

Moderní technologie – aktuální informace, užití ve škole

RNDr. Jaroslav PELIKÁN, Ph.D.

katedra počítačových systémů a komunikací
Fakulta informatiky Masarykovy univerzity
Botanická 68a, 602 00 BRNO

kanc.: B314, ☎ : +420 – 549 495 751

E-mail: pelikan@fi.muni.cz

<http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan>

Osnova (1)

- Procesory Intel:
 - Intel 8086 – Intel Core 2 Quad
- Vnitřní paměti:
 - ROM, WORM
 - RAM
 - paměti cache
- Rozšiřující sběrnice:
 - PCI
 - PCI Express

Osnova (2)

- Pevné disky
- Rozhraní pevných disků:
 - Serial ATA
 - SCSI
- Grafické karty:
 - SVGA
- LCD panely
- Sběrnice USB

Osnova (3)

- Standard FireWire/IEEE 1394
- Externí paměťová média:
 - Média Flash Memory
 - optické disky:
 - CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD
- Tiskárny:
 - inkoustové tiskárny
 - laserové tiskárny

Literatura

- Messmer, Hans-Peter – Dembowski, Klaus:
Velká kniha hardware,
Computer Press 2005
- Mueller, Scott:
Osobní počítač,
Computer Press 2003
- Minasi, Mark:
Velký průvodce hardwarem PC,
Praha: Grada 2002

Procesor (mikroprocesor)

- Integrovaný obvod zajišťující funkce CPU
- Provádí jednotlivé instrukce programu
- Synchronní zařízení, které pracuje podle hodinových kmitů generovaných krystalem umístěným na základní desce
- Do značné míry ovlivňuje výkon celého počítače

Parametry procesoru (1)

- **Frekvence (rychlost):**
 - počet operací provedených za jednu sekundu
 - jednotka: Hertz [Hz]
 - např.: 4,77 MHz – 3,8 GHz
 - je-li základní deska navržena pro různé frekvence procesoru, je možné frekvenci na ní nastavit
 - v minulosti byly základní desky navrženy tak, aby pracovaly se stejnou frekvencí jako procesor (dnes toto řešení není technicky možné)
 - současné základní desky pracují s různými frekvencemi (odlišnými od frekvence procesoru)

Parametry procesoru (2)

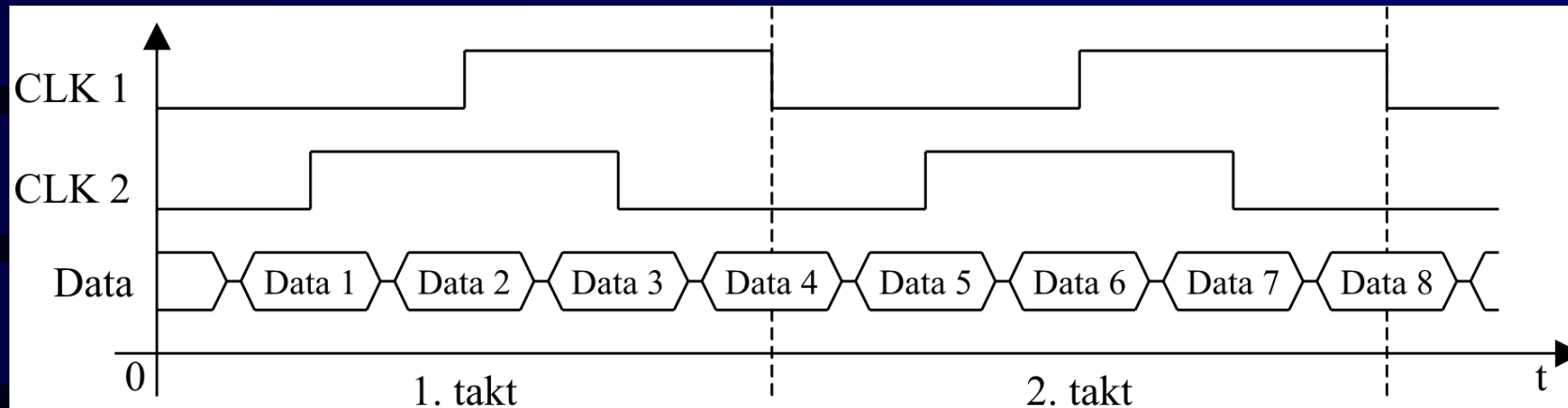
– např.:

- procesor: 1,4 GHz
- systémová sběrnice: 133 MHz („266 MHz“)
- port A.G.P.: 66 MHz
- rozšiřující sběrnice PCI: 33 MHz

– např.:

- procesor: 2,8 GHz
- systémová sběrnice: 200 MHz („800 MHz“)
- port A.G.P.: 66 MHz
- rozšiřující sběrnice PCI: 33 MHz

Parametry procesoru (3)



- **Efektivita mikrokódu:**
 - efektivita, se kterou jsou napsány jednotlivé mikroprogramy provádějící jednotlivé instrukce procesoru
 - počet kroků potřebných pro provedení jedné instrukce (např.: vynásobení dvou čísel)

Parametry procesoru (4)

- **Numerický koprocessor (FPU):**
 - přítomnost (nepřítomnost) speciální jednotky pro přímé provádění výpočtů v pohyblivé desetinné čárce
 - numerický koprocessor je přítomen u všech procesorů Intel 80486DX a vyšších (vyjma 80486SX)
- **Počet instrukčních kanálů (pipelines):**
 - udává maximální počet instrukcí proveditelných v jednom taktu procesoru
 - rozsah: 1 – 4 instrukční kanály

Parametry procesoru (5)

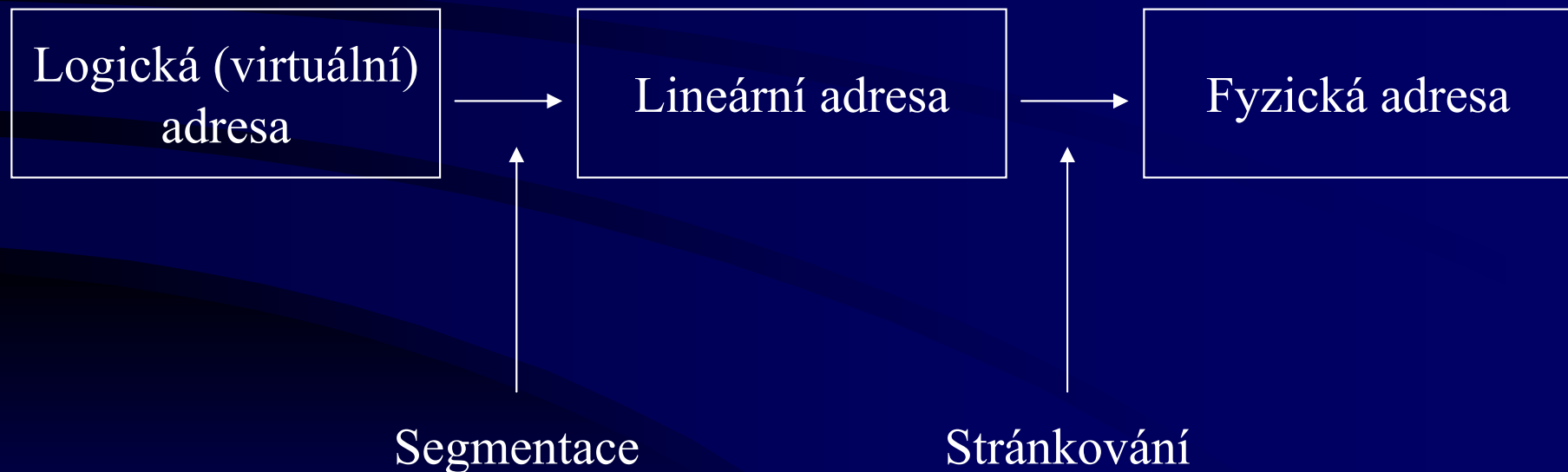
- **Šířka slova:**
 - maximální počet bitů, které je možné zpracovat během jediné operace (např.: 8, 16, 32, 64 bitů)
 - určuje největší číslo, které procesor může zpracovat v rámci jedné operace
 - větší čísla musí být rozdělena na menší a zpracována po částech
- **Šířka přenosu dat:**
 - maximální počet bitů, které je možné během jediné operace přenést z (do) čipu procesoru

Parametry procesoru (6)

- je určena šířkou datové sběrnice procesoru
- nezávisí na šířce slova
- např.: 8, 16, 32, 64 bitů
- **L1 a L2 cache paměť:**
 - kapacita rychlé L1, popř. L2 cache paměti integrované přímo na čipu procesoru
 - např.: 0 – 32 kB (L1), 0 – 4096 kB (L2)
- **Velikost adresovatelné paměti:**
 - velikost paměti, kterou je procesor schopen adresovat (používat)

Parametry procesoru (7)

- je dána šířkou adresové sběrnice a způsobem vytváření fyzické adresy
- např.: 1 MB – 64 GB (1 TB)



Processory Intel 8086 a 80286

- **Procesor 8086:**
 - plně 16bitový procesor:
 - šířka slova: 16 bitů
 - šířka přenosu dat: 16 bitů
 - používaný v prvních počítačích PC a PC/XT
 - vybaven 20bitovou adresovou sběrnicí ⇒ velikost adresovatelné paměti 1 MB
- **Procesor 80286:**
 - plně 16bitový procesor
 - pracuje ve dvou režimech:
 - reálný režim (real mode)
 - chráněný režim (protected mode)

Intel 80386

- Plně 32bitový procesor
- Pracuje ve třech režimech:
 - **reálný režim (real mode)**:
 - režim zaručující kompatibilitu s předešlými procesory
 - **chráněný režim (protected mode)**:
 - podporuje paralelní zpracování více programů
 - adresová sběrnice má šířku 32 bitů \Rightarrow fyzický adresový prostor 4 GB
 - **virtuální režim (virtual mode)**:
 - plně podřízen chráněnému režimu
 - má možnost virtualizovat 1 MB operační paměti, který mohl adresovat procesor 8086 a uložit jej kdekoliv do 4 GB operační paměti

Intel 80486 (1)

- Prodáván pod oficiálním názvem 80486DX
- Plně 32bitový procesor
- Na svém čipu má integrován:
 - zmodernizovaný procesor 80386
 - numerický koprocessor 80387
 - L1 (interní) cache paměť o kapacitě 8 kB
- Má rychlejší a rozsáhlejší mikrokód
- Pracuje ve stejných třech režimech jako procesor 80386

Intel 80486 (2)

- Používá stejný adresovací mechanismus (segmentace + stránkování) \Rightarrow může adresovat maximálně 4 GB operační paměti
- Provádí zřetězené zpracování instrukcí, tzv. **pipelining**
- Zřetězené zpracování je prováděno v jedné frontě (pipeline) \Rightarrow **skalární procesor**

Zřetěžené zpracování instrukcí (1)

- Zřetěžené zpracování instrukcí dovoluje téměř každou instrukci provést během jednoho taktu procesoru
- Zpracování instrukce lze rozdělit do pěti základních fází:
 - **PF** (Prefetch): výběr instrukce
 - **D1** (Decode 1): dekódování instrukce
 - **D2** (Decode 2): výpočet adresy operandu
 - **EX** (Execution): provedení instrukce
 - **WB** (Write Back): zápis výsledků

Zřetězené zpracování instrukcí (2)

- Každou z těchto fází může provádět samostatně pracující jednotka
- V okamžiku, kdy je tato jednotka se svou prací hotova, předá svůj výsledek jednotce provádějící následující fázi zpracování a pokračuje ve své práci nad další instrukcí
- Jestliže některá instrukce provede skok, pak je nezbytné provést **vyprázdnění fronty**, tzv. **pipeline flush**

Zřetěžené zpracování instrukcí (3)

- Nezřetěžené zpracování instrukcí:



- Zřetěžené zpracování instrukcí:



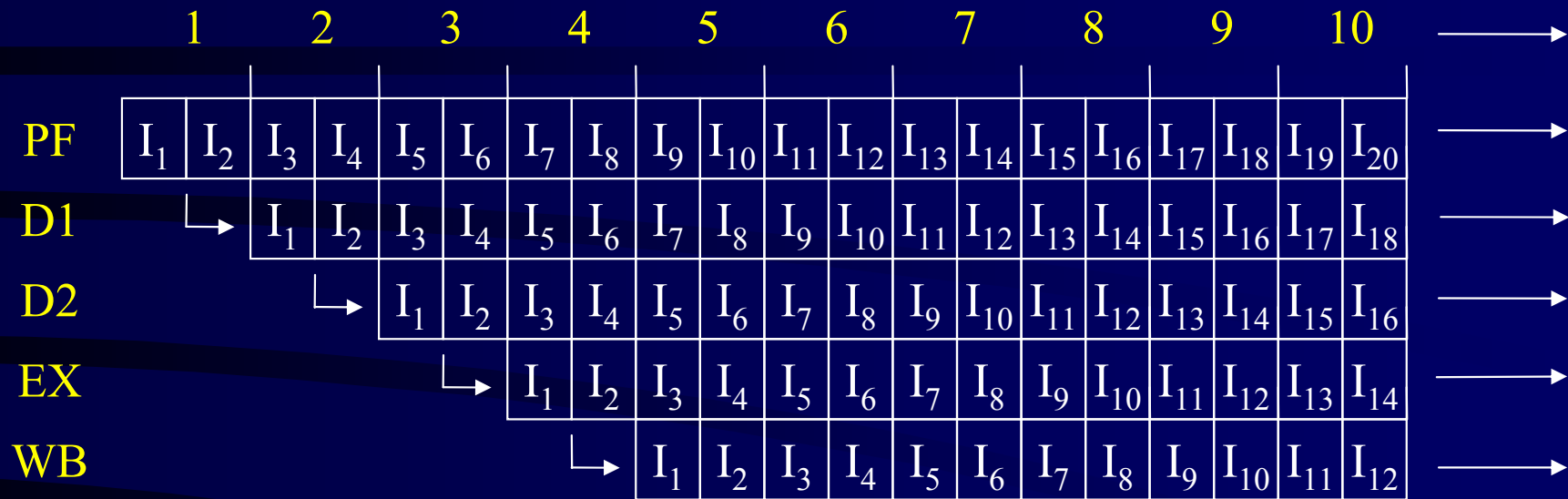
Intel 80486DX2

- Prakticky stejný procesor jako 80486DX
- Pracuje se dvěma frekvencemi:
 - navenek s frekvencí x MHz (např. 33 MHz)
 - vnitřně s frekvencí 2x MHz (např. 66 MHz)
- Rychlost odpovídá asi $\frac{2}{3}$ rychlosti, jakou by měl procesor DX se stejnou frekvencí
- Poznámka:
 - podobně pracoval i procesor 80486DX4:
 - navenek x MHz (např. 33 MHz)
 - vnitřně 3x MHz (např. 100 MHz)

Intel Pentium (1)

- Má integrovány všechny vlastnosti procesoru 80486
- Vybaven 32bitovou vnitřní architekturou s 64bitovou datovou sběrnici
- **Superskalární** procesor:
 - obsahuje více než jednu (dvě) frontu pro zřetězené zpracování instrukcí
 - poskytuje možnost, aby za určitých předpokladů byly instrukce prováděny paralelně
 - je možné, aby procesor během jednoho taktu dokončil až dvě instrukce

Intel Pentium (2)



- Problémy, které způsobují skokové instrukce, jsou řešeny (minimalizovány) pomocí techniky zvané **branch prediction**

Intel Pentium (3)

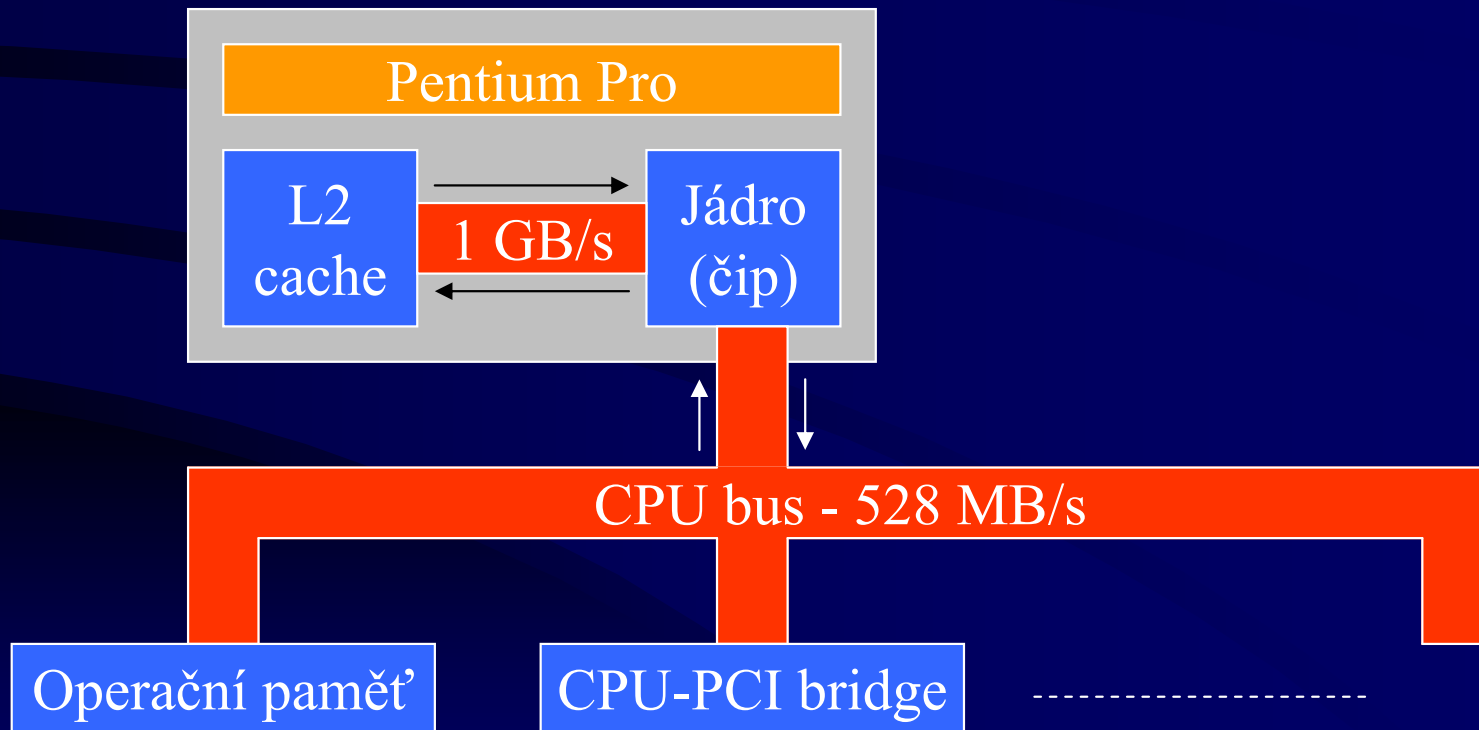
- Branch prediction:
 - technika předvídání větvení
 - na základě dosavadního průběhu programu (podle toho, zda skokové instrukce skok způsobily, či nikoliv) procesor Pentium odhaduje, zda při následujícím průchodu skok nastane nebo ne ⇒ tzv. **dynamic branch prediction**
 - k realizaci této techniky je Pentium vybaveno speciální pamětí **BTB** (Bbranch Target Buffer)

Intel Pentium Pro (1)

- Superskalární procesor se 3 frontami pro zře-
těžené zpracování instrukcí
- Obsahuje L2 cache paměť o kapacitě 256 kB
nebo 512 kB umístěnou v jednom pouzdře
s čipem procesoru
- L1 cache má kapacitu 16 kB (8 kB / 8 kB)
- Má 36bitovou adresovou sběrnici \Rightarrow může
adresovat 64 GB operační paměti

Intel Pentium Pro (2)

- **DIB** (Dual Independent Bus):
 - L2 cache paměť komunikuje s procesorem prostřednictvím speciální sběrnice (nikoliv pomocí CPU sběrnice)



Intel Pentium Pro (3)

- Používá techniky:
 - **out-of-order execution** (vykonání instrukce mimo pořadí):
 - dovoluje vykonávat instrukce i v jiném pořadí, než ve kterém jsou zapsány v programu
 - **register renaming** (přejmenování registrů):
 - procesor disponuje sadou záložních registrů, z nichž každý je možné podle potřeby přejmenovat tak, aby mohl vystupovat v roli registru, který je vyžadován momentálně zpracovávanou instrukcí

Intel Pentium Pro (4)

- Používá techniku **Dynamic Execution**:
 - **multiple branch prediction**:
 - zdokonalené (oproti Pentiu) předvídání větvení
 - **dataflow analysis**:
 - datová analýza, která umožňuje minimalizovat datové závislosti mezi instrukcemi
 - **speculative execution** (spekulativní provádění):
 - podobně jako out-of-order execution, ale instrukce může být provedena (mimo pořadí) i v případě, že se nachází za předvídaným větvením

Technologie MMX (1)

- Rozšíření architektury procesorů Intel
- Poskytuje podporu pro multimediální aplikace
- Zahrnuje:
 - 57 nových instrukcí orientovaných na práci s multimediálními aplikacemi
 - osm 64bitových registrů
 - 4 datové typy
- Nové instrukce jsou určeny pouze pro práci s čísly v pevné desetinné čárce

Technologie MMX (2)

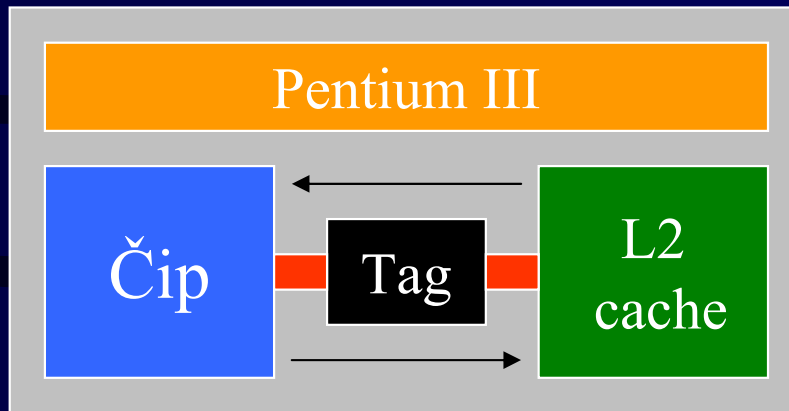
- Možnosti MMX jsou využívány především aplikacemi pro práci s:
 - 2D / 3D grafikou
 - zvukem
 - rozpoznáváním řeči
 - videem
 - kompresí dat

