



ÚLOŽNÁ ZAŘÍZENÍ

FDD, HDD, SSD, flash disk...

FLOPPY DISK

- Floppy disk, disketa je magnetické médium sloužící k ukládání a přenášení elektronických dat
- Nejznámější varianty:
 - 8" (203,2 mm), kapacita 160 kB–800 kB (1971)
 - 5,25" (133,3 mm), kapacita 360 kB–1,2 MB (1976)
 - 3,5" (88,9 mm), kapacita 720 kB–1,44 MB (1984)

FLOPPY DISK



FLOPPY DISK

- Disketa se skládá z plastového obalu a vnitřního nosiče s magnetickou vrstvou



FLOPPY DISK

- Diskety jsou nyní již minulostí, protože v roce 2010 se firma SONY, poslední oficiální výrobce disket, rozhodla produkci disket zastavit

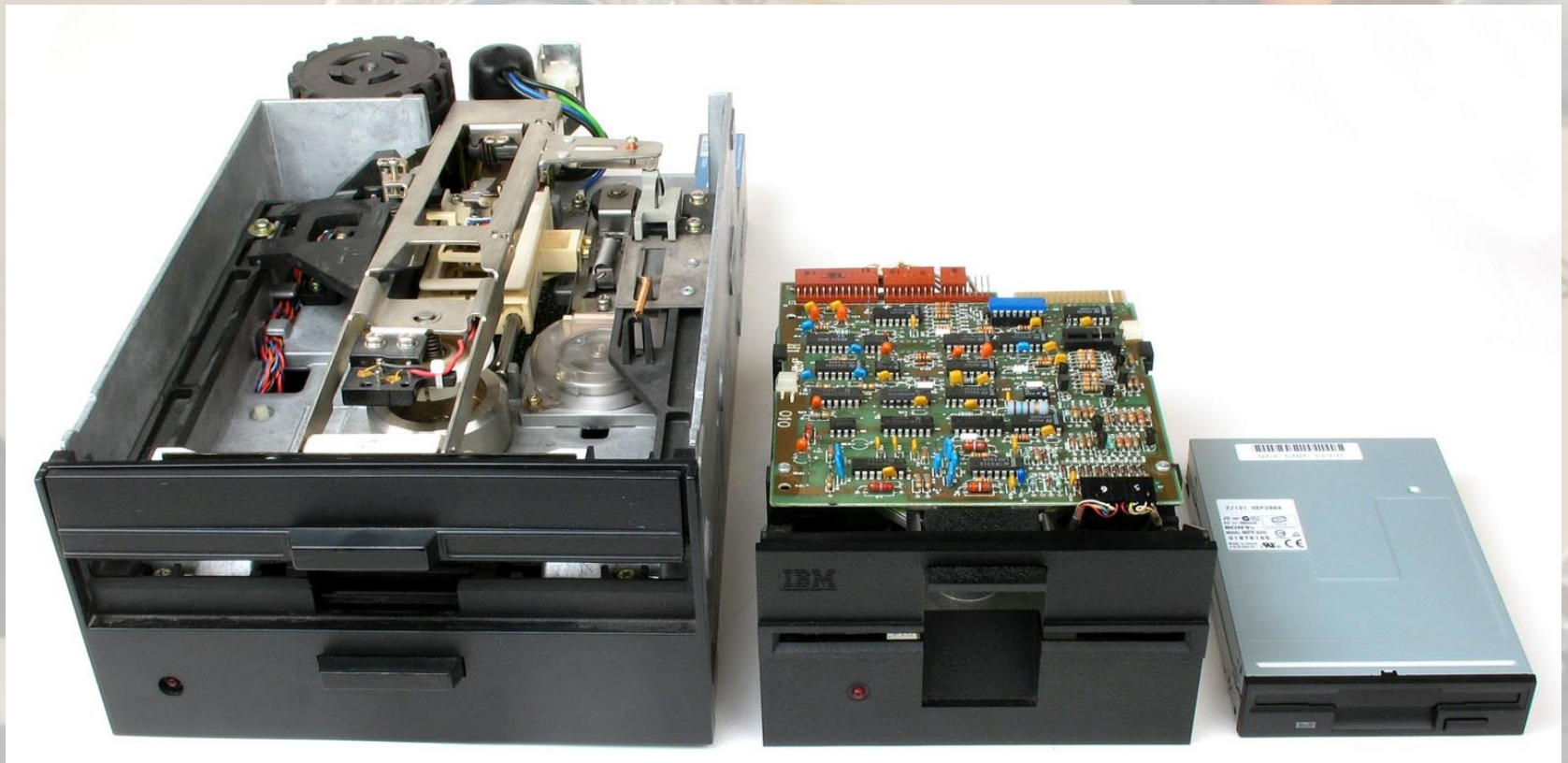


FLOPPY DISK

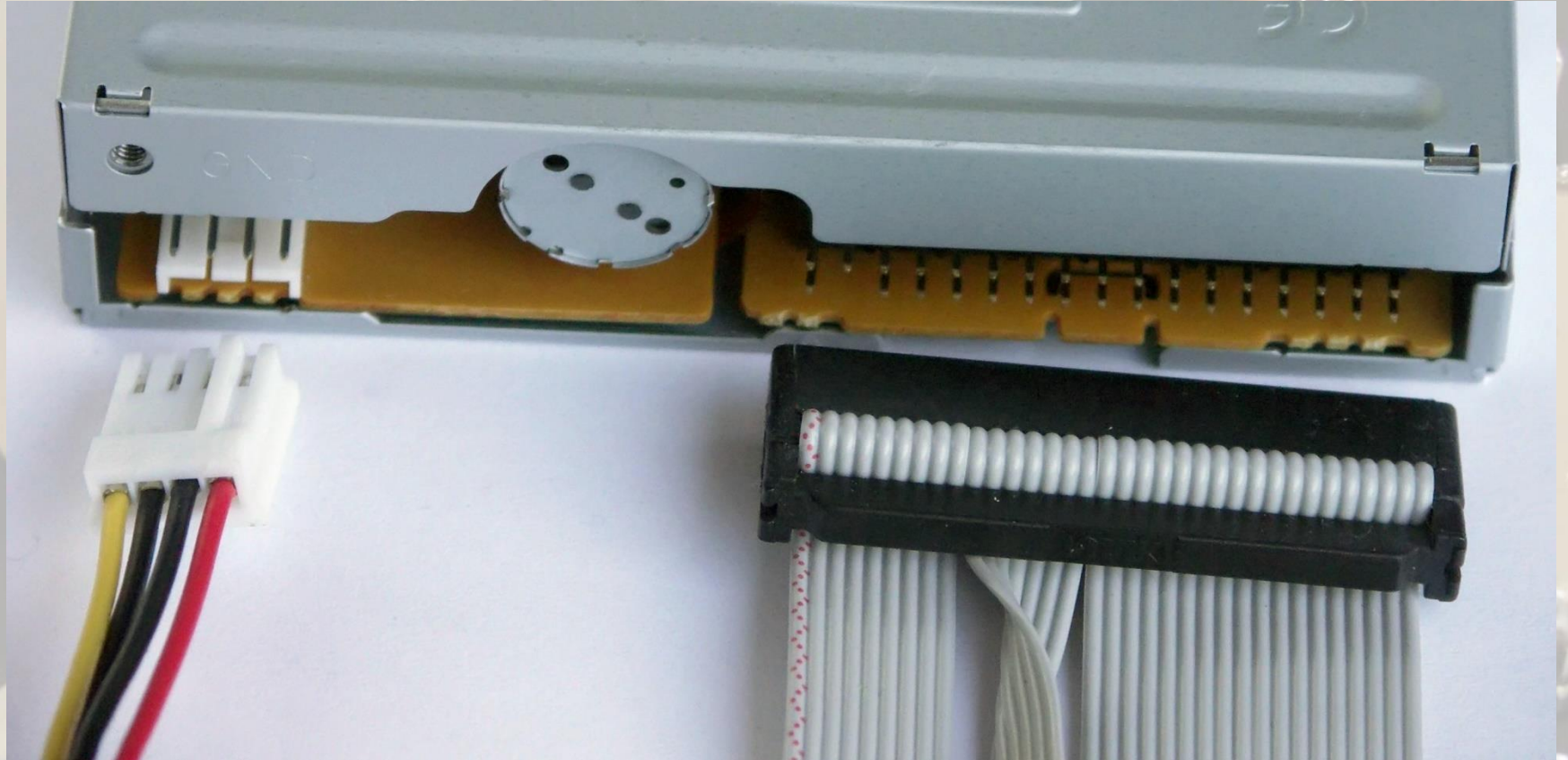
8"

5,25"

