

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informačních technologií

Principy a testování parametrů SSD disků

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Čechlovský
Studijní obor: Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: Mgr. Josef Horálek, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 17. srpna 2015

Tomáš Čechlovský

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Josef Horálek, Ph.D. za metodické vedení práce, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Anotace

Tato bakalářská práce pojednává o SSD discích a jejich parametrech. Teoretická část je rozdělena na dvě kapitoly. V první z nich je provedeno vyhodnocení dotazníkového šetření formalizovaného dotazníku o použití SSD u uživatelů jak v zaměstnání, tak v domácnosti. Druhá část dotazníku je zaměřena na testování dvou disků HDD a dvou disků SSD na jedné počítačové sestavě a následné jejich porovnání. Bakalářská práce je doplněna o grafy a tabulky, které znázorňují odpovědi na otázky z dotazníku.

Annotation

This bachelor thesis discusses SSD and their parameters. The theoretical part is divided into two chapters. In the first one is an evaluation of a questionnaire construction about the use of SSD for users at work and at home. The second part of the questionnaire focuses on the testing of two discs HDDs and two SSDs on a PC and their following comparing. Bachelor thesis is complemented by graphs and tables that show the answers to the questionnaire.

Seznam obrázků

Obrázek 1: ADATA SP900 64GB, ASP900S3-64GM-C11	11
Obrázek 2: ADATA Pro SP900 256GB, ASP900S3-256GM-C	11
Obrázek 3: Zápis stránek do bloků	12
Obrázek 4: Uložení bloků na SSD	13
Obrázek 5: Vytvoření souboru 1234.txt	14
Obrázek 6: Soubor 1234.txt v bloku	14
Obrázek 7: Upravený soubor 1234.txt	15
Obrázek 8: Schéma	16
Obrázek 9: Architektura SSD	21
Obrázek 10: Samsung SSD 840 Pro (512 GB).....	21
Obrázek 11: Architektura SSD.....	22
Obrázek 12: Micron P420m Enterprise PCIe (1,4 TB).....	22
Obrázek 13: Kontrola funkčnosti TRIM	24
Obrázek 14: Pohlaví.....	32
Obrázek 15: Věk respondentů podle pohlaví	33
Obrázek 16: Vzdělání respondentů	34
Obrázek 17: Povědomí o SSD podle úrovně znalosti práce na PC	34
Obrázek 18: Jaký typ pevného disku využívají uživatelé ve svém PC	35
Obrázek 19: Využití PC v zaměstnání	36
Obrázek 20: Využití PC pracujících v zaměstnání.....	36
Obrázek 21: Využití SSD na PC v zaměstnání	36
Obrázek 22: Využití SSD v PC v domácnosti.....	37
Obrázek 23: Velikost SSD v PC uživatelů.....	37
Obrázek 24: Nejčastěji používané značky SSD	37
Obrázek 25: Spokojenost uživatelů s SSD.....	38
Obrázek 26: Průměrná denní doba práce na PC v závislosti na použití SSD.....	38
Obrázek 27: Instalace Windows 7.....	41
Obrázek 28: Instalace ovladačů z DVD	42
Obrázek 29: Porovnání startu Windows 7 u HDD	44
Obrázek 30: Porovnání startu Windows 7 u SSD	44
Obrázek 31: Start Windows 7 a 10 na SSD a HDD	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání cen SSD	10
Tabulka 2: Instalace Windows 7	41
Tabulka 3: Instalace ovladačů z DVD.....	41
Tabulka 4: Start systému Windows 7.....	42
Tabulka 5: Instalace Microsoft Office 2007.....	43
Tabulka 6: Start systému Windows 7 včetně programů.....	43
Tabulka 7: Start Windows 10.....	45
Tabulka 8: Benchmark – Seagate Momentus 500GB	47
Tabulka 9: Benchmark – Hitachi Travelstar 320GB.....	47
Tabulka 10: Benchmark – SSD Intel 240GB	48
Tabulka 11: Benchmark – SSD Samsung 840 EVO 120GB.....	49

Seznam příloh

Příloha 1: Dotazník	54
---------------------------	----

Obsah

1 Úvod	8
2 SSD	9
2.1 Historie.....	9
2.2 Současnost	10
3 Složení a princip	12
3.1 Jak funguje zápis na SSD.....	13
3.2 Architektura	15
3.3 FLASH paměti	16
3.3.1 Princip zápisu a čtení.....	16
3.4 Typy pamětí FLASH	17
3.4.1 Zapojení paměťových buněk typu NOR	17
3.4.2 Zapojení paměťových buněk typu NAND	18
3.4.3 Typy buněk v současné době.....	19
3.5 NAND - strany a bloky	19
3.6 Organizace SSD.....	21
3.6.1 Parametry (kapacita, spolehlivost, rozhraní, rychlost)	23
4 Operační systém a SSD	24
4.1 Příkaz TRIM	24
4.1.1 Možné problémy s mazáním a nemazáním dat	24
4.1.2 Zajištění rovnoměrného opotřebení buněk	25
4.2 Optimalizace Windows 7.....	25
4.3 Výhody SSD	27
4.4 Nevýhody SSD	28
5 Aplikace pro práci s SSD	30
6 Analýza a vyhodnocení dotazníkového šetření	32
6.1 Identifikace respondentů.....	32

6.2	Analýza využívání SSD	34
7	Testování parametrů SSD a HDD	39
7.1	Disky k testování	39
7.2	Testovací sestava (notebook)	40
7.3	Testování disků	40
8	Shrnutí výsledků a závěr	50
9	Zdroje literatury	51
10	Přílohy	54
11	Oskenované zadání práce	57

1 Úvod

Většina uživatelů při využívání počítače řeší rychlost, jak počítač pracuje rychle. V teoretické části práce je uvedena historie SSD, až po současnost. Další rozsáhlá kapitola o SSD pojednává o složení a principech fungování SSD disku. Zde je rozebrána architektura SSD, FLASH paměti a parametry (kapacita, spolehlivost, rozhraní a rychlost). Aby nainstalované SSD bylo efektivní, je třeba ho správně používat, a proto je tomu věnována další kapitola, kde je probráno, jak správně optimalizovat operační systém pro správný a efektivní chod počítače (příkaz TRIM).

Praktická část je složena ze dvou částí. Prvním cílem praktické části je zjištění, jak uživatelé využívají SSD disk, a to prostřednictvím průzkumu, ve kterém jsou osloveni pomocí formalizovaného dotazníku a následně jeho vyhodnocení prostřednictvím moderních informačních a komunikačních technologií. Záměrem dotazníkového šetření je také zjištění, zda uživatelů vůbec vědí o existenci SSD disku a jeho praktických vlastnostech.

Druhým cílem praktické části je testování parametrů čtyř vybraných pevných disků a následné porovnání pomocí přehledných tabulek a grafů. Budou vybrány dva pevné klasické plotnové disky a dva disky SSD. U těchto vybraných disků bude provedeno testování na jedné sestavě. U každého disku bude provedeno měření, jak rychle se nainstaluje operační systém. Pro testování byl vybrán operační systém Windows 7 a Windows 10. Jelikož dnes skoro každý využívá počítač, je testováno, jak rychle je možno počítač používat po zapnutí. Tento čas bude měřen na každém disku a porovnán s ostatními.

Bakalářská práce si stanovuje 2 výchozí hypotézy:

Hypotéza 1 – Polovina dotázaných uživatelů ví o existenci SSD disků.

Hypotéza 2 – Rychlost SSD disku je výrazně rychlejší než klasického HDD

2 SSD

Solid-state-drive (SSD) je zařízení pro ukládání dat pro Váš počítač. V každodenním používání poskytuje stejnou funkcionalitu jako tradiční pevný disk (HDD), který byl využíván pro ukládání dat do počítače po mnoha let. Přidáním solid-state drive (SSD) k počítači je prostě nejlepší aktualizace k dispozici, schopné urychlení počítače způsoby, které se dosud považovali za nemožné. Výběr správného SSD se může zdát všem velmi jednoduchý, ale proces vybírání může být velmi složitý. Na trhu je k dispozici ohromující počet značek, které SSD nabízí. Všechny SSD jsou rychlé a vždy pocítíte velký upgrade z klasického pevného disku (Adam, 2014).

2.1 Historie

I přesto, že někteří lidé si myslí, že SSD je aktuální novinkou, tak to není pravda. Jedno z prvních použití flash disků sahá do sedmdesátých let, kdy Amdahl a Vray ze společnosti IBM začínají s tímto druhem paměti. Vzhledem k neúměrné ceně se flash nedočkal většího rozšíření. SSD paměti, jak je známe dnes, se poprvé objevili až v roce 1978, které uvedla společnost Texas Memory. Jednalo se o 16kB RAM SSD, které sloužili pro ropné společnosti z důvodu velké odolnosti proti vysokým teplotám a otřesům. První RAM čip s vlastním řadičem, který napodobil pevný disk, představila společnost Santa Clara BatRam 1MB DIP (Dual In-line Package). Balení obsahovalo dobíjecí baterii, která uchovávala obsah paměti, kdy paměť nebyla napájena systémem. V roce 1983 Sharp PC-5000 s velikostí 128kB používá technologii paměťových bublin. Paměťové bubliny se jim říká podle tvaru tenké vrstvy magneticky citlivého materiálu, který obsahuje malé oblasti, známé jako bubliny nebo domény. V roce 1987 se u minipočítačů EMC Corporation používá SSD. Jelikož pevné disky byly drahé a disketové mechaniky pomalé, tak RAM paměti byli populární jako zaváděcí média. Několik počítačových systémů, například Amiga či Apple s počítačem Maxintosh Portable, jich využívá coby bootovací paměť (Veselík, 2010).

Nedávná historie

V roce 1995 společnost M-Systems představila SSD založený na technologii flash. Od této doby byly SSD úspěšně používány jako náhrady pevných disků armádou a leteckým průmyslem, podobně jako v jiných vysoce náročných provozech. Tyto provozy mají vysoké požadavky na MTBF, což lze popsat jako střední dobu mezi poruchami nebo výpadky systému. V roce 2008 bylo odstartováno používání SSD v levnějších netboocích.

V notebookových výrobcích SSD začali používat o rok později. Na veletrhu CeBIT 2009 demonstruje OCZ 1TB SSD Flash s PCIe rozhraním. Čtení u tohoto disku dosahuje maximální rychlosti 712 MB/s a zápis 654 MB/s (ExtraHardware.cz, 2010).

2.2 Současnost

Na dnešním trhu lze zakoupit SSD s velikostí použitelnou pro hlavní disk v počítači. Velká síla SSD je v rychlém sekvenčním zápisu a čtení, a proto jsou velmi vhodné jako systémové disky. Na trhu je dostupný SSD s kapacitou 8TB. Jedná se o disk SSD Foremay ve standardním formátu 2,5" formátu. Tento model není určený pro běžné spotřebitele, ale nýbrž pro speciální využití. Využívá se pro úložiště průmyslová, vojenská a další náročnější nasazení. Nejedná se o první 8TB disk. Existuje ještě od dvou výrobců: Seagate a Hitachi. Tyto výrobci ale mají zařízení ve formátu 3,5", kdežto SSD Foremay se vejde do notebookového formátu. Cena 20 000 za tento disk není vůbec vysoko nastavená (Olšan, 2014).

Porovnání cen SSD u vybraných internetových obchodů

Cena za 64GB je v průměru okolo 1 300 Kč, což umožňuje používání i běžným uživatelům. Disky s kapacitou 120GB lze zakoupit v průměrné hodnotě 2 100 Kč. Dostupné jsou i objemnější disky, a to 240Gb (průměrná cena disku je 2 600 Kč) nebo 256 GB, kde cena je aktuálně nastavena okolo 2 800 Kč (Heureka.cz, 2015).

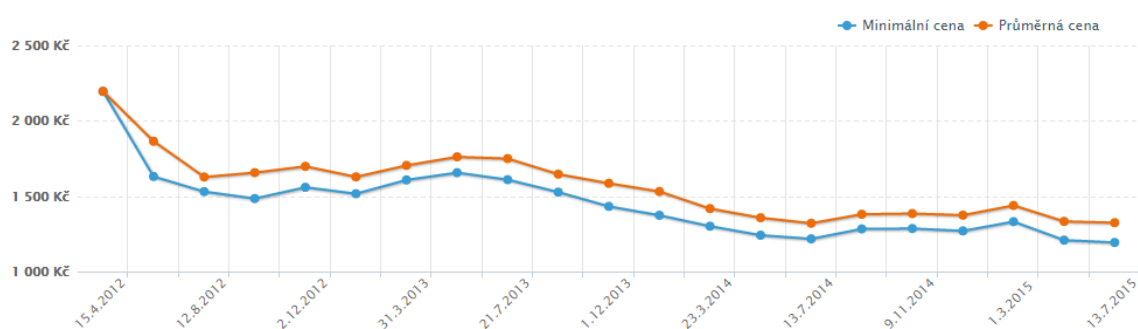
Název disku	Obchod (CZC)	Obchod (TSBohemia)	Obchod (ITAGE)
<i>ADATA SP900 64GB, 2,5"</i>	1 361 Kč	1 311 Kč	1 332 Kč
<i>Kingston HyperX 3K 120GB, 2,5"</i>	2 171 Kč	2 120 Kč	2 206 Kč
<i>Kingston SSDNow V300 240GB, 2,5"</i>	2 607 Kč	2 549 Kč	2 581 Kč
<i>ADATA Pro SP900 256GB</i>	2 869 Kč	2 837 Kč	2 785 Kč

Tabulka 1: Porovnání cen SSD

Vývoj cen SSD

Cena SSD neustále klesá. Pro ukázkou byly vybrány dva disky a porovnán jejich vývoj cen od roku 2012 do současnosti. Z následujícího grafu lze vyčíst, že disk o velikosti 64GB v dubnu 2012 se dal pořídit za 2 200 Kč a disk o velikosti 256GB za 7 000 Kč. Dnešní disky stejného typu a velikosti lze zakoupit za 1 300 Kč (64GB) a 3 000 Kč (256GB) (Heureka.cz, 2015).

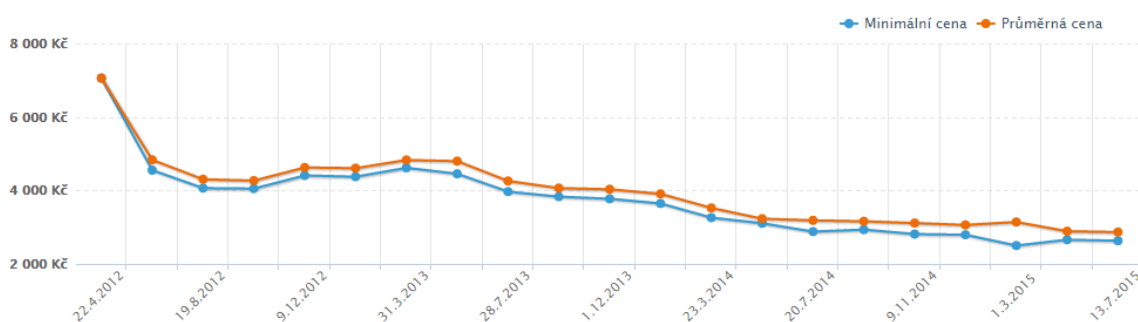
Vývoj ceny **ADATA SP900 64GB, ASP900S3-64GM-C**



Obrázek 1: ADATA SP900 64GB, ASP900S3-64GM-C

Zdroj: heureka.cz

Vývoj ceny **ADATA Pro SP900 256GB, ASP900S3-256GM-C**

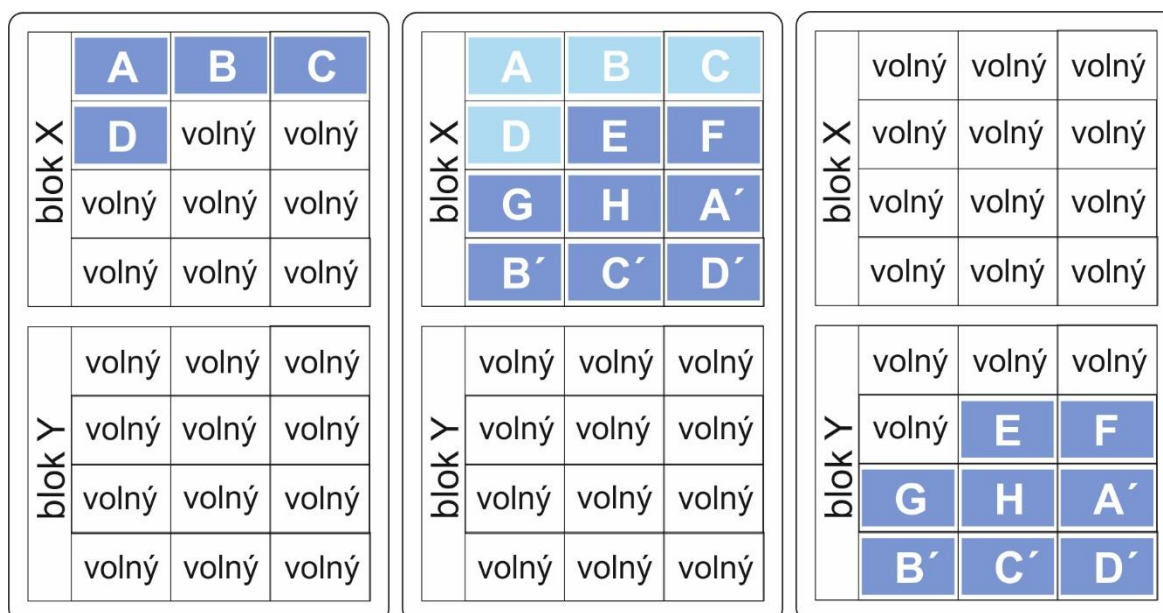


Obrázek 2: ADATA Pro SP900 256GB, ASP900S3-256GM-C

Zdroj: heureka.cz

3 Složení a princip

SSD (nebo-li solid-state drive) jsou typy paměťového média, který neobsahuje žádné pohyblivé součásti. Díky tomu, že emulují rozhraní SATA nebo ATA používané pevnými disky klasické konstrukce se pokládají za jejich přirozené nástupce. Pro uložení dat používají nevolatelní elektricky programovatelné paměti typu flash. Tyto paměti jsou vnitřně organizované po blocích a každý blok lze programovat zvlášť. Vzhledem k vlastnostem FLASH paměti nesmějí být přepsány, jak je to možné u klasického disku. Pokud leží v bloku, do kterého se má uložit nějaká nová informace předchozí informace, musí se tato informace z bloku přečíst, blok se musí modifikovat v mezipaměti disku, poté smazat a následně lze novou informaci do bloku uložit.



