

## Next-gen Intel

V poslednom èase sa neustále stretávame s pojmom next-gen. Èi už je to v súvislosti s hernými konzolami alebo v súvislosti s nadchádzajúcou generáciou počítaèových hier, slovo next-gen má vždy nieò spoèené s nieèím, èo by malo by• v urèitom zmysle revoluènè, alebo aspoò mimoriadne evoluènè. Teraz nastáva èas, aby next-gen prišiel aj do našich počítaèov v podobe nových procesorov od Intelu. Po takmer piatich rokoch totiž architektúre NetBurst odznela koneèná a už v polovici roku 2006 nás èaká nieò úplne nové.

### História architektúry NetBurst

Všetko sa zaèalo niekedy koncom roka 2000. Vtedy Intel na trh uvidol svoj prvý procesor na báze architektúry NetBurst. Doštièka so 423 nožičkami a jadrom Willamette skladajúcim sa z asi 42 miliónov tranzistorov dostala meno Pentium 4. Intel tým spravil hneš niekoľko zmien.

Z názvu badateľnou je upustenie od èíslovania procesorov arabskými èíslicami. Pravdepodobne tak chceli chlanci od Intelu ťuïom ukáza•, že Pentium 4 je naozaj nieò nové, nieò výnimoènè. V urèitom zmysle naozaj bolo. Mnohý boli ohromený jeho dovedty nevídanými frekvenciami. V momente uvedenia na trh sa dostali modely s pracovnými frekvenciami 1,3, 1,4 a 1,5 GHz. Intelov dovedty najrýchlejší (aj najvýkonnejší) desktopový procesor Pentium III sa mohol píši• frekvenciou „len“ 1 GHz. Intel tvrdil, že výkon nových procesorov bude oproti predchádzajúcej generácii 2,5 až 3-násobne vyšší. Ale už èoskoro sa ukázalo, že nie je všetko zlato èo sa bliští.

Prvé benchmarky priniesli vešmi rozporuplné výsledky o výkone Pentia 4. Najrýchlejší model podával obdobné výkony ako najrýchlejšie Pentium III, èi Athlon od konkurenèného AMD. Jedine v situáciach keš sa využívala jeho nová inštruktovaná súprava SSE2 Pentium 4 excelovalo. Takisto spolupráca s pamäou bola závratná. Efektívne 400 MHz-ová systémová zbernica s prípustnosťou vyše 3 GB/s dokázala robi• divy. Výkon by sa ale dal s odstupom èasu hodnoti• ako vešmi vysoký, pretože programy využívajúce SSE2 sa zaèali pomerne rýchlo množi•.

Ak nebol problém výkon, tak bol problém cena. K už tak drahému Pentiu 4 ste si museli kúpi• nielen novú základnú dosku (to je však ale u Intelu už od dôb Pentia II samozrejmos•), ale aj nové, nehorázne drahé, pamäte RDRAM (napriek tomu, že ich už Intel asi tri roky nepodporuje, stále sa vyrábajú a skúste sa preto pozrie• do nejakého cenníka) a aj novú skriou typu ATX 2.0 s novým zdrojom, ktorý bol Pentium 4 kompatibilný. Ak teda niekto mal dos• peòazí a chcel si kúpi• nový počítaè, bolo všetko v poriadku. Horšie to už bolo pre tú ostatnú, myslím si, že prevažujúcu väčšinu ťuďi•.

Intel pomerne rýchlo zareagoval a do niekoľkých mesiacov zaèal dodáva• základné dosky a èipové súpravy podporujúce pamäte typu SDRAM.

V kombinácii s pamäami SDRAM sa však dalo Pentium 4 oznaèova• ako Celeron. Cena už bola viac menej priateľná, ale výkon za to nestál. Pre mnohých vrátane môa sa tak stalo prvé Pentium 4 sklamaním.

Prišiel rok 2002 a s ním aj frekvenený strop vtedajšieho Pentia 4. Bola ním frekvencia 2 GHz. Napriek všetkému èo sa napísal sa Pentia 4 predávali pomerne dobre, ale Intel si aj tak nemohol dovoli• úplne sa zbavi• Pentii III. Urobil jeden vtipný krok a najmodernejšie Pentium III s jadrom Tualatin premenoval na Celeron. Tým pádom Pentium III mohlo vypadnú• z hry a Celeronov mohli dosahova• vyššie frekvencie, èo drvivú väčšinu užívateľov úplne uspokojovalo. To však ešte nebolo všetko a Celerony vešmi skoro dostali jadro Willamette. Týmto krokom Intel históriu architektúry P6 na èas uzatvára (architektúra ale bude velesúspešne znovuzrodená v podobe Pentia M).