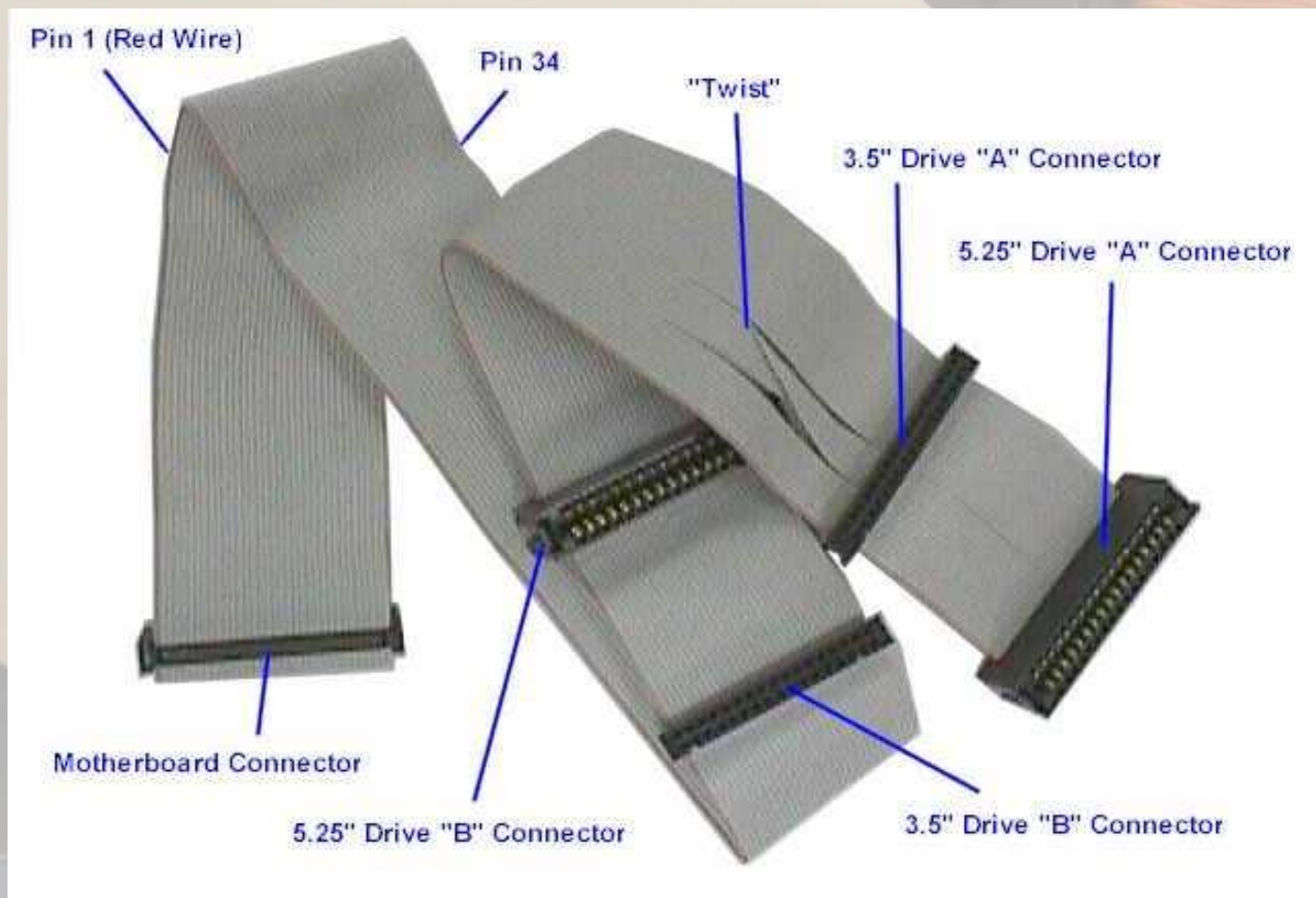
3,5"



FLOPPY DISK



FLOPPY DISK



iomega ZIP

- Původně 100 MB,
později 250 a 750 MB



PEVNÝ DISK

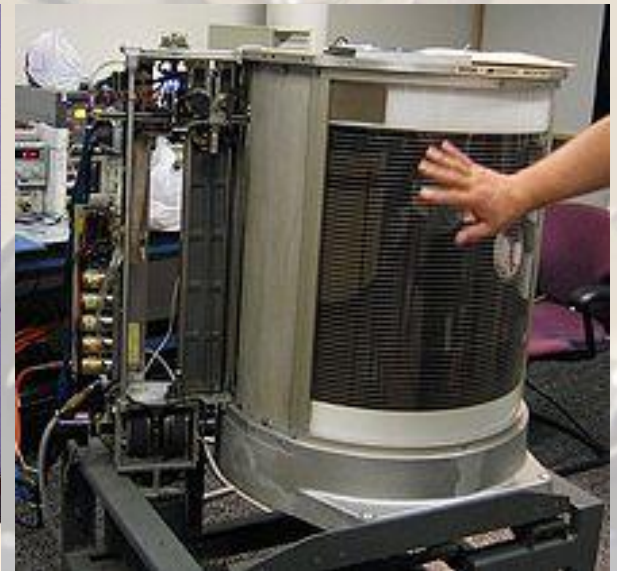
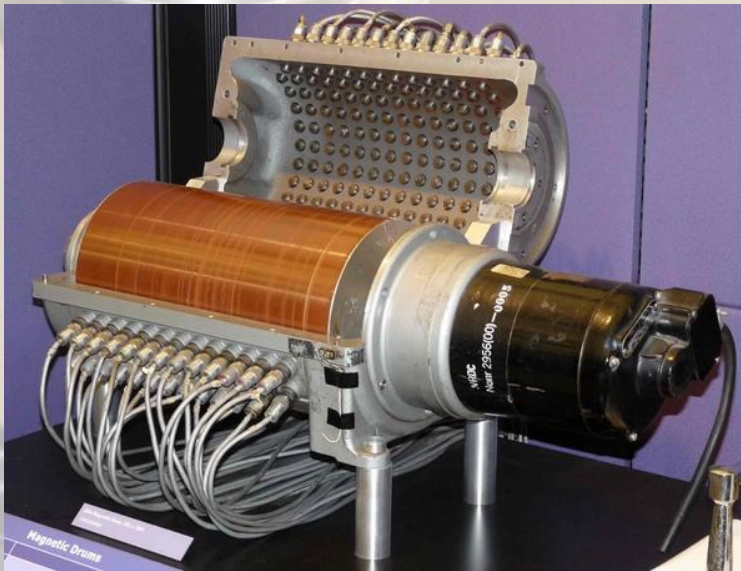


PEVNÝ DISK

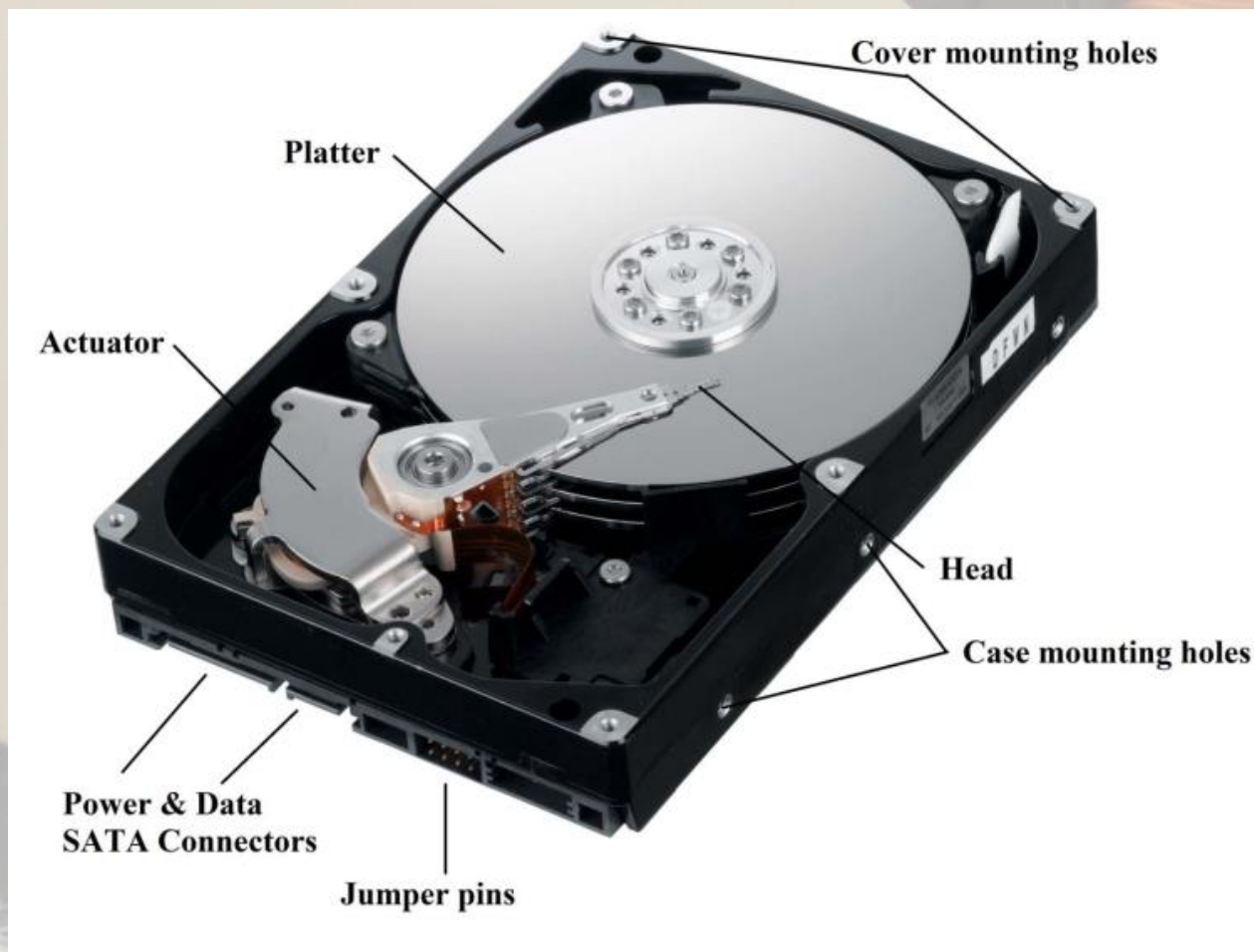
- Pevný disk (hard disk drive, HDD) je zařízení, které se používá k trvalému uchování většího množství dat
 - důvodem velkého rozšíření je výhodný poměr kapacity a ceny, relativně vysoká rychlost blokového čtení a velká životnost zařízení
 - uložená data se při odpojení napájení neztrácí

