

Ach, ta naše paměť

Výkon paměti v závislosti na množství a časování modulů

PETR MATUŠKA

Tentokrát jsme se rozhodli otestovat v současné době nepoužívanější typy operačních pamětí – konkrétně modely typu DDR400.

Test jsme pojali z pohledu zákazníka, který se tolik nezajímá o možnosti maximálního přetaktování, nýbrž o to, jakou kapacitu paměti si má vybrat, jaké časování zvolit, kolik modulů si s ohledem na DualDDR pořídít a v neposlední řadě – co pro něho bude výhodnější s ohledem na celkový výkon počítače. Vysvětlíme, zda se vyplatí investovat do drahých kvalitních pamětí s časováním CL2, nebo si naopak pořídít o něco pomalejší s časováním CL2,5 nebo dokonce CL3, ovšem za téměř poloviční cenu. Tento test proto berte spíše jako porovnání jednotlivých přírůstků

ků výkonu při použití dražších, rychleji pracujících pamětí oproti levnějším a dostupnějším pamětím a jako ukázkou závislosti celkového výkonu na kapacitě a typu paměti. V testu se sešlo několik pamětí od výrobců Mushkin, Kingmax a Corsair, a to v různých velikostech a časováních.

Trocha historie

Paměti s označením DDR400 jsou v nyní na vrcholu slávy a pomalu se jim na paty začínají dotahovat moduly DDR2. Důležití výrobci čipových sad podporují ve svých nejnovějších sadách paměť DDR400 minimálně několik měsíců a uvádějí stále nové verze s jejich podporou. Někteří ze zmíněných výrobců zvolili pro cestu zvýšení propustnosti pamětí technologii DualDDR, která teoreticky zvyšuje datovou propustnost na dvojnásobek. Jedinou v současné době možnou vol-

ovšem při velmi nízkých hodnotách může docházet k nedokončení předchozí operace s následnými projevy nestability počítače.

Precharge Delay – tato hodnota udává časový úsek vymezující dobu, po kterou může počítač pracovat s jedním adresním řádkem operační paměti. Nejmenší možná hodnota je prostým součtem DRAM RAS# Precharge, DRAM RAS# to CAS# Delay a CAS. Tato vypočtená hodnota ovšem mnohdy nepostačuje, proto se obecně doporučuje nechat si nějakou rezervu, aby nedocházelo ke zbytečným zdržením, a tím ke zpomalení celého systému.

Když už známe základní pojmy, můžeme si říct, co je to adresa a blok paměti. Adresa je navržena soustava řádků a sloupců – Rows a Columns. Při hledání v paměti se nejprve hledá daná adresa řádku. Čas vyhrazený na tuto operaci se označuje jako RAS – Rows Access Strobe. Následuje další čekací doba označovaná jako RAS to CAS Delay, která je vlastně něco jako rezerva pro předchozí děj. Poté je identifikován i sloupec. I zde je rezerva pro dostatečně přesné určení sloupce CAS. Jestliže proběhnou všechny tyto operace v pořádku, přesná adresa datového bloku je jednoznačně určena a může se postoupit k dalšímu zpracování.

Ohledně nastavení všech těchto hodnot buďte velmi opatrní. Při nastavení velmi nízkých hodnot časování je možné, že počítač se nebudě schopen pustit nebo být ve stabilním stavu. Proto vždy nechte nastavení těchto hodnot na výrobcích pamětí a v BIOSu ponechte zatřené vždy kolonky s automatickým nastavením.

rovněž pojmy potřebné k pochopení následujícího odstavce.

CAS – Coloumn Adress Strobe – je hodnota označující počet cyklů procesoru, která určuje zpoždění od zahájení čtení dat z operační paměti až do přijetí požadavku na uvolnění adresy paměťového bloku. Tato prodleva je velmi důležitá při zápisu dat do paměti a při následné přípravě k další operaci. Pro paměti DDR nabízejí dnešní základní desky nastavení 2, 2,5 a 3. Někteří prodejci tuto hodnotu označují v cenících u paměťových modulů jako CLx, kde x znamená počet cyklů nabyvající již zmíněných hodnot.

DRAM RAS# to CAS# Delay – jedná se o hodnotu udávající čas potřebný pro přechod od vyhledávání adresového bloku v řádcích paměti na sloupec. Zde můžeme volit mezi hodnotami 2, 3, 4, 5 a AUTO.