Pentia 4 museli nutne dosahova• vyššie frekvencie, pretože konkurencia nezaháala a AMD svojim novým Athlonom XP vešmi usilovne zaèalo zadupáva• do zeme. Intel nezaspal a vylepšil vtedajšie Pentium 4 novým jadrom Northwood. Malo o 10 miliónov tranzistorov viac, malo dvojnásobné množstvo pamäte cache a efektívna rýchlosť zbernice sa zvýšila na 532 MHz. Koneènèe pribudla podpora pamätí DDR SDRAM. Nové Pentia však opä• potrebovali novú päticu. Stal sa ou Socket 478. Aby nás Intel ešte trochu viac zmiatol a oddelil Pentium 4 od Celeronov, rozhodol sa, že Socket 423 bude urèený len pre Celerony a aj Pentia 4 s jadrom Willamette zaèal okamžite vyrába• len pre nový Socket. Jadro Northwood Pentium 4 naozaj omladilo a to teraz mohlo dosahova• frekvencie ľaleko vyššie. Takisto výkon bol o nieò vyšší a spotreba o nieò nižšia, keiže sa prešlo na nový výrobný proces, s tranzistorami o veľkosti 130 nm.

Nové Pentia 4 s jadrom Northwood nás sprevádzali až do konca roku 2003. Poèas tohto obdobia prešli ešte jednou zmenou, bolo ou aktivovanie technológie Hyper Threading, viaka ktorej mohol procesor pracova• s dvoma programovými vláknami súčasne a za predpokladu, že to program umožòoval sa dal dosiahnú• výkonnostný nárast aj 30% na rovnakej frekvencii. Takisto efektívna rýchlosť zbernice bola zvýšená na 800 MHz a jej prípustnosť tým vzrástla na vtedy úctihodných 6,4 GB/s. Zvýšenie rýchlosti bolo opodstatnené príchodom dual channel zapojenia pamätí DDR SDRAM. Najrýchlejšie modely, ktoré sa s týmto jadrom predávali bežali na 3,2 GHz.

Pentium 4 s jadrom Northwood je, ako sa zachvíu doèítate, asi zatiaž to najpodarenejšie, èo nám architektúra NetBurst priniesla a Intelu pomohlo vybojova• na pomerne dlhú dobu pomyselnú korunku výkonnostného kráča až do príchodu Athlonov 64, ktorú v drvivej väčšine oblastí neprekonal dodnes.

Príchod roku 2004 sa niesol v znamení správ o uvedení nového Pentia s jadrom Prescott. Malo niesť označenie Pentium 5 a byť výkonnosťne v porovnaní s predchodcami niekde úplne inde. Ďo iné by ste aj očakávali od procesoru obsahujúceho vyše dvojnásobný počet tranzistorov ako jeho predchodca, čiže zhruba 120 miliónov? História sa však opäť opakovala a napriek všetkým zmenám vykonaným v jadre sa výkon nezvýšil ani náhodou, v niektorých prípadoch dokonca klesol. Výkon sa jednoducho pohyboval v rozmedzí +/- 5%.

Prescott však mohol dosahovať opäť vyššie frekvencie a tým pádom by sa akýkoľvek pokles zotrel. Navyše rozšíril inštrukčnú súpravu (SSE3), veľmi jemne vylepšil Hyper Threading, zdvojnásobil veľkosť L1 a L2 cache a znížil spotrebu energie pretože sa s Prescottom prešlo na 90 nm-ový výrobný proces.

Teplotu však vyžaroval úctihodnú a práve kvôli tomu došlo Intel zabudovať teplotný senzor. Kedykoľvek by teda teplota presiahla únosnú hranicu začal procesor generovať prázdne inštrukcie (NOP) a tým pádom znížil svoj výkon ale aj teplotu naozaj razantne. Teplotný senzor však priniesol nejednému majiteľovi Prescottu ťažké chvíľky, pretože netušili, že ich chladič pred jednoducho nedostačujúci a prehrievajúci procesor musel neustále generovať NOP inštrukcie a znížovať tak svoj výkon.

