, jsme po předchozím teoretickém drillu schopni dojít k závěru, že dochází k plýtvání s kapacitou. Pro miniaturní soubory se na konci plotny vyhrazují obrovské sektory, jejichž velké části jsou nevyužité. Tudy tedy cesta nevede (alespoň dnes).

Logicky docházíme k tomu, že je potřeba, aby všechny sektory byly stejně velké, tudíž jich bude v každé stopě jiný počet. Tomuto způsobu zápisu se říká **Zoned Bit Recording**. Plotna disku je rozdělena na několik sekcí (často pět), které jsou určovány délkou stopy. Každá zóna má určený vlastní počet sektorů. Je ještě náročnější na výpočty elektroniky disku, ale vzhledem k potřebám vysokých kapacit se používá.

Jen tak mimochodem, kromě prekompenzace, bylo dříve nutné v BIOSu nastavovat také polohu pro parkování hlaviček. Dnes si toto disk naštěstí řídí sám.

## Kódování zápisu

Již víme, jakým způsobem probíhá zápis a čtení dat probíhá. Ještě jsme se však nevěnovali jednomu detailu - jak řadič disku pozná, že data, která proudí od hlavičky ve formě proudu jsou z rozdílných dipólů záznamové vrstvy. Následují-li za sebou minimálně dva stejně nabitě dipóly (v zápisu 11001100 jich je více než dost), je proud přitékající od hlaviček stále stejně orientovaný a řadič nemá šanci poznat, jak má výsledná informace vypadat. Možností by byla pevně stanovená doba pro čtení jednoho sektoru nebo vkládání "prázdných" sektorů mezi "plné". Takové řešení však je velice náročné na rychlost nebo kapacitu. Data se tedy kódují, některé způsoby mohou využívat pevně stanovené doby pro signál.

- **Frequency Modulation** - ukládaly se kompletní informace a tudíž docházelo k plýtvání kapacitou.
- Označení pro další způsob ukládání dat je **MFM (Modified Frequency Modulation)**. Zde již dochází k vylepšenému kódování, které dokáže vynechat některé znaky.
- **RLL (Run Length Limited)** - není nic jednoduššího (zřejmě), než data šifrovat tak, aby jejich ukládaný kód střídal orientaci dipólů (tedy 01010101). RLL umí uložit stejná data zhruba na jednu třetinu kapacity oproti MFM. Toto kódování má také varianty ARLL a ERLL.
- **PRML neboli Partial Response Maximum Likelihood** - již z překladu (tedy něco jako částečná odpověď a maximální podobnost) si dokážeme odvodit princip tohoto způsobu zápisu dat. Řadič disku je vybaven speciálním DSP čipem, který si dokáže "předpočítat" sled signálů a je tedy schopen také korekce nečitelných dat. PRML umí rozeznat více dipólů na stejné ploše.

Uvést příklady jednotlivých kódování by nebyl problém, avšak co zdroj informací, to jiné ukázky pro stejné znaky. Asi nejvěrohodnější zdroje informací o kódování jsou tyto weby:

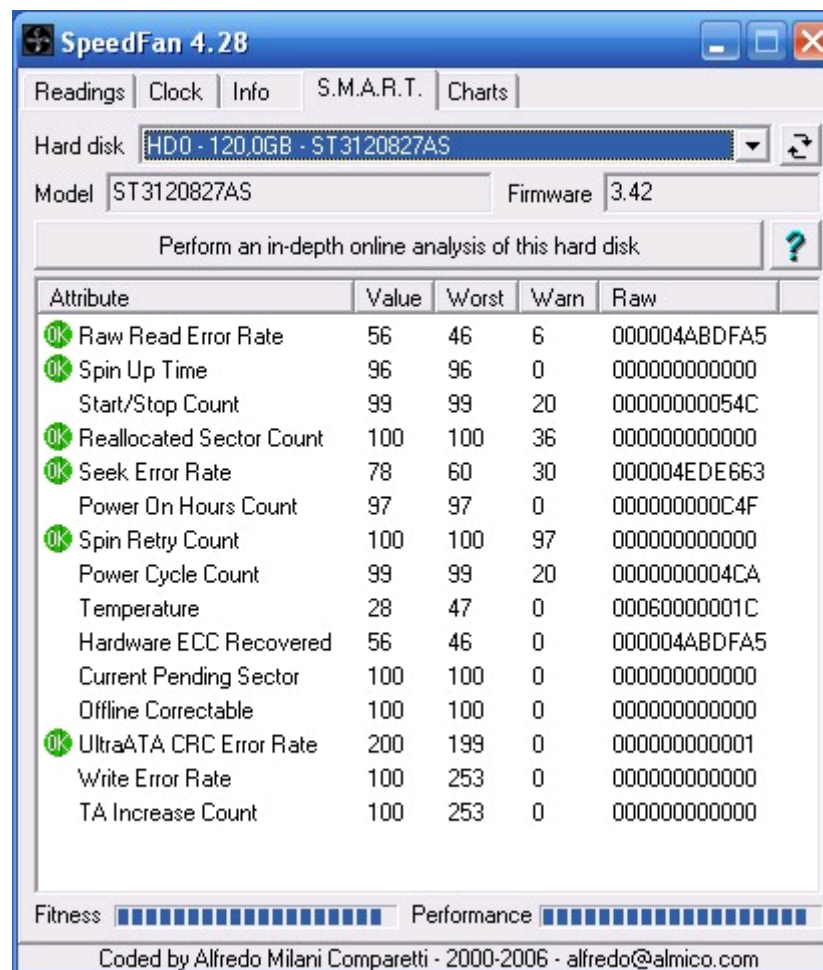
- [RLL](#)
- [PRML](#)
- [FM, MFM, RLL, kolize s prvním odkazem](#)