DRAM RAS# Precharge – v principu podobná funkce jako CAS. Rozdíl je zde ten, že hodnota RAS označuje počet cyklů nutných k bezpečnému vykonání a ukončení všech operací s bloky paměti a předání řízení dalším. Rozsah je zde od dvou do pěti s možnostmi automatické volby. Platí zde pravidlo jako pro CAS: čím nižší hodnota, tím budou funkce vykonány dříve,

Testované paměti



Corsair XMS – 256 MB
Tyto paměti jsou vybaveny mohutným chladičem v černé barvě a hrdě se hlásí k nejvýkonnějšímu časování CL2. Dodány byly dva identické kusy, hodí se pro mod DualDDR. Jejich přesné časování je 2-3-3-8, je tedy o něco horší než u konkurenčního modelu paměti Mushkin, ale v reálných testech se tento drobný rozdíl vůbec neprojevil. Tato paměť směřuje jednoznačně do nejvyššího segmentu, čemuž nasvědčuje její provedení i cena.



Corsair XMS – 512 MB
O těchto pamětech lze říci přesně to samé, co platí o předchozím modulu, jen s tím rozdílem, že kapacita jednoho modulu není 256 MB, nýbrž 512 MB. Výkon je opravdu špičkový, ovšem s poměrem cena/výkon je to již slabší.

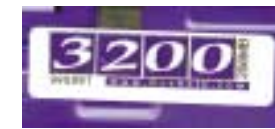


Kingmax – 256 MB
Zástupci tohoto výrobce k nám dorazili dva: prvními byly dva moduly DDR400 s časováním CL2,5, respektive celou řadou časování 2,5-4-4-8. Jsou dodávány bez chladiče a i podle ceny se řadí k střední

výkonnostní třídě. Zajímavostí je jistě jejich zbarvení – není zelené, jak by se očekávalo, ale má temně červenou barvu.



Kingmax – 512 MB
Verze s dvojnásobnou kapacitou má již zelenou barvu, jsou dodávány bez chladiče a časování je stejné jako u předchozího modulu tj. 2,5-4-4-8. I zde byly dodány dva stejné moduly pro využití DualDDR.



Mushkin – 256 MB
Firma Mushkin řadí své paměti do barevných řad, které mají zjednodušovat rozdělení podle časování jednotlivých kusů. Řada Basic zahrnuje základní časování CL3. Konkrétně to je 3-4-4-8. Pomalejší časování se zde již mírně projevilo na poklesu výkonu, to je ale bohatě kompenzováno cenou paměťových modulů. Dodané kusy byly bez chlazení.



Mushkin – 256 MB
Ještě před ukončením testů nám distributor stihl dodat novou sérii pamětí Basic, která se vyznačuje použitím pasivního chladiče,

umístěného na pamětech. Podle vyjádření dovozce se paměti Mushkin nadále budou dodávat již jen s chladiči. Výrobce si rovněž dovolil o něco zrychlit časování, a to na hodnoty 3-3-3-6.



Mushkin – 256 MB
Třetí dvojice pamětí s kapacitou 256 MB směřuje na výkonnostní vrchol. V balení byly obsaženy dvě identické paměti s časováním 2-3-3-6. Bezchybný chod má zaručit pasivní chladič – zde modré barvy.



Mushkin – 512 MB
Třetím zástupcem řady Basic byly dva moduly s kapacitou 512 MB a časováním 2,5-3-3-8. Dodané byly bez chladiče. V přímém porovnání se stejně časovanou konkurencí nebyl rozdíl znát.



Mushkin – 512 MB
Nakonec jsme měli možnost otestovat hi-end verzi pamětí, dodaných od výrobce v dvojbalení zaručujícím naprostou shodu pamětí a tudíž ideální využití pro DualDDR. Časování těchto pamětí bylo 2-3-3-5. Na sobě měly pasivní chladič a byly vyvedeny v modré barvě.

Jak jsme testovali?

První rozhodovací kritérium testu byla volba vhodné platformy. Jelikož jsme chtěli porovnávat výkon i s přispěním DualDDR, rozhodli jsme se pro platformu Intel Pentium 4 – konkrétně pro procesor Intel Pentium 4 s jádrem Prescott, taktovaný na 3,6 GHz, FSB 800 MHz a 1024 kB L2 cache. Základní deska Albatron byla osazena čipsetem Intel i915G s podporou operačních pamětí DDR333 a DDR400, grafická karta byla vložena do PCI Express 16x slotu a obsahovala grafický čip nVidia GeForce-FX 5900 XT s 256 MB paměti. Pro ukládání a čtení dat posloužil pevný disk Seagate ST3120023AS s 8MB cache, připojený přes rozhraní SATA.