Obrázek 3: Zápis stránek do bloků

Zdroj: vlastní zpracování

V levé části obrázku číslo 3 lze vidět 4 stránky (A-D), které jsou zapsány do bloku (X). Jednotlivé stránky mohou být zapsány kdykoliv v případě, že jsou v současné době volné. Na prostředním schématu jsou vidět 4 nové stránky (E-H) a čtyři náhradní stránky (A'-D'), které jsou zapsány do bloku. Původní stránky (A-D) jsou nyní neplatné, nemohou být přepsány, dokud není celý blok vymazán. Aby bylo možné zapisovat na stránky se starými daty (A-D), všechny platné stránky (E-H & A'-D') jsou čteny a zapisovány do nového bloku (Y) a potom je starý blok (X) vymazán (Thatcher, 2009).

3.1 Jak funguje zápis na SSD

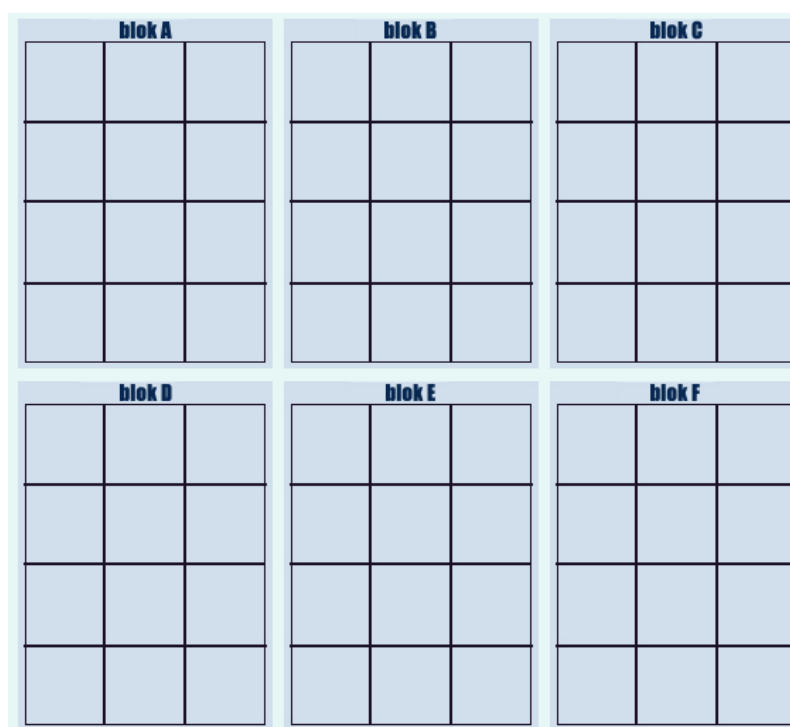
SSD vychází z řídicího čipu a NAND hradel. Jedná se o desky z křemíku, kterou tvoří buňky. Tyto buňky ukládají napětí umožňující zapnutí nebo vypnutí stavu (1 nebo 0), což umožňuje ukládání dat v binární formě.

Zápis na SSD

Čtení ze SSD je jednoduché, zápis je složitější. V této části bude ukázáno, jak probíhá zápis na SSD, na kterém není nainstalován operační systém. Jedná se o nový disk, který je nainstalován jako další disk.

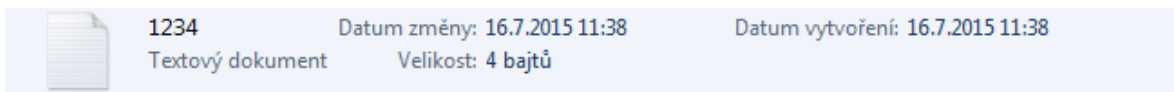
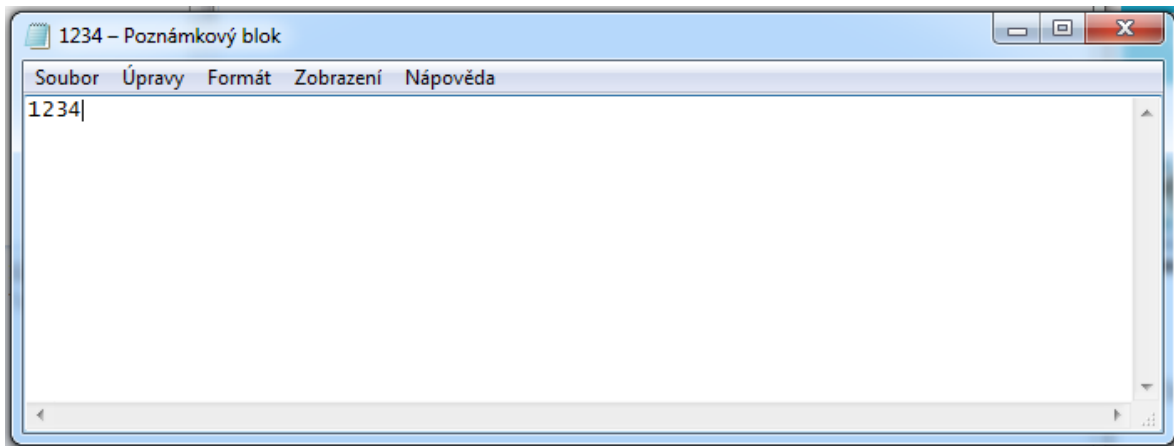
Úložiště je rozděleno do bloků, které mohou ukládat stránky. Stránky jsou tvořeny z několika sousedních buněk na NAND hradlech. Bloky obsahují stránky, a počet bloků je určen velikostí SSD. Stránky mají ve skutečnosti velikost 4 kB a zapisovatelné bloky jsou vyrobeny z 64 stran. Data jsou smazána v 256 kB velikostí bloků.

Pro ilustraci na obrázku číslo 4 byly zmenšeny bloky do 12 stran, a každá stránka je zobrazena jako 1 bajt.



Obrázek 4: Uložení bloků na SSD

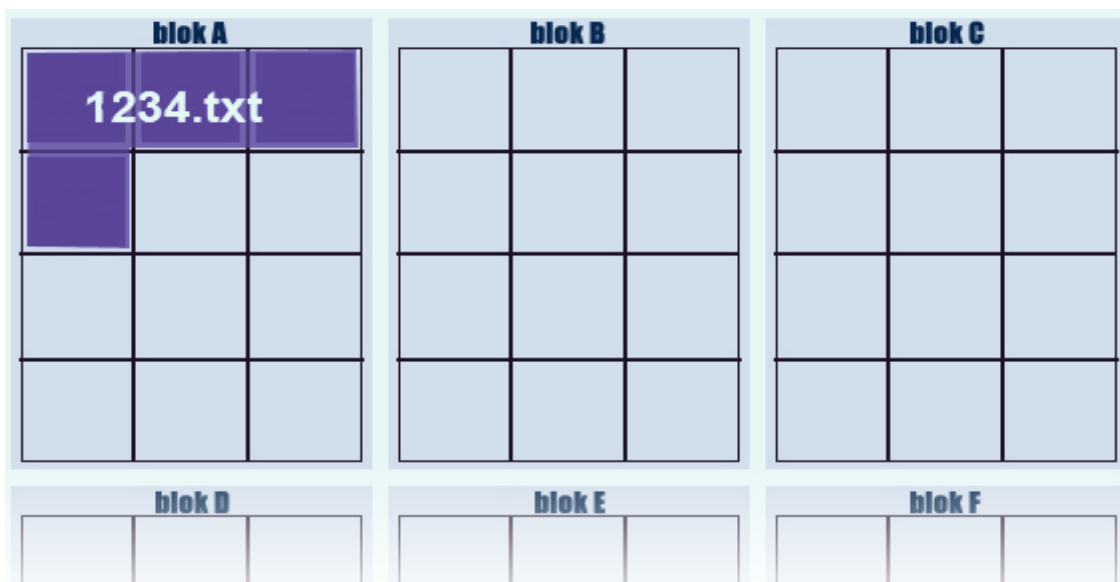
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 5: Vytvoření souboru 1234.txt

Zdroj: vlastní zpracování

Na novém SSD byl vytvořen soubor v poznámkovém bloku. Do tohoto souboru byl napsán text „1234“ (viz obrázek číslo 5) a poté uložen pod jménem „1234.txt“. Uložený soubor má velikost 4 bajty. Řekněme, že náš 4 bajtový soubor tvoří 1 strana na bajt. Musíme proto psát do 4 stránek na SSD pro uložení našeho souboru 1234.txt obsahující text 1234.



Obrázek 6: Soubor 1234.txt v bloku

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 6 lze vidět, jak se v prvním bloku vytvořil soubor 1234.txt o velikosti 4 bajty. Pokud do původního souboru 1234.txt přidáme do textu čísla 5678, takže soubor bude vypadat „12345678“. Protože jsme uložili přes originální soubor na disku, je tu trochu práce s vytvořením nové verze souboru. Po uložení upraveného souboru bude mít velikost 8 bajtů. Na obrázku číslo 7 je vidět, že stará data již nejsou relevantní. SSD vymazávají pouze celé bloky dat – nemohou mazat pouze stránky. Vymazat stará data je potřeba znovu zapsat platné údaje v bloku A na blok B a vymazat celý blok A.



Obrázek 7: Upravený soubor 1234.txt

Zdroj: vlastní zpracování

Tímto způsobem bylo ukázáno, jak SSD zapisuje data. Jak to dělá na 4KB velkých stránkách (pro zjednodušení bylo ukázáno na 1 bajtu). Každá buňka má omezený počet zápisu, než se stane nespolehlivá. U SLC (Single-level cell) se toto číslo uvádí v rozmezí 50 000 – 100 000. U MLC (Multi-level cell) je typicky mezi 3 000 – 5 000.

Čištění bloků je označováno jako Garbage Collection a díky tomu udržuje výkonnost SSD na vrcholu (Probins, 2012).

3.2 Architektura

SSD obsahují řadu NAND hradel. Flash paměť je elektricky programovatelná (neboli zapisovatelná) paměť s libovolným přístupem. Paměť je vnitřně organizována po blocích a na rozdíl od paměti typu EEPROM lze plnit informacemi (programovat) každý blok samostatně (obsah ostatních bloků je zachován). Paměť se používá jako paměť typu ROM (SSD, 2015).

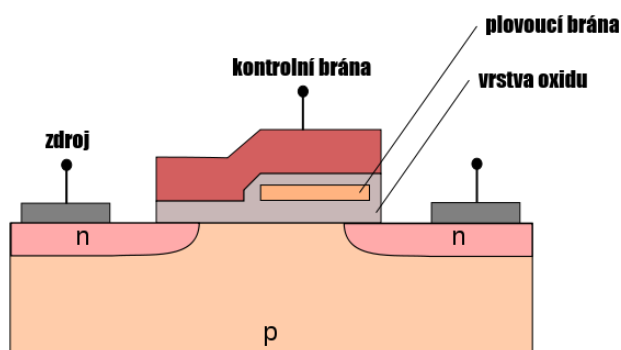
3.3 FLASH paměti

Flash paměti nebo flash RAM je druh trvalého polovodičového zařízení, kde uložená data existují dokonce, když paměťové zařízení není elektricky napájeno. Jedná se o vylepšenou verzi elektricky vymazatelnou programovatelnou paměť pouze pro čtení (EEPROM). FLASH paměti mažou nebo zapisují data po celých blocích, což je velmi rychlá paměť oproti EEPROM (Herald, 2014).

3.3.1 Princip zápisu a čtení

Data jsou ukládána v poli unipolárních tranzistorů s plovoucími hradly, zvaných „buňky“, každá z nich obvykle uchovává 1 bit (SLC) nebo dnes 3 bity a více (MLC) informace. Oba typy se stále používají. SLC čipy nabízí větší stabilitu informací a rychlost zápisu, kdežto MLC zase větší hustotu informací a nižší cenu. Jedno hradlo je ovládací (CG – kontrolní brána), druhé je plovoucí (FG – plovoucí brána), izolované od okolí vrstvou oxidu. Protože je FG izolované, všechny elektrony na něj přivedené jsou zde „uvězněny“. Tím je uložena informace. Když jsou na FG elektrony, modifikují (částečně ruší) elektrické pole přicházející z CG, což modifikuje prahové napětí (U_t) buňky. Buňka je čtená umístěním určitého elektrického napětí na CG, elektrický proud tranzistorem pak buď teče, nebo neteče,

a to v závislosti na U_t buňky, které je závislé na počtu elektronů na FG. Tato přítomnost nebo nepřítomnost elektrického proudu je přeložena na 1 a 0, představující uložená data. Flash buňka je naprogramovaná (nastavená na specifickou hodnotu) spuštěním toku elektronů ze zdroje do odvodu. Přivedení velkého napětí na CG pak poskytne dostatečně



Obrázek 8: Schéma

Zdroj: vlastní zpracování

silné elektrické pole pro jejich vysátí na FG. Pro vymazání flash buňky je velký napěťový rozdíl přiveden mezi CG a zdroj, což odvede elektrony pryč skrz kvantový tunel. Současné flash paměti jsou rozdělené do vymazatelných částí nazývaných buď bloky, nebo sektory. Všechny paměťové buňky v

rámci jednoho bloku musí být vymazány současně (Hutchinson, 2012).

3.4 Typy pamětí FLASH

Dva hlavní typy flash paměti jsou typu NOR & NAND. Intel je první společností, která představila v roce 1988 komerční (NOR typ) paměťový čip a Toshiba v roce 1989 vydala první světový NAND (Herald, 2014).

3.4.1 Zapojení paměťových buněk typu NOR

První mžikové paměti používaly strukturu, která byla později nazvána NOR, protože svým tvůrcům připomínala zapojení hradla typu NOR sestaveného z unipolárních tranzistorů. Na druhém obrázku je zobrazeno uspořádání paměťových buněk, ze kterého je patrné, že se každá buňka skládá z jediného tranzistoru s izolovanou elektrodou (právě ta plní paměťovou funkci, protože elektrony, které do této elektrody proniknou, zde vytvoří náboj s životností minimálně několik let), nad níž je umístěna běžná brána (u bipolárních tranzistorů by se jednalo o bázi) připojená k adresovému vodiči. Každou paměťovou buňku je díky tomu možné adresovat samostatně, proto se také zapojení mžikových pamětí typu NOR používá v těch případech, kdy je zapotřebí v nějakém obvodu nahradit paměti EPROM či EEPROM novou technologií. Samostatné adresování bitů, které jsou většinou na vnější sběrnici paměti sloučeny do bytů či delších slov, se týká čtení dat a jejich zápisu (přesněji řečeno přepisu bitů z logické jedničky na logickou nulu). Mazání, tj. nastavení bitů na logickou jedničku, se provádí po větších blocích; na rozdíl od EPROM se tedy nemusí smazat všechny bity na čipu, pouze blok o velikosti typicky několika desítek či stovek kilobitů.