Intel Pentium II

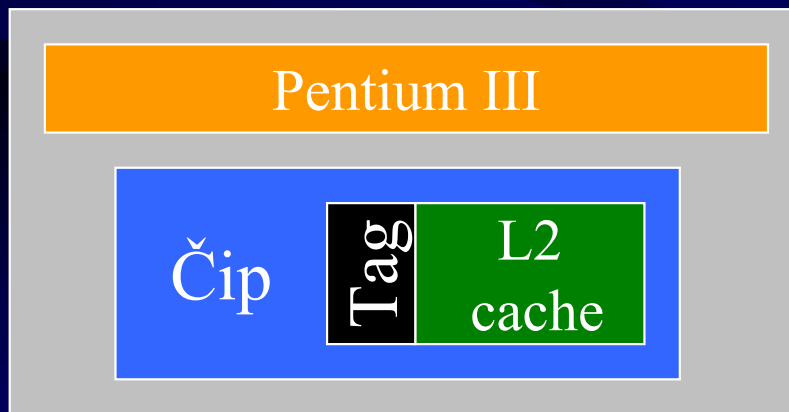
- Vychází z procesoru Intel Pentium Pro
- Vybaven 512 kB L2 cache paměti ve společném pouzdře s procesorem \Rightarrow DIB
- L1 cache má kapacitu 32 kB (16 kB / 16 kB)
- Obsahuje technologii MMX
- Využívá Dynamic Execution Technology
- Je osazen numerickým koprocesorem
- Má 36bitovou adresovou sběrnici

Intel Pentium III (1)

- Vyráběn ve variantách s:
 - **Discrete cache** (L2 cache o kapacitě 512 kB):



- **ATC** – Advanced Transfer Cache (256, 512 kB):



Intel Pentium III (2)

- Kapacita L1 cache je 32 kB (16 kB / 16 kB)
- Využívá architekturu DIB
- Vybaven Dynamic Execution Technology:
 - multiple branch prediction
 - dataflow analysis
 - speculative execution
- Má integrovanou jednotku FPU
- Obsahuje MMX technologii

Intel Pentium III (3)

- Přináší **SSE** – Internet Streaming SIMD Extensions (**IST** – Internet Streaming Tech-nology):
 - 70 nových instrukcí pro:
 - zpracování obrazu
 - práci s 3D grafikou
 - zpracování audia a videa (umožňuje softwarové dekódování formátu MPEG2 při plné rychlosti)
 - rozpoznávání řeči
 - podpora (nová jednotka) pro zpracování čísel v pohyblivé desetinné čárce – umožňuje provedení až čtyř operací s desetinnými čísly během jednoho taktu

Intel Pentium 4 (1)

- Používá mikroarchitekturu **NetBurst**:
 - **hyperpipelined technology**:
 - zdvojnásobuje (oproti procesoru Pentium III) hloubku zřetězeného zpracování
 - **systemová sběrnice s frekvencí „400 MHz“, „533 MHz“ nebo „800 MHz“**:
 - dosaženo přidáním speciálních signálů, které dovolují během jednoho taktu na 100 MHz (133 MHz, 200 MHz) systemové sběrnici, uskutečnit čtyři datové přenosy (po 8 B)
 - přenosová rychlost až 3,2 GB/s (4,3 GB/s; 6,4 GB/s)

Intel Pentium 4 (2)

– execution trace cache:

- cache paměť dovolující uložit 12 k dekodovaných mikrooperací (micro-ops)

– rapid execution engine:

- dvě ALU, s dvojnásobným taktem oproti vnitřní frekvenci procesoru
- dovoluje, aby základní celočíselné a logické operace byly prováděny během $1/2$ taktu
- L1 cache pro data má kapacitu:
 - 8 kB
 - 16 kB

Intel Pentium 4 (3)

- Přináší rozšíření instrukční sady označované jako **SIMD Extensions 2 (SSE2)**:
 - 144 nových instrukcí pro:
 - práci s čísly v pohyblivé desetinné čárce (double precision)
 - práci s celými čísly v režimu SIMD
 - správu paměti
- Poskytuje nové zpracování instrukcí - **Advanced Dynamic Execution**:
 - větší hloubka spekulativního provádění
 - dokonalejší předvídání větvení (4 kB BTB)

Intel Pentium 4 (4)

- Disponuje vylepšenou FPU a multimediální jednotkou:
 - zvýšený počet registrů u FPU
 - rozšíření FPU registrů na 128 bitů
- Vyráběn v následujících variantách:
 - **Intel Pentium 4:**
 - systémová sběrnice pracuje s taktom „400 MHz“ nebo „533 MHz“
 - L2 cache paměť (ATC) má kapacitu 256 kB nebo 512 kB

Intel Pentium 4 (5)

- procesory vyráběné s technologií 90 nm obsahují:
 - rozšíření instrukční sady označované jako **SSE3** (13 nových instrukcí) určených zejména pro:
 - synchronizaci výpočtových vláken (threads)
 - zpracování videa
 - obrazu
 - kompresi dat
 - počítačové hry
 - 16 kB L1 cache paměti pro data
 - 1 MB L2 cache paměti (ATC)
 - některé varianty obsahují i technologii **Intel 64 Architecture (EM64T)**

Intel Pentium 4 (6)

- **Intel Pentium 4 HT (Hyperthreading Technology):**
 - systémová sběrnice pracuje s taktem „800 MHz“
 - používá L2 cache paměť (ATC) o kapacitě 512 kB
 - procesory vyráběné s technologií 90 nm a 65 nm obsahují:
 - rozšíření instrukční sady SSE3
 - 16 kB L1 cache paměti pro data
 - 1 MB nebo 2 MB L2 cache paměti (ATC)
 - vyráběny i ve variantách s technologií **Intel 64 Architecture (EM64T)** a **EIST**
 - **Hyperthreading Technology:**
 - technologie umožňující programovému vybavení „vidět“ dva procesory
 - dovoluje procesoru spouštět dvě výpočtová vlákna (threads) ve stejný okamžik

Intel Pentium 4 (7)

- **EIST** – Enhanced Intel SpeedStep Technology:
 - technologie dovolující (v závislosti na vytížení systému) dynamicky přizpůsobovat napájecí napětí a frekvenci procesoru
 - umožňuje snížit spotřebu elektrické energie a dochází k menšímu zahřívání se procesoru

Intel Pentium D (1)

- Založen na mikroarchitektuře **NetBurst**
- Systémová sběrnice pracuje s taktem „800 MHz“ (vyjma procesoru s frekvencí 2,66 GHz, u něhož je frekvence systémové sběrnice „533 MHz“)
- Má integrovanou technologii **Dual Core**:
 - dvě prováděcí jádra (pracující na stejné frekvenci) s nezávislým rozhraním k systémové sběrnici
 - dovoluje efektivnější zpracování paralelních výpočtových vláken než **Hyperthreading Technology**
- Je vybaven 2 x 16 kB L1 cache pro data

Intel Pentium D (2)

- Každé jádro má integrovanou **execution trace cache** (pro 12 k dekodovaných micro-ops)
- Obsahuje technologii **Intel 64 Architecture (EM64T)** a většina variant i technologii **EIST**
- Vyráběn s technologií:
 - **90 nm**: 2 x 1 MB L2 cache (ATC)
 - **65 nm**: 2 x 2 MB L2 cache (ATC)
- Obsahuje instrukční sady SSE2 i SSE3
- Některé varianty obsahují i technologii **Intel Virtualization Technology (VT)**

Intel Pentium D (3)

- Intel Virtualization Technology:
 - dovoluje jednomu procesoru fungovat jako několik paralelně pracujících procesorů
 - umožňuje provozovat zároveň několik operačních systémů na jednom počítači
 - každý operační systém může mít spuštěny další programy, které jsou pod ním provozovány
 - jednotlivé operační systémy pak pracují na virtuálním procesoru (virtual CPU), resp. virtuálním stroji (virtual machine)
 - poznámka: využívá stejnou myšlenku jako virtuální režim u procesoru 80386

Intel Core 2 Duo (1)

- Systémová sběrnice pracuje s frekvencí „800 MHz“, „1066 MHz“ nebo „1333 MHz“
- Má integrováno:
 - 2 x 32 kB L1 cache pro data
 - 2 MB nebo 4 MB L2 sdílené cache realizované jako **Advanced Smart Cache**
- Obsahuje technologie:
 - **Intel 64 Architecture (EM64T)**
 - **Dual Core**
 - **Intel Virtualization Technology** (vyjma variant, jejichž systémová sběrnice pracuje na „800 MHz)
 - **EIST**

Intel Core 2 Duo (2)

- Využívá mikroarchitekturu **Core**, jejíž základní rysy jsou:
 - **Wide Dynamic Execution:**
 - technika dovolující, aby každé jádro během jednoho taktu mohlo dokončit až čtyři instrukce
 - obsahuje techniky, které mají za úkol snížit počet mikrooperací, jež jsou potřebné pro vykonání daných instrukcí:
 - **Macro-Fusion:**
 - dovoluje sloučit více instrukcí do instrukce jedné
 - např. po sobě následující instrukce CMP a JNE sloučí do instrukce CMPJNE, kterou provede během jednoho taktu
 - **Micro-Fusion:**
 - podobná technika jako Macro-Fusion
 - umožňuje sloučit dvě mikrooperace do jedné

Intel Core 2 Duo (3)

– Smart Memory Access:

- zdokonalená množina algoritmů pro předvídání, která data budou zapotřebí a mají být tudíž zavedena z operační paměti do paměti cache
- využívá technologii **memory disambiguation**, která detekuje závislosti mezi po sobě následujícími instrukcemi pro ukládání (čtení) dat do (z) operační paměti a dovoluje u těchto operací aplikovat techniku out-of-order execution

Intel Core 2 Duo (4)

– Advanced Smart Cache:

- zahrnuje sdílenou L2 cache, dovolující dynamicky alokovat kapacitu pro každé jádro
- umožňuje jednomu jádru využít celou vyrovnávací paměť, když druhé jádro právě nepracuje
- dovoluje taktéž přenášet data přímo mezi L1 cache paměťmi obou jader

– Advanced Digital Media Boost:

- zdvojnásobuje reálnou rychlost zpracování instrukcí využívaných především v multimediálních a grafických aplikacích
- zvýšení výkonu je dosaženo pomocí 128bitového zpracování instrukcí SSE, SSE2 a SSE3 (dříve byly tyto instrukce zpracovávány po 64 bitech)

Intel Core 2 Duo (5)

- Poskytuje **Advanced Dynamic Execution**
- Přináší nové rozšíření instrukční sady **SSSE3**
 - Supplemental SSE3, tj. 16 (32) nových instrukcí
- Má integrovaný **DTS** – Digital Thermal Sensor:
 - teplotní senzor umožňující měřit teplotu na každém jádru a v závislosti na zjištěných hodnotách přizpůsobovat rychlost otáčení větráku chladiče
- Procesory Intel Core 2 Duo nejsou vybaveny **Hyperthreading Technology**

Intel Core 2 Quad (1)

- Systémová sběrnice pracuje s frekvencí „1066 MHz“
- Vychází z mikroarchitektury **Core**:
 - **Wide Dynamic Execution**
 - **Smart Memory Access**
 - **Advanced Smart Cache**
 - **Advanced Digital Media Boost**
- Obsahuje technologie:
 - **Quad Core**:
 - čtyři prováděcí jádra (pracující na stejné frekvenci) s nezávislým rozhraním k systémové sběrnici

Intel Core 2 Quad (2)

- Intel 64 Architecture (EM64T)
- Intel Virtualization Technology
- EIST
- Poskytuje **Advanced Dynamic Execution**
- Vybaven rozšířením **SSSE3**
- Má integrovaný **DTS** – Digital Thermal Sensor
- Je vybaven:
 - 4 x 32 kB L1 cache pro data
 - 2 x 4 MB L2 cache

Intel 64 Architecture (1)

- Architektura označovaná dříve jako **EM64T** – Extended Memory 64 Technology
- Dovoluje potenciálně 64bitové adresování paměti, tj. mapování (stránkování) 64bitové lineární adresy na 52bitovou adresu fyzickou
- Současná implementace Intel 64 Architecture umožňuje pouze mapování 48bitové lineární adresy na 40bitovou fyzickou adresu

Intel 64 Architecture (2)

- Přináší nový režim označovaný jako **IA-32e mode**, který se dělí na dva podrežimy:
 - **compatibility mode**:
 - dovoluje, aby pod 64bitovým operačním systémem pracovaly původní 32bitové aplikace
 - **64-bit mode**:
 - umožňuje (v rámci 64bitového OS) spouštět nové 64bitové aplikace
 - v rámci tohoto režimu má aplikace mimo jiné přístup k:
 - 64bitovému (48bitovému) lineárnímu adresovému prostoru
 - 8 novým registrům pro obecné použití
 - 8 novým registrům pro SSE, SSE2 a SSE3
 - 64bitovým registrům pro obecné použití
 - 64bitovému zpracování celých čísel

Paměti (1)

- **Paměť**: zařízení, které slouží k ukládání programů a dat, s nimiž počítač pracuje
- Paměti počítače lze rozdělit do tří základních skupin:
 - **registry**:
 - paměťová místa na čipu procesoru
 - jsou používány pro krátkodobé uchování právě zpracovávaných informací
 - **vnitřní (interní)**:
 - paměti osazené většinou uvnitř základní jednotky
 - realizovány pomocí polovodičových součástek

Paměti (2)

- jsou do nich zaváděny právě spouštěné programy (nebo alespoň jejich části) a data, se kterými tyto programy pracují
- vnější (externí):
 - paměti realizované většinou za pomoci zařízení používajících výměnná média v podobě disků či magnetofonových pásek
 - záznam se provádí většinou na magnetickém nebo optickém principu
 - slouží pro dlouhodobé uchování informací a zálohování dat

Vnitřní paměti

- Vnitřní paměti lze rozdělit na paměti:
 - **ROM** – Read Only Memory:
 - určené pouze pro čtení
 - uložené informace jsou dány přímo z výroby
 - **WORM** – Write Once Read Many:
 - určené pro zápis i pro čtení
 - počet čtení většinou výrazně převyšuje počet zápisů
 - PROM, EPROM, EEPROM, Flash
 - **RAM** – Random Access Memory:
 - určené pro zápis i pro čtení
 - SRAM, DRAM

Paměti EEPROM

- **EEPROM** – Electrically EPROM
- Jedná se o energeticky nezávislé paměti, které je možné naprogramovat a později z nich informace vymazat
- Buňka paměti EEPROM pracuje na principu **tunelování (vkládání) elektrického náboje**
- Přítomnost, resp. nepřítomnost tohoto náboje pak reprezentuje uložení bitu 1, resp. 0

Paměti Flash (1)

- Obdoba pamětí EEPROM
- Pracují rovněž na principu tunelování elektrického náboje
- Paměti, které je možné naprogramovat a které jsou energeticky nezávislé
- Narozdíl od EEPROM se u pamětí Flash provádí mazání nikoliv po jednotlivých buňkách, ale po celých blocích

Paměti Flash (2)

- Flash paměti se dělí do dvou základních skupin:
 - **NOR Flash:**
 - poskytují rozhraní s vyhrazenými adresovými a datovými vodiči \Rightarrow umožňují přímý přístup k dané paměťové buňce
 - chovají se jako paměti, které jsou mapované do určité části adresového prostoru
 - dovolují používat techniku **XIP** –Execute In Place:
 - je možné přímo spouštět programy, které jsou v nich uloženy
 - spouštěné programy z těchto pamětí není nutné nejprve kopírovat do paměti RAM

Paměti Flash (3)

- mají menší hustotu paměťových buněk (dáno adresovacím mechanismem dovolujícím přímý přístup k paměťové buňce)
- poskytují vyšší rychlost při čtení, avšak jsou pomalejší při zápisu i při mazání a jsou cenově nákladnější
- používány zejména pro ukládání firmwaru (BIOS, firmware pro mobilní telefony, GPS apod.)
- nejsou vhodné pro ukládání větších objemů dat

– NAND Flash:

- jsou připojeny pomocí relativně jednoduchého rozhraní
- nevyžadují plnou šířku adresové a datové sběrnice

Paměti Flash (4)

- výhodou tohoto řešení je, že není nutné měnit počet vývodů příslušných integrovaných obvodů s měnící se kapacitou flash paměti \Rightarrow snadnější upgrade
- ve srovnání s NOR Flash paměťmi jsou pomalejší při čtení, ale rychlejší při zápisu i při mazání
- používány zejména pro výrobu paměťových karet (např. SD card, SmartMedia, CompactFlash, Memory Stick)
- Poznámka:
 - existují i paměti **MLC** (Multi-Level Cell) **NAND**, které dovolují v rámci jedné paměťové buňky uchovat dva bity (00, 01, 10, 11)

Paměti RAM

- **RAM** – Random Access Memory
- Paměti určené pro zápis i pro čtení dat
- Jedná se o paměti, které jsou energeticky závislé
- Podle toho, zda jsou dynamické nebo statické, jsou dále rozdělovány na:
 - **DRAM** – Dynamické RAM
 - **SRAM** – Statické RAM

Paměti SRAM (1)

- **SRAM** – Static Random Access Memory
- Uchovávají informaci v sobě uloženou po celou dobu, kdy jsou připojeny ke zdroji elektrického napájení
- Paměťová buňka je realizována jako **bistabilní klopný obvod**, tj. obvod, který se může nacházet vždy v jednom ze dvou stavů, které určují, zda v paměti je uložena 1 nebo 0
- Mají nízkou přístupovou dobu (1 – 20 ns)

Paměti SRAM (2)

- Jejich nevýhodou je naopak vyšší složitost a z toho plynoucí vyšší výrobní náklady
- Jsou používány především pro realizaci pamětí typu **cache**

Paměti DRAM (1)

- **DRAM** – Dynamic Random Access Memory
- Informace je uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru
- Tento náboj má však tendenci se vybíjet i v době, kdy je paměť připojena ke zdroji elektrického napájení
- Aby nedošlo k tomuto vybití a tím i ke ztrátě uložené informace, je nutné periodicky provádět tzv. **refresh**, tj. oživování paměťové buňky

Paměti DRAM (2)

- Buňka paměti DRAM je velmi jednoduchá a dovoluje vysokou integraci a nízké výrobní náklady
- Díky těmto vlastnostem je používána k výrobě operačních pamětí
- Její nevýhodou je však vyšší přístupová doba (10 – 70 ns) způsobená nutností provádět refresh a časem potřebným k nabití a vybití kondenzátoru

Paměti DRAM (3)

- Komunikace mezi operační pamětí a procesorem může být:
 - **asynchronní:**
 - starší model komunikace
 - paměti DRAM, FPM DRAM a EDO DRAM
 - **synchronní:**
 - novější model komunikace
 - paměti SDRAM, DDR SDRAM, DDR2 SDRAM a DDR3 SDRAM

Paměti DRAM (4)

- **SDRAM** – Synchronous DRAM:
 - veškeré operace jsou synchronizovány s náběžnou hranou hodinového signálu
- **DDR SDRAM** – Double Data Rate SDRAM:
 - veškeré operace jsou synchronizovány s náběžnou i sestupnou hranou hodinového signálu
 - provádějí předvýběr dvou bitů, které ukládají do svých V/V bufferů
 - teoreticky zdvojnásobují přenosovou rychlost

Paměti DRAM (5)

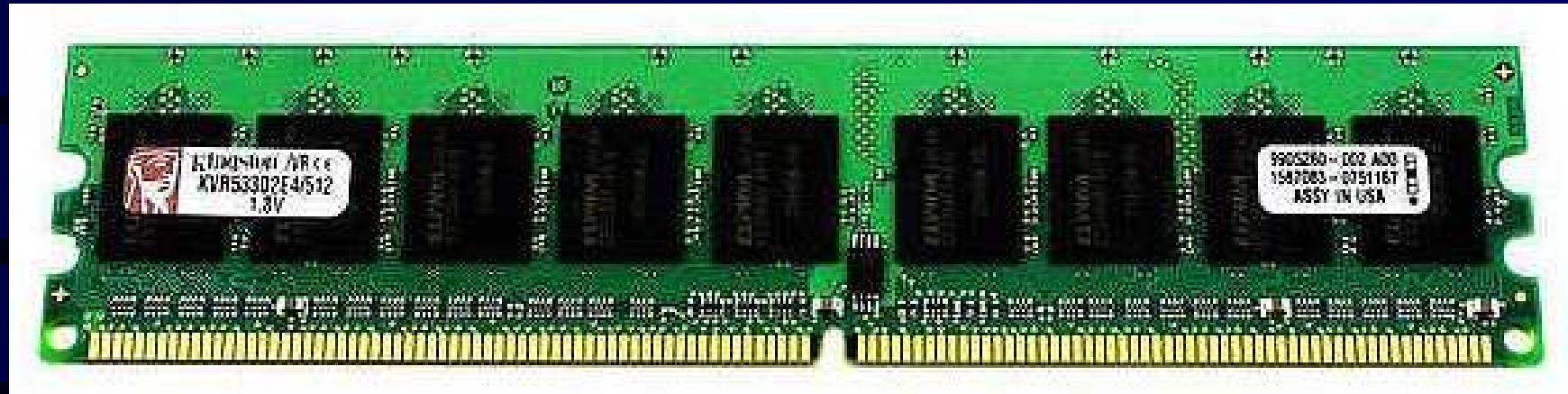
- **DDR2 SDRAM:**

- veškeré operace jsou synchronizovány s náběžnou i sestupnou hranou hodinového signálu (podobně jako u DDR SDRAM)
- provádějí předvýběr čtyř bitů, které ukládají do svých V/V bufferů
- následným použitím nového komunikačního protokolu je umožněno provedení 4 transakcí během jednoho taktu

Paměti DRAM (6)