PEVNÝ DISK

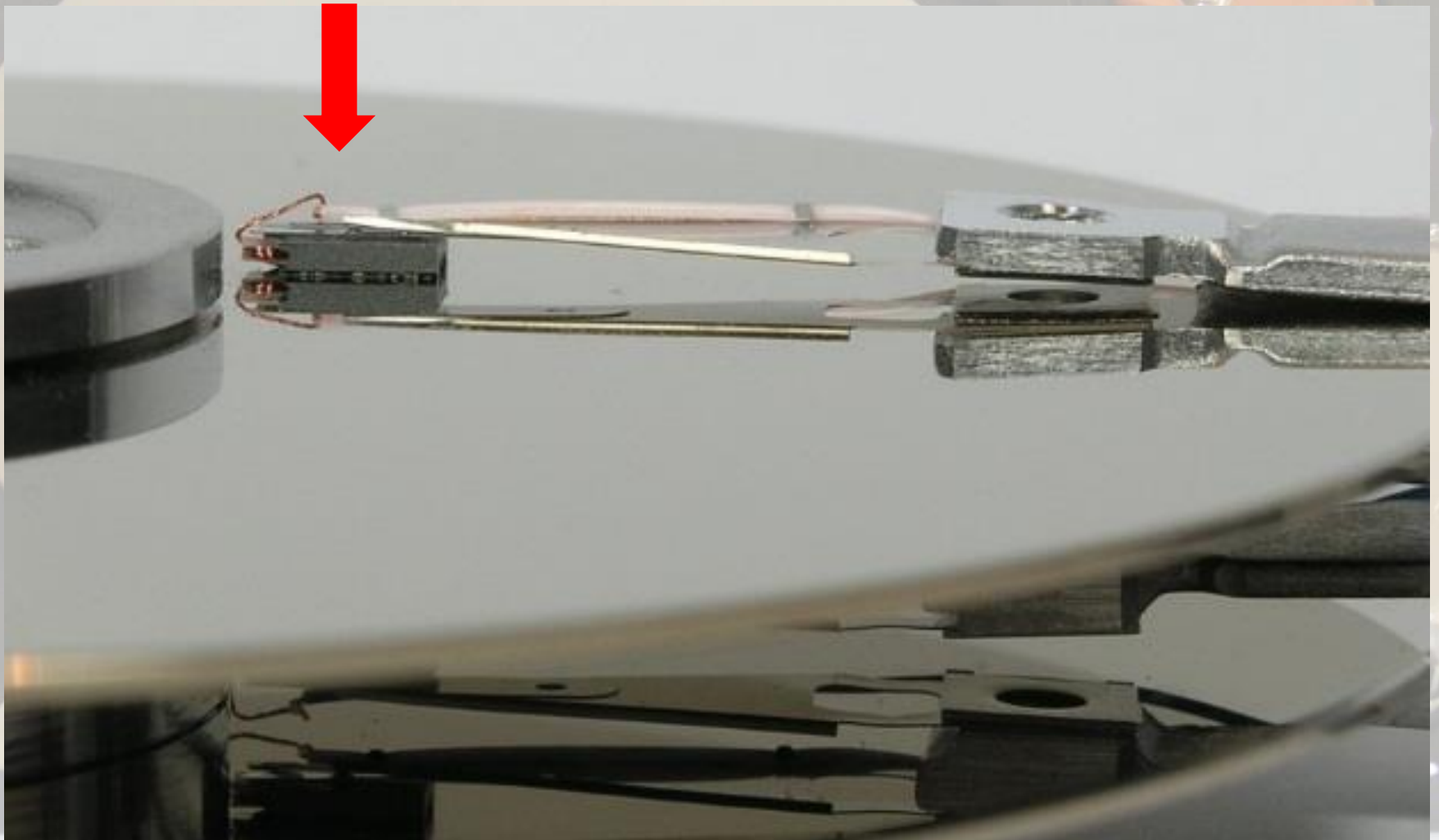
- Předchůdcem byla magnetická páska a magnetický buben
- 1956: IBM 350 RAMAC, 50 ploten, 3,75 MB



PEVNÝ DISK – popis



PEVNÝ DISK – hlava

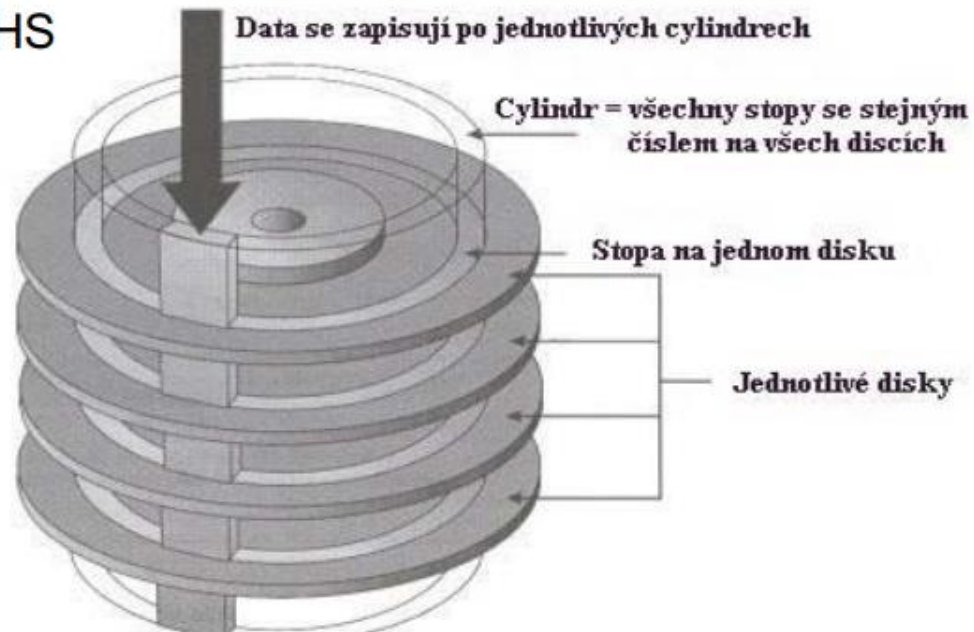


PEVNÝ DISK – geometrie

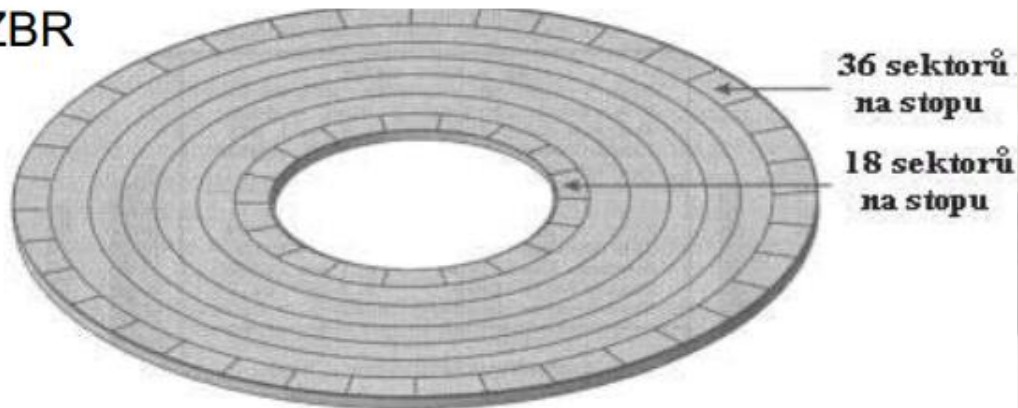
- Pokud disk obsahuje více povrchů, pak všechny stopy, které jsou přístupné bez pohybu čtecí hlavičky, se nazývají cylinder (válec)
 - uspořádání stop, povrchů a sektorů se nazývá *geometrie disku*
 - adresa fyzického sektoru (nejmenší adresovatelné jednotky) se skládá z čísla stopy (cylindru), čísla povrchu a čísla sektoru
 - adresaci se také říká CHS (Cylinder, Head, Sector)

PEVNÝ DISK – geometrie

CHS

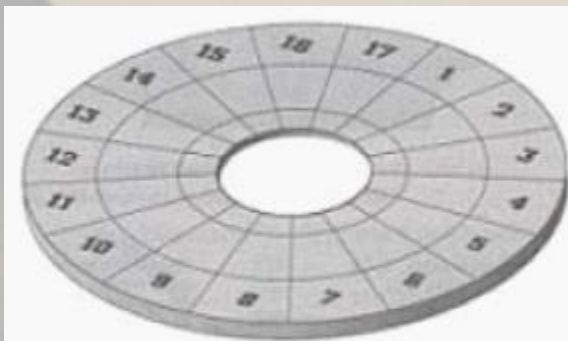


ZBR

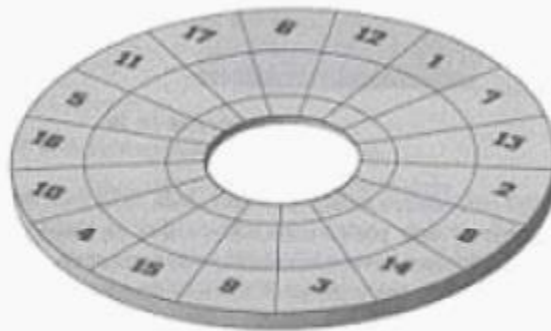


PEVNÝ DISK – prokládání

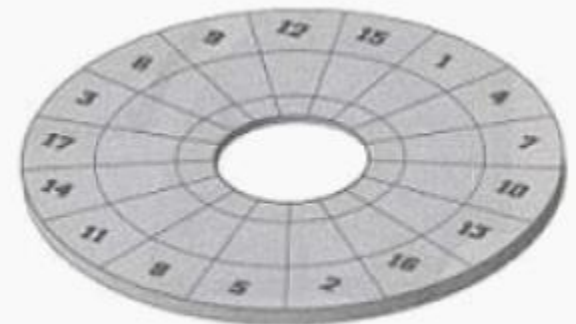
- Pro větší rychlost byl zaveden faktor prokládání
 - data nejsou zapisována do za sebou jdoucích následujících sektorů, ale vždy do každého n-tého sektoru (faktor prokládání 1:n) během jedné otáčky
 - prokládání se u současných disků již nepoužívá



