

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra Informačních Technologií**



**Bakalářská práce**

**Hardwarové komponenty počítačů a jejich vývoj**

**David Mička**

**© 2016 ČZU v Praze**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Mička

Informatika

Název práce

**Hardwarové komponenty počítačů a jejich vývoj**

Název anglicky

**Hardware components of computers and their development**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem práce je zdokumentovat vývoj počítačových komponent, nastínit jejich další očekávaný vývoji a poskytnout podrobný přehled o jejich funkčnosti a roli v celém systému.

Dílní cíle práce:

- stručně představit historický vývoj komponent a jejich funkce
- ukázat vývoj na trhu a představit hlavní firmy
- rozebrat výrobní technologie a výrobní procesy
- vytvořit výkonnostní testy různých komponent, porovnat a zanalyzovat výsledky
- předložit očekávané směry vývoje komponent do budoucnosti

### Metodika

Práce se bude skládat ze dvou částí – teoretické a praktické.

V první části práce bude nejprve představen historický vývoj komponent, důležitých mezníků a jmen lidí a firem, které byly pro rozvoj technologií nejdůležitější. Dále pak bude nastíněn současný stav vývoje komponent a trhu s nimi a výhledem do blízké budoucnosti. Praktická část práce bude zaměřena především na budoucí vývoj komponent a představení jejich funkčnosti, ale také na jejich stávající výrobu, rostoucí výkon, nové výrobní technologie a vývoj. Budou také zmíněna špatná, slepá řešení ve vývoji, která ale vedla nebo mohla vést k lepším, dnes používaným řešením, nebo byla úplně zavržena. Tam kde to bude možné a relevantní budou vytvořeny výkonnostní testy pro porovnání a analýzu výkonu a jeho vývoje. Na základě poznatků budou formulovány závěry a doporučení práce.

**Doporučený rozsah práce**

40 – 50 stran

**Klíčová slova**

Hardware, komponenty, vývoj, počítače, PC, funkce

---

**Doporučené zdroje informací**

AnandTech: Hardware News and Tech Reviews Since 1997. Anandtech: Hardware News and Tech Reviews Since 1997 [online]. 1997 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: <http://www.anandtech.com/>  
BLUNDELL, Barry G. Computer hardware. London: Thomson, 2008. ISBN 9781844807512.  
DEMBOWSKI, Klaus. Mistrovství v hardware. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 712 s. ISBN 978-80-251-2310-2.  
HORÁK, Jaroslav. Hardware: učebnice pro pokročilé. 4., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 360 s. ISBN 978-80-251-1741-5.  
PC Tuning. PC Tuning/Týden.cz [online]. 2002 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/>  
Svět hardware. Svět hardware [online]. 1998 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/>

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 28. 10. 2015

**Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2015

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 02. 03. 2016

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hardwarové komponenty počítačů a jejich vývoj" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 3. 2016

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiřímu Vaňkovi, Ph.D. za vedení a cenné rady udělené při zpracování práce.

# Hardwarové komponenty počítačů a jejich vývoj

## Souhrn

Práce je zaměřena na problematiku hardwarových komponent počítače, nutných k jeho chodu. Nejdříve se zabývá historickým vývojem, lidmi a společnostmi důležitými pro vývoj komponent. Zachycuje mezníky historie důležité pro vývoj a také nepoužitá řešení v dalším vývoji.

Praktická část se věnuje funkčnosti komponent jako celku i jednotlivě na nejnižší úrovni a jejich komunikaci. Jsou zmíněny nejnovější technologie a jejich další vývoj do budoucnosti. V přílohách jsou názorné ukázky instalace komponent, testy výkonu a jejich analýza pro demonstraci.

**Klíčová slova:** hardware, komponenty, procesor, grafická karta, operační paměť, hard disk, solid state disk, zdroj napájení, chlazení

# Hardware components of computers and their development

## Summary

The work is focused on problematics of hardware components of computer, needed for running it. First part of work addresses the history of development of components, introduces the people and companies behind the development. It captures the milestones in development and also unused solutions during following development.

Practical part is focused on functionality of components and their communication. Newest technologies and their future are mentioned. In attachments there are demonstrations of installation of components, benchmarks and their analysis.

**Keywords:** hardware, components, processor, graphics card, system memory, hard disk drive, solid state drive, power supply unit, cooling



## Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>15</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>16</b>
2.1 Cíl práce .....	16
2.2 Metodika .....	16
<b>3 Přehled řešené problematiky .....</b>	<b>17</b>
3.1 Pojmy .....	17
3.1.1 Procesor .....	17
3.1.2 Operační paměť .....	17
3.1.3 Základní deska .....	17
3.1.4 Pevný disk.....	18
3.1.5 Solid state disk .....	18
3.1.6 Grafická karta .....	18
3.1.7 Zdroj napájení .....	19
3.1.8 Chlazení .....	19
3.2 Historie komponent.....	19
3.2.1 Procesor .....	19
3.2.1.1 Procesory před architekturou x86.....	20
3.2.1.2 Procesory x86 .....	21
3.2.1.3 Architektura Intel P5 a P6 .....	23
3.2.1.4 AMD K5 a K6 .....	24
3.2.1.5 AMD K7 .....	24
3.2.1.6 Intel Pentium IV (architektura NetBurst) .....	25
3.2.1.7 AMD K8.....	25
3.2.1.8 Intel Core .....	26
3.2.1.9 AMD K10 a K11 .....	27
3.2.2 Operační paměť .....	28
3.2.2.1 Technologie používaných pamětí.....	29
3.2.2.2 Paměťové moduly.....	30
3.2.3 Základní deska .....	33
3.2.3.1 ISA.....	33
3.2.3.2 VESA Local Bus .....	34
3.2.3.3 PCI.....	34

3.2.3.4	AGP .....	34
3.2.3.5	PCIe – PCI Express .....	35
3.2.3.6	Historie socketů pro CPU .....	36
3.2.4	Pevný disk.....	38
3.2.4.1	IDE .....	39
3.2.4.2	Magnetorezistivní hlavy .....	39
3.2.4.3	Enhanced IDE.....	40
3.2.4.4	GMR a HAMR .....	40
3.2.4.5	Technologie kolmého zápisu.....	41
3.2.4.6	Krize na trhu s disky.....	41
3.2.5	Solid state disk .....	42
3.2.6	Grafická karta .....	44
3.2.6.1	3D Akcelerace .....	44
3.2.6.2	Obchodní válka ATi a nVidia.....	45
3.2.7	Chlazení a zdroj napájení.....	47
<b>4</b>	<b>Vlastní práce.....</b>	<b>48</b>
4.1	Processor.....	48
4.1.1	MOSFET a FinFET .....	48
4.1.2	Instrukce.....	49
4.1.3	Superskalární architektura .....	49
4.1.4	Proces vykonání instrukce a programu.....	51
4.1.5	Architektury Skylake (Intel) / Zen (AMD).....	52
4.1.5.1	Skylake .....	52
4.1.5.2	Zen.....	53
4.1.6	Trh.....	54
4.1.7	Instalace a výkon .....	54
4.1.7.1	Výkon .....	55
4.1.7.2	Budoucnost .....	56
4.2	Operační paměť .....	56
4.2.1	Rychlosti .....	57
4.3	Grafická karta.....	58
4.3.1	nVidia a AMD .....	59
4.4	Pevný disk a SSD .....	60
4.4.1	HDD.....	60
4.4.2	SSD .....	61
4.4.3	Rozhraní.....	63
4.4.4	Budoucnost .....	63

4.5	Základní deska .....	64
4.5.1	Chipset .....	64
4.5.2	PCI a PCI express .....	66
4.5.2.1	PCI.....	66
4.5.2.2	PCI express .....	66
4.5.2.3	BIOS/UEFI.....	67
4.6	Zdroj napájení .....	68
4.6.1	Modulární kabeláž .....	70
4.6.2	Účinnost a výkon .....	71
4.7	Chlazení.....	71
4.7.1	Heatpipe .....	72
<b>5</b>	<b>Zhodnocení výsledků a doporučení .....</b>	<b>75</b>
5.1	Základní deska .....	75
5.2	Processor.....	75
5.3	Operační paměť .....	75
5.4	Grafická karta.....	76
5.5	Pevný disk / SSD.....	76
5.6	Zdroj napájení .....	76
5.7	Chlazení.....	76
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>88</b>
8.1	Instalace procesorů AMD a Intel .....	88
8.2	SiSoft Sandra 2016 – CPU Arithmetic.....	89
8.3	PassMark Performance test .....	89
8.4	Instalace RAM modulu .....	90
8.5	RAM modul .....	90
8.6	Grafická karta s chladičem (nahore) a stejná karta bez chladiče (dole).....	91
8.7	Instalace karty do PCIe 16x slotu.....	92
8.8	Kvalitní zdroj napájení (se vstupní filtrací, aktivním PFC a dostatečně dimenzovanými součástkami) a porovnání s levným, nekvalitním .....	93
8.9	Jednotlivé větve napájení ATX – 24pin ATX, ATX12V, PCI express, Molex a SATA 94	
8.10	BIOS / UEFI.....	95

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Intel 4004.....	20
Obrázek 2 - segmentace paměti x86 [73] .....	21
Obrázek 3 - Intel 80486 a architektura s FPU (oranžově).....	22
Obrázek 4 - Pentium II a Pentium III (bez chladiče), řešení Slot 1 .....	23
Obrázek 5 - Schéma dvoujádrového Athlonu s řadičem paměti DDR2/Athlon 64 X2 3800+.....	26
Obrázek 6 - Intel „Tick-Tock“ ukazuje střídavý vývoj architektury a výrobního procesu[67].....	27
Obrázek 7 - různé přístupy k řešení sdílené vyrovnávací paměti cache[65] .....	28
Obrázek 8 - Intel 1103 1kBit DRAM[62].....	28
Obrázek 9 - přenos dat SDR a DDR .....	30
Obrázek 10 – paměťový modul DIP.....	31
Obrázek 11 — paměťový modul SIPP .....	31
Obrázek 12 - modul SIMM 30 pin, krátký .....	31
Obrázek 13 - modul SIMM 72pin, dlouhý .....	32
Obrázek 14 - moduly DDR2, DDR3 a DDR4 – vzájemně nekompatibilní kvůli jinému napětí a klíči napětí.....	32
Obrázek 15- ISA (AT) sběrnice.....	33
Obrázek 16 - VESA Local Bus.....	34
Obrázek 17 - různé verze AGP[8] .....	35
Obrázek 18 - PCIe a PCI.....	36
Obrázek 19 - sockety LIF (Socket 1 - 6) a ZIF (Socket 4 - 8)[37] .....	37
Obrázek 20 - socket PGA pro procesory AMD (FM2) a LGA pro procesory Intel (LGA 1151)[37] .....	37
Obrázek 21- kolmý zápis .....	41
Obrázek 22 – původní SLI se dvěma VooDoo 2 a 2D kartou .....	45
Obrázek 23 – rozdíl v použití shaderů při vytížení.....	46
Obrázek 24 - vlevo chladič na 80486, vpravo věžový chladič Noctua.....	47
Obrázek 25 - FinFET technologie tranzistorů .....	49
Obrázek 26 - princip rozdělení instrukce a jejího vykonávání do jednotlivých jednotek superskalární architekturou[24] .....	50
Obrázek 27 - vykonávání programu, zdroj: autor.....	51
Obrázek 28 - substrátový disk a mikroarchitektura Skylake[26] .....	53
Obrázek 29 – architektura Zen a její zjednodušení oproti architektuře Excavator[27] .....	53
Obrázek 30- umístění paměti HBM.....	58

Obrázek 31- rozdíl mezi architekturou CPU (málo jader určených k několika úkonům) a GPU (mnoho jader určených k paralelním výpočtům) .....	59
Obrázek 32 - zápis dat na disk (kolmý zápis), modře je vyznačen směr proudu a orientace magnetického pole, zdroj: vlastní .....	61
Obrázek 33- struktura NAND flash z floatgate tranzistorů .....	62
Obrázek 34 - rychlosti HDD (1TB Western Digital WD10TPVT, vlevo) a SSD (Crucial M4 120GB, vpravo), zdroj: vlastní .....	63
Obrázek 35-3D NAND flash umístění oproti klasickému .....	63
Obrázek 36 - různý přístup firem ke komunikaci mezi komponentami – AMD nahoře a Intel dole. zdroj: vlastní.....	65
Obrázek 37 - porovnání velikostí základních desek (menší jsou kompatibilní s většími velikostmi ve skříních).....	68
Obrázek 38 - překlopení sinusoidy pomocí dvoucestného usměrňovače .....	69
Obrázek 39 - vlevo časový průběh napětí po usměrňovači, uprostřed výstup po filtračním kondenzátoru a vpravo konečný výstup po regulátoru napětí [5].....	69
Obrázek 40 - změna střídavého proudu na stejnosměrný u spínaných zdrojů (část za transformátorem se nazývá primární a část za transformátorem se nazývá sekundární, výstupní) [5].....	70
Obrázek 41- schéma heatpipe .....	73
Obrázek 42- průběh teplot chladiče bez heatpipe (čárkovaný průběh) a chladiče s heatpipe ..	73
Obrázek 43 - funkce Vapor Chamber .....	74

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - přehled socketů procesoru a podporovaných procesorů[82].....	38
Tabulka 2 - přehled verzí ATX standardu zdroje napájení[53] .....	48
Tabulka 3- Standardní velikosti desek.....	68
Tabulka 4- tolerance napětí jednotlivých větví dle ATX standardu[4] .....	70

## Seznam grafů

Graf 1- dopad krize na ceny HDD Western Digital[46] .....	42
Graf 2 - instrukce v pipeline[24].....	50
Graf 3 - provádění instrukcí superskalární architekturou[24] .....	50
Graf 4 - podíl na trhu s procesory .....	54
Graf 5 - výsledky testu CineBench R15 .....	55

# 1 Úvod

Počítačový hardware hraje v lidském životě velmi důležitou roli, ačkoli je jeho práce vidět pouze na monitoru. Jeho činnost je založena na velmi jednoduchém principu „jedniček“ a „nul“, tedy binární soustavě a ona čísla se tak dají jednoduše reprezentovat napětím.

Hardware je pak velmi různorodý, zajišťující různé funkce od zásobování počítače stejnosměrným proudem přes chod samotného počítače, ukládání informací, dat, multimédií a dokumentů a jejich prezentaci, spouštění softwaru, hraní her až po úpravu hudby a filmů. Tyto úkony pak hardware podle příkazů od softwaru, které se převedou do strojového kódu a následně do binární soustavy, se kterou komponenty pracují, vykonává, tím velice usnadňuje práci, zvyšuje výkon lidského kapitálu, učí a baví.

Jednotlivými komponenty pro funkčnost prochází stejnosměrný proud (střídavý není použitelný kvůli svému průběhu) tak tranzistory mění své stavy a vytváří odpadní teplo, kterého je třeba se co nejefektivněji zbavit pomocí chlazení, které pomocí kovu a dalších chladících medií odvádí odpadní teplo od jednotlivých komponent a pryč ze skříně.

Jelikož je dnes počítačový hardware díky vzrůstajícím nárokům na výpočetní výkon vyvíjen velkou rychlostí, veřejnost se v něm hůře orientuje. Počítače se dnes vyskytují v každém oboru a prakticky každé domácnosti, proto disponovat alespoň základními znalostmi o počítačovém hardwaru by měl každý, například kvůli jednoduché údržbě.

Výrobci vždy, kvůli konkurenci na trhu, nabízejí zákazníkovi co největší výkon, za co nejmenší cenu s odpovídající kvalitou jednotlivých produktů. Výkon se právě kvůli nárokům odběratelů zvyšuje rychlým tempem, přístroje se zmenšují díky vylepšování výrobní technologie, která je dnes na molekulární velikosti. Neméně je pro zákazníky důležitý design produktů, protože pokud je produkt, či výrobek na pohled subjektivně atraktivní, je jeho prodej mnohem pravděpodobnější a lidé hodnotí zrakem stejně tak jako zkušenostmi a znalostmi.

Dnešní dobu si lze bez počítačů jen těžko představit, a protože je počítač tvořen z velké části právě komponenty, které jsou předmětem práce, je přehled v problematice důležitý pro všechny, kdo jakýkoli počítač používají.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je zdokumentovat vývoj počítačových komponent, nastínit jejich další očekávaný vývoj a poskytnout podrobný přehled o jejich funkčnosti a roli v celém systému. Dále je představen historický vývoj komponent společně s vývojem trhu s nimi a důležitými společnostmi, jež měly na vývoj a výrobu největší vliv. Dalším cílem je zanalyzovat vývoj výkonu a rozdíly mezi jednotlivými komponentami pomocí běžně dostupných výkonnostních testů tam, kde to bude možné. Také budou rozebrány a vysvětleny výrobní postupy a technologie komponent. Posledním cílem bude udělat náhled na komponenty budoucnosti a předložit očekávané směry vývoje komponent.

### **2.2 Metodika**

V teoretické části práce bude nejprve představen historický vývoj komponent, důležitých mezníků a jmen lidí a firem, které byly pro rozvoj technologií nejdůležitější. Dále pak bude nastíněn současný stav vývoje komponent a trhu s nimi a výhledem do blízké budoucnosti.

Praktická část práce bude zaměřena především na budoucí vývoj komponent a představení jejich funkčnosti, ale také na jejich stávající výrobu, rostoucí výkon, nové výrobní technologie a vývoj. Budou také zmíněna špatná, slepá řešení ve vývoji, která ale vedla nebo mohla vést k lepším, dnes používaným řešením, nebo byla úplně zavržena. Tam kde to bude možné a relevantní budou vytvořeny výkonnostní testy pro porovnání a analýzu výkonu a jeho vývoje. Na základě poznatků budou formulovány závěry a doporučení práce.



## 3 Přehled řešené problematiky

### 3.1 Pojmy

Pokud hovoříme o komponentách nebo o hardwaru, jedná se především o interní součásti počítače zajišťující jeho chod. Jednotlivé komponenty pak plní jim určené úkoly a spolupracují spolu tak, aby zajistily co nejlepší výkon. Pro nejlepší spolupráci je třeba sestavit komponenty spolu kompatibilní.

#### 3.1.1 Procesor

CPU (central processing unit), anglicky: hlavní výpočetní jednotka. Jedná se o mikroprocesor, integrovaný obvod provádějící matematicko-logické operace. Procesor úzce spolupracuje s operační pamětí, která jej zásobuje daty, která zpracovává. Rychlost výpočtů pak záleží na taktovací frekvenci, šířce sběrnice, která je dnes buď 32bit, nebo 64bit, velikosti vyrovnávací paměti, kde existují 3 úrovně (L1 disponuje jednotkami kB, L2 jednotkami MB a L3 desítkami MB), ale nejvíce záleží na architektuře samotného mikročipu. Největšími výrobci na trhu jsou dnes společnosti Intel a AMD.

#### 3.1.2 Operační paměť

RAM(random access memory), anglicky: paměť s náhodným přístupem. Do tohoto typu paměti je možno zapisovat i mazat náhodně, aniž by se muselo cokoli měnit na předcházejících bytech v místě zápisu/mazání a libovolné paměťové místo je přístupné za stejnou dobu. Jedná se o nejběžnější paměť používanou nejen v dnešních počítačích, ale také v tiskárnách a dalších zařízeních. Jako komponenta spolupracuje přes severní můstek základní desky s procesorem a zásobuje ho daty ze spuštěného softwaru, který je v ní uložen a pro tento účel je primárně určena.

#### 3.1.3 Základní deska

Základní deska, neboli anglicky motherboard, slouží k zapojení všech komponent pomocí slotů (místo pro zasunutí přídatných karet), socketů (místo pro CPU) a vnějších periférií. Komponenty pak také zpravidla napájí a řídí jejich činnost a spolupráci pomocí integrovaných čipů, zvaných chipset, které se dříve připojovaly samostatně (řadiče, porty, vstupy/výstupy atp.). Desky mají standardizované rozměry, aby byly kompatibilní s co

největším počtem skříní. Základní deska také určuje uživateli, jaké bude mít možnosti budoucího rozšíření nebo výměnu komponent počítače.

#### 3.1.4 Pevný disk

HDD (hard disk drive), anglicky: jednotka pevného disku. Pevný disk slouží k dlouhodobému uložení velkého objemu dat, informací a také operačního systému, který se pak spouští z boot sektoru, vytvořeném při jeho instalaci. Záznam dat na disk je magnetický a provádí se pomocí čtecích/zapisovacích hlav na pevné plotny (odtud název pevný). Plotny se otáčejí konstantní rychlostí od 3600 do 15000 otáček za minutu, přičemž standard je pro pevné disky 7200 otáček. Kapacity pro ukládání dat se u disků, většinou s velikostí 3,5 palce, pohybují od 40GB do 3 - 4TB. Pro připojení a přístup k pevným diskům se používají rozhraní Ultra ATA, SATA I, II nebo III, SCSI a pro externí pevné disky je připojení buď starší SCSI, nebo standardně USB 2.0 nebo 3.0.

#### 3.1.5 Solid state disk

SSD (solid state drive) je disk bez pohyblivých částí. Jedná se o disky založené na pamětech typu flash. Protože nemají žádné pohyblivé části, nevydávají žádný hluk, téměř žádné teplo a mají velmi malou spotřebu. Oproti normálním pevným diskům disponují mnohem větší rychlostí zápisu i čtení právě díky flash pamětem a to znamená mnohem rychlejší start operačního systému a softwaru. Data jsou po smazání trvale odstraněna, což znamená lepší bezpečnost. Nevýhodou je především zatím vysoká cena na 1GB dat, menší kapacita disků a jejich postupné opotřebení.

#### 3.1.6 Grafická karta

Grafická karta slouží primárně pro poskytnutí obrazového signálu pomocí čipu GPU (graphics processing unit), anglicky: grafická výpočetní jednotka. Je několikanásobně výkonnější než CPU, kvůli mnohem většímu objemu dat, které musí zpracovat, aby mohla vysílat do monitoru videosignál. Na kartě jsou uloženy také rychlé paměti RAM, ale jiného typu než operační. Slouží k uložení dat ke zpracování GPU, stejně jako operační paměť, ale také jsou mnohonásobně rychlejší a mají mnohonásobně větší datovou propustnost, než normální operační paměť počítače. Grafická karta pak jako celek vysílá signál pomocí výstupů analogových (VGA- konektor D-Sub, S-Video, Composite) a digitálních (DVI, HDMI, DisplayPort).

### 3.1.7 Zdroj napájení

PSU (power supply unit), anglicky: zdroj elektrického proudu je zařízení, jenž slouží k zásobování všech komponent elektrickým stejnosměrným proudem. Převádí proud střídavý, který je nevhodný pro napájení nejen kvůli vysokému napětí, ale i kvůli svému průběhu (sinusový průběh), na slaboproudý proud stejnosměrný, protože komponenty potřebují stálou hladinu napětí a proudu. Hlavním parametrem zdroje je pak jeho výkon, ale je důležité dbát také na kvalitu vnitřních součástí, například na správně dimenzované kondenzátory.

### 3.1.8 Chlazení

Elektrický proud je forma energie a podle zákona o zachování energie, nejde zničit, pouze změnit její forma. V počítačových komponentách se elektrický proud vlivem práce součástí (přepínání tranzistorů, nabíjení/vybíjení kondenzátorů, práce MOSFET atd.) mění na tepelnou energii. Pokud teplo, vyzařované součástkou, vzroste nad úroveň, na kterou je dimenzována, selže. Z tohoto důvodu je nutné toto teplo od součástí odvádět. Nejčastěji se používá kombinace vzduchového proudu na kovový radiátor, který je pevně připevněn na tepelný zdroj, ale také další chladicí média jako; voda, olej či kapalný plyn.

## 3.2 Historie komponent

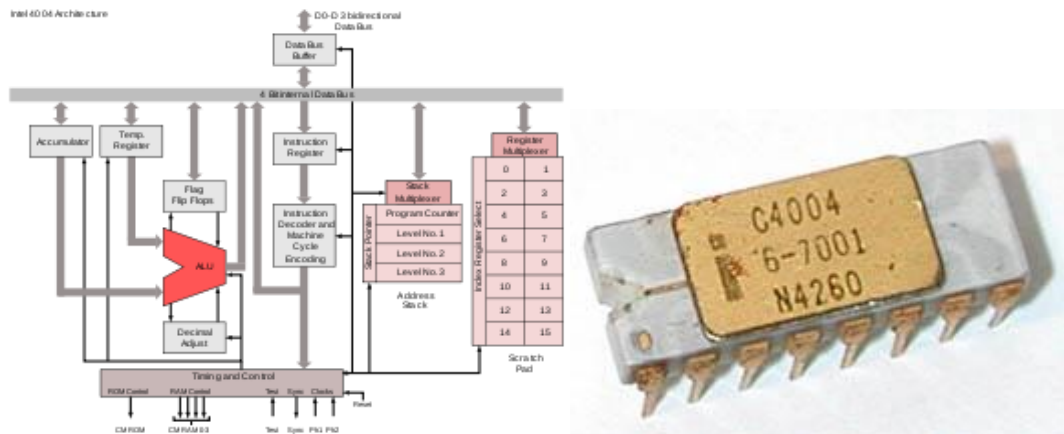
### 3.2.1 Procesor

Historie na poli vývoje mikroprocesorů je velmi zajímavá, plná velkého konkurenčního boje a pokročilých technologií, ale zatím krátká, co se týče počtu let. Hlavními konkurenty na trhu s mikroprocesory jsou firmy Intel a AMD (Advanced Micro Devices) a právě od firmy Intel pochází první mikroprocesor a také slavná architektura x86. AMD zpočátku vyrábělo klony procesorů od Intelu, ale později vyvinulo 64-bitovou architekturu x64 a na přibližně 5 let ovládlo trh díky efektivním, nízkofrekvenčním 64-bitovým procesorům a ještě koupilo společnost ATi, která vyrábí grafické čipy. Po nástupu prvních dvou jádrových procesorů se situace obrátila. AMD nebylo tak rychlé ve vývoji a nepovedla se ani nová architektura, která měla Intelu konkurovat. Od této doby má Intel na trhu monopol a AMD se soustřeďuje spíše na své „fusion“ procesory (APU – accelerated processing unit), tedy CPU a GPU na jednom procesoru.

### 3.2.1.1 Procesory před архитектурou x86

Prvním CPU integrovaným do jediného křemíkového čipu, byl roku 1971 Intel 4004. Tohoto mohlo být dosaženo díky tehdy nové Self-Aligned gate (Silicon Gate technology) výrobní technologii. [75] Self-aligned gate technologii vyvinul Dr. Robert W. Bower a spočívá v jiném způsobu výroby MOSFET, kde hradlo již nemusí být zarovnááno na polovodiče pod ním a funguje jako jejich maska. Díky této technologii mohl být procesor vyráběn levně a ve velkém množství. [72]

Byl vyvíjen od roku 1966 Stanem Mazorem, Tedem Hoffem, Federico Fagginim (vynálezce původní technologie křemíkového hradla) a Masatoshi Shimou. Instrukční sada procesoru obsahovala 45 instrukcí, 40 osmibitových a 5 šestnáctibitových a procesor se používal hlavně v kalkulačkách. [77]



Obrázek 1 – Intel 4004[89]

Jako 8bitový nástupce byl představen o rok později *Intel 8008*, který měl o 5 instrukcí více (50) na zpracování dat. Jako první podporoval přerušování, obsahoval střadač, ale neuměl přímo adresovat paměť. [76]

Další procesor firmy Intel, *Intel 8080* už byl vyroben lepším výrobním procesem díky technologii tranzistorů NMOS (N znamená, že MOSFET používá polovodič typu N na zhotovení hradel a obvodů) a to vyžadovalo vyšší napětí pro provoz, ale disponoval také mnohem vyšším výkonem. [75]

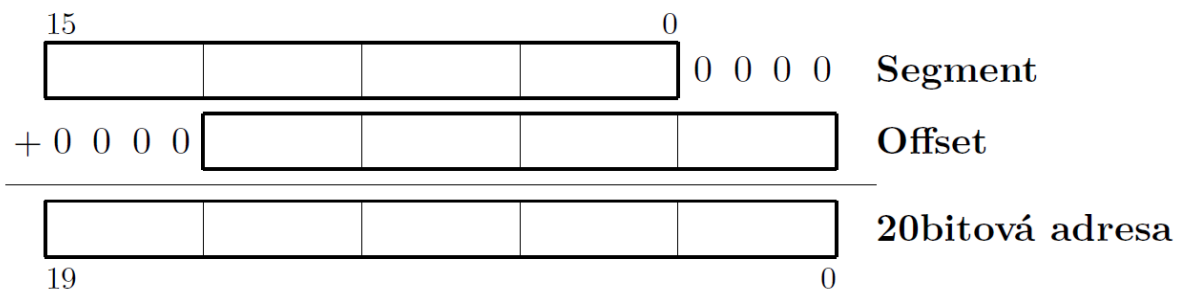
Jedním z prvních konkurentů na trhu pro firmu Intel, byla společnost Zilog, tvořená lidmi ze společnosti Intel (F. Faggin) se svým vylepšeným Intel 8080 procesorem. Oboje marchalín, Potřeboval menší napětí pro provoz a méně podpůrných čipů. Používal se hlavně v počítači ZX Spectrum a na přelomu 70. a 80. let ovládl trh s procesory. [75]

### 3.2.1.2 Procesory x86

První 16bitový procesor na trhu byl Intel 8086 roku 1978 a dal vzniknout instrukční sadě x86 (název 8086), se kterou jsou i dnes, po třiceti letech, procesory kompatibilní. [75]

Procesor uměl adresovat 1MB RAM díky 20bitové adrese pro adresaci paměti. Jako první je rozdělen na jednotku sběrnice, jež vybírá instrukční kód z paměti a přenáší data a prováděcí, která provádí instrukce dodané sběrnice jednotkou. [73]

Díky paměťové segmentaci, kde je prováděn výpočet fyzické adresy ze dvou složek: offset (tvořící nižší bity fyzické adresy) a segment (tvořící vyšší bity fyzické adresy) se pak fyzická adresa se vytvoří sečtením offsetu a segmentu vzájemně posunutých o 4 bity, je možné adresovat 1MB paměti. [73]



Obrázek 2 - segmentace paměti x86 [73]

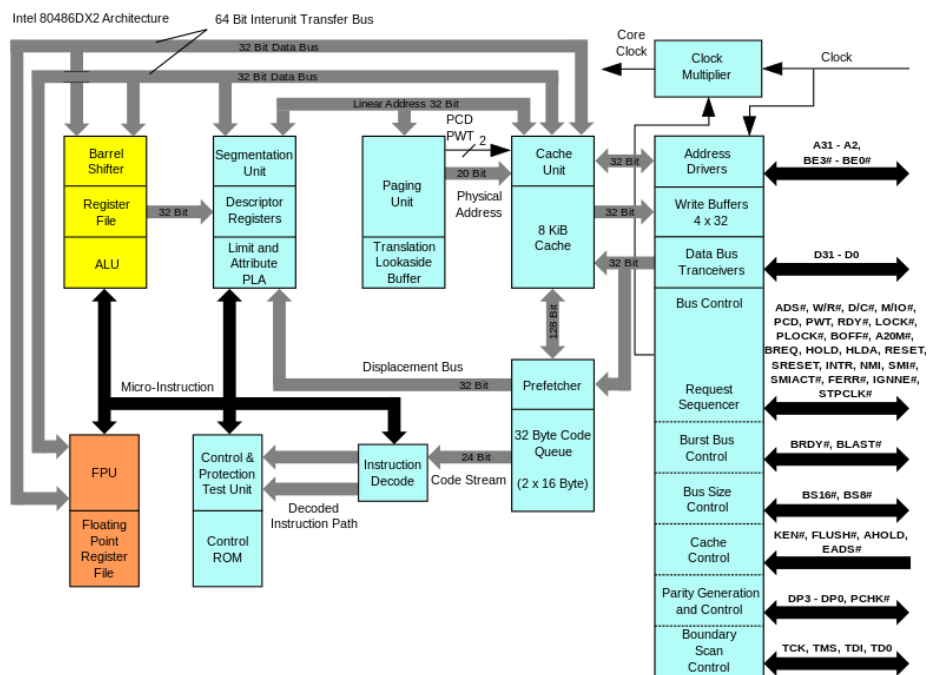
Procesor nikdy nebyl velkým komerčním úspěchem, ale je jeden z nejdůležitějších, protože dal vzniknout mnoha dalším a patent na architekturu x86 si koupila i společnost AMD po nepřilíh úspěšných procesorech vlastní architektury 2900 a 29000 se strategií RISC. [75]

Jeden z nejuspěšnějších procesorů firmy Intel byl následník Intelu 8086, model 80286. Přinesl hlavně víceúlohové zpracování, chráněný režim, který dovoluje procesoru adresovat až 16MB paměti a jako první měl integrovanou hardwarovou jednotku správy paměti. Díky firmě IBM, která si tento procesor vybrala k implementaci do svých IBM AT počítačů, měl Intel obrovský komerční úspěch. [54]

Další z této řady procesorů byl první 32bitový mikroprocesor 80386 s označením i386, nebo P3 (3. generace řady x86). Zpracovával 32bitovou adresu a 32bitová vnitřní i vnější data. Novinkou bylo zavedení hardwarové správy paměti (memory management unit), která zvládla adresovat až 4GB ( $2^{32}$ ) fyzické paměti a také podporoval multiprocessing. [73]

Po 80386 logicky následoval 80486, jenž byl první plně 32bitový s novou architekturou. Nejdůležitější novinkou byla implementace jednotky FPU (Floating point unit) pro operace v plovoucí řadové čárce. Některé 80486 jednotky neměly a prodávaly se jako

levnější varianta. Také byla implementována 8kB cache a možnost pipeliningu, vysvětleného dále v praktické části. [54]



Obrázek 3 - Intel 80486[91] a architektura s FPU (oranžově) [90]

Firma AMD, jež zakoupila práva na architekturu x86 také vyráběla své procesory, ale díky procesorům Intelu se moc neprosadily.