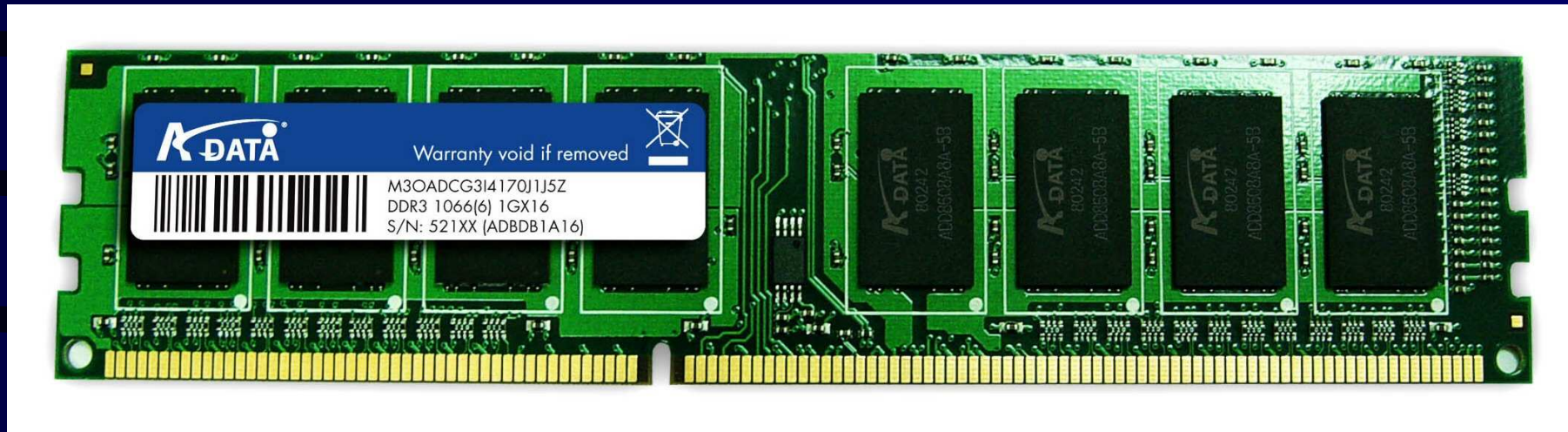
- **DDR3 SDRAM:**
 - data jsou přenášena s náběžnou i sestupnou hranou hodinového signálu (podobně jako u DDR SDRAM a DDR2 SDRAM)
 - provádějí předvýběr osmi bitů, které ukládají do svých V/V bufferů
- **Poznámka:**
 - paměťové moduly pro paměti SDRAM, DDR SDRAM, DDR2 SDRAM a DDR3 SDRAM nejsou vzájemně kompatibilní

Paměti DRAM (7)



Moduly DIMM DDR2 SDRAM s 240 vývody

Paměti DRAM (8)



Modul DIMM DDR3 SDRAM s 240 vývody

Dual Channel DDR

- Nejedná se o nový typ paměti, ale o novou architekturu základních desek využívající paměti DDR SDRAM
- Pro práci s pamětí se využívají dva kanály
- Data jsou přenášena po 128 bitech (64 bitů pro každý kanál)
- Použití Dual Channel DDR teoreticky zdvojnásobuje přenosovou rychlost paměti

Cache paměti (1)

- Cache paměť:
 - rychlá vyrovnávací paměť mezi rychlým zařízením (např. procesor) a pomalejším zařízením (např. operační paměť)
 - vyrobena z obvodů SRAM s přístupovou dobou 1 – 20 ns
- V dnešních počítačích se běžně používají dva druhy cache pamětí

Cache paměti (2)

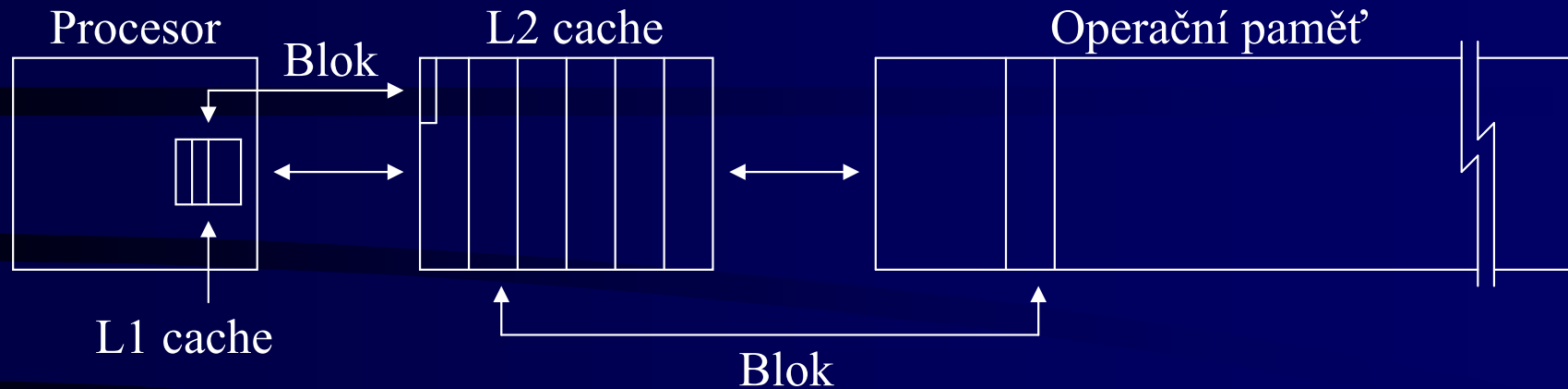
– L2 (externí, sekundární) cache:

- umístěna mezi pomalejší operační paměti a rychlým procesorem
- slouží jako vyrovnávací paměť u počítačů s výkonným procesorem, které by byly bez ní operační paměti velmi zpomalovány
- první L2 cache paměti se objevují u počítačů s procesorem 80386 (o kapacitě 32 kB, 64 kB)
- s výkonnějšími procesory se postupně zvyšuje i kapacita (128 kB, 256 kB, 512 kB, 1024 kB a více)
- řízena řadičem cache paměti (součást čipové sady, popř. čipu procesoru)

Cache paměti (3)

- osazena na:
 - základní desce: 80386 – Pentium (MMX)
 - v pouzdře procesoru: Pentium Pro – Pentium III
 - na čipu procesoru: Pentium III, Pentium 4, Pentium D, Core 2 Duo, Core 2 Quad
- L1 (interní, primární) cache:
 - slouží k vyrovnání rychlosti velmi výkonných procesorů a pomalejších L2 cache pamětí
 - integrována přímo na čipu procesoru
 - poprvé se objevuje u procesoru 80486 (s kapacitou 8 kB)
 - řízena řadičem L1 cache paměti, který je integrován na čipu procesoru

Cache paměti (4)



- Práce cache paměti vychází ze skutečnosti, že program má tendenci se při své práci určitou dobu zdržovat na určitém místě paměti, a to jak při zpracování instrukcí, tak při načítání (zapisování) dat z (do) paměti - tzv. **princip lokality**

Cache paměti (5)

- Pokud dojde k zaplnění cache paměti a je potřeba zavést další blok, je nutné, aby některý z bloků cache paměť opustil
- Nejčastěji se k tomuto používá **LRU** (Least Recently Used) algoritmu, tj. algoritmu, který vyřadí nejdéle nepoužívaný blok

Rozšiřující sběrnice (1)

- **Sběrnice:**
 - soustava vodičů, která umožňuje přenos signálů mezi jednotlivými částmi počítače
 - pomocí těchto vodičů mezi sebou jednotlivé části počítače komunikují a přenášejí data
- **Rozšiřující sběrnice (sběrnice):**
 - sběrnice počítačů umožňující jejich snadné rozšiřování o další zařízení, např.:
 - zvukové karty
 - síťové karty
 - řadiče disků

Rozšiřující sběrnice (2)

- standard, dohoda o tom, jak vyrobit zařízení (rozšiřující karty), která mohou pracovat ve standardním počítači
- obsahuje konektory (tzv. **sloty**), pomocí nichž lze připojit rozšiřující karty
- Typy sběrnic:
 - **synchronní sběrnice:**
 - sběrnice pracující synchronně s procesorem počítače
 - platnost údajů na sběrnici jednoznačně určuje hodinový signál
 - tímto způsobem dnes pracuje většina sběrnic

Rozšiřující sběrnice (3)

– multimaster sběrnice:

- dovoluje tzv. **busmastering**
- sběrnice, která může být řízena několika zařízeními, nejen procesorem
- je možné, aby některé ze zařízení, které je ke sběrnici připojené (např. řadič pevného disku), na určitou dobu převzalo její řízení
- po dobu, kdy takto řídí celou sběrnici, může toto zařízení rychleji a efektivněji provést své operace (např. přenos velkého objemu dat z pevného disku) a potom opět řízení vrátit procesoru

Sběrnice PCI (1)

- **PCI** (Peripheral Component Interconnect) je sběrnice, která byla navržena a vyrobena firmou Intel v roce 1992
- Původně byla určena pro počítače s procesory Intel Pentium
- Využívá tzv. **mezisběrnicový můstek** (**CPU – PCI bridge**), jehož prostřednictvím je připojena k systémové sběrnici

Sběrnice PCI (2)

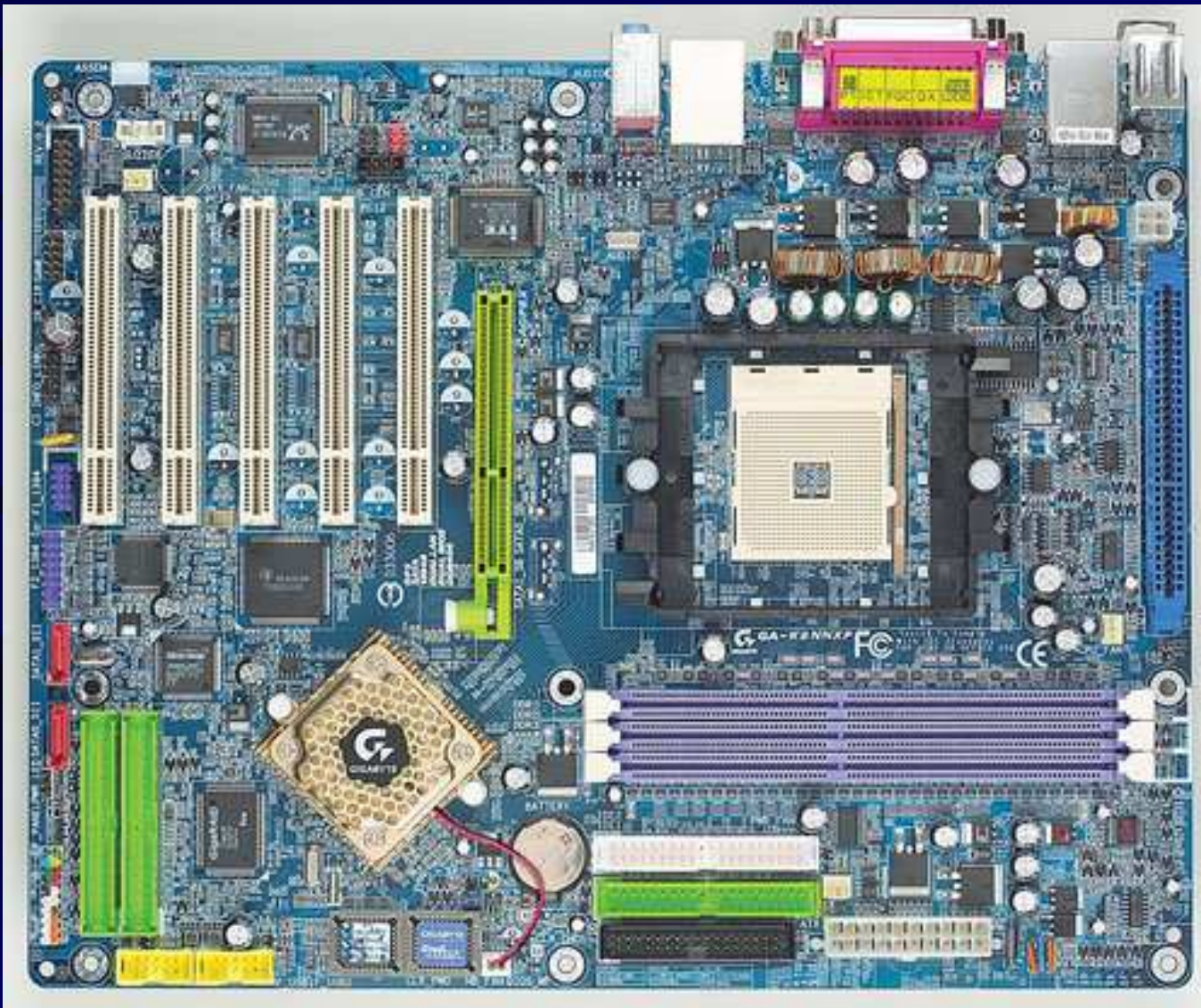
- Toto řešení přináší následující výhody:
 - možnost použití sběrnice PCI i v jiných počítačích než jsou PC (např. Macintosh, DEC)
 - můstek dovoluje provádět přizpůsobování napěťových úrovní
- Sběrnice PCI je **časově multiplexována**, tj. adresa i data jsou přenášena po stejných vodičích (nejprve adresa, potom data)
- Šířka přenosu dat i adresy je standardně 32 bitů

Sběrnice PCI (3)

- Existuje i 64bitová verze PCI, která se používá zejména pro řadiče diskových polí (RAID) a síťové karty pro Gigabit Ethernet
- Pracuje s frekvencí 33 MHz nebo 66 MHz
- PCI umožňuje **busmastering**
- Podporuje standard **Plug & Play**
- Používána u novějších počítačů s procesorem 80486 a u počítačů s procesory Pentium a vyššími

Sběrnice PCI (4)

- Základní deska se sběrnicí PCI:



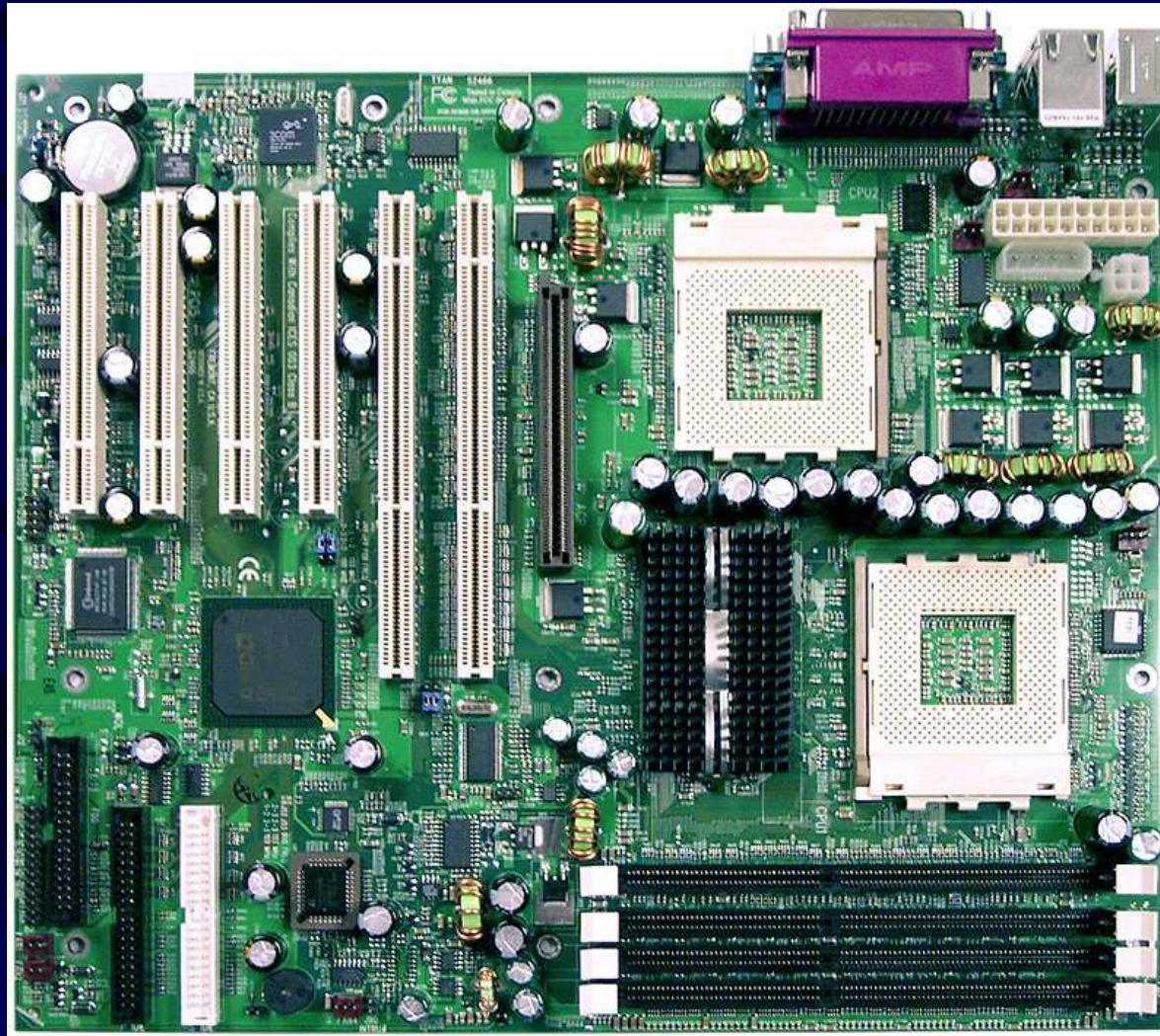
Sběrnice PCI (5)

- Rozšiřující karta pro sběrnici PCI:



Sběrnice PCI (6)

- Základní deska s 64bitovou sběrnicí PCI:

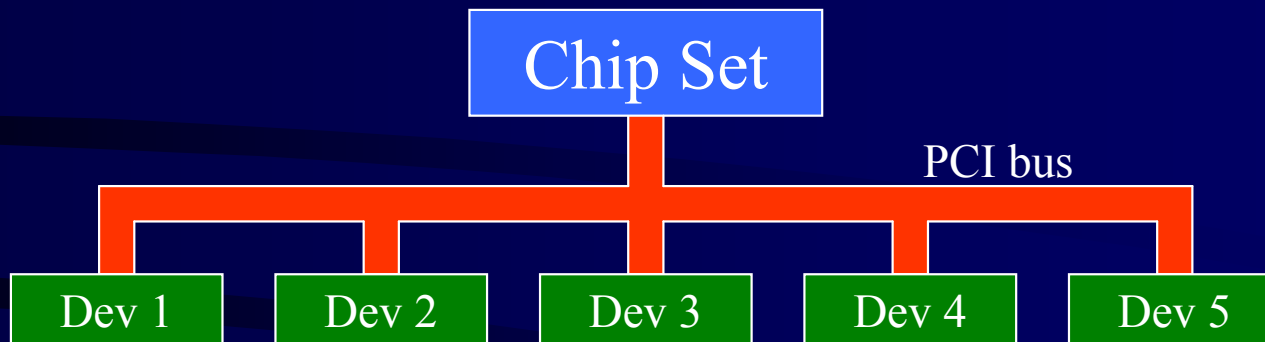


Sběrnice PCI Express (1)

- **PCI Express (PCIe)** je nové označení technologie původně známé jako **3GIO**
- Specifikace PCIe byla dokončena v roce 2002
- Jedná se novou architekturu pro budování rozšiřující sběrnice
- Dosud používané rozšiřující sběrnice (PC bus – PCI) jsou (byly) budovány jako systémy se sdílenou sběrnicí

Sběrnice PCI Express (2)

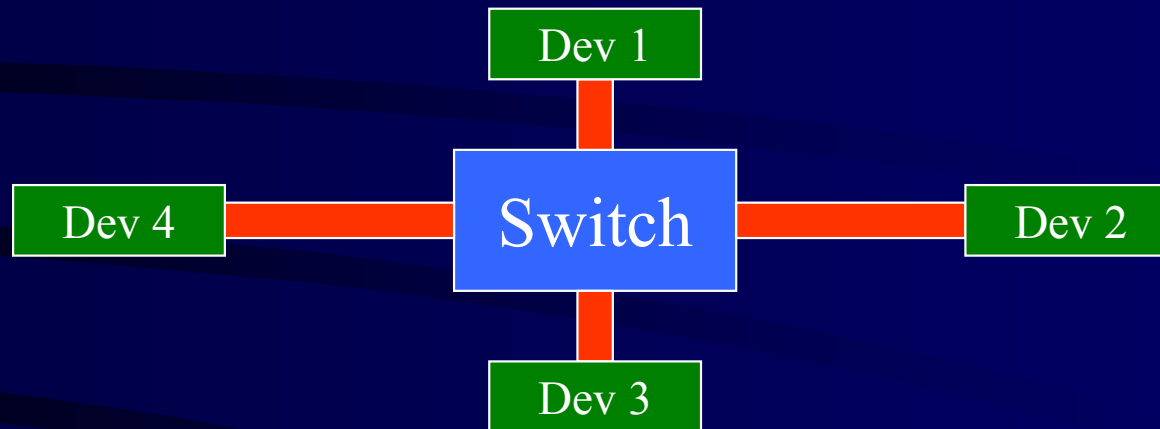
- Systém se sdílenou sběrnicí (PCI bus):



- PCIe používá tzv. **point-to-point** topologii
- Tato topologie nahrazuje sdílenou sběrnici **sdíleným přepínačem (switch)**, který je integrován na úrovni obvodů čipové sady a zabezpečuje vzájemnou komunikaci

Sběrnice PCI Express (3)

- Systém se sdíleným přepínačem (PCIe)



- Jednotlivá zařízení nemusí sdílet jednu sběrnici, ale každé z nich má výhradní a přímý přístup k přepínači

Sběrnice PCI Express (4)

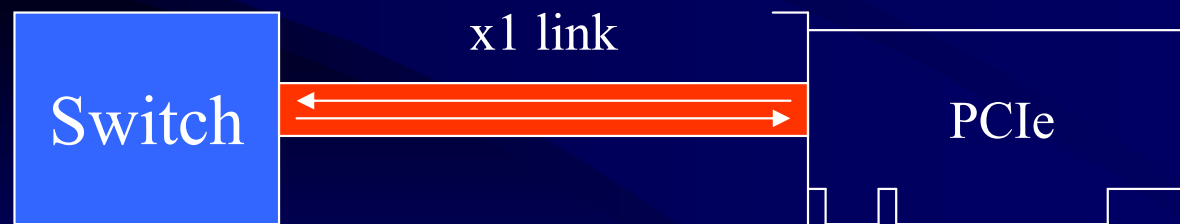
- Přepínač provádí směrování komunikačních paketů mezi jednotlivými zařízeními
- Výhodou topologie využívající komunikaci pomocí přepínání je:
 - centralizace řízení provozu celé sběrnice do jednoho obvodu (switch)
 - zařízení nemusí používat obvody, pomocí nichž je realizováno rozhodování, které zařízení bude momentálně komunikovat