Prokládání 1:1



Prokládání 1:3



Prokládání 1:6

PEVNÝ DISK – NCQ

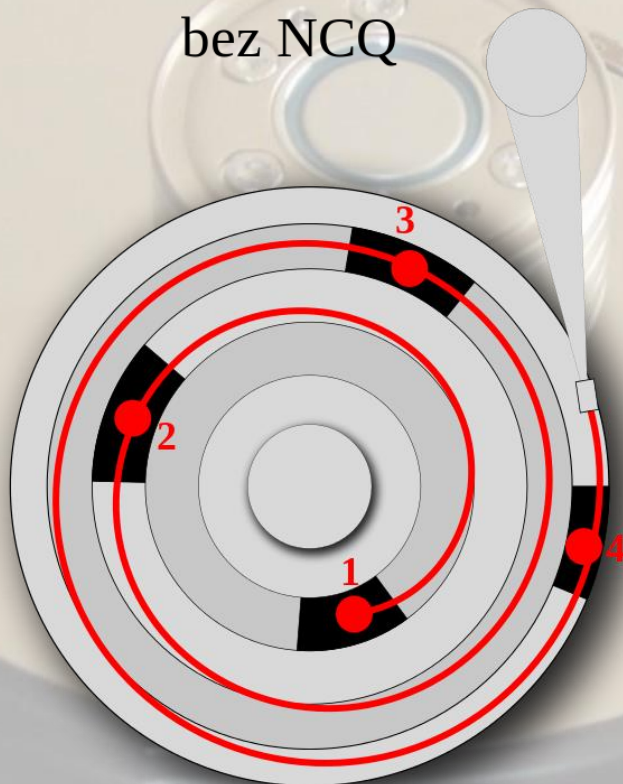
- NCQ (Native Command Queuing) = přirozené řazení příkazů
 - vzniklo jako výsledek snahy skupiny SATA II o zvýšení výkonu pevných disků
 - princip: příkazy se řadí do fronty, což dovoluje optimalizovat jejich provádění

PEVNÝ DISK – NCQ

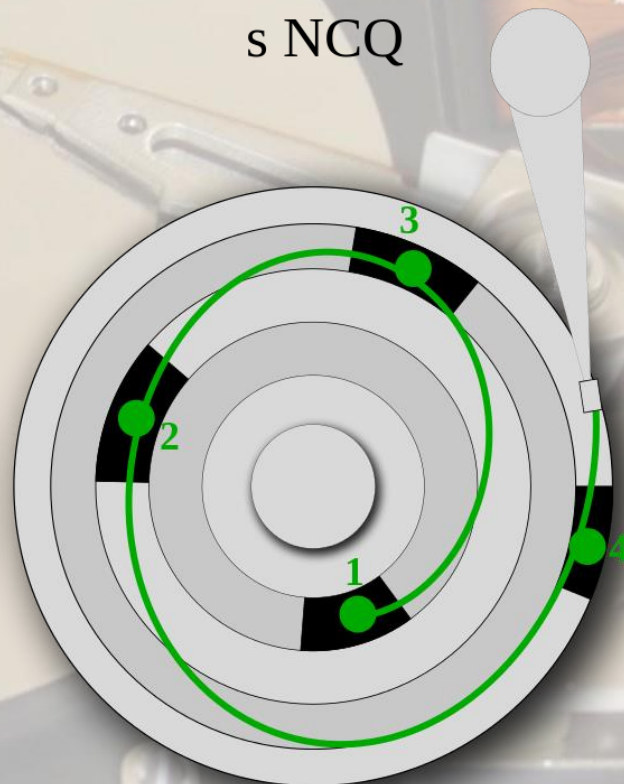
- Procesor požádá o posloupnost dat, která nejsou na stejném místě
 - disk bez NCQ je bude číst tak, jak o ně procesor požádá
 - disk s NCQ si nejprve srovná pořadí čtených bloků tak, aby k tomu potřeboval co nejméně otáček a přesunů hlavy
 - toto seřazení však také nějakou dobu trvá a tak to nemusí vždy znamenat zrychlení...

PEVNÝ DISK – NCQ

bez NCQ



s NCQ



PEVNÝ DISK – technologie záznamu

- Podobně jako u diskety, jsou i u pevného disku data ukládána pomocí technologie založené na magnetickém poli
 - k uložení informace v počítačích je zapotřebí interpretovat 1 a 0 pomocí magnetismu
 - v praxi se k tomu využívá orientace vektoru magnetické indukce

PEVNÝ DISK – technologie záznamu

- Podle způsobu orientace vektoru magnetické indukce rozlišujeme dva způsoby zápisu:
 - podélný zápis (Longitudinal Magnetic Recording – LMR)
 - kolmý zápis (Perpendicular Magnetic Recording – PMR)
 - šindelový (překrývající se) zápis (Shingled Magnetic Recording – SMR)

PODÉLNÝ ZÁPIS – LMR

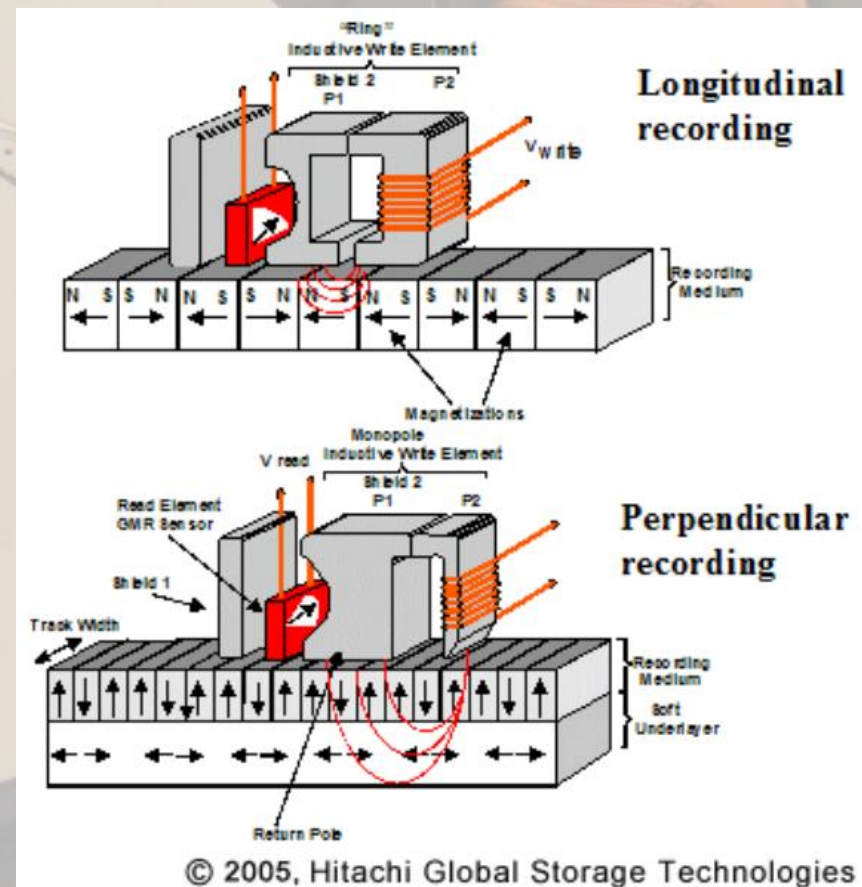
- Jednotlivé bity jsou uchovávány jako opačně orientovaná magnetická pole vodorovně s plotnou disku
 - tímto způsobem lze dosáhnout hustoty zápisu jen kolem 150 Gb na čtverečný palec
 - při vyšších hustotách (vysokém počtu polí u sebe) se již nedaří udržet jednotlivá pole izolovaná
 - ta pak vzájemně interagují a dochází ke ztrátě uložené informace

KOLMÝ ZÁPIS – PMR

- V roce 2005 uvedla Toshiba na trh první pevný disk využívající technologii kolmého zápisu
 - vektory magnetické indukce jednotlivých bitů jsou orientovány kolmo na plotnu
 - tímto je možné zvýšit kapacitu pevných disků až desetinásobně a dosáhnout hustoty až 1 Tb na čtvereční palec
 - disky s PMR nahradily starší disky s LMR

KOLMÝ ZÁPIS – PMR

- Pro potřeby kolmého zápisu bylo nutné vyvinout novou diskovou hlavu a přidat vrstvu z magneticky měkkého materiálu pod datovou vrstvu