Například model Am486 byl klon 80486, ale přinesl nějaká vylepšení. Jedním z nich bylo použití write-back cache, paměti se zpětným zápisem, kde se data zapisují do RAM, až je to nezbytně nutné a také bylo sníženo potřebné napětí na 3V. Dalším modelem AMD na architektuře x86 byl Am5x86, což nebyl klon, jen používal stejnou patici a instrukční sadu. [77] Byl založen na strategii RISC a jiné architektuře, takže měl nižší frekvence a díky tomu AMD zavedlo „P rating“, kterým AMD přejmenovávalo své procesory na název ekvivalentní výkonu procesorů od Intelu. [71]

### 3.2.1.3 Architektura Intel P5 a P6

Na nové architektuře od Intelu byl roku 1993 vydán procesor Intel Pentium (označován jako 80586, ale číselný název se patentovat nedá) [77]. Architektura byla superskalární, tudíž dovolovala provádět paralelně dvě instrukce pomocí dvou pipelines. Nová predikční jednotka určovala budoucí nejpravděpodobnější chování programu díky analýze výskytu instrukcí a tím určení její nejpravděpodobnější další adresy. V roce 1994 se u Pentia objevila chyba při dělení v plovoucí řadové čárce při použití instrukce FDIV a Intel si vysloužil velký posměch. Pentiu se v roce 1997 dostalo rozšíření instrukční sady o multimediální sadu MMX, která se používala pro multimediální účely. [54]

V roce 1997 Intel rozdělil trh do tří částí (levná PC, středně výkonná PC a servery a pracovní stanice) a vydal tak 4 verze procesoru Pentium II, který byl kombinací procesorů Pentium Pro (architektura P6) a Pentia se sadou MMX. [75] Přinesl nové zapojení do základní desky, kdy se zapojoval jako přídatné karty (slot 1), měl svou vlastní desku „daughterboard“ a disponoval 2 úrovněmi cache, přičemž druhá byla právě na této desce. [54]



Obrázek 4 - Pentium II[93] a Pentium III (bez chladiče), řešení Slot 1[92]

Nástupcem a posledním zástupcem architektury P6 bylo Pentium III, představené v roce 1999. Díky zmenšení výrobního procesu se mohla L2 cache implementovat zpět přímo do čipu, což sice znamenalo zmenšení její velikosti, ale také zdvojnásobení rychlosti. Také byla přidána nová instrukční sada SSE (Streaming SIMD Extensions) obsahující 70 nových instrukcí pro operaci v plovoucí řadové čárce, které navýšily výkon zejména při zpracování obrazového a zvukového signálu. [54]

#### 3.2.1.4 AMD K5 a K6

Řada K5 byla snaha AMD konkurovat procesorům Pentium od Intelu. Tento procesor vyvíjelo AMD samo a jádro mělo mnoho problémů s vyrovnávací pamětí, špatnou kompatibilitou a nezdokumentovaným násobičem. Tudiž bylo mnohem pomalejší než procesory od Intelu. K5 sice překonalo Pentia v číslech (mělo 6 výkonných jednotek oproti dvěma, dvounásobnou cache), ale díky špatnému jádru a tím i debaklu na trhu firma od výroby a vývoje v roce 1997 ustoupila. [69]

Naopak řada K6 přinesla pro AMD zlom ve vývoji jak procesorů, tak na trhu s nimi. AMD koupila firmu vyrábějící RISC procesory NexGen a na základě jejich čipů Nx686 zahájilo vývoj řady K6. K interpretaci instrukční sady se používala x86 emulace RISC86. [54]

Novinkou bylo u K6 rozdělení napájecích větví, nazváno „split rail voltage“ z důvodu kompatibility. Používala se většinou 2 různá napájení externí (3,3V) a interní (2,5-2,9V).

S K6 konečně AMD uspokojilo poptávku po modelu s dobrým poměrem cena/výkon a mohla tak konkurovat Intelu s Pentiem MMX, ovšem uspokojilo ji až po přechodu na 0,25 μm proces.

Přímým nástupcem byla řada K6-2 obohacená o multimedální instrukční sadu 3DNow!, která byla odpovědí na MMX od Intelu. Přinesla 21 nových instrukcí v plovoucí řadové čárce, přičemž MMX pracuje pouze celočíselně. [77]

#### 3.2.1.5 AMD K7

Řada K7, též nazývaná Athlon Classic, přinesla AMD obrovský komerční úspěch, který ve válce s Intelem velmi potřebovalo. A jelikož AMD mířilo spíše na trh s levnějšími procesory, zisk nebyl tak velký a tak muselo AMD zamířit do nejvyšších pater trhu, kde panoval Intel a případný zisk mohl být velký.

Je samozřejmě x86 kompatibilní a nejdříve se zasazoval do patice slot 1, později AMD vyvinulo vlastní patici socket A (označována také 462).

Byla zlepšena FPU a zvýšena vyrovnávací paměť L1 a použita L2 vně procesoru, ale stále na modulu. [77]

Rok po vydání prvního Athlonu vydalo AMD jádro Thunedrbird, které zmenšilo výrobní proces a vrátilo L2 cache zpět na čip, tudíž byla dvakrát rychlejší i přes menší velikost. Procesory se od tohoto modelu zasazovaly do socketu A.

AMD také vydalo levnější model pro low-end (nižší varianta) trh, Duron. Měl nižší taktovací frekvence a menší L2 cache. [54]



Další, výkonnější variantou, založenou na architektuře K7, byla varianta Athlon XP (zkratka eXtreme Performance a také reference na Windows XP). AMD se vrátilo k Pentium ratingu, protože Athlon měl mnohem více provedených instrukcí za takt, mohlo se zdát, že má nižší výkon, protože procesory byly taktovány na nižší frekvenci. Byly ale mnohem efektivnější a proto jim k dosažení stejného výkonu stačila menší frekvence. [54]

Touto architekturou získalo AMD vládu nad procesorovým trhem, i přes problémy se zahříváním a až do uvedení architektury Core si drželo výsadní postavení na trhu.

#### 3.2.1.6 Intel Pentium IV (architektura NetBurst)

Pentium IV byl v roce 2000 zcela nový procesor, založený na architektuře NetBurst, první nové architektuře Intelu od P6 (Celeron, Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Xeon).

Papírově byla velmi silná, ale v praxi vůbec nová architektura neobstála. Byla postavena na použití vysokých frekvencí (ve skutečnosti bylo Pentium IV na začátku pomalejší než Pentium III), ale to znamenalo použití velmi dlouhé pipeline. Jádra (zejména nechvalně známý Prescott) se zahřívala a spotřebovávala velmi mnoho energie. [75]

Procesory AMD i přes nižší frekvenci byly stále rychlejší díky více provedeným instrukcím za takt.

Nedůležitější přínos architektury NetBurst, který se zachoval dodnes, je technologie HyperThreading, kdy procesor emuluje svou identickou kopii a využívá plně neobsazenou pipeline pro provádění dalšího vlákna. Systém pak pracuje se dvěma logickými procesory.[54]

Poprvé se objevuje nový systém zasazení do patice, kde jsou vývody pouze na základní desce a procesor je „holý“ a má jen zlaté plošky pro kontakt a nese název LGA (Land Grid Array).

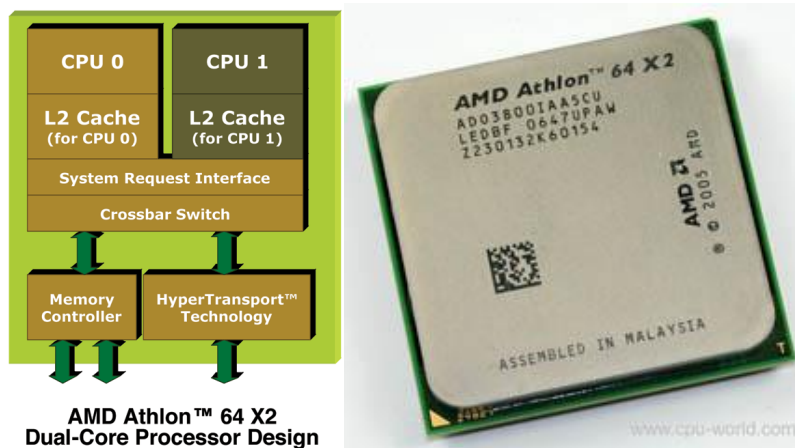
#### 3.2.1.7 AMD K8

S osmou generací procesorů pokračuje AMD v dominanci na trhu. Rodina procesorů, kde první model byl vydán roku 2003 a poslední v roce 2009, se zaměřuje na všechny sektory na trhu, od mobilních (notebooky – modely Sempron) po ty nejvýkonnější (herní – modely Athlon 64, Athlon 64X2, Athlon 64-FX, pracovní stanice, servery-Opteron). [68]

Největší novinkou byl 64bitový mód, tzn. procesor obsahoval 64bitové registry. Procesor pracuje jako 64bitový, ale stále dokáže provádět instrukce ze sady x86. AMD tímto představila instrukční sadu x86-64 (AMD64). Také obsahoval rozšířené instrukce SSE2 a SSE3.

Dalšími novinkami byl HyperTransport, rychlé spojení mezi CPU a dalšími V/V zařízeními a integrovaný paměťový řadič. [68]

V roce 2004 AMD představilo svůj první dvoujádrový procesor, Athlon 64 X2, který byl vytvořen ze dvou jader jedno-jádrového Athlonu 64. Výhodou samozřejmě byla možnost provádění mnohem více operací najednou, nebo jedné velmi náročné. [68]



Obrázek 5 - Schéma dvoujádrového Athlonu s řadičem paměti DDR2[94] a Athlon 64 X2 3800+[95]

Celá řada je vyráběna novou technologií SOI (Silicon-on-Insulator), kde jsou tranzistory vytvořeny ve formě tenkých vrstev křemíku, jenž jsou izolovány od metalického těla tranzistoru pomocí vrstvy izolátoru. Díky izolaci aktivní části tranzistoru nedochází k únikům proudu a tranzistor může pracovat rychleji a efektivněji. [52]

### 3.2.1.8 Intel Core

V roce 2006 Intel představil novou, první 64bitovou, architekturu Core, a ta konečně ukončila nadvládu AMD na trhu s procesory. Modely pokrývají celou škálu trhu stejně jako u AMD, ovšem jsou velmi různorodé, protože architektura je dodnes podobná, pouze se vyvíjí. Architektura byla úplně odlišná od NetBurst, jelikož upustila od dlouhé pipeline a navrátila se k nižším taktovacím frekvencím.

Pipeline je tedy dvakrát kratší a prováděcí jednotka je dvakrát větší než u architektury NetBurst. Jedna z nových 32bitových technologií se nazývá Micro-Ops fusion, která dokáže slučovat některé x86 instrukce do jedné. Další technologie obsahuje zlepšenou spotřebu energie a menší odpadní teplo pomocí technologie SpeedStep.[80]

#### 3.2.1.8.1 Intel „Tick Tock“

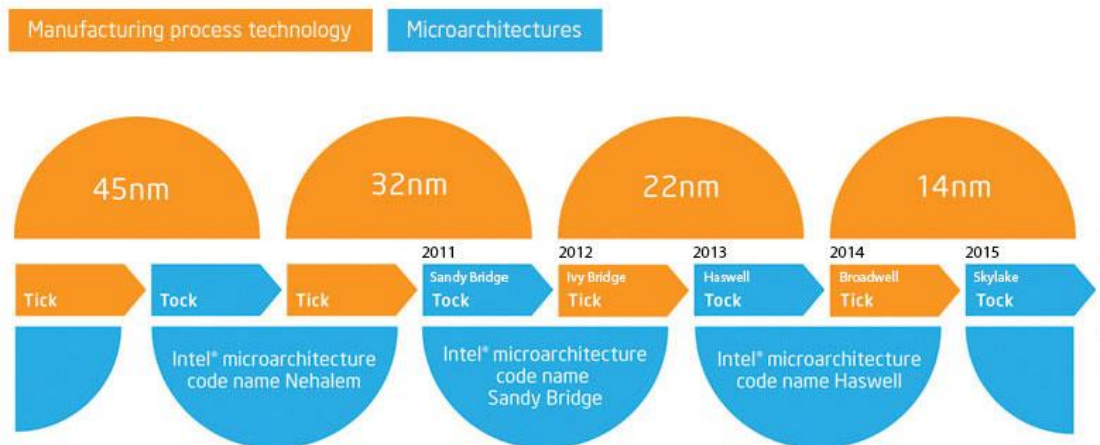
Model „Tick-Tock“ od Intelu, znamená vývoj procesorů od roku 2006 (první dvoujádrový procesor Pentium D, Core architektura) do budoucnosti. Intel plánuje zmenšovat výrobní technologii a vynalézat nové mikroarchitektury.

### 3.2.1.8.1.1 Tick

V „Tick“ cyklu se Intel snaží vylepšit výrobní proces a zmenšit tak tranzistory (a zvětšit jejich hustotu) a tím zmenšit spotřebu a co nejvíce zvýšit výkon.

### 3.2.1.8.1.2 Tock

Ve střídajícím se „Tock“ cyklu využívá Intel předchozího představení nového výrobního procesu pro vytvoření nové mikroarchitektury pro zlepšení výkonu procesorů a provádění instrukcí. [67]



Obrázek 6 - Intel „Tick-Tock“ ukazuje střídavý vývoj architektury a výrobního procesu[67]

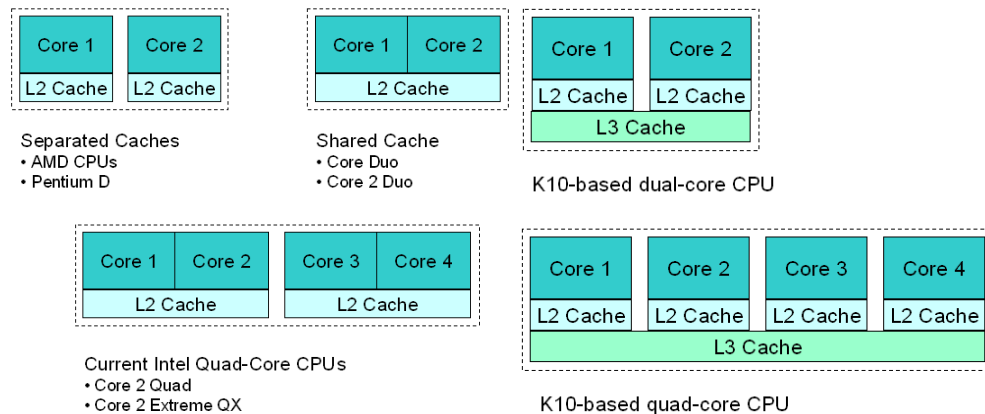
V každém cyklu dochází ke zvětšování výkonu, frekvence, vyrovnávací paměti (hlavně L3), ale ne až tak velkými skoky jako doposud. Také jsou přidávány nové instrukční sady například pro práci s vektory. Za zmínku stojí vyvinutí nových více hradlových tranzistorů FinFET, přičemž Intel používá 3D (tříhradlový) tranzistor, který povoluje třikrát větší proud elektronů a zmenšuje úniky proudu a tím má i lepší efektivitu. [64]

### 3.2.1.9 AMD K10 a K11

Nová architektura od firmy AMD přímo navazovala na tu starší, K8, a proto byla nazvána K8L s kódovým označením „Barcelona“ (K9 nikdy vydána nebyla, i když se spekuluje, že byl zrušen její vývoj).

Pokračoval vývoj 64bitových procesorů a byla přidána další jádra, kterých bylo až 12 na jeden procesor. Došlo ale také k dalším vylepšením, jako bylo zvětšení šířky sběrnice pro vyzvedávání z paměti L1 (nyní mohla vyzvednout až 32 bytů dat za cyklus). Kvůli 128bitovým SSE instrukcím musela být zvětšena šířka vnitřní datové sběrnice právě na 128 bitů, aby nedocházelo k dělení instrukce na dvě 64bitové části a tím zpomalení jejího

zpracování. Novinkou bylo přidání nezávislého paměťového řadiče, který dokáže počítat s dvěma paměťovými dvoukanálovými moduly místo jednoho 128bitového jako s dvěma nezávislými 64bitovými a tím předchází zbytečnému načítání dat. Oproti Intelu, který používá sdílenou L2 paměť pro jádra kvůli tomu, aby se předešlo zaplnění cache u jednoho jádra a prázdné u druhého, používá AMD u K10 také sdílenou, ale až třetího typu. [65]



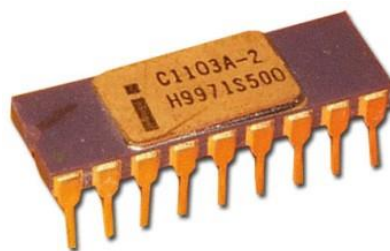
Obrázek 7 - různé přístupy k řešení sdílené vyrovnávací paměti cache[65]

Výrazného zlepšení se také dočkala jednotka řízení spotřeby (Dual Dynamic Power Management (DDPM)), jež řídila napájení nezávisle pro jádra a nezávisle pro paměťový řadič, tudíž měla každá část CPU možnost pracovat různou rychlostí, pokud to bylo potřeba. [65]

### 3.2.2 Operační paměť

Operační paměť počítačů RAM (Random Access Memory, paměť s náhodným přístupem) se začala vyvíjet přibližně ve stejné době jako první mikroprocesory, tedy se vznikem integrovaných obvodů. Předtím jako paměti sloužily feritové, bubnové a Williams-Kilburnovy trubice. [62]

Paměť DRAM (Dynamic Random Access Memory) vynalezl v roce 1967 Robert Dennard a využívala tranzistory s typu P (pMOS). Do počítačů byla však uvedena až v roce 1970 jako Intel 1103 s 1kBit kapacitou. K prvnímu nasazení došlo v roce 1972 v počítači Hewlett-Packard 9800 a poté se staly nejžádanějším polovodičovým typem paměti na trhu.[62]



Obrázek 8 - Intel 1103 1kBit DRAM[62]

### 3.2.2.1 Technologie používaných pamětí

#### 3.2.2.1.1 FPM

Fast Page Mode RAM je asynchronní paměť uvedená v roce 1987. Řádek určité části paměti mohl zůstat otevřen, takže mohlo být prováděno další čtení, nebo zápis bez zpoždění. FPM je dnes stále rozšířená technologie, používá se například v počítačích s procesorem 486. Výhodou je snížená spotřeba, protože není potřeba obnovovací proud. Přístupová doba byla 60-80ns. [62]

#### 3.2.2.1.2 EDO RAM

EDO (Enhanced Data Output) DRAM paměť byla uvedena v roce 1995, někdy je uváděna jako Hyper Page Mode DRAM a je to poslední vylepšení pro asynchronní paměti.

Přístupová doba byla 55ns a paměti pracovaly až se 100MHz sběrnici a i přes 40% zrychlení přístupu používá stejně materiálu. EDO paměti se už dnes nepoužívají, i přes velkou kompatibilitu. Synchronní paměti nabízí větší rychlost, kapacitu a menší cenu. [62]

#### 3.2.2.1.3 SDRAM

Hlavní charakteristikou a také výhodou synchronních pamětí (Synchronized Dynamic RAM) byla práce pod systémovými hodinami (stejných jako procesoru) a tudíž procesor čeká na vnitřní provedení paměťových operací. Při čekání může procesor vykonávat jiné instrukce a poté si data vyzvednout. Další výhodou je absence více časovacích signálů.

Rychlost pamětí SDRAM se pohybovala od 66-133MHz (označení PC66-PC133) a přístupová doba 15-10ns. Kapacity nabývaly velikostí až 512MB. [62]

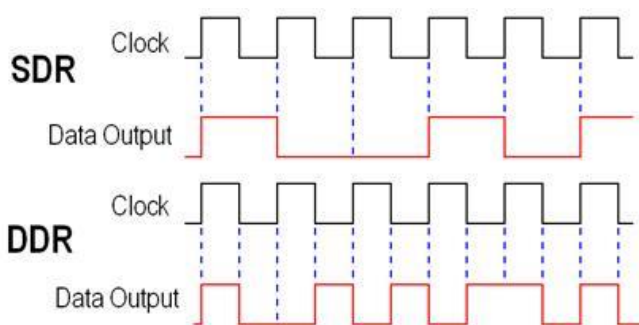
#### 3.2.2.1.4 RDRAM

Technologie Rambus DRAM byla představena firmami Intel a Rambus. Oproti SDRAM pracují na vyšších frekvencích (až 800MHz) a mají rychlejší sběrnici. Ovšem šířka sběrnice byla pouze 16bit (v pozdější variantě 32bit) oproti 64bit sběrnici SDRAM. [62]

RDRAM neuspěla díky problémům s vysokou latencí a potřebou většího stínění a kratšího vedení. [62]

#### 3.2.2.1.5 DDR SDRAM

V roce 2000 byla na trh uvedena DDR (Double data rate) SDRAM kvůli nedostatečné rychlosti SDRAM (max. 133MHz). Dvojnásobných rychlostí přenosu dosahuje díky přenosu dat dvakrát za hodinový cyklus (tedy při růstu a klesání signálu) a přísnějšímu nastavení časování elektrických signálů. Díky tomu se mohou snížit jak pracovní frekvence, tak napětí a dosáhne se nižší spotřeby. [63]



Obrázek 9 - přenos dat SDR a DDR[117]

Přenosové rychlosti se pohybují od 1600MB/s až po 3200MB/s (PC1600-PC3200) a frekvence od 100MHz do 200MHz (200-400MHz efektivně, protože jde o DDR paměti s dvojnásobným přenosem). Přístupová doba je 10ns u 100MHz paměti a 5ns u 200MHz paměti. [62]

#### 3.2.2.1.6 DDR2 a DDR3

Moduly DDR2 fungují na stejném principu jako starší DDR. Rozdíl mezi nimi je v taktování paměťových buněk a sběrnice, která pracuje na dvojnásobku rychlosti paměťových buněk a tím dosáhly prakticky dvounásobné rychlosti oproti DDR s nižším napětím (1,8V). Přenosové rychlosti se pohybují od 3200MB/s až do 8533MB/s s frekvencemi 400-1066MHz efektivně (100-266MHz buňky a 200-533MHz sběrnice). [61]

Paměť DDR3 používá ještě menší napětí (1,65V) a dokáže přenést dvakrát více dat než DDR2 díky čtyřnásobné rychlosti sběrnice oproti buňkám (2x více než u DDR2) a vyšším pracovním frekvencím. Jde spíše o evoluci DDR2 paměti stejně jako DDR2 paměti byly evolucí DDR. Rychlosti paměti jsou opět o řád vyšší, začínající na 6400MB/s a končící zatím na 12,8GB/s s frekvencemi od 800-1600MHz efektivně (100-200MHz buňky a 400-800MHz sběrnice). [59]

#### 3.2.2.1.7 JEDEC

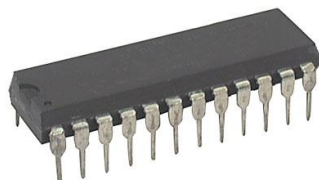
Znamená Joint Electron Device Engineering Council a tato společnost vydává standardy nejen pro paměťové moduly. Mezi členy patří: AMD, Intel, Samsung, IBM, a další.[81]

#### 3.2.2.2 Paměťové moduly

Moduly slouží pro uchycení paměťových buněk na desku plošných spojů spolu s ostatními řídicími čipy a pro její uchycení v základní desce.

#### 3.2.2.2.1.1 DIP

Dual In-line Package byly moduly používané u procesorů 286 v PC /XT nebo AT. Jejich zástupcem byl například čip Intel 1103 a měl okolo 18-20 vývodů (pinů).



Obrázek 10 – paměťový modul DIP

#### 3.2.2.2.1.2 SIPP

Single In-line Pin package byly moduly většinou osazené FPM RAM s 30piny. Používal se hlavně u počítačů s procesory 286 a 386. Piny byly poměrně náchylné k poškození, protože nebyly řešené jako kontakty, ale jako vývody.

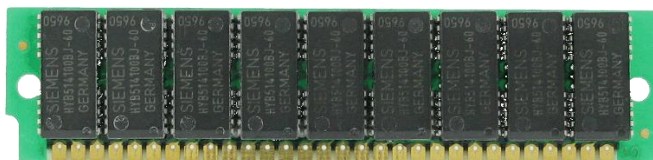


Obrázek 11 – paměťový modul SIPP

#### 3.2.2.2.1.3 SIMM

Single In-line memory module je první typ modulu s pozlacenými kontakty místo pinů. Kontakty byly redundantní a tudíž i instalace modulů byla snazší. SIMM moduly se vyráběly „krátké“ a „dlouhé“.

- SIMM 30-pin - obvykle se používala FPRAM. Běžně používané v časovém období architektur 286 – 486.



Obrázek 12 - modul SIMM 30 pin, krátký

SIMM 72-pin - jinak také nazývané „PS/2 SIMM“, obvykle se používala paměť typu EDO DRAM, případně FPRAM (Fast Page Mode DRAM).



Obrázek 13 - modul SIMM 72pin, dlouhý

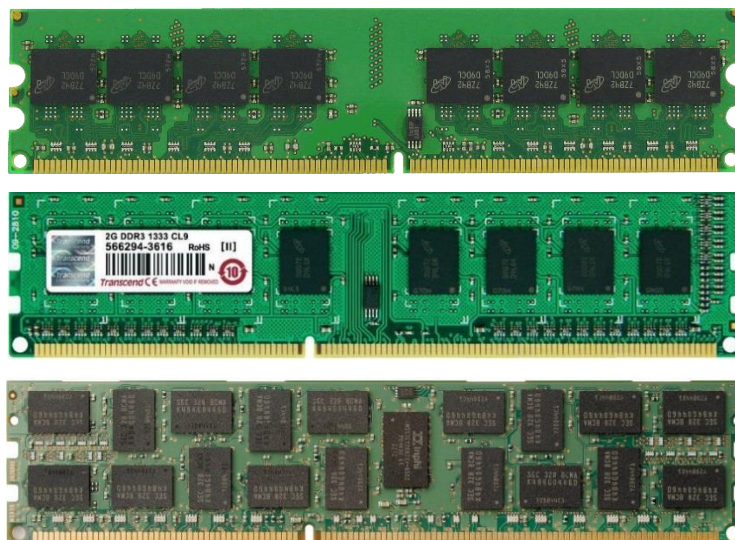
Datová šířka u SIMM byla 8 respektive 32bit a používaly se 2 nebo 4 moduly najednou.

#### 3.2.2.2.1.4 DIMM

Dual In-line memory module se používá s malými změnami pro všechny typy dnešních pamětí v osobních počítačích. Například pro mobilní využití se používá modul SO-DIMM nebo micro DIMM s jiným počtem pinů a uspořádáním paměťových buněk s ohledem na velikost modulu.

Používané moduly:

- DIMM 168-pin - (SDRAM)
- DIMM 184-pin - (DDR SDRAM)
- DIMM 240-pin - (DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM, DDR4 SDRAM)



Obrázek 14 - moduly DDR2[97], DDR3[98] a DDR4[96] – vzájemně nekompatibilní kvůli jinému napětí a klíči napětí

Celá část „3.2.2.2 Paměťové moduly“ včetně obrázků je čerpána ze zdroje [62].



### 3.2.3 Základní deska

Vývoj základních desek se řídil především komponentami a periferiemi na ně připojovanými. Rychlost těchto komponent a periférií se s vývojem zvětšovala a výrobci základních desek přizpůsobovali konektory, sběrnice a řadiče potřebám tohoto hardwaru hlavně z hlediska přenosové rychlosti a kompatibility.