Spočiatku nebolo jasné prečo má procesor toľko tranzistorov. Zvýšenie množstva cache a jemné zmeny v architektúre mohli spotrebovať najvyššie 20 miliónov tranzistorov (ak sa zohľadní ako sa ich počet zvyšoval pri prechode z jadra Willamette na jadro Northwood). Prvé Prescotty boli určené pre Socket 473, ale bolo nám oznámené, že zanedlho ich vymenia verzie určené pre Socketu T (opäť nové základné dosky). Tým začali aj prvé špekulácie ohľadom počtu tranzistorov, ktoré sa časom ukázali ako pravdivé.

Athlon 64 dokázal vykonávať 64-bitový kód rovnako efektívne ako 32-bitový a tých 64 bitov v názve bol veľmi múdry marketingový ťah. Všetci totiž vedia, že 64 bitov je viac ako 32 a podľa toho sa aj zariaľovali. Intel videl, že 64 bitov má veľký potenciál a napriek tomu, že AMD za tento ťah kritizoval a odsudzoval sa sám uchýlil k tomu čo oni.

Nanešťastie pre Intel však Prescott v dobe vývoja nebol zamýšľaný ako 64-bitový procesor a tak sa rozhodli, že zdublikujú všetky funkčné obvody, registre a príznaky a procesor tak teda dokáže spracovať aj inštrukcie s dvojnásobnou, v tomto prípade 64-bitovou veľkosťou. Práve tento fakt mal za následok zdvojnásobenie počtu tranzistorov a predĺženie pipeline.

Pentium 4 sa tak časom dočkalo možnosti vykonávať 64-bitové inštrukcie a bolo obdarované ďalšími technológiami ako Intel NX bit, Enhanced Speed Step a podobne a v posledných mesiacoch aj o dvojnásobkom L2 cache.

Neustále sa zvyšujúci model numbering procesorov Athlon 64 prinútil Intel ukončiť indexovanie procesorov podľa frekvencie a aj on prešiel na spôsob ich označovania určitou sadou čísiel. Pentium 4 ale už narazilo na hranice svojich možností a skončilo pri frekvencii 3,8 GHz. Procesory by už pri vyššej teplote naozaj "piekli" a bolo by ich mimoriadne ťažké uchladiť.

Po stručnom úvode sa ale teraz už prenesme k novej architektúre.

## Intel's Next Generation Micro-Architecture

Nebýva zvykom, že si výrobca svoj produkt nepomenuje. Intel tak urobil a nová architektúra jeho procesorov zatiaľ nesie „označenie“ z titulku tohto odseku. Čo ale architektúra priniesie?

Intel tvrdí, že si vezme to najlepšie z Pentia 4 a Pentia M. To znamená, že od Pentia 4 dostane do vienka Quad Pumped zbernicu (prenáša dáta 4 krát za takt, preto je jej efektívna pracovná frekvencia jej fyzická násobená štyrmi), podporu 64-bitových inštrukcií (tento krát bude zabudované od základu a pôjde teda o architektúru typu x86-64), microOPs (mikroinštrukcie) dodávané priamo z dekóderov a podobne. Pentium M ho bude inšpirovať pravdepodobne všetkým, pretože výkonnosť je na tom asi rovnako ako Athlon 64. Samozrejmosťou bude zabudovanie jeho energiu šetriacich technológií. Podľa súčasného trendu budú procesory navrhnuté ako dual core, to znamená s dvoma jadrami. Výrobná technológia 65 nm už od začiatku výroby je samozrejme takisto.

Nová architektúra je samozrejme úplne nová, to znamená, že nevychádza zo žiadneho z predchodcov. Inžinieri (a možno aj inžinierky) Intelu na nej pracujú usilovne už takmer tri roky. Pravdepodobne aj to je dôvod prečo Intel ponechával výkonné Pentia M len pre mobilný trh a nedovolil im nastúpiť na trh desktopových systémov. Chce totiž to zložiť mobilné a desktopové systémy (to znamená rovnaká architektúra) a Pentium M by mu svojimi vlastnosťami odobralo mnoho novínok, ktorými by mohol najväčšiu časť trhu obdarovať.

Dĺžka pipeline sa zmenší na 14 stupňov (Prescott má 31). Viaka tomu sa výrazne zníži riziko nesprávneho predpovedania a

nehrozí tak, že by procesor za 31 (resp., 14) hodinových cyklov niè nevykonával. Riziko bude navyše ešte výrazne obmedzené vylepšeným mechanizmom predpovedania udalostí procesorov Pentium M.

