

ZÁKLADNÁ ŠKOLA, ŠMERALOVA 25, PREŠOV

ROČNÍKOVÁ PRÁCA

AMD vs. INTEL

(Dávid vs. Goliáš)

Autor: Martin Fedorko

Trieda: VIII.C

Školský rok: 2016/2017

Obsah

Úvod	2
1. Čo je CPU?	3
2. INTEL	6
2.1 Čo je firma Intel?	6
2.2 História firmy Intel	6
2.3 Generácie a názvy procesorov INTEL.....	7
3. AMD	13
3.1 Čo je firma AMD?	13
3.2 História firmy AMD	13
3.3. Generácie a názvy procesorov AMD.....	16
4. INTEL vs AMD	19
5 Reálne porovnanie procesorov	29
5.1 Bench marking	29
5.2 Hranie hier (testovanie výkonu, 3d mark), gamedebate	30
5.3 Pomer cena/výkon, prize/value	31
6. Záver	34

Úvod

Túto tému som si vybral preto, lebo ma zaujíma a zároveň táto téma plynule nadväzuje na témy mojich predchádzajúcich ročníkových prác. Takže, ak by si niekto pozorne prečítal všetky moje ročníkové práce, mohol by vidieť, akým smerom sa prehlboval môj záujem a poznatky z oblasti fyziky, elektrotechniky a informatiky.

Aby som bol konkrétny, tak k tejto téme ma priviedol praktický záujem vyskladať si vlastný počítač. Pri skladaní počítača som stál pred problémom, aký procesor by som si mal vybrať. Mal som vlastne iba dve možnosti: buď si vyberiem procesor od firmy Intel alebo si vyberiem procesor AMD. Netušil som, že ma čaká taká strastiplná cesta s množstvom slepých uličiek. Musel som pátrať a hľadať informácie o vlastnostiach týchto procesorov na rôznych diskusných fórach, v recenziách internetových obchodov a spovedaním počítačových expertov. Na jednej strane stáli prívrženci Intelu a na druhej strane uctievači kultu AMD.

V prvej časti tejto práce vám objasním, ako procesor funguje. V druhej kapitole sa zaoberám činnosťou firiem INTEL a AMD. Zároveň vás oboznámim aj s ich históriou. V tretej, najdôležitejšej časti, porovnam tieto procesory od dvoch odlišných výrobcov z rôznych hľadísk, aby som nakoniec mohol vyvodiť záver práce. Praktickým výstupom, a teda aj záverom tejto práce, bude čo možno najobjektívnejšie porovnanie procesorov od oboch firiem, ktoré by mohlo pomôcť každému pri výbere toho správneho procesoru pri zostavovaní si vlastného počítača.

Za cenné rady a pripomienky ku svojej práci chcem poďakovať Jakubovi Šmalcovi zo Strednej Elektrotechnickej školy v Prešove.

1. Čo je CPU?

Centrálny procesor (CPU) je hlavný procesor v počítači, ktorý vykonáva základné logické a matematické operácie a riadi všetky ostatné časti počítača. Nie je jediným procesorom v počítači, ale je hlavný a spracováva príkazy všetkých programov v počítači. Z elektrotechnického hľadiska určuje jeho výkon najmä počet miniatúrnych tranzistorov, ktorých veľkosť je rádovo v nanometroch a výkonné CPU ich môže obsahovať až niekoľko miliárd. Je to vlastne strašne zložitý integrovaný obvod. Procesor spracováva a vykonáva príkazy programov v úplne najnižšom, najzákladnejšom programovacom jazyku – v strojovom kóde. "Slová" strojového kódu sú reťazce bitov, teda vlastne jednotiek a núl, ktoré zodpovedajú inštrukciám, ktoré vie CPU spracovať a vykonať. Práve počet tranzistorov v jadre (v jednotlivých jadrách) procesora určuje jeho celkový výkon. Každý jeden tranzistor vykonáva rovnakú prácu pri spracovaní strojového kódu – ak tranzistor prepúšťa prúd, je to 1, ak neprepúšťa, je to 0.



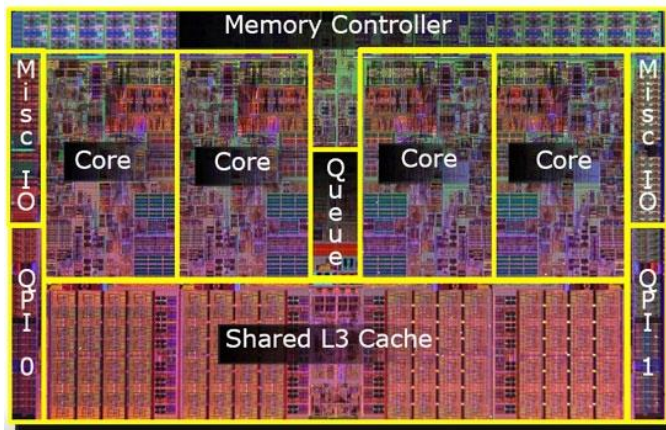
Základnou vlastnosťou CPU pre bežného používateľa je jeho najvyššia (možná) pracovná frekvencia. Ešte pred 15 rokmi bola bežná pracovná frekvencia okolo 500 – 800 Mhz. V súčasnosti je bežná pracovná frekvencia procesorov okolo 1.8 – 4 Ghz, čo je približne 5-krát viac. Pri mnohých CPU je možné pracovnú frekvenciu manuálne zvýšiť. Nazýva sa to pretaktovanie. Ak však procesor pracuje s vyššou frekvenciou ako tou, na ktorú bol pôvodne nastavený, tak sa zvyšuje jeho výkon a aj jeho príkon (vyjadrovaný vo wattoch), ale zároveň sa CPU veľmi zahrieva, a tým sa skraca jeho životnosť. Všetky procesory sa pri prevádzke zahrievajú a musia byť chladené. Normálne sa na chladenie procesorov používa chladič z dobrého vodiča tepla, napr. meď alebo hliník, na ktorom je umiestnený ventilátor, ktorý vyfukuje vzduch medzi rebrá chladiča. Pri súťažiach o dosiahnutie

najvyššej frekvencie CPU sa procesor extrémne zahrieva a na chladenie sa používa tekutý dusík. Vtedy však nie sú komponenty počítača uložené v šasi (PC skrinke), ale rozložené po stole. V takýchto súťažiach dokážu IT špecialisti dosiahnuť krátkodobu frekvenciu CPU až nad 8 Ghz. Doterajší rekord je 8,79433 GHz a bol dosiahnutý v roku 2012 osemjadrovým CPU AMD FX 8350 s pôvodnou frekvenciou 4,1 Ghz.



Druhým základným parametrom procesora počítača je počet jeho jadier. Kedysi mali CPU iba jedno jadro. Dnes už existujú procesory s 8 až 16 jadrami. Každé jadro vlastne funguje ako samostatný procesor, ibaže jadrá sú integrované v jednom čipe. Dá sa povedať, že čím viac jadier má CPU, tým väčší bude jeho celkový výkon. Ale nie vždy to platí. Jednoducho preto, že viaceré jadrá dokáže využiť len taký program alebo aplikácia, ktorej kód je napísaný pre viaceré jadrá. Ak by sme zobrali napr. nejaký starý program písaný len pre jedno jadro CPU, tak rýchlejšie by tento program išiel na jednojadrovom CPU s vysokou frekvenciou (presnejšie s vysokým výkonom na jedno vlákno – thread) ako na viacjadrovom CPU s nízkou frekvenciou. Počet jadier môže byť často iba marketingový ťah na zlepšenie predaja nejakého CPU. Vyšší počet jadier nemusí nevyhnutne znamenať aj vyšší výkon CPU. Často sa stáva, že CPU síce má 4 alebo 8 jadier, ale každé z jadier je tzv. slabé – má málo tranzistorov. V praxi to napr. znamená, že dvojjadrové CPU, s dvoma silnými jadrami, s veľkým počtom tranzistorov bude výkonnejšie ako 4 jadrové CPU so 4 slabými jadrami a s menším počtom tranzistorov.

Ďalším dôležitým parametrom ovplyvňujúcim celkový výkon CPU je tzv. cache. Je to vlastne akási medzipamäť, do ktorej si CPU ukladá priebežné výsledky svojich výpočtov. Presnejšie povedané každé jadro CPU má v súčasnosti svoje minimálne dve medzipamäte (označované ako L1 a L2), do ktorých si ukladá medzivýsledky výpočtových operácií. Takto nemusí na tento účel využívať pomalšiu operačnú pamäť RAM. Čím vyššia je hodnota medzipamäte (najmä tej, ktorá sa označuje ako cache L2 alebo až L3), tým bude CPU rýchlejšie. Kedysi boli hodnoty cache L2 (v starších CPU L3 nie je) len cca 200 kB, dnes môže dosahovať kapacita cache L2 alebo L3 až okolo 12 MB.



4-jadrové CPU s vyznačenými časťami

Základné delenie procesorov je na procesory typu (s architektúrou) x86 a procesory ARM. Procesory ARM sa používajú v mobilných zariadeniach (smartfóny, tablety atď.) a vyznačujú sa vysokým stupňom integrácie a to až do tej miery, že celá matičná doska aj s čipsetom a rozširujúcimi kartami (vrátane grafického procesora) je integrovaná na jednom čipe a malým príkonom. Malý príkon je v týchto čipoch nevyhnutnosťou, pretože nie sú napájané zo zdroja, ale z batérie. Pre svoj malý príkon sa aj málo nahrievajú, a preto nepotrebujú chladienie ventilátorom.

Klasické stolové počítače a notebooky majú procesory typu x86. Toto označenie pochádza ešte z procesoru Intel 8086 z roku 1986. Tento typ procesoru s 32 a neskôr 64 bitovou architektúrou sa neskôr úplne presadil medzi osobnými počítačmi, ktoré sa zvyknú označovať aj ako IBM PC kompatibilné. Čiže sú akoby pokračovateľmi osobných počítačov firmy IBM zo začiatku 80-tych rokov, aspoň čo sa týka hardvérovej architektúry. Aj PC sa v tom čase volali podľa typu, generácie procesora, ako tzv. „tri-osem-šestky“ (procesory typu Intel 80386 z druhej polovice 80-tych rokov) alebo tzv. „štyri-osem-šestky“ (procesory typu Intel 80486 zo začiatku 90-tych rokov). Osobné, stolové počítače pre bežné použitie sa začali vyrábať s 32 bitovými procesormi (PC 386 a neskôr PC 486). To znamená okrem iného, že mali 32 bitovú zbernicu, čiže na jeden takt boli schopné spracovať 32 bitov v strojovom kóde. 64 bitové CPU sa v PC začali masovo používať približne od roku 2003 (prvé 64 bitové CPU bolo od AMD!). Odvtedy začali aj programátori písať programy nielen v 32 bitovom, ale aj v 64 bitovom kóde. Napr. prvý 64 bitový Windows bol už Windows XP z roku 2005. Samozrejme, že existujú aj 4, 8 a 16 bitové procesory, ale tie sa v súčasnosti

nepoužívajú v osobných počítačoch, ale v najrozličnejších elektronických zariadeniach, napr. DVD rekordér, mikrovlnka, práčka, bankomat, kalkulačka, atď.

2. INTEL

2.1 Čo je firma Intel?

Intel Corporation (skratka z Integrated Electronics - integrovaná elektronika) je medzinárodná spoločnosť so sídlom v USA, známa ako popredný výrobca mikroprocesorov a integrovaných obvodov. Intel tiež vyrába ďalšie počítačové komponenty ako sieťové adaptéry, základné dosky a pod. Súčasný generálny riaditeľ je Brian Krzanich.