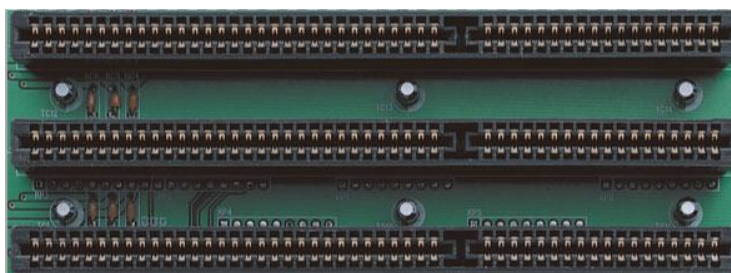
První počítač, který obsahoval základní desku jako hlavní prvek zapojení, byl v roce 1981 IBM PC. Obsahovala 8bitové ISA porty pro zapojení řadičů na diskety, tiskárny, disky, atd. a porty pro zapojení klávesnice a kazetového přehrávače. [39]

V 80. letech se kvůli omezení nákladů začaly řadiče umisťovat na základní desky jako samostatné čipy. Small V roce 1984 IBM vytvořilo desku do svého *IBM PC/AT* (Advanced Technology) a tím také standard *AT*, který zadává pevnou velikost desky pro různé skříně a dává vzniknout PC založenému na komponentách. Ve druhé polovině 80. let byly založeny také 2 významné společnosti na poli výroby základních desek: *Gigabyte* (1986) a *Asus* (1989). [38]

#### 3.2.3.1 ISA

Nejjednodušší sběrnice používaná v IBM PC kompatibilních vychází z anglického názvu *Industry Standard Architecture*. Poprvé byla použita v IBM PC v roce 1981 a podporovala přídatné karty s osmibitovým rozhraním a konektorem s celkem 62 piny. Vylepšená šestnáctibitová verze sběrnice s 98 pinovým konektorem byla použita v roce 1984 v počítači IBM PC AT (někdy označována jako *AT Bus*). Tato sběrnice se v průmyslu používá dodnes, hlavně díky její konstrukční jednoduchosti. [36]

Sběrnice obsahovala adresovou část s šířkou 24 bitů (adresace až 16MB paměti,  $2^{24}$ ) a také bylo možno obsluhovat 64kB V/V portů pomocí šestnáctibitové IO sběrnice. Druhá, datová část sběrnice měla podle verze 8 či 16 bitů. Blokovaný přenos dat byl řešen buď samotným zapojeným zařízením anebo pomocí 4-8 DMA (Direct memory acces – řešení přenosu dat bez použití procesoru). Rychlosti sběrnice se pohybovaly od 4,77Mhz do 16Mhz. [36]



Obrázek 15- ISA (AT) sběrnice[99]

### 3.2.3.2 VESA Local Bus

ISA sběrnice podporovala prakticky všechna zařízení, ale pro nové přídavné grafické karty s režimem CGA a VGA, které měly větší nároky na přenosovou rychlost, byla ISA sběrnice příliš pomalá. VESA Local bus měla být primárně určena pro grafické karty a protože je architektura sběrnice pevně svázána s architekturou procesoru 486, nemohla být použita v jiných systémech. Na kartách se pak integrovalo i více zařízení společně s grafickým čipem (sériové porty, IDE řadiče atd.). Sběrnice je lokální a sdílí datovou a adresovou část s procesorem. Pro zmenšení odrazů, rušení, impedančního a proudového zatížení vodičů je počet zařízení omezen a sběrnice je co nejbližší CPU.

Frekvence sběrnice byla odvozena vnější frekvence CPU, přičemž mezní frekvence byla 40Mhz pro správnou funkčnost. [35]



Obrázek 16 - VESA Local Bus[100]

### 3.2.3.3 PCI

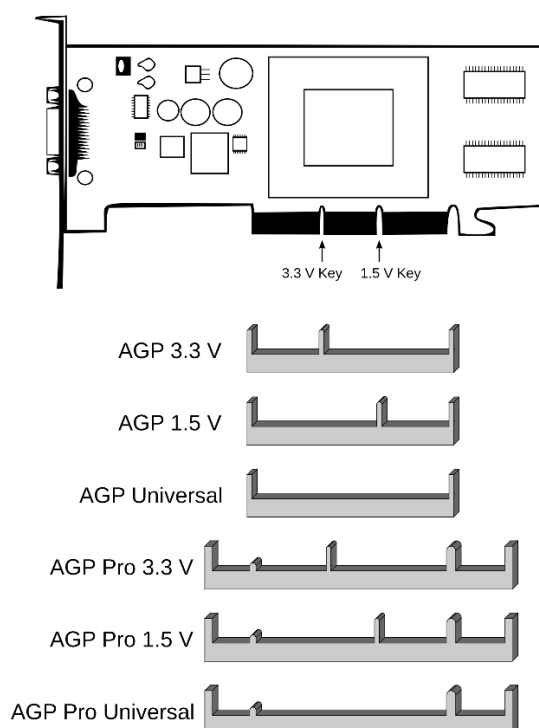
Univerzální sběrnici PCI (*Peripheral Component Interconnect*) představila firma Intel v roce 1992 a stala se oficiálním průmyslovým standardem nejen v osobních počítačích IBM PC kompatibilních. Jako v předchozím případě, byla tato sběrnice představena kvůli nedostatečnému výkonu, počtu přerušení a nevyhovujícím DMA sběrnic předchozích. Podporuje také koncept *Plug and Play*. Jelikož se sběrnice PCI používá ve většině případů a zatím není součástí historie, jako předchozí případy, bude jí věnován prostor z praktické části práce ohledně komunikace, rychlostí a *Plug and Play*. [35]

### 3.2.3.4 AGP

K sběrnici AGP lze připojit pouze jedno zařízení a z názvu *Accelerated Graphics Port* je zřejmé, že půjde o grafické karty. Sběrnice PCI přestávaly moderním akceleratorům ve druhé polovině 90. let stačit hlavně přenosovou rychlostí (dynamicky načítané textury, 3D objekty). Také bylo potřeba zachovat kompatibilitu se standardem VGA. [8]

U sběrnice byl kladen důraz na velký přenos dat s malou latencí. Jsou použity podobné řídicí signály jako u PCI, tedy i stejné vodiče. Došlo ale k odstranění arbitrážního obvodu a z tohoto důvodu lze připojit jen jedno zařízení, ale tato absence přispívá k rychlejší práci a zjednodušení řídicích obvodů na připojené kartě.

AGP existovala během vývoje v různých verzích a univerzální karty se mohly používat do všech slotů. Přenosové rychlosti se lišily podle počtu přístupů do paměti (zápis do grafické paměti akcelérátoru), protože základní takt byl pro všechny verze stejný a to 66Mhz. Existovaly verze pro různé voltáže signálů (3,3V pro AGP 1.0 až 0,8V pro AGP 3.0) rozlišené pomocí fyzických klíčů v portu a potom verze právě podle přístupu do paměti za takt. Šířka sběrnice byla 32 bitová a AGP 1x (jeden přístup za takt, 32bitů za takt) měla rychlost 266MB/s a poslední verze AGP 8x 2133MB/s (8x32bitů za takt). [8]



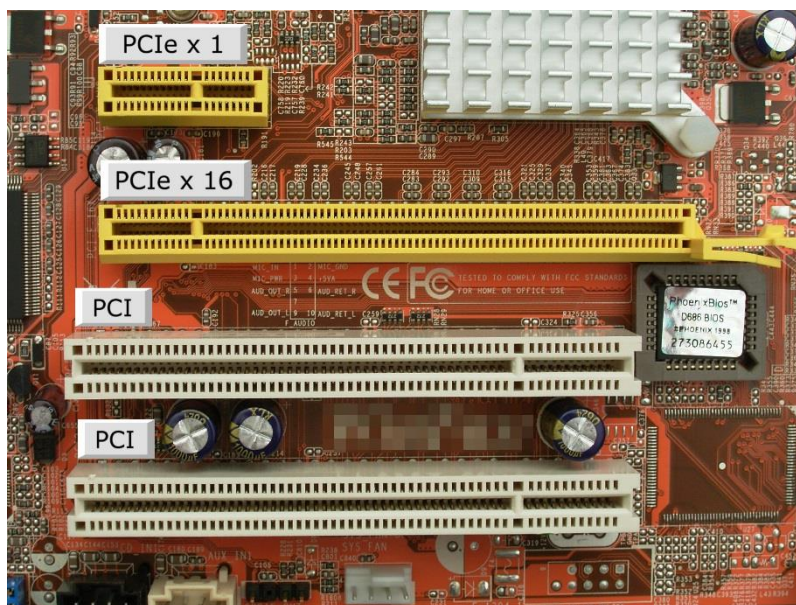
Obrázek 17 - různé verze AGP[8]

### 3.2.3.5 PCIe – PCI Express

AGP má tedy maximální přenosovou rychlost 2133MB/s a rozhraní PCIe jej nahradilo s nejméně dvojnásobnou rychlostí přenosu, lepší kompatibilitou a větší šířkou sběrnice (64-bit oproti 32-bit AGP). Nahrazuje také zastarávající sběrnici PCI s maximálním přenosem 132MB/s, což je pro dnešní gigabitové síťové karty a další zařízení, nedostatečné. [54]

Největší změnou oproti předchozím sběrnicím je ale zavedení sériového přenosu oproti paralelnímu a tím použití paketů pro přenos signálů. [34]

Toto rozhraní je relativně nové (2004) a prozatím ve své nejnovější verzi PCIe 3.0 stačí pro nejnovější grafické karty a komunikaci s ostatními zařízeními se bude věnovat praktická část.



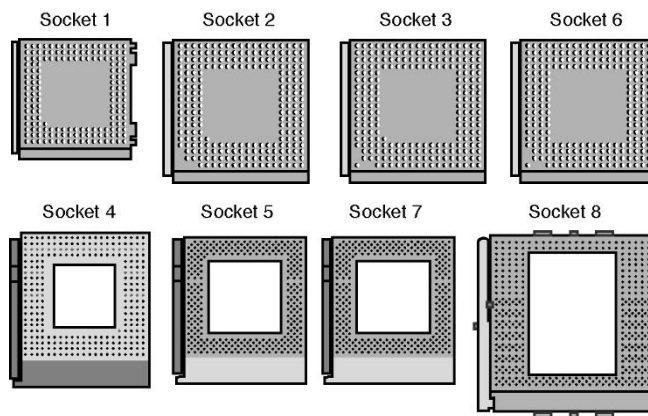
Obrázek 18 - PCIe a PCI[101]

### 3.2.3.6 Historie socketů pro CPU

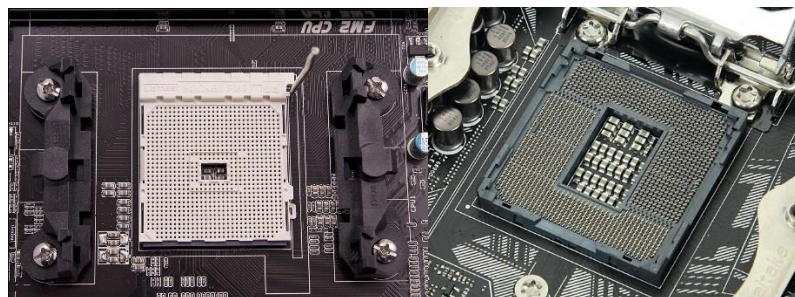
Firmy AMD a Intel měly nejdříve pro své procesory stejné sockety, jelikož AMD vytvářelo klony x86 procesorů od Intelu. První sockety pro procesory byly pro uživatele ne příliš vhodné, protože pokud chtěli lepší procesor tak k jeho deinstalaci a instalaci byla potřeba velká síla (50kg) pro Socket 1 a tím mohlo dojít k poškození jak čipu, tak základní desky. Tento fakt vedl výrobce k vyvinutí nového způsobu instalace CPU. Nové sockety se souhrně nazývaly LIF (*Light Insertion Force*) a znamená to, že k instalaci CPU je třeba méně síly (přibližně 30kg). [37]

Nejlepším řešením bylo pro uživatele nepoužívání žádné síly na křehkém CPU. Sockety ZIF (*Zero Insertion Force*) přinesly řešení s upevněním procesoru do patice páčkou, které lze snadno vložit i vyjmout. [54]

Rozdíl mezi typem socketů firem AMD a Intel spočívá v umístění pinů. Intel začal s Pentem 4 a socketem 775 používat socket LGA (*Land Grid Array*), kde jsou piny na základní desce. AMD používá od začátku socket PGA (*Pin Grid Array*) a tam jsou piny přímo na procesoru. Jediným LGA socketem na procesory AMD byl socket F pro serverový Opteron.[54]



Obrázek 19 - sockety LIF (Socket 1 - 6) a ZIF (Socket 4 - 8)[37]



Obrázek 20 - socket PGA pro procesory AMD (FM2) a LGA pro procesory Intel (LGA 1151)[37]

Socket	Počet pinů	Datum vydání	Podporovaná CPU
Socket 0	168	1989	486 DX
Socket 1	169	neznámé	486 DX, 486 DX2, 486 SX, 486 SX2
Socket 2	238	neznámé	486 DX, 486 DX2, 486 SX, 486 SX2, Pentium Overdrive
Socket 3	237	neznámé	486 DX, 486 DX2, 486 DX4, 486 SX, 486 SX2, Pentium Overdrive5x86
Socket 4	273	Bře 1993	Pentium-60 a Pentium-66
Socket 5	320	Bře 1994	Pentium-75 až Pentium-120
Socket 6	235	nevydáno	486 DX, 486 DX2, 486 DX4, 486 SX, 486 SX2, Pentium Overdrive5x86
Socket 7	321	Čer 1995	Pentium-75 to Pentium-200, Pentium MMX, K5, K6, 6x86, 6x86MXMII
Socket Super 7	321	Kvě 1998	K6-2, K6-III
Slot 1(SC242)	242	Kvě 1997	Pentium II, Pentium III (Cartridge), Celeron SEPP (Cartridge)
Socket 370	370	Srp 1998	Celeron (Socket 370), Pentium III FC-PGA, Cyrix IIIC3
Socket 423(PGA423)	423	Lis 2000	Pentium 4 (Socket 423)
Socket 463	463	1994	Nx586
Socket 478 (mPGA478B)	478	Srp 2001	Pentium 4 (Socket 478), Celeron (Socket 478), Celeron D (Socket 478)Pentium 4 Extreme Edition (Socket 478)

LGA775(Socket T)	775	Srp 2004	Pentium 4 (LGA775), Pentium 4 Extreme Edition (LGA775), Pentium D, Pentium Extreme Edition, Celeron D (LGA 775), Core 2 Duo, Core 2 Quad, Core 2 Extreme, Pentium Dual Core, Pentium E6000 series
LGA1155(Socket H2)	1,155	Led 2011	Core i3 2000 and 3000 series, Core i5 2000 and 3000 series, Core i7 2000 and 3000 series, Pentium G600, G800, and G2000 series, Celeron G400 and G500 series
LGA1156(Socket H1)	1,156	Zář 2009	Core i3 500 series, Core i5 600 and 700 series, Core i7 800 series, Pentium G6900 series, Celeron G1101
LGA1366(Socket B)	1,366	Zář 2009	Core i7 900 series, Celeron P1053
LGA2011(Socket R)	2,011	Lis 2011	Core i7 3800 and 3900 series
Slot A	242	Čer 1999	Athlon (Cartridge)
Socket 462(Socket A)	453	Čer 2000	Athlon (Socket 462), Athlon XP, Athlon MP, Duron, Sempron (Socket 462)
Socket 754	754	Zář 2003	Athlon 64 (Socket 754), Sempron (Socket 754)
Socket 939	939	Čer 2004	Athlon 64 (Socket 939), Athlon 64 FX (Socket 939), Athlon 64 X2 (Socket 939), Sempron (Socket 939)
Socket 940	940	Zář 2003	Athlon 64 FX (Socket 940)
Socket AM2	940	Kvě 2006	Athlon 64 (Socket AM2), Athlon 64 FX-62, Athlon 64 X2 (Socket AM2), Sempron (Socket AM2)
Socket AM2+	940	Lis 2007	Athlon 64 (Socket AM2/AM2+), Athlon 64 FX-62Athlon 64 X2 (Socket AM2/AM2+), Phenom, Sempron (Socket AM2)
Socket AM3	941	Dub 2010	Athlon II, Phenom II, Sempron (Socket AM3)
Socket AM3+	942	Říj 2011	Athlon IIPhenom IISempron (Socket AM3)FX
Socket F	1,207	Lis 2006	Athlon 64 FX-70, FX-72, and FX-74
Socket FM1	905	Čec 2011	A4, A6, A8, and E2
Socket FM2	904	2012	A4, A6, A8, A10, and E2

Tabulka 1 - přehled socketů procesoru a podporovaných procesorů[82]

### 3.2.4 Pevný disk

Jako pevný disk je klasifikováno úložiště dat s kovovými (pevnými) otáčivými částmi na principu magnetického zápisu. První disk, splňující tuto klasifikaci, byl součástí účetního systému od společnosti IBM, *IBM RAMAC 305* (Random Access Method of Accounting and Control) z roku 1956, který fungoval na principu vakuových trubíc. Disk v tomto systému nesl název *IBM 350*. Měl cenu 50000 dolarů, používal padesát 24 palcových ploten

s magnetickou barvou a dokázal pojmout 5 MB dat dembowski, což znamenalo, že se cena za 1 MB rovnala jednomu desetitisíci dolarů. Pcw/hdd Tento disk vyvinul Al Hoagland, který pro IBM pracoval 28 let. [50]

Firma IBM dále zdokonalovala tento systém magnetického zápisu a přidala například vzduchová ložiska pro hlavy nebo uvedla první vyměnitelný disk *IBM 1311* s kapacitou 2,6MB se šesti 14 palcovými plotnami. [51]

Společnost Seagate přichází s diskem *ST-506*, prvním diskem velikosti 5,25 palce. Díky tomuto standardu se nyní disky mohly snadněji vyměňovat a PC se stala lépe vylepšitelná v ohledu úložiště. [51]

Započalo období zmenšování disků a navyšování jejich kapacity hlavně firmou IBM, která se v roce 1980 s diskem velkým přibližně jako lednička a vážícím 250kg, dostala na kapacitu jednoho gigabytu.

V 80. letech firma Western Digital (založena v roce 1970 jako General Digital Corporation) uvádí první diskový řadič *Winchester* (hardwarový ovladač pro disk umístěný na rozšiřující desce od firmy IBM) umístěný na jednom čipu a udává průmyslový standard v IBM PC/AT. Mezitím dnes neexistující firma Rodime vydává první 3,5 palcový disk se dvěma plotnami a kapacitou 10MB. [50]

V polovině 80. let se řadiče dodávají buď přímo pro jeden typ disků (WD) nebo je snaha je umístit přímo na disk (Imprimis). [51]

#### 3.2.4.1 IDE

V roce 1985 je společností Control Data, Compaq a Western Digital vyvinuto rozhraní IDE (Integrated Drive Electronics) se 40 vývody, také nazýváno ATA (Advanced Technology Attachment) pro připojení disků k řadiči nebo základní desce, pokud měla zabudovaný řadič. [54] O rok později je vydáno také rozhraní SCSI (Small Computer System Interface) a jako první jej používají počítače Apple. [51]

#### 3.2.4.2 Magnetorezistivní hlavy

S počátkem 90. let přichází firma IBM s diskem 0663 Corsair s osmi 3,5 palcovými plotnami a kapacitou 1GB. Hlavní předností disku byly nové čtecí/zapisovací hlavy MR (magnetorezistivní). [51] MR hlavy obsahují vodiče ze slitiny železa a niklu, které mají magnetorezistivní vlastnosti, tedy takové, že magnetické pole mění jejich elektrický odpor, jehož změna se pak přečte ve vstupních zesilovačích pevných disků a dle něj se pak reprezentují jednotlivé bity. Pokud je orientace magnetického pole souběžná s tokem

elektronů v hlavě, odpor vodiče se zvyšuje a naopak, pokud je pole natočené o 90°, odpor se snižuje. Díky této technologii vzrostla hustota zápisu až na 2,6 gigabitů na čtvereční palec.[48]

Firma Seagate zvyšuje rychlosti otáček na 7200rpm u disku *Barracuda* (1992) a na 15000rpm u disku *Cheetah* (2000) a také přidává technologii zjištění nárazu u 2,5 palcového disku do mobilních zařízení. [51]

### 3.2.4.3 Enhanced IDE

Hlavního technologického průlomu této doby dosahuje firma Western Digital s představením technologie EIDE (Enhanced IDE), které dovoluje připojení nově také jiných zařízení, než jsou pevné disky, ale hlavně prolomuje bariéru 528MB disků. [51] Tato maximální velikost disků byla dána omezením tehdejších BIOS. Velikost disků se BIOSem počítala jako maximální počet cylindrů (související stopy na plotnách, čtecí/zapisovací hlavy jsou napevno spojeny a všechny se pohybují stejně) násobený maximálním počtem hlav, maximálním počtem sektorů a velikostí sektoru. Toto číslo bylo:  $1024 * 16 * 63 * 512$  a rovnalo se 528,482,304 bytů = 528 MB nebo pokud se počítá s mocninami 2 ( $2^n$ ), je to 504 MiB (jednotka velikosti pro mocniny 2). [45]

Toto omezení bylo překonáno díky zavedení adresování logických bloků (LBA, logical block addressing), kde BIOS překládá informaci cylindr-hlava-sektor (CHS) do 28 bitové adresy (také nazýváno BIOS Int13h). [whatis.techtarget.com/definition/logical-block-addressing](http://whatis.techtarget.com/definition/logical-block-addressing) Díky této adresaci mohly systémy používat až 8,4GB disky (28 bitové adresování dovoľovalo až 137GB, ale standard BIOS Int13h pouze 24 bitové, tudíž maximum bylo 8,4GB). [45]

### 3.2.4.4 GMR a HAMR

Dalšího vylepšení čtecích/zapisovacích hlav se docílilo pomocí využití obří magnetorezistence (Giant Magnetorezistence, GMR). Příbuznost s předchozí technologií je pouze ve využití změny odporu závisící na magnetickém poli, ale spočívá v ovlivnění tohoto odporu interakcí spinu elektronu, která může být také nositelem informace kromě elektrického náboje. Využívá se kvantových vlastností a toto téma není předmětem této práce. [48]

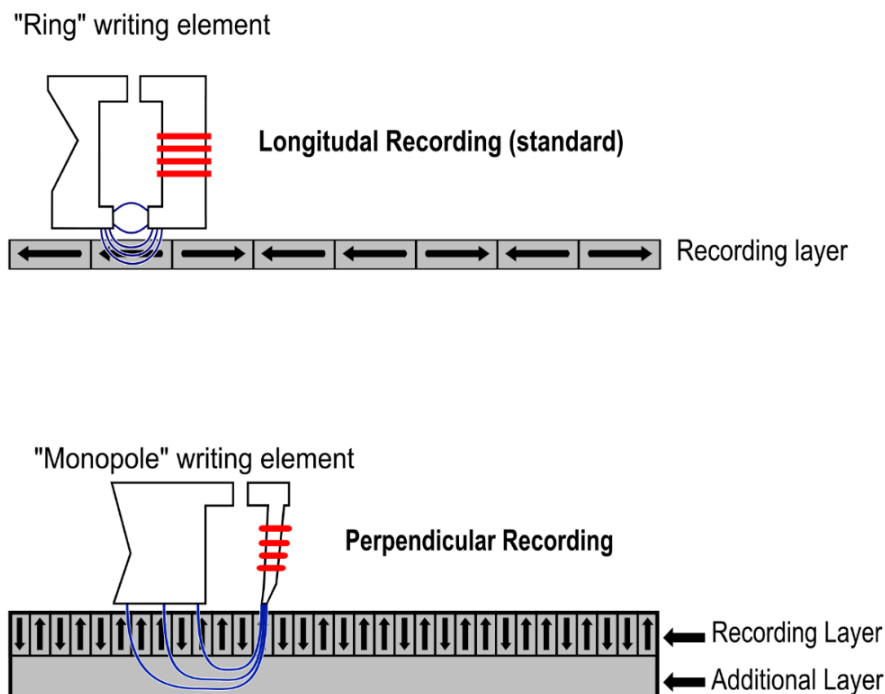
Výrobci se pořád snaží zvýšit hustotu zápisu a zmenšovat zařízení a jednou z překážek byl také takzvaný supermagnetický limit. Tento limit označuje takovou situaci, kdy hustota zápisu na magnetických plotnách je tak vysoká, že zaznamenané datové bity (zmagnetizované plochy na feromagnetické vrstvě) jsou příliš malé na to, aby stály se magneticky nestabilní.



Řešením je využití jiných materiálů a slitin. K zápisu na tyto materiály je nutné vytvořit velmi silné magnetické pole. K tomu je používáno *Heat Assisted Magnetic Recording*, které používá při zápisu bitu laserový paprsek k zahřátí místa zápisu. Při vyšší teplotě je zápis na médium snazší a ochlazením se pak médium stabilizuje. [48]

### 3.2.4.5 Technologie kolmého zápisu

V roce 2005 představila firma Toshiba disk MK4007 GAL s kapacitou 40GB na jedné plotně s velikostí 1,8 palce a jedná se o první disk s využitím technologie kolmého zápisu. Technologie se od podélného zápisu liší umístěním datových bitů, reprezentovaných malým magnetickým polem. U podélného zápisu jsou magnetická pole umístěna póly proti



Obrázek 21- kolmý zápis[102]

sobě. U kolmého zápisu jsou magnetická pole zapsána póly vedle sebe a liší se i hlava pro zápis a čtení. [49]

### 3.2.4.6 Krize na trhu s disky

V roce 2011 došlo v Thajsku k velkým záplavám, a jelikož zde má firma Western Digital své továrny na výrobu pevných disků, došlo k nedostatku disků na trhu a ceny se vyšplhaly na dvojnásobek. Diit.cz/hdd Firma ztratila 60% příjmů, ale překvapivě rychle dokázala výrobu obnovit, ale ceny se vrátily do normálních hladin až přibližně po roce. [47]

### WD Caviar Blue LX - 1TB



Uvedené ceny jsou bez poplatků a bez DPH.  
Graf 1- dopad krize na ceny HDD Western Digital[46]

#### 3.2.5 Solid state disk

Disky s nepohyblivými částmi se staly komerčně úspěšné mezi běžnými uživateli až v roce 2007, ale jejich historie a vývoj sahá až do druhé poloviny 70. let.

První solid-state drive na trhu se jmenoval *Bulk Core* od firmy Dataram. Obsahoval osm samostatných paměťových karet, kde každá nesla 256kB paměťové čipy RAM. StorageSearch Dohromady tedy disk disponoval 2MB kapacity. Přístupová doba k datům se pohybovala od 0,75 do 2 milisekund. K disku byl dodáván také potřebný řadič. Nevýhodou bylo použití paměťových čipů RAM, které ztrácely po přerušení přívodu proudu svá data.[42]

Další SSD uvedla v roce 1978 firma STC s názvem *STC 4305*, která emulovala bubnové úložiště IBM 2305 a přinesla velký nárůst kapacity SSD disků. Systém ukládal data na CCD čipy, což byl tehdy velmi novátorský přístup k jejich použití a ke svému chodu potřeboval dva řadiče umístěné na dvou kartách. Disponoval kapacitou 45MB a jeho cena (400.000 dolarů v roce 1978 a 1,5 miliónu dolarů dnes) byla dvakrát menší, než cena stejné velkého bubnového úložiště od IBM. [43]

V roce 1979 uvedla firma Intel magnetickou paměť nazvanou *bubble memory* jako Intel 7110. Má podobné vlastnosti jako paměť *flash*, tedy neztratí informaci po přerušení napájení. Pro ukládání používá tenkou vrstvu magnetického materiálu, kde se vytvoří malé zmagnetizované oblasti reprezentující bity a tyto oblasti se pak pohybují pomocí vnějšího magnetického pole, aby mohly být například přepsány anebo přečteny pokud dosáhly konce média. [41] Technologie, ač zajímavá, dosáhla rychle mezí kapacity a nikdy se nestala komerčně využívanou. [43]

Disky nyní byly dostupné i jako připojitelná externí zařízení, stejně jako disketové mechaniky. *RAMDISK 320* od firmy Axlon uchovával data na čípech RAM a měl kapacitu

320kB. Aby disk neztratil uložená data po vypnutí, dodával se s akumulátorem o výdrži 3 hodiny. Tento disk se používal hlavně s domácími PC Apple II. [43]

Disky začalo vyrábět mnoho společností kromě firmy Axlon (PION, Syntetix, SD systems, a další...) a také byly dodávány jako rozšiřující karta do počítače, například *Syntetix 2202* s kapacitou 294kB nebo karta do slotu S100 (slot v počítači Altair 8800) od SD systems. [43]

SSD založené na čípech RAM se na začátku 90. let používaly spíše ve firemním sektoru buď jako servery (DEC EZ5x – 107-428MB a DEC ESE50 s kapacitou až 1GB), nebo v pracovních stanicích s SCSI rozhraním (NewTech Dart Drive a ATTO Silicondrive) a záložní baterií jako pojištěním proti výpadku proudu. [43]

V roce 1990 firma Digipro uvádí na trh první komerční SSD, které používá paměti flash, jejichž funkce bude vysvětlena v praktické části práce. Nazývá se Flashdisk, používá paměťové čipy NOR od Intelu a neztrácí informaci po přerušení napájení. Prodává se v kapacitách od 2 do 16MB a je dodávána jako IBM PC kompatibilní karta. Pcw/ssd

Moderní SSD tak, jak ho známe dnes, představila firma M-Systems v roce 1995 s modelem *FFD-350*, který se používal spíše pro vojenské a letecké účely pro svou rychlost (9,7MB/s čtení/zápis). Série FFD je stále na trhu samozřejmě s většími kapacitami a rychlejšími disky. [40]

Firma Transcend zacílila se svými IDE flash moduly v roce 2003 na trh s levnějšími disky. Jejich moduly emulovaly klasický IDE HDD, ale pracovaly na technologii paměťových karet do kamer a fotoaparátů, které byly hlavním produktem firmy Transcend a díky tomu byly levné. Začínaly na kapacitách 128MB a 512MB, později se kapacity navýšily až k 10GB.[43]

První masově rozšířené SSD disky představily firmy SanDisk a Samsung. Samsung v roce 2006 představil disk s PATA (IDE) rozhraním a velikostí 32GB a o rok později SanDisk uvedl na trh disk na SATA rozhraní *SATA 5000*. Jelikož tyto disky už používaly technologii *wear-levelling* (technologie zvětšující počet možných zápisů/mazání na NAND flash čípech), přiblížily se nahrazení plotnových disků v přenosných počítačích. [43]

SSD disky se používají i dnes jako rozšiřitelné karty, ale v menším měřítku a stále se používá DDR RAM jako úložiště. Jedním z příkladů je DDrive X1 se sloty na RAM moduly, která poskytuje až 4GB rychlého úložiště. [43]

Od uvedení prvních masově rozšířených disků od firem Samsung a SanDisk se disky zrychlily až na 500MB/s čtení/zápis a výrobní technologie NAND flash čipů se zmenšila na prakticky molekulární úroveň. Ovšem velkou nevýhodou je stále vyšší cena/GB u SSD disků

a omezený počet zápisů/čtení, ale velká rychlost je dělá velmi výhodnými v aplikacích a nahrávacích časech, například operačních systémů.