Klasická mžiková paměť dokáže v jedné paměťové buňce uložit právě jeden bit informace, který může nabývat pouze dvou stavů – logické nuly a logické jedničky. V závislosti na velikosti náboje v izolované elektrodě se mění elektrický proud procházející tranzistorem, který je zesílen čtecím zesilovačem a poté převeden na binární hodnotu. Tato technologie se označuje SLC, podobného principu využívají prakticky všechny další typy pamětí, včetně DRAM i SRAM. Některé mžikové paměti, jak typu NOR, tak i typu NAND, však používají odlišnou technologii označovanou MLC, při níž se v jedné paměťové buňce ukládají informace o dvou či třech bitech. Čtecí zesilovač tedy nerozlišuje pouze dva stavy, ale stavy čtyři či dokonce osm. Jak samotné programování, tak i čtení tedy musí být prováděno mnohem pečlivěji (ztrácí se zde snad největší přednost digitální technologie – velká odolnost proti šumu a rušení), na druhou stranu se však dosahuje větší

informační hustoty, což se příznivě projevuje na ceně paměťových součástek (Višňovský, 2008).

3.4.2 Zapojení paměťových buněk typu NAND

Paměťové buňky mžikových pamětí jsou při použití zapojení typu NAND sice uspořádány do mřížky prakticky stejně, jako u typu NOR, ovšem liší se způsob jejich vzájemného propojení. Vždy je několik paměťových buněk zapojeno za sebou v „sérii“. To na jednu stranu komplikuje čtení i zápisy, protože není možné přistupovat k jednotlivým bitovým buňkám, na stranu druhou to vede k mnohem lepšímu využití plochy čipu. Uvádí se, že informační hustota je při zapojení typu NAND až o 45% vyšší v porovnání s typem NOR. Nejmenší adresovatelná jednotka se nazývá stránka (page), několik stránek je sdruženo do bloku (block). Čtení a zápis dat je prováděn po stránkách, mazání po blocích. Velikost stránky je u typických čipů rovna 2112 bytům, z čehož je 2048 bytů použito pro zaznamenávaná data, zbytek je použit pro uložení detekčních a korekčních kódů. Vzhledem k tomu, že se nemohou číst či zapisovat jednotlivé bity (popř. byty), je čip vybaven registrem o délce 2112 bytů, jehož obsah odpovídá přečtené či zapisované stránce.

Zápis dat do jedné stránky probíhá tak, že se nejprve zapisovaná data nasunou do registru (zde je již vyplněno všech 2112 bytů, tato operace trvá 30 ns) a posléze se provede zápis celé stránky naráz, což je operace trvající cca 300 ns. Čtení je prováděno opačným způsobem – celá stránka se po cca 25 ns přesune do pomocného registru, odkud se za 30 ns data mohou přečíst a přenést po sběrnici do mikroprocesoru. Nejpomalejší operací je smazání celého bloku, které trvá cca 2 ms. Samotné řízení paměťového čipu je poměrně náročné, protože je nutné dodržet přesné časování, ovšem většinou je prováděno řadičem umístěným buď přímo na paměťovém čipu či na společném plošném spoji – jinými slovy se mžiková paměť se zapojením typu NAND nedá přímo použít jako náhrada za EPROM či EEROM. To má i své výhody, například je možné zavést realokaci vadných stránek či bloků – po cca 100 000 až 1 000 000 prepisech totiž dochází ke znefunkčnění některých paměťových buněk, takže se celá stránka stává nepoužitelnou. Realokace spočívá v tom, že se stránka (logicky) přesune na vyhrazené místo paměti, podobně jako u pevného disku. Chybná buňka se detekuje již při zápisu, nedojde tedy ke ztrátě dat. Díky realokaci se statisticky velmi významně zvyšuje životnost paměti a je také možné vyrábět a úspěšně

prodávat paměťové čipy s vadnými buňkami, což výrazně snižuje výrobní náklady (uvádí se, že prakticky každý prodaný čip obsahuje alespoň jednu vyřazenou stránku) (Višňovský, 2008).

3.4.3 Typy buněk v současné době

SSD pracuje na bázi flash paměti pro ukládání dat zařízení. Bity jsou ukládány do buněk, které se rozdělují do těch typů: 1 bit na buňku (SLC), 2 bity na buňku (MLC) a 3 bitů na buňku (TLC).

- Jednoúrovňová buňka (SLC), ve které je možno uložit 1 bit, ale mají dlouhou životnost
- Vícenásobná úroveň buněk (MLC), ve které mohou tranzistory ukládat 2 bity, za cenu vyšší latence a sníženou životností ve srovnání s SLC.
- Triple-level cell (TLC), ve kterém mohou tranzistory ukládat 3 bity, ale ještě vyšší latencí a snížení délky života.

Mít více bitů za stejné množství tranzistorů snižuje výrobní náklady. SSD SLC je známé tím, že jsou spolehlivější a mají delší životnost než SSD MLC, ale za vyšší výrobní náklady. Proto široká veřejnost využívá SSD na bázi MLC nebo SLC (Crijs, 2013).

3.5 NAND - strany a bloky

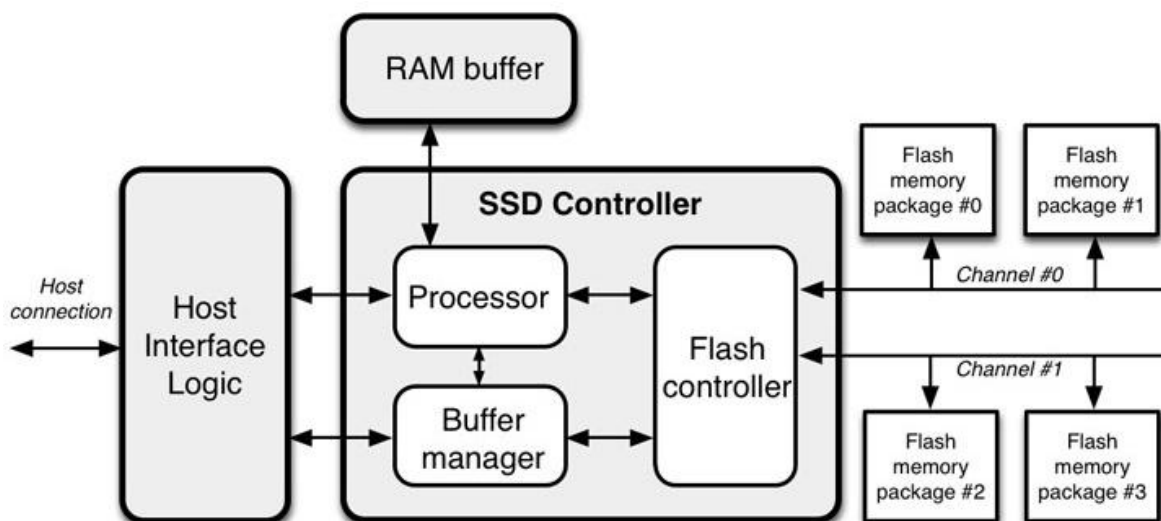
Na rozdíl od většiny paměťových technologií je paměť NAND uspořádána do jednotlivých stránek (pages), které jsou zapisovány a čteny jako celek. Z tohoto důvodu mohou být data na jednu stránku zapsána pouze najednou. Základní funkční jednotkou operace s daty této paměti je pak jedna stránka dat s řídicími příkazy celého bloku (více stránek) nebo celého čipu.

Stránka je rozdělena na dvě datové oblasti. Jedna oblast je určena pro data ("data cell arraypage area"), druhá je redundantní a slouží jako rezervní prostor pro režijní funkce ("spare cell arraypage area"). Náhradní oblasti jsou postaveny stranou od paměti Flash pro účel přemapování vadných sektorů. Toto řešení prodlužuje životnost a spolehlivost paměti. Náhradní oblasti jsou plně adresovatelné uživatelem a jsou obvykle používány pro ukládání kódu korekce chyb (ECC - ErrorCorrectionCode), vyrovnávání opotřebení (wearlevelling), a další organizaci informací za účelem zlepšení integrity dat. Náhradní oblast není fyzicky odlišná od zbytku stránky, z pohledu funkce jsou bajty z náhradní

oblasti rovnocenné bajtům z datové oblasti. Oblast tak může být použita i k ukládání uživatelských dat. Před zahájením programování musí být stránka vymazána nastavením všech datových bitů na úroveň "1". Teprve poté může být do dílčích buněk zapsána hodnota "0". Vymazaná, prázdná stránka paměti NAND Flash nemá v žádném z odpovídajících plovoucích hradel uložen elektrický náboj. Stránky ovšem musí být před opětovným zápisem vymazány jen po blocích, kdy každý blok zahrnuje více stránek (obvykle 32 až 128). Paměťové zařízení NAND Flash se tedy skládá z paměťového pole, které je rozděleno na několik bloků, kde blok představuje nejmenší vymazatelnou jednotku úložiště. Důvodem pro nutnost smazat po blocích je skutečnost, že všechny NAND řetězce sdílejí stejnou skupinu adresových sběrnic, které jsou mazány společně. Každý blok zahrnuje sadu adresovatelných stránek. Vnitřní architekturu bloku lze dělit dle dvou typů používaných technologií, a to technologii MLC (multilevel cell), která má obvykle 124 stránek na blok, a technologii SLC (single level cell), která má 64 stránek na blok. Základní funkční jednotkou je jedna stránka dat s příkazy, které ovlivňují celý blok. Při operaci mazání bloku je dílčí operací vymazána skupina po sobě jdoucích stránek. Při smazání nastavuje všechny bity v bloku na úroveň logické jedničky. Aby bylo možné zapisovat do bloku, který již může obsahovat některá data, Flash řadič musí přesunout v bloku existující data, zkombinovat je s novými daty a zapsat všechna data zpět. Čtení a zápis se provádí ve dvou samostatných fázích, zahrnujících přenos dat přes sběrnici do, respektive z datového registru, a přenos mezi datovým registrem a Flash paměťovým polem. Paměť NAND Flash sestává z bloků stránek, které mohou být seskupeny do paměťových prostor (planes). Každý paměťový prostor zahrnuje sadu bloků sestavených z 64 stránek v případě SLC technologie nebo 128 stránek v případě MLC technologie. V závislosti na druhu zařízení jsou paměťové prostory v zásadě navzájem nezávislé. Jednotlivý paměťový prostor pokrývá místní vyrovnávací paměti pro čtení a zápis dat a může zpracovávat operace paralelně. Zařízení NAND Flash pak mohou obsahovat nezávislé paměťové prostory, charakteristické pro ukládání lichých a sudých bloků, což umožňuje souběžné operace pro zlepšení výkonu. Aby bylo možné provádět čtení, programování a mazání, jsou potřebné další obvody. Všechny bitové linky jsou spojeny se zesilovacími obvody (senseamplifiers), jejichž úkolem je transformovat pokles proudu paměťové buňky na digitální signál. Řádkový dekodér umístěný mezi paměťovými prostory poskytuje adekvátní napěťové úrovně všem adresovým sběrnicím, patřícím do daného řetězce NAND. V periferní části zařízení jsou regulátory napětí a nábojové pumpy, logické obvody a redundantní struktury.

3.6 Organizace SSD

Na obrázku číslo 9 je představen SSD a jeho hlavní složky. Příkazy přicházejí od uživatele přes počítačové rozhraní. V této době jsou dvě nejběžnější rozhraní pro nově vydané SSD a to Serial ATA (SATA) a PCI Express (PCIe). Procesor v SSD regulátoru převezme příkazy a předá je do flash ovladače. SSD mají také vestavěné paměti RAM, zpravidla pro účely cache a uchovávání informací o mapování (Kim, et al., 2010).



Obrázek 9: Architektura SSD

Zdroj: vlastní zpracování

V této části kapitoly budou krátce představeny nejpoužívanější rozhraní a parametry SSD.

Rozhraní SATA 3.0

Pro znázornění byl vybrán disk o rozhraní SATA 3.0 od Samsungu, konkrétně s kapacitou 512GB, jedná se o verzi Samsung 840 Pro SSD, který byl vydán v srpnu 2013. Na obrázku číslo 10 je vidět SSD z vnější strany.



Obrázek 10: Samsung SSD 840 Pro (512 GB)

Zdroj: <http://www.storagereview.com>

Následující obrázek číslo 11 znázorňuje desku s hlavními komponenty SSD o rozhraní SATA 3.0:



Obrázek 11: Architektura SSD

Zdroj: <http://codecapsule.com>

- 1) 1ks rozhraní SATA 3.0
- 2) 1ks SSD regulátor (Samsung MDX S4LN021X01-8030)
- 3) 8ks MLC NAND-flash moduly, z nichž každý nabízí 64 GB úložného prostoru (Samsung K9PHGY8U7A-CCK0)
- 4) 1ks modul RAM (256 MB DDR2 Samsung K4P4G324EB-FGC2)

Rozhraní PCI Express 2.0

SSD, který má rozhraní PCI Express 2.0 byl vybrán Micron P420m Enterprise PCIe, který byl vydán konce roku 2013. Na následujícím obrázku č. 12 lze vidět, jak vypadá SSD s rozhraním PCI Express 2.0



Obrázek 12: Micron P420m Enterprise PCIe (1,4 TB)

Zdroj: <http://codecapsule.com>

3.6.1 Parametry (kapacita, spolehlivost, rozhraní, rychlost)

SSD nosiče dat (Solid-StateDrives), někdy uváděné jako SSD se stále čím dál více vyskytují v přenosných výpočetních, multimediálních, měřicích či řídicích zařízeních. Odolnost a spolehlivost SSD byla dříve vykoupena malou kapacitou, dnes již toto neplatí. Kapacity 256 a 512 GB jsou již v dnešních počítačových sestavách a noteboocích běžnou záležitostí. Harddiskům tak již jen zůstává poslední výhoda v podobě nižší ceny.

Co můžeme říct o spolehlivosti? SSD jsou velmi spolehlivé díky tomu, že neobsahují žádné pohyblivé částice oproti klasickým HDD diskům, kde se jedná o mechanický disk. U SSD se uvádí pracovní rozsah od 0°C až 70°C. Tyto disky se vyznačují velmi odolnými proti nárazům a vibracím. Jsou velmi vhodné pro archivaci dat oproti HDD, kde hrozí mechanické poškození (Vítek& Petr, 2009).

SSD se využívají v oblasti průmyslu z důvodu jejich velké odolnosti proti poškození, otřesů, prachu a vlhkosti. Poskytují několikrát vyšší kapacitu než ve stejné době dostupné paměťové karty, které stejně jako SSD neobsahují žádné pohyblivé částice, které mohou pravděpodobněji způsobit poškození disku. Běžně kvalitní disk 2,5" SATA SSD umožňují trvalý provoz při teplotách -5°C až +80°C, což u klasického harddisku je nedosažitelná hodnota (Vojáček, 2010).

4 Operační systém a SSD

4.1 Příkaz TRIM

TRIM je v informatice označení příkazu umožňujícího, aby operační systém mohl informovat SSD o tom, které datové bloky obsahují dále již nepoužívaná data. Nejčastěji jsou tak označovány datové bloky právě smazaného souboru. Příkaz TRIM je u SSD používán ke zrychlení zápisu dat, a aby efektivněji pracovala mezivrstva FTL (FlashTranslationLayer), která zajišťuje rovnoměrné opotřebování datových buněk (Nicolay, 2013). Příkaz TRIM slouží k tomu, aby SSD jednotka mohla správně alokovat rozložení zápisů a docházelo tak k rovnoměrnému opotřebení datových buněk v SSD jednotce (Vašek, 2010).

Zjištění zapnutí funkce TRIM

Informaci o tom, zda náš disk TRIM podporuje, můžeme zjistit pomocí informačních utilit (např. Crystal Disk Info). Jednodušším způsobem ověření této funkce v našem systému je ale zadání následujícího příkazu v příkazové řádce (je třeba spustit s oprávněním administrátora):*fsutilbehaviorquerydisableddeletenotify*(Pfeifer, 2010).

```
Microsoft Windows [Verze 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Všechna práva vyhrazena.
C:\Users\Čechla>fsutil behavior query disableddeletenotify
DisableDeleteNotify = 0
```

Obrázek 13: Kontrola funkčnosti TRIM

Zdroj: vlastní zpracování

Výstupem příkazu bude buď 0 (příkaz TRIM aktivován), nebo 1 (příkaz TRIM deaktivován).