Sběrnice PCI Express (5)

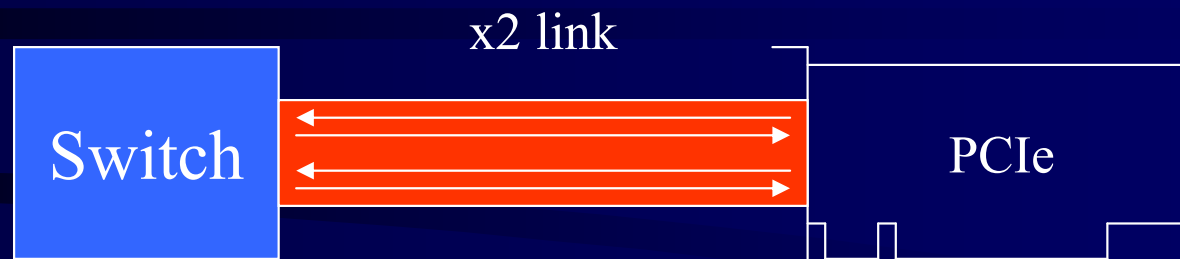
- dovoluje implementaci **QoS** (Quality of Service):
 - switch může upřednostňovat některé pakety (např. pakety pro přehrávání videa v reálném čase) před jinými pakety, které nejsou časově kritické
- Každé zařízení má svou vyhrazenou sběrnici, která je v terminologii PCIe označována jako **link**
- Každý link je tvořen jednou nebo více cestami označovanými jako **lanes**

Sběrnice PCI Express (6)

- Každá cesta (**lane**) umožňuje v jednom okamžiku sériově přenášet data oběma směry (pracuje v režimu **full duplex**)
- Podle počtu cest, které tvoří jeden link se potom rozlišují jednotlivé typy linků (**x1 link**, **x2 link**, **x4 link**, **x8 link**, **x16 link** a **x32 link**)



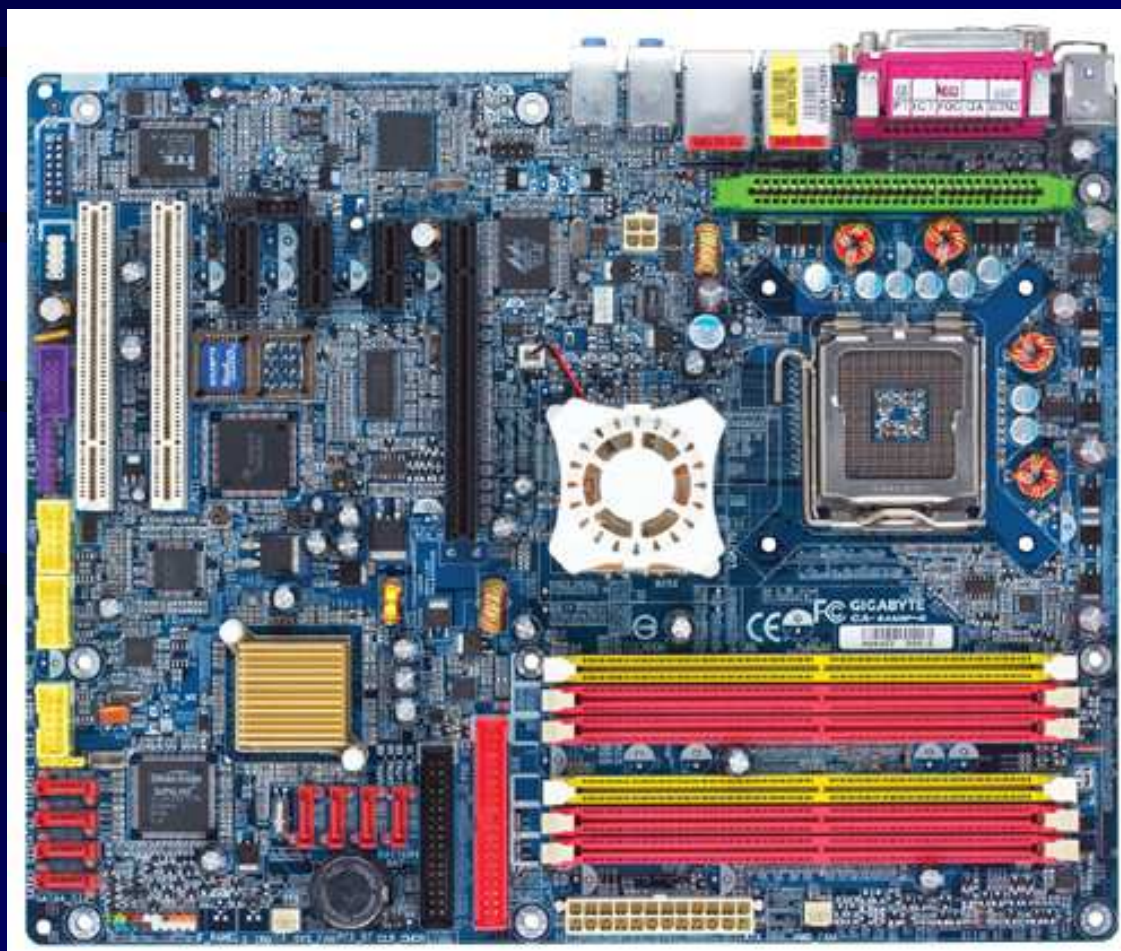
Sběrnice PCI Express (7)



- Jedna cesta je schopna přenášet data rychlostí 2,5 Gb/s (v každém směru), tzn., že pro x2 link je maximální přenosová rychlost 5 Gb/s

Sběrnice PCI Express (8)

- Základní deska se sběrnicí PCIe (1x PCIe – x16 link a 3x PCIe – x1 link):



Sběrnice PCI Express (9)

- Grafická karta pro sběrnici PCIe x16:



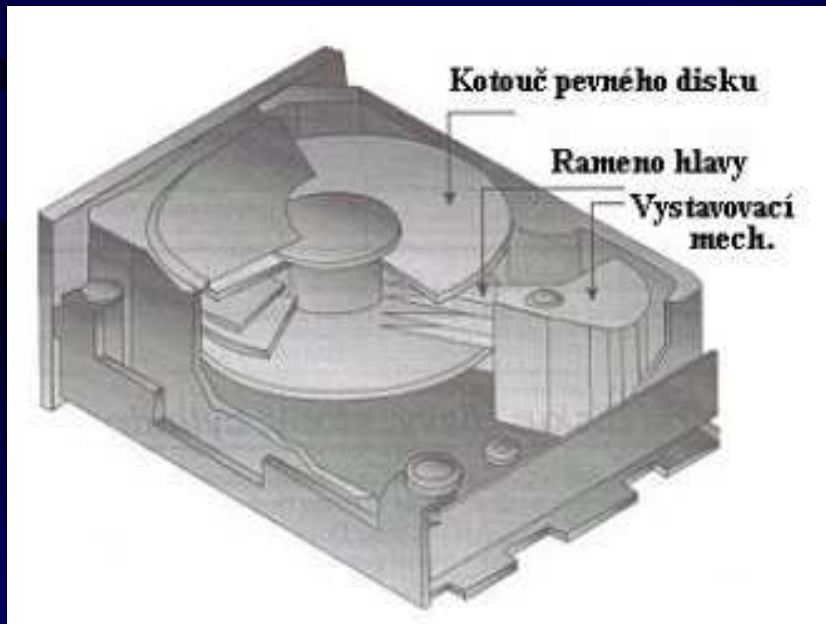
Pevné disky (1)

- Pevný disk (Hard Disk, Winchester disk, HDD – Hard Disk Drive) je médium pro uchování dat s vysokou kapacitou záznamu
- Jedná se o uzavřenou nepřenosnou jednotku



Pevné disky (2)

- Uvnitř této jednotky se nachází několik nad sebou umístěných rotujících kotoučů (disků)
- Tyto disky se otáčejí po celou dobu, kdy je pevný disk připojen ke zdroji elektrického napájení



Pevné disky (3)

- Díky tomuto otáčení se v okolí disků vytváří tenká vzduchová vrstva, na níž se pohybují čtecí/zapisovací hlavy
- Vzdálenost hlav od disku je asi 0,3 až 0,6 mikronu

Parametry pevných disků (1)

- **Kapacita:**
 - množství informací, které lze na pevný disk uložit
 - např.: 10 MB – 500 GB
- **Přístupová doba:**
 - doba, která je nutná k vystavení čtecích/zapisovacích hlav na požadovaný cylindr
 - např.: 3,6 – 65 ms
- **Přenosová rychlost:**
 - počet bytů, které je možné z disku přenést za jednu sekundu
 - např.: 700 kB/s – řádově desítky MB/s

Parametry pevných disků (2)

- **Počet otáček:**
 - počet otáček kotoučů pevného disku za jednu minutu
 - např.: 3600, 5400, 7200, 10000, 15000 otáček/min
- **Kapacita cache paměti:**
 - kapacita vyrovnávací cache paměti pevného disku
 - cache paměť pevného disku je realizována jako paměť typu DRAM
 - např.: 0 – 8 MB

Parametry pevných disků (3)

- **Velikost:**
 - průměr disků použitých ke konstrukci pevného disku
 - např.: 2"; 3^{1/2}", 5^{1/4}"
- **Počet cylindrů:**
 - počet stop (cylindrů) na každém disku (řádově stovky až tisíce)
- **Počet hlav:**
 - odpovídá počtu povrchů, na které se provádí záznam
 - např: 2 – 16 hlav

Parametry pevných disků (4)

- **Počet sektorů:**
 - počet sektorů na každé stopě
 - kapacita jednoho sektoru je standardně 512 B
 - např. 8 – řádově stovky sektorů na stopu
- **Typ rozhraní:**
 - určuje, jaký typ rozhraní musí být v počítači osazen, aby bylo možné tento pevný disk připojit
 - např.: ATA (EIDE), SCSI, SATA
- **Podpora S.M.A.R.T.:**
 - podpora pro technologii **S.M.A.R.T.** (Self Monitoring Analysis And Reporting Technology)

Parametry pevných disků (5)

- pracuje tak, že disk sám sleduje určité své parametry a vlastnosti, jejichž změna může indikovat blížící se poruchu
- umožňuje uživatele informovat o běžně nepozorovatelných problémech při práci pevného disku, např.:
 - chybné čtení (chybný zápis) sektoru
 - kolísání rychlosti otáček
 - teplota uvnitř pevného disku
 - počet realokovaných (vadných sektorů)
 - doba provozu disku
 - počet zapnutí pevného disku

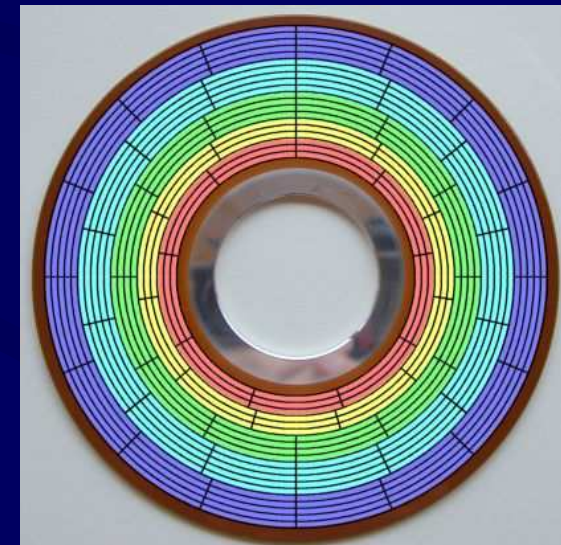
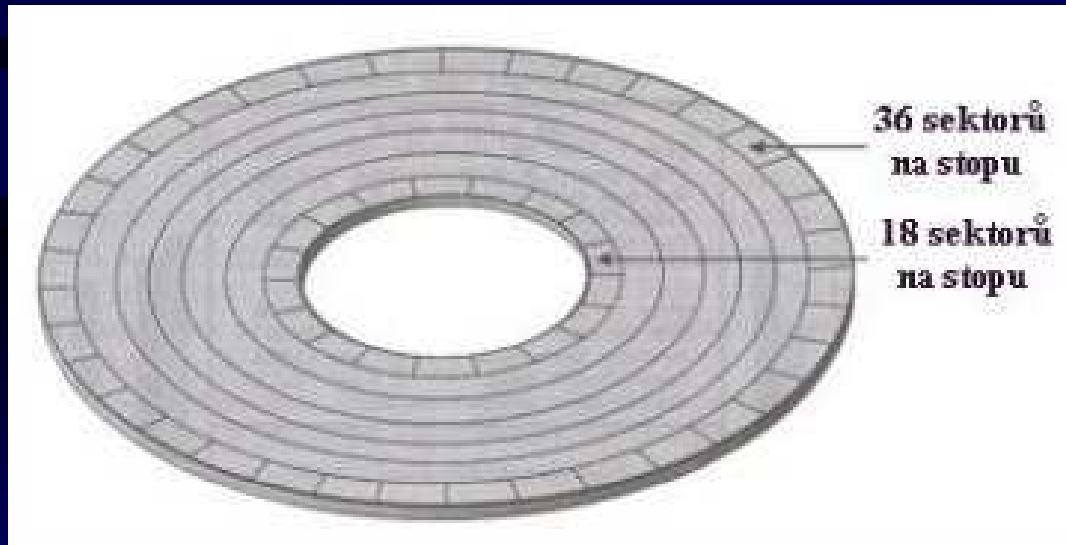
Parametry pevných disků (6)

- Typ hlav:
 - typ čtecích (zapisovacích) hlav:
 - **TFI** – Thin Film Inductance:
 - využívají technologii nanášení tenkých vrstev
 - používány pro zápis i čtení u disků s kapacitou do 1 GB
 - dodnes používány pro zápis (pro čtení je použit magnetorezistivní senzor)
 - **AMR** – Anisotropic Magnetoresistive:
 - pro zápis využívají TFI hlavu a pro čtení AMR senzor
 - používány u disků s kapacitou do 30 GB
 - **GMR** – Giant Magnetoresistive:
 - pro zápis využívají TFI hlavu a pro čtení GMR senzor
 - používány u disků s kapacitou nad 30 GB

Parametry pevných disků (7)

- ZBR:

- metoda, která dovoluje zapisovat na stopy, jež jsou vzdálenější od středu pevného disku (jsou větší), vyšší počet sektorů



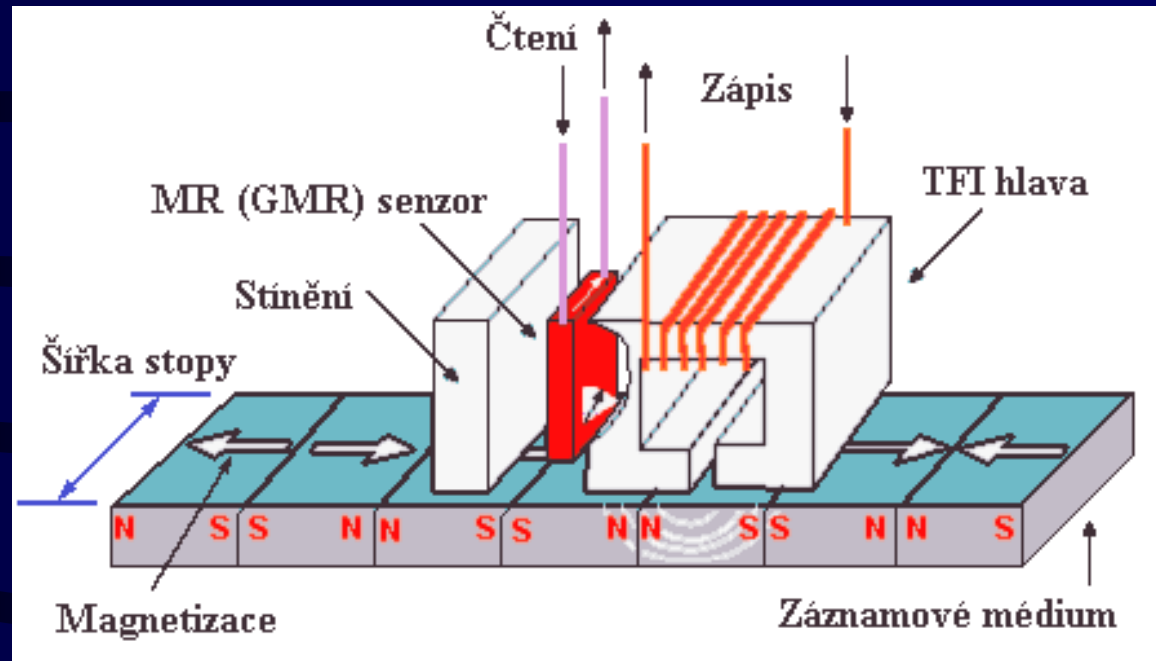
Možnosti zvyšování kapacity pevných disků

- Kapacitu pevných disků lze zvýšit:
 - **zvětšením rozměrů disku**: nevhodné řešení
 - **zvětšením počtu povrchů**: omezené možnosti
 - použitím **ZBR**
 - **zvýšením hustoty záznamu**:
 - vyžaduje vyšší citlivost čtecí hlavy
 - původní (TFI) hlava svou citlivostí nedostačuje
 - v současné době se používají tzv. **magnetorezistivní hlavy (MR heads)**

Magnetorezistivní hlavy (1)

- Magnetorezistivní hlavy se skládají ze dvou částí:
 - **TFI hlava**: slouží pouze pro zápis dat
 - **magnetorezistivní senzor**: slouží ke čtení dat
- Magnetorezistivní senzor je vyroben ze slitin, které pokud jsou vystaveny působení magnetického pole, mění svůj elektrický odpor

Magnetorezistivní hlavy (2)



- Výhodou tohoto řešení je, že magnetorezistivní senzor vykazuje při čtení mnohem větší citlivost než dříve používaná TFI hlava

Magnetorezistivní hlavy (3)

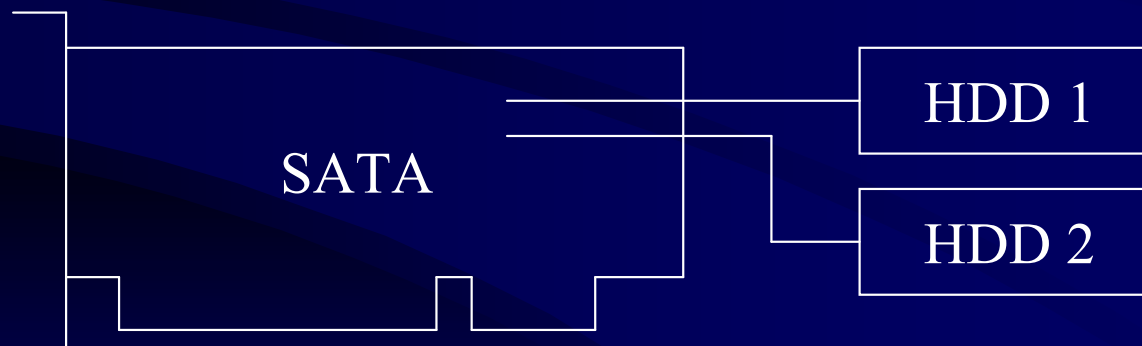
- Podle typu magnetorezistivního senzoru je možné tento typ hlav dále rozdělit na:
 - AMR hlavy:
 - anisotropní magnetorezistivní hlavy
 - max. hustota záznamu cca 3 Gb/in²
 - GMR hlavy:
 - giant magnetorezistivní hlavy
 - max. hustota záznamu cca 10 Gb/in² až 35 Gb/in²
- Pozn.: TFI hlava dovoluje max. hustotu záznamu do 1 Gb/in²

Rozhraní Serial ATA (1)

- Rozhraní Serial ATA (**SATA**) využívá pro přenos informací sériovou sběrnici
- K rozhraní SATA lze připojovat pevné disky, mechaniky CD-ROM, DVD, ZIP apod.
- Každé zařízení je k rozhraní SATA připojeno vlastním kabelem, tj. není nutné provádět nastavení Single, Master, Slave, Cable Select (jako tomu bylo u rozhraní ATA)

Rozhraní Serial ATA (2)

- Rozhraní SATA podporuje tzv. **Hot Plug-In**, tj. připojování (odpojování) zařízení i za chodu počítače
- Zapojení zařízení k rozhraní SATA:



Rozhraní Serial ATA (3)



HDD pro rozhraní
SATA



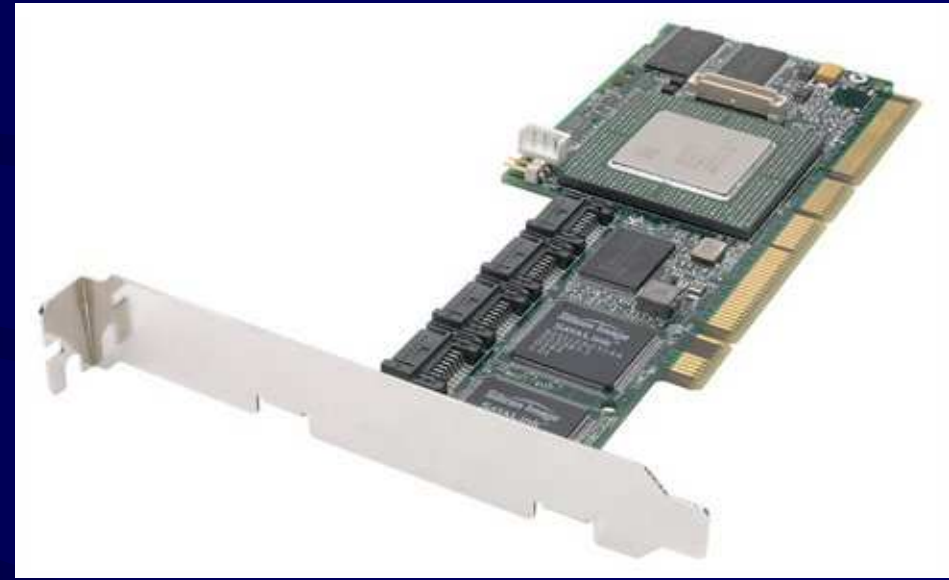
Detail konektoru

Rozhraní Serial ATA (4)

- Rozhraní SATA:



Rozhraní SATA se
dvěma kanály
(32-bit PCI)



Rozhraní SATA se
čtyřmi kanály
(podpora RAID, 64-bit PCI)

Rozhraní SCSI (1)