### 3.2.6 Grafická karta

První karta zprostředkovávající obrazový výstup u IBM PC kompatibilních byla karta právě od firmy IBM a vydána byla v roce 1981. Její název je odvozen od počtu barev, které umí zobrazit, *Monochrome Display Adapter* a byly to barvy dvě. Jedna v barvě písma a druhá černá. Dokázala zobrazit 80x25 písmen.[57] Společně s ní vydalo IBM i *Color Display Adapter*, který uměl zobrazit až 16 barev, používal většinou 4 z palety právě 16 barev. [58] V 80. letech docházelo ke zvyšování rozlišení a navyšování počtu zobrazitelných barev standardy jako *Hercules*, *Tandy*, *EGA* a nakonec *VGA*. *Video Graphics Array* představil v roce 1987 rozlišení až 640x480 a uměl zobrazit až 256 barev. Na tomto standardu vydávaly firmy ATi a S3 své grafické karty na konci 80. a začátku 90. let. Mezitím ještě ATi představuje svou řadu karet *Wonder*, která kombinuje vlastnosti jak grafické karty, tak dalších zařízení (verze z roku 1988 měla možnost připojení myši). [56]

#### 3.2.6.1 3D Akcelerace

V roce 1996 vydává firma 3dfx grafickou kartu *Voodoo 1*, tedy v době, kdy nejsilnějšími hráči na trhu byly firmy ATi a S3 [57]. Se svým API (programovým vybavením) *Glide3D* založeným na *OpenGL* dokázala převzít práci na 3D objektech od procesoru a mnohonásobně urychlit vykreslování. Pcw Karta se okamžitě převzala vedení v prodeji a ostatní firmy se musely konceptu přizpůsobit. Nevýhodou byla nemožnost vykreslování 2D, na které byla potřeba druhá samostatná karta. [56]

Firma ATi se až se svou *Rage 3D Pro* z roku 1997 vyrovnala 3dfx díky větší paměti (až 8MB) a nové sběrnici AGP (*Accelerated Graphics Port*), na rozdíl od *Voodoo 1* byla schopná jak 2D tak 3D grafiky a měla podporu přehrávání DVD. [56]

V té době odpovídá nVidia důležitým produktem, kterým je *RIVA 128*, podporující jak *OpenGL* tak *DirectX* od Microsoftu. Většina karet v této době podporovala 3D akceleraci v módech 320x240 a 640x480 při 16bitových barvách. [56]

V druhé polovině 90. let vlastní firma 3dfx velkou část trhu s grafickými akcelerátory a karta *Voodoo 2* ještě upevnila postavení firmy na trhu. Podpora rozlišení až 1024x768 a podpora dvou a více karet v jednom počítači pomocí *SLI* (*Scan Line Interleave*) propojení. Karty se připojovaly pomocí můstku, podobného jako mají dnes AMD a nVidia (*SLI* a *CrossFire*).

Samozřejmě docházelo ke zvyšování frekvence procesoru na kartách (50-150MHz), paměti (2-16MB SDRAM) a šířky paměťové sběrnice (až 128bit). [56]



Obrázek 22 – původní SLI se dvěma VooDoo 2 a 2D kartou[103]

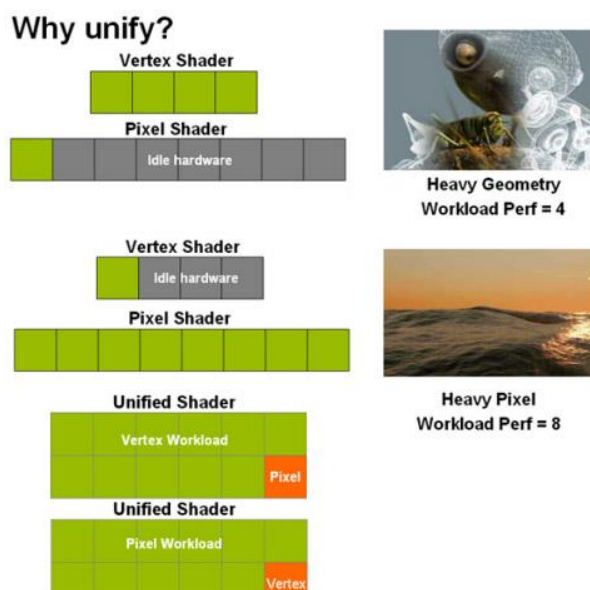
V roce 1999 vydává nVidia jádro NV10 a s ním kartu GeForce 256, která je označována jako první GPU na světě, protože mezi její schopnosti patřilo: hardwarové transformace a nasvětlování (Transform & Lightning, HW T&L), práci s trojúhelníky a komprese a dekódování videa MPEG-2 [57]. Karta byla schopna vykreslit 10 mil. mnohoúhelníků a díky HW T&L nabídla o 50% lepší výkon než její předchůdci a konkurenti, protože se o nasvětlování nyní nestaral procesor, ale grafický čip. Také měla více pixel pipeline pro vykreslování 3D světa do 2D prostředí monitoru. [56]

Firmy ATi a 3dfx konkurují nVidii svými kartami *Rage Fury MAXX* (2 čipy na jedné kartě) respektive VooDoo 3. 3dfx doplácí na velkou spotřebu a menší výkon než konkurence a na začátku 21. století společně s firmou S3 (dominující v polovině 90. let, na jejich konci odkoupena firmou VIA a 3dfx firmou nVidia) ztratily své podíly na trhu. [56]

### 3.2.6.2 Obchodní válka ATi a nVidia

Poté došlo k válce ATi versus nVidia, kde firmy bojovaly v každém segmentu trhu a nejdůležitější bylo vždy představení nejvýkonější karty. Od představení prvního Radeonu s DDR (Double Data Rate, možnost paměti přenést data dvakrát za cyklus) se navyšovala rychlost čipu, propustnost pamětí, velikost sběrnice a představovaly se nové technologie jako pixel shader (využívané k efektům jako stínování a odlesky) a vertex shader (využívané k vykreslování složité geometrie a mnohoúhelníků) společně s vylepšeným API DirectX od Microsoftu, který tyto technologie pomohl využít v aplikacích. Pokračovala série GeForce od nVidie, kde pixel shader model 1.1 byl představen u GeForce 3 a série Radeon od ATi.[56]

V roce 2006 představil Microsoft nové rozhraní DirectX 10 a nVidia kartu GeForce 8800 GTX, která jako první obsahovala unifikované shadery. V předchozích letech měly karty rozdělené pipeline pro vertex i pixel shadery a to znamenalo, že pokud scéna vytěžovala více vertex shader tak pixel shader byl využit z menší části a naopak. Díky unifikovaným shaderům se jeden shader může chovat buď jako vertex, nebo jako pixel shader. Těmto jednotkám se také říká stream procesory, a čím více jich karta má tím větším výkonem disponuje. Samozřejmě i firma ATi měla karty s unifikovanými shaderů v řadě HD2xxx (kde xxx znamená číslo a čím vyšší, tím výkonnější karta).



Obrázek 23 – rozdíl v použití shaderů při vytížení[105]

V témže roce v té době prosperující firma AMD kupuje firmu ATi a vstupuje tím na trh s grafickými kartami. Na obchodní válce se nic nemění a firmy si opět konkurují co nejvyšším výkonem svých karet přidáváním nových technologií (například HDR v DirectX 9, znovu představené SLI v sérii GeForce 6), ale také míří na segment méně náročných uživatelů, například kartami do kancelářských strojů. [57]

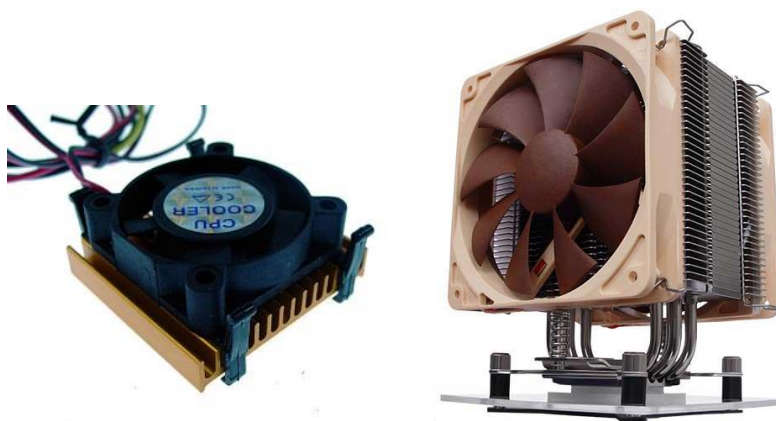
V roce 2009 je vydána poslední série karet pod značkou ATi a to série HD 5xxx v čele s výkonnou, dvoučipovou HD 5970. S obrovskou 2GB pamětí typu GDDR5 (dvakrát rychlejší než GDDR3) a dvěma jádry RV870 to byla na dlouhou dobu nejvýkonnější karta na trhu. [57]

I nVidia vydávala dvoučipové karty (například GTX 690), ale kartou, na kterou zatím AMD nedokázalo odpovědět je GTX Titan. S 12GB RAM, 3072 stream (CUDA) procesory a 1GHz jádrem GM200 (Maxwell architektura) je tím nejlepším co může trh nabídnout a odvíjí se od něho celá řada karet GeForce, konkrétně řady GTX 7xx a 9xx. [57]

### 3.2.7 Chlazení a zdroj napájení

Princip chlazení se v historii vývoje komponent ve své podstatě nezměnil. Už od okamžiku, kdy bylo na první procesor potřeba přidat pasivní chladič, se jednalo o velmi podobný těm dnešním. Postupem času se odpadní teplo součástek zvyšovalo a na pasivní kovový (nejprve hliníkový a poté měděný) žebrovaný chladič byl přidán ventilátor, aby kovová část nemusela být příliš robustní (už u procesoru 486). K radikální změně chladičů opět došlo s přidáním heatpipes, kterým bude věnován prostor v praktické části práce.

Chladiče se změnily ve věžové za účelem odvodu ještě většího množství odpadního tepla a jejich hmotnosti nabývají až 1kg. Ještě menšími změnami prošlo chlazení vodní, jelikož na tomto principu nelze příliš věcí změnit, pouze vylepšit materiály odvádějící teplo do chladicího média.



Obrázek 24 - vlevo chladič na 80486[108], vpravo věžový chladič Noctua[106]

Stejná situace pak platí také u zdroje napájení, jehož vnitřní struktura a součástky se přizpůsobovaly potřebám všech komponent. Zdroje se především musí řídit standardem ATX, vydaném ve své první verzi v roce 1995.

ATX verze	Rok vydání	Hlavní změny oproti předešlé verzi
ATX	1995	Vytvořen hlavní 20pin napájecí kabel Zahrnut 4pin napájecí kabel pro periferie (molex) Zahrnut napájecí kabel pro disketovou jednotku

ATX12V 1.0	2000	Přidán ATX12V kabel pro napájení CPU Přidán 6pin pomocný napájecí kabel (dnes se nepoužívá) Zvýšen výstupní výkon na 12V větvi
ATX12V 1.3	2003	Přidán SATA napájecí kabel Větev -5V je volitelná Zvýšen výstupní výkon na 12V větvi
ATX12V 2.0	2003	20pin napájení změněno na 24pin Odebrán 6pin pomocný napájecí kabel Přidáno omezení na 20A/větev Zvýšen výstupní výkon na 12V větvi Snížen výstupní výkon na 3,3V/5V větvi

Tabulka 2 - přehled verzí ATX standardu zdroje napájení[53]

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Procesor

Procesor, neboli CPU (Central Processing Unit) provádí všechny aritmetické a logické operace a řídí chod systému jako celku. Procesor pro provedení nějaké operace potřebuje příkaz, instrukci, podle které se provede určitá operace programu uložená v paměti.

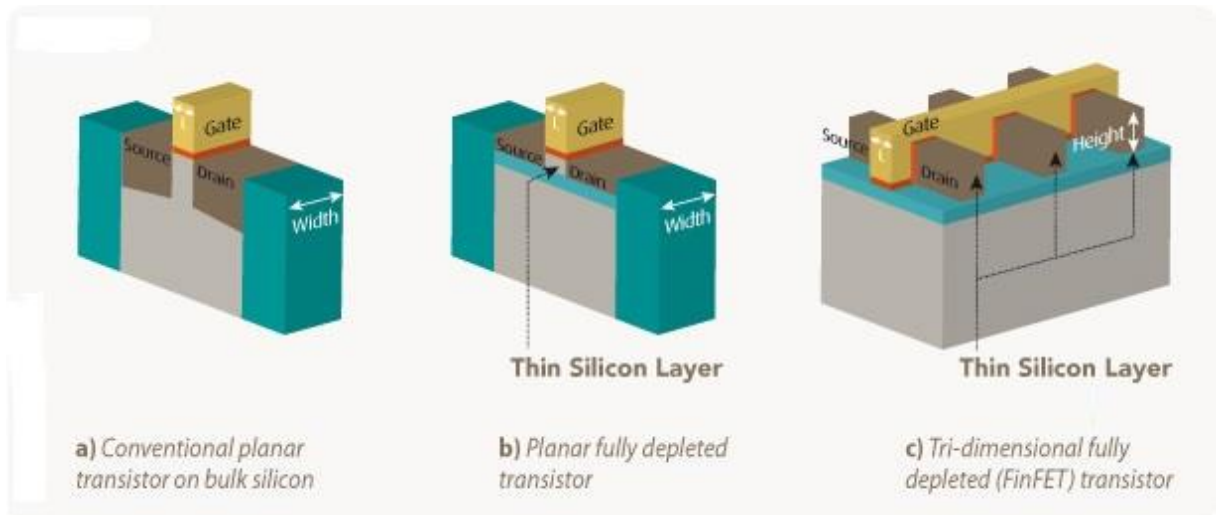
Procesor funguje na základě malých elektrických zařízení, která je potřeba zmínit pro pochopení jeho praktické činnosti a funkčnosti. Také bude představena nejnovější technologie těchto zařízení a jejich vzájemná spolupráce.

#### 4.1.1 MOSFET a FinFET

Jako každá součást počítače pracuje mikroprocesor s binárními informacemi, reprezentovanými proudem dimenzovaným pro určitý procesor (dnes 1,2V-u architektury Skylake). Základní stavební jednotkou pro provádění operací je polovodičový tranzistor řízený elektrickým polem MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). Tento tranzistor umí otevřít okruh, pokud je na něj aplikován proud při dimenzované voltáži a uzavřít, pokud se napětí blíží 0V. Takto spolupracují dnes až miliardy tranzistorů blížící



se molekulárním velikostem a také velikostním a fyzikálním limitům. Pctechguide/cpu Dnes se používají nové tranzistory o velikosti 14nm FinFET. Zvláštností je jejich více hradlová konstrukce (nazývají se také 3D tranzistory), která je docílena zvýšením substrátu (source a drain částí) a tím vytvořením můstku (fin). Tímto je docíleno osazení více hradel na jeden tranzistor jak je vidět na obrázku. [25]



Obrázek 25 - FinFET technologie tranzistorů[107]

#### 4.1.2 Instrukce

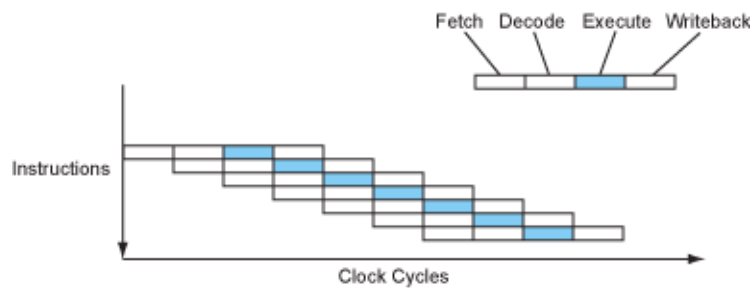
Z více tranzistorů jsou pak sestavena hradla pro logické operace (2 a více vstupů a jeden výstup) a z nich se potom skládají další, složitější jednotky jako jsou ALU (aritmeticko-logická jednotka), FPU (jednotka pro operace s řadovou čárkou), registry (rychlé statické paměti pro ukládání výsledků a operandů), cache (mezipaměť pro zrychlení přístupu do hlavní paměti, ukládá nejpoužívanější data a adresy z hlavní paměti). Tyto součásti pak vykonávají příkazy od softwaru, přeložené do strojového kódu nazvané instrukce.[25]

Následující kapitoly představí činnost moderních procesorů. Jak procesory vykonávají instrukce, kde se ukládají data a odkud se získávají. Instrukce je základní prostředek programů pro jejich činnost a čím více instrukcí procesor dokáže vykonat, tím větší výkon potom nabídne.

#### 4.1.3 Superskalární architektura

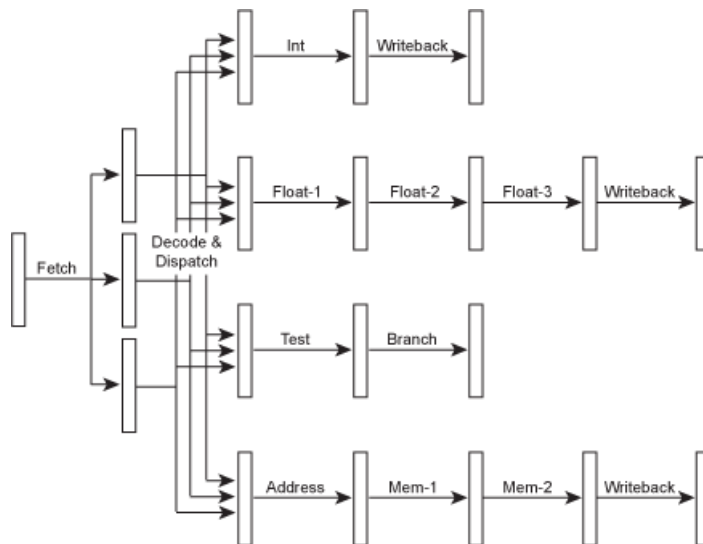
Instrukce jsou pak pro co největší výkon prováděny v pipeline. Vykonání instrukce je provedeno v cyklu Fetch-Decode-Execute. V pipeline je možno provádět více instrukcí za sebou tím způsobem, že jedna instrukce se nahrává (fetch) pak, když už je prováděno její dekódování tak je znovu nahrána další instrukce, jak ukazuje následující graf. Poté nastane

cyklus execute a zapsání výsledku. V takovémto stavu provádí (execute) procesor jednu instrukci za hodinový takt. [24]



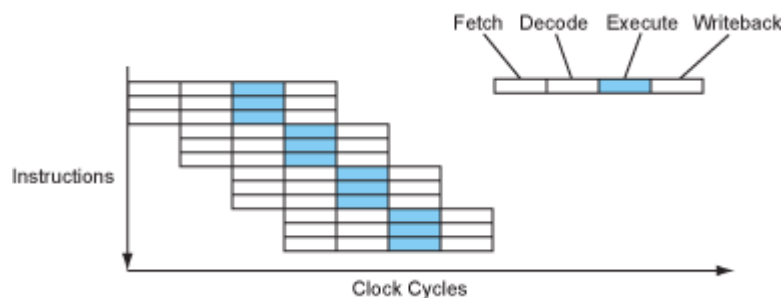
Graf 2 - instrukce v pipeline[24]

Protože procesor disponuje více prováděcími jednotkami, které mají svůj úkol a nezávislou pipeline, je tu možnost vykonávat více instrukcí najednou. Aby to bylo možné, musí se vylepšit nahrávací a dekódovací fáze. [24]



Obrázek 26 - princip rozdělení instrukce a jejího vykonávání do jednotlivých jednotek superskalární architekturou[24]

Na dalším grafu je pak vidět vykonávání instrukcí v čase, kde jsou provedeny 3 instrukce za takt (IPC). V reálném procesoru je samozřejmě instrukcí provedeno mnohem více, v řádu miliard instrukcí za vteřinu. [24]

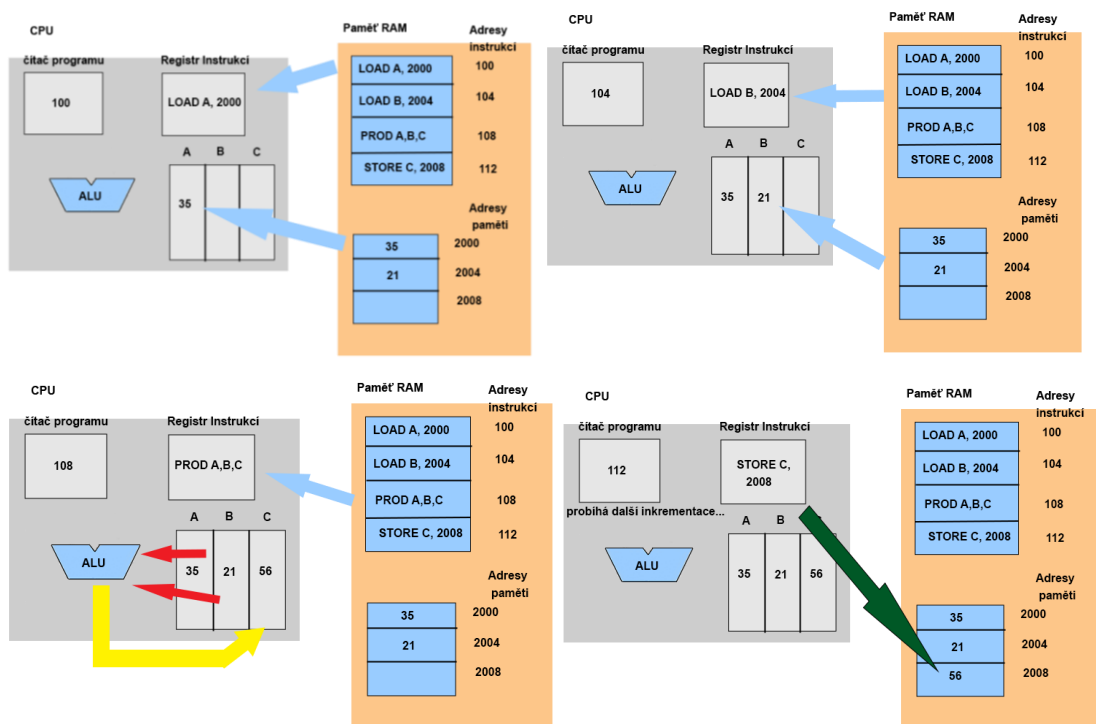


Graf 3 - provádění instrukcí superskalární architekturou[24]

#### 4.1.4 Proces vykonání instrukce a programu

1. Fetch nahraje instrukci do registru instrukcí podle adresy v čítači programu
2. Decode dekóduje instrukci přítomnou v registru, aby ji bylo schopno přečíst
3. Přečtení adresy v instrukci z hlavní paměti
4. Vykonání instrukce (Execute) je provedeno za pomoci kontrolní jednotky CPU (Control Unit), která určí použitou jednotku pro výpočet (ALU, FPU, uložení, atd.) a uloží výsledek do registru. [83]

Vykonání jednoduchého programu sečtení 2 celých čísel:



Obrázek 27 - vykonávání programu, zdroj: autor

1. V levé horní části je programový čítač (PC) nastaven na hodnotu 100 a nahraje instrukci (fetch) na této adrese do registru instrukcí, tato instrukce je pak provedena (execute) a nahraje do příslušného registru hodnotu z příslušného místa paměti.
2. Nejdříve je inkrementován PC, nahrána a provedena instrukce podobná předchozí, jen s jinými argumenty jak je znázorněno v pravé horní části.
3. Po nastavení PC na další hodnotu (108) je nahrána instrukce pro součet registrů A, B. Provedena je pomocí ALU (nejedná se o operaci s plovoucí řadovou čárkou). (levá dolní část)

4. V pravé dolní části je pak provedena instrukce uložení registru C do paměti na místo 2008. Hodnota je uložena, ale PC se inkrementuje dál a pokračuje na další program.

Takto se v CPU provádí miliardy instrukcí za vteřinu a všechny vychází ze sady x86 s přidanými MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4 a dalších rozšíření. Používá se více ALU a FPU najednou. Díky superskalární architektuře je instrukce vykonávána na více místech CPU najednou a také více instrukcí najednou (Instructions per Cycle, IPC).

Rychlost CPU je stanovena:

1. kmitočtem, který je dán součinem rychlostí sběrnice FSB (BCLK u Intel procesorů) a vnitřním násobičem (CPU Ratio) procesoru, tedy pokud je sběrnice 100MHz a vnitřní násobič 25 znamená to frekvenci 2500MHz.
2. Architekturu jádra a efektivností provádění instrukcí a počtem provedených instrukcí za takt
3. Počtem jader, kde více znamená lépe, ale výrobci musí dbát na vzájemnou spolupráci

#### 4.1.5 Architektury Skylake (Intel) / Zen (AMD)

Další část představí nynější architektury procesorů od největších firem na trhu a jejich samotný podíl na trhu. Také se bude věnovat blízké budoucnosti vývoje.

##### 4.1.5.1 Skylake

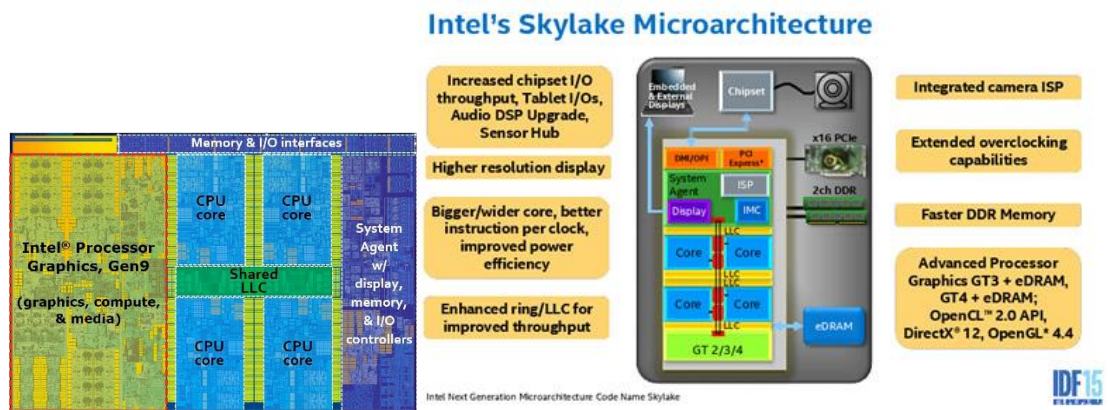
Architektura Skylake je šestým vývojovým stupněm architektury Core, postavených na nové výrobní technologii 14nm a s pomocí tri-gate tranzistorů představených už u 22nm tranzistorů u Ivy Bridge.

U Skylake dochází k rozšíření použitelnosti procesorů díky snížené spotřebě a tím sníženému vydávanému teplu (TDP, thermal design power) a to jak od serverů (Xeon) až po tablety. Dodána byla nová generace grafického jádra do procesoru (9. generace). Je vylepšena predikce větvení v blocích zpracovávajících kód předtím, než dojde k výpočtům. Je zvětšeno „okno“ pro vykonávání instrukcí a tím lze vykonat více instrukcí za takt oproti starším architektuřám (například Out-of-order window – vykonávání instrukcí mimo pořadí - má 224 instrukcí oproti 192 u Hasswellu). Toto představuje evoluci, ale dopad na výkon nemusí být až tak velký.

Paměť eDRAM (embedded RAM, paměť RAM umístěná přímo na čipu, brána jako L4 cache) dostala v procesoru vyhrazenou paměť Tag RAM, v níž jsou informace o datech v L4 cache (eDRAM). Paměť je také přístupná grafickému jádru.

Největší důraz byl u Skylake kladen na snížení spotřeby, čehož se povedlo docílit i technologií Intel Speed Shift, kde jsou výkonnostní stavy (P-states) řízeny hardwarem. Procesor si tedy napětí a frekvenci určuje sám podle zatížení a tím je toto přepínání až 30x rychlejší než v režii OS.

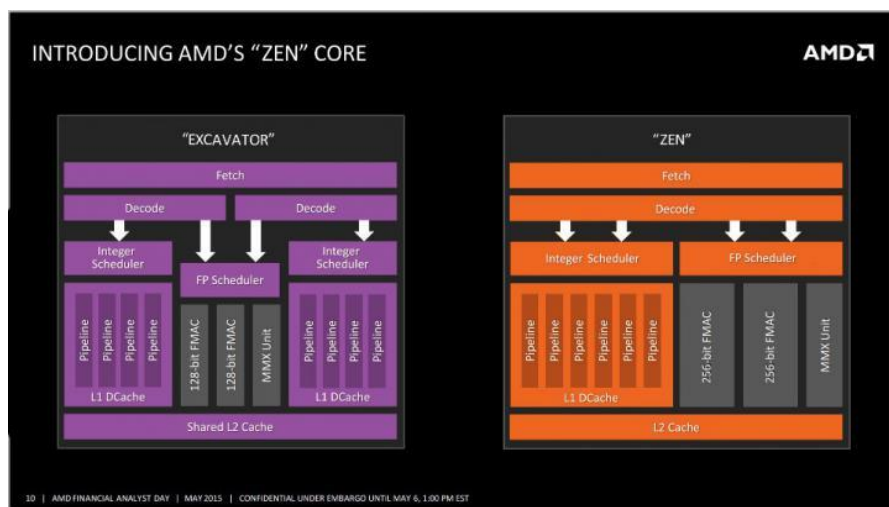
Novinkou jsou také instrukční sady pro bezpečnost SGX (hardwarová ochrana citlivých dat) a MPX (ochrana přístupu do paměti). [26]



Obrázek 28 - substrátový disk a mikroarchitektura Skylake[26]

#### 4.1.5.2 Zen

Nová architektura od AMD je zatím otázkou blízké budoucnosti, ale určitě bude postavena na nových FinFET 14nm nebo 16nm tranzistorech. Pro AMD to bude muset být po částečném opuštění high-end trhu nutný klíč k úspěchu, jelikož prakticky od roku 2012 prodává procesory s architekturou Bulldozer a vylepšený Excavator.