Nastavení operačních pamětí jsme ručně nastavili na nejrychlejší 2-3-3-5, střední 2,5-3-3-6 a nejpomalejší 3-4-4-8. Přitom jsme zjistili hodnoty, které detekuje BIOS při nastavení na automatickou detekci. Testy jsme prováděli při třech hodnotách CAS# Latency Time – a to CL2, CL2,5 a CL3. Při tomto nastavení jsme spouštěli testy s různou velikostí operační paměti a zároveň jsme zohlednili ve výsledcích, zda šlo o normální režim práce s pamětí nebo o použití DualDDR technologie, tj. zda byly obsazeny sloty dva. Velikost operační paměti byla od 256 MB do 1 GB, a to takto: 1 x 256 MB, 1 x 512 MB, 1 x 1 024 MB, DualDDR režim 2 x 256 MB a 2 x 512 MB.

Testovaná konfigurace se neměnila a měření jsme prováděli jak v syntetických aplikacích, tak i v reálných aplikacích, převážně hrách. Sledovali jsme výkon celé sestavy. Podrobnější údaje o naměřených hodnotách naleznete v příložené tabulce. Testy byly prováděny na operačním systému Windows XP Professional, kde byly pomocí služby Microsoft Update nainstalovány všechny dostupné záplaty, včetně Service Packu 2. Použity byly rovněž nejnovější ovladače základní desky, grafické karty a ostatních komponent. Konkrétně šlo o Intel INF Update Utility verze 6.0.1.1002, ovladače grafické karty nVidia ForceWare verze 61.77 a ovladače k základní desce stažené od společnosti Albatron. Nastavení kvality bylo ponecháno defaultní, obrazová frekvence byla nastavena na 100 Hz při rozlišení displeje 1 024 x 768, synchronizace byla vypnuta.

Nastavení testovacích programů a her bylo následující: Unreal Tournament 2004 – rozlišení 1 024 x 768 bodů, kvalita zobrazení maximální, počet botů 16, testovaná mapa byla AS-Convoy. Ve hře Doom3 bylo nastavení následující: rozlišení 1 024 x 768, úroveň detailů byla nastavena na vyšší, vypnuto bylo vyhlazování obrazu, jinak ostatní položky byly zapnuté. Testována byla mapa demo1. V ostatních programech bylo použito standardní nastavení.

Teorie a termíny

Obecně je výkon paměťových modulů z větší části ovlivněn pracovními frekvencemi. Tento parametr ovšem není při ovlivňování výkonu jediný. Podílí se na tom i časování pamětí, o kterém se zde rozepíšeme o trochu více, protože to je oblast, ve v níž mnoho lidí nemá až tak úplně jasno.

Nastavení parametrů časování pamětí se děje v BIOSu počítače, kde je skryté pod položkou Advanced Chipset Features či pod položkou podobného názvu, jež se liší podle výrobce BIOSu. Zde bychom měli nalézt položku DRAM Timing Selectable (Settings). Pod ní by se již mělo nacházet menu, které nás v tuto chvíli zajímá. A to konkrétně CAS# Latency Time, DRAM RAS# to CAS# Delay, DRAM RAS# Precharge a Precharge Delay (tRAS).

Nyní se pokusíme přiblížit výše zmíněné pojmy jako jsou CAS a RAS a poodhalit tajemství, které se skrývá za prací paměti. Vysvětlíme si

bou jsou paměti DDR400 pro platformu AMD64, kde v tuto chvíli zatím nejsou uvedeny na trh čipové sady podporující nástupce DDR2. Tento stav by pro AMD měl platit nejméně do poloviny roku 2005, ale není zde vyloučen přechod až na paměti typu DDR3 s vynecháním verze DDR2. Dále najdou DDR400 uplatnění v základních deskách postavených na čipsetu firmy Intel i915, protože ten je ještě také podporuje. Výrobci de-

sek si u i915 ale mohou vybrat, zda zvolí starší generaci pamětí, nebo dají přednost novějším DDR2. Na trhu se také již objevily základní desky s podporou obou těchto pamětí – ne ovšem najednou zapojených. Test jedné takové desky vám přineseme v příštím čísle PC WORLDu. Paměti DDR400 budou mít uplatnění tedy ještě nějaký ten měsíc, v čemž jim pomohou i výrobci čipových sad.