- Cílem rozhraní **SCSI** (Small Computer Systems Interface) bylo vytvořit standardní rozhraní poskytující sběrnici pro připojení dalších zařízení
- První specifikace **SCSI-1** byla uveřejněna v roce 1986
- Tato specifikace definuje 50vodičovou sběrnici, ke které je možné připojit interní i externí zařízení

Rozhraní SCSI (2)

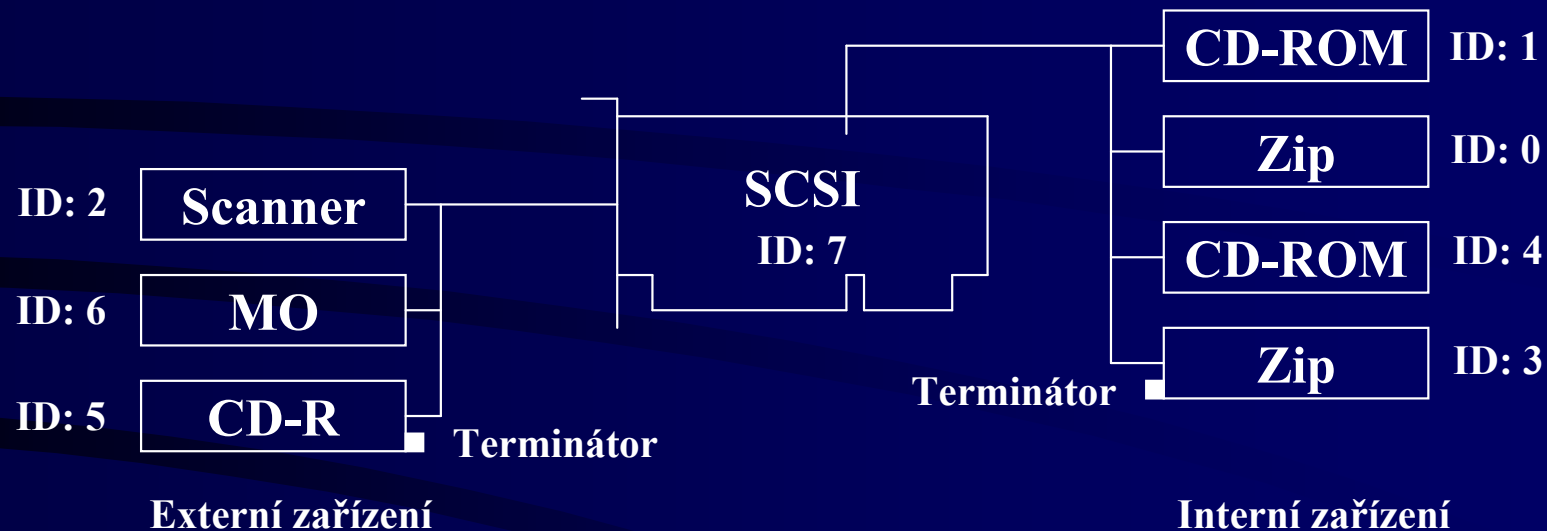
- Prostřednictvím této sběrnice je možné připojovat k počítači rozličná zařízení, např.:
 - pevné disky
 - jednotky CD-ROM
 - páskové mechaniky
 - scannery
 - tiskárny
 - plottery

Rozhraní SCSI-1 (1)

- Standard **SCSI-1** dovoluje připojit ke své sběrnici až 8 různých zařízení
- Jedno z připojených zařízení musí vždy být vlastní karta s SCSI rozhraním
- Sběrnice definovaná v SCSI-1 je 8bitová a dovoluje práci s maximální frekvencí 5 MHz
- Každé zařízení, které je k SCSI sběrnici připojeno, musí mít nastavené své (jedinečné) **identifikační číslo (ID)**

Rozhraní SCSI-1 (2)

- Zapojení zařízení k rozhraní SCSI:



- SCSI sběrnice musí být na posledních (krajních) zařízeních ukončena tzv. **terminátory** (zakončovacími odpory)

Rozhraní SCSI-2 (1)

- Zahrnuje následující rysy:

- **Fast SCSI:**

- pracuje oproti SCSI-1 s dvojnásobnou frekvencí (10 MHz)
 - šířka přenosu je 8 bitů jako u SCSI-1

- **Wide SCSI:**

- rozšiřuje šířku přenosu dat na 16 bitů
 - počet maximálně připojitelných zařízení je rozšířen na 16 (ID 0 – 15)
 - zvětšuje počet vodičů SCSI sběrnice na 68
 - Wide SCSI bylo téměř vždy kombinováno dohromady i s verzí Fast SCSI

Rozhraní SCSI-2 (2)

- Pozn.: Verze SCSI, které pracují s 8bitovou sběrnici, se dnes označují jako **Narrow SCSI**
- V rámci standardu SCSI-2 byly také vytvořeny dva rozličné principy přenosu dat:
 - **Single-ended SCSI:**
 - každý bit je posílán po jenom vodiči a jeho hodnota je určena napět'ovou úrovní signálu
 - **Differential SCSI (HVD):**
 - každý bit je posílán po dvou vodičích
 - po jednom vodiči je posílána hodnota tohoto bitu
 - po druhém vodiči je posílána jeho negace
 - zařízení, které tento signál přijímá pak zjistí rozdíl (diferenci) mezi hodnotami přijatými na obou vodičích

Rozhraní SCSI-3

- Z tohoto standardu vycházejí rozhraní označovaná jako Ultra SCSI
- Ultra SCSI existují ve verzi:
 - **Narrow**: 8bitová sběrnice s možností připojit maximálně 8 zařízení
 - **Wide**: 16bitová sběrnice s možností připojit maximálně 16 zařízení)
- Ultra SCSI podporuje i další princip přenosu dat označovaný jako **LVD**

Grafická karta

- Grafická karta (**videokarta, grafický adaptér**) je zařízení, které zabezpečuje výstup dat z počítače na:
 - obrazovku monitoru
 - LCD display
- Dovoluje práci ve dvou režimech:
 - **textový režim**:
 - umožňuje zobrazovat pouze předem definované znaky
 - **grafický režim**:
 - informace zobrazovány po jednotlivých obrazových bodech tzv. **pixelech (picture element)**

Parametry grafických karet (1)

- **Rozlišení v grafickém režimu:**
 - počet pixelů, které je možné zobrazit v horizontálním a ve vertikálním směru
 - např. 640×480 , 800×600 , 1024×768 ,
 1152×864 , 1280×1024 , 1600×1200 pixelů
- **Počet barev (barevná hloubka):**
 - počet barev, které je možné zároveň zobrazit
 - udává se většinou pouze pro grafický režim
 - např.: 2, 4, 16, 256, 65536, 16,7 mil. barev

Parametry grafických karet (2)

- Rychlost:
 - objektivní vyjádření rychlosti grafické karty je problematické a nejednotné
 - udává se jako počet určitých operací, které grafická karta dokáže provést za jednotku času
 - bývá stanovena pouze v (určitém) grafickém režimu
 - např.:
 - 3,04 mld. pixelů/s
 - 380 mil. trojúhelníků/s
 - 136 mil. vrcholů/s (vrchol značí bod v 3D prostoru)

Grafická karta SVGA (1)

- Grafická karta **SVGA** (Super Video Graphics Array) je dnes nejpoužívanější typ grafické karty
- Skládá se z následujících částí:
 - **procesor**:
 - řídí činnost celé grafické karty
 - ovládá rozlišení grafické karty, barevnou hloubku a vše spojené s vykreslováním pixelů na obrazovku
 - **paměť** (**videopaměť**, **frame buffer**):
 - uchovává informace, ze kterých procesor grafické karty vytváří digitální obraz
 - kapacita videopaměti bývá 1 MB – 256 MB

Grafická karta SVGA (2)

– RAM DAC (RAM Digital to Analog Convertor):

- převodník, který přebírá digitální obraz vytvářený procesorem grafické karty
- na jeho základě vytváří analogový signál pro monitor

– ROM BIOS:

- základní programové vybavení (firmware) nezbytné pro činnost grafické karty

Grafická karta SVGA (3)

- Grafický akcelerátor:
 - označení grafické karty, jejíž procesor je schopen samostatně realizovat některé operace používané v počítačové grafice, např.:
 - vykreslení určitých grafických objektů
 - antialiasing
 - skrytí neviditelných hran v 3D scéně
 - stínování 3D scény
 - přehrávání videosekvencí
 - umožňuje podstatně vyšší výkon, protože není nutné, aby každý pixel, který se má zobrazit na obrazovce, byl vypočítán procesorem počítače

Grafická karta SVGA (4)

- Procesor grafické karty je propojen s videopamětí pomocí sběrnice, jejíž šířka bývá 32, 64, 128, 256, popř. 384 bitů
- Paměť na grafické kartě bývá realizována jako:
 - DDR SDRAM
 - DDR2 SDRAM
 - specializovaná paměť určená pro grafické karty:
 - GDDR-2
 - GDDR-3
 - GDDR-4

Grafická karta SVGA (5)

- Minimální kapacita videopaměti nutná pro zobrazení konkrétního grafického režimu je dána vztahem:

$$\text{Kapacita video paměti} = H \cdot V \cdot P \quad [\text{B}]$$

- Kde:
 - **H** značí počet pixelů v horizontálním směru
 - **V** značí počet pixelů ve vertikálním směru
 - **P** značí počet bytů nutných pro zobrazení jednoho pixelu

Grafická karta SVGA (6)

- Hodnota parametru P je dána barevnou hloubkou:

Barevná hloubka	Mocnina dvojky	Počet bitů	Počet bytů
16 barev	2^4	4	0,5
256 barev	2^8	8	1
65536 barev	2^{16}	16	2
16,7 mil. barev	2^{24}	24	3

- Poznámka (označení):
 - **High Color**: režim s barevnou hloubkou 65536
 - **True Color**: režim s barevnou hloubkou 16,7 mil.

Grafická karta SVGA (7)

- Režimy True Color pracují s barvami uloženými na třech bytech, které odpovídají **modelu RGB**:
 - **1 byte**: udává hodnotu červené složky (Red)
 - **1 byte**: udává hodnotu zelené složky (Green)
 - **1 byte**: udává hodnotu modré složky (Blue)
- K těmto třem bytům se někdy přidává ještě byte čtvrtý, který vyjadřuje hodnotu tzv. **α kanálu** (míra transparentnosti dané barvy)

Grafická karta SVGA (8)

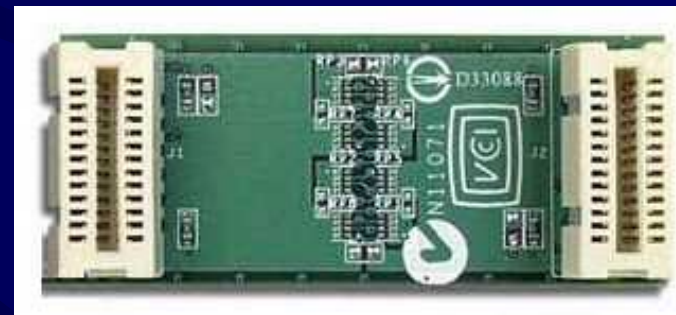
- Vysoká kapacita videopaměti bývá v současné době využívána zejména při zobrazování 3D scén, např. pro:
 - **Z-buffer:**
 - algoritmus vyžadující dodatečnou paměť pro skrývání neviditelných hran objektů
 - **double buffering:**
 - technika kdy videopaměť je rozdělena do dvou částí
 - jedna část vždy obsahuje informace, které se právě zobrazují (např. spočítaný snímek pohyblivé 3D scény)
 - ve druhé části může probíhat výpočet následujícího snímku

Grafická karta SVGA (9)

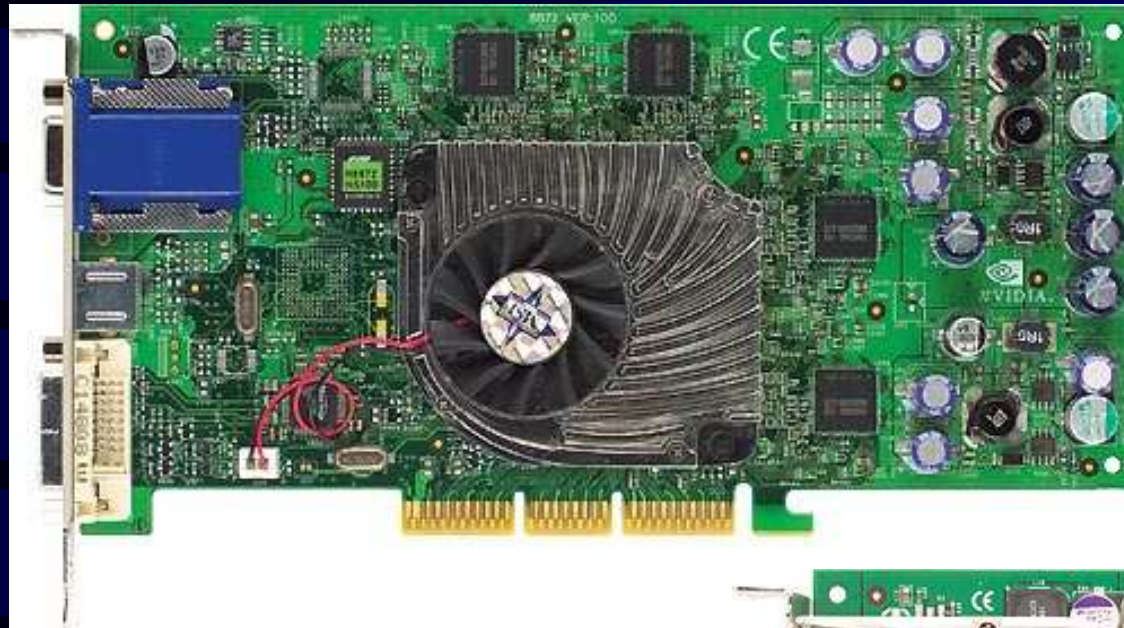
- Dnes jsou grafické karty připojovány nejčastěji pomocí sběrnice **PCIe** nebo speciálního portu **A.G.P.** (Accelerated Graphics Port)
- Současné grafické karty bývají vybaveny:
 - výstupem na analogový monitor
 - digitálním výstupem na LCD panel
 - televizním výstupem
- Kromě televizního výstupu mají některé grafické karty také integrovaný video vstup pro připojení např. videopřehrávače, kamery, ...

Grafická karta SVGA (10)

- Pomocí sběrnice PCI Express je možné do počítače zapojit dvě (popř. více) grafických karet, které budou pracovat paralelně a budou produkovat jeden společný výstup
- Technologie dovolující toto zapojení se označuje jako **SLI** (Scalable Link Interface)



Grafická karta SVGA (11)



Grafická karta MSI
s procesorem
nVidia TI 4600
(A.G.P.)

Grafická karta MSI
s procesorem
nVidia FX 5800
(A.G.P.)



Grafická karta SVGA (12)

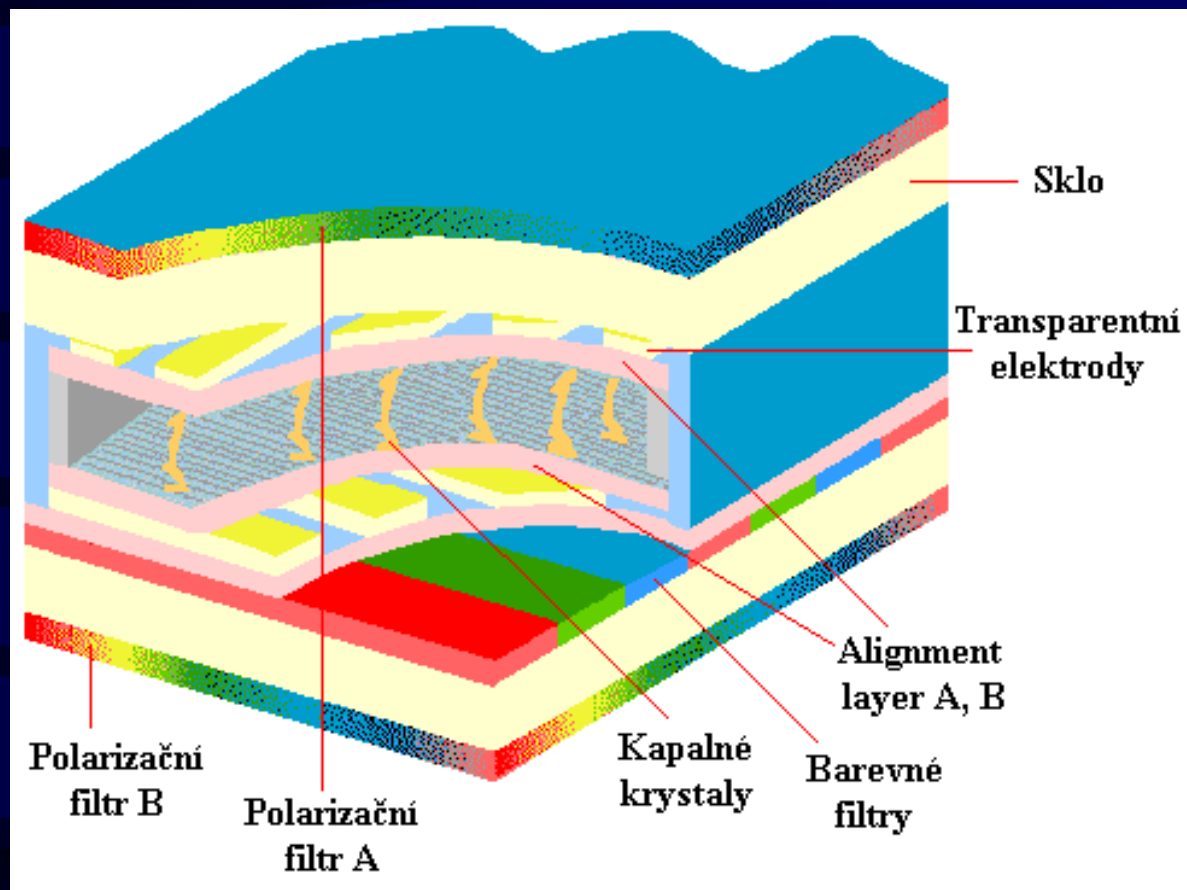


Grafické karty pro sběrnici PCI Express x16

LCD (1)

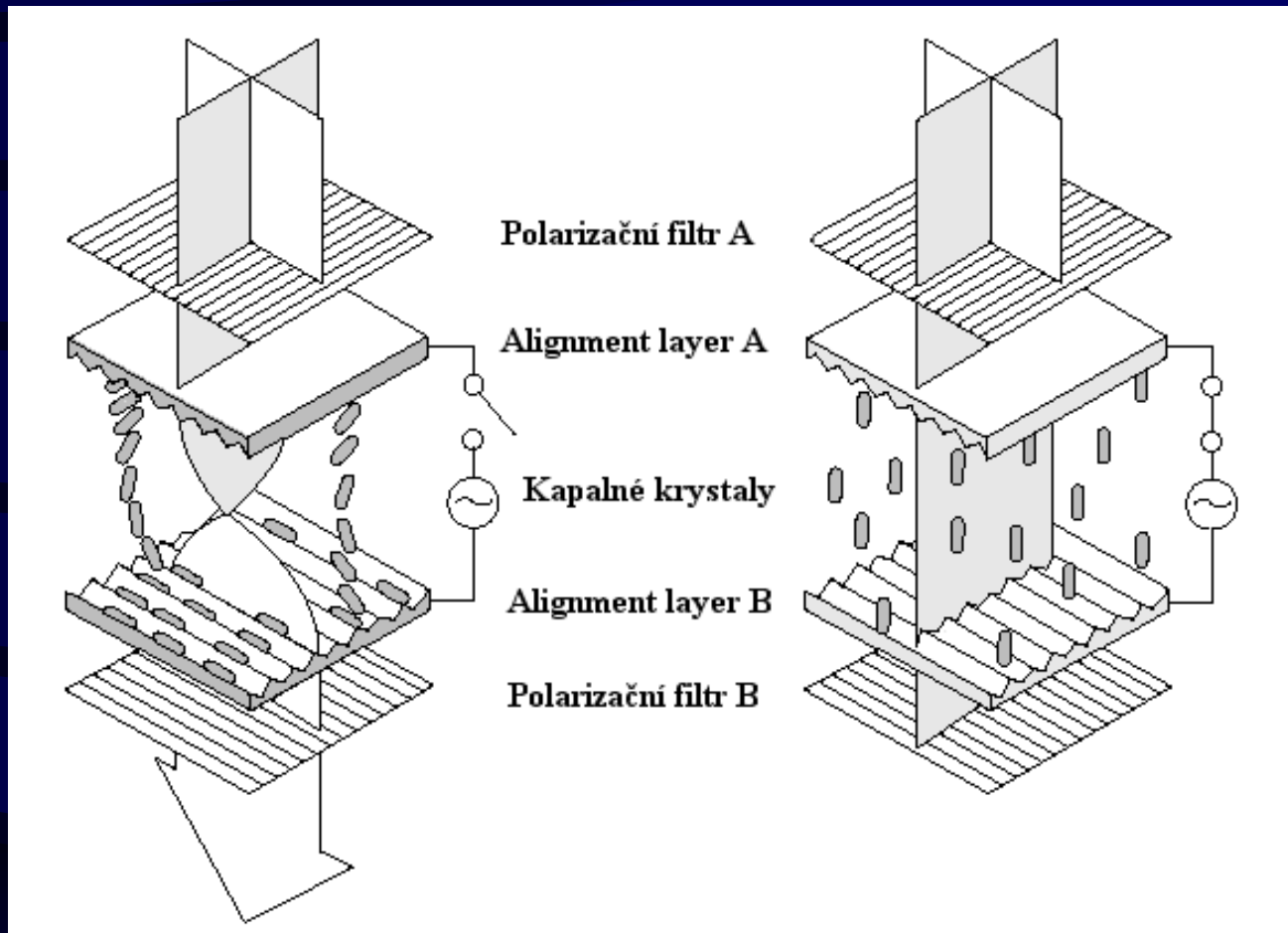
- **LCD** (Liquid Crystal Display): zobrazovací jednotka, která při své činnosti využívá technologii kapalných (tekutých) krystalů
- Pro konstrukci LCD panelů se používají tzv. **nematické** kapalně krystalové
- Tyto krystalové jsou založeny na bázi hexylkyanidbifenyly, jehož molekuly mají podlouhlý (tyčovitý) tvar

LCD (2)



- Zarovňovací vrstvy jsou z vnitřní strany zvrásněny

LCD (3)