2.2 História firmy Intel

V roku 1957 založil fyzik a vynálezca integrovaného obvodu Robert Noyce spoločnosť Fairchild Semiconductor. Táto firma v tom čase predstavovala špičku vo výrobe integrovaných obvodov. Postupne sa začal Fairchild Semiconductor rozpadat' a vzniklo z neho viac ako 50 elektronických firiem. V každej polovodičovej firme pracovalo veľké množstvo bývalých zamestnancov Fairchildu. Väčšina z týchto firiem sídlila v údolí medzi San Franciscom a San José, zvanom Santa Clara Valley. Pretože sa v tej dobe skoro všetky polovodiče vyrábali z kremíku (anglicky Silicon), stala sa táto oblasť známa ako Silicon Valley. V roku 1968 opustili Fairchild Robert Noyce a Gordon Moore a založili dnes už legendárnu firmu Intel. Noyce sa stal predsedom a prezidentom spoločnosti a Moore viceprezidentom. Takže zakladateľmi Intelu boli Gordon E. Moore (chemik a fyzik) a Robert Noyce (fyzik a spoluvynálezca integrovaného obvodu). Tretím zamestnancom Intelu sa stal Andy Grove (chemický inžinier), ktorý neskôr spoločnosť viedol počas 80. a 90. rokov 20. storočia. Počas jeho vedenia sa Intel stal jednou z najúspešnejších spoločností na svete.

Prvými výrobkami Intelu boli pamäťové moduly RAM a ROM a spoločnosť sa počas sedemdesiatych rokov minulého storočia stala lídrom na tomto trhu.

V roku 1983, na začiatku éry osobných počítačov sa rozhodol vtedajší prezident firmy Andy Grove sústrediť na výrobu procesorov. Grove spustil výrobu procesorov v troch továrňach v rôznych častiach sveta a ukončil licencovanie dizajnu čipov konkurentom firmy ako napr. Zilog a AMD. Následne v 90. rokoch Intel výrazne profitoval z tohto rozhodnutia. Počas tohto obdobia Intel okrem mnohých procesorov vyvinul aj zbernice PCI, PCI Express,

USB a dnes dominantnú architektúru pre multiprocessorové servery. Okrem dominantného postavenia vo výrobe procesorov pre osobné počítače, vstúpil Intel v roku 2005 do partnerstva so spoločnosťou Apple Computer a stal sa výhradným dodávateľom procesorov pre platformu Apple Macintosh (dovtedy si ich Apple vyrábalo samo).

Spoločnosť Intel má svoje fabriky na niekoľkých miestach, postupne spresňuje a znižuje svoju výrobnú technológiu, čím sa dosahuje väčší počet tranzistorov v jadre a nižšia spotreba pri rovnakej veľkosti čipu. Procesory vyrobené menšou výrobnou technológiou dosahujú vyšší výkon oproti typom vyrobeným starším postupom.

Po celom svete pracuje pre firmu Intel viac ako 90 000 ľudí. Hlavné sídlo firmy je v Santa Clare (Silicon Valley) v Kalifornii v USA. Celé sídlo Intelu je zložené z komplexu niekoľkých budov, centrála sídli v budove pomenovanej po spoluzakladateľovi Robertovi Noyceovi.

Okrem samotných procesorov vyrába Intel čipy a čipové sady pre základne dosky, flash pamäte a iné typy čipov pre rôzne zariadenia. Intel je napríklad popredným výrobcom NAND flash pamätí pre SSD pevné disky bez pohyblivých častí. Intel dodáva pod svojou značkou okrem procesorov aj kompletne základne dosky, servery, sieťové prvky, či celé SSD disky.

2.3 Generácie a názvy procesorov INTEL

V roku 1969 požiadal japonský výrobca kalkulačiek Busicom firmu Intel o výrobu integrovaného obvodu pre svoju linku nových lacných kalkulačiek. Tak vznikol historicky **prvý univerzálny mikroprocesor na svete Intel 4004**. Dovtedy boli výpočtové jednotky počítačov tvorené procesormi zloženými zo samostatných logických obvodov špecializovaných na rozličné operácie, čo prinášalo množstvo problémov, pretože systém bol čoraz zložitejší. Ted Hoff spolu s Robertom Noycem navrhli štandardnú architektúru, ktorá zahrňovala v jednom celku štvorbitovú CPU, ROM, RAM, sadu inštrukcií CPU, sériový vstup a výstup. Procesor bol vyrobený 10 mikrometrovou technológiou, mal 2250 tranzistorov a jeho frekvencia bola dnes smiešnych 100 kHz.

V roku 1972 vyvinul Intel **prvý osembitový procesor Intel 8008**, čo bol viac-menej klon 4004 upravený na 8 bitov. Tieto prvé dva procesory sa používali hlavne v kalkulačkách. Prvý procesor, ktorý bol určený pre počítače (presnejšie pre počítače Altair) bol vyvinutý v

roku 1974 a niesol označenie 8080. Pracoval na frekvencii 2 MHz, mal 6000 tranzistorov a pri výrobe bola použitá 8 mikrometrová technológia.

Nasledujúci procesor Intel 8086 uvedený v roku 1978 bol síce **prvým procesorom s úplne novou x86 architektúrou**, ktorú majú aj dnešné počítače, ale prakticky sa vôbec neujal. Úspešné boli až jeho ďalšie verzie, ktorým v označení na konci stále zostalo číslo 86 a poradové číslo verzie sa uviedlo pred číslo 86: 80186, 80286, 80386. Bol vyrábaný 3 mikrometrovou technológiou a mal z 29 000 tranzistorov. Ako prvý 16 bitový procesor mal komplikovanejšie zapojenie ako predchádzajúce 8-bitové verzie. Preto bol vyvinutý 16-bitový procesor s 8-bitovou zbernicou Intel 8088. Najvyššia rýchlosť 8088 bola 8 MHz. Vylepšené verzie tohto procesoru, ako napríklad Intel 80186, 80286, 80386, sa používali aj v československých počítačoch PMD 85.

Prvým 32 bitovým x86 procesorom od Intelu bol procesor 80386, ktorého maximálna frekvencia bola už 33 MHz a počet tranzistorov bol 275 000. Ďalším 32 bitovým procesorom od Intelu bol procesor Intel 80486 uvedený na trh 10. apríla 1989 s frekvenciou 50 MHz a bol to prvý procesor od Intelu, ktorý mal viac ako 1 milión tranzistorov a s výrobným procesom menším ako 1 mikrometer. Bol to tiež prvý procesor, ktorý mal priamo v čípe integrovanú tzv. vyrovnávaciu pamäť (cache) a medzivýpočty si už preto nemusel odkladať do pomalej pamäte RAM. Mala síce veľkosť len 8 Kb (dnešný štandard pre L3 cache je okolo 6 MB), ale na tú dobu to bol veľký pokrok. Výkon sa zdvihol o takmer 30%.

Nasledujúci procesor, ktorý sa podľa postupnosti mal volať 80586, Intel pomenoval Pentium (v gréčtine 5). Jeho maximálna frekvencia bola už 200 MHz a počet tranzistorov bol 3,1 milióna. Oproti predchádzajúcej verzii malo dvojnásobnú pamäť cache 16 Kb. Najväčšou výhodou Pentia bolo tzv. paralelné spracovanie inštrukcií. To, čo predtým procesory museli spracovať za viacero taktov, Pentium dokázalo spracovať za jeden takt. Novinkou Pentia bola aj technológia, ktorá umožnila predvídať, ako sa ďalej bude program vetviť, a to umožnilo nárast výkonu CPU o 25 %. Výrobná technológia sa pohybovala od 0,8 do 0,35 mikrometrov. V 1997 bolo predstavené Pentium MMX (Multi Media Extension), čo bolo mierne vylepšené Pentium s rozšírenou inštrukčnou sadou. Tento procesor patrí medzi najrozšírenejšie procesory vôbec.

V roku 1996 predstavil Intel nový procesor s architektúrou šiestej generácie (tomu by zodpovedalo označenie 686) – bol to procesor Pentium Pro. Ten bol z mnohých hľadísk revolučný, ale jeho cena bola prehnaná. Intel sa snažil integrovať do jedného puzdra jadro

aj vyrovnávaciu pamäť druhej úrovne (L2 cache). Výsledný hybrid bol mal relatívne veľký výkon, ale výrobne bol veľmi nákladný. To bol tiež dôvod, prečo bolo Pentium Pro určené hlavne pre servery a pracovné stanice (workstation – extrémne výkonné PC zostavy určené pre profesionálne použitie, v súčasnosti najmä pre strih a úpravu videa, obrazu a zvuku).

Rovnaké jadro využil aj procesor Pentium II. Jednoducho by sme mohli povedať, že ide o vylepšené Pentium Pro s MMX inštrukčnou sadou. Do Pentium II nebolo v socketovom prevedení, to znamená, že sa nezasúvalo ako dnešné CPU do socketu (päťice), ale bolo napevno pripevnené k základnej doske a to mu umožňovalo umiestniť L2 cache, čo možno najbližšie k procesoru, a pritom vyrovnávacia pamäť nemusela byť na základnej doske (kde by pracovala na podstatne nižšej frekvencii). Procesor sa vyrábal 0,35 mikrometrovou technológiou (jadro Klamath), neskôr dokonca 0,25 mikrometrovou (jadro Deschutes). Do procesora bolo integrovaných 7,5 miliónov tranzistorov. Frekvencia sa pohybovala od 233 MHz do 450 MHz. Výkonnostne porazil tento procesor všetkých svojich konkurentov.

Slávu Pentia II Intel využil a uviedol v roku 1998 odľahčenú, Low-Cost verziu pod obchodnou značkou Celeron. Bolo to Pentium II bez L2 cache. Tento procesor bol síce lacný, ale v niektorých aplikáciách bol na úrovni prvého Pentia. Prvým skutočne konkurenciu ničiacim Celeronom bol až Celeron s jadrom Mendicino, ktorý mal v čipe integrovaných 128 KB cache druhej úrovne (teda L2).

Na trhu sa tiež objavila serverová verzia Pentia II - Pentium II Xeon. Bol to procesor veľmi podobný Pentiu II, ale mal obrovskú L2 cache. Predával sa podľa veľkosti L2 cache, najdrahšia verzia mala 2 MB veľkú cache.

V 1999 Intel uviedol procesor Pentium III, ktorý bol len veľmi ľahko upravené Pentium II. Bol to viac-menej rovnaký rozdiel ako medzi Pentiom a Pentiom MMX. Intel zlepšil obal, a preto sa procesor lepšie chladil. Tento procesor bol kritizovaný hlavne za svoje tzv. unikátne číslo procesora (UID), lebo kvôli nemu sa dal počítač ľahko identifikovať cez internet. Verejnosti to však pripadalo ako obmedzovanie súkromia, preto bola v ďalšej verzii procesora Pentium 2 táto funkcia zrušená.

25. 10. 1999 bolo uvedené Pentium III s jadrom Coppermine. Tento procesor sa odlišuje svojou 0,18 mikrometrovou technológiou a hlavne integrovanou L2 cache v jadre procesora (dovtedy bola priamo v jadre iba L1). Coppermine mali 256 KB L2 cache. Vďaka veľkej L2 cache sa počet tranzistorov v procesore vyšplhal až na 28,1 miliónov. Štartovacia frekvencia Pentia III Coppermine bola na 500 MHz a končila na 1,13 GHz (verzia D0).

Začiatkom roka 2000 sa objavili nové Celerony s modifikovaným jadrom Coppermine (L2 cache bola zmenšená na 128 KB).