Počet jednotiek ALU (starajú sa o výpočty s celými èíslami) a FPU (èíslo s desatinnou èiarkou) je zatiaľ neodhalený, ale dá sa predpokladať, že bude o niečo vyšší ako u Pentia M, èo znamená hrubý výkon nad úrovnou Athlonov 64 (Pentium 4 ho malo hlboko pod ich úrovnou, dokonca aj pod úrovnou Pentia III). Už to znamená, že z toho budú benefitovať všetky aplikácie. Èo je však ešte lepšie je fakt, že nové procesory budú zvládať 4 microOPs za takt (Athlon 64 len 3). Ako som už vyššie spomenul, microOPS budú dodávané priamo z dekóderov, èo je trik šetriaci čas, ktorý používa Pentium 4.

Nové procesory budú spracovávať viac Out-of-Order inštrukcií (inštrukcie mimo poradia). Pentium 4 ich dokázalo vykonať 126, tento počet bude u nových procesorov zvýšený celkom urèite. Navyše od Pentia M dostane schopnosť ich spájania nazývanú MicroOPs Fusion (spájanie mikroinštrukcií). Procesor ich bude môcť spájať viac a navyše bude schopný nahrádzať vhodné kombinácie inštrukcií už pred ich dekódovaním. Ako to funguje vysvetlím na príklade. Predstavte si, že procesor má spracovať 4 inštrukcie. Ak ich ale dokáže nahradiť menším počtom, napríklad jednou s rovnakým významom, tak to spraví. Uvoľní tým priestor pre dekódovanie ďalších inštrukcií a šetrí sa tým drahocenné nanosekundy.

Procesory dostanú novú technológiu, tzv. Memory Disambiguation (niečo ako odstránenie dvojzmyselnosti urèitých dát v pamäti). Èo má táto technológia znamenať bohužiaľ ešte neviem, ale akonáhle to zistím, updatnem èlánok.

Jadrá budú obsahovať 2 alebo 4 MB zdieľanej vyrovnávajúcej pamäte L2 cache. Zdieľaná cache je v tomto prípade výhodná, pretože procesory budú navrhnuté od základu ako dvojjadrové. Zdieľaná však nebude len L2, ale historicky prvý krát aj L1 cache. To znamená niečo ako jedna pamäť a dva mozgy. Nepotrebujete mať dve pamäte. Stačí vám, keď mozgy dokážu medzi sebou efektívne komunikovať (t. z. tou najrýchlejšou cestou) a deliť sa o prostriedky a dosiahnutie VE¼MI vysokého výkonu nebude len èistá teória. Dáta z pamäte budú do cache dopravované špekulatívne, teda ešte pred tým ako na ne vznikne reálna požiadavka. Doteraz bol tento mechanizmus využívaný na dodávanie dát z pamäte len do L2 cache, ponovom ale budú dopravované aj do L1 cache. Tento špekulatívny výber sa bude ale uskutočňovať len za predpokladu, že cache nebude úplne vyťažená. V opačnom prípade by to spôsobovalo jej preťaženie a pokles výkonu. Viäka tomu bude cache neustále zásobovaná dátami, ktoré si už nájdu využitie.

Oèakávalo sa, že nové procesory budú disponovať integrovaným pamäťovým radiòm, podobne ako Athlony 64. Nestane sa však tak. Naïalej zostane prítomná zbernica FSB, prostredníctvom ktorej procesor komunikuje so systémom. Jej efektívna frekvencia bude zvýšená už od začiatku na 1 066 MHz a neskôr až na 1 333 MHz. Athlony sú v operáciách nároèných na pamäť mimoriadne rýchle práve viäka integrovanému radiòm. Ten im umožňuje extrémne rýchlo pristupovať do pamäte a navyše s malými latenciami. O tom sa nám u Intelu zatiaľ môže len snívať (ale samozrejme, že to nebude až také strašné, ako to možno z týchto slov vyznelo). Šírja sa aj špekulácie, že nové procesory Intelu budú mať takýchto zberníc FSB viac. Nuž, zdá sa mi to trochu pristrojené za vlasy, ale uvidíme.

Spotreba by mala byť podľa slov Intelu jednoducho úžasná. Tak ako Pentium M aj jeho nepriami nasledovníci budú schopný vypínať èi uspávať èasť cache a funkènèe bloky, ktoré sa momentálne nebudú používať. Ich normálny stav je „off“, to znamená, že sa budú zapínať len v prípade potreby. To je na jednej strane ve¼mi pekné, veï procesory s TDP 35W by mali mať v¼ude spotrebu najviac 2 W, ale na strane druhej som si neni istý, èi to neustále vypnanie a zapínanie nebude stáť prive¼a hodinových cyklov.