4.1.1 Možné problémy s mazáním a nemazáním dat

V případě prázdného (nového disku) není problém najít pro aktuální ukládanou informaci nové místo. S přibývajícím časem se ale jednotlivé bloky disku zaplňují a už nelze data umisťovat jednodušším způsobem jen do volných bloků. Z důvodů optimalizace a urychlení práce SSD používají příkaz TRIM. Ten disku slouží k pravidelnému podávání informací o tom, kde je volné místo. SSD si pak daná místa ve volných chvílích dopředu smaže a připraví k dalšímu použití. Vzhledem k vlastnostem SSD a flash technologie ale dojde opravdu k fyzickému smazání dat v blocích. U klasických disků zůstala informace na

plotně až do okamžiku reálné potřeby přepisu, v případě SSD se bloky „čistí“ dopředu, aby byl disk rychlejší a práce s ním jednodušší. Pokud se toto mazání v chybových případech „vymkne“ kontrole, dokáže být SSD navíc v mazání hodně rychlý. Přes 99% dat dokáže z disku odstranit za několik minut. Disku navíc stačí pouhé napájení k tomu, aby v mazání pokračoval i v případě, kdy systém vypneme a nedostává se mu povelů od operačního systému(Anon., 2011).

4.1.2 Zajištění rovnoměrného opotřebení buněk

Mezivrstva FTL se stará o to, aby všechny zápisové buňky flash paměti byly opotřebovány rovnoměrně, protože jejich životnost je omezena pouze na několik tisíc změn obsahu. Přesměrovává proto zápisy na méně opotřebované buňky. Mezivrstvu implementuje hardwarový obvod, který je součástí flash paměti. Pokud by FTL neexistovala, došlo by velmi rychle k znehodnocení flash paměti opakovanými zápisy do jednoho místa, zatímco zbytek flash paměti by zůstal neopotřebován. Díky příkazu TRIM získává informace o tom, které buňky jsou volné a je možné je použít.

SSD používají algoritmus, který zajišťuje (z důvodu omezené životnosti jednotlivých paměťových míst), aby na nich byla ukládaná data rozložena rovnoměrně. Každé místo by se tak mělo používat přibližně stejně často jako ostatní. Vlivem tohoto optimalizačního algoritmu nejsou jednotlivé informace nahrávány do paměti v souvislých blocích za sebe jako v případě pevných disků ale systém využívá k zápisu aktuální informace různé dostupné bloky. Data jsou tedy náhodně rozhozené napříč různými bloky. To je jistá komplikace při záchraně dat - pokud totiž neznáte algoritmus (logiku) k tomu, jak se data do bloků rozmísťují, neumíte je zpět poskládat tak, aby dávala smysl. Fakt, že data z daných paměťových buněk dokážete fyzicky přečíst, není v tu chvíli moc platný.

SSD v souvislosti s tím, že jsou data po blocích rozmístěna různě, občas vykazuje ještě jednu chybu. V některých případech se stává, že systém naopak data, která se chtějí smazat, nesmaže. Nelze tudíž mít 100% jistotu, že se smazaná data z disku odstranila. Tuto chybu způsobuje chybná implementace některých příkazů (ATA, SCSI) ve firmware SSD. Disky se s nedokonalé navrženým firmware občas vytratí z evidence informace o některých datech, které někde dříve uložily(Anon., 2011).

4.2 Optimalizace Windows 7

Cílem optimalizace je dosáhnout maximální rychlosti a minimální odezvy při práci s SSD, a pokud možno ještě prodloužit jeho životnost. Cílem ovšem není tweaking za každou cenu

- pokud nějakým drobným tweakem neznatelně urychlíte práci ve výjimečných situacích, případně prodloužíte životnost SSD v přepočtu o pár dní, takový tweak je docela zbytečný.

Defragmentace SSD

Zákaz defragmentace je jedno z mála, který na SSD má skutečně svůj smysl. Přínos defragmentace je díky konstrukci SSD teoreticky skoro nulový, prakticky dokonce škodlivý. Rozmístění dat je totiž řízeno řadičem, který se stará o optimální rozložení dat po celém SSD, přičemž na rozdíl od plotnového harddisku zde neexistují "rychlejší a pomalejší místa" - všechny paměťové buňky jsou si rovnocenné, takže přerováním dat ničeho pozitivního nedosáhnete, právě naopak - rychlost přístupu k datům nezměníte, pouze donutíte SSD k provedení dalších zápisů/přepisů, čímž jej vysloveně nepotěšíte (Vašek, 2010).

Defragmentaci tedy určitě vypnout - nejlépe zakázáním naplánované defragmentace pro vaše SSD (v Nabídce Start > Příslušenství > Systémové nástroje).

Hibernace a hiberfil.sys

Hibernace funguje velice jednoduše - uloží aktuální obsah operační paměti (tedy stav operačního systému včetně spuštěných aplikací a dat v nich) do souboru na pevný disk, přičemž platí rovnice velikost souboru (C:\hiberfil.sys) je rovna velikosti instalované operační paměti. Pokud chcete hibernaci využívat, potřebujete jen adekvátní volné místo na systémovém disku - v našem případě SSD - nevýhoda je, že zabere několik gigabajtů místa na SSD (a současně zvýšení jeho opotřebení!) a relativně dlouhá doba přechodu do hibernace, zejména v případě SSD s pomalým sekvenčním zápisem. Výhodou pak je výrazně rychlejší probuzení systému z hibernace, což ale nemusí ve srovnání s rychlostí startu systému na SSD být tak markantní. V podstatě tedy máte jen dvě možnosti - používat na SSD jakožto systémovém disku, nebo zakázat. Pokud vím, přesunout hiberfil.sys na jiný disk než systémový není možné. Můj názor je hibernaci zakázat, na SSD je její přínos o dost menší než na pomalém plotnovém harddisku - byť je start systému pěkně rychlý, platíte za to opotřebením SSD.

Nejrychlejší cesta k zákazu hibernace je příkaz `powercfg -h off` (spouštějte z příkazové řádky se správčovskými právy), a po restartu pak zkontrolujte, zda soubor C:\hiberfil.sys byl odstraněn (Vašek, 2010).

Obnovení systému

Při dnešních ohromných velikostech disků je skoro zbytečné Obnovení systému vypínat, rozumné je spíše omezit ho tak, aby nezabíralo příliš mnoho místa. Na výkonu SSD se změny příliš neprojeví - k vytvoření nového bodu obnovení dochází pouze při instalacích programů, případně v některých dalších situacích, lze jej zavolat i ručně - například jako zálohu při zásahu do systému. Samozřejmě tuto službu vůbec využívat nemusíte, pak klasicky vypněte.

4.3 Výhody SSD

SSD jsou revolucí v současných technologiích ukládání dat. K ukládání dat není nutný žádný fyzický pohyb, takže veškeré operace nutné k zápisu dat probíhají mnohem rychleji a výsledkem je úspora času. Celý název zní Solid State Disk, což ve volném překladu znamená polovodičový disk. Používají se zejména pro instalaci operačního systému a vaše nejoblíbenější aplikace (Paleček, 2010).

Okamžitý start disku

Díky tomu, že disk neobsahuje žádné mechanické součástky, je start disku otázkou jednoho okamžiku. S tím souvisí i rychlost startu operačního systému z úsporného režimu. Protože data je možné načíst stejně rychle z jakéhokoliv místa na disku, dochází také k velice rychlému startu operačního systému nebo aplikací uložených na SSD (Michelsoni, et al., 2013).

Vysoká rychlost přenosu a čtení dat

S možností přístupu na kterékoliv místo na úložišti není problém dosáhnout rychlostí dosahujících až 600 MB/s. Například instalace operačního systému nebo aplikací tak zabere podstatně kratší dobu. Vysokou rychlost čtení dat oceníte především při práci s grafikou nebo vaší oblíbenou hrou, kdy načítání a odezva aplikace bude podstatně rychlejší (Michelsoni, et al., 2013).

Velmi malá spotřeba

SSD spotřebovávají o třetinu až polovinu energie méně, než plotnové disky. Je to dáno absencí motoru a nutností rotovat při přístupu k datům. SSD se tak stávají ideálním

úložištěm do úsporných PC, počítačů typu SmallFormFactor nebo Tablet PC. SSD šetří nejen váš čas, ale i vaši peněženku (Micheloni, et al., 2013).

Snadná instalace

SSD jsou dodávány v několika velikostech. Jak v notebookových (zpravidla 1,8" a 2,5"), tak i ve standardních 3,5 palcích. Možnost výběru dále usnadňuje přítomnost instalačních pomůcek, které vám pomohou instalovat malý disk i do velké šachty. Nemusíte se tedy bát, že si svůj disk nenajdete, nebo nebude kompatibilní.

Odolnost vůči vnějším vlivům

Oproti standardním pevným diskům se nemusíte omezovat způsobem instalace nebo vnějšími vlivy působícími na disk. SSD nevádí instalace kolmo nebo jiné nestandardní polohy. Disk bude v kterékoliv poloze pracovat bezchybně. Minulostí jsou i omezení týkající se teploty disků nebo magnetických polí, vůči kterým je SSD technologie odolná (Micheloni, et al., 2013)(Vašek, 2010).

4.4 Nevýhody SSD

SSD však trpí i mnoha problémy, které jsou dány jejich konstrukcí. Mezi další nevýhody SSD patří omezená životnost daná maximálním počtem fyzických přepisů jednoho paměťového místa. Různé typy použitých čipů mají rozdílné ceny a životnost. Další nevýhodou je vyšší cena a nižší kapacita vůči klasickému HDD disku. V poslední době cena SSD ale klesá a začíná se vyrovnávat HDD. Mezi další nevýhody patří, že pokud dojde ke smazání dat příkazem TRIM, tak jsou již nenávratně odstraněny (Anon., 2011).

Omezená životnost při běžném používání

Ačkoliv mají SSD jednotky omezený počet přepisů dat, potřebám běžných uživatelů je současná životnost zcela dostačující. Navíc ji lze výrazně prodloužit dodržováním pravidel. Rovněž lze pozorovat, jakým způsobem se SSD vyvíjejí v poslední době. Roste jejich kapacita, výrazně klesá cena a počet cyklů pro přepis se také zvyšuje. Pokud chcete zrychlit svůj počítač, rozhodně lze investici do SSD doporučit. Výhody jednoznačně převažují (Paleček, 2010).

Cena za SSD oproti HDD

Stejně jako HDD také nezůstávají na trhu ve starých malých kapacitách a s tím jak přicházejí větší kapacity, se postupně mění velikost za stejnou cenu. Takže například kdysi jsme 2 tisíce platili za 640GB disk, dnes nás to samé stojí 2TB disk. Stejný vývoj mají sledovat i SSD. Až do této doby jsme byly svědky poklesu cen SSD, kdy dříve 128GB modely začínaly někde kolem 4-5 tisíc. Dnes už jsou běžně 128GB modely za méně než 2 tisíce. Další pokles cen SSD tak prý bude už velmi pomalý. Naopak spíše máme čekat růst kapacity za tutéž cenu. V tomto roce má průměrné prodané SSD mít kapacitu 264GB a stát má 111 dolarů. Příští rok (2016) máme za 109 dolarů mít v průměru 340GB. V roce 2017 pak už za 93 dolarů máme mít 405GB a v roce 2018 pak za 79 dolarů 465GB. Tedy pokud budou zachovány současné vlivy (Stach, 2014).

5 Aplikace pro práci s SSD

Abyste měli o stavu SSD jednotky větší přehled, existují specializované aplikace, které vám práci s ní usnadní. Modernější a mnohem rychlejší uložště SSD vytlačují zastaralé pevné disky HDD. SSD ovšem potřebují trochu jiné zacházení, například i při optimalizaci výkonu a uspořádání ukládaných dat. S doporučenými programy z nich dostanete maximum.

SSD Fresh

Univerzální a bezplatnou aplikací je SSD Fresh, která dokáže nejen zobrazit podrobnosti o discích, ale umí také upravit funkce systému pro vhodnější používání SSD jednotky. SSD Fresh slouží k optimalizaci výkonu SSD. Není vůbec dobré používat k jejich optimalizaci běžné nástroje určené k defragmentaci disků, které by opakovaným čtením a zápisem tyto disky výrazně opotřebovávaly. Program SSD Fresh vám pomůže snadno analyzovat stav disku a provést potřebnou optimalizaci, která vám umožní prodloužit životnost vašeho disku. Výhodou programu je překlad do češtiny, díky kterému je možné dobře porozumět jednotlivým položkám nastavení a tím se také program stává dobře použitelným i pro méně zkušené uživatele. Pod tlačítkem Doporučení naleznete podrobné informace o konkrétních funkcích a nastavení programu. Zde pak snadno upravíte optimální hodnoty nastavení podle vašich potřeb. Důležitá funkce programu se skrývá pod tlačítkem S.M.A.R.T. informace. Zde jsou k dispozici výsledky dlouhodobé analýzy disku a prostřednictvím statistiky se záznamem nejhorších naměřených hodnot si můžete ohlídat případné problémy vašeho disku(Polášek, 2013).

SSD Tweaker

SSD Tweaker je užitečná aplikace pro majitele SSD. Tyto disky se od klasických pevných disků liší jinou architekturou. Tedy některé vlastnosti a funkce operačního systému Windows optimalizované pro klasické pevné disky mohou snížit životnost SSD nebo v lepším případě snížit efektivitu práce s tímto typem pevného disku. SSD Tweaker upravuje některé parametry souborového systému NTFS a umožňuje deaktivovat systémovou Cache paměť. Dále nabízí deaktivaci služeb zajišťujících indexování, obnovu souborů a úpravu práce služeb Prefetcher (ve Windows XP), nebo Superfetch (ve Windows Vista/7/8). Program nabízí automatickou optimalizaci počítače pro méně zkušené uživatele, přesto se doporučuje konzultovat jednotlivé volby se zkušenějšími uživateli.

Intel SSD Toolbox

Intel SSD Toolbox zobrazuje informace o aktuální SSD jednotce od Intelu. Poskytuje podrobnosti o modelu, kapacitě, verzi firmwaru, zdraví disku, předpokládané životnosti a SMART attributech (také pro SSD jiných výrobců). Program je schopen optimalizovat výkon pomocí funkce TRIM, diagnostikovat funkcionality čtení a zápisu, kontrolovat a ladit nastavení systému pro optimální výkon nebo spustit bezpečné mazání na sekundárním SSD.

6 Analýza a vyhodnocení dotazníkového šetření

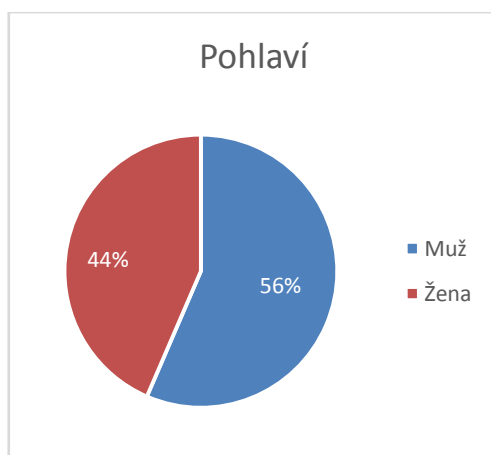
V praktické části práce byl proveden výzkum a využití SSD v počítačích u uživatelů formou dotazníku, který je v plném znění uveden v příloze práce.

Dotazník byl vytvořen pomocí internetového nástroje pro tvorbu online dotazníků https://www.google.com/intl/cs_CZ/forms/about/, kde se všechny vyplněné dotazníky shromažďovaly. Shromážděná data se z těchto stránek exportují do formátu xlsx, s kterým lze dále pracovat pomocí filtrů a znázornit výsledky pomocí grafů. Dotazníky byly rozeslány prostřednictvím sociálních sítí (Facebook a Twitter). Navíc cca 70 dotazníků bylo rozdáno v tištěné podobě osobně. Jelikož se jedná o anonymní dotazník, byla na dotazníku v tištěné podobě uvedena adresa pro případné online vyplnění.

Celkem bylo rozesláno prostřednictvím sociálních sítí 1155 dotazníků, návratnost čítala 579 vyplněných dotazníků (tzn. 50,13 %). I přesto, že by dotazník anonymní, polovina lidí na dotazník ani nereagovala, případně ho nedokončila celý. Nedokončený dotazník se nezapočítával do statistiky. Vzhledem, že polovina respondentů neodpověděli, nelze vyvozovat zcela přesné vypovídající závěry.