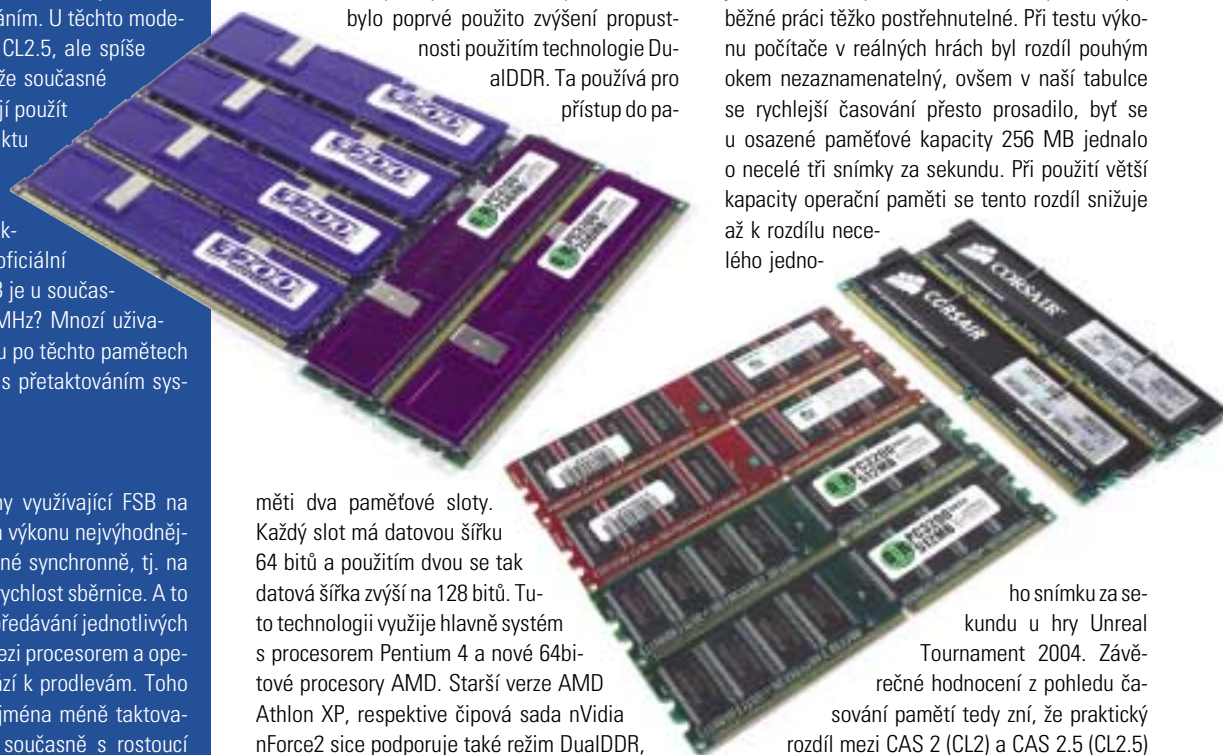
Přetaktování paměti

Proč u mnoha prodejců najdete nejen standardizované paměti DDR266/333/400, ale i rychlejší—DDR433/466/500/533 MHz? Při bližším zkoumání ceníků či jiných nabídek zjistíte, že se tyto paměti neliší jen danou frekvencí, ale i časováním. U těchto modelů je běžné časování CL2.5, ale spíše CL3. To je dáno tím, že současné technologie nedovolují použít při takto vysokém taktu nižší časování paměti. A k čemu se dají použít takto vysoce taktované paměti, když oficiální efektivní podpora FSB je u současných procesorů 400 MHz? Mnozí uživatelé ale přesto sáhnou po těchto pamětech z důvodu, že počítají s přetaktováním systému.