## Disky jsou S.M.A.R.T a spolehlivé

Když kupujeme pevný disk, zajímáme se také o jeho spolehlivost. Prvním parametrem, který o spolehlivosti disku něco vypovídá je **MTBF (Mean Time Between Failures)**, tedy střední doba mezi chybami. Jedná se o teoretickou hodnotu, která nám říká, jaký čas obvykle uplyne mezi dvěma poruchami disku. U dnešních disků je běžná hodnota 1 000 000 hodin. Často se MTBF zaměňuje s MTTF (Mean Time To Failure), tedy se střední dobou do poruchy disku. Výše zmíněných 1 000 000 hodin odpovídá 114 rokům. Sami dobře víte, že není problém aby se pevný disk rozbil po měsíci provozu. Pokud se tak stane, máte dle výpočtu MTBF na dalších 114 let pokoj od poruch. Více než slova možná někomu řeknou vzorce:

$$MTBF = E(t) = \int_0^{\infty} x f(x) dx$$

Vzhledem k tomu, že disk je celkem složité zařízení, ve kterém nesmí docházet k chybám, je v něm implementována technologie, která sama pevný disk hlídá, dokáže předpovědět poruchu a vrací systému informace o stavu pevného disku. Jmenuje se **S.M.A.R.T** (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology). Snad každý se s touto zkratkou setkal, minimálně ve výpisu programu SpeedFan.



Bohužel, S.M.A.R.T. není součástí operačního systému, který by s přehledem mohl v některých situacích uživatele informovat o tom, že se blíží porucha pevného disku. Musíme se tedy zásobit schopnějším SW. Ve sloupci Value nalezneme aktuální hodnotu, ve sloupci Worst nejhorší zaznamenanou, ve sloupci Warn limit pro bezpečné hodnoty, ve sloupci Raw jsou hexadecimální kumulované hodnoty. Pokud se vám nechce tyto hodnoty překládat např. pomocí programu PSPad, můžete kliknout na tlačítko "Perform an in-depth online analysis of this hard disk". To odešle vaše získaná data na server hddstatus.com. Výsledkem je přehledný graf:

| Attribute                          | Current | Raw      | Overall   |
|------------------------------------|---------|----------|-----------|
| Raw Read Error Rate                | 56      | 80423543 | Normal    |
| Spin Up Time                       | 96      | 0        | Normal    |
| Start/Stop Count                   | 99      | 1356     | Normal    |
| Reallocated Sector Count           | 100     | 0        | Very good |
| Seek Error Rate                    | 78      | 82716836 | Good      |
| Power On Hours Count               | 97      | 3152     | Good      |
| Spin Retry Count                   | 100     | 0        | Very good |
| Power Cycle Count                  | 99      | 1226     | Normal    |
| Hardware ECC Recovered             | 56      | 80423543 | Normal    |
| Current Pending Sector             | 100     | 0        | Very good |
| Offline Uncorrectable Sector Count | 100     | 0        | Very good |
| Ultra DMA CRC Error Rate           | 200     | 1        | Very good |
| Write Error Rate                   | 100     | 0        | Very good |
| TA Increase Count                  | 100     | 0        | Very good |

Je několik velice důležitých věcí, které S.M.A.R.T hlídá, zde je jejich výčet:

- **Vzdálenost hlaviček od plotny** (GMR Head Amplitude) - pokud dojde k tomu, že se hlavička dotkne točící se záznamové vrstvy, dojde k trvalému poškození povrchu. Toto je zřejmě nejhorší závada pevného disku, kterou si můžeme vůbec představit. S.M.A.R.T hlídá správnou výšku hlaviček od plotny.
- **Použití ECC** (Error Correction Code) - Při čtení z magnetických médií sem tam musí dojít k chybám. Zkonstruovat bezchybný disk by sice bylo možné, ale takové zařízení by bylo dost pomalé. Proto se konstruují takové pevné disky, které produkují akceptovatelné množství opravitelných chyb. Díky ECC disk dokáže dopočítat chybějící informaci. Tato procedura však disk zpomaluje, tudíž se ECC používá v omezené míře. Jak vidíte na obrázku, S.M.A.R.T kontroluje také počet těchto chyb. Pokud toto číslo rychle narůstá, životnost disku se blíží ke svému konci.
- Dále S.M.A.R.T kontroluje čas potřebný k roztočení ploten, **Spin Up Time** . Pokud se toto číslo změní, znamená to, že motorek je poškozený.
- **Teplota disku** . Vzhledem k tomu, že v pevném disku je mnoho pohyblivých částí, dochází k mechanickému zahřívání. Zjištění teploty je důležité kvůli teplotní kalibraci TCAL, ale také proto, že zvýšená teplota může znamenat problémy s motorkem nebo ložisky disku.
- **Raw Read Error Rate** - počet chyb při čtení. Některé disky sčítají neopravitelné chyby, jiné sčítají všechny chyby. Kumulovaná hodnota udává počet chyb za život disku, na obrázku jsou údaje 16 měsíců starého disku, počet chyb je 80 423 543. Během čtvrt hodiny psaní článku se tato hodnota navýšila o 200 000. Nyní je již na čísle vyšším jak 127 milionů. Raději si zálohuji svá data.
- **Start/Stop Count** - počet roztočení plotny. Důležitá je kumulovaná hexadecimální hodnota Raw. V mém případě se plotny roztočily již 54C krát, tedy 1356x.
- Dále zde nalezneme počet přemapovaných sektorů ( **reallocated sector count** ). Pokud dochází k chybám stále ve stejném sektoru, označí S.M.A.R.T tento sektor jako vadný. Starší disky přestaly takové sektory prostě používat. Nové disky mají v zásobě tzv. zásobní sektory, kam data z vadného přesunou. Toto probíhá na úrovni logiky disku, operační systém o tomto



nerozhoduje. Po 16 měsících je můj výsledek, tedy 0 velmi obdivuhodný, na mnohých discích se vyskytují přemapované sektory již po dvou měsících.