6.1 Identifikace respondentů

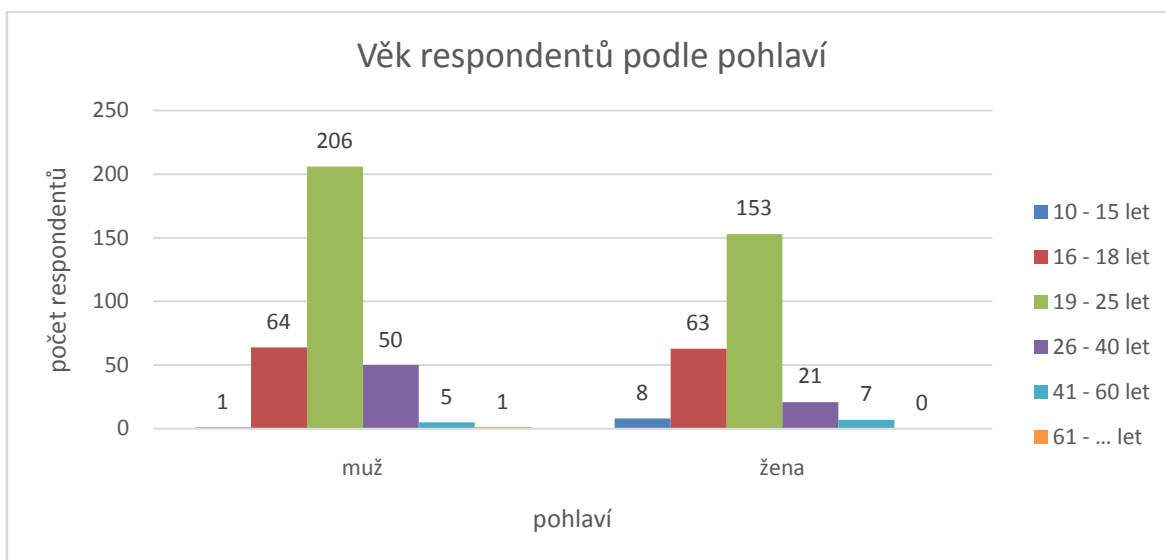
Otázka číslo 1 – 3 (Uveďte prosím Vaše pohlaví; Uveďte prosím Váš věk; Jaké je Vaše poslední dokončené vzdělání?) byla směřována ke zjištění základních údajů o respondentech, kteří se účastnili dotazníkového šetření. Tyto otázky se týkaly ohledně uvedení pohlaví, věk a nejvyššího dokončeného vzdělání.



Obrázek 14: Pohlaví

Zdroj: vlastní zpracování

V dotazníkovém šetření jsou oslořovány v poměrně vyváženém zastoupení muži i ženy (viz obrázek 14). Z celkového počtu zodpovězených dotazníků jsou převážněji zastoupeni muži, kterých odpovídalo celkem 327 (tj. 56 % mužů) a zbylých 44 % odpovědí tvoří ženy s počtem 252 odpovědí. Rozdíl mezi oběma pohlavími činí 75 respondentů.

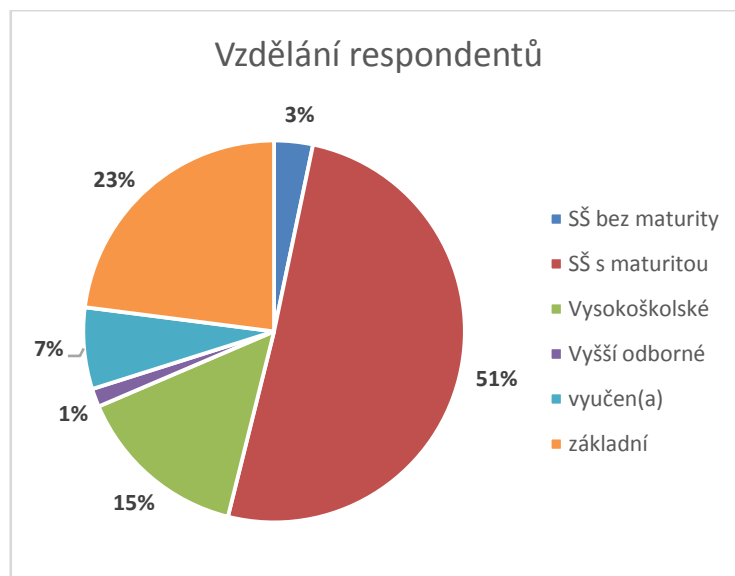


Obrázek 15: Věk respondentů podle pohlaví

Zdroj: vlastní zdroj

Na obrázku 15 je znázorněn věk respondentů vzhledem k pohlaví. Nejvíce jsou zastoupeny věkové kategorie 19 – 25 let a 16 – 18 let u obou pohlaví, protože byli oslořováni respondenti prostřednictvím sociálních sítí. U nejčetněji zastoupené skupiny 19 – 25 let je 206 mužů a 153 žen. Druhá nejčetnější skupina 16 – 18 let zahrnuje 64 mužů a 63 žen. Další skupinou jsou respondenti ve věku od 26 do 40 let, kde odpovědělo 50 mužů a 21 žen. Nejméně odpovědí bylo získáno pro věkovou kategorii 41 – 60 let (5 mužů a 7 žen), 10 – 15 let (1 muž a 8 žen) a z nejstarší věkové skupiny, do které spadají respondenti od 61 let, vyplnil dotazník pouze jeden muž.

Z grafu vyplývá, že 51 % respondentů, kteří vyplnili dotazník, vystudovali střední školu s maturitou. Na druhém místě se umístili lidé, kteří mají základní vzdělání (23 %). Vysokoškolské vzdělání má 15 % respondentů, vyučeno je 7 % dotázaných, střední školu bez maturity vystudovali 3 % oslořených a na posledním místě jsou respondenti, kteří vystudovali vyšší odbornou školu (1 %).

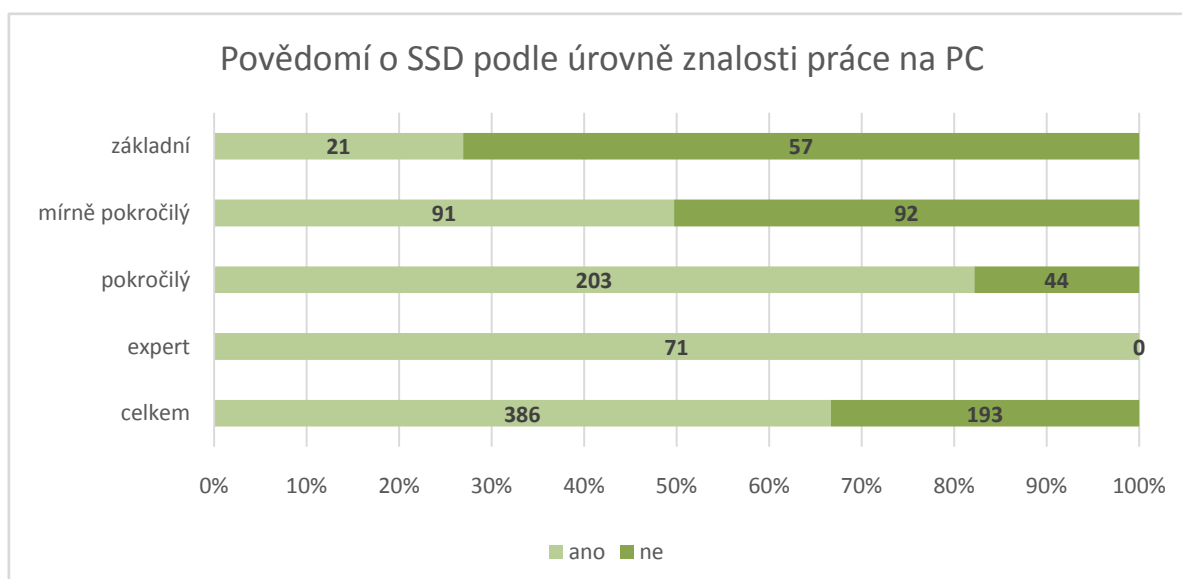


Obrázek 16: Vzdělání respondentů

Zdroj: vlastní zpracování

6.2 Analýza využívání SSD

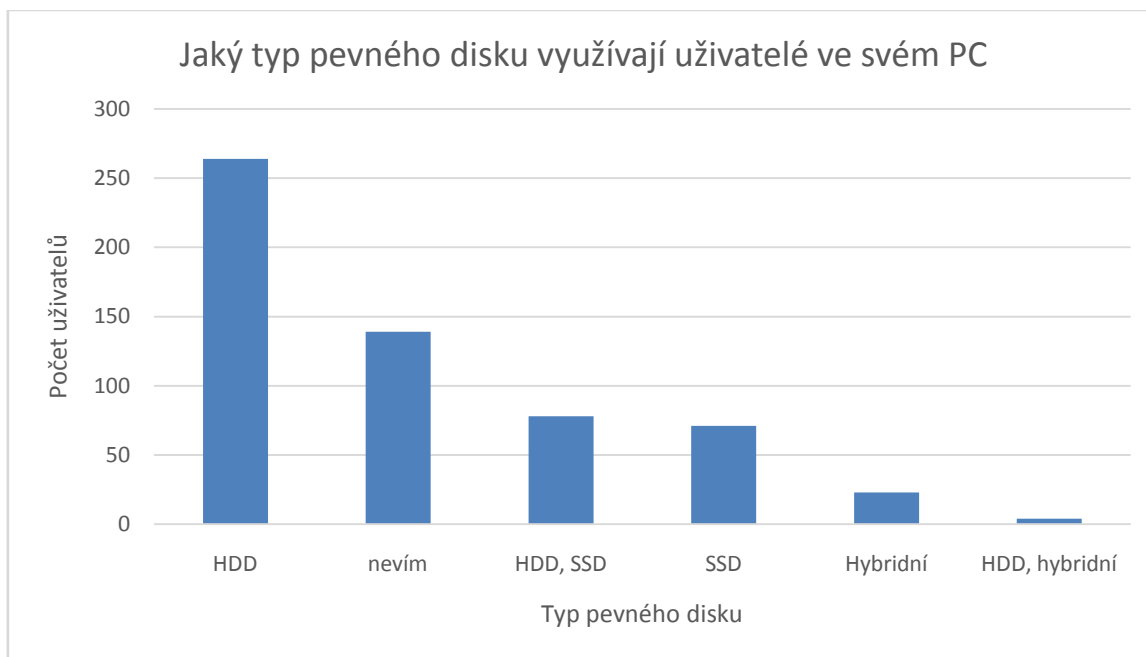
V otázce číslo 5 (Víte o existenci a využívání SSD disku?) je řešeno, zda dotázaný ví o existenci SSD. V další otázce je položeno, zda uživatel plánuje v blízké době (do 6 měsíců) nákup SSD. V následující otázce respondent zde měl možnost vybrat, zda již disk má zakoupený. Každý dotázaný v další otázce si vybere za 4 úrovně svých znalostí v práci na počítači (základní, mírně pokročilý, pokročilý nebo expert).



Obrázek 17: Povědomí o SSD podle úrovně znalosti práce na PC

Zdroj: vlastní zpracování

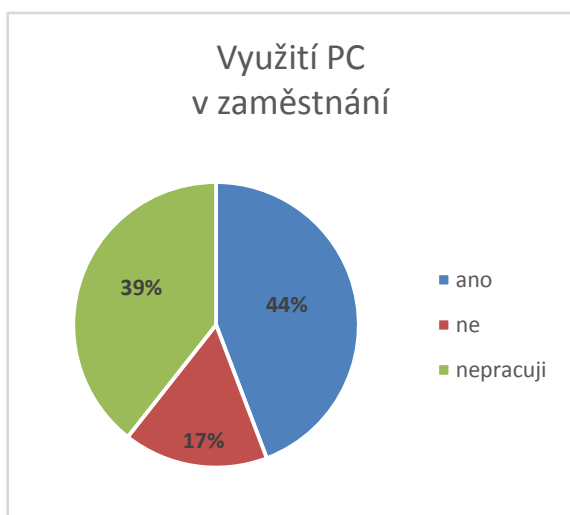
Z obrázku číslo 17 vyplývá, že respondenti, kteří se považují ve znalosti práce na počítači na základní úrovni, spíše nemají tušení o SSD (73,08 %). SSD zná polovina mírně pokročilých uživatelů. Většina respondentů na pokročilé úrovni ví o existenci SSD (82,19 %). Všichni lidé, kteří se označili za experty, mají povědomí o SSD. Není-li brán ohled na úroveň znalosti na PC, tak uživatelů, kteří vědí o SSD je 66,67 %.



Obrázek 18: Jaký typ pevného disku využívají uživatelé ve svém PC

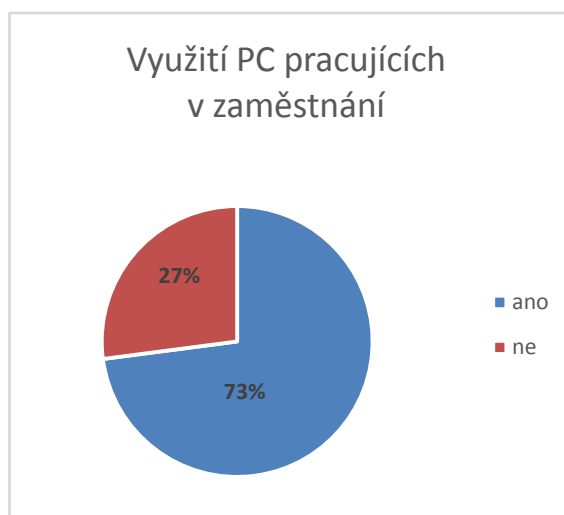
Zdroj: vlastní zpracování

Nejvíce respondentů odpovědělo, že používají v osobním počítači pouze pevný disk typu HDD (46 %). Druhá nejčastější odpověď byla, že uživatelé nevědí, jaký typ disku mají nainstalovaný v počítači (24 %). Další nejčetnější skupina odpovědí je, že lidé používají zároveň HDD a SSD (13 %). Samotný SSD využívá 12 %, hybridní disk 4 % respondentů a nejméně využívají kombinaci HDD a hybridní disk (1 %).



Obrázek 19: Využití PC v zaměstnání

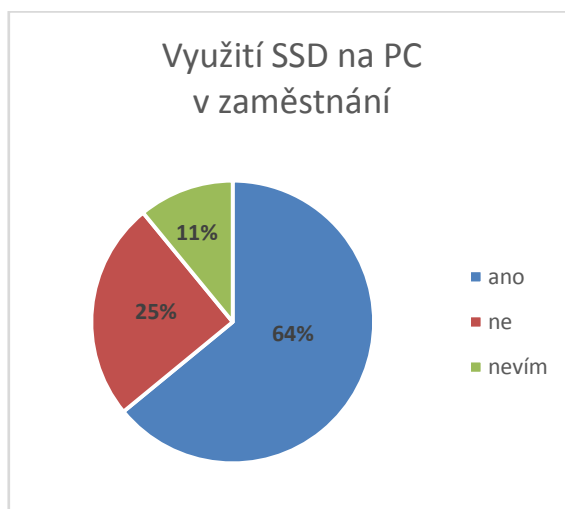
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 20: Využití PC pracujících v zaměstnání

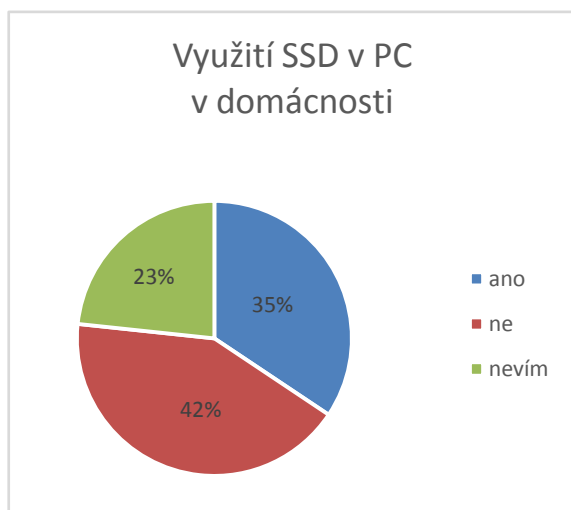
Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá (viz obrázek 19), že 44 % dotázaných využívá počítač v zaměstnání, 17 % respondentů počítač nevyužívá a zbylých 39 % nepracuje. Z pracujících lidí využívá počítač 73 % respondentů a 27 % k práci počítač nepotřebuje (obrázek 20).



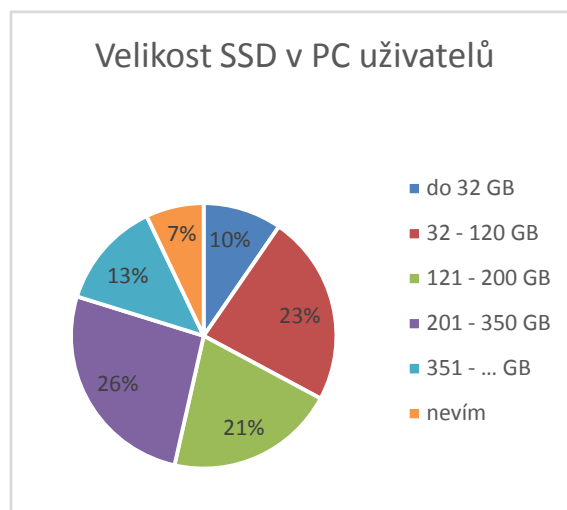
Obrázek 21: Využití SSD na PC v zaměstnání

U respondentů, kteří odpověděli, že využívají v zaměstnání počítač ke své práci (obrázek 21), jich odpovědělo 64 %, že jejich počítač využívá SSD, 25 % lidí nevyužívá a 11 % neví, zda je disk nainstalován v PC. Z vyplněných dotazníků vyplývá, že uživatelé, kteří odpověděli na tuto otázku „nevím“ jsou základními nebo mírně pokročilými uživateli.