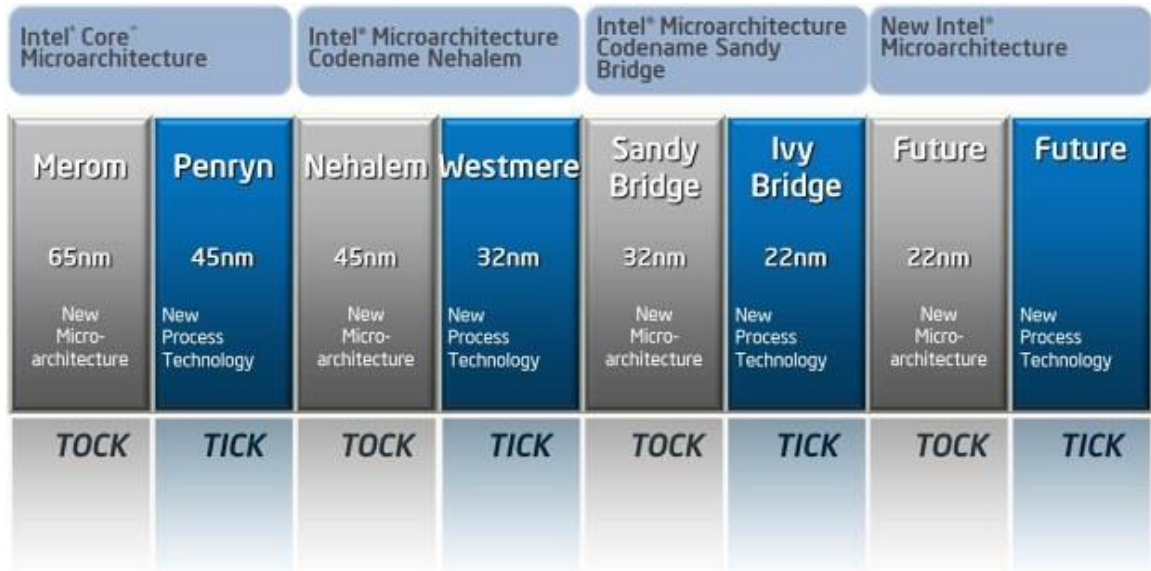
Intel v roku 2000 potreboval nutne vyrobiť nový procesor ktorý by bol schopný konkurovať novým procesorom od AMD. Preto v novembri 2000 bol uvedený na trh procesor Pentium 4 s úplne novou architektúrou Net burst. Táto architektúra mu umožnila pracovať na veľmi vysokých frekvenciách od 1,4Ghz do 1,8Ghz. V novom Pentiu bolo veľa nových technológií, ktoré z neho mohli urobiť rovnako revolučný procesor ako bolo prvé Pentium, ale kvôli konkurenčnému tlaku AMD Intel nestihol procesor ešte poriadne otestovať a podrobne vyladiť všetky nové technológie. Preto bol procesor na začiatku príliš drahý a poruchový a až časom sa podarilo poruchy vyladiť.

Nasledujúca séria procesorov sa volá Intel Core. Prvý procesor Core 1 vychádzal z verzie Pentia pre mobily – Pentium M. Bol uvedený na trh 5. januára 2006 a bol prvým procesorom od Intelu, ktorý mohol mať 2 jadrá (vtedy mal označenie Intel Core Duo). Mal však len 32-bitovú architektúru a novú mikroarchitektúru Yonah. Boli to prvé procesory Intelu vyrábané 64 nm technológiou a prvé použité v notebookoch. Keďže mali relatívne malý príkon používala sa táto architektúra v notebookoch aj v procesoroch Intel Atom a Intel Celeron. Často sa do CPU integrovala aj časť čipsetu základnej dosky a WLAN, vtedy sa tieto procesory označovali ako Intel Centrino.

Intel Core 2 Duo bola prvá dvojjadrová séria procesorov určená pre desktopy, Workstation a servery. Boli to zároveň prvé procesory Intelu, ktoré mohli disponovať 64-bitovou architektúrou. Prvé Intel Core 2 Duo boli uvedené na trh v júli 2006. Mikroarchitektúry jadra tejto série boli Conroe (65 nm), Allendale (65 nm), Wolfdale (prvý krát 45 nm, apríl 2008), Kentsfield (65 nm, s touto mikroarchitektúrou boli vyrobené začiatkom 2007 prvé štvorjadrové procesory, ktoré sa označovali ako Intel Core 2 Quad), Yorkfield (45 nm), Merom (65 nm), Penryn (45 nm). Posledné 2 mikroarchitektúry už boli vyrábané v rámci tzv. tick-tock (tik-tak) výrobnéj stratégie Intelu.

Tzv. tik-tak (tick-tock) stratégia Intelu je založená na tom, že nová architektúra je vyrobená starým výrobným procesom (tock), tzn. takým istým ako predchádzajúca generácia architektúry, a keď sa nová generácia osvedčí, tak ju Intel začne vyrábať novším výrobným procesom (tick). Napr. ak bola predchádzajúca architektúra Westmere vyrobená 32nm výrobným procesom, tak nová architektúra Sandy Bridge bude tiež 32nm a tá istá architektúra vyrábaná 22nm procesom sa bude volať Ivy Bridge. Takto Intel strieda

zavedenie novej architektúry a nového, menšieho výrobného procesu. Toto pravidelné striedanie bolo prerušené súčasnou mikroarchitektúrou Kaby Lake, ktorú Intel prvýkrát nedokázal vyrobiť novším výrobným procesom, ktorý mal byť 10 nm, ale opäť iba 14 nm výrobným procesom ako predchádzajúce 2 architektúry. Takže dvakrát po sebe vytvoril novú architektúru (2 krát po sebe tock) rovnakým výrobným procesom.



Tzv. tik-tak (tick-tock) stratégia Intelu v časoch uvedenia mikroarchitektúry Ivy Bridge

Osobitnou sériou procesorov mimo hlavnej vývojovej vetvy boli procesory Intel Atom určené len pre málo výkonné notebooky a malé netbooky. Boli vyrábané v rokoch 2008 – 2009 45nm technológiou a mali veľmi nízku spotrebu energie (niektoré dokonca len 0,65 W) a nemali socket – boli „napevno“ súčasťou základnej dosky. Boli to jedno- až dvojjadrové procesory a mali vlastné mikroarchitektúry jadra. Išlo v podstate o slepú vývojovú vetvu procesorov Intelu a po nástupe tabletov a najmä po príchode novších výrobných technológií (menej ako 45 nm a teda aj s menším príkonom a odpadovým teplom) stratil ich ďalší vývoj opodstatnenie.

Posledná séria procesorov Intelu sú procesory architektúry Core i. Podľa výkonnosti sú predávané pod marketingovým označením Core i3, Core i5 a Core i7. Podľa výkonnosti a teda aj ceny rozlišuje Intel svoje procesory doteraz. Tie najmenej výkonné sú Celerony, po nich nasledujú Pentia a potom i3, i5 a i7. Procesory určené pre servery sa u Intelu označujú ako Xeon a môžu byť aj 10 jadrové. V praxi tento rozdiel medzi obchodným označením procesoru a označením mikroarchitektúry jeho jadier znamená, že tá istá mikroarchitektúra môže byť aj v lacnom Celerone s malým výkonom aj v extrémne výkonnej i7 alebo Xeone.

Rozdiely sú najmä vo veľkosti cache, v počte jadier (v súčasnosti majú aj najlacnejšie Celerony 2 jadrá), v šírke pamäťovej zbernice, v taktovacej frekvencii, možnosti pretaktovania, v kvalite integrovaného GPU a v podpore inštrukčných sád a funkcií ako virtualizácia a najmä Hyper Treading. Základné mikroarchitektúry série Intel Core-i sú: 1.generácia Nehalem, 2.gen. Sandy Bridge, 3.gen. Ivy Bridge, 4.gen. Haswell, 5. gen. Broadwell, 6.gen. Skylake a najnovšia 7. gen. Kaby Lake.

Ďalším rozlišovacím kritériom sú písmená na konci označenia konkrétneho modelu. Tu uvediem krátky prehľad, čo jednotlivé písmená znamenajú.

Pri desktopoch:

Prípona T

Znamená, že procesor má menší príkon oproti štandardnej verzii a teda vyžaruje aj menšie odpadové teplo.

Prípona K

Procesor má otvorený násobič, to znamená, že je možné ich pretaktovať na vyššiu frekvenciu.

Prípona R a P

Slúžia na odlíšenie výkonnosti grafického jadra. P znamená menej výkonnejšie grafické jadro ako štandardná verzia a R znamená viac výkonnejšie.

Pri notebookoch:

Prípona H

Znamená, že procesor má integrovanú grafiku s vyšším výkonom.

Prípona HQ

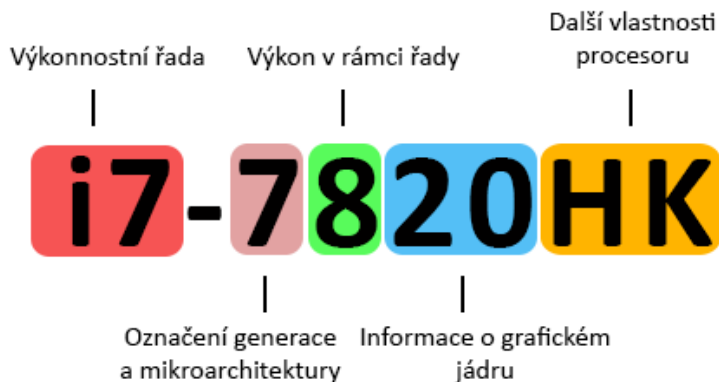
H znamená vyššiu grafiku a Q znamená, že procesor má 4 jadrá.

Prípona U

Znamená, že procesor je ultra úspornej triedy.

Prípona Y

Označuje že procesor je určený do tenkých a ľahkých notebookov a má extrémne nízky príkon.



Príklad značenia konkrétneho modelu procesora.

3. AMD

3.1 Čo je firma AMD?

AMD je skratka z anglického názvu Advanced Micro Devices. AMD je firma, ktorá sa zaoberá výrobou mikroprocesorov a integrovaných obvodov. V súčasnosti AMD vyrába len CPU pre desktopy servery a notebooky, GPU pre grafické karty a čipsety. Súčasná generálna riaditeľka je Lisa Su. Jej sídlo je v meste Sunnyvale v Kalifornii, v okrese Santa Clara, v Silicon Valley.

3.2 História firmy AMD

AMD (Advanced Micro Devices) vznikla 1. 5. 1969, teda rok po tom, ako konkurenčný Intel. Rovnako ako v prípade Intelu, aj AMD bolo tvorené predovšetkým odborníkmi, ktorí predtým pracovali pre spoločnosť Fairchild Semiconductor, ktorá v tom čase predstavovala špičku vo výrobe integrovaných obvodov. Zakladatelia AMD boli Jerry Sanders, Ed Turney, John Carey, Sven Simonsen a Jack Gifford. Zaujímavosťou je, že jednému zo zakladateľov AMD, Jerry Sandersovi, požičal peniaze na založenie jeho novej firmy zakladateľ Intelu Robert Noyce. AMD sa v prvých rokoch svojej existencie venovalo predovšetkým výrobe preklápacích obvodov zložených len z niekoľkých tranzistorov a logických hradiel a takisto bipolárnych čipov RAM. Prvý pracovný priestor Spoločnosť AMD bola obývačka v rodinnom dome spoluzakladateľa Johna Careya. Neskôr sa presťahovali do dvoch kancelárií v meste Santa Clara. Po tom, čo získali peniaze na novú výrobu a nové sídlo, sa presťahovali do mesta Sunnyvale. V novembri v továrni Fab 1 bol vyrobený prvý 4-bitový procesor Am9300. Počas ďalších rokov sa venovali optimalizácii výrobkov iných firiem a to hlavne, čo sa týka rýchlosti a výkonu. To znamená, že rozoberali

a preskúmali rôzne procesory Intel snažili sa vylepšiť ich parametre. Preto používali slogan: „Parametre predovšetkým.“ Kvôli zvýšeniu konkurencieschopnosti spoločnosť začala svoje výrobky vyrábať v takej vysokej kvalite, aby vyhoveli aj náročným vojenským štandardom.

V máji 1970 mala spoločnosť už 53 zamestnancov a 18 výrobkov, ale zisky boli nízke. V roku 1972 prešla spoločnosť transformáciou na akciovú spoločnosť a postavila novú továreň v Sunnyvale. Nasledujúci rok spoločnosť otvorila prvú zahraničnú výrobnú fabriku v Penang v Malajzii. O rok neskôr už mala spoločnosť 1500 zamestnancov a vyrábala viac než 200 rôznych produktov, vlastných aj podľa cudzieho návrhu. Spoločnosť investovala do zlepšovania a rozšírenia vybavenia a začala stavať továrne po celom svete. AMD vstúpilo na trh v roku 1974 s procesorom Am9080 (2 MHz). V roku 1975 spoločnosť začala vyrábať RAM pamäte a čip Am9102 a počas roka vyslovil riaditeľ Jerry Sanders slová: „Ľudia na prvom mieste, výrobky a zisk prídu až po nich.“ (people first, products and profit will follow!) Ďalší procesor Am9080 bol vlastne kópia procesoru Intel 8080 ktorý vývojári AMD otvorili poriadne nafotili a vylepšili. V nasledujúcom roku sa spoločnosť dohodla a podpísala zmluvu o výmene patentov so spoločnosťou Intel. A tiež spoločnosť dosiahla hodnotu 168 miliónov USD. 15. 10. 1979 spoločnosť vstúpila na kapitálový trh – na newyorskú burzu NYSE. Spoločnosť AMD začala obchodovať s akciami 6. 1. 1978. Počiatočná cena akcie bola 0,75 USD a počet 2 138 000.