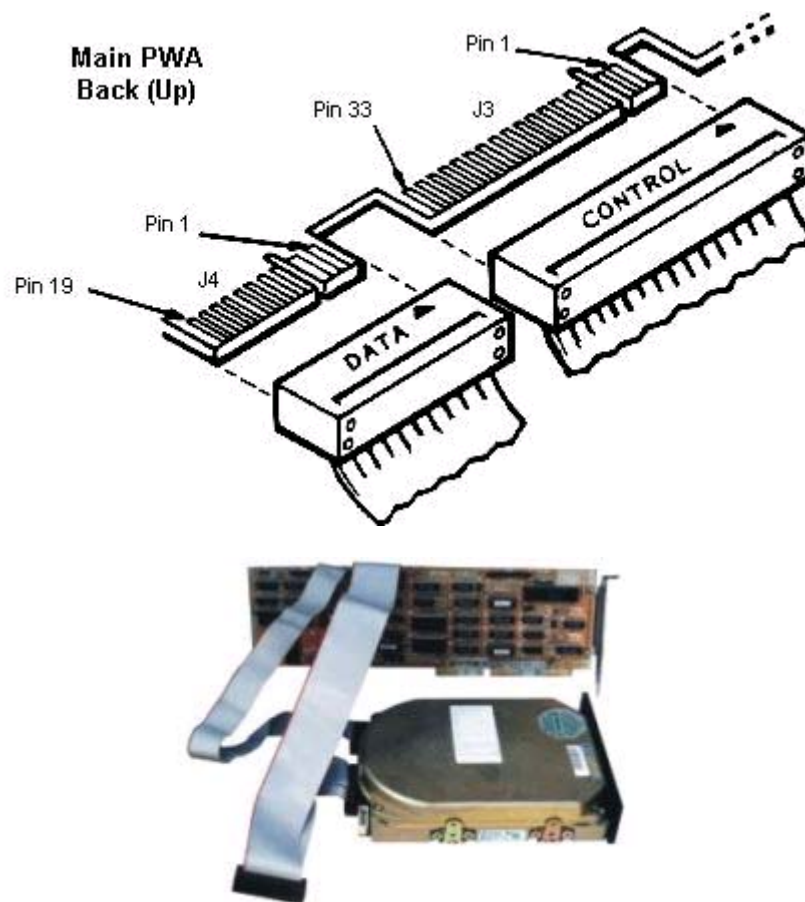
- **Seek Error Rate** - počet chybných seeků, tedy počet operací, kdy došlo k umístění hlavičky nad špatnou stopu.
- **Power On Hours Count** - počet hodin, kdy byl disk v provozu. Můj disk očividně pracuje osm hodin denně.
- **Spin Retry Count** - počet opětovných pokusů o roztočení ploten. Čím méně, tím lépe. Pokud takové pokusy nebyly, je to vůbec nejlepší varianta.
- **Power Cycle Count** - počet vypnutí a zapnutí pevného disku. Pokud tento počet není stejný jako Start/Stop count, znamená to, že se do tohoto nepočítají různé spánkové režimy jako např. STR.
- **Throughput Performance** - výkon v propustnosti - pokud se tato hodnota rychle snižuje, poohlédněte se po novém pevném disku.
- **Seek Time Performance** - Výkon disku při seekování. Pokud tato hodnota klesá, je pravděpodobné, že na mechanickém systému disku se objevila závada.
- **Recalibration Retries** - počet pokusů o recalibraci. Vysoký počet těchto pokusů indikuje mechanickou závadu.
- **Soft Read Error Rate** - počet SW chyb při čtení. Nejedná se tedy o chybu mechanickou, resp. hardwareovou.
- **G-Sense Error Rate** - počet chyb, které vznikly v důsledku otřesů. Tuto hodnotu je dobré sledovat především u notebooků.
- **Power-Off Retract Count** - počet vypnutí pevného disku.
- **Current Pending Sector Count** - počet sektorů, které čekají na přemapování. Důležitá je kumulativní hodnota.
- **Uncorrectable Sector Count** - počet neopravitelných sektorů.
- **UltraDMA CRC Error Count** - počet chyb v CRC součtu, které proběhly v režimu UltraDMA, tedy při přímém přístupu do operační paměti.
- **Write Error Rate (Multi Zone Error Rate)** - součet chyb vzniklých při zápisu na disk.
- **Disk Shift** - Disk Shift je ochrana proti otřesům, která zajišťuje, aby se hlavička nedotkla točící se plotny. S.M.A.R.T archivuje počet zákroků této technologie ve sloupci Raw. Více o způsobu ochrany proti otřesům se dozvíte z [materiálů](#) firmy Seagate.
- **Loaded Hours** - čas, po který hlavičky disku opravdu pracovaly.
- **Load/Unload Retry Count** - počet pokusů o nastavení hlaviček.
- **Load Friction** - počet konfliktů hlaviček a plotny.
- **Torque Amplification Count** - počet pokusů o vyrovnání rychlosti ploten.

## Řadiče

V předchozích odstavcích jsem mnohokrát zmínil slovo řadič. Řadič je zařízení, které rozhoduje o činnosti disku. Během existence disků jsme se setkali s několika typy řadičů.