Obrázek 22: Využití SSD v PC v domácnosti

Zdroj: vlastní zpracování

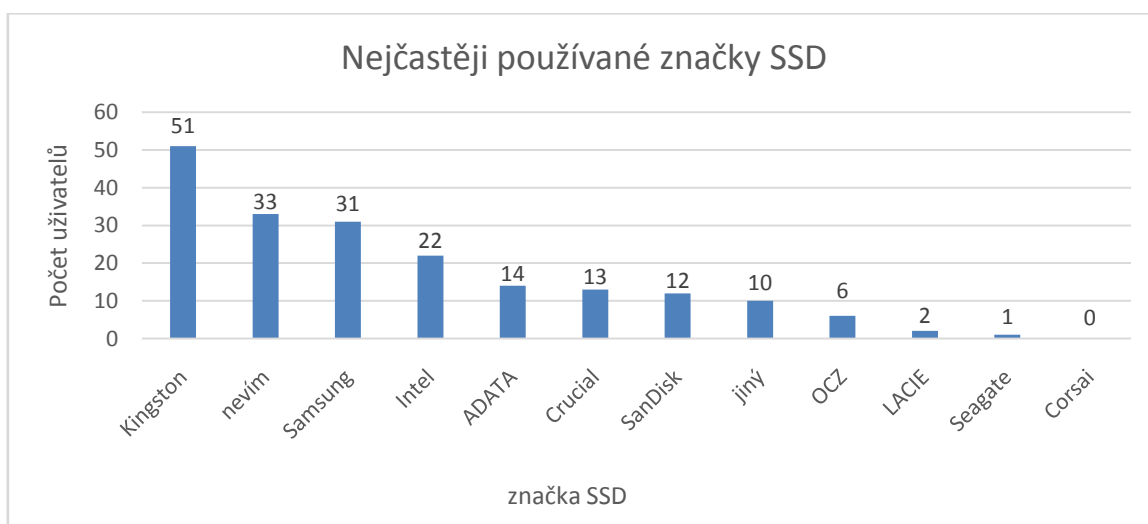


Obrázek 23: Velikost SSD v PC uživatelů

Zdroj: vlastní zpracování

V domácnosti využívá SSD ve stolním počítači nebo notebooku 35 % uživatelů, 42 % dotázaných odpovědělo, že SSD nevyužívají a 23 % respondentů neví, zda mají v počítači nainstalovaný SSD.

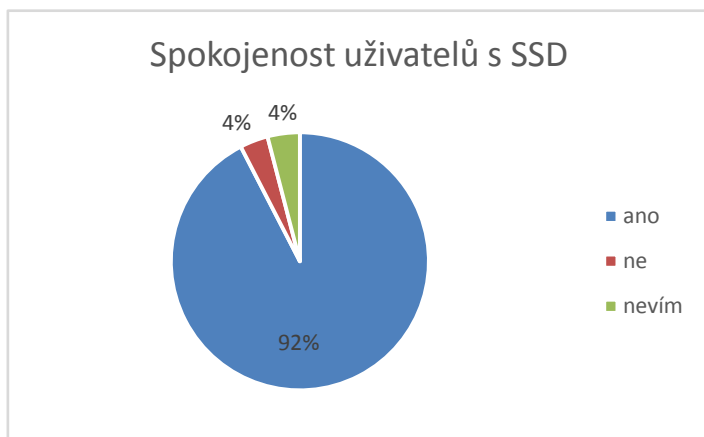
U uživatelů, kteří odpověděli, že mají nainstalovaný SSD v počítači, jich 26 % uvedlo, že vlastní disk o velikosti v rozmezí 201 – 350 GB, 23% respondentů mají 32 – 120 GB. Třetí nejčetnější skupina dotázaných s 21% vlastní disk 121 – 200 GB. Následující velikost je 351 a více GB (13 %), do 32 GB (10 %) a 7 % nezná velikost svého SSD.



Obrázek 24: Nejčastěji používané značky SSD

Zdroj: vlastní zpracování

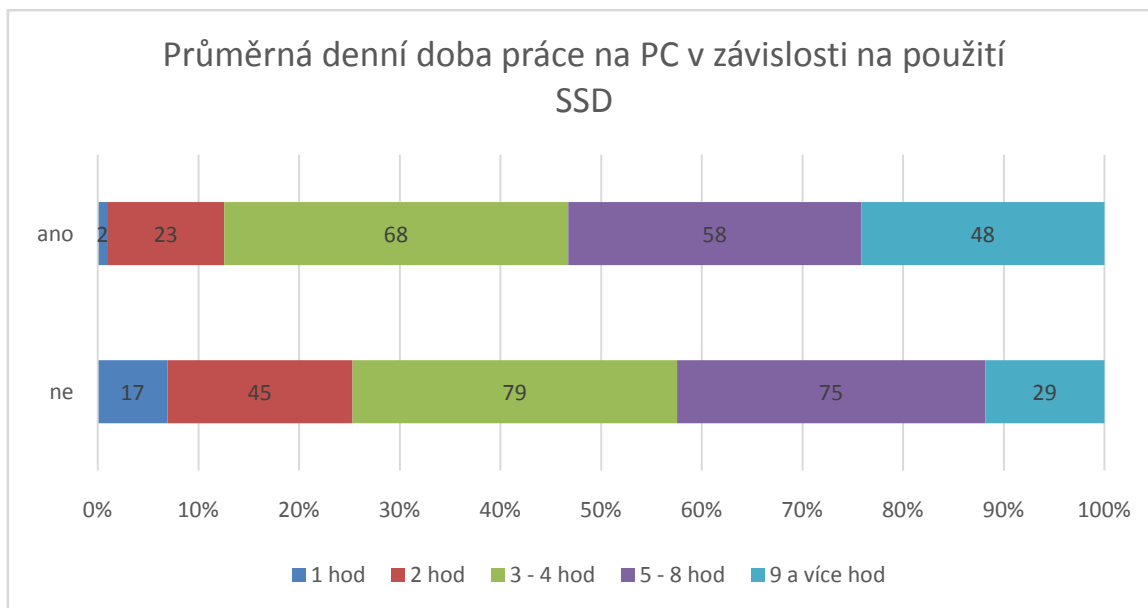
Nejvíce používaný disk je značky Kingston (26 %), druhou nejčastější odpovědí je, že respondenti nevědí, jakou značku používají (17 %), následuje značka Samsung (16 %), Intel (11 %), ADATA (7 %), Crucial (7 %), SanDisk (6 %), jiná značka disku (5 %), OCZ (3 %), LACIE (1 %), Seagate (1 %) a Corsai, který nikdy z dotazovaných nevyužívá.



Z dotazníkového šetření vyplývá, že převážná většina (92 %) je spokojena s využíváním SSD oproti klasickému HDD, pouze 4 % uživatelů odpověděla, že jsou nespokojena. Zbylé 4 % uvedla, že neví.

Obrázek 25: Spokojenost uživatelů s SSD

Zdroj: vlastní zdroj



Obrázek 2622: Průměrná denní doba práce na PC v závislosti na použití SSD

Zdroj: vlastní zpracování

U všech kategorií pracují uživatelé nejčastěji denně na počítači 3 – 4 hodiny (ano 34 % a ne 32 %). Nejméně je uživatelů, kteří stráví na počítači 1 hodinu (u SSD 1 % a u klasického HDD 7 %). Z dotazníkového šetření vyplývá, že SSD nemá vliv na dobu strávenou uživateli na počítači, protože výsledky jsou velmi podobné. Nejvíce se liší kategorie času stráveného na počítači 9 a více hodin (ano 24 % a ne 12 %).

7 Testování parametrů SSD a HDD

V této kapitole jsou testovány parametry 2 klasických mechanických disků a 2 disků SSD. Byla testována reálná výkonnost disku. Nejsou zde prováděny žádné laboratorní testy. Testy jsou provedeny pomocí programu AS SSD Benchmark. Jedná se o jednoduchý nástroj pro důkladné otestování rychlosti disku, které se využívají jak u notebooků, tak i u stolních počítačů. Program má velmi snadné ovládní a nevyžaduje instalaci. Dále je tato kapitola věnována rychlosti instalace Windows 7, instalaci ovladačů z příloženého DVD, instalaci programů, startu systému Windows 7 a Windows 10 na jednotlivých discích a porovnání výsledků v přehledných grafech a tabulkách z těchto testů.

7.1 Disky k testování

K testování parametrů disků byly použity 2 pevné disky a 2 SSD.

Seagate Momentus 500GB (HDD - ST9500423AS)

Jedná se o klasický mechanický pevný disk od výrobce Seagate. Rychlost tohoto disku je 7 200 otáček za minutu. Čím více má disk otáček, tím rychleji čte data z pevného disku. Rozhraní disku je SATA II. Vyrovňovací paměť tohoto typu disku je 16 MB.

Hitachi Travelstar 320GB (HDD - HTS543232A7A384)

Jedná se o klasický mechanický pevný disk od výrobce Hitachi. Rychlost tohoto disku je 5 400 otáček za minutu. Rozhraní disku je SATA II. Vyrovňovací paměť tohoto typu disku je 8 MB.

Intel 240GB (SSD – SSDSC2BW240A4)

Další testovaný disk byl od výrobce Intel. Jedná se o interní SSD, který obsahuje rozhraní SATA III. Velikost tohoto disku je 2,5 palců. Disk je vyroben technologií MLC, která je běžná u dnešních SSD. Vyrovňovací paměť disku je 256 MB.

Samsung 840 EVO 120GB (SSD)

Posledním testovaným diskem je SSD od výrobce Samsung. Vyrovňovací paměť tohoto disku je 256 MB. Rozhraní tohoto disku je SATA 6Gb/s, kompatibilní se SATA 3Gb/s a 1.5Gb/s.

7.2 Testovací sestava (notebook)

Moderní notebook značky Asus s výkonem a výbavou pro nejnáročnější multimediální uživatele. Pro všechny účely využití je perfektní volbou zobrazování LCD ColorShine o úhlopříčce 17,3" opatřený LED podsvícení pro jasný obraz a zobrazující jemné širokoúhlé rozlišení Full HD.

Pro připojení do sítě je k dispozici gigabitová síťová karta, rychlé bezdrátové WiFi a pro bezdrátové připojení zařízení Bluetooth. Vysokorychlostní připojení periferních zařízení zařídí nejnovější USB 3.0. Pro připojení velkoplošné televize či rovnou projektoru je na šasi digitální HDMI výstup.

Masivní výkonový základ poskytne inovativní čtyřjádrový procesor z rodiny Sandy Bridge, Intel Core i7 2630QM s jádry pracujícími na frekvenci 2 GHz a při využití technologie Intel Turbo Boost 2 je schopen dosáhnout frekvence až 2,8 GHz. Tato generace procesorů je schopna procesor ideálně taktovat nebo vypínat jádra dle momentální spotřeby a poskytuje tímto energetickou úsporu, kterou oceníte při provozu na baterii nebo naopak obdržíte výkon v případě potřeby. Pro stabilní zásobení daty jsou v ASUS N75SF-TZ099X použité operační paměti typu DDR3 s kapacitou 8 GB. Grafická karta NVIDIA GeForce GT555M s vlastní pamětí 2 GB.

7.3 Testování disků

K měření času pro instalaci Windows 7, ovladačů, programu Microsoft Office 2007, start systému Windows 7 a 10 byli použity klasické digitální stopky. Pro testování rychlosti u každého disku byl použit bezplatný program AS SSD Benchmark, konkrétně ve verzi 1.7..4739.38088. Program je volně ke stažení.

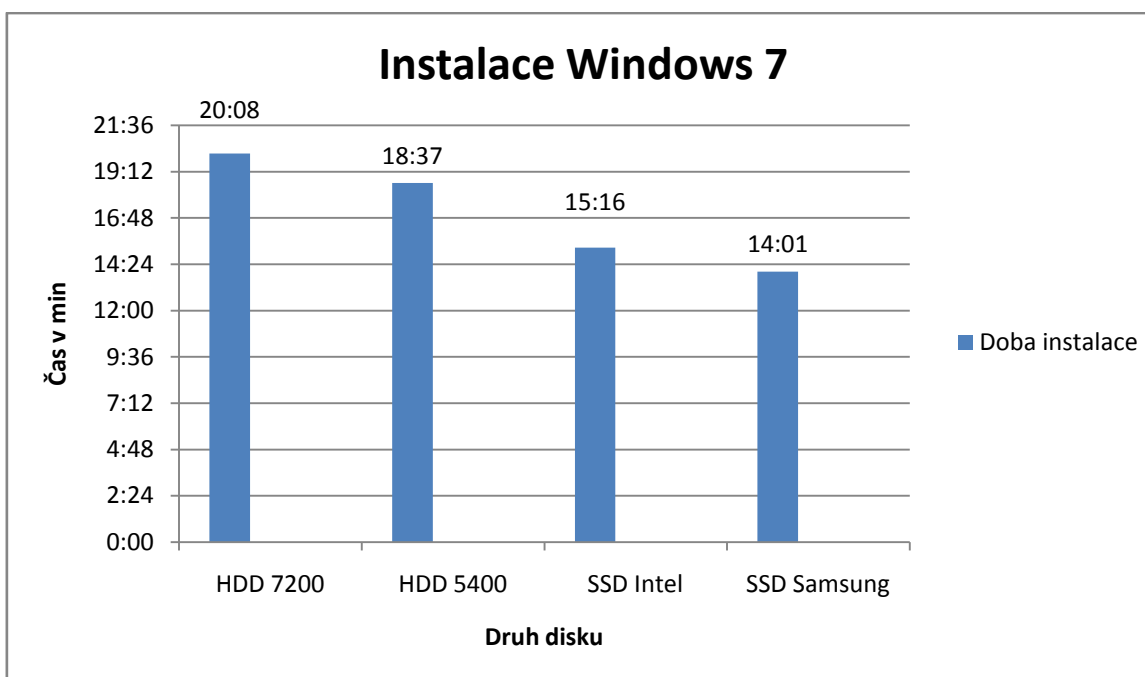
Instalace Windows 7

Z důvodu nejvíce využívaného systému v současnosti Windows 7 byla vybrána instalace tohoto systému od firmy Microsoft, konkrétně verze Windows 7 Professional. Měření probíhalo od vybrání oddílu při instalaci Windows 7 až po zobrazení nově nainstalované plochy.

HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
20:08 min	18:37 min	15:16 min	14:01 min

Tabulka 2: Instalace Windows 7

Z grafu lze vyčíst, že nejdéle trvala doba instalování systému na klasickém magnetickém disku se 7200 otáčky od výrobce Seagate. Nejrychleji se systém nainstaloval na SSD od Samsungu za pouhých 14:01 min, což je o 6:07 min rychleji než na klasickém disku. Jak lze vidět z výsledků, tak i mezi SSD disky je vcelku výrazný rozdíl. SSD od Intelu se nainstaloval o 1:15 min déle než na SSD od Samsungu.