Obrázek 29 – architektura Zen a její zjednodušení oproti architektuře Excavator[27]

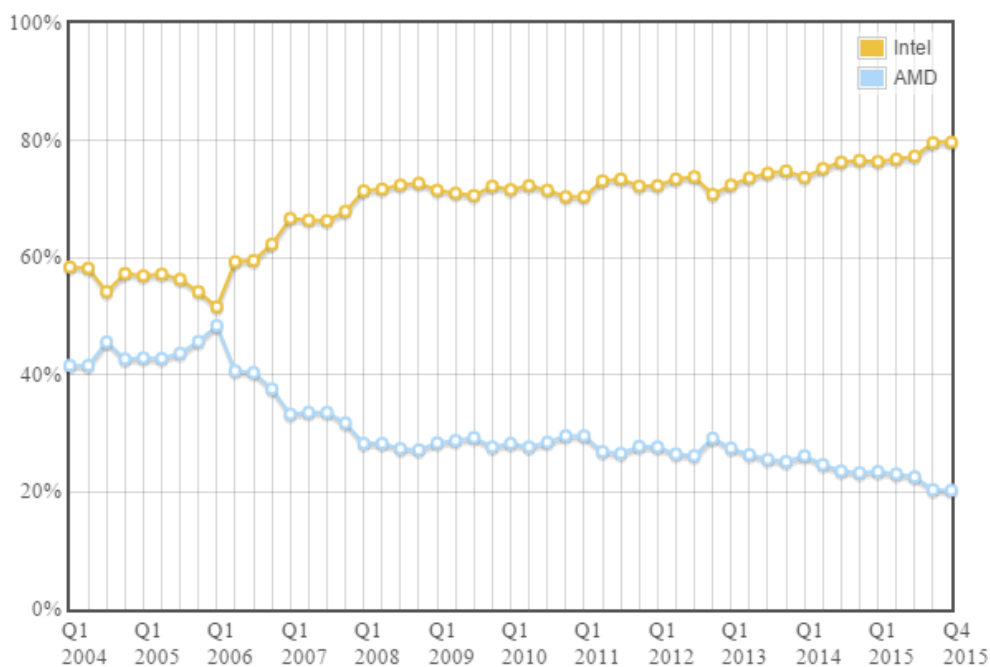
Mezi novinky by mělo patřit zavedení SMT (Simultaneous Multi Threading, provádění více vláken najednou) oproti bývalému CMT (Clustered MultiThreading).

Zrychlena bude paměť cache a zmenšena její latence.

Velkého zlepšení se má dostat provádění instrukcí, kdy AMD uvádí až 40% nárůst instrukcí provedených za takt, což jen dokazuje, jak malý výkon procesory AMD oproti Intelu měly. Tento nárůst by měl AMD srovnat s architekturou Haswell. Procesory dostanou novou platformu AM4 spolu s podporou DDR4 paměti. [27]

#### 4.1.6 Trh

AMD opravdu potřebuje s novou architekturou uspět, protože díky velmi špatným manažerským rozhodnutím a nezvládnutím nástupu architektury Core v podobě rovnocenné



Graf 4 - podíl na trhu s procesory

konkurence v polovině minulé dekády se ceny akcií společnosti propadly a podíl na trhu zminimalizoval a Intel má na trhu prakticky monopol jak dokazuje graf 4.

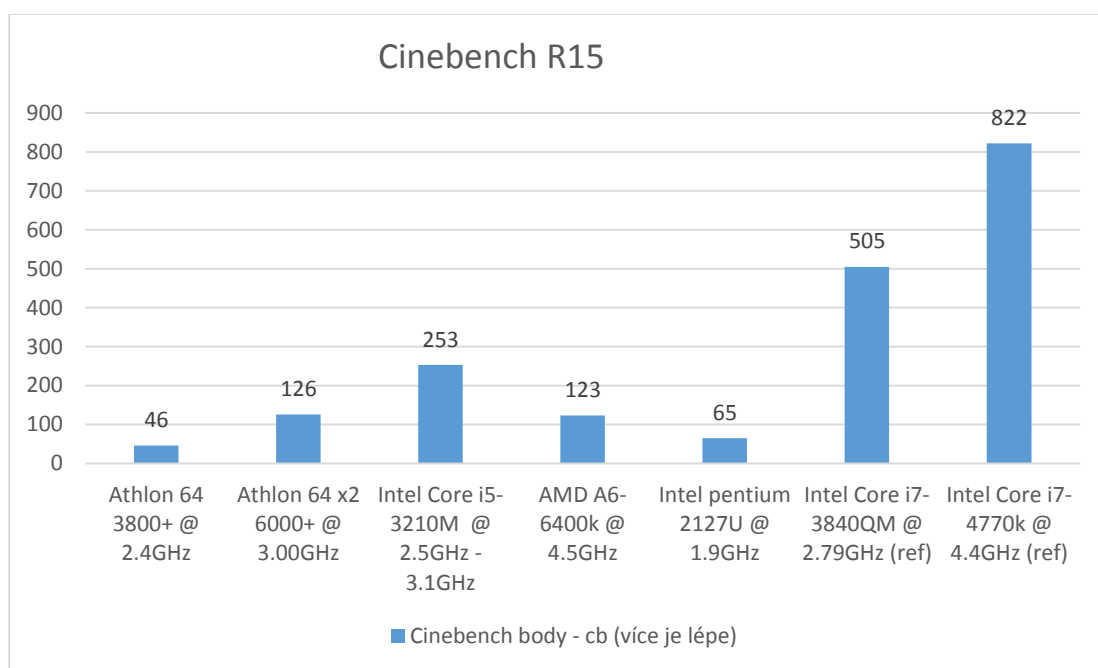
#### 4.1.7 Instalace a výkon

Instalace je názorně demonstrována v příloze 8.1 s procesory od AMD i od Intelu, kvůli různým socketům. Testy výkonu jsou umístěny v přílohách 8.2 a 8.3.

#### 4.1.7.1 Výkon

V reálných aplikacích se výkon promítá v rychlosti provádění úkonů a velikosti zpracovaných dat za určitý časový úsek. K měření výkonu je určeno mnoho aplikací. Pro měření byly použity nejznámější aplikace:

- Cinebench R15 - měří rychlost renderingu snímku z programu Cinema 4D
- SiSoft Sandra 2016 – použit test výkonu aritmetiky (operace v plovoucí a pevné řadové čárce)
- PassMark Performance test 8.0 – souhrnný test výkonu



Graf 5 - výsledky testu CineBench R15

Porovnání procesorů v programu Cinebench ukázalo jaký je rozdíl mezi výkonem jedno a více jádrových procesorů. Athlon 64 3800+ má podle očekávání nejnižší skóre. Překvapením je také nízký výkon desktopového A6-6400k (4,5GHz, 2 jádra) například oproti procesoru z laptopu Core i5-3120m (2,5GHz až 3,1GHz, 2 jádra), kde druhý jmenovaný procesor má až dvakrát větší výkon. Trend pak pokračuje i v dalších testech, umístěných v přílohách 8.2 a 8.3. Aplikace pak disponují pro další porovnání referenční modely. Zde jsou umístěny dva: i7-3840QM (Ivy Bridge) a nejsilnější i7-4770k (Haswell). V testu procesorů s programem SiSoft Sandra je umístěn referenční model Core i5-2450m pracující na stejné frekvenci jako Core i5-3210m, tudíž jde o mezigenerační srovnání. Nárůst výkonu v počítání v pevné řadové čárce je 15% a dokonce 45% v plovoucí řadové čárce.

#### 4.1.7.2 Budoucnost

Výrobní technologie procesorů již dnes pomalu dosahuje svých fyzikálních limitů a další miniaturizace s nynější technologií FinFET bude za pár let prakticky nemožná.

Nynější miniaturizace a nárůst počtu tranzistorů se stále řídí Moorovým zákonem, který předpovídá zdvojnásobení počtu tranzistorů každé dva roky. [31]

U společnosti Intel dojde ke zpoždění vydání nových 10nm procesorů Cannonlake a místo toho se Intel chystá vydat už třetí generaci na 14nm architektuře Kaby Lake, která je pouze evolucí Skylake a tím vlastně narušit už od roku 2007 nastolený vývoj „Tick Tock“. Kaby Lake bude na stejné platformě a se sníženou spotřebou a větší, 256MB (eDRAM) cache a podobným grafickým jádrem jako u Skylake. [29]

U AMD se chystá architektura Zen, zmíněná v kapitole „Zen“ a ADM doufá, že zachrání svou špatnou finanční situaci.

Ovšem už od roku 2011 nedošlo u ani jedné ze společností k velkému výkonnostnímu vylepšení a vývoj spíše probíhá setrvačností. Jedním z důvodů je propad prodeje PC a přechod uživatelů na mobilní zařízení a tím soustředění vývoje na mobilní trh. Zde za zmínku stojí společnost Apple, která přešla prakticky jen na mobilní zařízení už v době vydání prvního tabletu iPad v roce 2010. Intel také díky technologickému náskoku není nucen vyvíjet rychleji.

## 4.2 Operační paměť

Operační paměť je zodpovědná za uchování právě běžících programů a předávání dat a instrukcí těchto programů přes paměťový řadič do procesoru. Tato paměť je tvořena čipy DRAM, které ukládají data pomocí kondenzátorů, kde nabitý znamená logickou 1 a vybitý 0. Paměť musí být neustále obnovována pomocí hodinových signálů, jinak by kondenzátory ztratily náboj a paměť svá data.

Kondenzátory jsou uspořádány v dvourozměrných maticích po bitech (paměťové buňky). Řádky (RAS – row address select) slouží pro uchování adresy dat a sloupce (CAS – column address select) pro samotná data. Data se pak zapisují pomocí nabíjení příslušných kondenzátorů a při čtení zesilovač zjistí stav nabití kondenzátoru a podle toho určí, zda se jedná o 0 nebo 1. Přitom musí čítač zaznamenávat pořadí zápisu/čtení jednotlivých buněk a jejich obnovu. Pro čtení a zápis informací je určen paměťový řadič. Distribuuje informace do procesorové cache, aby probíhalo co nejméně operací právě v „pomalé“ RAM.[16]



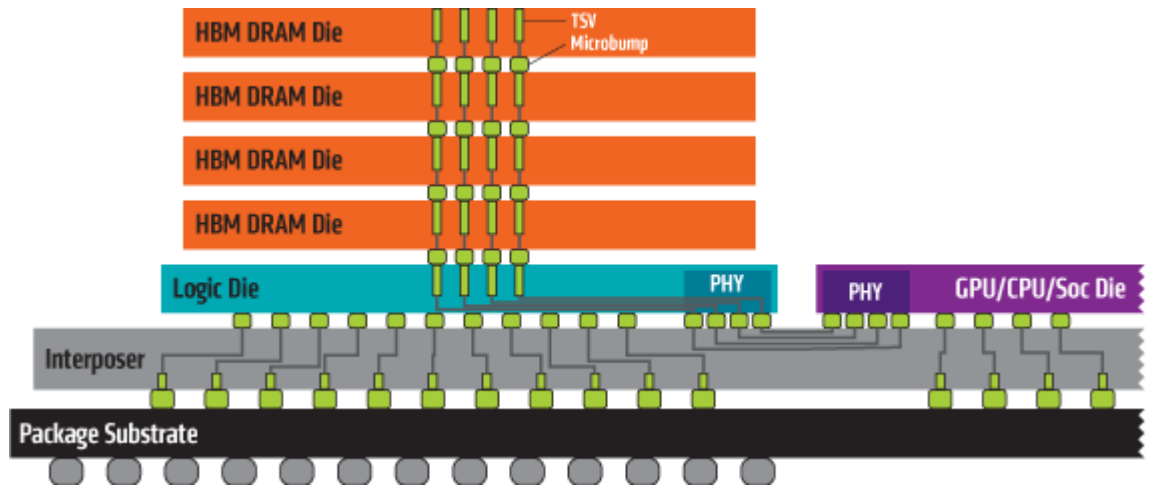
#### 4.2.1 Rychlosti

Paměti neukládají ani nečtou a následně neposkytují data okamžitě. Přístupy do určitých řádků a sloupců chvíli trvají a vydání dat také. K reprezentaci tohoto zpoždění slouží časování pamětí. Jedná se o údaj na modulu, např.: CL7-7-7-18 a jednotlivá čísla reprezentují: CL-tRCD-tRP-tRAS-CMD

- CL - modul má *CAS Latency 7 (CL7)*, tedy, že pamětem bude trvat 7 cyklů, než vydají požadovaná data
- tRCD – *RAS to CAS delay* – čas mezi aktivací adresního řádku a datového sloupce
- tRP – *RAS precharge* – čas mezi deaktivací jednoho řádku a aktivací druhého
- tRAS – *Active to precharge delay* – jak dlouho musí paměť čekat na další přístup
- CMD – *Command Rate* – čas trvajících mezi spuštěním čipu a možností udělení prvního příkazu (obvykle bývá 1T - 1 takt nebo 2T – 2 takty) [15]

Zatím nejnovější DDR4 snižuje potřebné napětí k provozu (1,2V) a zvyšuje rychlosti a hustotu paměťových buněk. Přenosová rychlost je až 25GB/s při efektivní frekvenci 3200MHz (2133MHz sběrnice a 266MHz buňky). Jedná se zatím poslední evoluci standardu DDR. Modul DIMM je větší než u DDR3, také kontakty jsou po stranách nerovné a liší se i napěťový klíč pro nemožnost vložení modulu do nekompatibilního slotu. [60]

Doposud není přímý nástupce DDR4, ale společnost Hynix pracuje na novém typu paměti *HBM (High Bandwidth Memory)*. Paměť už je používána u nových grafických karet R9 Nano. Její předností je přenos mnohem většího množství dat díky umístění paměťových čipů přímo na substrát s procesorem (GPU a CPU) a vertikálně na sebe. Tím se zkrátí cesta dat na minimum a tím také latence přenosu. Přenosové rychlosti jsou plánovány na více než 128GB/s a to také díky mnohem širší sběrnici. [14]



Obrázek 30- umístění paměti HBM[110]

Ukázka instalace paměti do základní desky je umístěna v příloze 8.4 a samotný modul v příloze 8.5.

### 4.3 Grafická karta

Dnešní grafická jádra pracují s mnoha informacemi pro co nejlepší a nejrychlejší vykreslování na monitor. Každé jádro obsahuje několik tisíc jednotek pro paralelní provádění dílčích jednoduchých instrukcí. Těmto jednotkám se říká stream procesory.

Stream procesory (u nVidia CUDA Cores, u AMD Graphics Core Next technologie) provádějí instrukce pro vykreslování 3D scény (rendering – převádění bodů na pixely) a shading pro každý pixel na obrazovce. Pro tyto účely má procesor i několik jednotek ALU, aby zvládal co nejvíce instrukcí najednou.[23]

Shadery pak mají různé úkoly:

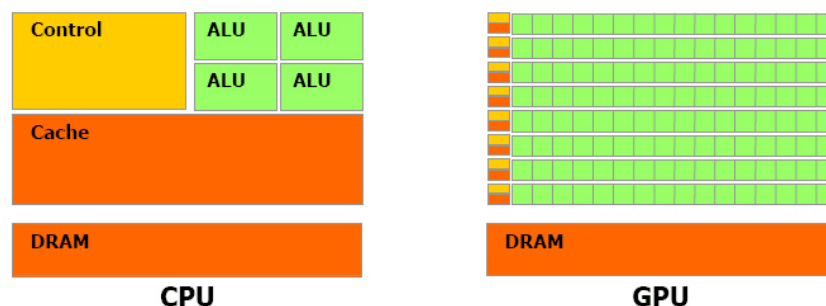
- Vertex shader - vykreslení mřížky z bodů – vytvoří polygony (trojúhelníky tvořící modely)
- Pixel shader - po osvětlení scény obarví jednotlivé pixely scény
- Geometry shader - vykreslení nových, vznikajících prvků na scéně (nové body, linky)[23]
- Teselace – dokáže změnit geometrii objektů a přidat polygony pomocí speciální textury displacement map, která uchovává hodnoty výšky od povrchu a zvýšit tak realističnost [17]

Stream procesory pak pracují jako jednotlivé shadery podle potřeby aplikace. Dalším krokem je otexturování pomocí texturovací jednotky a následné rastrování do pixelů s ROP

(Render Output Unit). Snímek je pak uložen v paměti grafické karty (frame bufferu) spolu s informacemi o osvětlení scény a texturami. [23] Paměti se používají podobné jako paměti RAM s rozdílem, že jsou dual-ported, tedy může být zapisováno a čteno z více buněk najednou. [22]

Vykreslování 3D scény musí pak probíhat pro iluzi plynulého pohybu alespoň 25x za vteřinu. Pro náročné hry je nejlepší snímková frekvence alespoň 60 snímků za vteřinu (frames per second), tudíž musí GPU zpracovat mnohem více dat, než CPU. Pro komunikaci s aplikacemi se používá API (programové vybavení) DirectX nebo OpenGL. Nejnovější verze DirectX 12 podporuje asynchronní shadery. Takové shadery mohou být prováděny ve více vlákních (podobně jako hyper-threading) minimalizující tak čas, kdy je GPU v nečinnosti.

Výhoda GPU (dnes nazývané GPGPU – general purpose GPU) je v programovatelnosti a díky tomu možnosti vykonávat přesně určené úkoly nejen vykreslování 3D scén, ale také složité výpočty příliš náročné pro CPU. CPU nejsou programovatelná a jsou určená přesně pro jednu sadu úkolů. Velký rozdíl je také ve výkonu a počtu tranzistorů, kde u GPU je výkon v řádech biliónů FLOPS (operace v plovoucí a řadové čárce) a miliard tranzistorů, přičemž CPU dosahuje desítky miliard FLOPS a disponuje přibližně stovkami miliónů tranzistorů.



Obrázek 31- rozdíl mezi architekturou CPU (málo jader určených k několika úkonům) a GPU (mnoho jader určených k paralelním výpočtům) [111]

#### 4.3.1 nVidia a AMD

V dnešní době jsou na trhu prakticky jen dvě společnosti. Nvidia dnes nabízí grafické karty GeForce GTX série 900 pro náročnější aplikace a sérii GT pro kancelářské a multimediální využití. Podle čísla se odvíjí i výkon karty. Nejlepší model Titan X pak disponuje 12GB videopaměti GDDR5 o frekvenci 7GHz s šířkou sběrnice 384 bitů, pro vykreslování má k dispozici 3072 stream procesorů, 192 texturovacích jednotek a 96 ROP. Jádru pracuje na frekvenci 1089MHz v turbo módu. Všechny karty série 900 jsou postaveny

na architektuře Maxwell s jádrem GM 200 na 28nm technologii s 8 miliardami tranzistorů.[21]

Oproti tomu AMD už nabízí nové karty, které disponují novými paměťmi HBM. Karty s novými paměťmi jsou R9 Nano, R9 Fury a R9 Fury X. Nano a Fury X jsou díky novým paměťem přibližně o polovinu kratší a hodí se do malých PC. Všechny tyto karty jsou postaveny na jádře Fiji s 28nm architekturou, jádro pracuje na frekvenci až 1050 a obsahuje 4096 stream procesorů, 256 texturovacích jednotek a 64 ROP. Paměť HBM o velikosti 4GB a šířce sběrnice 512 bitů zaručuje malou latenci a rychlý přenos dat. [21]

Obě společnosti již nyní chystají své nové karty. Nvidia poprvé použije paměť HBM2 na nové architektuře *Pascal* a tu postaví na 16nm tranzistorech FF+ (FinFET plus) pro co nejmenší spotřebu. Nové jádro GP100 bude obsahovat až 17 miliard tranzistorů. Další novinkou je chystaná sběrnice NVLink, která dosahuje až 12 násobku přenosové rychlosti nynější PCIe 3.0. AMD bude mít podobné specifikace, ale nyní je na tom lépe s podporou DirectX 12 a zejména asynchronními shadery. Nová architektura AMD ponese název *Arctic Islands*. [21]

Ukázka grafické karty, její součásti a instalace je umístěna v přílohách 8.6 a 8.7.

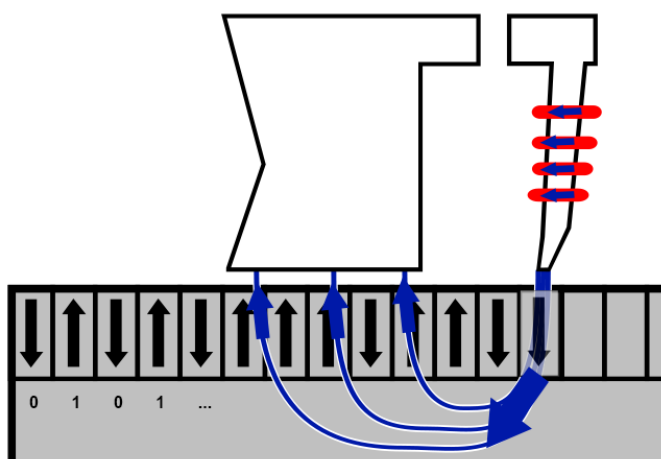
## 4.4 Pevný disk a SSD

Jak pevný disk tak solid-state disk slouží k ukládání dat po delší dobu, jelikož obě zařízení disponují nevolatilní paměť, jež neztrácí data po přerušení proudu. Obě zařízení se liší především technologií uložení dat a rychlostmi jejich čtení a zápisu.

### 4.4.1 HDD

Pevný disk ukládá data na kotouče, které jsou složeny z podkladového nemagnetického materiálu (hliník, sklo-keramické slitiny) a na ně je nanesen tenký film magnetického materiálu (thin-film media, kobalt a nikl). Tyto kotouče jsou pak otáčeny elektrickým motorem standardní rychlostí 7200 otáček za minutu při velikosti 3,5 palce (2,5 palce do laptopů s 5400 otáčkami). [20]

Na magnetický materiál je pak zapisováno čtecí a zapisovací hlavou a jednotlivá binární data (0 a 1) jsou reprezentována orientací magnetického pole. Hlava zapisuje pomocí cívky na kovovém jádře (elektromagnet), na kterou působí proud a tím je vytvořeno magnetické pole pro zápis bitu v magneticky citlivém filmu kotouče. Orientace magnetického pole a tím i hodnota binárních dat záleží na směru proudu v cívice. [84]



Obrázek 32 - zápis dat na disk (kolmý zápis), modře je vyznačen směr proudu a orientace magnetického pole, zdroj: vlastní

Čtení probíhá měřením orientace magnetického pole, které vyvolává ve čtecí hlavě proud, jenž je posléze interpretován jako 0 nebo 1.

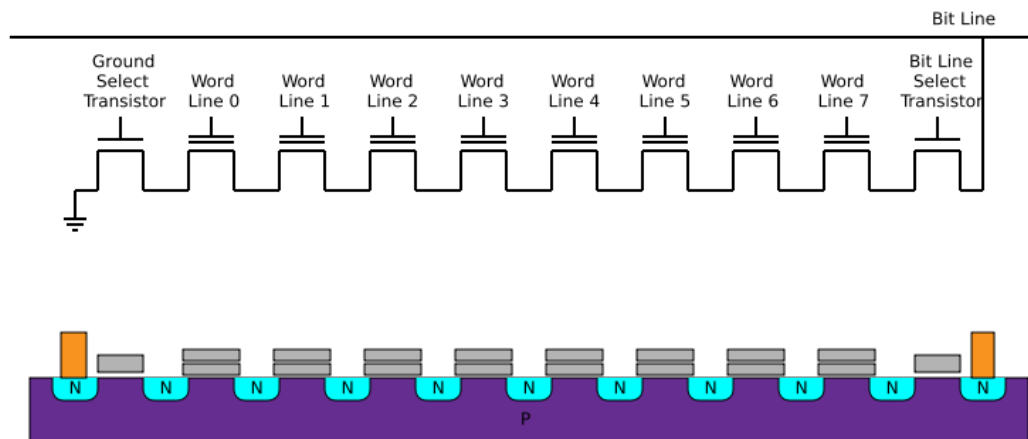
Po celém poloměru kotouče se pak hlava pohybuje pomocí silných magnetů (actuator) a tím vyhledává určené pozice pro zápis, či čtení. Tato operace trvá nějakou dobu a nazývá se *seek time*. Pokud hlava nenajde pozici hned, musí čekat na další otočení kotouče, tedy dochází ke spoždění, jenž je nazýváno *rotational delay*. Pozice jsou na disku rozděleny do sektorů (nejmenší jednotka pro uložení dat – pro Windows je to 512B – 4096B), ze kterých se skládají clustery (sekce sektorů). Sektory mají své adresy podle Logical Block Addressing (adresa sektoru a adresa trasy na kotouči), zmíněného v teoretické části. Hlava se nesmí dotknout povrchu, jinak by byl kotouč poškozen a data ztracena, proto hlava „plave“ 10nm nad povrchem díky vzduchovému polštáři, vytvořeném rotací disku. [19]

Počet kotoučů pak určuje v disku kapacitu a každý kotouč disponuje dvěma hlavami, jelikož je oboustranný. Rychlost přístupu také zlepšuje paměť cache, kde jsou ukládána nejčastěji používaná data a procesor nejdříve hledá data v cache a posléze na disku. [18]

#### 4.4.2 SSD

Disk je pro zápis dat vybaven paměťmi flash typu NAND. Tyto paměti využívají tranzistory float gate, tedy takové, které jsou schopny udržet elektrický náboj a tím reprezentovat binární data, kde nabitý znamená 0 a vybitý 1, tudíž je tento přístup opačný jako například u paměti DRAM. Tranzistory jako jednotlivé buňky jsou pak zapojeny sériově, a proto není možný náhodný přístup a tím je zmenšena rychlost čtení. Výhodou je ale rychlý

zápis, mazání, malá velikost buněk a tím menší čipy. Struktura těchto tranzistorů je vidět na obrázku. [13]



Obrázek 33- struktura NAND flash z floatgate tranzistorů[112]

Existují 3 typy buněk:

- SLC – *Single Level Cell* – rozlišuje pouze stavy nabito a vybito – ukládá pouze 1bit informací, rychlé přístupy do buněk
- MLC – *Multi Level Cell* – disponuje více stavy nabití tranzistoru a uloží více dat na stejné místo
- TLC – *Triple Level Cell* – může být nabita na ještě více stavů a uložit 4x více dat na jednu buňku než SLC, ale přístup je 4x pomalejší [12]

Buňky jsou pak organizovány v mřížkách, které pak tvoří bloky paměti. Jednotlivé řady jsou pak reprezentovány jako stránky (*page*) o velikostech 2kB – 16kB. Blok pak sestává ze 128 až 256 stránek a dosahuje tak velikosti až 4MB. Díky nepohyblivým částem má SSD velké rychlosti zápisu/čtení a velmi rychle zapisuje na prázdné místo, ovšem přepisování dat je velmi složité a náročné na napětí. Pokud jsou v bloku na stránkách uložena data a je třeba část z nich přepsat, je nutné tu část, která nebude přepsána překopírovat na jiné místo a pak celý původní blok smazat, protože SSD disky zapisují do jednotlivých stránek, ale mazat dokážou jen celé bloky. [13]

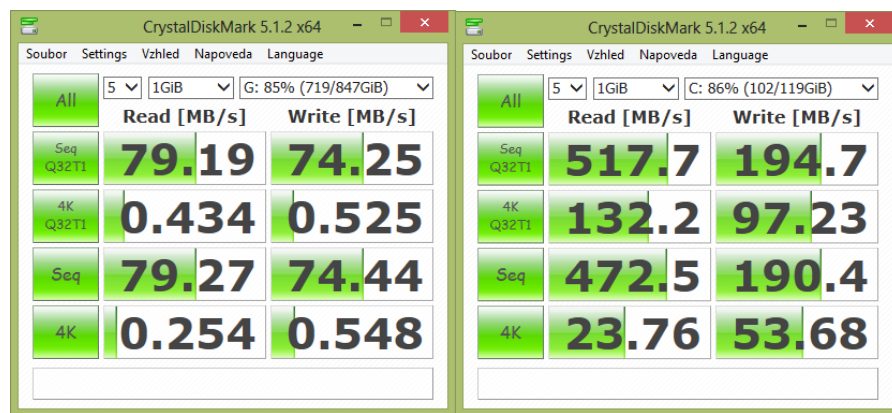
Problémem SSD disků je také životnost jednotlivých buněk, které se časem opotřebují a nedokáží udržet náboj. Obvykle to způsobuje příliš mnoho zápisů/vymazání (P/E, program / erase cycles), ale disky přestávají fungovat až po Petabytech zapsaných dat. Docílení co nejvíce možných zápisů pomáhají technologie Wear Levelling a TRIM. Wear levelling zajišťuje zápis na všechny buňky rovnoměrně a tudíž prodlužuje životnost a TRIM je technologie v režii OS, instruující disk, aby nepřepisoval určitá data a tím snížit počet P/E cyklů. [13]

#### 4.4.3 Rozhraní

Aby mohl procesor provádět načítání programů do RAM a ukládání a čtení dat, musí disk obsahovat obvod pro komunikaci s rozhraním a CPU, který se nazývá řadič. Řadič tedy odesílá a přijímá data na základě instrukcí od procesoru (pomocí SYSTEM CALL).

Disky jsou dnes většinou připojeny přes sériové rozhraní SATA III s přenosovými rychlostmi 6Gb/s, což znamená možnost přenést až 750MB/s. Pro HDD dostačující hodnota, ale některé SSD disky mají rychlosti zápisu/čtení až 2100MB/s / 1200MB/s. Pro využití těchto rychlostí se používají nová rozhraní M.2, mSATA a také se zapojují přímo do PCIe.

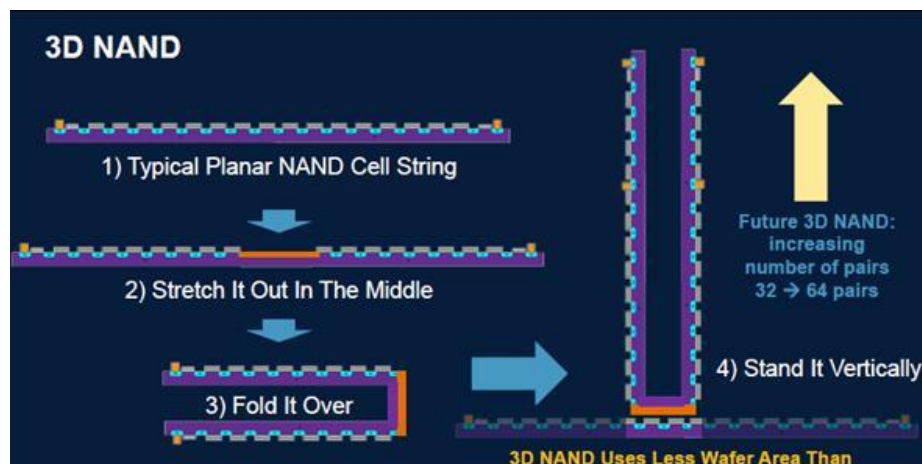
Pokud jde o rychlost, která je jedním ze dvou stěžejních údajů po velikosti disku tak se SSD s HDD velmi liší, jak ukazuje obrázek z programu CrystalDisk Mark.