Nasledujúci rok 1980 bolo pozmenené logo spoločnosti a zisk bol 2-krát vyšší ako pred dvomi rokmi. Spoločnosť dosiahla dôležitý úspech, a to že jej čipy sa namontovali do raketoplánu Columbia. Ďalej so spoločnosťou Intel obnovuje a rozširuje pôvodnú zmluvu o vzájomnej výmene patentov. Na prelome roku zainvestovala spoločnosť do rozšírenia výrobných kapacít tovární kvôli zlepšeniu konkurencieschopnosti. Začiatkom 90. rokov začala spoločnosť viac vyvíjať vlastné produkty. A v roku 1982 došlo k uzatvoreniu zmluvného vzťahu s IBM. Táto zmluva zabezpečovala dodávanie mikroprocesorov typu AMD 8086 a neskôr hlavne AMD 8088 do osobných počítačov značky IBM, známe pod značkou IBM PC. Išlo o presné klony čipov Intel 8086 a 8088 navrhnuté spoločnosťou Intel, návrhy boli získané vďaka podpísaniu licenčnej zmluvy medzi spoločnosťami AMD a Intel. V roku 1986 bola rozviazaná zmluva medzi spoločnosťami Intel a AMD, skončila tak výroba licencovaných klonov procesorov spoločnosti Intel, spoločnosti AMD sa už nepodarilo získať návrhy nového procesora Intel 80386. Toto rozviazanie bolo spochybnené na súde a prípad sa ťahal až do roku 1994, keď Najvyšší súd v Kalifornii rozhodol v prospech spoločnosti AMD. Spoločnosť vydala klon AMD Am386 v roku 1991. Ďalší spor medzi

týmito spoločnosťami bol nasledujúci rok. Bližšie ho popíšeme v ďalšej kapitole. V roku 1988 bolo založené centrum vývoja AMD Submicron Development Center v Sunnyvale, štát Kalifornia, centrum slúži pre vývoj najnovších technológií.

V roku 1993 bola spolu so spoločnosťou Fujitsu založená spoločnosť Spansion, ktorá sa zaoberala výrobou flash pamätí. Nasledujúci rok bola podpísaná zmluva so spoločnosťou Compaq Computer v rámci výroby počítačov založených na čipoch Am486. Po roku 1996 bola uskutočnená fúzia so spoločnosťou NexGen. Táto spoločnosť sa venovala vývoju mikroprocesorov a spoločnosť oznámila plán výstavby továrne Fab 30 v Drážďanoch v Nemecku. O dva roky neskôr AMD oznámila partnerstvo so spoločnosťou Motorola a výsledkom spolupráce bol vývoj polovodičovej technológie na báze medi, ktorá bola použitá v nových procesoroch AMD K7. O rok neskôr v 1999 spoločnosť AMD predstavila prvý procesor s architektúrou x86, ktorého frekvencia bola vyššia než 1 GHz, presnejšie 1016 MHz. Bol to AMD Athlon.

V roku 2000 AMD začalo výrobu v Drážďanoch, v bývalom východnom Nemecku ako AMD Saxony. Nasledujúci rok došlo k podpisu zmluvy so spoločnosťou IBM. Zmluva sa týkala spoločného vývoja výrobných technológií a pokročilejšieho výrobného procesu. Výsledkom mala byť väčšia hustota tranzistorov na čipe, vyššia frekvencia čipu atď. To bolo využité pri novom jadre CPU AMD K8. V roku 2004 spoločnosť vyrobila prvý dvojjadrový procesor na svete a o rok neskôr si otvorila pobočku v Číne.

V roku 2006 došlo k významnému spojeniu s producentom grafických čipov a čipsetov spoločnosťou ATI (grafické karty Radeon) a uzavrela partnerstvo s producentom osobných počítačov, so spoločnosťou DELL, ktorá začala do svojich desktopov a notebookov montovať procesory AMD. Taktiež bolo otvorené nové centrum vývoja AMD Shanghai Research and Development Center v Šanghaji (vývoj pre mobilnú platformu). Toto rozhodnutie ich stálo veľa financií a neskôr sa ukázalo ako úplne stratový podnik, pretože v segmente malých mobilných CPU pre tablety a smartfóny sa presadili výrobcovia ARM čipov najmä spoločnosti ako Qualcomm, Samsung a Apple. Mimochodom v segmente procesorov pre tablety a smartfóny neuspel ani Intel (a ani Microsoft so svojim Windows Phone).

V roku 2008 začalo vedenie spoločnosti pracovať na rozdelení spoločnosti na výrobu a vývoj, čo viedlo postupne ku predaju vlastných výrobných kapacít. To znamenalo, že

AMD sa sústredilo už len na vývoj, ale zároveň to znamenalo, že AMD doteraz nemá vlastné výrobné priestory.

Na veľtrhu Computex 2010 predviedla spoločnosť prvý procesor rady AMD Fusion, ktorý bol APU, čiže s integrovanou grafikou. Zároveň spustila program AMD Fusion Fund, ktorý má za úlohu spolupracovať s ostatnými firmami na optimalizácii programov pre procesory AMD Fusion. V roku 2010 prestala používať pri svojich GPU označenie ATI a odvtedy sa tieto grafické GPU označujú ako AMD Radeon. V roku 2011 sa jej na krátku dobu podarilo predbehnúť spoločnosť Nvidia v počte vyrobených GPU.

V súčasnosti (2017) si AMD veľa sľubuje od svojej úplne novej generácie procesorov s mikroarchitektúrou Zen (Ryzen 7, Ryzen 5), ktoré predstavujú prienik do high-end segmentu, kde dovtedy kraloval Intel a zároveň ponúkajú lepší pomer ceny a výkonu ako podobné procesory od Intelu. A budúci rok má prísť na trh nová generácia grafických čipov – GPU Vega, ktoré majú konkurovať tým najvýkonnejším čipom od Nvidia.

3.3. Generácie a názvy procesorov AMD

AMD K5

Prvá AMD X 86 mikroarchitektúra. Predstavený v roku 1995. Dokázala pracovať zo 16 Kb cache. Bola použitá v procesoroch vyrábaných výrobným procesom od 350nm do 500nm a frekvenciou 90-133Mhz. Používala sa v procesoroch s takým istým názvom tzn.

AMD K5

AMD K6

Vydaná v roku 1997. Bola použitá v procesoroch vyrábaných výrobným procesom od 250nm do 350nm. A mala pracovnú frekvenciu od 133 do 233 Mhz. Používala sa v procesoroch s takým istým názvom tzn. AMD K6.

AMD K7

Veľmi úspešná architektúra z roku 1999, ktorá prvýkrát integrovala pamäte cash L2 priamo do procesora. AMD tu prvýkrát používa komerčný názov pre svoje procesory s touto architektúrou a to Athlon.

AMD K8

Vydaná v roku 2003. Je to prvá 64-bitová mikroarchitektúra od AMD. Bola použitá v procesoroch vyrábaných výrobným procesom od 65 nm do 130 nm. A mala pracovnú frekvenciu od 1600Mhz do 3.2Ghz. Používala sa v procesoroch Athlon, Sempron („odľahčené“ verzie Athlonov bez cash L2) a Opteron (verzia pre servery).

AMD K10

Je mikroarchitektúra označovaná aj AMD 10h. Bola predstavená v roku 2007 a bola použitá v procesoroch AMD Phenom a Opteron. Vychádza z AMD K8. Dokáže pracovať až so maximálnou frekvenciou 3700 Mhz.

AMD Bobcat

Cielená pre nízkonákladové a nízkopríkonové procesory. Predstavená v roku 2009 ale použitá až v roku 2011. Používala sa v APU a je označená ako AMD Fusion, kde môže mať 1 až 2 jadrá, ale ako GPU môže mať až 80 jadier. Výrobná technológia je 40 nm a zbernica je 64-bitová.

AMD Jaguar

Vyrába sa od polovice roku 2013. Playstation 4 a Xbox One používajú čipy založené na architektúre AMD Jaguar. Výrobná technológia je 28nm. Môže mať 2 – 4 jadrá, ale v prípade Playstation a Xboxov až 8 jadier. Frekvencia až 2,1 GHz.

AMD Bulldozer

Vyrába sa od roku 2011. Výrobná technológia je 32 nm. Môže mať 4 až 16 jadier. Procesory tejto série používajú tzv. modulové usporiadanie, to znamená, že sú vždy 2 jadrá čiastočne spojené do jedného modulu – operačný systém rozoznáva modul ako 2 jadrá. Označenie CPU s touto architektúrou je Zambezi. Frekvencia bola od 2,8 do 4,2 GHz s funkciou Turbo Boost a samozrejme aj pretaktovania (otvorený násobič). Bola to úplne nová architektúra používaná v najvýkonnejších CPU radu FX bez integrovanej grafiky a serverových procesoroch Opteron (tie mohli byť až 16 jadrové). Bola dosť veľkým sklamaním, pretože napr. v niektorých testoch dosahovali tieto CPU horšie výsledky ako staršie AMD Phenom.

AMD Piledriver

Bola to vylepšená mikroarchitektúra AMD Bulldozer, ktorá priniesla oproti Bulldozeru nárast výkonu o takmer 20%. Výrobná technológia je takisto 32 nm. Procesory majú 4 – 8 jadier v modulovom usporiadaní. Procesory majú Označenie CPU s touto architektúrou je

Vishera. Vyrába sa od roku 2012. Touto architektúrou sa vyrábali najvýkonnejšie CPU radu FX s otvoreným násobičom, čiže sa dajú veľmi ľahko pretaktovať na vyššie frekvencie. To však nie je nutné, pretože disponujú technológiou Turbo Boost, čo znamená, že procesor sa pri záťaži automaticky pretaktuje na vyššiu frekvenciu. Práve procesor s touto architektúrou dosiahol svetový rekord v najvyššej frekvencii pri pretaktovaní. Ďalej sa táto architektúra používa v radoch A4 až A10 teda menej výkonnejšie APU s integrovanou grafikou (napr. aj Athlon), ako aj pre serverové Opterony. Tak ako všetky procesory vychádzajúce z architektúry Bulldozer spolupracujú s RAM typu DDR3.

AMD Steamroller

Ďalšia, tretia generácia architektúry Bulldozer. Sú to procesory s integrovanou grafikou, čiže APU. APU Steamroller sa začali vyrábať na začiatku roka 2014. Sú vyrábané 28 nm výrobnou technológiou. Touto mikroarchitektúrou sa vyrábali dvoj- až štvorjadrové APU Kaveri a Berlin.

AMD Excavator

Je nástupcom mikroarchitektúry Steamroller z roku 2015 a je to teda štvrtá generácia architektúry Bulldozer. Boli ňou vyrábané procesory Athlon X4 s jadrami Carrizo a Kaveri a to 28 nm výrobnou technológiou ako procesory s integrovaným GPU (teda APU).

AMD Zen

Najnovšia architektúra AMD (uvedená na trh v marci roku 2017), ktorá prekvapila zákazníkov a aj samotný Intel svojou cenou a výkonom. Najvyššia frekvencia je síce len 4 Ghz, ale jadro dokáže spracúvať viacero inštrukcií paralelne (teda Hyper Treading). Turbo Boost a možnosť ďalšieho pretaktovania sú samozrejmosť. Má až 128-bitovú zbernicu. Je urobená modernou, 14 nm technológiou. Touto architektúrou sú vyrobené procesory AMD Ryzen 7 a Ryzen 5, ktoré už spolupracujú s rýchlymi operačnými pamäťami DDR4.

Ak sa chceme aspoň trochu zorientovať v značeniach procesorov AMD, musíme si, tak ako pri procesoroch od Intelu, uvedomiť, že jeden a ten istý procesor môže mať až tri rôzne označenia. Jedno je označenie pre mikroarchitektúru (bežne označované aj ako „kódový názov procesora“), ďalšie je pre označenie jadra (niekde označované aj ako „platforma“) a ďalšie označuje komerčný názov celého CPU (v predaji označované aj ako rada alebo séria procesoru). V bežnom predaji si môžeme kúpiť napr. procesor AMD Athlon X4 860K Black Edition. To je štvorjadrový procesor s mikroarchitektúrou jadra nazývanou Steamroller, s

kódovým označením jadra (platformou) Carizzoa, séria je AMD Athlon a rada procesoru je AMD Athlon X4.