Obrázek 2723: Instalace Windows 7

Zdroj: vlastní zpracování

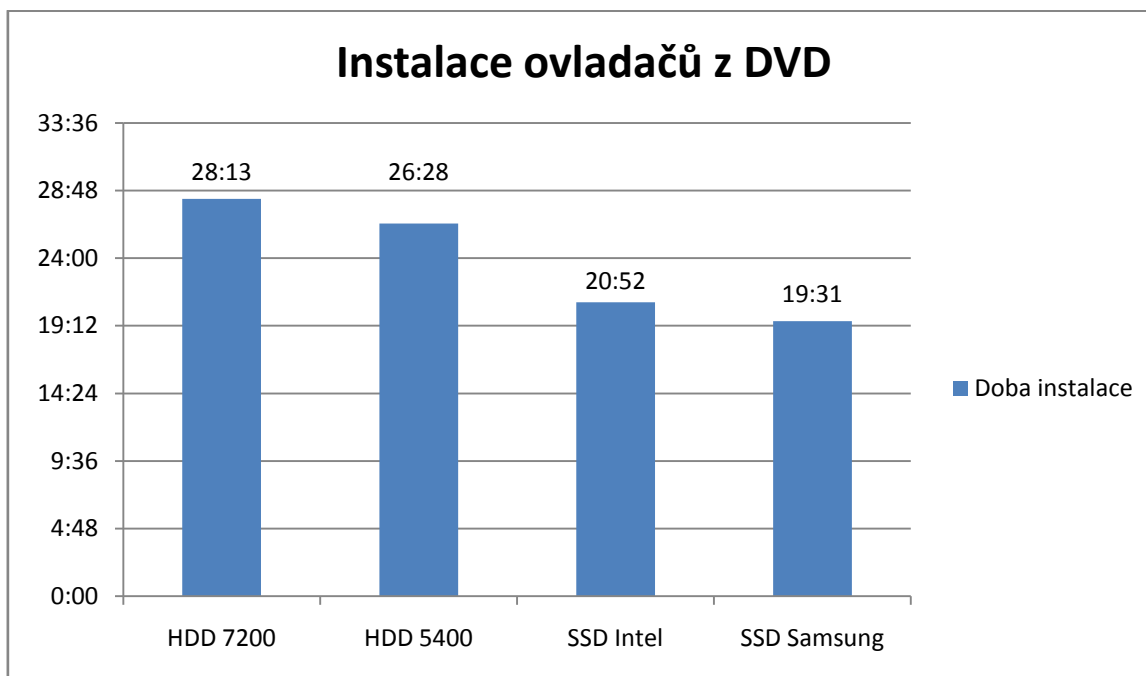
Instalace ovladačů z DVD

Po instalaci operačního systému byl měřen čas, za jak dlouho se nainstalují přiložené ovladače nutné ke správnému chodu počítače.

HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
28:13 min	26:28 min	20:52 min	19:31 min

Tabulka 3: Instalace ovladačů z DVD

U instalace ovladačů dopadli výsledky podobně jako u instalace Windows 7. Ovladače na plotnovém disku se 7200 otáčky se nainstalovali za 28:13 minut. O 8:42 min se rychleji nainstalovali na SSD od Samsungu. Za 20:52 minut zvládl nainstalovat SSD od Intelu. SSD od Samsungu byl opět rychlejší oproti SSD od Intelu o 1:21 minuty.



Obrázek 2824: Instalace ovladačů z DVD

Zdroj: vlastní zpracování

Start systému Windows 7 (včetně nainstalovaných ovladačů)

Po instalaci ovladačů bylo provedeno u každého disku 5 měření rychlosti startu Windows.

	HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
1	64 s	59 s	24,22 s	23,73 s
2	65 s	59 s	24,23 s	24,35 s
3	65 s	60 s	23,97 s	23,68 s
4	66 s	59 s	23,96 s	23,94 s
5	66 s	61 s	24,37 s	23,89 s

Tabulka 4: Start systému Windows 7

Nejdelší načítání operačního systému Windows 7 bylo u klasického disku se 7200 otáčky od značky Seagate, kde čas byl naměřen 66 s. U druhého pevného disku byl nejdelší čas načítání 61 s. O SSD byli časy načítání téměř stejné okolo 24 s. SSD Samsung byl o trochu rychlejší.

Instalace programu Microsoft Office 2007

Po provedení měření startu systému Windows byl měřen čas instalace kancelářského balíku od firmy Microsoft, konkrétně verze 2007.

HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
3:38 min	3:58 min	2:07 min	1:58 min

Tabulka 5: Instalace Microsoft Office 2007

Nejdelší instalace trvala na klasickém pevném disku se 5 400 otáčky, kde instalace balíku trvala 3:58 min. Nejrychleji se stejný kancelářský balík nainstaloval na SSD od Samsungu za pouhých 1:58 min. Na druhém SSD od firmy Intel instalace trvala o 9 s déle.

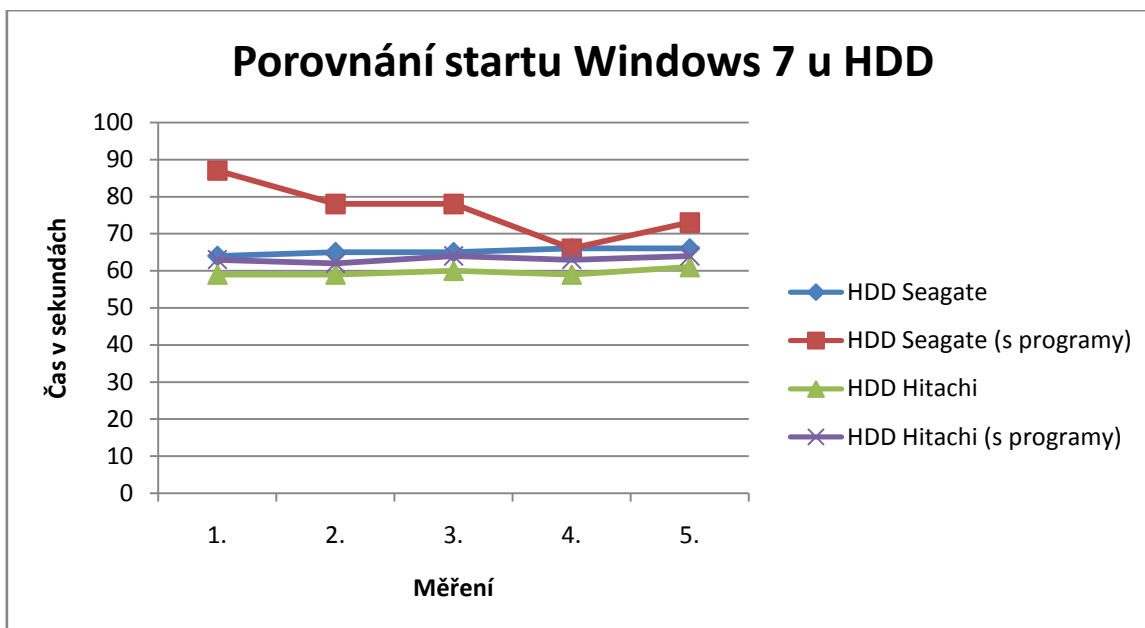
Start systému Windows 7

Po instalaci kancelářského balíku od Microsoft Office byly nainstalovány další programy. Jedná se o programy Power DVD, Zoner photo studio, Adobe flash player, Adobe reader, Java runtime environment, Opera, Splash lite, Total Commander, WinRar, AS SSD Benchmark a antivirový program Avast. Po nainstalování těchto programů bylo provedeno 5 měření na každém disku, jak se změnil start systému oproti tomu, když byl systém čistě nainstalován bez programů.

	HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
1	87 s	63 s	23,88 s	24,08 s
2	78 s	62 s	23,92 s	23,34 s
3	78 s	64 s	24,12 s	23,25 s
4	66 s	63 s	24,76 s	24,68 s
5	73 s	64 s	24,23 s	23,76 s

Tabulka 6: Start systému Windows 7 včetně programů

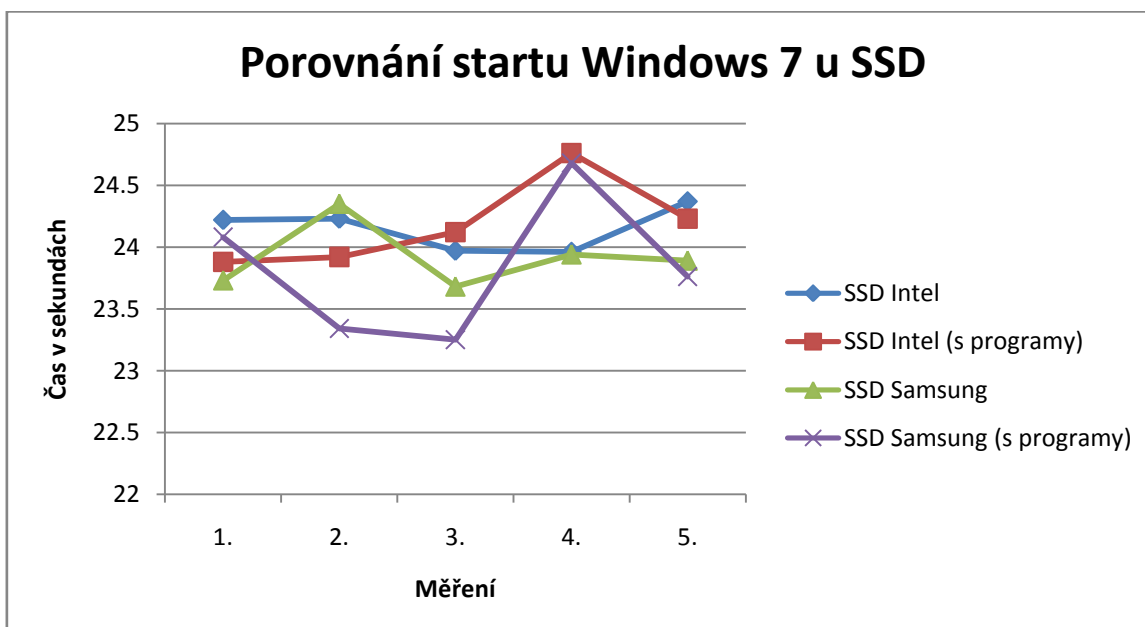
Nejdelší čas načítání byl u pevného disku Seagate 87 s. Nejkratší čas byl opět u SSD od Samsungu, kde počítač byl připraven k práci za 23,25 s.



Obrázek 29: Porovnání startu Windows 7 u HDD

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku číslo 29 lze vidět, že u klasického pevného disku značky Seagate se po nainstalování základních programů výrazně zpomalilo načítání Windows 7. V jednom měření naběhl systém jako při čisté instalaci systému. U druhého disku značky Hitachi se také o cca 4 s prodloužil čas načítání.



Obrázek 30: Porovnání startu Windows 7 u SSD

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku pro porovnání startu Windows 7 u SSD vyplývá, že start systému u obou disků bez nainstalovaných programů je v rozmezí od 23,5 – 24,5 s. Po nainstalování uvedených programů se ukázalo, že počítač je připraven k práci v časech od 23 do 25 s. Start systému se u SSD na rozdíl od pevných disků výrazně nezvýšil.

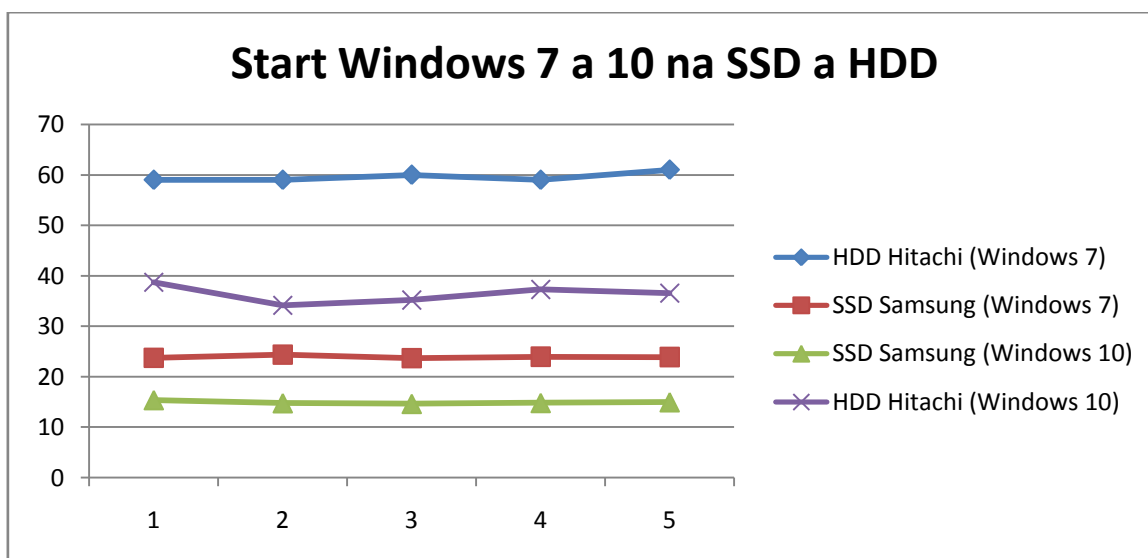
Start Windows 10

Vzhledem k bezplatnému upgradu, který zveřejnil Microsoft 29. 7. 2015, bylo vyzkoušeno, jak se chovají disky na tomto systému. Na stejnou sestavu byla nainstalována čistá verze Windows 10 s příslušnými ovladači. Po instalaci bylo provedeno u každého disku 5 měření, za jak dlouho naběhne operační systém.

	HDD 7200	HDD 5400	SSD Intel	SSD Samsung
1	31,10 s	38,73 s	16,26 s	15,39 s
2	32,13 s	34,15 s	16,53 s	14,78 s
3	31,78 s	35,20 s	16,48 s	14,64 s
4	31,10 s	37,30 s	16,20 s	14,82 s
5	31,09 s	36,54 s	16,31 s	14,97 s

Tabulka 7: Start Windows 10

Z naměřených časů lze vyčíst, že nejdéle systém načítal na pevném disku Hitachi 38,73 s. Nejkratší načítání proběhlo za pouhých 14,64 s na disku SSD od výrobce Samsung.



Obrázek 31: Start Windows 7 a 10 na SSD a HDD

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku číslo 12 je vybrán od každého druhu disku jeden a znázorněno, jak se změnila rychlost načítání operačního systému Windows 7 a 10. U klasického disku se rychlost načítání u Windows 10 zrychlila v průměru o 20 s. Tento disk dokáže načíst systém za pouhých cca 37 s. SSD je připraven v práci oproti Windows 7 o 9 s rychleji. Z výsledků lze vyvodit, že Windows 10 je mnohem rychlejší než Windows 7. Rychlost je velmi znát i u klasického plotnového disku.

BENCHMARK

Další testování bylo provedeno pomocí programu AS SSD Benchmark. Mezi přednosti benchmarku patří sekvenční test pracující s 1 GB dat a 4K-64Thrd, který výkon testuje při 64 vláken procesu. Dále nechybí ani test rychlosti kopírování souborů a tvorby archivu. Výsledky zobrazuje v MB/s. Aplikace nevyžaduje instalaci, takže je možno ji spouštět přímo z flash disku.

SEQ – Sekvenční zápis (čtení) je přístup k disku, kdy jsou zapsány velké soubory. Jako jsou videa, hudba nebo například obrázky s velkým rozlišením. Tento termín se využívá primárně v rámci benchmarkingu a rychlost se měří obvykle v Mbps.

4K – 4K random zápis je přístup k disku, který zapisuje do náhodných míst na povrchu úložného zařízení. Termín se používá především v souvislosti rychlosti, která je obvykle měřena v Mbps. Lze si to představit tak, jak zařízení rychle ukládá malé informace na náhodném místě na disku. Tento typ přístupu je vzor pro běžné spouštění aplikací z disku.

4K-64Thrd – 4K 64 zápis je měřítkem toho, jak dobře zařízení lze zapsat do náhodných 4K bloků dat v hloubce 64.

Acc. Time – Průměrný (střední) čas, za který je disk připraven číst nebo zapisovat data, se označuje jako přístupová doba. Přístupová doba je měřena v ms.

BENCHMARK – Seagate Momentus 500GB (HDD - ST9500423AS)

	READ				WRITE			
	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)
1	97,76	0,53	1,10	15,774	80,81	0,74	0,70	31,254
2	89,59	0,53	1,10	15,765	84,64	0,73	0,69	27,100
3	96,70	0,55	0,86	15,272	81,52	0,75	0,70	56,037
4	102,34	0,54	1,09	15,786	89,12	0,74	0,69	27,089
5	102,60	0,53	1,10	15,743	92,58	0,71	0,69	27,084

Tabulka 8: Benchmark – Seagate Momentus 500GB

Sekvenční čtení u klasického plotnového disku Seagate Momentus 500GB se pohybuje v rozmezí od 89,59 do 102,6 Mbps. Sekvenční zápis byl naměřen o trochu menší 80,81 – 92,58 Mbps. Při testování 4K čtení nabývala hodnota 0,53 – 0,55 Mbps, zápis 0,71 – 0,75 Mbps. Dále byly naměřeny hodnoty čtení pro 4K-64Thrd od 0,86 – 1,1 Mbps, pro zápis jsou o trochu menší 0,69 – 0,70 Mbps. Přístupová doba toho disku pro čtení se pohybuje kolem 15 ms, pro zápis od 27,084 – 56,037 ms. Celkem bylo u tohoto disku provedeno 5 měření, z důvodu, že jedno měření trvalo téměř 3 hodiny.