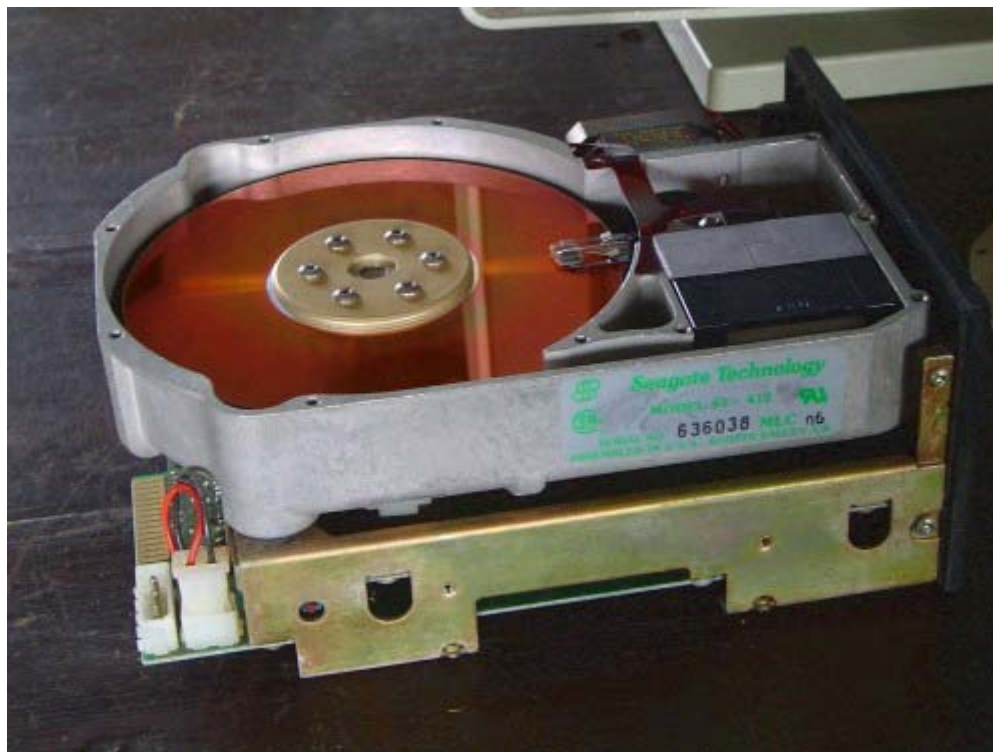
## ST506

První rozhraní pro pevné disky, které bylo třeba ručně nastavovat. Disk se připojoval dvacetivodičovým kabelem, který byl náchylný na šum. Tímto vodičem proudila data. Dále zde byl 34vodičový kabel sloužící pro vedení řdicích signálů. Rozhraní bylo samozřejmě velmi pomalé. Lidí, kteří takové rozhraní viděli na vlastní oči je v dnešní době opravdu málo. Rozhraní bylo schopné přeskakovat pouze o jedinou stopu během jednoho příkazu.



## ESDI

V osmdesátých letech bylo vyvinuto rozhraní ESDI (Enhanced Small Device Interface), které řadiči dokázalo zprostředkovat informace o geometrii disku (počet ploten, hlav (až 256), cylindrů). Došlo ke zrychlení datového přenosu. Kabeláž zůstala zachována.



## **EIDE (Enhanced Integrated Drive Electronics)**



EIDE vzniklo inovací původního IDE (které vzniklo roku 1986 jako náhražka ST506), které dokázalo adresovat pouhých 512 MB diskového prostoru. Bohužel, čeho se EIDE nezbavilo, je 16bitová sběrnice, která tak stále omezovala maximální adresovatelný prostor. Jistě si pamatujete, že když jste chtěli použít velký pevný disk, bylo třeba upgradovat starý BIOS, jinak nebyla akceptována jeho plná kapacita. Tyto problémy vznikaly kvůli různým koncepcím adresování:

**CHS (Cylinder Head Sector)** - první forma adresování fungovala na nejlogičtější principu - řadič odeslal elektronice číslo hlavy, sektoru a cylindru, na kterém se nachází potřebná data. Maximálně šlo však adresovat 16 hlav, 64 sektorů a 1024 cylindrů. To tedy znamená maximální adresovatelnou kapacitu 512 MB  $((16 \cdot 64 \cdot 1024 \cdot 512) / (1024 \cdot 1024))$ .

Jenže 512 MB přestalo brzy stačit. Musel se tedy vymyslet nový způsob adresování. Vycházelo se z CHS a na světě bylo **eXtended**

**CHS (XCHS)** . Jedinou změnou v adresování bylo, že BIOS začal podporovat 16x více, tedy 256 hlav. Kapacita se tudíž 16x zvedla na 8GB. Oněch 256 hlav bylo samozřejmě diskem předstíráno.

Tento způsob (**LBA, Logical Block Addressing**) byl převzat od SCSI disků a vychází z XCHS - každý sektor měl svou 28bitovou adresu, tudíž bylo možné adresovat  $2^{28}$  sektorů. To jest 268 435 456, tedy 128 GB. Nyní se přešlo na 48bitové adresy tudíž je maximální adresovatelná kapacita 144 000 000 GB. Starší OS (Win 3.x, DOS) ale neuměly LBA použít, a tak na pozadí běžel rezidentní program, který přepočítával adresy z (X)CHS na LBA. Disk za tímto účelem opět předstíral přítomnost 256 hlav. Další omezení bylo zakopáno v BIOSech, které uměly adresovat maximálně 8GB z dob XCHS. Postupně byly BIOSy upraveny, aby bylo dosaženo odpovídajících možností.

## Rozhraní IDE přenáší data dvěma způsoby:

**PIO - Programmed Input and Output** . Tento způsob přenosu dat zatěžuje procesor, u starších kousků až na 99%. Nejen, že takové disky zdržovaly rychlostí své interní práce, ale také vytížením procesoru. Verzí samotného PIO bylo několik, lišily se především rychlostí přenosu dat. Všechny pevné disky PIO umí, ale dnes se tento režim většinou nepoužívá.