Áno, v značení najmä starších procesorov AMD vládne chaos a je riadne neprehľadné. Aby sa v nich zákazníci lepšie vyznali, rozlišuje AMD svoje procesory podľa ceny a výkonnosti podobne ako Intel. Najlacnejšie a teda aj najmenej výkonnejšie sú Semprony (kedysi mali označenie Duron a boli vyrobené ako priama konkurencia Celeronov od Intelu), stredná trieda sú Athlony a modernejšie a univerzálne APU majú označenie AMD séria A (dvojjadrové sú A4 a A6, štvorjadrové sú A8 a A10 – kedysi pod označením Phenom). Výkonné sú CPU série FX a najvýkonnejšie sú najnovšie CPU Ryzen, ktoré sú takisto ako FX bez integrovanej grafiky. CPU pre servery majú označenie Opteron. Teda keby sme v súčasnosti chceli kúpiť procesor AMD, stretli by sme sa na stránkach predajcov práve s týmito názvami.

4. INTEL vs AMD

Už od vzniku oboch firiem panovala medzi oboma spoločnosťami rivalita ktorá často prerastala do nekalého konkurenčného boja ale zároveň sa potrebovali teda vlastne Intel ako prvá a časom aj omnoho a väčšia a úspešnejšia firma potrebovala priameho konkurenta, aby podľa amerického protimonopolného úradu nemohla byť jedinou firmou vyrábajúcou CPU pre desktopy. Ak by k tomu došlo úrad by prikázal Intelu, aby sa rozdelil na dve konkurenčné firmy. Preto Intel potreboval AMD ako konkurenta, ale zároveň sa snažil o to, aby to bol len formálny, slabý konkurent.

Ako sme už spomínali s prvým CPU prišla firma Intel. Prvé CPU - Am9080 (2 MHz) - vyrobené spoločnosťou AMD bolo vlastne len tajnou kópiou v tej dobe nového procesora Intel 8080 (historicky druhé CPU od Intelu), ktorý vývojári AMD otvorili a podrobne nafotili. Tento procesor bol vyrobený 6 mikrometrovým výrobným procesom, čo je v dnes používaných jednotkách 6000 nm (aktuálne sú 14 nm výrobné procesy). Zo snímok následne odvodili diagramy logických obvodov i schému práce a vytvorili prakticky celkom identickú kópiu.

V týchto raných dňoch mikroprocesorov (prelom 70. a 80. rokov) bolo vzájomné licencovanie, kopírovanie technológií pomerne bežné. Mnoho spoločností totiž nestačilo zabezpečovať dostatočnú produkciu procesorov pre zvyšujúci sa dopyt, takže poskytovali licencie iným spoločnostiam, ktoré ich technológiu procesorov používali takisto a zvyšovali

tak podiel danej platformy na trhu. V tom čase bola architektúra x86, vychádzajúca z procesoru Intel 8086, len jednou z mnohých a jej rýchle rozširovala, a to vďaka licencovaniu.

V tejto dobe dosahovali tržby AMD okolo 100 miliónov dolárov ročne a spoločnosť svoju expanziu podporila stavbou nových fabriek v USA, Malajzii a na Filipínach. AMD pritom podpísalo s Intelom niekoľko dohôd o výmene licencií. Dôležitým úspechom Intelu bol a zmluva s IBM, ktoré zvolilo procesory Intel pre svoje počítače na začiatku 80. rokov minulého storočia. IBM však požadovalo minimálne dvoch nezávislých dodávateľov procesorov a Intel tak s AMD uzavrel rozširujúce dohody, ktoré umožnili vzájomné použitie technológií a takisto zdieľanie patentov. AMD tak na základe licencie začalo pre IBM produkovať procesory vytvorené Intelom. Veľmi populárne boli najmä 8 až 20 MHz procesory Am286, čo bol licenčne vyrábaný Intel 80286. Dohody pritom boli vzájomné a Intel napríklad od AMD dostal na oplátku licenciu na výrobu pokročilých matematických koprocessorov z dielne AMD v podobe Am9511.

Na prelome 80. a 90. rokov prežívali počítače ozajstný boom. Koncept počítača IBM (podľa ktorého sú urobené dnešné stolové počítače a notebooky) bol obrovským úspechom, ktorý na začiatku 90. rokov rýchlo ukrojil tretinu trhu a behom nasledujúcich rokov ho zhltol prakticky úplne celý. Iné koncepty počítačov ako Commodore 64, Atari 8-bit a ST, Amiga či Apple II zmizli v histórii. Malý 5 % podiel zostal len Macintoshu od Apple a koncept IBM PC založený na x86 procesoroch tak priebehom 90. rokov zabral 95 % trhu. Samotné IBM nad ním stratilo kontrolu a trh sa stal pôdou pre identické kompatibilné klony takmer nekonečného zástupu iných výrobcov.

Intel obrovský potenciál rozpoznal a rozšíril svoje výrobné kapacity natoľko, sa mu prestalo páčiť, že kvôli AMD má nižšie tržby. Neposkytol teda AMD svoj nový procesor 80386 a vyrábal ho sám. Všetko skončilo sériou žalôb, pri ktorej AMD zažalovalo Intel za porušenie dohôd o zdieľaní a Intel AMD zas za to, že behom nasledujúcich rokov reverzným inžinierstvom vytvorilo kópiu „triosešestky“ v podobe Am386. Intel zažaloval prakticky všetkých ostatných výrobcov x86 procesorov a kým napríklad UMC bola donútená zastaviť výrobu, AMD sa vďaka dohodám uzatvoreným v čase štartu IBM PC platformy ubránilo. Aj keď Am386 (kópia Intel 80386) prišla, kvôli rozviazaniu spolupráce, s niekoľkoročným oneskorením, AMD sa podarilo procesor vylepšiť a namiesto pôvodnej frekvencie 33 MHz ho dokázalo dotlačiť až na 40 MHz, čím sa začal výkonovo podobať na nový a mnohonásobne drahší procesor Intel 80486. Spoločnosť AMD sa tak už vtedy stala

populárnym výrobcom CPU u nadšencov, ktorí pri stavbe počítača hľadeli na najlepší pomer výkonu a ceny.

K podobnej situácii došlo o pár rokov neskôr, kedy AMD vydalo vlastnú vylepšenú verziu procesoru Intel 80486 pod menom Am486. Súdna bitka bola však pre AMD vyčerpávajúcejšia ako pre mnohonásobne väčší Intel. AMD kvôli zákazom predaja svojich produktov v dôsledku súdneho hašterenia zmeškalo dôležitý začiatok 90. rokov, v ktorom x86 platforma zaznamenala prudký rozmach a Intel si zabezpečil 90 % trhu. Predmetom sporu bola aj ochrana obchodnej známky, teda číselné označenie procesorov (napr. 286, 386, 486). Tu dal súd za pravdu AMD, ktoré tvrdilo, že číslo alebo skupinu čísel si nemožno registrovať ako ochrannú známku. Aj preto nazval Intel svoj ďalší procesor Intel Pentium a nie Intel 586. Séria žalôb sa skončila napokon v roku 1995, kedy Intel zaplatil AMD odškodné 18 miliónov dolárov za nedodržanie licenčných dohôd a AMD zas Intelu 85 miliónov za porušenie patentov daných procesorov. Zároveň však došlo k podpisu ďalších dohôd o výmene licencií a zdieľaní patentov súvisiacich s CPU, pretože technológie oboch spoločností boli už pevnou súčasťou ich konkurenčných produktov. Spoločnosť AMD sa musela zaviazť k tvorbe už len celkom vlastných procesorov, avšak zostalo jej právo tvoriť CPU v rámci x86 platformy. Dizajn mikroarchitektúr oboch spoločností sa tak začal odvtedy výrazne odlišovať.

Svoj prvý kompletne vlastný procesor vydalo AMD v roku 1996 pod názvom AMD K5. Na trhu súperil s prvými procesormi Intel Pentium. Výkonom bežné Pentia prekonal, na výkon Pentia Pro však nestačil a vzhľadom na neskorší príchod na trh príliš nezaujal. To sa však nedalo povedať o jeho nástupcovi K6 v roku 1997, ktorý sa stal pre procesory Intelu (Pentium II) prvým vážnym konkurentom. AMD sa začalo na trhu presadzovať výraznejšie a jeho trhovú podiel sa začal šplhať až k 15 %. Stalo sa pritom niečo, čo len málokto čakal. Aj napriek tomu, že Intel bol z hľadiska zdrojov a počtu zamestnancov prakticky desaťnásobne väčšou spoločnosťou, AMD začalo byť v mnohých ohľadoch technologickým lídrom v zavádzaní novínok. Nová K7 architektúra, na ktorej boli založené procesory Athlon sa stala hitom. V spolupráci s Motorolou a IBM dokázalo AMD, priniesť nový 180 nm výrobný proces prakticky o rok skôr ako Intel a aj vďaka tomu sa procesory AMD Athlon stali v roku 2000 prvými masovo vyrábanými x86 procesormi, ktoré dosiahli frekvencie 1 GHz.

V roku 2000 AMD stúpili tržby medziročne takmer o 70 % (z 2,8 miliardy na 4,6), pričom čistý zisk spoločnosti sa v danom roku priblížil hodnote jednej miliardy dolárov. AMD bolo na koni a do vývoja a výskumu investovalo ročne 640 miliónov dolárov. Nasledujúca architektúra AMD A8 (Athlon 64) sa v roku 2003 stala prvou úspešne zavedenou 64-bitovou architektúrou procesorov. Otvorila dvere vysokým kapacitám pamätí, pričom bola stále plne kompatibilná so starším 32-bitovým variantom. Išlo pritom o vôbec prvý prípad, keď architektúru x86 výrazne upravil niekto iný ako Intel a ten teda musel prvýkrát integrovať do svojich CPU riešenie inej spoločnosti. Dovtedy to bolo naopak. Štandard architektúry x86-64 z dielne AMD sa používa na procesoroch AMD aj Intelu dodnes.

V roku 2004 uviedla spoločnosť AMD na trh, takisto ako prvá, dvojjadrové procesory a roky 2000 až 2005 sa tak v mnohých ohľadoch dajú vnímať ako úplný vrchol tejto spoločnosti. V mnohých smeroch mala vtedy najlepšie procesory na trhu, ktoré pokrývali nielen drahé, ale i lacnejšie riešenia (napríklad za rovnaké peniaze ako 933 MHz Intel Pentium III sa dal kúpiť omnoho výkonnejší AMD Athlon na 1,2 GHz), inovovala celý trh a viedla v zavádzaní mnohých novinek (64-bitová architektúra, integrovaný pamäťový radič, dvojjadrové procesory). Nad spoločnosťou sa však pomaly začalo zmrákať.

Vďaka úspechu Athlonov, respektíve architektúr K7 a K8, dokázalo AMD v rokoch 2000 až 2006 tvrdo útočiť na pozície Intelu. Na konci roku 2005 napríklad na americkom trhu po prvýkrát porazilo Intel a jeho CPU sa nachádzali v 52 % predaných desktopov a na lukratívnom serverovom trhu, ktorý bol dlhé roky najväčším zdrojom ziskov Intelu, podiel AMD v roku 2006 narástol na 48 % (v high-endových viacjadrových CPU). Z hľadiska celosvetových predajov na domácich i serverových riešeniach stúplo AMD na 25 % trhového podielu, čo automaticky malo za následok trhový pokles Intelu na 75 %.