Přetaktování

Pro současné systémy využívající FSB na 400 MHz je z hlediska výkonu nejvýhodnější mít paměti taktované synchronně, tj. na stejné frekvenci jako rychlost sběrnice. A to z toho důvodu, že při předávání jednotlivých datových informací mezi procesorem a operační pamětí nedochází k prodlevám. Toho využívají uživatelé zejména méně taktovaných procesorů, kdy současně s rostoucí FSB se zvyšuje i frekvence paměti. Při dobrém chlazení procesoru je možné dosáhnout hodnot i několik desítek MHz nad oficiální hodnotu FSB. Tyto frekvence by ale klasické paměti DDR400 zcela jistě nezvládly, a proto se používají rychlejší paměti testované a certifikované na vyšší frekvence, aby byla zachována synchronizace mezi frekvencí operační paměti a FSB—a tím byl zvýšen výkon systému.

Předchůdce těchto paměti, tedy DDR333 (PC 2700), se na trhu držely velmi dlouho dobu. Důvodem byla dlouhodobá podpora tohoto formátu zvláště Intelem a neschopnost firem produkcí paměti se shodnout na formátu nástupce—dnešních DDR400, který by mohlo potvrdit sdružení JEDEC (Joint Electronic Device Engineering Council). Jedná se o sdružení, které certifikuje paměťové moduly a vytváří standardy. U DDR333 bylo poprvé použito zvýšení propustnosti použitím technologie DualDDR. Ta používá pro přístup do pa-



měti dva paměťové sloty. Každý slot má datovou šířku 64 bitů a použitím dvou se tak datová šířka zvýší na 128 bitů. Tato technologii využije hlavně systém s procesorem Pentium 4 a nové 64bitové procesory AMD. Starší verze AMD Athlon XP, respektive čipová sada nVidia nForce2 sice podporuje také režim DualDDR, ale výkonnostní přínos je prakticky nulový. Ještě před DDR333 existovaly dva typy DDR paměti—DDR266 a DDR200. Typ DDR200 nebyl příliš rozšířen, velmi brzy byl nahrazen typem DDR266, a to z prostého důvodu—ve své době jak AMD, tak i Intel zvýšili FSB svých procesorů ze 100 MHz na 133 MHz a datový tok přenášený DDR200 prostě a jednoduše přestal stačit. V již vzdálené minulosti pak tuto planetu s úspěchem obývaly paměti SDRAM s rychlostmi 66/100/133 MHz a ještě předtím to by paměti typů SIMM a EDO SIMM.

Závěrečné hodnocení

Začneme nejprve z pohledu časování paměti: zde se rychlejší časování projevuje nejvíce v syntetických testech, ať se jedná o prosté měření přenosové rychlosti v programu AIDA32 nebo SiSoft Sandra nebo v testech simulujících reálné aplikace, zde zastoupených firmou Futuremark a jejími produkty PCMark04 a 3Dmark 03. Rozdíly to jsou to ovšem opravdu drobné, až nepatrné a při běžné práci těžko postřehnutelné. Při testu výkonu počítače v reálných hrách byl rozdíl pouhým okem nezaznamatelný, ovšem v naší tabulce se rychlejší časování přesto prosadilo, byť se u osazené paměťové kapacity 256 MB jednalo o necelé tři snímky za sekundu. Při použití větší kapacity operační paměti se tento rozdíl snižuje až k rozdílu necelého jedno-

ho snímku za sekundu u hry Unreal Tournament 2004. Závěrečné hodnocení z pohledu časování paměti tedy zní, že praktický rozdíl mezi CAS 2 (CL2) a CAS 2.5 (CL2.5) je v praxi nepostřehnutelný. Časování CL3 již v některých okamžicích dosti výrazně zaostávalo za předchozí dvojicí hlavně v propustnosti celého systému. Naše doporučení se proto zde zaměří na CAS 2 a CAS 2.5. V případě, že nehodláte své paměti dále zatěžovat zvyšováním frekvencí—přetaktováním—jednoznačně se vyplatí pořídit si paměti s časováním CL2.5, protože rozdíl mezi výkonností CL2 a CL2.5 nenahrazuje finanční prostředky vložené do nákupu dražších a rychleji časovaných paměti. Jiná situace ovšem nastane

Chlazení paměti

V počítači se musí chladit mnoho věcí—procesor, grafická karta, čipset na základní desce, postupně se přidávají chlazení pevných disků a v neposlední řadě i chlazení operačních paměti.