- PIO 0 - přenosová rychlost 3,3 MB/s
- PIO 1 - přenosová rychlost 5,2 MB/s
- PIO 2 - přenosová rychlost 8,3 MB/s
- PIO 3 - přenosová rychlost 11,1 MB/s
- PIO 4 - přenosová rychlost 16,6 MB/s
- PIO 5 - přenosová rychlost 22,2 MB/s (neoficiální)

**DMA (Direct Memory Acces)** - když přestaly výše uvedené přenosové rychlosti stačit, dostaly pevné disky jednu úžasnou výsadu - mohou samostatně přistupovat do operační paměti a číst si data, která potřebují. Procesor pak nepřijde s daty do styku a je tak mnohem méně vytížen (běžně 3 %). Procesor práci neřídí, využívá se busmasteringu - práci řídí sběrnice. Další výhodou jsou opravné mechanismy na bázi [CRC](#).

### - Single Word

- DMA 0 - přenosová rychlost 2,1 MB/s
- DMA 1 - přenosová rychlost 4,2 MB/s
- DMA 2 - přenosová rychlost 8,4 MB/s

### - Multi Word



- DMA 0 - přenosová rychlost 4,2 MB/s
- DMA 1 - přenosová rychlost 13,3 MB/s
- DMA 2 - přenosová rychlost 16,6 MB/s

#### - Ultra DMA

- UDMA 0 - přenosová rychlost 16,6 MB/s
- UDMA 2 - přenosová rychlost 33,3 MB/s
- UDMA 4 - přenosová rychlost 66,6 MB/s
- UDMA 5 - přenosová rychlost 100 MB/s
- UDMA 6 - přenosová rychlost 133 MB/s

#### Verzí rozhraní ATA bylo několik:

- **ATA-1** : kapacita 512 MB, módy: PIO 0-2, SW DMA 0-2, MW DMA 0
- **ATA-2** (EIDE, Fast ATA, Fast IDE): 8 GB (24bit. LBA), PIO 0-4, MW DMA 0-2
- **ATA-3** (EIDE): 128 GB (28bit LBA), S.M.A.R.T
- **ATA-4** (ATAPI-4): UDMA 0-2, podpora ATAPI CD-ROM
- **ATA-5** (ATAPI-5): UDMA 0-4, 80žilový kabel
- **ATA-6** (ATAPI-6): 144 PB (144 000 000 GB - 48bit LBA)
- **ATA-7** (ATAPI-7, SATA 150): UDMA 0-6, SATA
- **ATA-8** : ve vývoji

K připojení IDE disku se používá 80žilový IDE kabel (tzv. kšandy), kde 40 vodičů vede signál, dalších 40 má za úkol stínit signál ostatních. Na jeden (E)IDE kabel lze připojit dvě jednotky. Musíme pak nastavit, která jednotka bude primární a která sekundární (MASTER a SLAVE - mistr a otrok). Pokud toto neprovedeme, řadič si se dvěma jednotkami nebude vědět rady. Další možností je nastavení hodnot Cable Select, kdy o MASTER a SLAVE rozhodne BIOS na základě polohy jednotky na kabelu.

Specifikace jednotlivých pinů ATA:

| Pin | Funkce | Pin | Funkce  |
|-----|--------|-----|---------|
| 1   | Reset  | 2   | Ground  |
| 3   | Data 7 | 4   | Data 8  |
| 5   | Data 6 | 6   | Data 9  |
| 7   | Data 5 | 8   | Data 10 |
| 9   | Data 4 | 10  | Data 11 |

|    |                |    |                   |
|----|----------------|----|-------------------|
| 11 | Data 3         | 12 | Data 12           |
| 13 | Data 2         | 14 | Data 13           |
| 15 | Data 1         | 16 | Data 14           |
| 17 | Data 0         | 18 | Data 15           |
| 19 | Ground         | 20 | Key               |
| 21 | DDRQ           | 22 | Ground            |
| 23 | I/O Write      | 24 | Ground            |
| 25 | I/O Read       | 26 | Ground            |
| 27 | IOC HRDY       | 28 | Cable Select      |
| 29 | DDACK          | 30 | Ground            |
| 31 | IRQ            | 32 | No Connect        |
| 33 | Addr 1         | 34 | GPIO_DMA66_Detect |
| 35 | Addr 0         | 36 | Addr 2            |
| 37 | Chip Select 1P | 38 | Chip Select 3P    |
| 39 | Activity       | 40 | Ground            |

Pokud je to možné, instalujte každou jednotku zvlášť - komunikace na jednom kanálu probíhá "na střídačku", tudíž pokud připojíte na jeden kanál disk a CD/DVD-RW mechaniku, bude přísun dat při vypalování nedostatečný a vypalování může selhat. Nikdy nekombinujte na jednom kanálu zařízení s PIO a DMA - může se stát, že váš starý PIO4 disk vnutí svůj mód novému ULTRA DMA 6 disku.