Intel proti tejto novej hrozbe začal žiaľ bojovať mnohými „podpásovými“ metódami, ktoré AMD zabránili v ďalšom raste. Jednou z ďalších praktík Intelu bola veľká podpora softvérových vývojárov. Intel im totiž začal poskytovať kompilačný nástroj na zlepšenie a optimalizáciu kódu, aby softvéry mohli lepšie pracovať na procesoroch Intelu. Kompilátor upravil kód tak, aby využíval rozšírenia x86 architektúry, ktoré procesory Intelu aj AMD obsahujú. Problémom bolo, že bol ponúkaný ako optimalizačný nástroj pre všetky procesory na trhu a získal tak veľkú popularitu. Intel však navrhol kompilátor tak, aby najprv prečítal identifikátor samotného procesoru (vendor ID) a ak tento údaj neobsahoval výraz

„GenuineIntel“ (originál Intel), nepoužila sa optimalizovaná časť kódu, ale naopak nezriedka tá vôbec najpomalšia, aj keď procesor rýchlejšie metódy podporoval. Ak by to Intel verejne oznámil, zrejme by bolo všetko v poriadku. Išlo totiž o jeho produkt, navrhnutý na zlepšenie kódu pre jeho procesory. To sa však nestalo a vývojári si tak neboli vedomí toho, že obsahuje „podvodný“ systém, znevýhodňujúci konkurenciu a najmä AMD. Ak by to vedeli, zrejme by sa kompilátor Intelu nikdy príliš nerozšíril, pretože len málokto by vývojár by svoj program úmyselne tvoril tak, aby na nejakých procesoroch fungoval zle, obzvlášť, ak ide o procesory, ktorým v posledných rokoch mimoriadne rástla popularita.

Nákup spoločnosti ATI bol pre AMD obrovskou finančnou záťažou. Umožnil však integrovanie GPU do CPU a takisto vstup AMD do herného segmentu. Omnoho väčší nátlak však Intel vyvinul proti AMD zo strany výrobcov počítačov. Najkontroverzejším prvkom bol systém vernostných rabatov, ktorý sa na pohľad ukazoval ako množstevná zľava, v skutočnosti však odmeňoval výrobcov za to, ak dávali prednosť takmer výhradne Intelu a trestal v prípade, že do svojich počítačov osadzovali aj konkurenčné CPU. V čase, keď procesory AMD predstavovali lepšiu voľbu než CPU Intelu (Pentium III a Pentium IV), mnoho výrobcov začalo ponúkať stále väčšie objemy svojich počítačov s CPU AMD. To sa Intelu pochopiteľne nepáčilo a výkonovú nevýhodu začal kompenzovať dohodami, ktoré si mohol na základe svojho dominantného postavenia dovoliť. V základe to znamenalo, že poskytol extrémne výhodné ceny tým výrobcom, ktorí budú konkurenciu ignorovať alebo osadzovať len minimálne (napríklad do 5 % výrobkov) a zároveň pohrozil, že ak naopak konkurenciu neobmedzia, produkty pre nich výrazne zdražia. Takéto bonusy a hrozby sú samozrejme udržateľné a účinné len v prípade, že máte prakticky monopolné postavenie na trhu (na úrovni 80 %) a takisto ste na tom ekonomicky mnohonásobne lepšie, než váš najbližší konkurent. Jeden z najviditeľnejších prípadov sa udial v Japonsku, kde napríklad v produktoch Sony podiel procesorov AMD klesol z 24 % na nulu, pričom podobná situácia nastala aj u produktov Toshiba. Ekonomický monopol sa láme niekde na 30 a 35 % svetového trhového podielu, takže Intel sa postaral o to, aby spoločnosť AMD tento podiel nedosiahla. Na tom, že neprekonal ani 25 % trhový podiel, sa veľkou mierou podpísal aj Dell, teda najväčší americký dodávateľ počítačov, ktorý zastavil svoje snahy o osadzovanie AMD procesorov aj napriek tomu, že to pre nich znamenalo konkurenčnú nevýhodu z hľadiska výkonu. Uniknutá emailová komunikácia medzi Intel a Dell, ktorá sa stala súčasťou súdneho procesu, pritom ukázala, že predstavitelia spoločnosti Dell sa jednoducho báli finančných následkov takého prechodu a boli si vedomí toho, že „Intel je pripravený na

džihád, ak naďalej budeme používať AMD procesory.“ Takúto stratégiu používal Intel aj pri iných výrobcov počítačov a snažil sa ich prinútiť, aby používali takmer výhradne len jeho procesory. Intel takmer úplne ovládol trh pre notebooky bolo to aj kvôli tomu, že v čase nástupu notebookov bolo potrebné pre výrobcov notebookov dodávať veľké množstvá CPU s modernejším výrobným procesom s čo možno najväčším stupňom integrácie, ktorý im umožňoval mať nízky príkon, čiže znamená menej sa prehrievať kvôli tomu, že notebooky nemôžu byť tak dobre vetrané ako desktopy. Takýmito technológiami v tom čase proti AMD disponoval iba Intel a zároveň disponoval aj obrovskými výrobnými kapacitami. Intel túto svoju konkurenčnú výhodu využil a aj zneužil. Začal dodávať CPU pre výrobcov notebookov a viacerých z nich prostredníctvom týchto vernostných rabatov prinútil aby nepoužívali CPU od AMD. Skúste nájsť nejaký notebook Toshiba s procesorom AMD. Neexistuje!

AMD podala žalobu na Intel za zneužívanie monopolného postavenia a nekalé obchodné konanie v roku 2005 nielen v USA, ale aj Japonsku, Južnej Kórei a Európskej únii. Proces, ktorý trval mnoho rokov spoločnosť AMD vyhrala a Intel dostal astronomickú pokutu. V roku 2009 šlo o pokutu 25 miliónov dolárov od Kórejskej obchodnej komisie a 1,06 miliardy eur od Európskej komisie, za nekalé zneužívanie dominantného postavenia na trhu, proti ktorému sa Intel odvolal. V roku 2014 však Európska komisia odvolanie zamietla a rozsudok potvrdila. V rámci americkej žaloby skončil proces v roku 2009 mimosúdnou dohodou, na základe ktorej Intel zaplatil AMD odškodné vo výške 1,25 miliardy dolárov.

Prítomnosť procesorových a grafických jadier AMD na oboch hlavných herných konzolách v podobe PlayStation 4 a Xbox One bola jedným z mála pozitív AMD za posledné roky. Sabotáž predajov zo strany Intelu tvrdo pocítovala zo všetkých strán a s malým trhovým podielom však spoločnosť AMD nedokázala financovať výstavbu nákladných fabriek a vývoj nových výrobných procesov. Jej dlhy ešte viac rástli. Na druhej strane Intel s týmto problémom nemal, pretože jeho čistý zisk bol väčší, než celkové tržby AMD. V tomto období, keď sa AMD darilo produkovať vyrovnané či dokonca lepšie procesory ako mal Intel, bola situácia pre AMD finančne udržateľná. Toto obdobie však nemohlo trvať večne. Misky váh sa naklonili na stranu Intelu s príchodom architektúry Core, pri ktorej začal uplatňovať dnes veľmi známu tik-tak stratégiu. Jeden rok vylepšil mikroarchitektúru a druhý rok výrobný proces, a tak pokračoval stále dokola.

Spoločnosť AMD urobila jedno z najnákladnejších rozhodnutí vo svojej histórii a odkúpila úspešnú kanadskú spoločnosť ATI, vyvíjajúcu grafické čipy Radeon. Spoločnosť AMD za ňu zaplatila 4,3 miliardy dolárov, na čo si musela požičať, čím navýšila svoj dlh na 5 miliárd dolárov. Spoločnosť AMD veľmi dobre zhodnotila to, že budúcnosť je vo väčšej integrácii, a potom ako do svojich procesorov integrovala radič pamäti zo severného mostíka, vedela, že ďalším veľkým krokom bude integrácia GPU jadier. S nimi však nemala žiadne skúsenosti a prikúpenie grafickej spoločnosti teda bola z jej pohľadu nutnosť, a to aj napriek tomu, že to znamenalo ešte väčšie zadlženie.

V roku 2007 spoločnosť uviedla na trh architektúru K10 - Phenom (pre desktopy) a Opteron (pre servery), pričom si musela vystačiť so 65 nm výrobným procesom, zatiaľ čo konkurenčný Intel už úspešne prešiel na vyvinutejší 45 nm proces. Aj napriek tejto zjavnej nevýhode procesory AMD za Intel Core 2 Duo a Core 2 Quad v samotnom výkone príliš nezaostávali a rozdiel sa prejavoval najmä na horšej spotrebe. Vďaka lepšej cene boli však stále populárne a zákazník si za rovnakú cenu mohol dovoliť v strednom segmente často výkonnejší AMD procesor, než bol čip Intelu za rovnakú cenu. AMD procesory sa tak stali ľudovou voľbou aj v našich končinách. AMD prešlo na 45 nm výrobný proces až v roku 2009 v rámci príchodu procesorov Phenom II, Intel však v januári 2010 zavŕšil prechod na 32 nm výrobný proces (prvé Core i3, 5 a 7) a svoj náskok si udržal. AMD zažívalo ťažké finančné obdobie. Financovanie nákladných fabriek sa stalo pre spoločnosť už neudržateľné a po dohode s finančníkmi z blízkeho východu došlo k oddeleniu celej výrobnéj časti do samostatnej spoločnosti nazvanej GlobalFoundries. Tá je v súčasnosti vo vlastníctve emirátu Abú Zabí (prostredníctvom investičnej spoločnosti ATIC), najväčšieho emirátu Spojených arabských emirátov. GlobalFoundries sa stala čisto výrobnou spoločnosťou (tzv. Dedicated Foundries), ktorá nevyrába vlastné čipy, ale len čipy iných spoločností, ktoré fabriku nemajú. AMD za výrobu v cudzích fabrikách musí platiť, no odpadajú mu však náklady na ich stavbu a vývoj výrobného procesu. Spoločnosť sa skrátka potrebovala vrátiť do zisku a na prelome rokov 2008 a 2009 urobila aj veľmi nešťastné rozhodnutie o odpredaji mobilnej grafickej divízie v podobe produktov Imageon, ktoré získala nákupom ATI. Sústredila sa len na hlavný produkt v podobe grafických kariet Radeon. AMD sa tak touto chybou pripravilo o relatívne ľahký vstup na trh so smartfónmi, ale z krátkodobého hľadiska sa dostala k veľkým peniazom, ktoré na krátku chvíľu zažehnali finančnú krízu spoločnosti.

Spoločnosť sa chystala vrátiť do veľkej hry pomocou novej architektúry Bulldozer, ktorá bola navrhnutá úplne od základu, s dôrazom na modularitu a viacvláknový výpočet.

Po jej príchode v roku 2011 však prišiel mohutný šok. Procesory totiž dosahovali podobný alebo v niektorých prípadoch dokonca horší výkon ako Phenomy II, ktoré sa chystali nahradiť, a to aj napriek lepšiemu 32 nm výrobnému procesu. AMD preto K10 stále držalo na trhu až do mierneho vyladenia architektúry Bulldozer v nasledujúcich rokoch. Avšak, keď v roku 2012 Intel prešiel na 22 nm proces, priepasť sa vďaka nevydareným Bulldozerom ešte viac prehĺbila. Intel hlásil rekordné tržby, AMD sa prepadalo viac ku dnu a trhový podiel klesol na 13 % (a podiel Intelu teda stúpol na 87 %). Zisky zachránil v roku 2013 úspech na poli herných konzol, pretože procesorové a grafické riešenie sa podarilo dostať do PlayStation 4 a takisto Xbox One. Vďaka nim začal rásť trhový podiel AMD opäť nad 15 %, pričom sa začal zviechať aj procesorový trh s druhou generáciou mikroarchitektúry Bulldozer (Piledriver), ktorá odstránila tie najväčšie neduhy. Pri 32 nm výrobnom procese však boli 22 nm procesory Intelu stále v nedohľadne. AMD v roku 2014 dosiahlo trochu zlepšené tržby na úrovni 5,51 miliardy dolárov, avšak po započítaní všetkých prevádzkových a vývojových nákladov tento rok zakončila s masívnou stratou 403 miliónov. Tržby Intelu boli v roku 2014 pritom opäť rekordné a dosiahli 55,9 miliardy dolárov, z čoho bol čistý zisk 11,7 miliardy. Existuje nádej na lepšie časy? Podľa výsledkov z prvého štvrťroku (tržby 1,03 miliardy, strata 180 miliónov) skončí AMD v tomto roku opäť v strate, a to pravdepodobne na úrovni niekoľkých stoviek miliónov dolárov. S 32 nm čipmi sa konkuruje ťažko, pokiaľ váš súper vyrába na 22 nm a najnovšie dokonca na 14 nm výrobnom procese. Situácia je ešte umocnená tým, že architektúra Bulldozer sa skrátka príliš nepodarila. Jej druhá generácia (Piledriver z roku 2012) síce situáciu zlepšila, ale nie oveľa. V roku 2014 predstavila AMD tretiu generáciu tejto mikroarchitektúry, nazvanú Steamroller, na nižšom výrobnom procese, ktorá však nebola celým krokom z 32 na 22 nm, ale len polovičným krokom na 28 nm. Dôvod bol jednoduchý. Lepší výrobný proces skrátka pre pokročilé čipy stále nebol dostupný ani v GlobalFoundries, ani v TSMC. Skorý prechod na FinFET a 14 nm výrobný proces sa Intelu vyplatil a iní výrobcovia čipov narazili pri vývoji 20/22 nm výrobných procesov klasickej koncepcie na obrovské problémy. Doplatili na to nielen AMD, ale aj Nvidia. Veľké GPU čipy totiž zostali na 28 nm zaseknuté takisto. Notebookové modely AMD procesorov A4, A6, A8 a A10 trápia aj z tohto dôvodu horšie prevádzkové vlastnosti v porovnaní s produktmi Intelu a výkonné desktopové FX modely sa pri ďalšom navýšení výkonu prezentujú skutočne mamuťou spotrebou – môže dosiahnuť až 220 wattov. Situáciu zachraňuje z hľadiska zákazníka aspoň cena, ktorá neduhy v niektorých prípadoch vyváži.