S najväčšou pravdepodobnosťou sú však moje obavy úplne zbytoènèe. Funkènèe bloky sa asi vypnú naozaj len vtedy, keď to bude potrebné a počas behu aplikácii, ktoré nútia procesor pracovať sa také niečo asi naozaj nestane, takže ostatné dve vety, ktoré som napísal sú vlastne zbytoènèe ?.

## Urèenie

Procesory založené na next-gen architektúre Intelu budú mať úplne rovnaké vlastnosti, budú však optimalizované pre svoje pole pôsobnosti. Takto vzniknú tri rady procesorov. Tie ktoré budú smerovať do desktopov (Conroe), tie ktoré budú smerovať do notebookov (Merom) a tie, ktoré budú urèené pre servery (Woodcrest a Whitefield).

Zatiaž nie je jasné, èi sa doèkáme od¼ahšenej verzie Meromu, nasledovníka Pentia M, èiže nieèoho ako Celeronu M. Oficiálne roadmapy zatiaľ niè ani len nenaznačujú, takže mobilný sektor asi bude vyhradený len pre jeden typ procesoru. Môžeme teda oèakávať, že úlohy toho slabšieho sa zhostí procesor Yonah, èiže vylepšené, tentokrát už dvojjadrové Pentium M. Platforma sa bude v tak prípade Yonahu, ako aj v prípade Meromu nazývať Napa, takže moje predpoklady asi budú správne. Cielové TDP prvých modelov Meromu bude 35W.

V prípade procesorov Conroe už je situácia jasná. Delenie typu Pentium 4 / Celeron asi zostane naďalej, keďže sa budú vyrábať verzie s 2 a 4 MB pamäte cache. Procesory budú naďalej určené do Socketu T, ale zatiaľ nie je isté, či ich súčasné čipové súpravy prijmu. Ak áno, bola by to doslova bomba! Ak nie, budeme musieť pokračovať v Intel-rituále nový procesor, nová doska. V súvislosti s Conroem sa hovorí o TDP 65 W.

V serverovom prostredí bude na výber z procesorov Woodcrest a Celeron. Woodcrest bude obdobou Conroe pre servery, dve jadrá zostávajú, L2 cache sa ale rozšíri na veľkosť 4 MB. Cieľové TDP bude 80W.

Procesory Whitefield budú asi to „najbrutálnejšie“, čo si môžeme predstaviť. Budú quad core (4 jadrá) a budú obsahovať 16 MB (!) pamäte druhej úrovne. Budú jednoznačne určené do viacprocesorových serverových zostáv.

O TDP Intel pochopíte ťažko, i keď je v tom veľký dôvod nevidím. Keby uviedol, že bude mať hodnotu povedzme 150W, tak to by bolo jasné, pre ktorých je určený rozhodne neposadí na zadok. Takýto procesor si nebude kupovať žiadny lajmer do svojej krásnej mašiny, ale človek, či skôr veľká skupina ľudí, alebo v prípade viacprocesorového použitia aj organizácie, ktoré vedia, že ich procesor nájde využitie a bude ich jeho prevádzkovanie stáť omnoho menej, akoby mali prevádzkovať viacero paľravých dvojjadrových procesorov, pretože im v konečnom dôsledku ponúkne vyšší výkon a ak im doteraz nevadilo, že ich dvojjadrový Xeon spotreboval rovnako veľa, nebude im to vadiť ani teraz.

## Záver

Intel si kladie veľké ciele a vyzerá to tak, že keď sa mu podarí ich splniť sa na svet dostane z jeho dielne konečne produkt, ktorý bude konečne pre AMD konkurencie schopný. Tá ale tiež nezaspáva na vavrínoch a jej inžinieri určite veľmi usilovne pracujú na vylepšení súčasných Athlonov 64. Už onedlho budú všetky dvojjadrové a budú obsahovať pamäťový radič typu pamäte DDR2 SDRAM.

V prípade, že budú nové procesory Intelu od procesorov AMD výkonnejšie hoci aj o 10% percent a že Intel nastaví procesorom rozumné ceny, mohlo by to pre AMD znamenať výrazný úder pod pás. Intel totiž neustále vládne trhu (jeho zisk bol ešte pár kvartálov dozadu asi taký vysoký ako celý obrat AMD!) a ten kto má väčšinu môže lepšie presvedčať zákazníkov o kvalite svojich produktov. Ako sa celý súboj vyvinie ale odhalí až čas...