ŠINDELOVÝ ZÁPIS – SMR

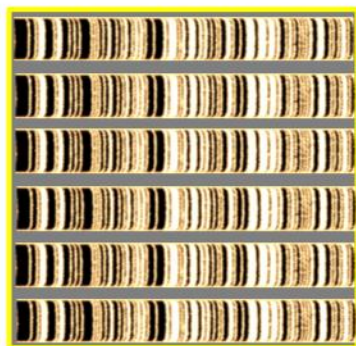
- Snaha o zvýšení hustoty zápisu (cca 15 %)
 - při čtení problém nenastává, potíže jsou při zápisu
 - následující stopa se částečně překrývá s tou předchozí
 - tu je potřeba před zápisem přečíst a z paměti znovu zapsat
 - postup je třeba kaskádově opakovat až po dosažení dělicí stopy, kde se překrývání zastaví
 - k jevu dochází při zápisu na stopu, kde již jsou nějaká data

ŠINDELOVÝ ZÁPIS – SMR

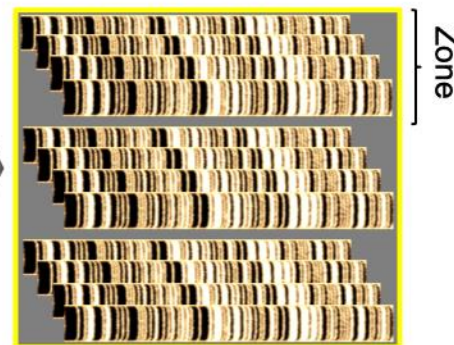
- nevýhody:
 - „přeskládávání“ dat trvá určitou (dlouhou) dobu
 - může dojít k výraznému snížení výkonu HDD
 - SMR disky přitom mohou vypadávat z pole RAID (např. WD Red pro NAS)
 - řadič je vyhodnotí jako vadné
 - někteří výrobci HDD použití SMR vůbec neuvádějí

ŠINDELOVÝ ZÁPIS – SMR

- využití:
 - u disků pro archivaci, kde se data nepřepisují
 - tzv. „cold storage“



Conventional HDD
Data in discrete
tracks



SMR HDD
Data in zones of
overlapped tracks

PEVNÝ DISK – parametry

- **Přenosová rychlost**

- rychlost zápisu je zpravidla o něco nižší než čtení, proto se udávají dvě hodnoty

- **Otáčky ploten**

- první disky, které měly dnešní podobu, se otáčely rychlostí 3600 ot/min. Pak se postupně rychlost otáčení zvyšovala na 4200, 5400 a 7200 ot./min. Disky s rozhraním SCSI se vyráběly s otáčkami 10000, 12000 a 15000 ot./min.

PEVNÝ DISK – parametry

- **Přístupová doba**

- doba vystavení hlaviček disku nad správnou skupinu stop (seek time)
- doba, než se plotny otočí do potřebné pozice (rotational latency), aby se určená oblast disku vyskytovala pod hlavičkami
- doba potřebná k přepnutí hlaviček (head switch time), protože v daný okamžik může pracovat pouze jedna z nich

PEVNÝ DISK – parametry

- jednotlivé hodnoty závisí na momentální pozici hlav, natočení ploten a také na tom, které místo se adresuje
- udává se střední hodnota přístupových dob. Ta se dnes pohybuje okolo 5–10 ms (běžně 8,5 ms, u SCSI s 15000 ot./min pod 4 ms).

PEVNÝ DISK – parametry

- **Vyrovnávací paměť (cache)**
 - rozhoduje nejen velikost, ale i její správné využití.
- **Střední doba mezi poruchami (Mean Time Between Failures)**
 - uvádí se v hodinách
 - dnešní disky dosahují okolo 500–600 tisíc hodin

PEVNÝ DISK – parametry

- **S.M.A.R.T.** (Self Monitoring Analysis and Reporting)
 - dnes podporován všemi disky i novými BIOSy
 - podpora ze strany OS je zajištěna již od MS Windows 95 OSR 2
- **Tepelný příkon**
 - pohybuje se mezi 5–12 W

PEVNÝ DISK – parametry

- **Odolnost proti nárazům**

- závisí nejen na intenzitě nárazu, ale i na době jeho působení. Rozdíl je také, je-li disk v provozu nebo ne. Typické hodnoty jsou za provozu asi 10 až 20 G po dobu 11 ms a v klidu až 200 G po dobu 2 ms.

- **Hlučnost**

- dosahuje asi 25 dB, pokud je větší, jedná se zřejmě o příznak budoucích problémů

PEVNÝ DISK – rozhraní

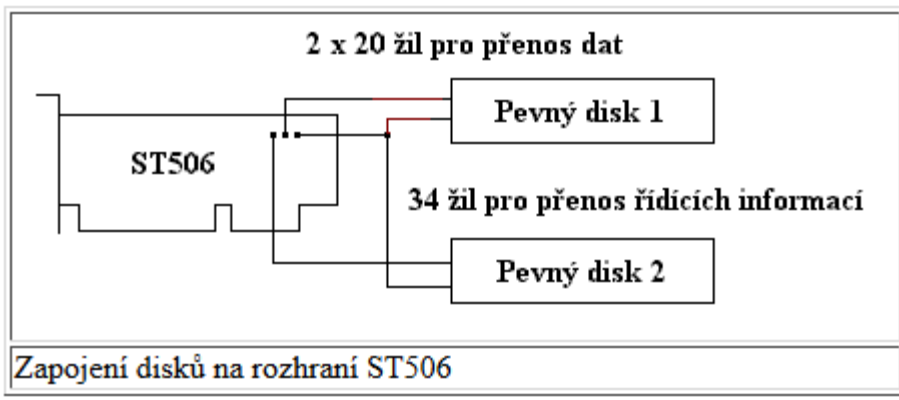
- Pro připojení pevných disků existuje několik rozhraní. Tato rozhraní umožňují připojit jeden nebo více disků k základní desce počítače
- zastaralá:
 - ST506
 - ESDI
 - PATA
 - SCSI
- stále používaná:
 - SAS
 - SATA
 - mSATA
 - M.2

PEVNÝ DISK – rozhraní ST506

- ST 506: 1980 Shugart Technologies (Seagate)
 - podporovalo maximálně 16 hlav a dva disky s rychlostí okolo 7,5 Mb/s
 - nebylo konstruováno pro připojení CD ROM, páskových mechanik apod.
 - s disky bylo spojeno dvěma kabely:
 - 20 žilový kabel pro přenos dat (pro každý disk zvláštní kabel)
 - 34 žilový kabel pro přenos řídicích informací (společný pro oba disky)

PEVNÝ DISK – rozhraní ST506

- Kapacita: 5 MB
- Rozměr: 5,25“
- Cena: \$ 1500
- Délka kabelů ovlivňovala rychlost
- Analogový přenos = rušení



PEVNÝ DISK – rozhraní ST506

- IBM 3380:
 - 1981
 - 250 kg
 - 1,26 GB
 - \$ 142.200



PEVNÝ DISK – rozhraní ESDI

- ESDI (Enhanced Small Device Interface) vzniká začátkem 80. let
 - zachovává stejnou kabeláž jako ST506 a dovoluje také připojit maximálně dvě zařízení, dále ale rozhraní ST506 v mnohém převyšuje



PEVNÝ DISK – rozhraní ESDI

- vyšší přenosová rychlost (až 24 Mb/s)
- jednotka může zasílat údaje o konfiguraci a je tak možné zjistit informace o geometrii disku
- dekódování je prováděno přímo na desce pevného disku, což snižuje náchylnost na rušení a umožňuje použití delších kabelů
- teoreticky lze připojit i jiná zařízení, než jsou pevné disky

IDE – ATA – ATAPI – PATA

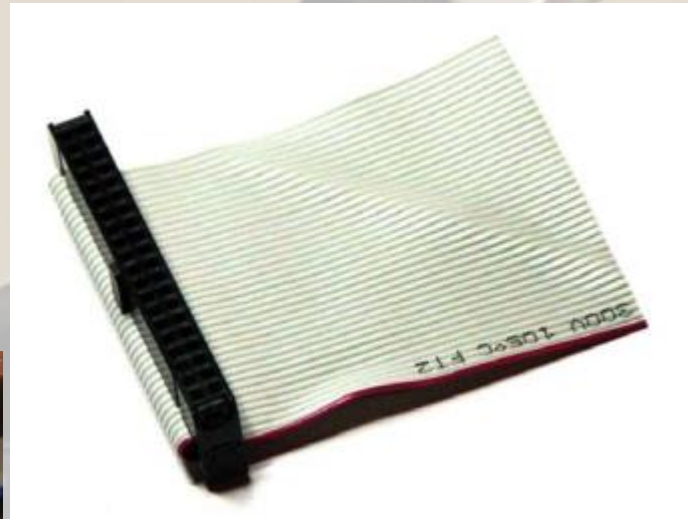
- Ve WD vyvinuli rozhraní pro připojení disků do PC AT pod označením AT Attachment (**ATA**)
 - řídicí jednotku se podařilo integrovat na disk, čímž se výrazně zlepšily přenosové parametry
 - rozhraní bylo uvedeno na trh roku 1986 pod marketingovým názvem **IDE** (Integrated Drive Electronics, dnes označováno jako ATA 1)

Pojmy IDE – ATA – ATAPI – PATA

- rozhraní se ujalo a vznikl požadavek připojit i optické mechaniky, standard ATA byl proto rozšířen na **ATAPI** (AT Attachment Packet Interface)
- V roce 2003 bylo představeno rozhraní SATA (Serial ATA) a ATA bylo zpětně přejmenováno na **PATA** (Parallel ATA)
- PATA bylo úspěšné rozhraní, bylo vyvíjeno a vylepšováno až do verze ATA/ATAPI 7, dnes je plně nahrazeno rozhraním SATA

Parallel ATA

- Původní PATA využívalo 40 žilový datový kabel
 - na kabelu byl jeden, nebo dva konektory pro připojení disků
 - napájení disků je řešeno konektorem MOLEX