Nová mikroarchitektúra Zen spoločnosti AMD sa mala pôvodne objaviť už v roku 2016, ale prišla až v marci 2017 v podobe úplne nových CPU Ryzen vyrobených už 14 nm technológiou. Jej hlavným vývojárom je Jim Keller, ktorý v minulosti stál na čele vývojového tímu mikroarchitektúry K8 (z ktorej vyšli úspešné procesory Athlon 64) a spolupodieľal sa na vývoji 64-bitovej architektúry x86. AMD sa zameriava na svoje najväčšie slabiny v porovnaní s mikroarchitektúrami Intelu, ktorými sú spotreba a výkon na jedno jadro. AMD si pritom stanovilo jasný cieľ, ktorým je ukončenie prešľapovania v najlacnejšom a strednom segmente počítačov a opätovný návrat medzi high-end segment v CPU. AMD procesory s architektúrou Ryzen sú veľkým úspechom pre spoločnosť z dvoch dôvodov. AMD sa nimi podarilo preniknúť do high-end segmentu, kde dovtedy kraloval Intel a najmä nové procesory Ryzen majú oproti podobne výkonným procesorom Intelu (Core i7 4. generácie Haswell) oveľa menšiu cenu. Najvýkonnejší Ryzen7 1800x stojí okolo 550 eur, zatiaľ čo podobne výkonný Intel i7-5960X stojí až 1200 eur.

Reakcia Intelu na zmenenú situáciu v oblasti desktopov však nebola taká, na akú sme boli pri Inteli zvyknutí až doteraz. Teda na ich klasický tik-tak model. Podľa tohto modelu by teraz Intel mal prejsť až na 10 nm výrobnú technológiu. Ale nestalo sa tak. Intel je aj v súčasnosti na architektúre Kaby Lake so 14 nm výrobným procesom. Jeho reakcia na procesory Ryzen sa prejavila v úplne inom segmente – vo vylepšení procesorov nižšej strednej triedy (Intel Pentium G), ktorým konečne umožnil technológiu hyperthreading. To znamená, že v súčasnosti si môžete za cca 60 eur kúpiť dvojjadrový Intel Pentium G 4560, ktorý sa však vďaka Hyper Treadingu správa ako švorjadrový.

Prioritou v súčasnosti sú teda aj pre Intel procesory pre notebooky, desktopy aj servery. Vývoj novej mikroarchitektúry a jej zavedenie na celkom novom procese je však finančne veľmi náročné a Intel sa tomu bráni vďaka svojej výbornej tik-tak stratégii, pri ktorej zmenší vždy existujúcu mikroarchitektúru a následne na ďalší rok vyvinie novú mikroarchitektúru na rovnakom výrobnom procese. Vyhýba sa tak spojeniu oboch náročných krokov, čo mu zatiaľ prinieslo obrovský úspech. Intel však momentálne „prešľapuje“ už tretiu generáciu na 14 nm výrobnom procese. Nedávno ohlásil príchod ďalšej generácie architektúry s názvom Coffee Lake, ktorá však bude taktiež len na 14 nm výrobnom procese, aj keď by to mali byť až 6-jadrové CPU s veľkým výkonom. Pravidelné intelácke tik-tak sa teda zmenilo na tik-tak-tak-tak.

Porovnávaná oblasť	Broadwell	Skylake	Kaby Lake	Coffee Lake
Dátum uvedenia	5/2014	5/2015	1/2017	1/2018
Výrobná technológia	14 nm	14 nm	14 nm	14 nm
Výrobný proces	Tick	Tock	Tock	Tock
Pätica	LGA 1150	LGA 1151	LGA 1151	LGA 1151
Max. TDP	140 W	91 W	91 W	—
Max. frekvencia	3,8 GHz	4 GHz	4,5 GHz	—

Porovnanie CPU architektúr Broadwell, Skylake, Kaby Lake a Coffee Lake

V grafických čipoch sa od doby odkúpenia spoločnosti ATI pohybuje trhový podiel Radeonov na hodnotách okolo 40 %, zatiaľ čo konkurenčné produkty GeForce od spoločnosti Nvidia okolo 60 %. V grafických kartách je pritom AMD často vývojovým lídrom a súboj je nezriedka na ostrie noža vo všetkých cenových kategóriách, v ktorých majú obe spoločnosti čo ponúknuť. V poslednom roku však došlo k výraznému poklesu trhového podielu AMD a AMD aj vďaka svojej nepríjemnej finančnej situácii a takisto podarenej mikroarchitektúre Kepler od Nvidie, musela prehltnúť horkú pilulku so znížením trhového podielu na 25 %. Nvidia teda zabrala tri štvrtiny trhu samostatných grafických kariet a AMD to rozhodne nemá v pláne ponechať bez odpovede. Najnovším prírastkom do boja má byť to, že AMD ako prvá zavedie nový koncept grafických pamätí v podobe HBM, čo je nástupca operačných pamätí typu GDDR5. Trhový podiel sa zmení v prípade, že sa pozeráme na GPU ako celok (to znamená že počítame každý jeden čip) a započítavajú sa aj procesory v ktorých je integrovaná grafika (teda APU čo sú skoro všetky procesory Intelu). Z tohto hľadiska patrí, vďaka vysokému trhovému podielu procesorov Intelu, prvé miesto Intelu (70 %), pretože GPU má prakticky každý jeho čip, pričom AMD a Nvidia sa držia každá okolo 15 % podielu (AMD doháňa rozdiel Nvidie integrovanými grafickými čipmi vo svojich APU).

Ešte pred príchodom architektúry ZEN (procesory Ryzen), to s AMD vyzeralo tak, že v oblasti CPU stráca dych a nie je schopné konkurovať Intelu. Na GPU trhu v poslednej dekáde AMD hralo s Nvidiou celý čas vyrovnanú partiu, čo sa o CPU trhu, kde mu konkuruje Intel, pred príchodom Ryzenu rozhodne povedať nedalo. Vyzerá to tak, že AMD veľmi prospela zmena na poste riaditeľky. Tou sa v roku 2014 stala Lisa Su, Američanka narodená na Taiwane. Od jej príchodu sa AMD začalo sústreďovať na oblasti v ktorých bolo vždy

historicky dobré, teda na CPU (vývoj novej architektúry Zen) a na GPU (nové grafické čipy Vega s pamäťami HBM).

Výzvou je teda v súčasnosti 10 nm výrobný proces. Intel ohlásil, že nová generácia Cannon Lake s 10 nm by mala prísť niekedy v druhej polovici roku 2018. K úspešnej výrobe na 10 nm sa však v roku 2018 možno dostane aj GlobalFoundries (výrobca čipov pre AMD), ktoré s 14 nm architektúrou Zen prešli takisto na FinFET výrobnú technológiu. AMD by tak v roku 2018 mohlo, vďaka výrobe v týchto fabrikách, opäť situáciu vyrovnať s druhou generáciou Zenu (dnes označovanou ako Zen+), pokiaľ bude pripravený 10 nm výrobný proces aj pre zložité a veľké čipy, teda klasické CPU. 10 nm výrobný proces by tak na budúci rok mohli mať AMD aj Intel. A súboj bude pokračovať ďalej. Máme sa na čo tešiť...

5 Reálne porovnanie procesorov

Ak chceme reálne porovnávať konkrétne procesory, musíme si uvedomiť, že porovnávanie má zmysel len vtedy, ak porovnáваме to, čo je rovnaké alebo aspoň podobné. Nikomu by predsa nenapadlo porovnávať podľa rovnakých kritérií napr. lacný model rodinného auta s drahým superšportiakom urobeným na zákazku. Preto by sme mali aj pri AMD a Inteli porovnávať procesory buď s rovnakým výkonom alebo v približne rovnakej cenovej hladine. Porovnávanie procesorov podľa ceny nie žiaden problém. Stačí si na nejakom internetovom obchode s elektronikou vyhľadať procesory s približne rovnakou cenou. Ale ako objektívne určíme skutočný výkon procesora? Tu ponúkam dve možnosti. Buď cez tzv. bench marking alebo pomocou reálneho hrania hier, či stránky game-debate.com.

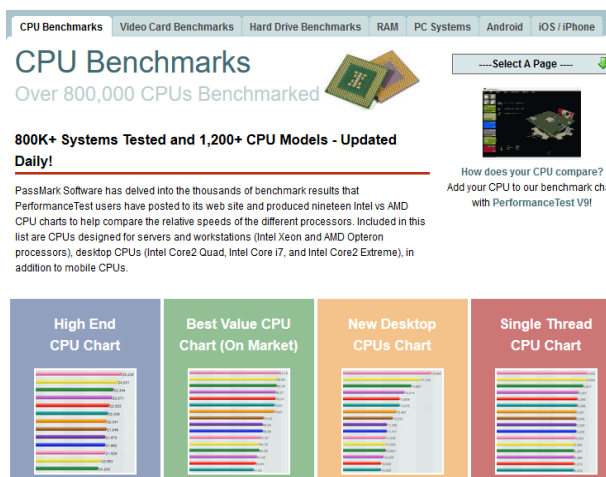
5.1 Bench marking

Väčšina ľudí, ktorí sa zaujímajú o PC používa stránku <https://www.passmark.com/> na jednoduché a hlavne rýchle porovnanie výkonu jednotlivých komponentov PC, ale aj zariadení so systémom Android, či rôzneho softvéru. Na stránkach môžeme nájsť aj tzv. benchmarky, čiže „rebríčky“ rôznych počítačových komponentov zoradených podľa výkonu. Nás prirodzene zaujíma rebríček procesorov, teda CPU Benchmarks (<https://www.cpubenchmark.net/>). Aj ten je rozdelený do štyroch výkonnostných kategórií (Low End, Low to Mid Range, High to Mid Range a High End) na zoradenie CPU podľa celkového výkonu procesora, to znamená, že sa hodnotí celkový výkon všetkých jeho jadier.

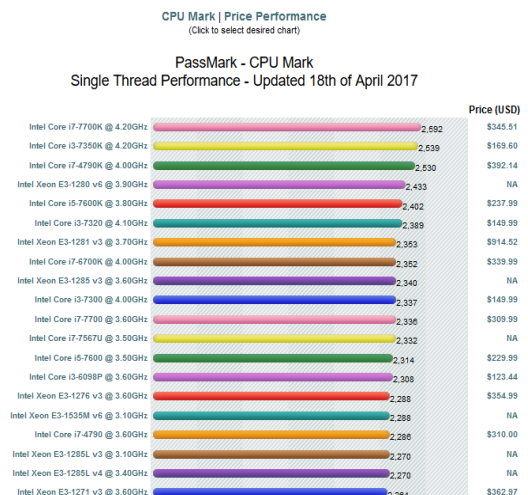
Alebo si môžeme vyhľadať rebríček podľa výkonu jedného vlákna (zvyčajne je to aj jedno jadro): <https://www.cpubenchmark.net/singleThread.html>.