Nástupcem (E)IDE (Parallel ATA) je v desktopové oblasti rozhraní **SATA (Serial Advanced Technology Attachment)** . Na jeden kanál tohoto rozhraní se připojuje pouze jedno zařízení. To tedy znamená, že dané zařízení může stále komunikovat, nic ho v jeho práci neruší. Tím pádem není nic třeba nastavovat. Zatímco PATA potřebovala ke svému chodu 40 pinů, u SATA je to nesrovnatelně méně, tedy 7 pinů. Méně někdy opravdu znamená více. SATA totiž umožňuje snadnější, rychlejší a bezkolizní komunikaci řadiče s jednotkou. SATA kabely navíc nejsou tak nepříjemné jako PATA a umožňují snadnější montáž.

| Pin | Funkce | Pin | Funkce |
|-----|--------|-----|--------|
| 1   | GND    | 2   | TXP    |
| 3   | TXN    | 4   | GND    |
| 5   | RXN    | 6   | RXP    |
| 7   | GND    |     |        |

SATA má již svou druhou verzi, tedy SATA-II. Ta přináší nativní podporu HotSwap a tolik diskutovaného NCQ. Zvýšena byla také maximální možná (to neznámá, že ji výrobce použije) přenosová rychlost - z původních 1,5Gbps na 3 Gbps.



**HotSwap** - možnost připojit pevný disk za chodu počítače. Tohoto se využívá především u řadičů, které mají vývod SATA konektoru ven z case. Kromě vyvedeného datového kabelu je třeba ještě napájecí SATA kabel. Zařízení, která mají obojí a dokážou vyvést SATA z case stojí cca. 500 korun. IDE podporuje HotSwap neoficiálně a lze na něj spoléhat jen u některých modelů.

**NCQ (Native Command Queuing)** - přirozené řazení příkazů. Technologie, která musí být podporována jak řadičem, tak i pevným diskem. NCQ dokáže sekvenčně snižovat latence při vstupu a výstupu dat, které běžně vznikají opakovanými mechanickými úkony (seek, rotary latency period). NCQ tak jednak může zrychlit (ale i zpomalit) práci disku, ale také snižuje dlouhodobé mechanické opotřebení jeho součástí. NCQ používá tři mechanismy:

**Race-Free Satus Return Mechanism** - dovoluje rozhodovat jednotce o pořadí příkazů bez komunikace se řadičem.

**Interrupt Aggregation** - při komunikaci bez NCQ kontaktuje po každém dokončení příkazu disk řadič, čímž přeruší (=> zpomalí) jeho práci. Disk s NCQ většinou kontaktuje řadič po provedení více jak jednoho příkazu.

**First Party DMA (FPDMA)** - klasické disky posílají DMA požadavky na řadič. Ty jsou následně zpracovány ovladači daného disku a řadiče. Díky NCQ je možné, aby disk vyslal DMA požadavek sám. Řadič mu pak zprostředkuje PRD tabulku, tak aby nebylo třeba použít software.

NCQ jako takové probíhá ve třech fázích:

- Sestavení fronty příkazů v disku
- Přenos dat pro jednotlivé příkazy
- Vrácení stavu dokončených příkazů

Otázka NCQ je velmi ožehavá, postupně docházíme k tomu, že tato technologie je užitečná především v serverech (při databázových programech, malé PHP/ASP soubory, atd.).

Aby bylo možné vymoženosti standardu SATA používat, je nutné v BIOSu nastavit řadič jako AHCI, tedy **Advanced Host Controller Interface**. Disk se pak identifikuje jako IDE, ale má rozšířené možnosti. Na cestě již je specifikace SATA 2.5.

## SCSI

Nakonec si ještě řekneme něco málo o převážně serverovém rozhraní **SCSI (Small Computer System Interface)**. Hlavním rozdílem mezi SCSI a EIDE je ten, že na SCSI může najednou pracovat několik zařízení. Zatímco disk nastavuje hlavičky, mohou po datovém kabelu proudit data od jiného zařízení. Tím se zkracují určité prodlevy. V praxi je toto zrychlení minimální. Rozhraní bylo vyvinuto ve stejném časovém období jako ESDI.

Na základní desce je hostitelský adaptér, od kterého vede SCSI datový kabel. Na ten lze připojit až 15 zařízení (dle verze rozhraní). Důležité je, že na konci každého kabelu musí být **terminátor** - odpor, který ukončuje sběrnici. Ten se zpravidla integruje do všech SCSI zařízení, zapíná se pouze u posledního.