Parallel ATA – režimy přenosu

- **PIO** (Programmed Input Output)
 - režim přenosů dat po sběrnici v počítači mezi periferiemi (CD-ROM, pevný disk...) a operační pamětí
 - data jsou přenášena za účasti procesoru
 - procesor je plně zaměstnán přenosem a nemůže vykonávat jinou práci

Parallel ATA – režimy přenosu

- **DMA** (Direct Memory Access)
 - režim, kdy má HW přímý přístup do operační paměti bez účasti procesoru
 - díky tomu mohou komponenty mezi sebou komunikovat s podstatně menšími nároky na procesor

Parallel ATA – vývoj

- **ATA 1**
 - podpora 2 HDD
 - kapacita omezena na 2,1 GB
 - přenosové režimy

PIO 0	PIO 1	PIO 2
3,3 MB/s	5,2MB/s	8,3MB/s
DMA 0	DMA 1	DMA 2
2,1 MB/s	4,2MB/s	8,3MB/s
Multi Word DMA 0		
4,2MB/s		

Parallel ATA – vývoj

- **ATA 2**

- též nazývána Fast ATA, Ultra ATA, Fast IDE, nebo EIDE
- obsahuje dva řadiče → podpora až 4 disků
- kapacita omezena na 137 GB
- přenosové režimy

PIO 3	PIO 4
11,1MB/s	16,6MB/s
Multi Word DMA 1	Multi Word DMA 2
13,3MB/s	16,6MB/s

Parallel ATA – vývoj

- **ATA 3**
 - Podpora S.M.A.R.T.
 - Objevují se 2,5" disky (PrairieTek 1988, 20 MB)



Parallel ATA – vývoj

- **ATA / ATAPI 4**

- též nazýváno ATA/33
- zavedena podpora pro připojení CD-ROM
- objevuje se 80 žilový kabel
- přenosové režimy:

Ultra DMA 0	Ultra DMA 1	Ultra DMA 2
16,6MB/s	25MB/s	33MB/s

Parallel ATA – vývoj

- **ATAPI 5**

- též známé jako ATA/66
- podpora vypalovaček

Ultra DMA 3	Ultra DMA 4
44,4MB/s	66,7MB/s 32

Parallel ATA – vývoj

- **ATAPI 6**

- též jako ATA/100
- kapacita omezena na 144 PB
- přenosový režim:

Ultra DMA 5
100MB/s

Parallel ATA – vývoj

- **ATAPI 7**
 - též jako ATA/133
 - přenosový režim

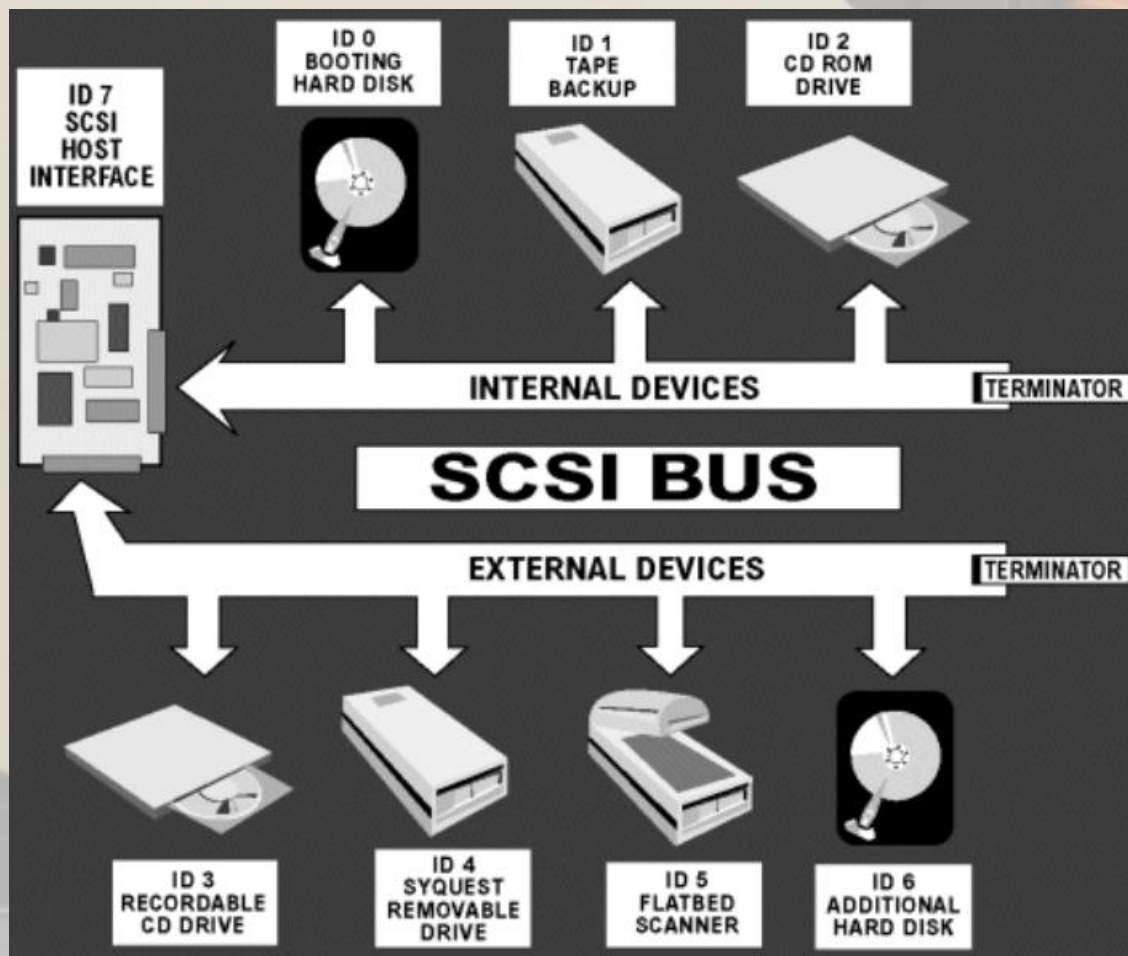
Ultra DMA 6

133MB/s

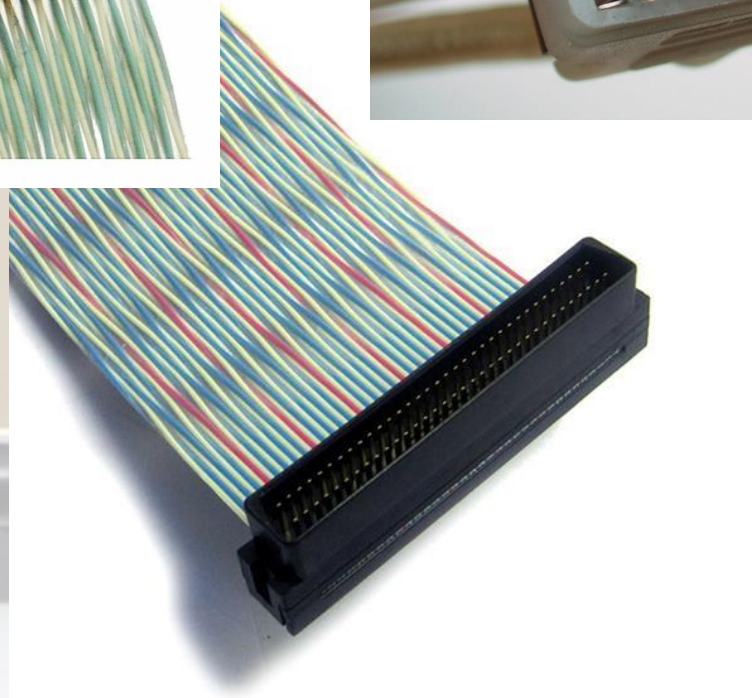
SCSI

- **Small Computer System Interface**
 - vyvíjeno zhruba ve stejné době jako rozhraní ESDI
 - dovoluje připojit až 8 zařízení, z nichž jedno musí být vlastní SCSI rozhraní
 - umožňuje připojení interních i externích zařízení
 - SCSI není pevně vázáno na počítač řady PC, ale je možné se s ním setkat i u jiných platforem (Apple, Sun...)