Na základe týchto dvoch kritérií (celkový výkon a výkon na jedno vlákno) môžeme nájsť na stránkach cpubenchmark.net aj ďalšie rebríčky, napríklad historické poradie, najnovšie CPU, či CPU s najvyššou hodnotou (Best Value CPU Chart), ktorá sa vypočítava ako pomer dosiahnutého skóre a ceny konkrétneho CPU.

Rebríčky sú vytvárané na základe testovania pomocou špeciálnych testovacích programov, ktoré preveria výkon CPU v záťaži. Práve preto viacerí odborníci v IT oblasti spochybňujú objektivnosť týchto rebríčkov, pretože výkon CPU nie je hodnotený v reálnom prostredí na základe používania bežného softvéru alebo PC hier. Ale na približný a hlavne rýchly prehľad údaje z týchto stránok postačujú.



Hlavná stránka CPU Benchmarks



CPU Benchmark pre jednovláknový výkon

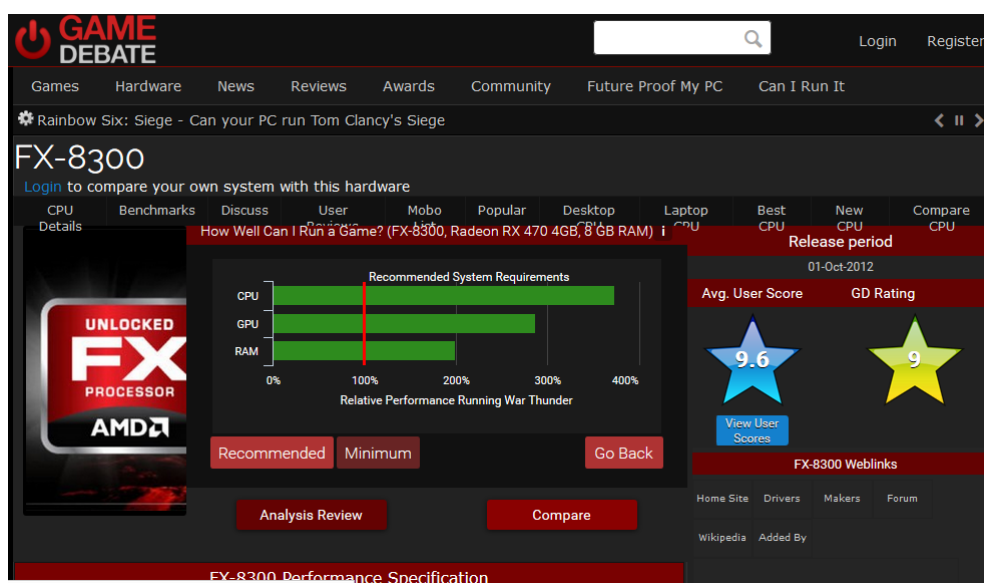
5.2 Hranie hier (testovanie výkonu, 3d mark), game debate

Väčšiu výpovednú hodnotu majú údaje o výkone CPU, ktoré získame z testovacieho programu, ktorý je súčasťou väčšiny PC hier a jeho úlohou je otestovať konkrétnu PC zostavu (teda najmä CPU, grafickú kartu a pamäť RAM) na hranie danej hry. Takto si môžeme otestovať či počítač zvládne danú hru a pri akom grafickom rozlíšení.

Na internete nájdeme množstvo platených aj bezplatných programov na testovanie počítačových zostáv. Tie poskytujú objektivnejšie výsledky, pretože pri testovaní využívajú aj náročné PC hry a bežné aplikácie napr. programy na komprimáciu súborov. Asi

najznámejší je 3DMark, ktorý je zameraný hlavne na testovanie grafických kariet. Ale aj výkonná grafická karta dokáže ísť naplno len vtedy, ak spolupracuje s výkonným CPU. Program nám ukáže výkon jednotlivých komponentov PC a teda ukáže, kde má naša zostava výkonové rezervy – či v CPU, v GPU alebo v operačnej pamäti.

Ak nechcete dať testovať svoju zostavu pomocou testovacích programov, z ktorých mnohé sú aj platené a testovanie môže trvať aj niekoľko hodín, môžete ísť na stránku <http://www.game-debate.com/>, nakonfigurovať si presne svoju zostavu, vybrať konkrétnu hru a aplikácia nám ukáže skóre pre všetky tri komponenty pri hraní danej hry.



Ohodnotenie konkrétnej PC zostavy pre konkrétnu hru na stránke game-debate.com

5.3 Pomer cena/výkon, prize/value

Ak sa rozhodneme, že si poskladáme vlastné PC, máme väčšinou jasnú predstavu, na čo budeme svoj budúci PC využívať, a koľko peňazí chceme do nového počítača investovať. Teda na prvom mieste pri rozhodovaní by malo byť kritérium cena/výkon a až potom by to malo byť nejaké uprednostňovanie konkrétnej značky, napr. AMD alebo Intel.

Skúsme si urobiť jednoduchý test. Zostavíme si PC zostavy, ktoré sa budú líšiť len použitým CPU (a teda nutne aj matičnou doskou). Najskôr si poskladáme dve PC s približne rovnakým výkonom, pričom v jednom bude procesor AMD a v druhom Intel a porovnáme ich cenu, a potom si poskladáme dve PC s približne rovnakou cenou za CPU a porovnáme ich výkon. Aby sme si toto testovanie uľahčili, budeme hodnotenie výkonu jednotlivých CPU preberať zo stránok cpubenchmark.net a ceny budeme kopírovať zo stránok alza.sk.

Keďže naše zostavy by sa nám líšili len v CPU a matičnej doske, bude stačiť, keď porovnáme medzi sebou CPU+vhodná matičná doska.

1. Porovnanie podľa približne rovnakého výkonu:

	CPU	Hodnotenie výkonu (body)	Cena CPU	Matičná doska	Cena matičnej dosky	Celková cena (CPU + MB)
AMD	AMD FX-8300	7658	113€	MSI 970A-G43	62€	175€
Intel	Intel Core i5-4670K	7614	271€	ASUS H81-PLUS	59€	330€

Z tohto porovnania jasne vidno, že za CPU od Intelu s približne rovnakým výkonom ako procesor od AMD zaplatíme takmer 2,5 krát viac – rozdiel je 155 eur v prospech AMD!

2. porovnanie podľa rovnakej ceny

	CPU	Hodnotenie výkonu (body)	Cena CPU	Matičná doska	Cena matičnej dosky	Celková cena (CPU + MB)
AMD	AMD FX-8300	7658	113€	MSI 970A-G43	62€	175€
Intel	Intel Core i3-6100T	4837	127€	GIGABYTE Z270-HD3P	127€	254€

Ak by sme si chceli vyskladať dve PC s procesormi za približne rovnakú cenu, dostali by sme dosť veľký rozdiel vo výkone. Procesor od AMD za 113 eur dostal v hodnotení cpubenchmark.net až 7658 bodov a podobne drahý (dokonca o niečo drahší – za 127 eur) procesor od Intelu dostal iba 4837 bodov. V neprospech Intelu hral aj fakt, že aj tá najlacnejšia matičná doska k jeho CPU (Core i3 šiestej generácie s päticou 1151) stála podstatne viac ako matičná doska ku CPU od AMD. Aj tu sa nám teda potvrdilo, že za rovnaké peniaze dostanete od AMD viac muziky.

Pre tých, ktorí sa pri nákupoch produktov riadia práve pomerom ceny a kvality odporúčam pri nákupe elektroniky a PC komponentov české stránky „cena-vykon.cz“, kde nájdete aj prehľad najlepších procesorov pre jednotlivé cenové hladiny.

6. Záver

Cieľom tejto práce bolo okrem krátkeho prehľadu histórie firiem Intel a AMD ukázať najmä, kde sa v súčasnosti technologicky, ako aj ekonomicky obidve firmy nachádzajú a poukázať na ich silné a slabé stránky. Táto práca sa nesnaží nadfúzať jednej alebo druhej strane (čo je úplne bežná póza na internetových fórach), ale je pokusom o objektívny pohľad a hlavne sa snaží prípadným záujemcom o vyskladanie vlastného PC poskytnúť užitočné rady, najmä pri výbere vhodného procesora.

Čo sa týka technologickej stránky, môžeme povedať, že v CPU segmente dohnalo AMD architektúrou ZEN náskok Intelu. Momentálne sú obe firmy technologicky takmer vyrovnané, ale ekonomicky sú ešte vždy veľké rozdiely v neprospech AMD, ktoré je ešte vždy v strate. No asi sa mu blýska na lepšie časy, jednak kvôli novým procesorom RYZEN, ako aj kvôli novým grafickým GPU, s ktorými má prísť na budúci rok. Keďže aj Intel ohlasuje na budúci rok úplne novú 10 nm architektúru, môžeme sa tešiť na ostrý súboj o zákazníkov.

Tí, ktorí by si chceli sami vyskladať PC nájdú v mojej práci odporúčania, ktoré by sme mohli zhrnúť asi takto:

- Ak si chcete poskladať veľmi výkonný počítač bez ohľadu na rozpočet, odporúčam ešte vždy ísť do CPU od Intelu (posledné generácie i7), pretože v úplne najvýkonnejšom segmente procesorov nemá Intel ešte vždy konkurenciu, aj keď vás takého CPU môže stáť nad 2000 eur a ďaleko presahuje požiadavky aj tých najnáročnejších hier.
- Ak chcete veľký výkon za rozumnú cenu, odporúčam sa poobzerať po nejakom AMD RYZEN. Najlacnejší RYZEN 5 sa dá dokonca kúpiť, aj za menej ako 200 eur. AMD tak ako v minulosti, tak aj v súčasnosti vyhráva oproti Intelu v pomere ceny a výkonu.
- A ak by ste si chceli poskladať relatívne lacný počítač (do 500 eur), ktorý by nebol určený len na kancelárske účely, či pozeranie videa a bola by pri ňom možnosť ďalšieho „upgradu“ (vylepšenia), odporúčam považovať nad Intel Pentiom poslednej generácie (s architektúrou Kaby Lake a Hyper treadingom), ktorý má modernú päťicu 1151, čo znamená, že v budúcnosti ho môžete nahradiť aj najvýkonnejším Core i7.

Zoznam použitej literatúry:

[1] <http://www.wikipedia.org/>

[2] Stanislav Janů: Nevyznáte se ve značení procesorů Intelu? Tady máte tahák. Dostupné na: <http://www.zive.cz/clanky/nevyznate-se-ve-znaceni-procesoru-intelu-tady-mate-tahak/sc-3-a-186152/default.aspx> [stránka navštívená 10.4.2017]

[3] <http://www.intel.com>

[4] www.amd.com

[5] <http://www.pckonfig.sk>

[6] Petr Mlejnek: Nejlepší procesory v poměru cena / výkon – 2016. In: Cena a výkon. Magazín o elektronice. Dostupné na <https://www.cena-vykon.cz/2016/01/19/nejlepsi-procesory/> [stránka navštívená 15.4.2017]

[7] Petr Mlejnek: Nejlepší procesory v poměru cena / výkon – 2017. In: Cena a výkon. Magazín o elektronice. Dostupné na <https://www.cena-vykon.cz/2017/03/12/nejlepsi-procesory-2017/> [stránka navštívená 15.4.2017]

[8] Dominik Fúsek: Vyznajte sa v počítačoch: procesory (1. časť). In: Techbox, 4.6.2015. Dostupné na <http://techbox.dennikn.sk/temy/vyznajte-sa-v-pocitacoch-procesory-1-cast/> [stránka navštívená 15.3.2017]

[9] Dominik Fúsek: Vyznajte sa v počítačoch: procesory (2. časť). In: Techbox, 7.7.2015. Dostupné na <http://techbox.dennikn.sk/temy/vyznajte-sa-v-pocitacoch-procesory-2-cast/> [stránka navštívená 15.3.2017]

[10] WIFT: Proud kacírských myšlenek: Momentální stav AMD vs. Intel mi vlastně vyhovuje. In: diit.cz. Dostupné na <http://diit.cz/blog/proud-kacirskych-myslenek-momentalni-stav-amd-vs-intel-mi-vlastne-vyhovuje>. [stránka navštívená 22.2.2017]