Obrázek 34 - rychlosti HDD (1TB Western Digital WD10TPVT, vlevo) a SSD (Crucial M4 120GB, vpravo), zdroj: vlastní

#### 4.4.4 Budoucnost

Společnosti se stále snaží zvýšit kapacitu pevných disků zvětšením hustoty zápisu, ale musí překonávat supermagnetický limit, který znemožňuje stálé zmenšování bitů na kotouči, protože by došlo k jejich vzájemné interakci a tím znehodnocení dat. Jednou z technologií bylo v teoretické části zmíněné Heat Assisted Magnetic Recording a nyní od společnosti



Obrázek 35-3D NAND flash umístění oproti klasickému[113]

Seagate nové SMR (Shingled Magnetic Recording), které mění uložení dat v trasách po obvodu disku. Trasy byly vždy položeny vedle sebe, a čím blíže, tím více se navzájem ovlivňovaly. SMR tyto trasy pokládá na sebe, tím zmizí prostor mezi trasami a zvýší se hustota zápisu. [11]

Zmenšují se také SSD disky a kvůli zmenšování buněk a mezer mezi nimi pak dochází k náhodnému přeskokování signálů a tím znehodnocení dat. Společnosti Intel a Samsung tak pracují na nové 3D NAND technologii, která buňky umísťuje vertikálně jak je vidět na obrázku 35 a tím ušetří místo na čipu. [85]

## 4.5 Základní deska

Komponenty samy od sebe nepracují, pokud nemají proud a komunikační spojení. K tomuto účelu slouží základní deska, která komponentám dodá přes ATX napájení proud, BIOS/UEFI zjistí informace o nainstalovaných zařízeních a chipset pak zaručí komunikaci a kompatibilitu.

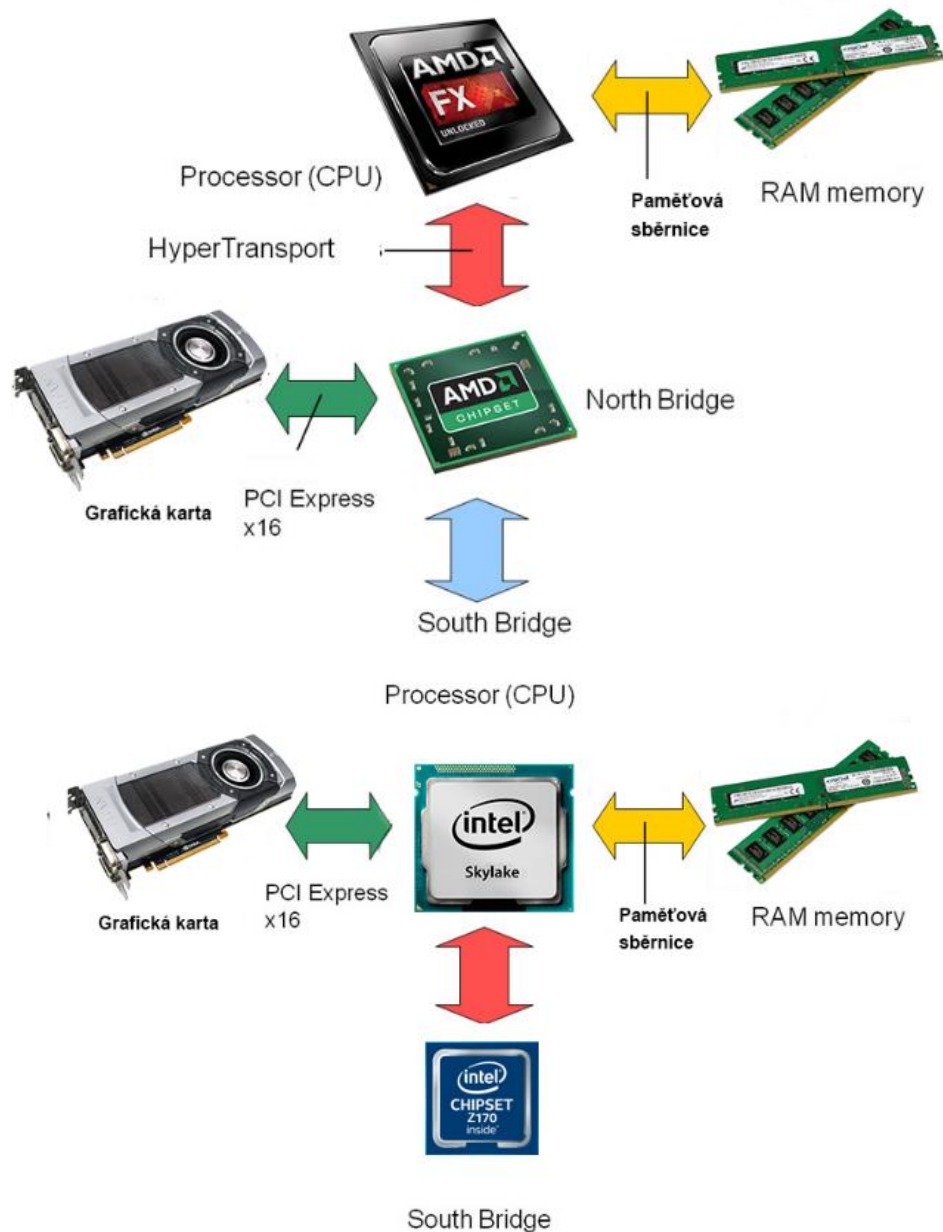
### 4.5.1 Chipset

Integrovaný obvod zajišťující kompatibilitu, komunikaci a budoucí rozšiřitelnost komponent. Podle funkce je rozdělen na dva typy:

- *North bridge* – také nazýván *MCH (Memory Controller Hub)* zajišťuje vysokorychlostní komunikaci komponent s procesorem:
  - Paměťový řadič
  - Řadič sběrnice PCI express
  - Komunikační sběrnice se south bridge [10]
- *South bridge* – nazýván *ICH (I/O Controller Hub)* zajišťuje všechny vstupně výstupní operace s pomalejšími a externími zařízeními (PCI, PCIe 1x) jako jsou:
  - Zařízení na desce (integrovaná zvuková a síťová zařízení)
  - Rozhraní určená pro úložiště (SATA, m.2, a další)
  - Čas (RTC, Real-Time Clock)
  - BIOS/UEFI [10]



Společnost Intel má nyní funkce north bridge zabudovány přímo v procesoru pro nejrychlejší komunikaci mezi komponenty a nově nazývá south bridge *Platform Controller Hub (PCH)*. S nejnovějšími chipsety od Intelu je možné instalovat až 4 grafické karty bez omezení rychlosti a podporují až 10 SATA zařízení. [86]



Obrázek 36 - různý přístup firem ke komunikaci mezi komponentami – AMD nahoře a Intel dole.  
zdroj: vlastní

Firma AMD stále dodává north bridge jako samostatný čip a ten je spojen s procesorem sběrnici HyperTransport. Pouze paměťový řadič je zabudován v procesoru. Výhodou jsou paralelní datové cesty, tudíž procesor může zapisovat a číst data zároveň.

Maximální rychlost přenosu je 51,2GB/s při frekvenci 3,2Ghz (HyperTransport 3.1) a rychlost může být v případě nevytíženosti snížena automaticky. [88]

#### 4.5.2 PCI a PCI express

V dnešní době se používají hlavně tyto dva typy sběrnic. Přes velmi podobný název každá přenáší data jiným způsobem. Základní údaje jsou zmíněny v teoretické části.

##### 4.5.2.1 PCI

Sběrnice existuje ve dvou variantách: 5V a 3,3V s korespondujícím napěťovým klíčem na slotu desky. Rychlosti se pohybují od 33MHz s přenosovou rychlostí 132MB/s ( $33\text{MHz} \cdot 4 \text{ byty} - 32\text{bitů} = 132$ ) až po 133MHz s přenosovou rychlostí 1066MB/s pro 64 bitovou sběrnici, která se ale příliš na běžných základních deskách nepoužívá. [9]

Komunikaci sběrnice řídí zákaznický obvod, jelikož přesné dodržení standardu komunikace PCI není jednoduché. Komunikace pak probíhá paralelně a několika způsoby, které se liší implementací, rychlostí a vytížením sběrnice:

- Jednosměrný přenos jednotlivých bytů, šestnáctibitových slov či 32bitových slov přes specializované registry, takzvané *mailboxy*. Pro omezení aktivního čekání na data lze využít možnosti generování přerušování při zápisu a/nebo čtení z *mailboxu*.
- Přímé čtení či zápis do paměti umístěné na připojené desce pomocí paměťových mapovaných regionů. Jedná se o takzvané *Pass Thru* operace. Pro tento typ komunikace musí být na přídatné desce vytvořena adresová a datová sběrnice, ke které je paměť připojena.
- Blokovaný přenos dat přes dvě jednosměrné fronty typu FIFO. Jednou z modifikací tohoto způsobu přenosu je i několikrát zmíněný bus-master přenos, který se provádí v případě, že řízení přenosu převezme přídatná karta připojená na PCI sběrnici. [9]

Více podrobných informací o jednotlivých operacích lze nalézt na [9].

##### 4.5.2.2 PCI express

Kvůli nutnosti zvýšit rychlost přenosu, musely být zvyšovány také frekvence sběrnice. Při zvyšování frekvencí se pak projeví nevýhody paralelního přenosu jako zpoždění na

datových vodičích, rušení a zkrácení signálů a při přechodu na jinou topologii přenosu, kdy se zvyšuje počet nutných vodičů.

Tyto nevýhody byly překonány přechodem na sériový způsob komunikace a zavedení paketové technologie pro přenos dat. Jsou sice potřeba složitější řídicí obvody na zařízeních, ale snižují se náklady na výrobu karet i základních desek. Navíc je možné do jedné karty vést více samostatných sériových linek a tím zvýšit přenosové rychlosti.

Sběrnice PCI Express používá pro přenos dráhy (*lanes*), což jsou 2 páry vodičů, kde každý dokáže v nejnovější generaci PCIe 3.0 přenést 985MB/s v jednom směru (pro PCIe 1x a 16krát více pro PCIe 16x). Dva vodiče v jedné dráze mohou tvořit uzamčenou smyčku a tím přenášet data velkou rychlostí, ale kvůli kódování dat je malá část rychlosti ztracena.

Jelikož je použita paketová technologie na přenos dat, tak není nutné použít klasickou sběrnicovou topologii a zařízení nemusí sdílet pásmo s ostatními. Od všech konektorů vedou jednotlivé dráhy do přepínače, který dokáže teoreticky 2 dráhy propojit, a ty pak dokážou přenášet data maximální rychlostí. Podmínkou je na desce přítomný složitější přepínač, ale odpadá potřeba arbitrážního obvodu. [34]

Je možné pak snadno zapojit více rozšiřujících zařízení, ale záleží na procesoru, kolik drah podporuje. Například Intel Core i7-5820K má podporu 28 PCIe 3.0 drah a pokud nainstalujeme více grafických karet tak se dráhy rozdělí a sběrnice bude přenášet rychlostí 8x/8x při dvou kartách. Naproti tomu Core i7-5930K má podporu až 40 drah a zvládne i 4 výkonné karty v módech 8x/8x/16x a 8x. [87]

Další generace PCIe (PCIe 4.0) je ve vývoji od roku 2011 a nyní je plánováno její vydání na rok 2017. Obousměrné přenosové rychlosti mají dosahovat 64GB/s při 16x (2GB/s jednosměrně). Nevýhodou je ovšem nutné zkrácení vodičů (25-30cm maximálně), ovšem dá se využít opakovačů a jiných aktivních prvků.

#### 4.5.2.3 BIOS/UEFI

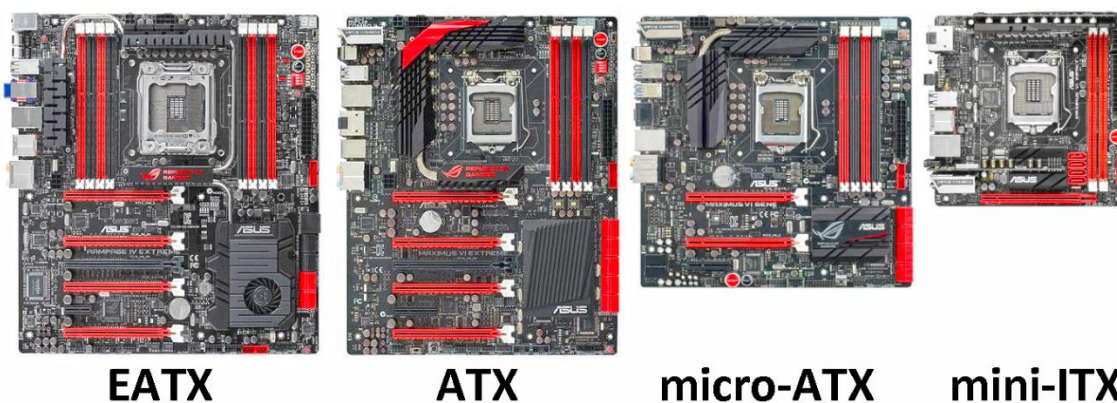
BIOS znamená *Basic Input/Output System* a jde o program uložený většinou na paměti flash nebo CMOS, který poskytuje rozhraní mezi hardwarem a operačním systémem. Při zapnutí jde o první kód nahráný do operační paměti. Hned ověří systémové prostředky a zařízení, jestli fungují a jsou přítomny a pokud je detekován problém tak ho BIOS oznámí buď chybovým hlášením na displeji, nebo tónem (*beep code*). Některé problémy jsou fatální (chybějící RAM, video výstup) a jiné nabídnou možnost přeskočit (například odpojený ventilátor). [7]

UEFI (*Unified Extensible Firmware Device*) je vylepšení verze stejného programu a má BIOS nahradit kvůli nepodpoře disků větších než 2,2TB. Přináší také grafické rozhraní pro lepší orientaci a podporu myši. Ukázky nastavení, rozdíly mezi UEFI a BIOS jsou názorně představeny v příloze 8.10. [6]

Velikosti základní desky

NÁZEV	VELIKOST (MM)
ATX	305x244
MicroATX (mATX)	244x244
Min. MicroATX	171x171
Mini-ITX	170x170

Tabulka 3- Standardní velikosti desek[114]

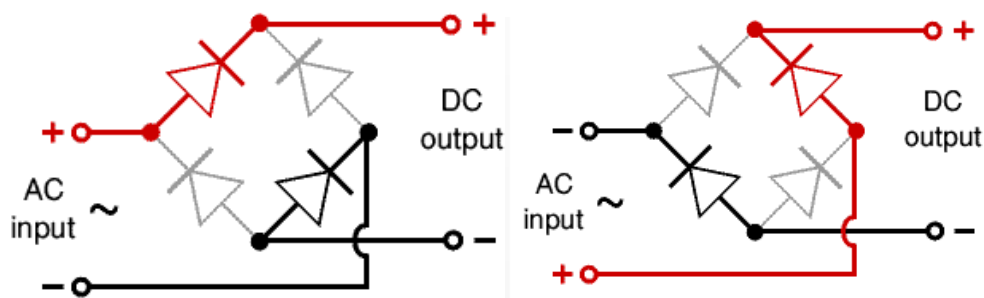


Obrázek 37 - porovnání velikostí základních desek (menší jsou kompatibilní s většími velikostmi ve skříních) [115]

## 4.6 Zdroj napájení

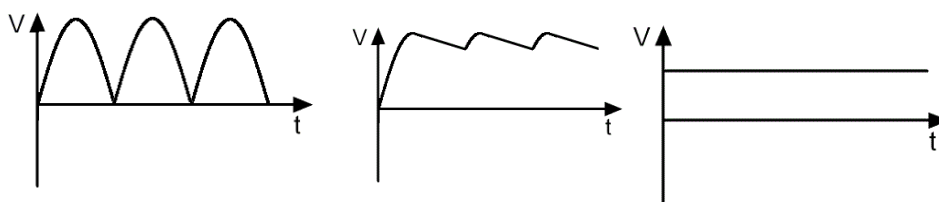
Tato komponenta dodává stejnosměrný proud komponentám ostatním pro jejich chod. Pro vytvoření stejnosměrného proudu (DC) musí přeměnit proud střídavý (AC), který je veden za zásuvky.

Činnost zdroje je nejlépe vidět na následujících obrázcích, kde zdroj pomocí transformátoru nejdříve upraví velikost proudu a napětí (lepší zdroje mají i filtrační fázi na bázi varistoru pro filtrování krátkých přepětí v rozvodné síti), pak pomocí dvoucestného usměrňovače (obvod ze čtyř diod, zařízení propouštějící proud jedním směrem, na obrázku 38) přemění sinusový průběh na sérii pulsů (proběhne překlopení záporné části vstupní sinusoidy) [5]



Obrázek 38 - překlopení sinusoidy pomocí dvoucestného usměrňovače[116]

Na dalších obrázcích je pak vidět výsledná křivka po průchodu usměrňovačem a posléze filtračním kondenzátorem, který nabitím drží hodnotu napětí přibližně stejnou po celý průběh. [5]

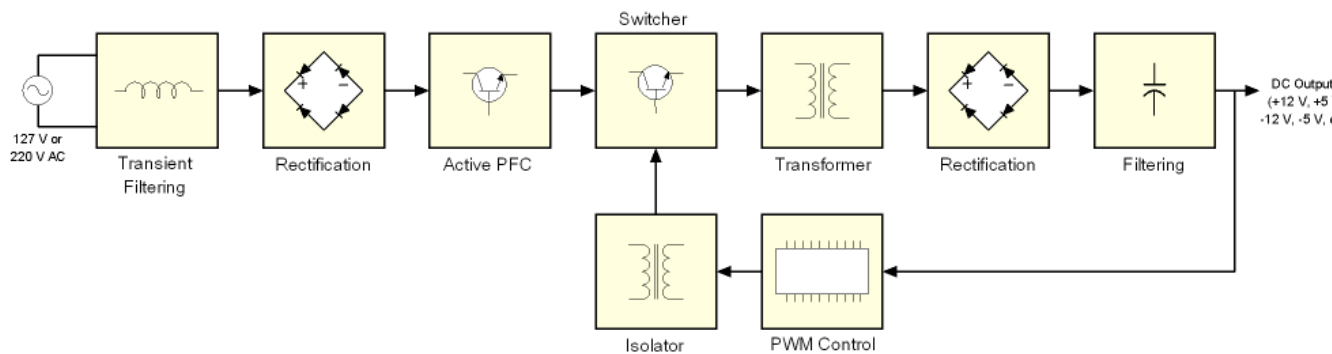


Obrázek 39 - vlevo časový průběh napětí po usměrňovači, uprostřed výstup po filtračním kondenzátoru a vpravo konečný výstup po regulátoru napětí [5]

Tento průběh je pro komponenty stále nevhodný a je potřeba se zbavit vlnění. K tomuto slouží regulátor napětí založený na Zenerově diodě, který vlnění odstraní a proud je stejnosměrný. [5]

Protože pro tuto aplikaci by zdroje musely být velké, tak se frekvence před transformátorem zvětšuje na 50-60kHz a tak mohou být součástky jako transformátor a kondenzátor menší. Takovýmito zdrojům se říká spínané (switching nebo high-frequency switching). Na PC se používají uzavřené systémy s *PWM (Pulse Width Modulation)*, které dodávají informace o vytížení systému a mění dodávaný výkon podle potřeby. Pro vylepšení křivky dodávaného proudu slouží technologie *Power Factor Correction (PFC)*, kde aktivní PFC má integrovaný obvod s cívkami a kondenzátory na tlumení a filtraci, oproti tomu pasivní pouze tlumící cívku a kondenzátory. [5]

Pokud jsou součástky dostatečně kvalitní a dimenzované, měl by zdroj dodávat do větvi kontrolovaný stejnosměrný proud a měl by být také chráněn proti zkratům. Následující obrázek znázorňuje usměrnění proudu do větvi. [5]



Obrázek 40 - změna střídavého proudu na stejnosměrný u spínaných zdrojů (část za transformátorem se nazývá primární a část za transformátorem se nazývá sekundární, výstupní) [5]

Zdroje mají dle standardu ATX mít na větvích napětí s určitou tolerancí. Ukázky jednotlivých větví jsou umístěny v příloze 8.9 a specifikace ATX s tolerancemi na jednotlivých větvích jsou uvedeny v tabulce 4. Další informace o ATX standardu jsou k nalezení v [4].

Výstupní napětí	Tolerance	Min	Nominální	Max	Jednotka
+12V1DC <sup>1</sup>	±5%	+11.40	+12.00	+12.60	V
+12V2DC <sup>2</sup>	±5%	+11.40	+12.00	+12.60	V
+5VDC	±5%	+4.75	+5.00	+5.25	V
+3.3VDC <sup>3</sup>	±5%	+3.14	+3.30	+3.47	V
-12VDC	±10%	-10.80	-12.00	-13.20	V
+5VSB	±5%	+4.75	+5.00	+5.25	V

Tabulka 4- tolerance napětí jednotlivých větví dle ATX standardu[4]

#### 4.6.1 Modulární kabeláž

Zdroje, u nichž není důležitá velikost, jsou vybaveny odpojitelnou, modulární kabeláží. Tato kabeláž vyžaduje na sekundární části další desku plošných spojů, ale je možné připojit pouze potřebné množství kabelů podle počtu nainstalovaných zařízení, která potřebují napájení. Ty bez modulární kabeláže jsou většinou menší, protože tuto desku neobsahují, ale nelze individuálně připojit ani odpojit kabely. Existují dva typy modulárních zdrojů:

- *Modular* – zdroj disponuje několika připojitelnými kabely, ale pevné je umístění ATX 24pin a ATX12V kabelů
- *Fully-modular* – zdroj nemá umístěný žádný pevný kabel a všechny je možné připojit a zorganizovat podle potřeby (cable management), či připojit kabely od jiného výrobce

#### 4.6.2 Účinnost a výkon

Koupě zdroje je pak většinou závislá na dodávaném výkonu, kde ale neplatí čím více, tím lépe. Pokud je zdroj ohodnocen například na 1200W neznámá to, že ze sítě spotřebovává neustále 1200W, ale dodává potřebný výkon pro počítač. Je lepší, pokud zdroj disponuje výkonem, který je dostatečný pro komponenty, ale nesmí být menší a ani by zdroj neměl stále dodávat 100% avizovaného výkonu.

Účinnost zdroje je pak dána poměrem výkonu a příkonu. Pokud má zdroj 75% účinnost a 600W výkon, znamená to, že spotřebovává 800W ze sítě při maximální zátěži. Pro co nejvíce úsporné zdroje je vydán standard 80Plus, který určuje minimálně 80% účinnost při maximálním vytížení. Podle účinnosti jsou pak i stupně certifikace až 80Plus Titanium a tyto zdroje mají účinnost až 94% při 100% vytížení (nejvíce zdrojů je certifikováno 80Plus Bronze). Zde lze nalézt testy účinnosti zdrojů: [3]

#### 4.7 Chlazení

Všechny komponenty v počítači díky průchodu proudu vytvářejí odpadní teplo, které je vyjádřeno údajem *TDP* (*Thermal Design Power*). Pokud není tato energie odváděna, komponenty se přehřívají a zmenšuje se jejich životnost a může dojít k jejich poškození, nebo úplnému zničení. Chladič musí mít odvod *TDP* větší než procesoru, hodnota obvykle uvedena na obalu. Na odvod tepla se používá tepelně vodivý kov a materiál pro přechod tepla (*TIM* – *Thermal Interface Material*). Z kovů se používají nejčastěji měď a hliník kvůli poměrům cena/výkon/váha. Lepší materiály jako stříbro se pak používají v *TIM*.

Typy chladičů:

- Pasivní – pasivní chladič je složen pouze z kovů spojeného přes *TIM* s tělesem vytvářejícím teplo. Používá se pouze pro malé *TDP*, tudíž pro nevykonné komponenty. Hlavní předností je nulová hlučnost, a pokud je ve skříni dobrý průtok vzduchu, dá se použít i pro výkonnější komponenty.
- Aktivní – je složen pouze z ventilátoru, který může zajišťovat průtok vzduchu nebo být součástí kombinovaného chlazení. Otáčky je možné přes regulaci napětí nebo pulzní modulace (*PWM*) řídit pro dosažení nejlepšího poměru hluk/průtok vzduchu.
- Kombinovaný – nejčastěji používaný způsob chlazení, kombinující aktivní a pasivní chlazení. Dobrý poměr cena/výkon. Rozmanitý výběr na trhu z mnoha

firem (SilentiumPC, Noctua, Scythe, Zalman, Cooler Master a další) a řešení. Podle je ceny pak odpovídající výkon a velikost.

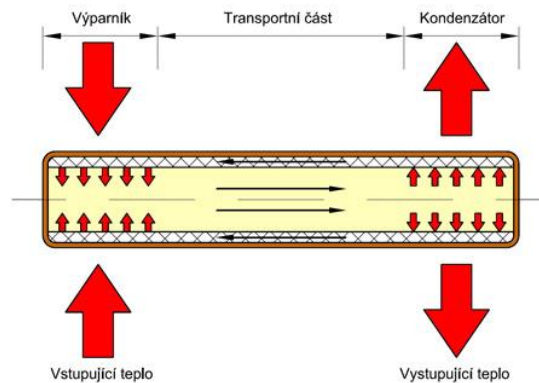
- Vodní – zde je využita voda jako chladící médium a teplo je přenášeno do média pomocí kovu. Princip spočívá v odběru tepelné energie pomocí vody a její předání do vzduchu pomocí radiátoru v uzavřeném systému. Existují chladiče s uzavřenou smyčkou a integrovanou pumpou a radiátorem pro jednu komponentu nebo individuálně postavené chlazení pro grafickou kartu a procesor, kde se voda průchodem přes potrubí ohřeje a tím zchladí komponenty a posléze předá energii do radiátoru a vzduchu, který je přes radiátor buď tlačěn, hnán nebo jsou ventilátory umístěny na obou stranách radiátoru. Důležitými součástmi jsou pak pumpa, která vodu cirkuluje v oběhu a expanzní nádobka, pomocí které se kontroluje stav hladiny a doplňuje kapalina.
- Olej/Kapalný plyn – olej je nevodivý materiál, tudíž může být použit na povrchu komponent a celý počítač pak můžeme do oleje ponořit. Používá se většinou minerální, s menší viskozitou. V praxi se používá spíše pro servery, pro které pak není nutná klimatizace místnosti. Zajímavostí je ponoření nových datacenter Microsoftu do moře. Jako kapalný plyn s teplotou  $-160^{\circ}\text{C}$  až  $-230^{\circ}\text{C}$  se používá hélium nebo dusík. Při tomto přístupu je třeba použít okolo komponent tepelnou izolaci, protože vytvořená kondenzace je zkratuje a zničí. Tato extrémní řešení jsou využita v průmyslu nebo nadšenci, kteří chtějí dosahovat rekordů v taktování.
- TIM – jako přechodový materiál mezi chladičem a tělesem se používá teplovodivá pasta, páska nebo lepidlo. Pasta je podle složení dělena na 3 typy:
  - Keramická – levnější pasty s dostatečnou tepelnou vodivostí, ale pro větší TDP se nedoporučují, výhodou je nízká cena. Jsou složeny většinou ze silikonu a příměsí oxidu kovu.
  - Kovová – nejlepší vodič tepla, nevýhodou může být vodivost, která může způsobit zkrat, pokud se pasta dostane mimo kontaktní plochu
  - Uhlíková – nejdražší pasta obsahující uhlíkové nebo dokonce diamantové částice. Dosahuje nejlepších výsledků, nevýhodou je vysoká cena. [2]

#### 4.7.1 Heatpipe

Heatpipe je kovová, dutá, vakuově uzavřená trubice naplněná kapalinou s malým bodem varu. Kapalina se u zdroje tepla vypařuje a proudí porézním materiálem na stěnách

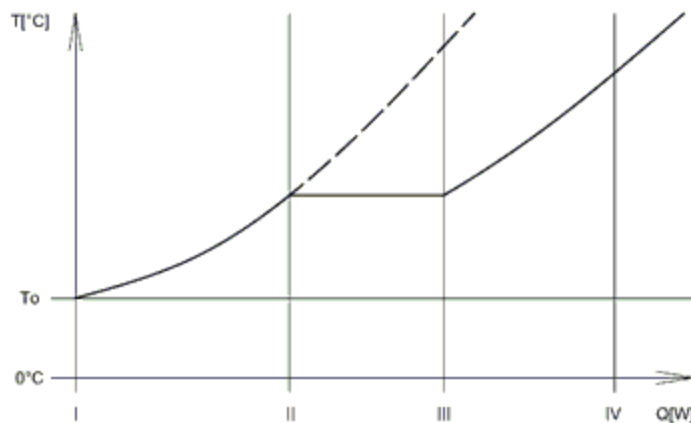


trubic k chladnějším místu, kde kondenzací předá teplo okolnímu materiálu a jako kapalina se vrací zpět ke zdroji tepla. Na obrázku 41 je vidět schéma trubice.



Obrázek 41- schéma heatpipe

Princip je velmi jednoduchý a výhoda je plošší průběh růstu teplot než u chladičů bez heatpipe. Následující graf pak ukazuje průběh teplot chladiče.

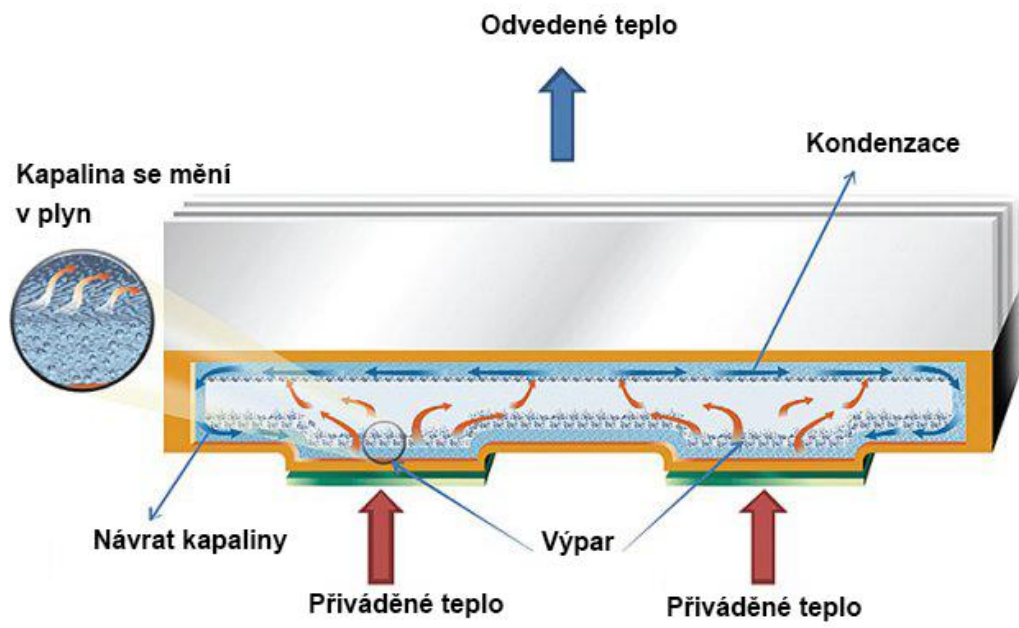


Obrázek 42- průběh teplot chladiče bez heatpipe (čárkovaný průběh) a chladiče s heatpipe

- I. Mezi I a II je průběh chladičů stejný, kapalina v heatpipe v těchto teplotách nepracuje
- II. Začíná pracovat kapalina v heatpipe a teplota je konstantní
- III. Teplota stoupá, žebra ji nejsou schopna předat do okolí, k čemuž dochází i v heatpipe, kde vzroste tlak a bod varu se posune směrem vzhůru

Celé téma (včetně obrázků) heatpipe je čerpáno z [1].