SCSI – zapojení



SCSI



SCSI



- K SCSI je možné připojit řadu různých zařízení:
 - pevné disky
 - CD-ROM mechaniky
 - páskové jednotky (streamery)
 - scannery
 - magnetooptické disky
 - Bernoulliho disky
- SCSI se příliš nerozšířilo zejména z důvodu vyšší ceny oproti konkurenčnímu IDE

SCSI

Rozhraní	Konektor	Šířka pásma (bity)	Maximální	
			Propustnost	Počet zařízení
SCSI-1	IDC50; Centronics C50	8	5 MB/s	8
Fast-Wide SCSI	2 x 50 pin (SCSI-2) 1 x 68 pin (SCSI-3)	16	20 MB/s	16
Ultra-640 SCSI	68 pin 80 pin	16	640 MB/s	16
Serial Attached SCSI		1	300 MB/s	16256

SCSI

- Bernoulliho a magnetooptický disk



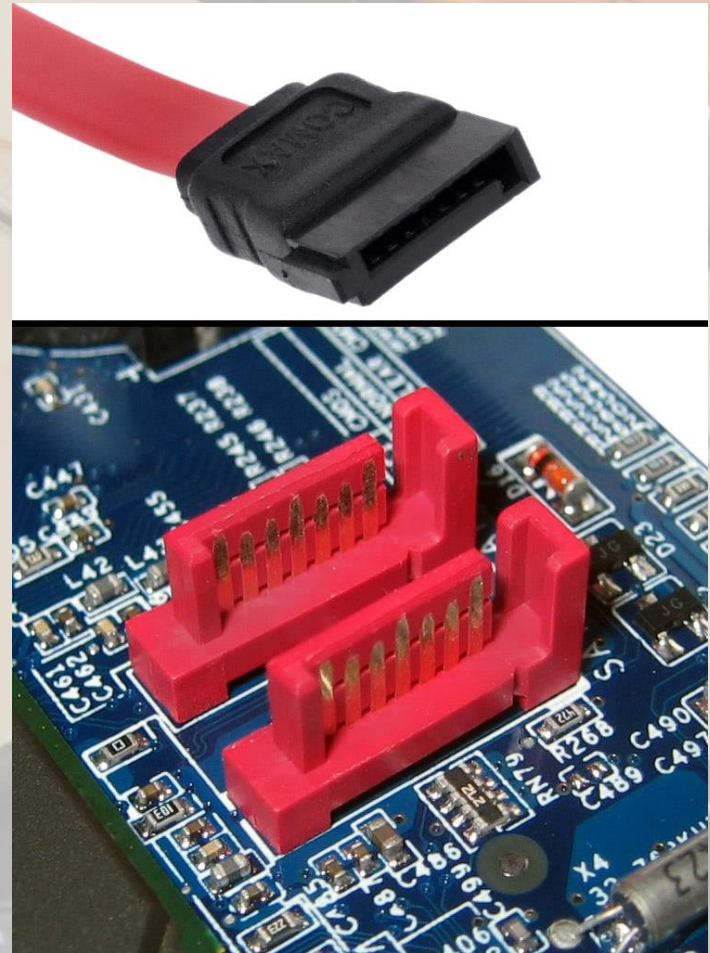
SCSI



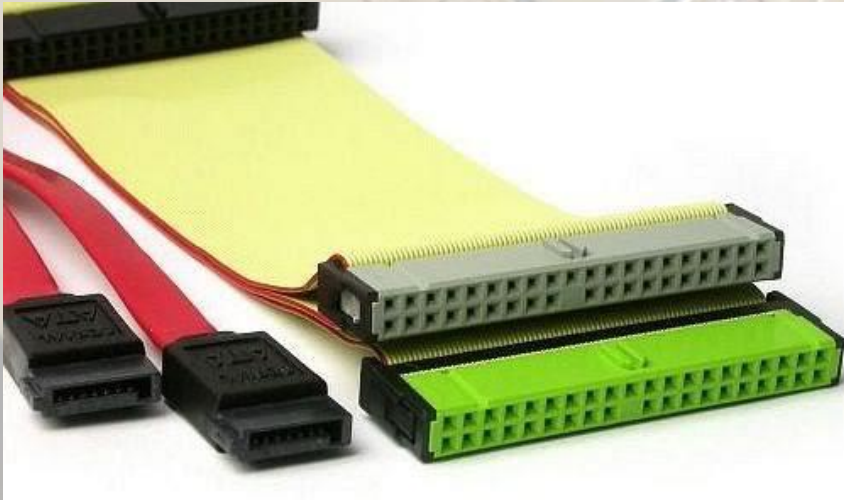
SATA – Serial ATA

- V roce 2000 standardizována 1. specifikace
 - přišlo po dlouhé době vlády paralelního ATA
 - rozhraní využívané pro připojení úložných zařízení (pevné disky, optické disky)
 - od roku 2009 nahradilo zastaralé PATA ve všech prodáváných počítačích
- Na jeden SATA řadič lze připojit pouze jedno zařízení (disk, mechaniku)

SATA – Serial ATA



SATA – Serial ATA



SATA – Serial ATA – revize

- **SATA revize 1.0** (SATA 1.5 Gb/s)
 - rok 2000
 - skutečná rychlost asi 1.2 Gb/s ~ 150 MB/s
 - téměř totožné s ATA133
- **SATA revize 2.0** (SATA 3 Gb/s)
 - rok 2003
 - přenosová rychlost asi 300 MB/s
 - zpětně kompatibilní se SATA 1.0

SATA – Serial ATA – revize

- **SATA revize 3.0 (SATA 6 Gb/s)**
 - rok 2010
 - přenosová rychlost asi 600 MB/s
 - vhodné pro SSD disky

A collection of various Christmas-themed USB drives. The designs include: two snow globes with snowman figures; two green Christmas trees with gold and silver USB connectors; a large gingerbread man with a USB connector; a small gingerbread man; a white dog wearing a red Santa hat and scarf; a snowman wearing a red and white striped scarf; a red and green Christmas stocking with stars; a white USB drive shaped like Santa Claus; and two small green Christmas trees.

FLASH DISK

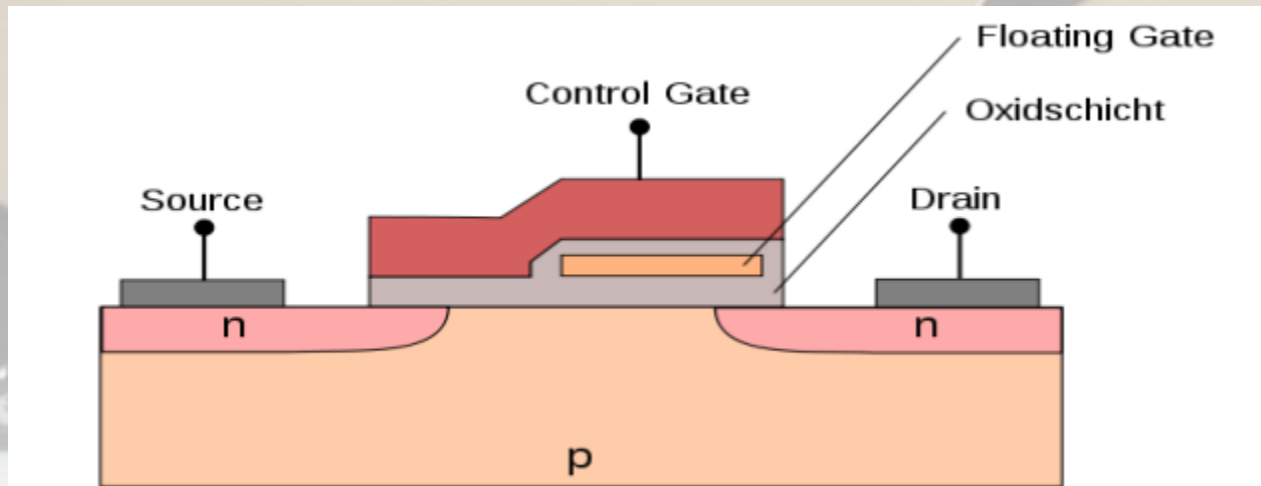
- **USB flash paměť**, někdy též USB flash disk
 - je paměťové zařízení, používané převážně jako náhrada diskety
 - většinou má podobu klíčenky a je vybaveno pamětí typu flash, která umožňuje uchování dat i při odpojení napájení
 - data se nahrávají přes sběrnici USB, odtud název

FLASH PAMĚŤ – popis

- **Flash paměť** (nebo jen flash) je nevolatilní, semipermanentní, elektricky programovatelná (zapisovatelná) paměť s libovolným přístupem
 - paměť je vnitřně organizována po blocích a na rozdíl od pamětí typu EEPROM lze programovat každý blok samostatně (obsah ostatních bloků je zachován)
 - data jsou ukládána v poli unipolárních tranzistorů s plovoucími hradly, zvaných „buňky“, každá z nich obvykle uchovává 1 bit informace

FLASH PAMĚŤ – popis

- jedno hradlo je ovládací (CG – control gate), druhé je plovoucí (FG – floating gate), izolované od okolí vrstvou oxidu
- protože je FG izolované, všechny elektrony na něj přivedené jsou zde „uvězněny“. Tím je uložena informace