SCSI je univerzální sběrnice, která umožňuje připojení mnoha typů komponent. Dnes však tuto úlohu přebírá sběrnice USB. Výhodou SCSI je, že zařízení nejsou nijak omezována - neexistují např. limity v kapacitě pevných disků. Samotný přenos dat je pak zprostředkován hostitelským adaptérem, procesor není pro interní komunikaci po SCSI potřeba. Každé zařízení SCSI má svoje vlastní ID, aby spolu všechna zařízení mohla navzájem komunikovat. Hostitelský adaptér má většinou ID7, dále se čísluje od nuly. Aby se sběrnice SCSI mohla domluvit s vnějším světem, je třeba, aby bylo hostitelskému adaptéru přiřazeno IRQ (přerušení) a kanál DMA.

Rozeznáváme několik standardů SCSI (počet připojených zařízení je včetně hostitelského adaptéru):

- **SCSI 1** - originální verze rozhraní z roku 1986. Jedná se o paralelní sběrnici se šířkou 8 bitů. Přenosová rychlost 3,5 nebo 5 MB/s. Maximální délka kabelu byla 6 metrů, což je oproti maximu ATA (45 cm) opravdu mnoho. Varianta HVD (High-Voltage Differential) dovozovala kabel délky 25 metrů. Maximálně jsme mohli připojit 8 zařízení. Frekvence sběrnice byla 5 MHz.
- **SCSI 2**, varianty Fast SCSI a Wide SCSI. Fast SCSI bylo stále 8bitovou sběrnici, jejíž frekvence byla zvýšena na 10MHz. Tím pádem došlo k nárůstu datové propustnosti na 10 MB/s. Maximální délka kabelu se zkrátila na 3 metry. Wide SCSI bylo dvoukabelovou variantou Fast SCSI. Datová šířka se tedy zvedla na 16 bitů, čímž se zdvojnásobila datová propustnost. Na WideSCSI bylo možné připojit 16 zařízení.
- **SCSI 3** - první opravdové paralelní SCSI. Datová šířka 8 bitů, datová propustnost 20 MB/s, Frekvence 20 MHz, na kabel délky 1,5 metru bylo možné připojit 8 zařízení. Další varianty SCSI 3 střídaly šířku sběrnice 8 a 16 bitů, frekvence postupně narostla na 40 MHz. Datová propustnost dosáhla 160 MB/s, na dvanáctimetrový kabel můžeme připojit 16 zařízení. Názvy standardů se poté začaly kombinovat se slovem ultra. Vznikly tak standardy Ultra 2, Ultra 3, Ultra 160, Ultra 320 a Ultra 640. Čísla u posledních tří standardů značí maximální přenosovou rychlost.
- **iSCSI** - standard umožňující komunikaci SCSI diskových polí prostřednictvím sítě LAN.
- **Serial SCSI** - návrat k sériové verzi SCSI. Přínosem je vysoká přenosová rychlost a oficiální podpora HotSwap. Jednabitová varianta FC-AL podporuje přenosovou rychlost 400 MB/s. Na 3Gbps SAS můžeme připojit 16 256 zařízení (128 na jeden hostitelský adaptér).

Existují různé druhy kabelů SCSI s různým počtem pinů. Původní verze měla 50 pinů, pevné disky jich mají 68 a 80. Před nákupem SCSI zařízení si tedy zkontrolujte jeho kompatibilitu.

## Závěr

Čím déle jsem psal tento článek, tím více jsem si uvědomoval všechny aspekty, kvůli kterým přestávají být pevné disky vyhovujícím řešením pro dnešní počítače. Kvůli vnitřní stavbě a principu fungování mají pevné disky nízkou přenosovou rychlost. Ta se zvyšuje rychlejší rotací ploten, přičemž disk produkuje nežádoucí teplo a hluk. Kromě desktopů zde máme i notebooky, kde tedy nastávají problémy s chlazením a dále také se spotřebou. I proto se v posledních měsících stále častěji setkáváme s alternativními způsoby ukládání dat v počítačích. Novinkou posledních dnů je 64GB flash paměť s rozhraním SATA II. Tyto paměti mají potenciál být rychlé a vzhledem k tomu, že pracují na zcela rozdílném principu než pevné disky (žádné pohyblivé části), řeší se problémy s teplotou,



hlukem a spotřebou. Nevýhodou je zatím příliš vysoká cena, tedy 50 000 korun. PQI však přislíbilo, že bude dále zvyšovat kapacitu a zmenšovat rozměry ze současných 3,5". A s novými modely bude klesat cena těch starých.

Dovolte mi, prosím, článek odlehčit a zakončit je fotografií, která vás může inspirovat k využití vašeho starého pevného disku.



Doufejme, že takto nevypadá provoz žádného z našich pevných disků, ale také, že se točících se ploten jednoho krásného dne nadobro zbavíme.

[Zavřít okno](#)