- Zvrásnění zarovnávacích vrstev je pootoče-
no o úhel 90°

LCD (4)

- Polarizační filtry jsou nastaveny tak, aby propouštěly polarizovanou rovinu světla, která je rovnoběžná se zvrásněním příslušné zarovnávací vrstvy
- Molekuly kapalných krystalů přilehlé k zarovnávacím vrstvám se natočí ve směru jejich zvrásnění
- Mezilehlé molekuly se stočí a vytvoří tak část šroubovice (spirály)

LCD (5)

- Za polarizačním filtrem A je umístěn zdroj světla (nepolarizovaného) – výbojka
- Světlo (není-li na elektrody přivedeno elektrické napětí):
 - prochází přes polarizační filtr A
 - po průchodu tímto filtrem je již polarizované a kmitá pouze v jedné rovině
 - prochází zarovnávací vrstvou A
 - prochází oblastí kapalných krystalů, jejichž molekuly svým uspořádáním stáčí jeho polarizovanou rovinu o úhel 90°

LCD (6)

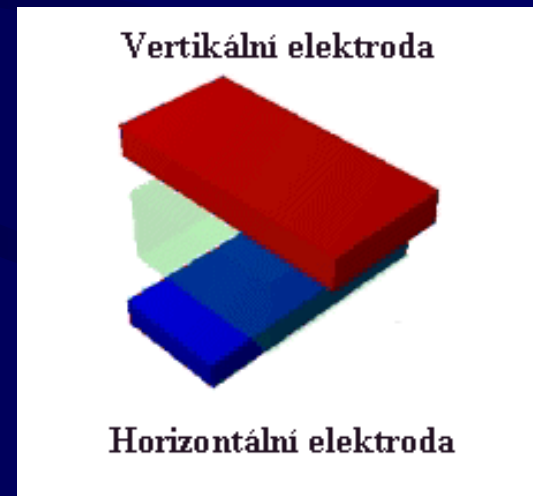
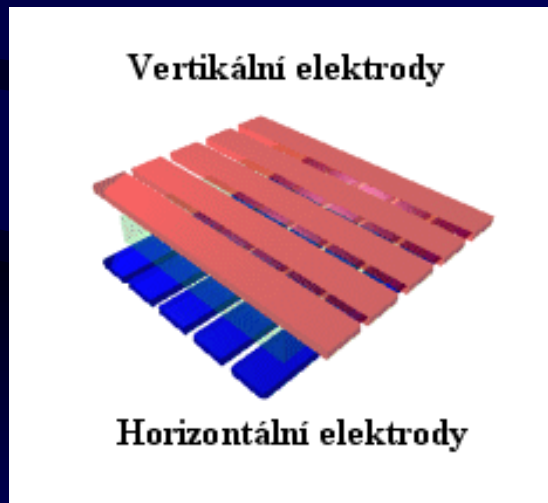
- prochází přes zarovnávací vrstvu B
- prochází přes barevné filtry
- prochází přes polarizační filtr B
- Pokud na transparentní elektrody, které jsou umístěny na vnější straně zarovnávacích vrstev přivedeme elektrické napětí, molekuly kapalných krystalů se začnou narovnávat a opouští tak původní uspořádání ve tvaru šroubovice

LCD (7)

- Toto způsobuje, že polarizovaná rovina světla, která prochází oblastí kapalných krystalů se již nestáčí o úhel 90° , ale o úhel menší než 90°
- Velikost tohoto úhlu je dána hodnotou elektrického napětí přivedeného na transparentní elektrody
- Polarizované světlo, jehož rovina se stáčí o menší úhel, prochází přes polarizační filtr B s menší intenzitou

LCD (8)

- **Pasivní matice (Passive Matrix):**
 - pro adresování jednotlivých obrazových bodů používá vertikálních a horizontálních transparentních elektrod



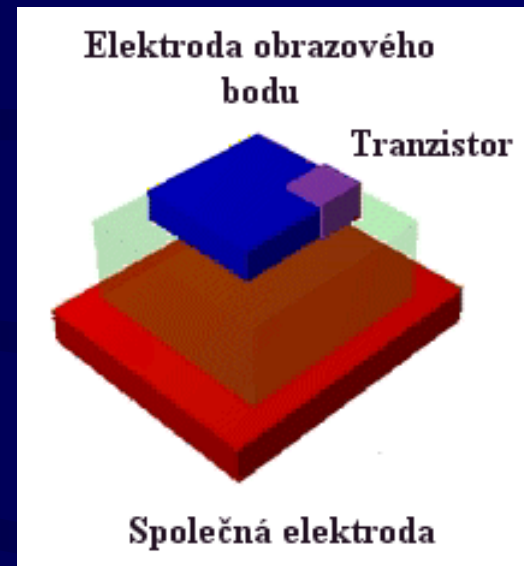
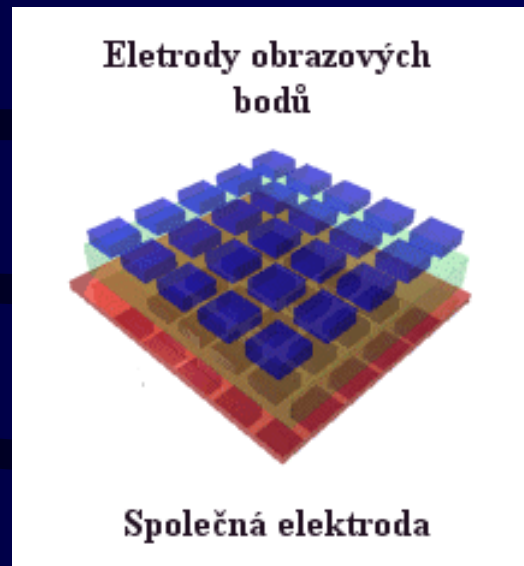
LCD (9)

- pasivní matice nedokáže rychle reagovat na změny a proto se jeví jako nevhodná v okamžiku, kdy je nutné zobrazovat rychle se měnící scénérii (videosekvence, rychle se pohybující objekty atd.)
- skutečnost, že jednotlivé body jsou adresovány přímo pomocí horizontálních a vertikálních elektrod má za následek vznik přeslechů (rozsvícení jednoho obrazového bodu negativním způsobem ovlivňuje jas okolních bodů, zejména na tomtéž řádku)

LCD (10)

- **Aktivní matice (Active Matrix):**
 - založena na technologii **TFT** (Thin Film Tran-sistor)
 - používá ze zadní strany panelu samostatnou elektrodu pro každý obrazový bod a ze přední strany jednu elektrodu společnou pro všechny body
 - každý obrazový bod je vybaven miniaturním tranzistorem, který pracuje jako spínač a který v případě sepnutí umožňuje rozsvícení příslušného obrazového bodu

LCD (11)



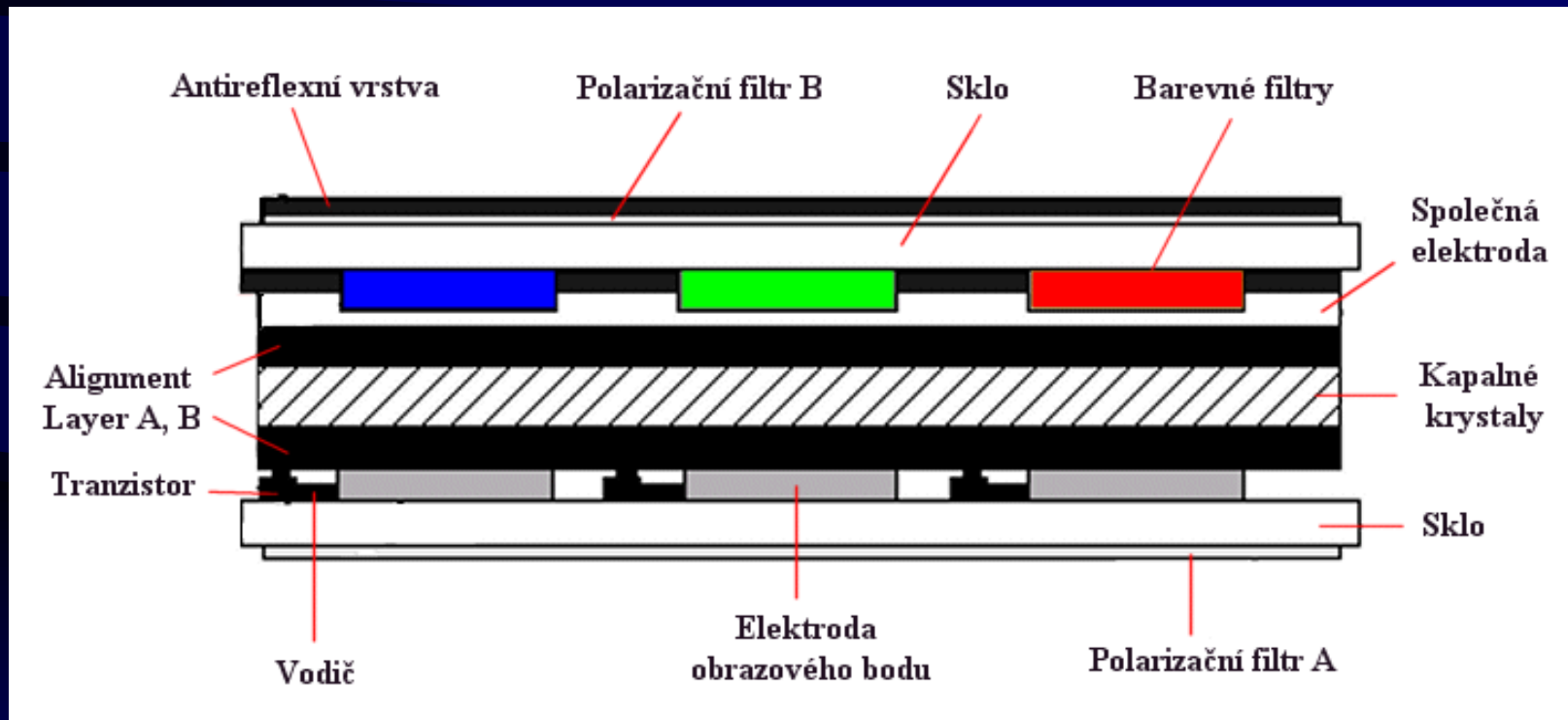
- vodiče k jednotlivým elektrodám jsou vedeny mezi obrazovými body
- použití tranzistoru dovoluje separovat každý obrazový bod od vlivu okolních bodů a tím i minimalizovat přeslechy

LCD (12)

- uvedený mechanismus adresace dovoluje i použití kapalných krystalů které se ve spojení s elektrodami chovají jako kondenzátor (uchovávají si jistý elektrický náboj, který udržuje molekuly kapalných krystalů ve správném natočení)
- tyto krystaly mohou mít také mnohem menší setrvačnost, neboť správné natočení jejich molekul je drženo pomocí elektrického náboje, což dovoluje eliminovat i poměrně nízkou rychlost pasivních matic
- nevýhodou aktivních matic je vyšší spotřeba elektrické energie

LCD (13)

- Řez TFT panelem:



LCD (14)

- LCD panely:



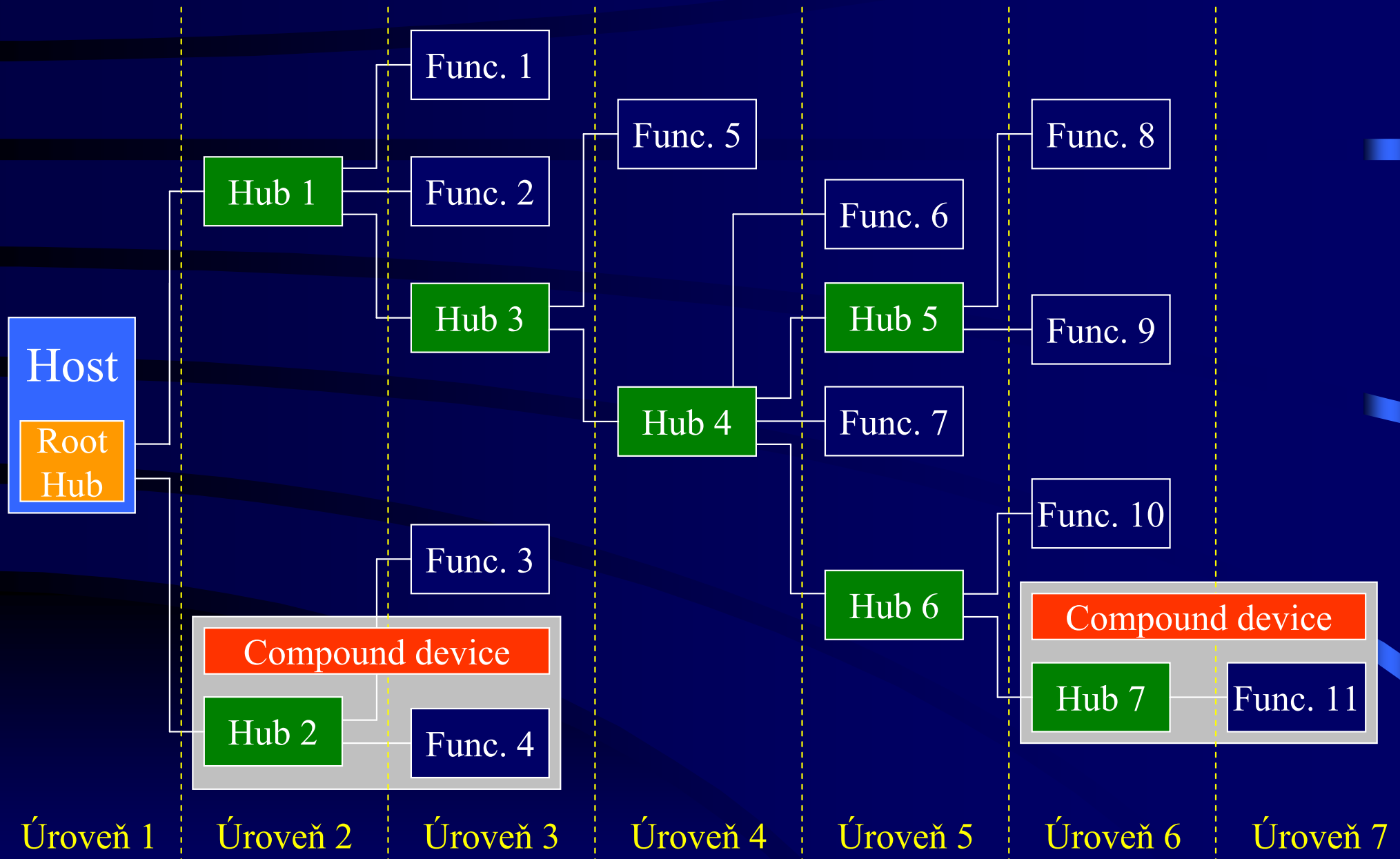
USB (1)

- **USB** (Universal Serial Bus) – standard sběrnice vyvinutý firmami Compaq, Intel, IBM, Microsoft, NEC a dalšími v roce 1995
- Hlavním cílem bylo definovat externí rozšiřující sběrnici umožňující snadné připojování periferních zřízení – tzv. **functions**
- Počítač, ve kterém je osazeno rozhraní pro USB, tzv. (USB) **host controller**, bývá v terminologii USB označován jako **host**
- Host může být v systému pouze jeden

USB (2)

- K host controlleru je připojen tzv. **root hub** (kořenový rozbočovač), ke kterému je možné připojit:
 - **USB zařízení** (může obsahovat i USB hub)
 - **USB hub**: zařízení, které slouží jako rozbočovač pro připojení dalších USB zařízení, popř. USB hubů
- Tímto vzniká stromová fyzická topologie, avšak logická topologie (princip komunikace) odpovídá topologii sběrnice

USB (3)



USB (4)

- Každý uzel tohoto stromu, který není listem je tvořen pomocí USB hubu (popř. zařízení, které USB hub obsahuje – **compound device**)
- Strom USB sběrnice může mít maximálně **7 úrovní (vrstev)** a **127 zařízení**:
 - **1. úroveň**: tvořena Root Hubem
 - **2. - 6. úroveň**: tvořena zařízeními nebo huby
 - **7. úroveň**: tvořena pouze zařízeními
- Jednotlivá připojená USB zařízení mohou být napájena přímo ze sběrnice (+ 5V)

USB (5)

- Je rovněž možné, aby zařízení mělo svůj vlastní napájecí zdroj
- Připojování zařízení se provádí pomocí standardního 4 vodičového kabelu (se dvěma různými konektory):
 - **upstream konektor** („A“): pro připojení směrem k hostu (hubu)
 - **downstream konektor** („B“): pro připojení k zařízení

FireWire / IEEE 1394 (1)

- Standard definující vysokorychlostní sériovou sběrnici (podobně jako USB)
- Sběrnice FireWire byla původně vyvinuta firmami Apple Macintosh a Texas Instruments
- Firmou Sony je tento standard rovněž označován jako **i-Link**
- Z původního návrhu pak vychází dnes používaný standard označovaný jako **IEEE 1394**

FireWire / IEEE 1394 (2)

- Podporuje:
 - **technologii Plug & Play** – automatická konfigurace připojených zařízení
 - **hot-swap** – možnost připojovat (odpojovat) zařízení za chodu počítače
- Komunikace prostřednictvím IEEE 1394 probíhá pomocí packetů, a to ve dvou režimech:
 - **asynchronní:**
 - pro aplikace, které nemusí pracovat v reálném čase
 - např. připojení tiskáren, scannerů
 - v tomto režimu je zaručeno korektní doručení packetu

FireWire / IEEE 1394 (3)

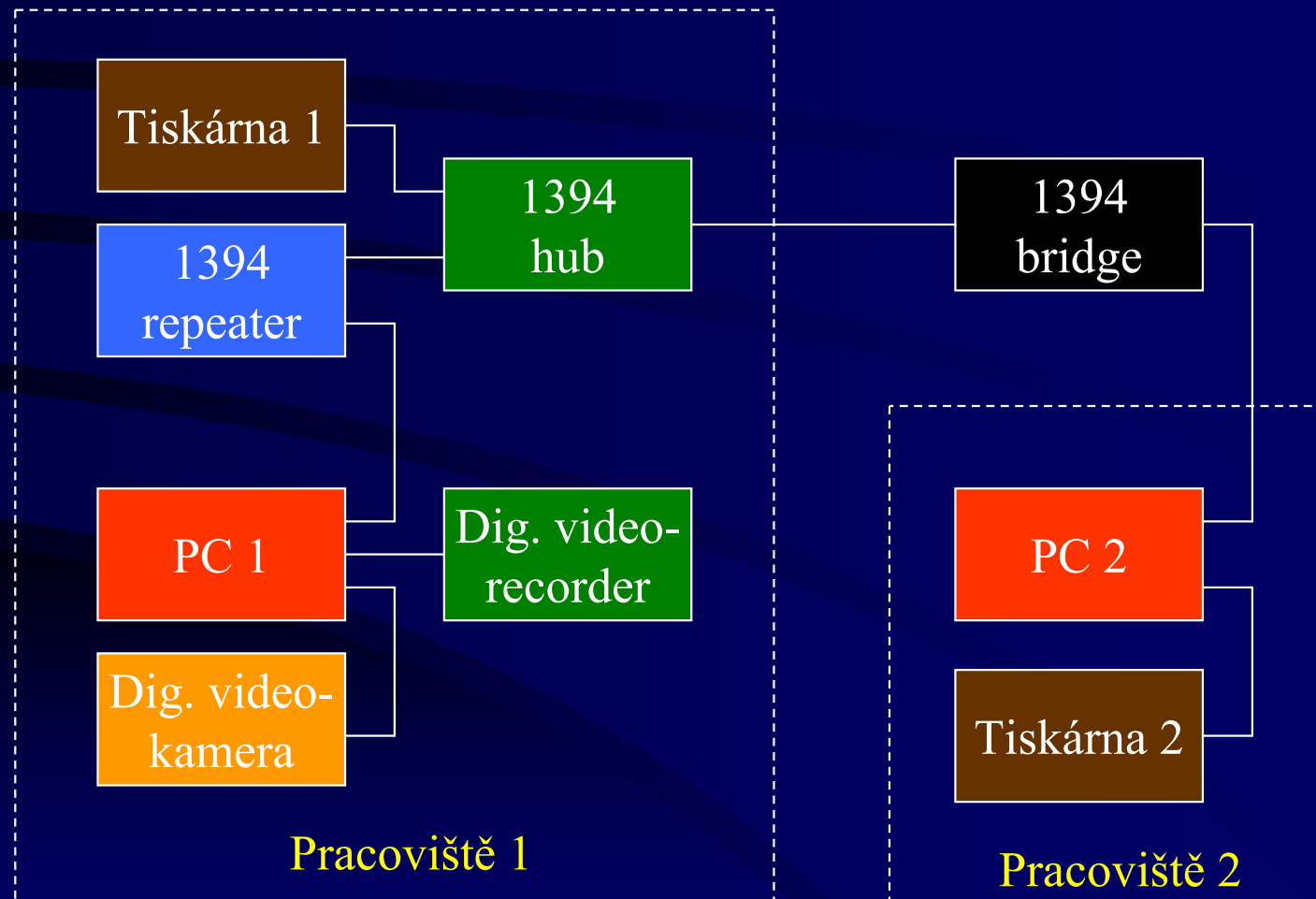
- příjemce zasílá odesílateli informaci o správném přijetí packetu
- v případě poškození (ztráty) packetu dochází k jeho opětovnému zaslání

– isochronní:

- pro aplikace vyžadující práci v reálném čase
- např. přehrávání video sekvencí, přehrávání zvukových záznamů
- v tomto režimu nejsou přijaté packety potvrzovány a tudíž nedochází ani opravnému zasílání poškozených (ztracených packetů)

FireWire / IEEE 1394 (4)

- Pomocí IEEE 1394 lze obecně propojit i více „vzdálenějších“ pracovišť (segmentů)



FireWire / IEEE 1394 (5)

- IEEE 1394 slouží k připojování zejména digitálních videokamer, televizorů HDTV, scannerů a hudebních nástrojů



IEEE 1394 kabel



IEEE 1394 repeater



IEEE 1394 hub



IEEE 1394 karta

Externí paměťová média

- Média sloužící pro dlouhodobější uchování dat
- Externí paměťová média lze rozdělit na:
 - pásky s magnetickým záznamem
 - disky s:
 - magnetickým záznamem
 - optickým záznamem (optické disky)
 - paměťová média Flash Memory