Odvod tepla se na paměťových modulech realizuje přes pasivní chladiče, které jsou umístěné po obou stranách paměti. Rozdíl může dosáhnout v nepříliš dobře větrané skříni až deseti stupňů Celsia, a to může mít za následek nestabilitu systému projevující se několika způsoby. Nejlepší forma se projevuje velmi výrazným zpomalením systému, protože výpadky dat způsobené přehřátím paměťových čipů stihne systém znovu doplnit a načíst z pevného disku nebo jiného paměťového média. Střední forma se

obvykle projevuje náhodnými výpadky systému. Mezi ně se řadí nenáviděné náhodné restarty v nejnepříhodnější dobu—deset minut před odezdáním důležitého úkolu nebo semestrální práce a podobně. Pak se může objevit i známá obrazovka smrti Windows, tzv. Blue-screen. Mnohdy u počítačů s těmito symptomy stačí zlepšit odvětrávání a chlazení celého systému. V nejhorším případě však může dojít až k fyzickému poškození paměti. To může vést k znehodnocení celého paměťového modulu a následně finanční ztrátě. Chlazení paměťových modulů, které nejsou opatřeny pasivními chladiči, ovšem můžeme zajistit také, a to zajištěním správného průchodu vzduchu okolo paměťových modulů. K tomu pomohou i externí chladiče strategicky rozmístěné ve skříni počítače a úprava datových kabelů tak, aby nepřekážely cirkulaci vzduchu.

v případě, že hodláte svůj systém přetaktovat. Ve většině případů se tak bude dít pomocí zvýšení FSB a tím následně i zvýšením frekvence operačních paměti, aby zůstaly v synchronním módu spolu s Front Side Busem. Zde se vám bude hodit prostor, který nabízí rychlé časování, a budete se moci pustit do postupného snižování časování na úkor zvýšení frekvence paměti.

Z pohledu velikosti operační paměti je třeba zdůraznit, že testy v tomto případě nejsou schopny dostatečně přesně zaznamenat rozdíl v běhu celého systému při osazení 256 MB a 512 MB operační paměti. Oproti osazenému 1 GB probíhalo nabíhání operačního systému, programů i testů u obou nižších kapacit zřetelně déle. Jak testy dopadly, najdete v tabulce. Při hrách je znát patrný rozdíl ve výrazně nižším výkonu počítače při osazení 256 MB, kde se například u Doom 3 pohybuje výkonnostní propad při časování CL3 oproti větší kapacitě v řádu celých osmi snímků za sekundu. Ovšem již při 512 MB a výše jsou rozdíly minimální. Obecně lze říci, že pořizovat si 256 MB nemá v dnešní době smysl, počítáte-li s využitím počítače i na jiné úlohy než kancelář-

ské aplikace. Rozdíl se projevuje jak ve hrách, tak třeba i v možnosti rychlejšího a plynulejšího střihu domácího videa. Konkrétní doporučení v této kategorii vyneseme až po zvážení třetí možnosti, kterou je použití režimu DualDDR.

Snad v jediné naší sledované kategorii lze jednoznačně doporučit způsob obsazení paměti počítače. Jedná se o mod DualDDR, který výrazně zvyšuje datovou propustnost paměti i celého systému. Razantní zvýšení je znát ve všech časováních i celkové kapacitě 512 MB nebo 1 024 MB. Zvýšení je opět znát hlavně v syntetických testech, kde nárůst činil až jednu třetinu přenosové rychlosti. V reálných aplikacích a hrách není tento nárůst tak viditelný, ale i přesto dostanete z počítače nějaký ten snímek navíc. A co hlavně—aplikace se načítají rychleji. Celkové hodnocení lze tedy podat takto: pro běžného uživatele bychom doporučili nákup jednoho modulu 512 MB s tím, že v nejbližší možné době bude moci rozšířit o druhý modul a uvést tak v činnost mód DualDDR, ideálně však doporučujeme pořídit si rovnou dva moduly s kapacitou 512 MB. V dnešní době se již rozhodně nevyplatí kupovat si 2 × 256 MB, se kterými sice poběží všechno, ale z výhledem do budoucna je lepší pořídit si jeden 512 MB modul kvůli pozdějšímu upgrade.

Jak vidíte, výkon počítače je nyní ovlivňován především výkonem procesoru a grafického subsystému. Peníze ušetřené za paměti tedy investujte spíše do výkonné grafické karty.

Co to je DDR?