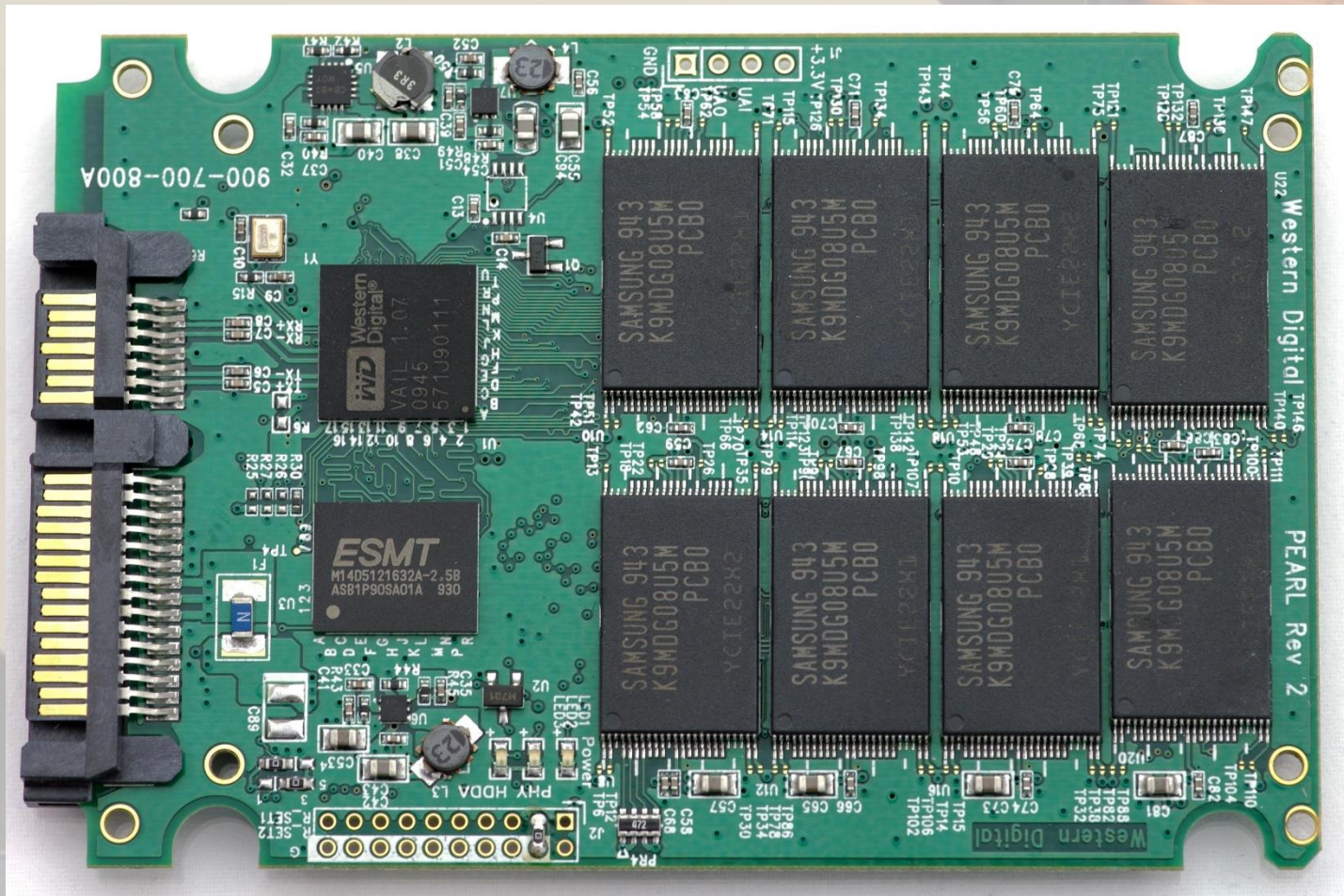
SSD – Solid State Drive



SSD – Solid State Drive

- **SSD** je typ datového média, které ukládá data na flash paměť
 - neobsahuje pohyblivé mechanické části a má mnohem nižší spotřebu elektrické energie
 - dříve byly SSD byly vyráběny s rozhraním SATA, kdy emulují chování SATA pevných disků
 - tento přístup má tu nevýhodu, že není plně využít potenciál SSD, protože OS k němu přistupuje jako k běžnému pevnému disku

SSD – Solid State Drive



SSD – Solid State Drive

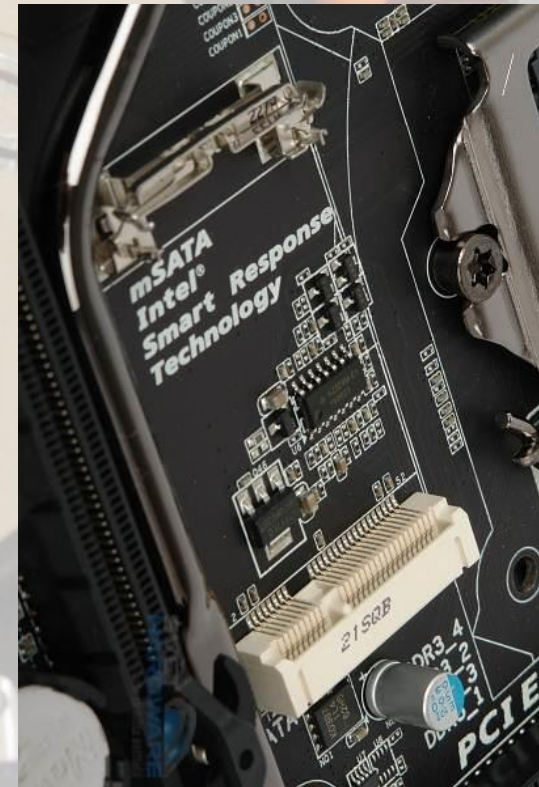
- Výhody a nevýhody při srovnání s HDD:
 - nižší spotřeba
 - kratší přístupové časy
 - vyšší přenosová rychlost
 - nulová hlučnost
 - odolnost proti otřesům
 - nízká hmotnost
 - omezená životnost buněk
 - vyšší cena

Mini-SATA (mSATA)

- odlišuje se použitím jiného konektoru
- určeno pro notebooky, laptopy a další zařízení, vyžadující SSD v malém formátu
- konektor je identický s PCI Express Mini Card, elektrické zapojení je odlišné – nekompatibilní

Mini-SATA (mSATA)

- porovnání SATA a mSATA disků:



M.2 SSD

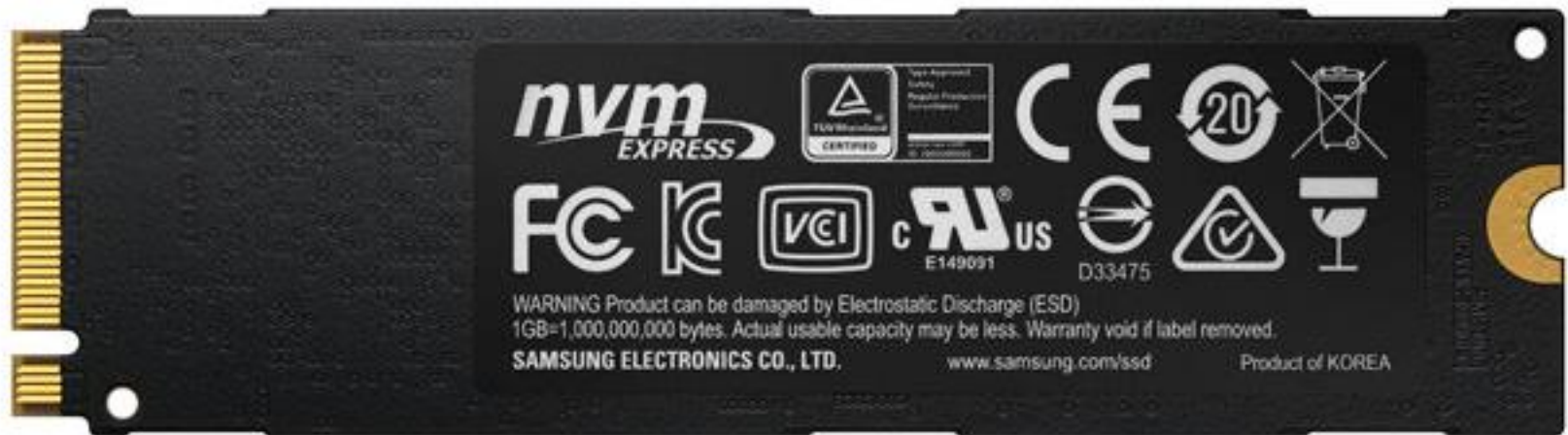
- Výrazně vyšší rychlost než při připojení ke standardnímu SATA rozhraní
 - rozhraní M.2 nahrazuje mSATA
 - M.2 umožňuje oproti mSATA použití více odlišných modulů, a to nejenom disků, včetně pokročilejších funkcí, různé šířky a délky:
 - M.2 2230 – šířka 22 mm, délka 30 mm
 - M.2 2280 – šířka 22 mm, délka 80 mm
 - M.2 2210 – šířka 22 mm, délka 110 milimetrů
 - existují M.2 disky využívající pouze připojení SATA

M.2 SSD

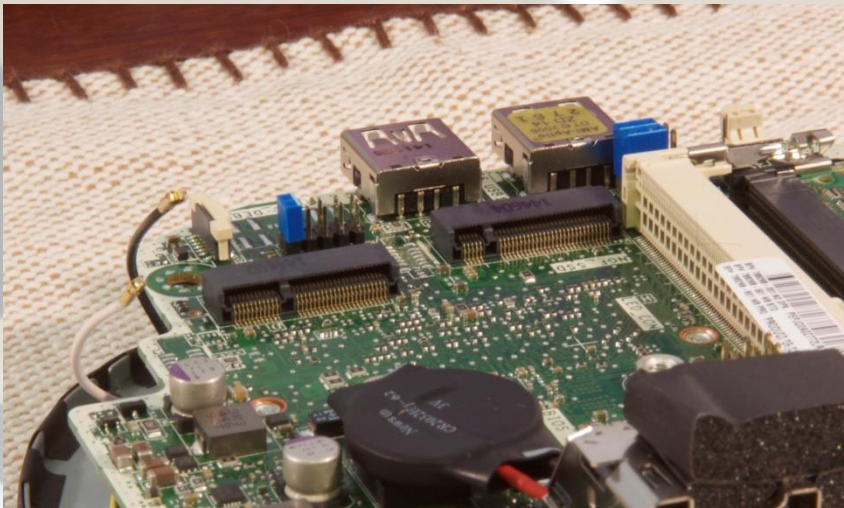
- výkonnější varianty využívají připojení do PCIe
- maximální výkon lze dosáhnout pouze s PCIe specifikace 3.0 a vyšší
- NVMe (NVM express) je rozhraní pro komunikaci mezi flash pamětí a řadičem. Množství vstupně výstupních operací je prováděno současně
 - M.2 NVMe tak dokáže využít značného potenciálu paralelního přenosu dat

M.2 SSD

- starší OS (Windows 7) nemají přímou podporu
- Windows 8/10 lze z M.2 spustit pouze s podporou UEFI a čipové sady na základní desce



M.2 SSD



A TO JE PROTENTOKRÁT VŠE