Nevýhodou heatpipe je pak tvar, protože kulatá trubice má špatný dotyk s plochou. Tento problém se řeší zabudováním heatpipe do kovové plochy, nebo jejím zploštěním a tím vytvořením přímého dotyku s tělesem (DirectCU chladič grafických karet od firmy ASUS). Dalším řešením je firmou Sapphire vyvinutá *Vapor Chamber*, pracující na stejném principu jako heatpipe, ale funguje ve výparné komoře. Nejlépe je funkce vidět na obrázku 43.



Obrázek 43 - funkce Vapor Chamber[118]

## 5 Zhodnocení výsledků a doporučení

### 5.1 Základní deska

Nejdůležitější částí je základní deska. Desky se liší nejen nabízenými možnostmi rozšíření a funkcí v chipsetu, ale i kvalitou zpracování. Nejlepší pro kvalitní základ počítače budou produkty od společnosti Asus a Gigabyte, jelikož mají největší zkušenosti s výrobou.

### 5.2 Procesor

Podle výsledků testů výkonu jsou lepší volbou procesory od společnosti Intel, hlavně kvůli pokročilejším technologiím a mnohem většímu počtu vykonaných instrukcí za takt. V testech poráží i notebookové procesory Intelu čtyř jádrové modely od AMD hlavně ve výkonu na jedno jádro. Procesory od AMD cílí na větší počet jader a paralelizaci výkonu, kterou ale naprostá většina aplikací nevyužije. Intel také přináší mnohem menší spotřebu, vydané teplo a díky tomu se investice do procesoru vrátí. AMD procesory jsou mnohem levnější, ale za to nejvyšší model dosahuje až 220W TDP (AMD FX9590) oproti 91W u Core i7-6700k (Skylake) a spotřebovaná energie je tak až dvakrát menší. Intel má na současném trhu prakticky monopol díky mnohem využitelnějším procesorům a tím také vyšší ceny. Nejlepší pro trh by byl úspěch architektury Zen pro zkvalitnění konkurence, ale to je otázka blízké budoucnosti. Procesory od Intelu sice prošly evolucí „Tick Tock“, ale prakticky od architektury Sandy Bridge nedošlo k velkému posunu, co se týče výkonu. Nyní se má nastolený vývoj „Tick Tock“ dokonce narušit. Za vším stojí především odklon běžných uživatelů od desktopových PC, ale také monopol Intelu na trhu, kdy společnost není nucena vyvíjet rychleji.

### 5.3 Operační paměť

Pro novou sestavu je nejlepší osadit nové paměti DDR4 hlavně kvůli možnosti větší kapacity. Rozdíl v přenosových rychlostech oproti DDR3 není až tak velký. Pro většinu uživatelů je pak dostačující kapacita 8GB. Na trhu je velké množství výrobců a všichni nabízejí dobrou kvalitu, osvědčení výrobci jsou pak Kingston, Crucial a Corsair. Kapacita paměti dále poroste a budou také využívány nové paměti HBM, které zatím použilo AMD do svých grafických karet, ale na využití u procesoru dojde až později.

## 5.4 Grafická karta

Volba grafické karty je pak na preferencích uživatele a záleží, jaké bude mít počítač využití. Pro kancelářský počítač stačí levná karta s malým důrazem na výkon a tím menší spotřebou, ale nenabízí dobrý poměr cena/výkon a tudíž se většinou takto levné karty nedoporučují a spíše je lepší použít integrované jádro v procesoru, či základní desce. Pro herní počítače je škála nejširší, záleží pak na finančních možnostech uživatele. AMD i nVidia dnes nabízejí nové karty s podporou DirectX 12, ale AMD zatím disponuje lepší podporou asynchronních shaderů a novými paměťmi HBM u nejvyšších modelů, což se může s vydáním architektury Pascal změnit. Pracovní stanice nejlépe využijí silné karty nVidia Quadro s lepšími paměťmi.

## 5.5 Pevný disk / SSD

Nejlepším kompromisem, pokud se jedná o úložiště, je zvolit SSD na operační systém a programy kvůli rychlosti načítání a zlepšení celkové odezvy systému. Na data jako multimédia, dokumenty a ostatní postačí klasický HDD s velkou kapacitou. Tuto kombinaci je možné nainstalovat i do laptopů, protože optické mechaniky jsou dnes na ústupu.

## 5.6 Zdroj napájení

Zdroj napájení není kvůli bezpečnosti a spolehlivosti část na případné šetření finančních prostředků a při zakoupení levného zdroje může dojít ke zničení všech komponent, a proto je lepší zakoupit dražší zdroj alespoň od 1000 korun s rozumným výkonem (aby měl takové vytížení, kde je účinnost nejlepší). U výrobců, kteří převedli výrobu do čínských továren, došlo k rapidnímu poklesu kvality jednotlivých součástí. Jedním z nejlepších výrobců je společnost Seasonic, která nepoužívá součástky z Číny jako je tomu například u kdysi velmi důvěryhodné společnosti Fortron.

## 5.7 Chlazení

Na komponenty je třeba osadit chlazení s TDP ohodnocením minimálně takovým jaké komponenty vydávají. Vzduchové věžové chladiče jsou sice těžké, ale jejich výkon se prakticky vyrovná a někdy i předčí AIO (All in one) chlazení s integrovanou pumpou. Cena je pak mnohem nižší. Vodní chlazení má pak nejvyšší výkon, ale cena je pro uživatele překážkou a vzhledem k dnešním kombinovaným chladičům není ani takový výkonnostní

rozdíl. Důležitou roli pak také hraje vzhled, který je u vodního chlazení nejlepší. U Skylake procesorů se také pod větší vahou a špatnou manipulací ohýbají procesorová pouzdra, tudíž je třeba kontrolovat váhu.

## 6 Závěr

Stanovené cíle byly splněny. V teoretické části je představen vývoj komponent napříč historií. Zmíněny jsou důležité mezníky v historii vývoje, společnosti a lidí, kteří byli pro vývoj důležití. Nastíněn je pak také současný stav vývoje komponent. V historii vývoje se také objevila některá slepá, dnes nepoužívaná řešení, která jsou také zahrnuta v této části práce.

Praktická část poskytuje přehled o funkčnosti a roli komponent v systému, představuje nové výrobní technologie a současné komponenty na trhu. Obsahuje výkonnostní testy pro demonstraci výkonu a jeho vývoje a v přílohách pak praktické ukázky instalace komponent a jejich součástí. Uvedeny jsou také očekávané směry vývoje komponent do blízké budoucnosti.

Přínosem k dané problematice je zmínění současných komponent a jejich dalšího vývoje, jelikož v odborné literatuře se zatím nevyskytují. V přílohách umístěné ukázky komponent a jejich instalace pomůže k lepší orientaci v problematice PC komponent a stavbě počítačů. Praktická funkčnost komponent a jejich komunikace, rozebraná k praktické části pak poskytne přehled o fungování celého systému jako celku i jako jednotlivých částí na nejnižší úrovni.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- [1] Heat Pipe: princip a konstrukce. *Svět hardware* [online]. Brno: oXy Online s.r.o., 2007 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/heat-pipe-princip-a-konstrukce/15941>
- [2] What is CPU Thermal Paste? *Buildcomputers.net* [online]. Quebec: buildcomputers.net, 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.buildcomputers.net/cpu-thermal-paste.html>
- [3] 80 PLUS Certified Power Supplies and Manufacturers. *Plug Load Solutions* [online]. Spokane: Ecova Inc., 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.plugloadsolutions.com/80PlusPowerSupplies.aspx#>
- [4] Power Supply: Design Guide for Desktop Platform Form Factors. In: *Form factors* [online]. Santa Clara: Intel, 2008 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: [http://www.formfactors.org/developer/specs/Power\\_Supply\\_Design\\_Guide\\_Desktop\\_Platform\\_Rev\\_1\\_2.pdf](http://www.formfactors.org/developer/specs/Power_Supply_Design_Guide_Desktop_Platform_Rev_1_2.pdf)
- [5] Anatomy of Switching Power Supplies. *Hardware Secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2006 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/anatomy-of-switching-power-supplies/>
- [6] Co je UEFI? *Microsoft* [online]. Seattle: Microsoft Corporation, 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows-8/what-uefi>
- [7] System BIOS. *PC Guide* [online]. Pittsburgh: Charles M. Kozierok, 2004 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.pcguides.com/ref/mbsys/bios/>
- [8] Accelerated graphics port (AGP) a sběrnice PCI-X. *Root.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o, 2008 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/accelerated-graphics-port-agp-a-sbernice-pci-x/#ic=serial-box&icc=text-title>
- [9] Podrobnější popis sběrnice PCI. *ROOT.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o., 2008 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/podrobnejsi-popis-sbernice-pci/>
- [10] Everything You Need to Know About Chipsets. *Hardware secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2012 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/everything-you-need-to-know-about-chipsets/>
- [11] Breaking Capacity Barriers With Seagate Shingled Magnetic Recording. [Http://www.seagate.com/](http://www.seagate.com/) [online]. Cupertino: Seagate Technology LLC, 2013 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.seagate.com/gb/en/tech-insights/breaking-areal-density-barriers-with-seagate-smr-master-ti/>
- [12] OCZ to launch lower-cost triple-cell SSD despite endurance, performance trade-offs. *Extreme Tech* [online]. New York: Ziff Davis, 2011 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/computing/103873-ocz-to-launch-lower-cost-triple-cell-ssd-despite-endurance-performance-trade-offs>

- [13] How do SSDs work? *Extreme Tech* [online]. New York: Ziff Davis, 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/extreme/210492-extremetech-explains-how-do-ssds-work>
- [14] Paměti Hynix HBM slibují revoluci u VGA. *Svět hardware* [online]. Brno: oXy Online s.r.o., 2014 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/pameti-hynix-hbm-slibuji-revoluci-u-vga/39503>
- [15] Understanding RAM Timings. *Hardware secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2011 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/understanding-ram-timings/>
- [16] How RAM Works. *How Stuff works* [online]. Bellevue: InfoSpace LLC, 2000 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://computer.howstuffworks.com/ram1.htm>
- [17] DirectX 11 Tessellation. *NVidia* [online]. Santa Clara: nVidia, 2009 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.nvidia.com/object/tessellation.html>
- [18] Disk cache. *Webopedia* [online]. Foster City: QuinStreet Inc. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: [http://www.webopedia.com/TERM/D/disk\\_cache.html](http://www.webopedia.com/TERM/D/disk_cache.html)
- [19] How a Hard Drive Works. *Extreme Tech* [online]. New York: Ziff Davis, 2011 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/computing/88078-how-a-hard-drive-works>
- [20] Magnetic Media. *PC Guide* [online]. Pittsburgh: Charles M. Kozierok, 2001 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.pcguide.com/ref/hdd/op/mediaMedia-c.html>
- [21] Přehled desktopových grafických čipů. *Svět hardware* [online]. Brno: oXy Online s.r.o., 2006 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/prehled-desktopovych-grafickych-cipu/>
- [22] What is Dual Port RAM? *Future Electronics* [online]. Quebec [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.futureelectronics.com/en/memory/dual-ports.aspx>
- [23] Jak pracují špičkové grafické karty. In: *CHIP* [online]. Praha: BURDA Praha, spol. s r.o., 2008 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.chip.cz/soubory/dokumenty/2be3f848cd59a5df3df46ec523394798.pdf>
- [24] Modern Microprocessors: A 90 Minute Guide!. *Lighterra* [online]. Surfers Paradise, 2015 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.lighterra.com/papers/modernmicroprocessors/>
- [25] Principles of CPU architecture – logic gates, MOSFETS and voltage. *PC Tech Guide* [online]. Seattle: Brain Box Consultants LLC, 2016 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.pctechguide.com/cpu-architecture/principles-of-cpu-architecture-logic-gates-mosfets-and-voltage>
- [26] Co dělá Skylake Skylakem. Aneb architektura nových procesorů Intel. *Cnews: Extra Hardware* [online]. Brno: Extra publishing, s. r. o., 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/clanky/co-dela-skylake-skylakem-aneb-architektura-novych-procesoru-intel>



- [27] WCCFtech Home News Hardware Gaming Mobile Deals Reviews Interviews Search WCCFtech.com AMD Announces Zen, 40% IPC Improvement Over Excavator – Coming In 2016, Will Be Arriving To Desktops First. *WCCFtech* [online]. 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://wccftech.com/amd-zen-architecture-release-schedule-revealed-rolled-server-market/>
- [28] Instruction Fetch Execute Cycle. In: *Internet Archive* [online]. San Francisco, 2004 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://web.archive.org/web/20090611211308/http://www.cs.montana.edu/~bosky/cs518/ife/IFE.pdf>
- [29] Report claims Intel will delay 10nm Cannonlake CPUs, substitute new 14nm products. *Extreme Tech* [online]. New York: Ziff Davis, 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/computing/208968-report-claims-intel-will-delay-10nm-cannonlake-cpus-substitute-new-14nm-products>
- [30] AMD vs Intel Market Share. *PassMark* [online]. Sydney: PassMark® Software Pty Ltd, 2016 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: [https://www.cpubenchmark.net/market\\_share.html](https://www.cpubenchmark.net/market_share.html)
- [31] This Week in PC Hardware: The future of processor, graphics, and hard drive technology. *Winbeta: Your source for Windows 10 and Microsoft news* [online]. WinBeta LLC, 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.winbeta.org/news/week-pc-hardware-future-processor-graphics-and-hard-drive-technology>
- [32] AMD To Disclose 14nm CPU and GPU Roadmaps in May – Zen, K12 and Arctic Islands. *WCCF Tech* [online]. 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://wccftech.com/amd-future-gpu-cpu-roadmap/>
- [33] Complete list of CPU sockets. *Hardware secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2012 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/a-complete-list-of-cpu-sockets/2/#7he8ZvmsYsJGMd3f.99>
- [34] Interní sběrnice PCI Express. *Root.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o, 2008 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/interni-sbernice-pci-express/#ic=serial-box&icc=text-title>
- [35] Sběrnice VESA Local Bus a universální sběrnice PCI. *Root.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o, 2008 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/sbernice-vesa-local-bus-a-universalni-sbernice-pci>
- [36] Sběrnice v domácích a osobních počítačích. *Root.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o, 2008 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/sbernice-v-domacich-a-osobnich-pocitacich/#ic=serial-box&icc=text-title>
- [37] Upgrading And Repairing PCs 21st Edition: Processor Features. *Tom's hardware* [online]. 2013 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.tomshardware.com/reviews/processors-cpu-apu-features-upgrade,3569-10.html>

- [38] The history of the computer motherboard. *Visual.ly* [online]. 2012 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: [visual.ly/history-computer-motherboard](http://visual.ly/history-computer-motherboard)
- [39] A Small History Of Motherboards. *Editorialtoday.com* [online]. 2013 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.streetdirectory.com/etoday/a-small-history-of-motherboards-wofufl.html>
- [40] FFD 3,5" SCSI. *Quittner & Schimek* [online]. Nová Paka, 2002 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.qscomp.cz/Pdf/ffd35s.pdf>
- [41] Magnetic Bubble Memories. *Almasi Consulting* [online]. Almasi Consulting LLC [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <https://www.gsalmasi.com/almasiconsulting/bubbles/index.html>
- [42] Dataram Bulkcore. *Storage search* [online]. ACSL, 1996 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.storagesearch.com/dataram-bulkcore.pdf>
- [43] Evolution of the Solid-State Drive. *PC World* [online]. San Francisco: IDG Consumer & SMB, 2012 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/>
- [44] Logical block addressing (LBA). *Whatis.com* [online]. 2005 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: [whatis.techtarget.com/definition/logical-block-addressing-LBA](http://whatis.techtarget.com/definition/logical-block-addressing-LBA)
- [45] Hard Disk Capacity Barriers. *Pctechguide.com* [online]. [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: [www.pctechguide.com/hard-disks/hard-disk-capacity-barriers](http://www.pctechguide.com/hard-disks/hard-disk-capacity-barriers)
- [46] Rok po thajských záplavách jsou ceny disků stále výše, než je zdravo. *Diit.cz: Deep in IT* [online]. 2012 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: [diit.cz/clanek/ceny-hdd-rok-po-zaplavach](http://diit.cz/clanek/ceny-hdd-rok-po-zaplavach)
- [47] Thailand floods to lead to hard drive shortages for months. *ZDNet* [online]. 2011 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: [www.zdnet.com/article/thailand-floods-to-lead-to-hard-drive-shortages-for-months/](http://www.zdnet.com/article/thailand-floods-to-lead-to-hard-drive-shortages-for-months/)
- [48] Současnost a budoucnost pevných disků. *Root.cz* [online]. Praha: Internet Info, s.r.o, 2008 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.root.cz/>
- [49] How Perpendicular Recording Works. *Hardware Secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2006 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/how-perpendicular-recording-works/>
- [50] A brief history of the hard drive. *Macworld* [online]. 2011 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.macworld.com/article/1156757/computerhistorymuseum.html>
- [51] Timeline: 50 Years of Hard Drives. *PC World* [online]. San Francisco: IDG Consumer & SMB, 2006 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: [www.pcworld.com/article/127105/article.html](http://www.pcworld.com/article/127105/article.html)
- [52] What is SOI. *Hanyang University* [online]. 2006 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://asmddc.hanyang.ac.kr/research/reference/SOI%20Technology%20-%20IBM's%20next%20advance%20in%20chip%20design.pdf>

- [53] A short history of PC power supply voltage rails. *PlayTool* [online]. 2007 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.playtool.com/pages/psurailhistory/rails.html>
- [54] DEMBOWSKI, Klaus. *Mistrovství v hardware*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 9788025123102.
- [55] GeForce 256. *NVidia* [online]. Santa Clara: nVidia, 1999 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.nvidia.com/page/geforce256.html>
- [56] The History of the Modern Graphics Processor. *TechSpot* [online]. TechSpot Inc., 2013 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.techspot.com/article/650-history-of-the-gpu/>
- [57] The 10 most important graphics cards in PC history. *PC World* [online]. San Francisco: IDG Consumer & SMB, 2013 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/article/2034487/the-10-most-important-graphics-cards-in-pc-history.html>
- [58] IBM Color Graphics Monitor Adapter. *Minus zero degrees: IBM 51xx PC Family Computers* [online]. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: [http://www.minuszerodegrees.net/oa/OA%20-%20IBM%20Color%20Graphics%20Monitor%20Adapter%20\(CGA\).pdf](http://www.minuszerodegrees.net/oa/OA%20-%20IBM%20Color%20Graphics%20Monitor%20Adapter%20(CGA).pdf)
- [59] DDR3 memory. *Hexus.net* [online]. 2008 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://hexus.net/tech/tech-explained/ram/18845-ddr3-memory/>
- [60] All about DDR4. *PC World* [online]. San Francisco: IDG Consumer & SMB, 2014 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/article/2365823/next-gen-memory-is-coming-fast-here-s-what-you-need-to-know-about-ddr4.html>
- [61] DDR2 vs. DDR: Revenge Gained. *XBIT Labs* [online]. 2004 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: [http://www.xbitlabs.com/articles/memory/display/ddr2-ddr\\_2.html#](http://www.xbitlabs.com/articles/memory/display/ddr2-ddr_2.html#)
- [62] Vývoj modulů DRAM a operační paměti. *Svět hardware* [online]. Brno: oXy Online s.r.o., 2006 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/vyvoj-modulu-dram-a-operacni-pameti/15115-3>
- [63] Double Data Rate (DDR). *Techopedia* [online]. 2015 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/5276/double-data-rate-ddr>
- [64] Intel® 14 nm Technology. *Intel* [online]. Santa Clara: Intel Corporation, 2014 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/intel-14nm-technology.html>
- [65] Inside AMD K10 Architecture. *Hardware secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2007 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/inside-amd-k10-architecture/>
- [66] THOMADAKIS, PH.D., Michael. E. *The Architecture of the Nehalem Processor and Nehalem-EP SMP Platforms* [online]. Brazos County, Texas, 2011 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://sc.tamu.edu/systems/eos/nehalem.pdf>. Texas A&M University.

- [67] Intel Tick-Tock Model. *Intel* [online]. Santa Clara: Intel Corporation, 2015 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/intel-tick-tock-model-general.html>
- [68] AMD K8 processor families. *CPU World* [online]. Austin: Gennadiy Shvets, 2010 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.cpu-world.com/CPUs/K8/>
- [69] *CPU-INFO* [online]. Amsterdam: CPU-INFO, 2008 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.cpu-info.com/index2.php?mainid=K5>
- [70] An Overview of Intel's MMX Technology. *Linux Journal* [online]. Houston: Belltown Media, Inc, 1999 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.linuxjournal.com/article/3244>
- [71] P-rating. *The PC Guide* [online]. Vermont: Charles M. Kozierok, 2001 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.pcguides.com/ref/cpu/arch/perfPR-c.html>
- [72] Self-Aligned Gate MOSFET. *University of California Davis* [online]. Davis, CA 95616: UC Regents, Davis Campus, 2014 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://web.ece.ucdavis.edu/~bower/mosfetdetail.htm>
- [73] BRANDEJS, M. *Mikroprocesory Intel 8086 – 80486* [online]. Brno, 2010. Dostupné také z: [http://www.fi.muni.cz/usr/brandejs/Brandejs\\_Mikroprocesory\\_Intel\\_8086\\_80486\\_2010.pdf](http://www.fi.muni.cz/usr/brandejs/Brandejs_Mikroprocesory_Intel_8086_80486_2010.pdf). Fakulta Informatiky, Masarykova univerzita.
- [74] *EArchiv.cz: Pipelining* [online]. Praha: IDG Czech Republic, a. s., 1992 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a92/a211c120.php3>
- [75] *Extreme Tech: 4004 to Sandy Bridge: A walk down CPU memory lane* [online]. New York: Ziff Davis, 2011 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/computing/105107-4004-to-sandy-bridge-40-years-of-intel-cpus/>
- [76] *CPU Shack Museum: 8008* [online]. Klamath Falls: The CPU Shack, 2005 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.cpushack.com/chippics/Intel/8008/IntelC8008-1.html>
- [77] MARCHALÍN, Jiří. *Historie procesorů od počátku až po současnost*. Praha, 2004. Dostupné také z: <http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~marcjlam/download-files/hist.pdf>. Univerzita Karlova.
- [78] *PC Mech: A CPU History* [online]. Wynnewood: Mechler Enterprises, LLC, 2001 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.pcmach.com/article/a-cpu-history/>
- [79] Computer Hope. *Computer processor history* [online]. Riverton: Computer Hope, 2016 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.computerhope.com/history/>
- [80] Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual. In: *Intel* [online]. Santa Clara: Intel, 2015 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/manuals/64-ia-32-architectures-software-developer-vol-1-manual.pdf>

- [81] *JEDEC* [online]. Arlington: JEDEC, 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.jedec.org/>
- [82] A Complete List of CPU Sockets. *Hardware Secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2012 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/a-complete-list-of-cpu-sockets/2/#7he8ZvmsYsJGMd3f.99>
- [83] icespirit89. How does CPU execute program. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 19. 9. 2012 [vid. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=42KTVGYQYnA>
- [84] CHMnanoed. Magnetism: Data Storage. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 3. 3. 2010 [vid. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=f3BNHhfTsvk>
- [85] Techquicke. 3D NAND as Fast As Possible. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 30. 4. 2015 [vid. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=FWV5z9qTUK8>
- [86] Techquicke. What is a Chipset as Fast As Possible. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 4. 11. 2014 [vid. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=8gfA3H5XTAE>
- [87] LinusTechTips. PCIe Lanes - PCIe 8x vs 16x in SLI. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 6. 10. 2014 [vid. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=rctaLgK5stA>
- [88] Everything You Need to Know About the HyperTransport Bus. *Hardware Secrets* [online]. Reno: Hardware Secrets Llc, 2011 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/everything-you-need-to-know-about-the-hypertransport-bus/4/>
- [89] AUTOR NEUVEDEN. *Wikipedia* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Intel\\_4004#/media/File:4004\\_arch.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Intel_4004#/media/File:4004_arch.svg)
- [90] AUTOR NEUVEDEN. *Wikipedia* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [https://en.wikipedia.org/wiki/Intel\\_80486#/media/File:80486DX2\\_arch.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_80486#/media/File:80486DX2_arch.svg)
- [91] AUTOR NEUVEDEN. *CPU Grave Yard* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://www.happytrees.org/main-images/chip-v2/ic-photo-Intel--A80486DX-33--\(486-CPU\).JPG](http://www.happytrees.org/main-images/chip-v2/ic-photo-Intel--A80486DX-33--(486-CPU).JPG)
- [92] AUTOR NEUVEDEN. *Wikiwand* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Intel\\_Pentium\\_III\\_Katmai.jpg?1457283105244](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Intel_Pentium_III_Katmai.jpg?1457283105244)
- [93] JAVŮREK, Karel. *Živě.cz* [online]. 10. 7. 2014 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://zive.v.mfstatic.cz/GetThumbNail.aspx?id\\_file=256165493&width=480&height=371&q=100](http://zive.v.mfstatic.cz/GetThumbNail.aspx?id_file=256165493&width=480&height=371&q=100)
- [94] AUTOR NEUVEDEN. *Diit.cz* [online]. 10. 1. 2006 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://diit.cz/data/images/17515.gif>

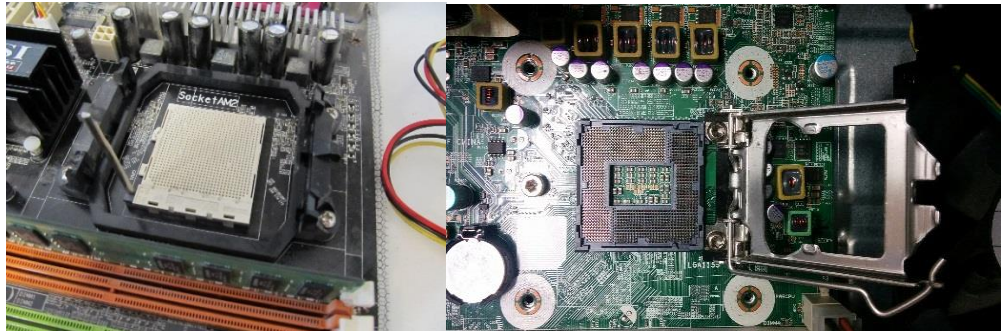
- [95] AUTOR NEUVEDEN. *CPU-World* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://cdn.cpu-world.com/CPUs/K8/L\\_AMD-ADO3800IAA5CU.jpg](http://cdn.cpu-world.com/CPUs/K8/L_AMD-ADO3800IAA5CU.jpg)
- [96] AUTOR NEUVEDEN. *bhphotovideo* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://www.bhphotovideo.com/images/images2500x2500/hp\\_16gb\\_2\\_x\\_8gb\\_1103543.jpg](http://www.bhphotovideo.com/images/images2500x2500/hp_16gb_2_x_8gb_1103543.jpg)
- [97] AUTOR NEUVEDEN. *Ebay* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://ebay.18004memory.com/ebaypics/DDR2/DDR2\\_DIMMX2.gif](http://ebay.18004memory.com/ebaypics/DDR2/DDR2_DIMMX2.gif)
- [98] AUTOR NEUVEDEN. *Vistacomputer* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.vistacomputer.lk/wp-content/uploads/2015/12/TS256MLK64V3N.jpg>
- [99] AUTOR NEUVEDEN. *ComputerNotes* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://ecomputernotes.com/images//thumb469-ISA-Bus-2193c181355fa04db683146fb545ddae.jpg>
- [100] AUTOR NEUVEDEN. *Hardware.com.br* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://e.cdn-hardware.com.br/static/20110302/m6f8c7830.jpg.resized.jpg>
- [101] PÁNEK, Jan. *Svět Hardware* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.svethardware.cz/nove-pci-e-40-prijde-v-roce-2017/40713/img/body-0.616.jpg>
- [102] AUTOR NEUVEDEN. *Wikipedia.org* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8a/Perpendicular\\_Recording\\_Diagram.svg/400px-Perpendicular\\_Recording\\_Diagram.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8a/Perpendicular_Recording_Diagram.svg/400px-Perpendicular_Recording_Diagram.svg.png)
- [103] AUTOR NEUVEDEN. *Pure PC* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://www.purepc.pl/files/Image/artykul\\_zdjecia/2012/3DFX\\_Historia/voodoo\\_2\\_sli\\_2a.jpg](http://www.purepc.pl/files/Image/artykul_zdjecia/2012/3DFX_Historia/voodoo_2_sli_2a.jpg)
- [104] AUTOR NEUVEDEN. *REUK.co.uk* [online]. 24.08. 2014 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.reuk.co.uk/OtherImages/bridgerectifier.gif>
- [105] AUTOR NEUVEDEN. *Svět Hardware* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.svethardware.cz/revolucni-geforce-8800-specifikace-a-popis/15347-2/img/body-1.4626.jpg>
- [106] AUTOR NEUVEDEN. *AcousticPC* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://www.acousticpc.com/images/a\\_noctua\\_nh\\_u12p\\_se1366\\_quiet\\_cpu-cooler\\_lg\\_lite\\_pic.jpg](http://www.acousticpc.com/images/a_noctua_nh_u12p_se1366_quiet_cpu-cooler_lg_lite_pic.jpg)
- [107] AUTOR NEUVEDEN. *Advanced Substrate News* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://www.advancedsubstratenews.com/wp-content/uploads/2012/11/cmos\\_tech\\_1.jpg](http://www.advancedsubstratenews.com/wp-content/uploads/2012/11/cmos_tech_1.jpg)