Přesné označení je DDR SDRAM, číslo označuje efektivní frekvenci paměti. Zkratka DDR je složená ze slov Double Data Rate. Ta označuje, že data jsou přenášena oproti starším typům dvojnásobně rychle, a to jak při náběhu hrany, tak i při jejím sestupu.

PAMĚTI	SiSoft Sandra Memory (MB/s)	SiSoft Sandra Memory (MB/s)	SiSoft Sandra Chipset a Memory (MB/s)	Aida Read (MB/s)	Aida Write (MB/s)	PCMark04 (body)	3DMark03 (body)	Aquamark3D (body)	Unreal2004 (snímky/s)	Doom3 (snímky/s)	Cena vč. DPH (Kč)	K testu zapůjčil
Corsair 1 × 256 MB CL2	2 962	2 962	9 667	3 052	1 237	4 991	4 784	33,95	38,19	23,60	2 650	LEVI International
Kingmax 1 × 256 MB CL2.5	2 912	2 910	8 995	3 041	1 236	4 568	4 751	33,63	37,07	22,70	1 540	LEVI International
Mushkin 1 × 256 MB CL3	2 885	2 889	8 455	3 028	1 234	4 214	4 690	33,22	35,40	20,40	1 500	FOX Computers
Corsair 1 × 512 MB CL2	2 952	2 956	9 485	3 033	1 277	4 993	4 790	33,97	43,59	28,00	4 575	LEVI International
Kingmax 1 × 512 MB CL 2.5	2 939	2 937	9 478	3 021	1 259	4 982	4 787	33,94	43,20	27,80	3 005	LEVI International
Mushkin 1 × 512 MB CL3	2 909	2 919	9 464	2 999	1 234	4 977	4 781	33,89	42,50	27,50	2 960	FOX Computers
Mushkin 2 × 256 MB CL2 DualDDR	4 669	4 665	11 120	5 188	1 917	5 165	4 830	34,15	44,62	28,00	4 735	FOX Computers
Kingmax 2 × 256 MB CL2.5 DualDDR	4 623	4 618	10 978	5 101	1 882	5 149	4 821	34,12	43,88	28,00	3 080	LEVI International
Mushkin 2 × 256 MB CL3 DualDDR	4 554	4 541	10 687	4 982	1 794	5 119	4 808	34,08	42,01	28,00	2 998	FOX Computers
Mushkin 1 × 1024 MB CL2	2 940	2 940	9 551	3 025	1 301	5 033	4 793	33,97	46,24	28,10	11 725	FOX Computers
Mushkin 1 × 1024 MB CL2.5	2 938	2 940	9 539	3 020	1 294	5 027	4 797	33,98	45,99	28,10	10 730	FOX Computers
Mushkin 1 × 1024 MB CL3	2 917	2 917	9 465	2 983	1 259	5 009	4 791	33,93	45,28	28,10	10 060	FOX Computers
Mushkin 2 × 512 MB CL2 DualDDR	4 597	4 607	11 276	5 205	2 025	5 200	4 839	34,16	47,35	28,50	7 655	FOX Computers
Kingmax 2 × 512 MB CL2.5 DualDDR	4 568	4 581	11 232	5 087	2 005	5 166	4 831	34,13	47,31	28,30	6 000	LEVI International
Mushkin 2 × 512 MB CL3 DualDDR	4 532	4 534	10 713	5 023	1 873	5 143	4 824	34,08	46,64	28,10	5 920	FOX Computers

A K C E



+ zdarma CD Jiřiny Bohdalové

ke každému zařízení ASUS

a WELL od JOYCE

(WIFI, ADSL, ISDN za příplatku)

Platí od 11. října do konce roku

(nebo do vyčerpání zásob)

Pro prodejce zajišťováno motivací -
registrované na www.joyce.cz

WI-FI

ASUS



Široké portfolio
• klientů
• Access Pointů
• Routerů

ADSL

ASUS Well

• ADSL modemy a routery, vč. bezdrátových
• Služby ADSL: zřizování linek, poradenství

WIFI distributor: 100Mega Alphas IT Computers d/syston
WIFI distributor: Agn Computers BOS, EUROHEM, Libra

JOYCE
OVĚŘENÝM DODAVATELEM KOMUNIKAČNÍCH
ZDROJŮMÁK, ASUS, SAMSUNG A WELL DO ČR A SR

Hlavní sídlo: 8 815 00 Brno ☎ 420 573 23 31 90 joyce@joyce.cz

www.joyce.cz