Parametry externích pam. médií (1)

- **Kapacita:**

- maximální množství dat, které je možné na dané médium zaznamenat
- např.: řádově 1 MB – 100 GB

- **Přenosová rychlost:**

- množství dat, které je možné z média přenést do počítače za jednotku času
- např.: 10 MB/min – 10 MB/s

Parametry externích pam. médií (2)

- Připojení k počítači:

- rozhraní (řadič), pomocí kterého je možné čtecí (zapisovací) mechaniku pro dané médium připojit k počítači
- např.: ATAPI/EIDE, SCSI, USB, řadič pružných disků, paralelní port, FireWire (IEEE 1394)

- Princip záznamu:

- způsob, kterým se jednotlivé bity na médium zaznamenávají:
 - magnetický záznam
 - optický záznam
 - záznam ukládaný do paměti Flash

Média Flash Memory (1)

- Paměťová média tvořená čipy **Flash**
- Tato média bývají často využívána různými „nepočítačovými“ zařízeními (např. digitální fotoaparáty)
- Jejich zpřístupnění na počítači se provádí pomocí speciálního čtecího zařízení
- V současné době existují následující typy:
 - **CompactFlash**
 - **SmartMedia**
 - **Multi Media Card**

Média Flash Memory (2)

- SD Card
- xD Picture Card
- Memory Stick



Compact
Flash



SmartMedia



Multi Media
Card



SD Card

Média Flash Memory (3)



Memory Stick



xD Picture Card



Čtecí zařízení pro média
Flash Memory

Média Flash Memory (4)

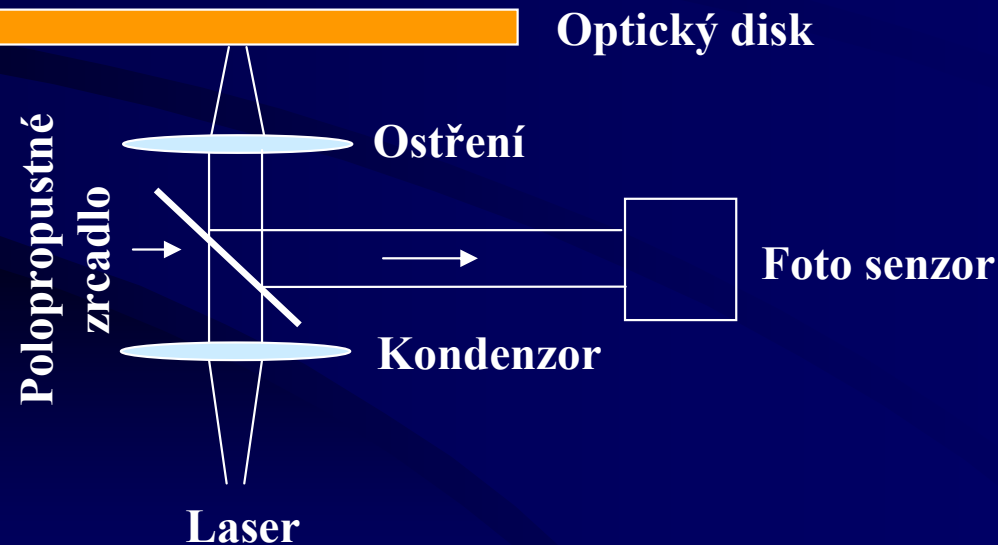
- Jako paměťová média založená na technologii Flash paměti se využívají i tzv. **Flash disky**
 - kapacita bývá 256 MB, 512 MB, 1 GB, 2 GB, 4 GB
 - připojení se provádí nejčastěji prostřednictvím sběrnice USB



USB Flash disk

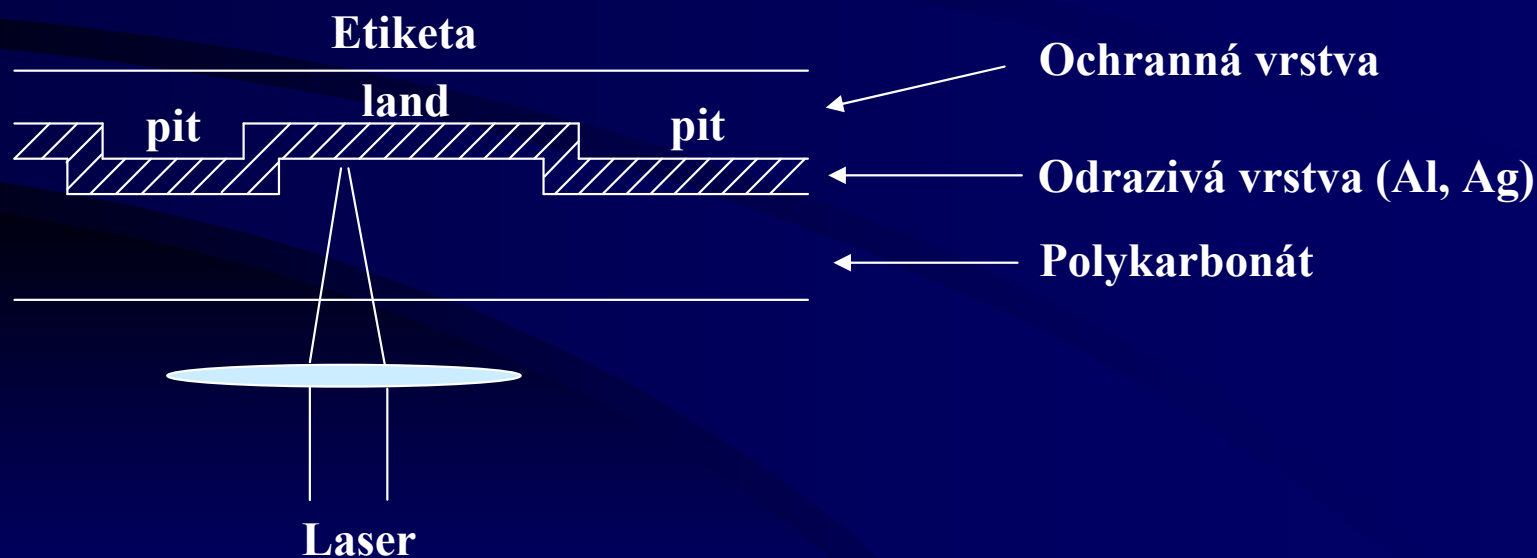
Optické disky

- Čtení z optického disku je prováděno **lasero-
vým paprskem**, který dopadá na médium a odráží se od něj. Následně jsou snímány jeho vlastnosti (např. intenzita, stáčení roviny polarizovaného světla)



CD-ROM (1)

- Médium CD-ROM je vyráběno lisováním z předem vyrobené matrice
- Data jsou uložena ve spirále, která je čtena od středu média k jeho okraji, a to jako posloupnost tzv. **pitů** a **landů**:



CD-ROM (2)

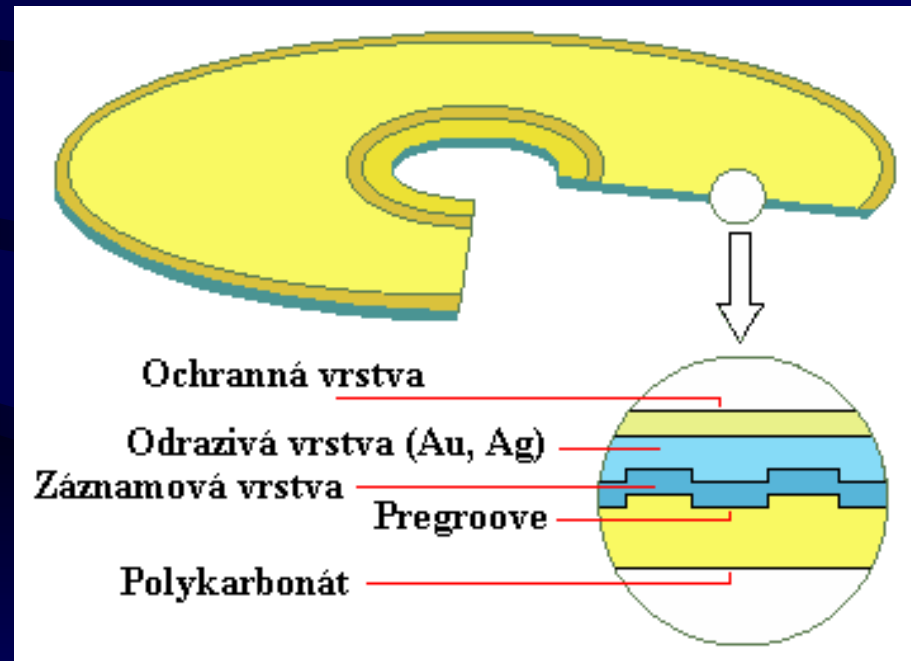
- Laserový paprsek je ostřen na land \Rightarrow od landu se odráží s vyšší intenzitou než od pitu, kam dopadá mírně rozostřen
- Čtení dat tedy probíhá v závislosti na intenzitě odraženého paprsku od média
- Jednotlivé pity a landy jsou interpretovány takto:
 - 1 – změna z pitu na land nebo z landu na pit
 - 0 – setrvalý stav (pit nebo land)

CD-ROM (3)

- Celková kapacita CD-ROM disku je 650 MB
- Celková délka spirály je asi 6 km
- Podle způsobu čtení datové spirály lze CD-ROM mechaniky rozdělit do dvou skupin:
 - **CLV** (Constant Linear Velocity):
 - data jsou čtena konstantní lineární rychlostí
 - nutné přizpůsobovat rychlost otáček čteného média
 - vyšší přístupová doba
 - **CAV** (Constant Angular Velocity):
 - data jsou čtena konstantní úhlovou rychlostí
 - rychlost otáček média je konstantní

CD-R (1)

- Dovoluje provést záznam pomocí CD-R mechaniky, který je možné přečíst v mechanice pro disky CD-ROM:



CD-R (2)

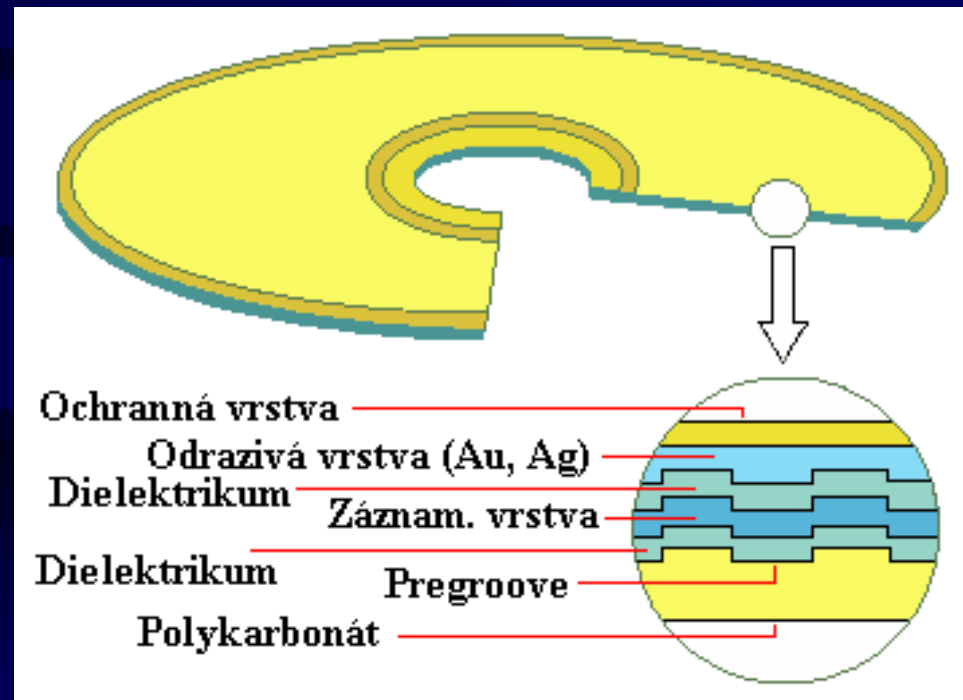
- Záznamová vrstva je tvořena organickým barvivem:
 - **cyanine**: zelená
 - **phtalocyanine**: zlatá
 - **azo**: modrá
- Nové médium CD-R obsahuje (z výroby vyli-sovanou stopu – **pregroove**), do které se pro-vede vlastní záznam
- Záznam je prováděn laserovým paprskem vyš-ší intenzity

CD-R (3)

- Tento paprsek spálí organické barvivo, které pak již nepropouští světlo a nemůže tedy dojít k jeho odrazu od odrazivé vrstvy
- Tímto se vytvoří ekvivalenty jednotlivých pitů a landů, což dovoluje, aby zaznamenané CD-R médium bylo čteno v běžné CD-ROM mechanice

CD-RW (1)

- CD-RW disky dovolují na rozdíl od CD-R disků, aby pořízený záznam (v CD-RW mechanice) byl přemazán a proveden znovu:

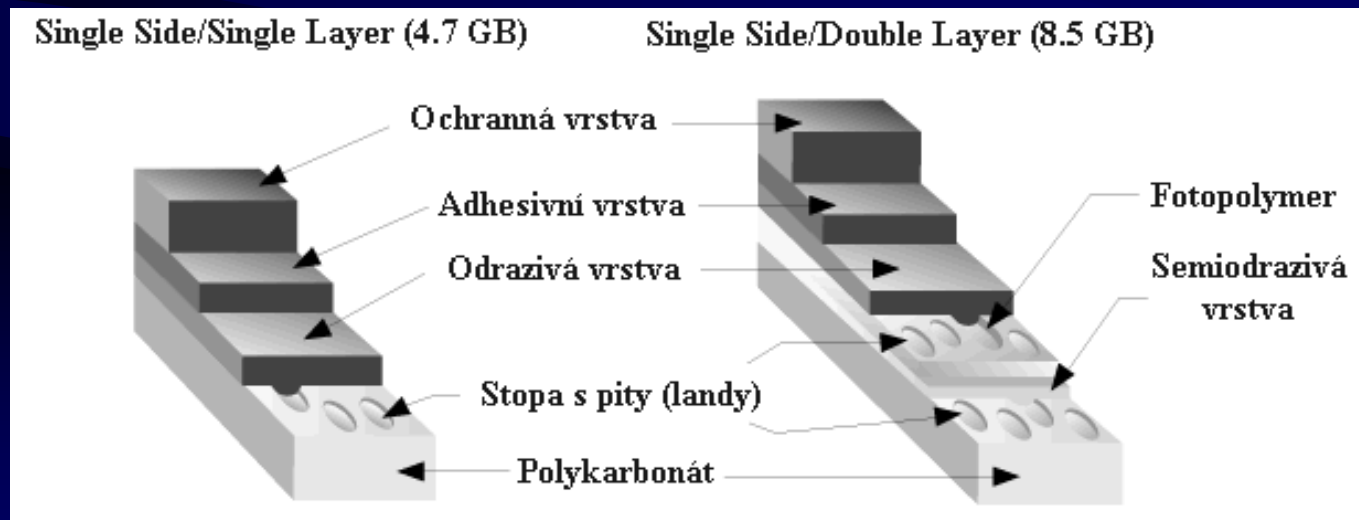


CD-RW (2)

- Záznam se provádí na principu změny fáze záznamové vrstvy:
 - **krystalická**: odráží více světla
 - **amorfní**: odráží méně světla
- Stopa zaznamenaného média je pak tvořena částmi s amorfní fází a částmi s krystalickou fází, které opět vytvářejí ekvivalenty pitů a landů

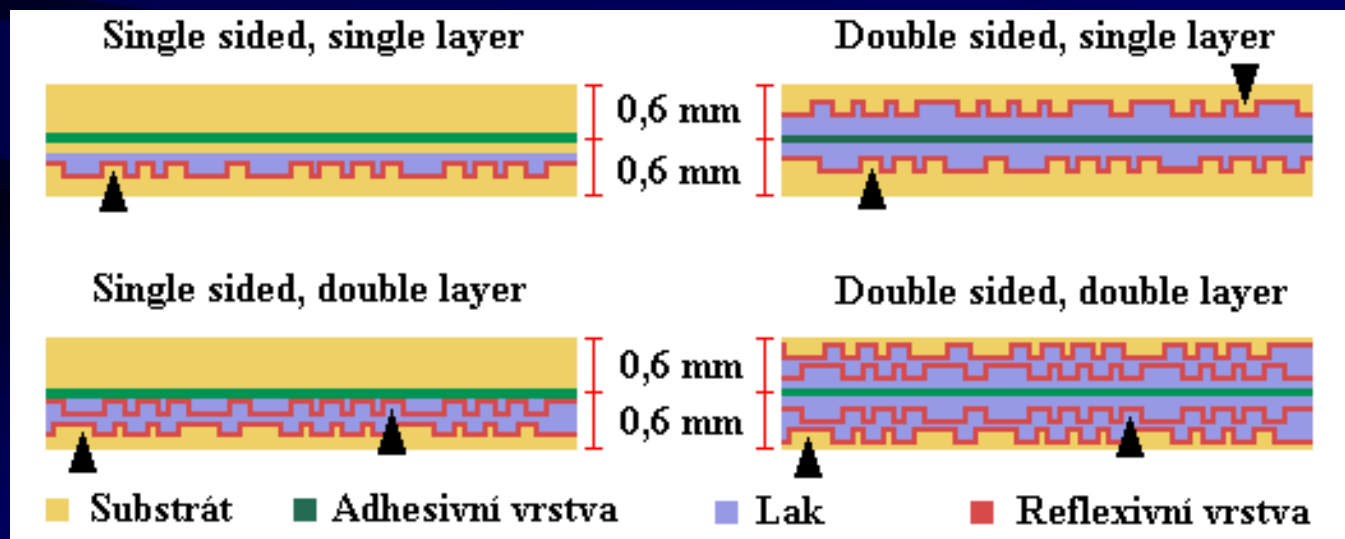
DVD (1)

- Záznam na **DVD** (Digital Versatile Disk) disku je proveden na obdobném principu jako u CD-ROM disku s tím rozdílem, že informace:
 - jsou zaznamenány s vyšší hustotou
 - mohou být zaznamenány na obou stranách a ve dvou vrstvách



DVD (2)

- DVD disky se vyrábí ve 4 formátech:
 - **SS/SL** (Single Sided, Single Layer): 4,7 GB
 - **SS/DL** (Single Sided, Double Layer): 8,5 GB
 - **DS/SL** (Double Sided, Single Layer): 9,4 GB
 - **DS/DL** (Double Sided, Double Layer): 17,0 GB

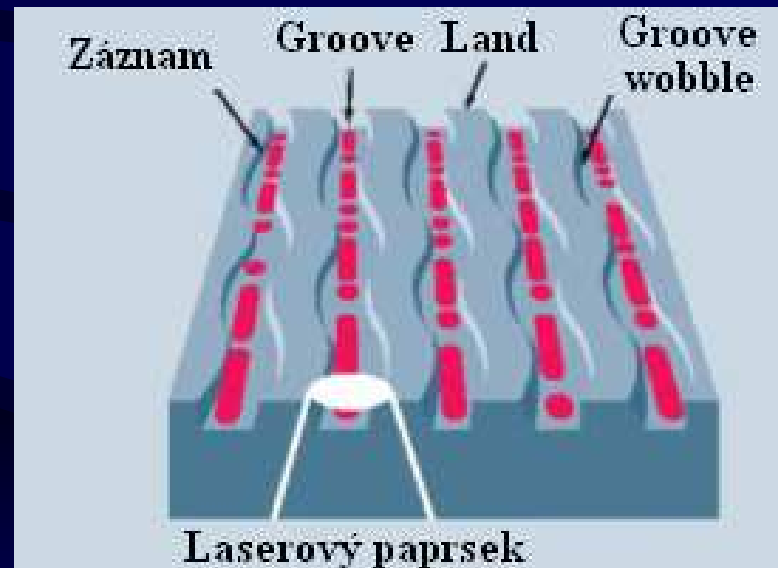


DVD-R (1)

- Záznamová vrstva je tvořena organickým barvivem a zápis lze provést pouze jedenkrát
- Princip zápisu je podobný jako u média CD-R (při zápisu dochází ke spálení organického barviva)
- Při zápisu se používá metoda **wobbled land and groove**
- Média jsou vybavena z výroby vylisovanou stopou (**groove**) ve tvaru sinusoidy
- Tento tvar stop dovoluje velmi přesné navádění optické soustavy při zápisu dat

DVD-R (2)

- Záznam je prováděn pouze do oblasti **groove** (z pohledu laseru se jedná o výstupek)



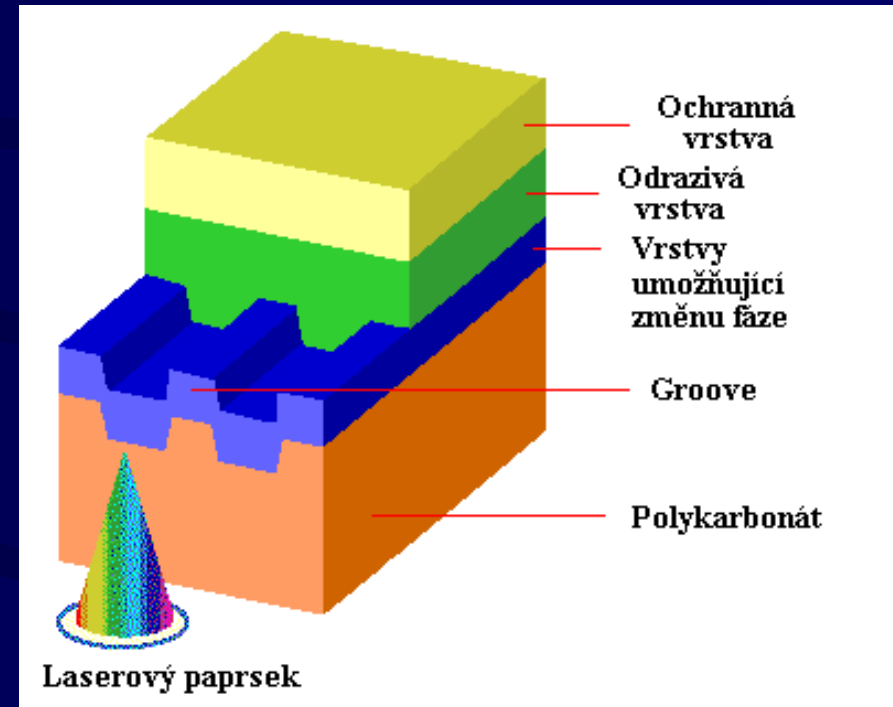
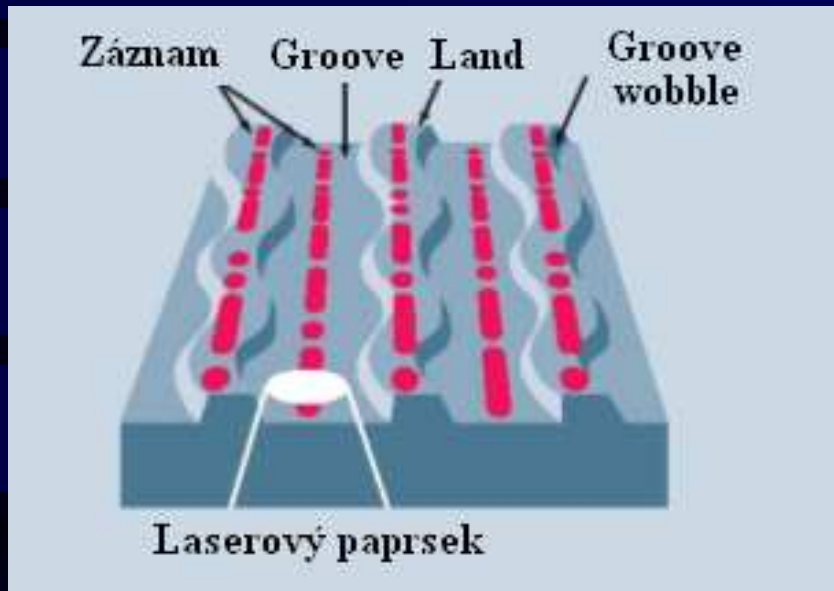
DVD-RAM (1)