- [108] AUTOR NEUVEDEN. *Ebay* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://i.ebayimg.com/00/s/MzEyWDUwMA==/z/Vq4AAOSwBahVEHIJ/\\$\\_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MzEyWDUwMA==/z/Vq4AAOSwBahVEHIJ/$_35.JPG)
- [109] AUTOR NEUVEDEN. *PassMark Software* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [https://www.cpubenchmark.net/market\\_share.html](https://www.cpubenchmark.net/market_share.html)
- [110] AUTOR NEUVEDEN. *TechTeamGB* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://techteamgb.co.uk/wp-content/uploads/2015/05/6315-hbm-stacks-diagram.png>
- [111] AUTOR NEUVEDEN. *AllegroViva* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://854320174.r.lightningbase-cdn.com/wp-content/uploads/2013/03/gputech\\_f2.png](http://854320174.r.lightningbase-cdn.com/wp-content/uploads/2013/03/gputech_f2.png)
- [112] AUTOR NEUVEDEN. *inotech.ir* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://inotech.ir/wp-content/uploads/2014/10/nand-flash-structure.png>
- [113] AUTOR NEUVEDEN. *Český Mac* [online]. 14. 08. 2015 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.cesky-mac.cz/wp-content/uploads/2015/08/AMAT-Graphic.jpg>
- [114] AUTOR NEUVEDEN. *Motherboard form factors* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <https://www.pctechguide.com/motherboards/motherboard-form-factors>
- [115] AUTOR NEUVEDEN. *NCIX* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: [http://blog.ncix.com/wp-content/uploads/2015/01/ATX\\_compare.png](http://blog.ncix.com/wp-content/uploads/2015/01/ATX_compare.png)
- [116] AUTOR NEUVEDEN. *REUK.co.uk* [online]. 24.08. 2014 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.reuk.co.uk/OtherImages/bridgerectifier.gif>
- [117] AUTOR NEUVEDEN. *National Instruments* [online]. 03.06. 2014 [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.ni.com/cms/images/devzone/tut/image26915.jpg>
- [118] AUTOR NEUVEDEN. *UAS Vision* [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupný na WWW: <http://www.uasvision.com/wp-content/uploads/2012/12/thermacore-heat-sink-2.jpg>

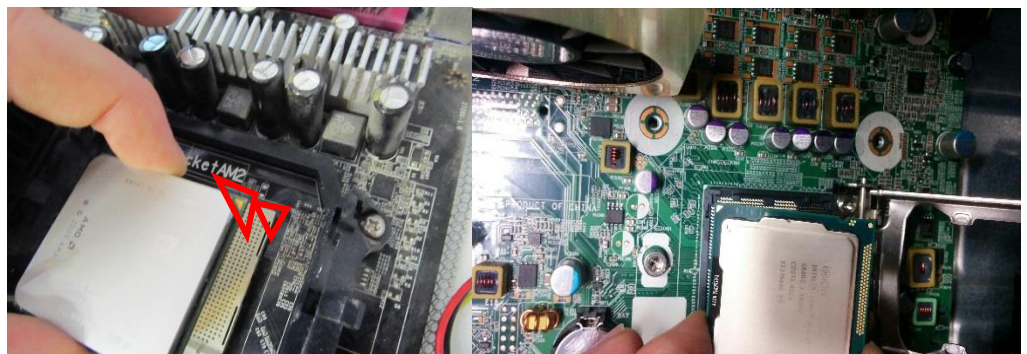
## 8 Přílohy

### 8.1 Instalace procesorů AMD a Intel

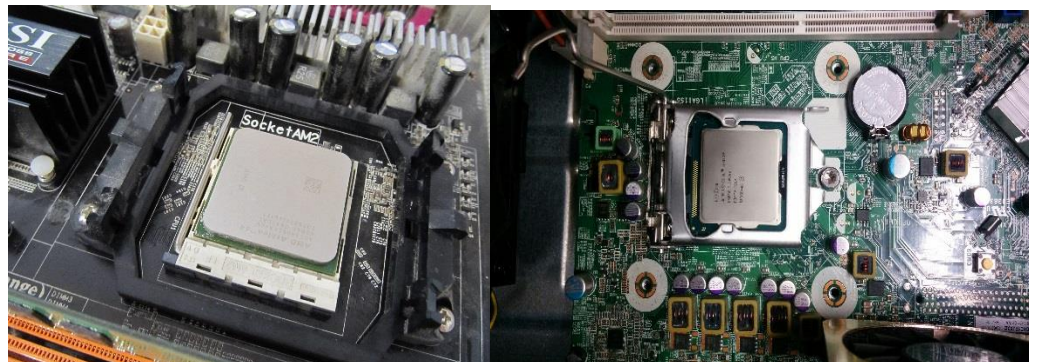
1. Nejprve je nutné zvednout páčku patice a u Intel patice také držák CPU



2. Poté je nutné nastavit PIN1, tak aby odpovídal pinu v patici (označeno jak na CPU, tak na patici)

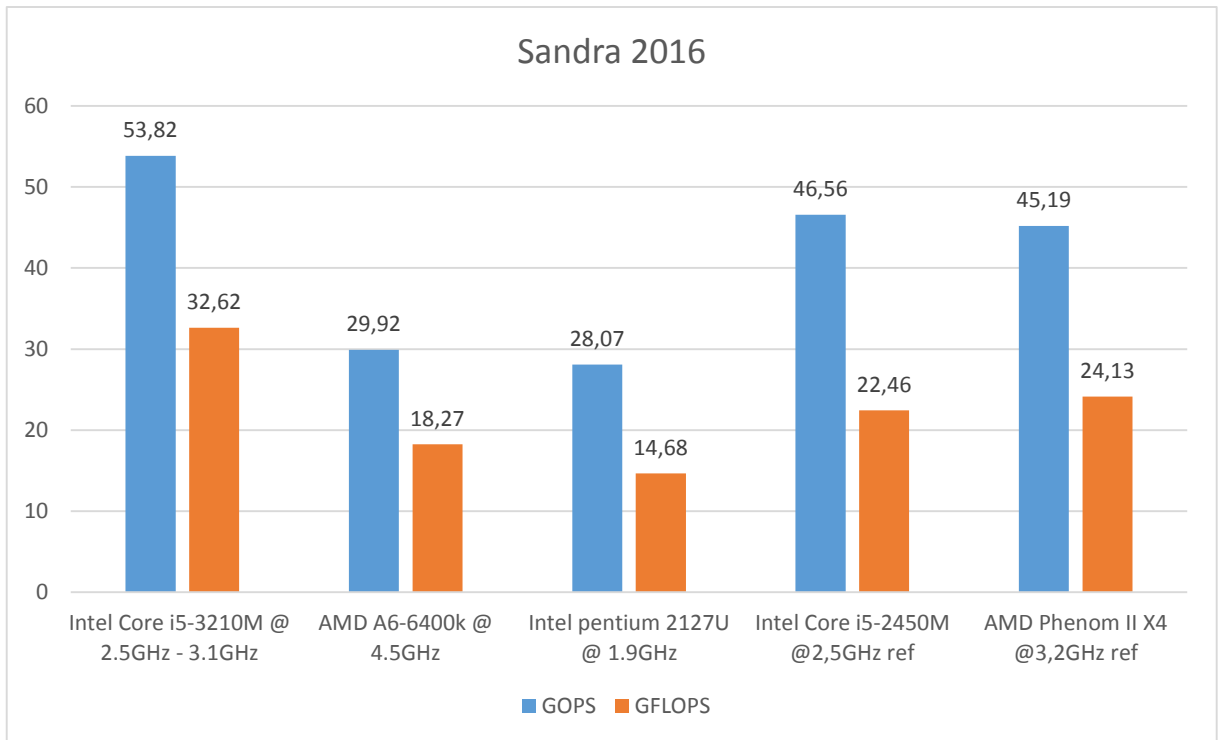


3. Po aplikaci malého množství tlaku a zavření páčky je AMD procesor nainstalován. U Intel socketů se pro zavření páčky musí vyvinout tlak větší.

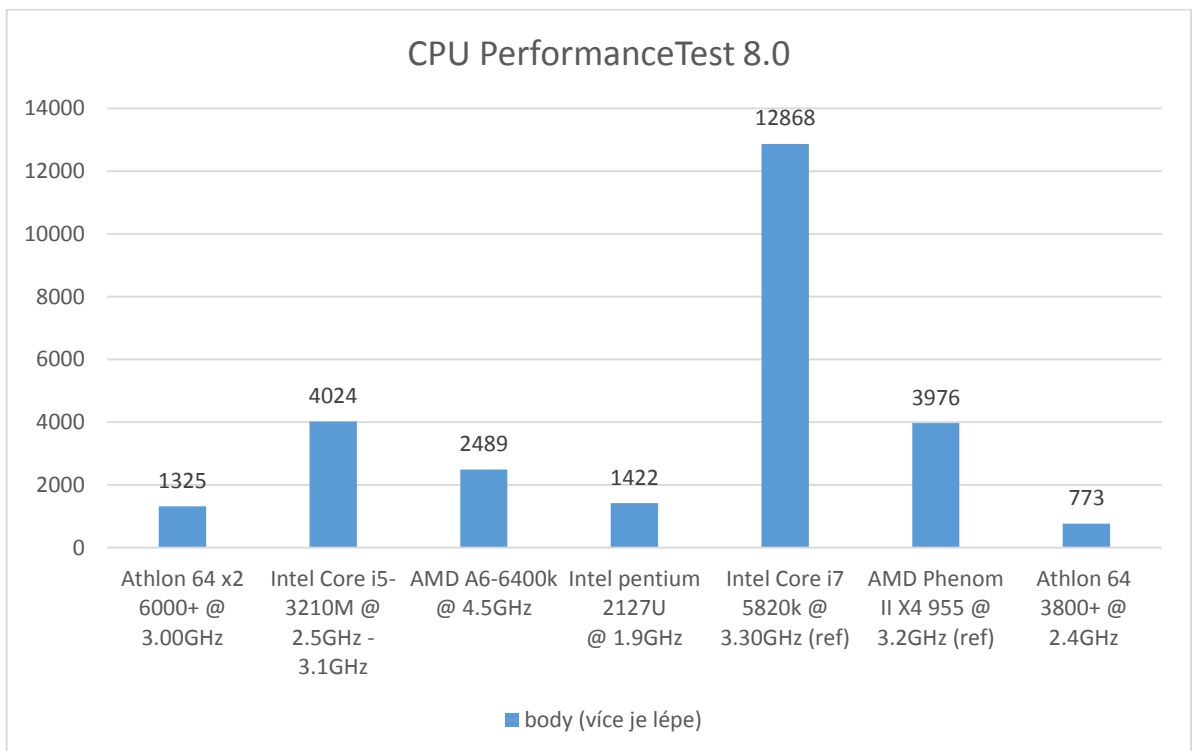




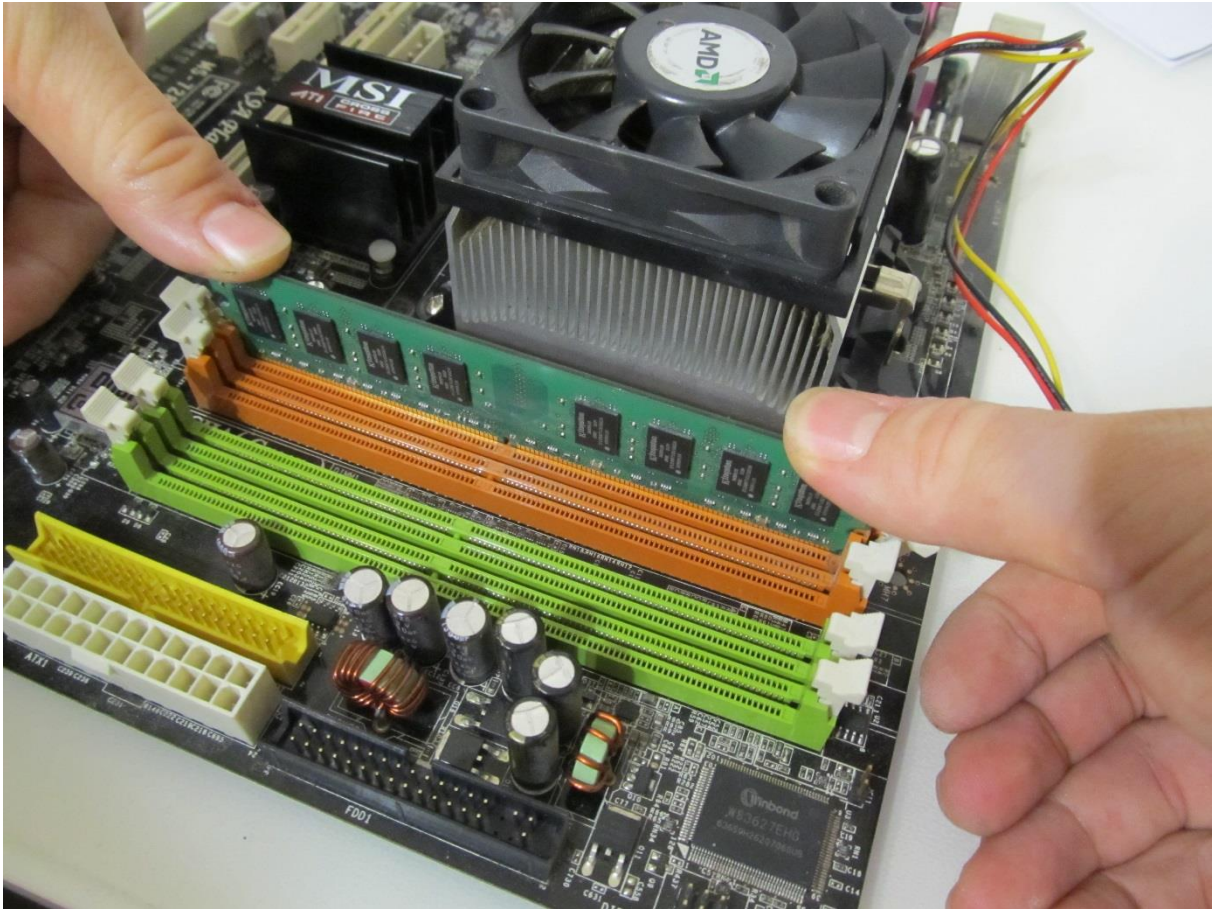
## 8.2 SiSoft Sandra 2016 – CPU Arithmetic



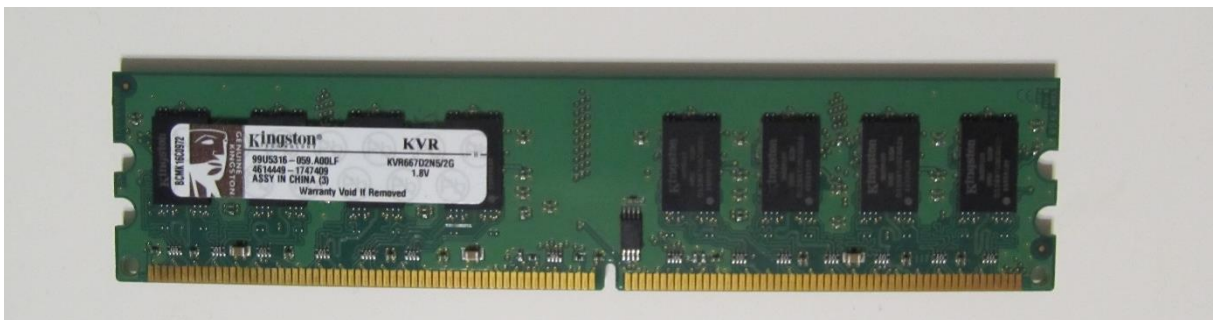
## 8.3 PassMark Performance test



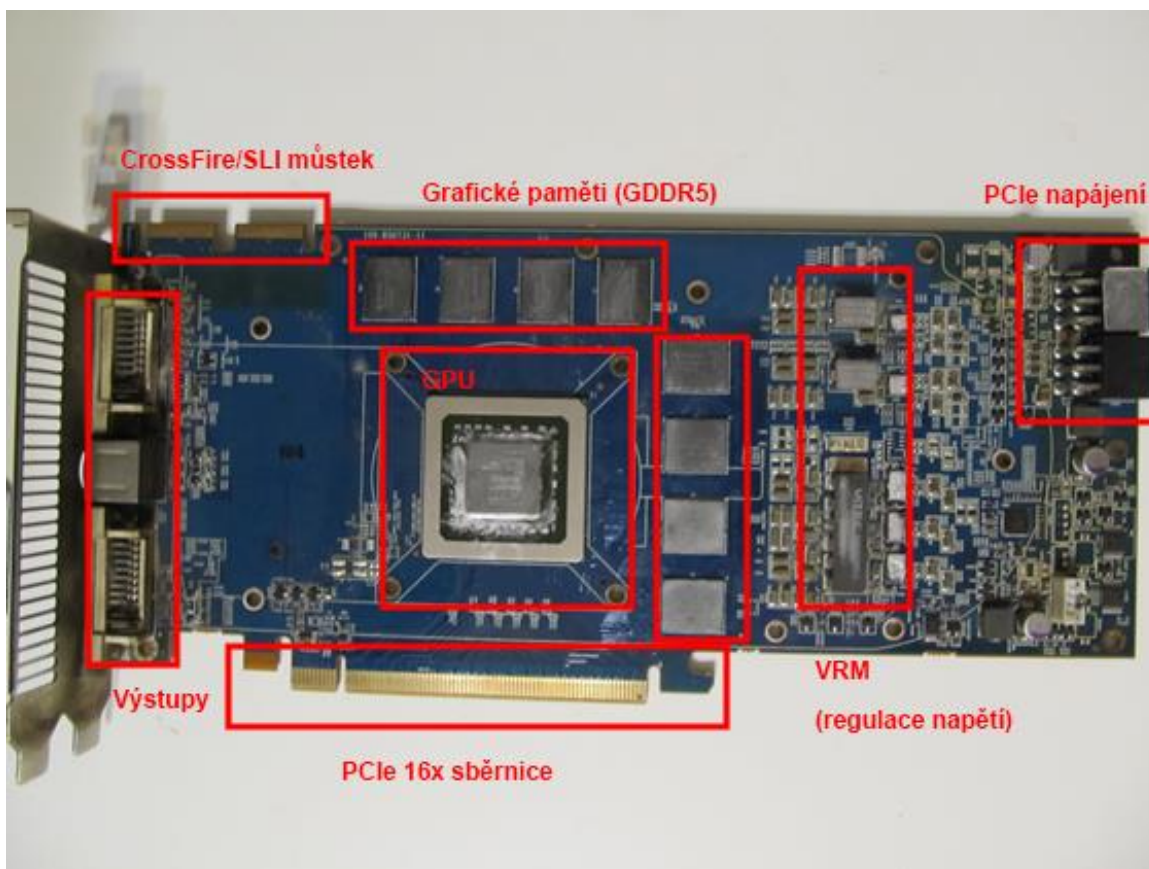
## 8.4 Instalace RAM modulu



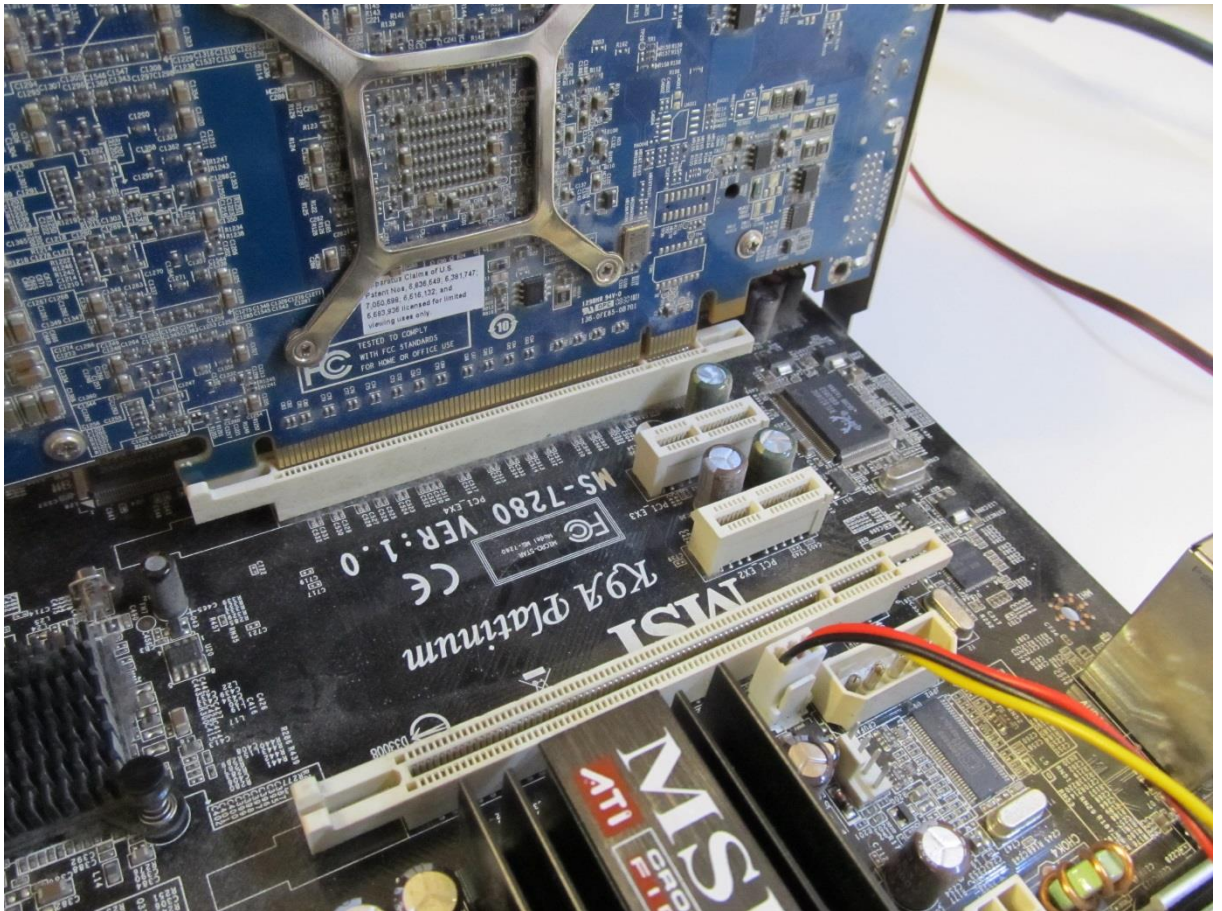
## 8.5 RAM modul



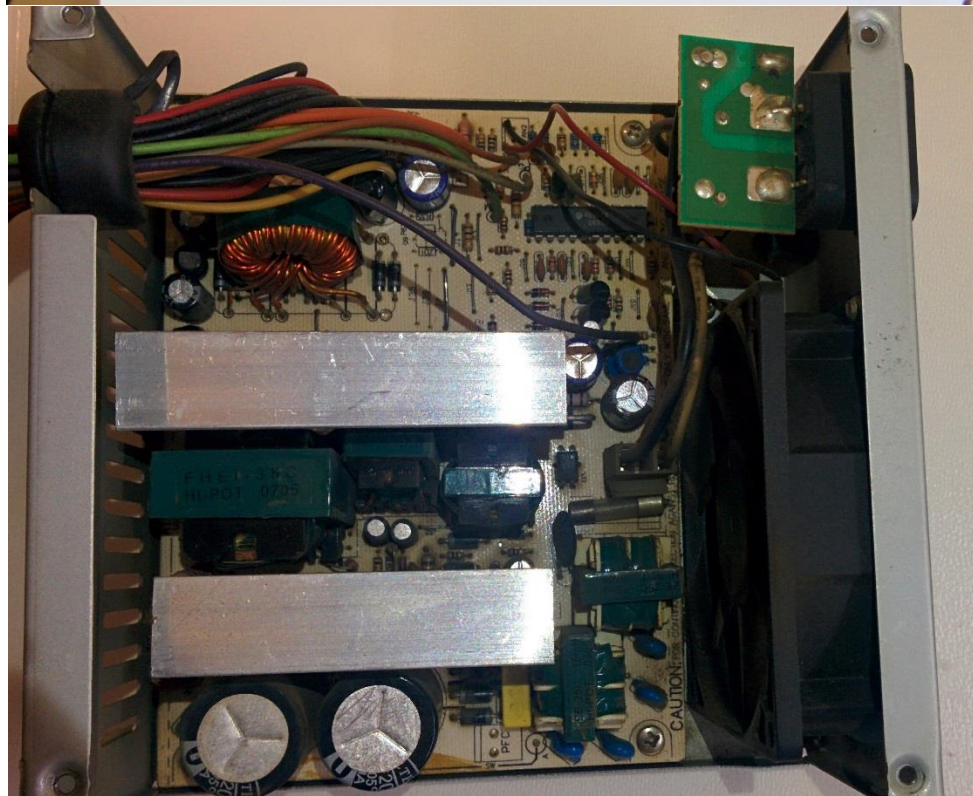
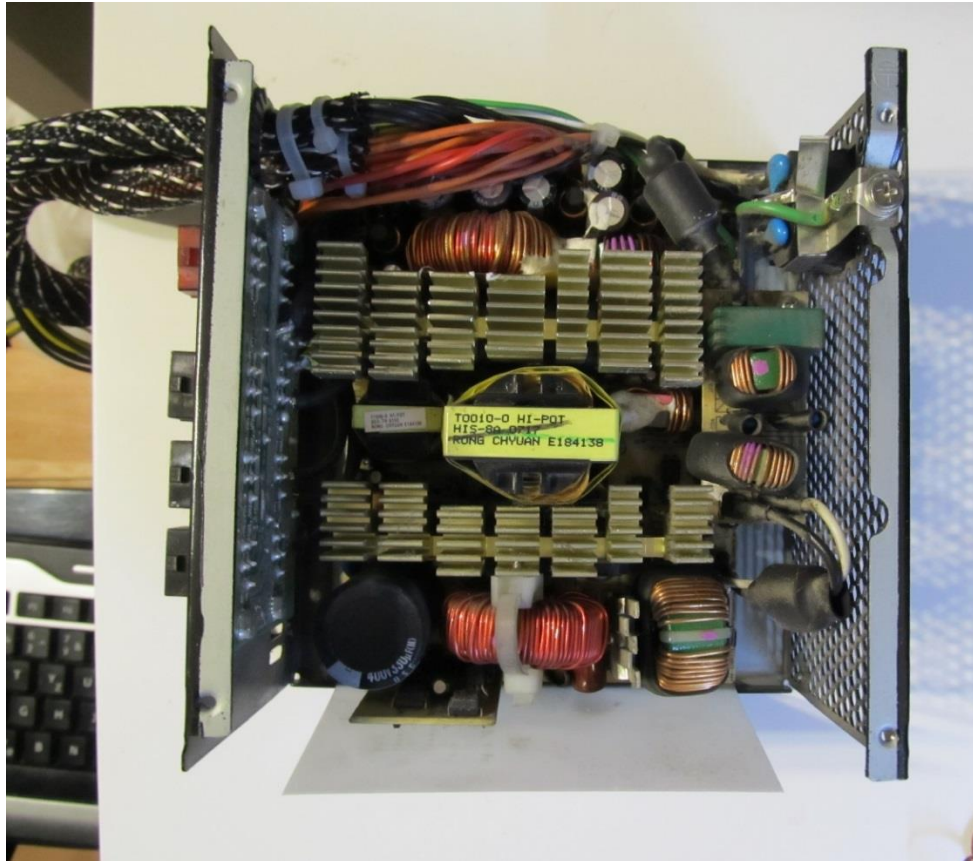
## 8.6 Grafická karta s chladičem (nahore) a stejná karta bez chladiče (dole)



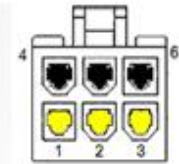
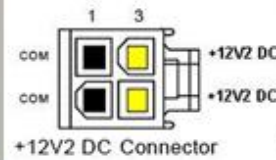
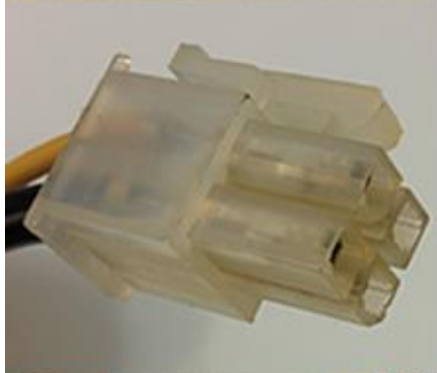
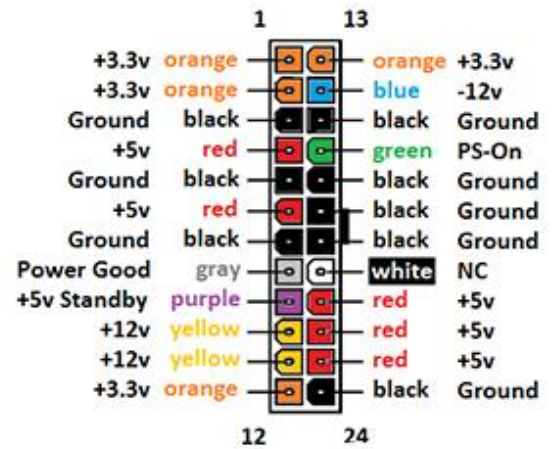
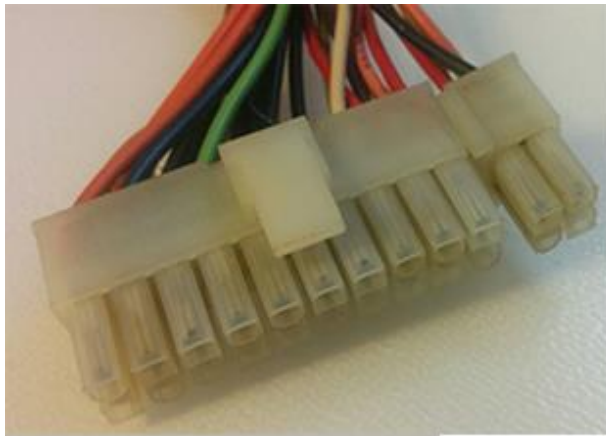
## 8.7 Instalace karty do PCIe 16x slotu



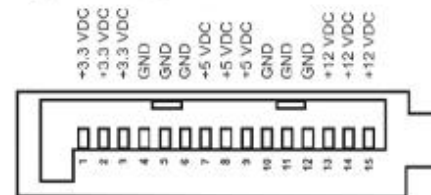
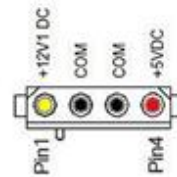
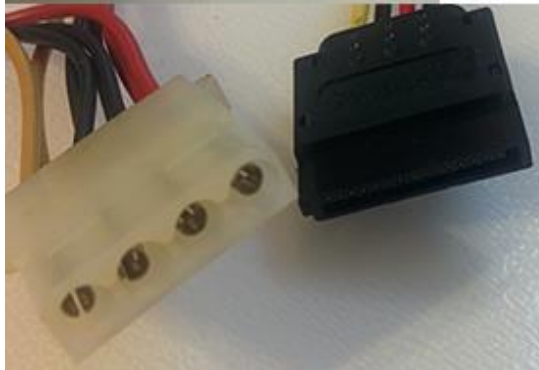
8.8 Kvalitní zdroj napájení (se vstupní filtrací, aktivním PFC a dostatečně dimenzovanými součástkami) a porovnání s levným, nekvalitním



## 8.9 Jednotlivé větve napájení ATX – 24pin ATX, ATX12V, PCI express, Molex a SATA



PCI Express®  
power connector  
1,2,3 +12V  
4,5,6 COM



## 8.10 BIOS / UEFI