- Dnešní média DVD-RAM jsou vyráběna s kapacitou:
 - 4,7 GB – SS/SL (DVD-5)
 - 9,4 GB – DS/SL (DVD-10)
- Média DVD-RAM dovolují až 100000 přepisů
- V současné době je tento formát podporován jen poměrně malým množstvím mechanik
- Při zápisu se používá metoda **wobbled land and groove**

DVD-RAM (2)

- Data jsou ukládána do stop i do oblastí mezi nimi (**lands**)
- Data jsou zapisována do sektorů a každému sektoru je předřazena hlavička (**header**), která nese informaci o jeho fyzické adrese
- Formát DVD-RAM umožňuje pracovat (z pohledu uživatele) s tímto médiem podobně jako např. s pružným nebo pevným diskem
- Zápis na DVD-RAM médium pracuje na principu **změny fáze záznamové vrstvy** (krystalická \leftrightarrow amorfní)

DVD-RAM (3)

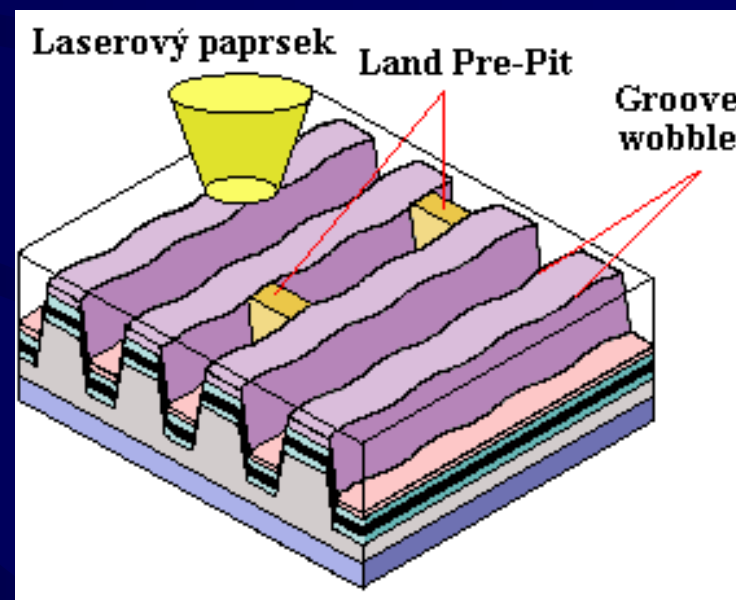


DVD-RW (1)

- Technologie DVD-RW byla vyvinuta jako prepisovatelná varianta k technologii DVD-R (počet prepisů je asi 1000)
- Záznam je prováděn na principu změny fáze záznamové vrstvy (krystalická \leftrightarrow amorfni)
- Kapacita média je 4,7 GB
- DVD-RW využívá podobně jako DVD-R a DVD-RAM metodu **wobbled land and groove**

DVD-RW (2)

- Data jsou zapisována pouze do oblasti **groove**
- K adresaci jednotlivých sektorů a k identifikaci dat slouží tzv. **land prepit areas**, které se nacházejí v oblasti **land**



DVD+R a DVD+RW (1)

- Média DVD+R i média DVD+RW mají kapacitu 4,7 GB
- Pracují na principu:
 - **DVD+R**: záznamu do vrstvy tvořené organickým barvivem
 - **DVD+RW**: změny fáze záznamové vrstvy a dovolují cca 1000 přepisů
- Umožňují zpravidla zápis vyšší rychlostí než média DVD-RW

DVD+R a DVD+RW (2)

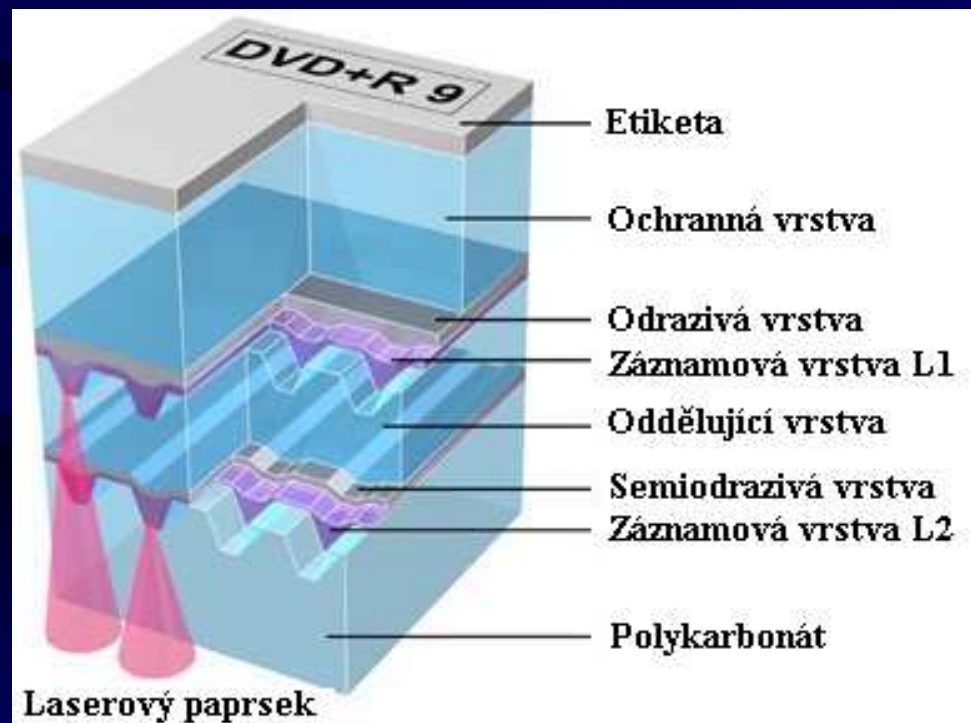
- Pro fyzický zápis se používá metoda **high frequency wobbled groove**, tj. vylisovaná stopa ve tvaru sinusoidy s vyšší frekvencí (oproti DVD-R a DVD-RW)
- Data jsou ukládána výhradně do oblasti **groove**

DVD-R DL a DVD+R DL (1)

- Média DVD-R DL a DVD+R DL používají dvě záznamové vrstvy tvořené organickým barvivem
- Nad spodní vrstvou se nachází semiodrazivá vrstva umožňující průchod světla k horní záznamové vrstvě
- Horní záznamová vrstva má větší citlivost, což umožňuje provést do ní záznam, aniž by došlo k poškození spodní záznamové vrstvy
- Kapacita těchto médií je 8,5 GB

DVD+R DL a DVD-R DL (2)

- Poznámka:
 - stopa (**groove**) má podobně jako i u předešlých zapisovatelných médií tvar sinusoidy



Tiskárny (1)

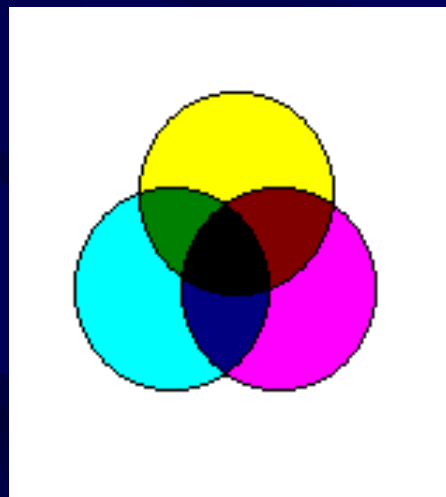
- Tiskárny jsou výstupní zařízení sloužící pro výstup údajů z počítače v tištěné podobě
- Prostřednictvím tiskárny je možné data uchovaná doposud v elektronické formě vytisknout (nejčastěji na papír)
- Základní parametry:
 - **typ tiskárny** (tisku): jehličková, tepelná, inkoustová, laserová, s pevným inkoustem, sublimační
 - **rychlost tisku**: počet znaků (stránek) vytištěných za jednotku času (100 zn/s – 10 stránek/min)

Tiskárny (2)

- **rozlišení** (kvalita tisku): počet bodů, které je tiskárna schopna vytisknout na jeden palec (udáváno v bodech na palec – **dpi** – Dots Per Inch)
- **barevnost**: schopnost tisknout pouze černobíle nebo i barevně
- **pořizovací náklady**: cena tiskárny
- **cena za vytištěnou stránku**: je dána
 - cenou listu požadovaného papíru
 - cenou a životností tiskové náplně (barvicí páska, cartridge s inkoustem, kazeta s tonerem atd.)

Tiskárny (3)

- Barevný tisk pracuje se subtraktivním modelem mísení barev
- Tento model (**CMY** – Cyan, Magenta, Yellow) používá tři základní barvy



Tiskárny (4)

- Protože, smísení výše uvedených třech základních barev neposkytuje čistě černou barvu, je tento model velmi často doplněn na model **CMYK** (Cyan, Magenta, Yellow, Black), který využívá samostatné černé barvy
- Tiskárnu je možné k počítači připojit prostřednictvím:
 - sériového portu: pro starší tiskárny
 - paralelního portu
 - USB sběrnice

Inkoustové tiskárny (1)

- U inkoustových tiskáren je tisk prováděn pomocí inkoustu, který je prostřednictvím miniaturních trysek po kapkách vystřikován na papír
- Inkoust je umístěn v malé nádržce (cartridge), která se pohybuje společně s tiskovou hlavou
- Inkoustové tiskárny lze podle technologie tisku rozdělit do následujících skupin:
 - **DOD** (Drop On Demand): tiskárny u nichž je kap-

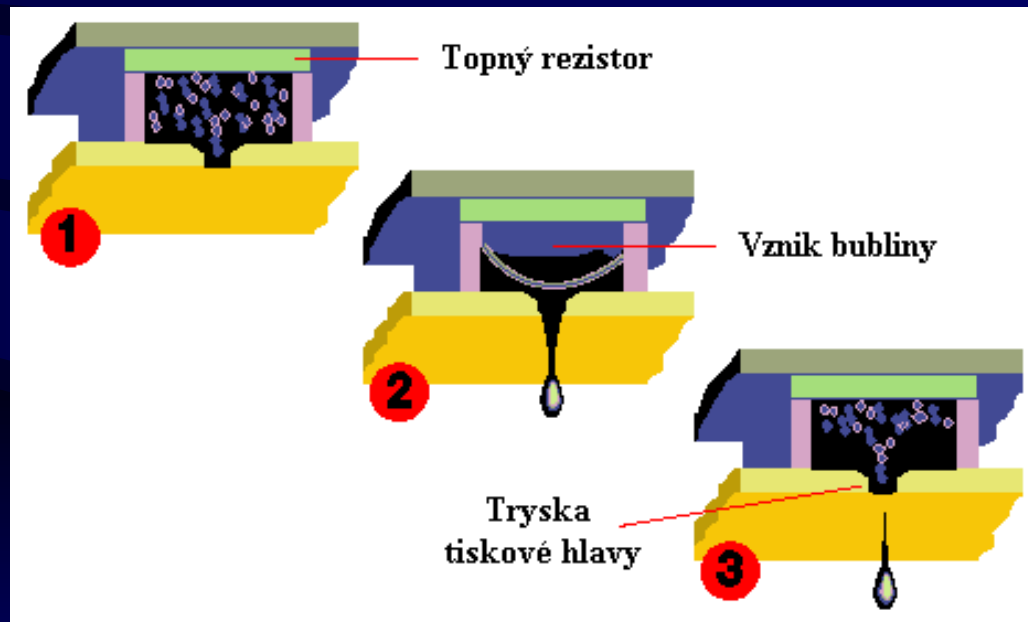
Inkoustové tiskárny (2)

ka z trysky vystřikována pouze v okamžiku, kdy má dojít k jejímu nanesení na papír, tj. když má dojít k vytištění barevného bodu. Tyto tiskárny se dále dělí do dvou skupin:

- **thermal technology**: vyráběny firmami Hewlett-Packard a Canon
 - **piezo-electric technology**: vyráběny firmou Epson
- **continuous flow**: tiskárny, u nichž je inkoust z trysky vystřikován nepřetržitě. Technologie používaná zejména u velkých tiskáren (nahrazujících „klasické“ plottery)

Inkoustové tiskárny (3)

- **DOD – thermal technology**: tiskárny tohoto typu používají k vystříknutí kapky inkoustu tzv. **topný rezistor** (heating resistor)

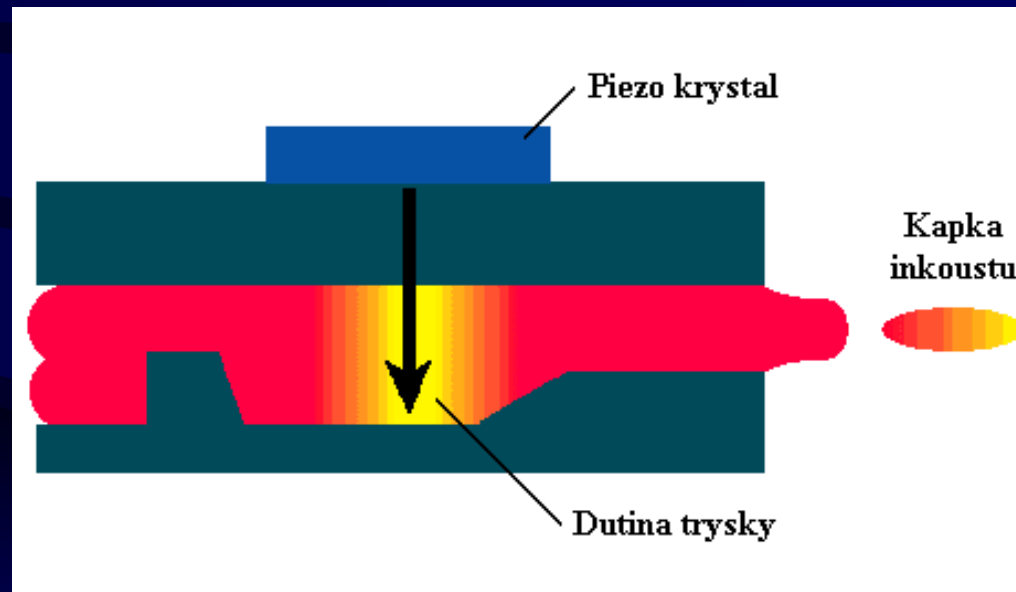


Inkoustové tiskárny (4)

- Tisk je prováděn ve čtyřech fázích:
 - topný rezistor způsobí zahřátí inkoustu v dutině trysky
 - v dutině trysky (vlivem tepla) vzniká bublina, která vytlačuje inkoust ven z dutiny
 - vystříknutí inkoustu na papír spojené se zánikem bubliny
 - zánikem bubliny vzniká v dutině trysky podtlak, který způsobí její opětovné naplnění inkoustem

Inkoustové tiskárny (5)

- **DOD – piezo-electric technology:** tiskárny, které k vystříknutí kapky inkoustu na papír používají piezo-kryстал



Inkoustové tiskárny (6)

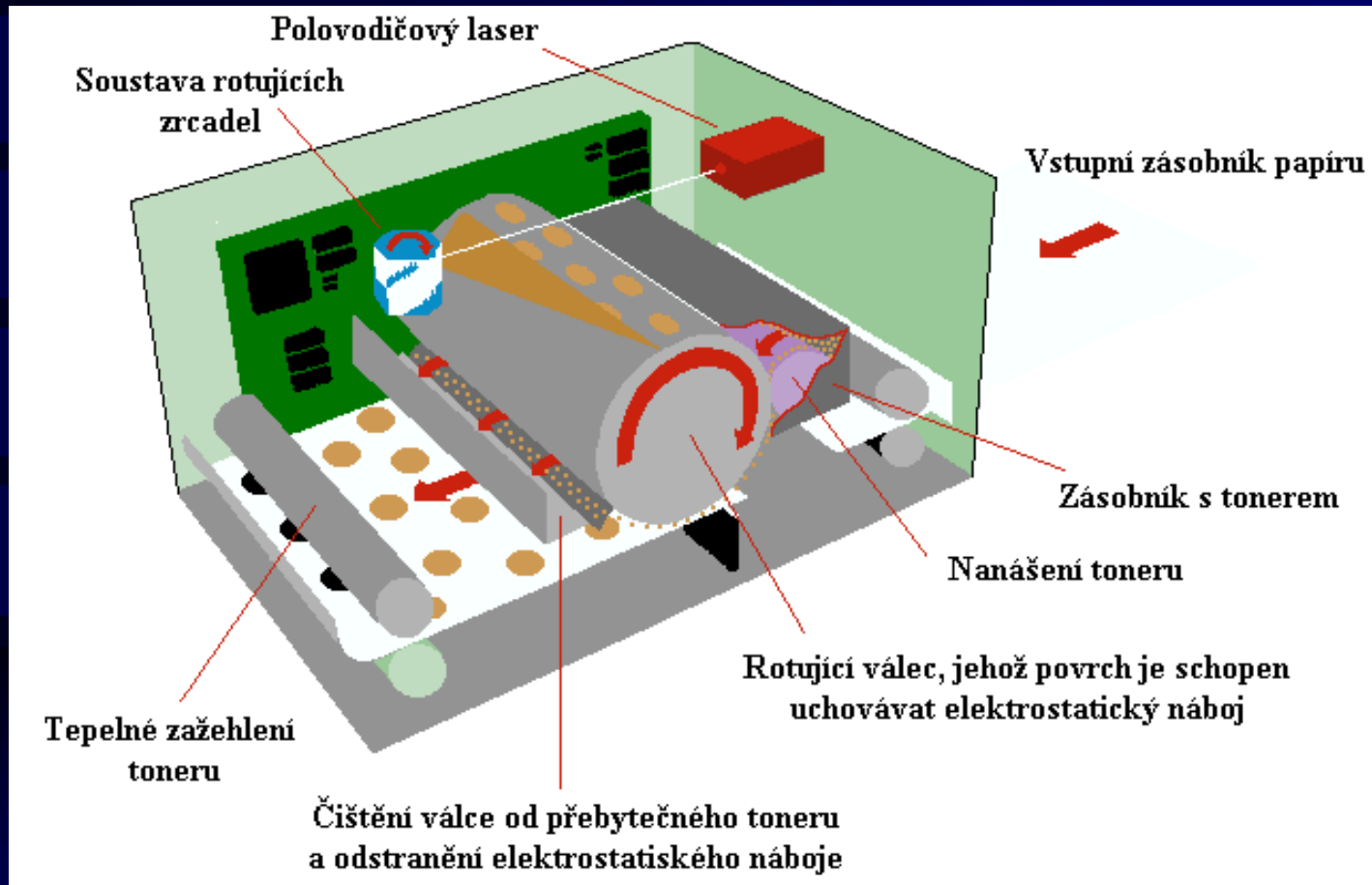
- V okamžiku, kdy má dojít k vystříknutí kapky inkoustu na papír, je do **piezo-kryystalu** zaveden elektrický proud, který způsobí jeho prohnutí
- Toto prohnutí piezo-kryystalu má za následek vystříknutí kapky inkoustu z dutiny trysky
- Prohnutí piezo-kryystalu, lze poměrně dobře ovládat, což dovoluje s dosti velkou přesností regulovat velikost kapky

Inkoustové tiskárny (7)

- Inkoustové tiskárny:



Laserové tiskárny (1)



Laserové tiskárny (2)

- Veškerá data potřebná k vytištění jedné stránky jsou nejprve umístěna do paměti tiskárny
- Tato (znaková) počítačem zasílaná data, jsou převáděna řadičem tiskárny na **videodata**
- Videodata jsou posílána na vstup **polovodičového laseru**, který v závislosti na nich vysílá přerušovaný laserový paprsek
- Laserový paprsek je vychylován (odrážěn) **soustavou rotujících zrcadel**, tak aby dopadal na **rotující válec**

Laserové tiskárny (3)

- Povrch tohoto válce je zhotoven z materiálu schopného uchovávat elektrostatický náboj
- V místech, kam laserový paprsek na válec dopadne, dojde k jeho nabití statickou elektřinou na potenciál řádově 1000 V
- Rotující válec dále prochází kolem kazety s **barvicím práškem (tonerem)**, který je vlivem statické elektřiny přitažen k nabitým místům na povrchu válce

Laserové tiskárny (4)

- Papír, který vstoupí do tiskárny ze vstupního podavače, je nejdříve nabit statickou elektřinou na potenciál vyšší než jsou nabitá místa na válci (cca 2000 V)
- V okamžiku, kdy tento papír prochází kolem válce, dojde k přitažení toneru z nabitých míst válce na papír
- Toner je do papíru dále zažehlen a celý papír je na závěr zbaven elektrostatického náboje a umístěn na výstupní zásobník

Laserové tiskárny (5)

- Rotující válec po otištění na papír prochází dále kolem čističe, který provede odstranění přebytečného toneru a kolem sběrače elektrostatického náboje
- Barevný tisk je možné docílit použitím různobarevných tonerů