BENCHMARK – Hitachi Travelstar 320GB (HDD - HTS543232A7A384)

	READ				WRITE			
	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)
1	56,78	0,43	0,90	19,683	55,14	0,73	0,63	5,043
2	69,03	0,44	0,91	19,582	60,15	0,75	0,64	5,606
3	60,34	0,43	0,76	20,266	54,78	0,74	0,60	5,891
4	54,60	0,43	0,76	20,846	52,52	0,72	0,65	5,466
5	56,25	0,44	0,79	19,725	54,23	0,73	0,62	5,338

Tabulka 9: Benchmark – Hitachi Travelstar 320GB

Sekvenční čtení u klasického plotnového disku Hitachi Travelstar 320GB se pohybuje v rozmezí od 54,6 do 69,03 Mbps. Sekvenční zápis byl naměřen téměř stejný jako u čtení 52,52 – 60,15 Mbps. Při testování 4K čtení nabývala hodnota 0,43 – 0,44 Mbps, zápis 0,72 – 0,75 Mbps. Dále byly naměřeny hodnoty čtení pro 4K-64Thrd od 0,76 – 0,91 Mbps, pro zápis je rychlost menší 0,60 – 0,65 Mbps. Přístupová doba toho disku pro čtení se

pohybuje kolem 20 ms, pro zápis okolo 5,5 ms. Celkem bylo u tohoto disku provedeno 5 měření, jelikož jedno měření trvalo téměř 3 hodiny.

BENCHMARK – Intel 240GB

	READ				WRITE			
	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)
1	501,22	13,94	192,56	0,223	152,52	34,92	188,67	0,321
2	476,78	14,26	199,86	0,220	127,89	33,61	121,67	0,331
3	475,84	14,12	186,46	0,222	117,87	34,26	130,32	0,325
4	481,90	14,16	191,80	0,221	124,83	34,41	114,60	0,322
5	467,39	14,32	196,67	0,232	198,75	34,18	115,60	0,333
6	481,23	14,71	185,56	0,223	130,37	34,33	110,99	0,326
7	500,17	13,20	189,42	0,220	125,02	37,45	139,28	0,326
8	478,17	15,27	199,73	0,241	117,13	33,58	109,28	0,334
9	482,72	15,17	193,47	0,218	139,58	33,50	134,53	0,319
10	475,38	14,63	192,14	0,228	121,13	33,84	171,46	0,323

Tabulka 10: Benchmark – SSD Intel 240GB

Sekvenční čtení u SSD značky SSD Intel 240GB se pohybují hodnoty rychlosti od 467,39 – 501,22 Mbps. Sekvenční zápis byl naměřen výrazně menší než při čtení. Hodnoty pro zápis jsou od 117,13 do 198,75 Mbps. Při testování 4K čtení nabývala hodnota od 13,2 do 15,27 Mbps, pro zápis byli naměřeny hodnoty od 33,5 do 37,45 Mbps. Dále byly naměřeny hodnoty čtení pro 6K-64Thrd od 185,56 – 199,86 Mbps, pro zápis je rychlost menší než při čtení, konkrétně od 109,28 do 171,46 Mbps. Přístupová doba tohoto disku pro čtení se pohybuje kolem 0,23 Mbps. Pro zápis je přístupová doba okolo 0,32 Mbps. Celkem u tohoto disku bylo provedeno 10 měření.

BENCHMARK – Samsung 840 EVO 120GB

	READ				WRITE			
	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)	SEQ (Mbps)	4K (Mbps)	4K-64Thrd (Mbps)	Acc. Time (ms)
1	509,35	26,30	338,64	0,098	482,49	48,34	136,99	0,075
2	476,48	25,06	332,13	0,099	472,23	38,06	149,76	0,095
3	474,50	24,78	333,39	0,100	474,13	40,33	136,24	0,089
4	504,88	25,22	343,00	0,102	481,98	44,59	132,14	0,090
5	471,43	25,26	346,07	0,100	466,64	40,37	138,38	0,089
6	471,66	25,20	342,53	0,101	466,28	40,49	138,77	0,092
7	479,74	25,51	336,38	0,101	467,07	40,69	136,95	0,089
8	474,74	25,35	343,01	0,100	453,70	41,39	132,77	0,089
9	463,33	25,49	338,66	0,101	466,75	41,31	134,47	0,087
10	475,31	25,48	343,37	0,100	466,90	41,00	133,93	0,086

Tabulka 11: Benchmark – SSD Samsung 840 EVO 120GB

Sekvenční čtení u SSD značky Samsung 840 EVO 120GB se pohybují hodnoty rychlosti od 463,33 – 509,35 Mbps. Sekvenční zápis byl naměřen menší než při čtení. Hodnoty pro zápis jsou od 453,7 do 482,49 Mbps. Při testování 4K čtení nabývala hodnota od 24,78 do 26,3 Mbps, pro zápis byli naměřeny hodnoty od 38,06 do 48,34 Mbps. Dále byly naměřeny hodnoty čtení pro 6K-64Thrd od 332,13 – 346,07 Mbps, pro zápis je rychlost menší než při čtení, konkrétně od 132,14 do 149,76 Mbps. Přístupová doba tohoto disku pro čtení se pohybuje kolem 0,1 Mbps. Pro zápis je přístupová doba okolo 0,08 Mbps. Celkem u tohoto disku bylo provedeno 10 měření.

8 Shrnutí výsledků a závěr

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda uživatelé počítačů mají povědomí o existenci a funkci SSD disku, oproti klasickému plotnovému disku HDD. Veškerá data byla získána prostřednictvím formalizovaného dotazníku, kterým byly osloveny náhodní uživatelé prostřednictvím sociální sítě. V druhé části praktické části byly testovány parametry SSD oproti HDD na jedné sestavě.

Hypotéza 1 – Polovina dotázaných uživatelů ví o existenci SSD disků.

V úvodu byla kladena otázka všem dotázaným, zda vědí o existenci SSD disku. Uživatelé se v předchozí otázce měli ohodnotit, za jakého uživatele v práci na počítači se hodnotí. Uživatelů, kteří považují svoje znalosti za základní je 26,9 %, kteří vědí o existenci SSD. Mírně pokročilých uživatelů ví o SSD 49,73 %, pokročilých 82,19 % a uživatelé, kteří se ohodnotili za experty, vědí všichni o SSD. Celkově bez ohledu na úroveň práci na počítači je 66,67 % dotázaných uživatelů, kteří ví o existenci SSD.

Na základě výsledků se hypotéza potvrdila.

Hypotéza 2 – Rychlost SSD disku je mnohem rychlejší než klasického HDD.

Pro testování byly vybrány dva disky typu HDD a dva disky typu SSD. První test probíhal, za jak dlouho se nainstaluje operační systém (Windows 7) na jednotlivý disk. Nejlepší výsledek typu HDD dosáhl disk značky Hitachi Travelstar 320GB, který systém nainstaloval za 18:37 min. SSD značky Samsung systém instaloval pouhých 14:01 min. Protože každý uživatel neustále instaluje nějaké programy, bylo zjišťováno, jestli i na instalaci programů má vliv typ pevného disku. Pro ukázkou byl vybrán kancelářský balík od firmy Microsoft, konkrétně verze 2007. Nejrychleji tento balík nainstaloval disk SSD značky Samsung za 1:58 min, nejpomaleji klasický HDD značky Hitachi Travelstar 320GB za 3:58 min. Jelikož uživatel během dne počítač několikrát zapíná, vypíná nebo restartuje, bylo v testování také zjišťováno, za jak dlouho se počítač zapne a je připraven k práci na počítači. Toto testování bylo provedeno jak na Windows 7, tak i na Windows 10. Z testování vyplynulo, že SSD disk se na Windows 7 spustil za 23,25 s a klasický disk (HDD – Seagate 500GB) za 87 s. Při nainstalování operačního systému Windows 10 se u klasického disku zkrátil čas startu na 38,73 s a u SSD na 14,64 s.

Na základě výsledků se hypotéza potvrdila.

9 Zdroje literatury

- Adam, D. (2014). *The Complete Guide to Solid-State Drives*. Získáno 20. Červen 2015, z <http://lifehacker.com/5932009/the-complete-guide-to-solid-state-drives>
- Crijns, K. (2013). *Hardware.Info tests lifespan of Samsung SSD 840 250GB TLC SSD [Updated with final conclusion] - Final update (20-6-2013)*. Získáno 15. Březen 2015, z <http://us.hardware.info/reviews/4178/10/hardwareinfo-tests-lifespan-of-samsung-ssd-840-250gb-tlc-ssd-updated-with-final-conclusion-final-update-20-6-2013>
- ExtraHarware.cz. (2010). *SSD disky: nastal již jejich čas? | Cnews.cz*. Získáno 01. Prosinec 2014, z <http://www.cnews.cz/ssd-disky-nastal-jiz-jejich-cas>
- Herald. (2014). *Flash memory interface tutorial covering basic fundamentals*. Získáno 10. Červenec 2015, z <http://www.eeherald.com/section/design-guide/esmod16.html>
- Heureka.cz. (2015). *Pevné disky SSD - Heureka.cz*. Získáno 01. Duben 2015, z <http://ssd-disky.heureka.cz/?o=4>
- Heureka.cz. (2015). *Pevné disky SSD - Heureka.cz*. Získáno 01. Červen 2015, z <http://ssd-disky.heureka.cz/?o=4>
- Hutchinson, L. (2012). *Solid-state revolution: in-depth on how SSDs really work | Ars Technica*. Získáno 10. Červen 2015, z <http://arstechnica.com/information-technology/2012/06/inside-the-ssd-revolution-how-solid-state-disks-really-work/>
- Kim, J., Seo, S., Jung, D., Kim, J.-S., & Huh, J. (2010). *Parameter-Aware I/O Management*. Získáno 17. Květen 2015, z <http://csl.skku.edu/papers/CS-TR-2010-329.pdf>
- Michelsoni, R., Marelli, A., & Eshghi, K. (2013). *Inside Solid State Drives (SSDs)* (1.. vyd.). London: Springer Netherlands.
- Nicolay, D. (2013). *HOWTO: Configure Ext4 to Enable TRIM Support for SSDs on Ubuntu and Other Distributions*. Získáno 15. Duben 2015, z <https://sites.google.com/site/lightrush/random-1/howtoconfigureext4toenabletrimforssdonubuntu>
- Olšan, J. (2014). *SSD s kapacitou 8 TB je zde. Zabiják pevných disků, nebyť ceny | Cnews.cz*. Získáno 09. Prosinec 2014, z <http://www.cnews.cz/ssd-s-kapacitou-8-tb-je-zde-zabijak-pevnych-disku-nebyt-ceny>

Paleček, J. (2010). *TIP: zrychlete si počítač prostřednictvím SSD disku* | *PC World.cz*. Získáno 07. Prosinec 2014, z <http://pcworld.cz/hardware/tip-zrychlete-si-pocitac-prostrednictvim-ssd-disku-16484>

Pfeifer, R. (2010). *SSD: je důležité mít TRIM?* | *Svět hardware*. Získáno 10. Červen 2015, z <http://www.svethardware.cz/recenze-ssd-je-dulezite-mit-trim/29763>

Polášek, R. (2013). *Magazín Stahuj.cz - Recenze, novinky, manuály a návody ze světa software*. Získáno 18. Listopad 2014, z <http://magazin.stahuj.centrum.cz/jak-spravne-pecovat-o-ssd-uloziste/>

Probins. (2012). *How does an SSD write? Solid State Disks from Future Storage*. Získáno 14. Červen 2015, z <http://www.blog.solidstatediskshop.com/2012/how-does-an-ssd-write/>

SSD disky, solid state drive. (2011). Získáno 01. Prosinec 2014, z <http://www.zachranadat-ssd.cz/ssd-disky>

SSD, S. (2015). *SSD White Paper* | *Samsung SSD*. Získáno 06. Únor 2015, z <http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/minisite/SSD/global/html/whitepaper/whitepaper03.html>

Stach, J. (2014). *SSD disky budou dále zlevňovat, ale již pomaleji*. Získáno 14. Leden 2015, z <http://www.ddworld.cz/aktuality/ukladani-dat-media/ssd-disky-budou-dale-zlevnovat-ale-jiz-pomaleji.-klesat-bude-spise-cena-za-1gb-nez-cena-ssd-disku-2.html>

Super Talent Technology, I. (nedatováno). *SLC vs. MLC: An Analysis of Flash Memory*. Získáno 05. Červen 2015, z http://www.supertalent.com/datasheets/SLC_vs_MLC%20whitepaper.pdf

Thatcher, J. (2009). *NAND Flash Solid State Storage*. Získáno 13. Červenec 2015, z http://www.snia.org/sites/default/education/tutorials/2009/spring/solid/JonathanThatcher_NandFlash_SSS_PerformanceV10-nc.pdf

Vašek, J. (2010). *Optimalizace Windows 7 pro SSD - co funguje a co ne*. Získáno 5. Květen 2015, z <http://pctuning.tyden.cz/software/ladeni-windows/17030-optimalizace-windows-7-pro-ssd-co-funguje-a-co-ne?start=1>

Veselík, P. (2010). *Historie a současnost SSD* | *FLOPS*. Získáno 05. Duben 2015, z <http://www.flops.cz/historie-a-soucasnost-ssd>

Višňovský, P. (2008). *Technologie flash paměti a způsoby jejich využití - Root.cz*. Získáno 17. Červen 2015, z <http://www.root.cz/clanky/technologie-flash-pameti-a-zpusoby-jejich-vyuziti/#k02>

Vítek, J., & Petr, S. (2009). *Funkčnost, rozhraní a technologie pevných disků - SSD disky - princip fungování, problémy | Svět hardware*. Získáno 06. Červen 2015, z <http://www.svethardware.cz/funkcnost-rozhrani-a-technologie-pevnnych-disku/16088-5>

Vojáček, A. (2010). *Dostupné kapacity a parametry současných SSD disků | Automatizace.HW.cz*. Získáno 10. Prosinec 2014, z <http://automatizace.hw.cz/dostupne-kapacity-a-parametry-soucasnych-ssd-disku>

10 Přílohy

Dotazník

1) Uved'te prosím Vaše pohlaví

- muž
- žena

2) Uved'te prosím Váš věk

- 10 – 15 let
- 16 – 18 let
- 19 – 25 let
- 26 – 40 let
- 41 – 60 let
- 61 - ... let

3) Jaké je Vaše poslední dokončené vzdělání?

- základní
- vyučen(a)
- SŠ bez maturity
- SŠ s maturitou
- Vyšší odborné
- Vysokoškolské

4) Uved'te úroveň svých znalostí v práci na počítači

- základní
- mírně pokročilý
- pokročilý
- expert

5) Víte o existenci a využívání SSD disku?

- ano
- ne

6) Plánujete v blízké době (do 6 měsíců) nákup SSD disku?

- ano
- ne
- již mám disk koupený

7) Jaký typ pevného disku používáte ve svém PC? (můžete zaškrtnout více odpovědí)

- SSD
- HDD
- Hybridní
- nevím

8) Využíváte ve svém zaměstnání počítač?

- ano
- ne

9) Má Váš počítač, na kterém pracujete v zaměstnání, SSD disk?

- ano
- ne
- nevím

10) Máte nainstalovaný SSD disk ve Vašem stolním PC nebo notebooku, který využíváte v domácnosti?

- ano
- ne
- nevím

11) Jak velký SSD disk používáte ve Vaše stolním PC nebo notebooku?

- do 32 GB
- 33 GB – 120 GB
- 121 GB – 200 GB
- 200 GB – 350 GB
- 350 GB - ... GB
- nevím

12) Jakou značku SSD disku používáte ve Vašem PC v domácnosti?

- ADATA
- Kingston
- Samsung
- Corsair
- LACIE
- SanDisk
- Crucial
- OCZ
- Seagate
- Intel
- RUNCORE
- Toshiba
- jiný (uved'te prosím název značky)
- nevím

13) Jste spokojený s SSD diskem (odezva, stabilita, rychlost)?

- ano
- ne

14) Kolik hodin denně strávíte na počítači průměrně?

- 1 hod
- 2 hod
- 3 – 4 hod
- 5 – 8 hod
- 9 a více hod

11 Oskenované zadání práce

5. 11. 2014

Tisk zadání závěrečných prací



UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ
Fakulta informatiky a managementu
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, tel: 493 331 111, fax: 493 332 235

Zadání k závěrečné práci

Jméno a příjmení studenta:

Tomáš Čechlovský

Obor studia:

Aplikovaná informatika

Jméno a příjmení vedoucího práce:

Josef Horálek

Název práce:

Principy a testování parametrů SSD disků

Název práce v AJ:

Principle and testing parameters SSD

Podtitul práce:

Podtitul práce v AJ:

Cíl práce: Seznámení s vlastnostmi SSD. Porovnání jejich parametrů s HDD. Zjištění aktuálního zastoupení SSD disků v prodáváných počítačích a průzkum zastoupení SSD disků v počítačích u běžných uživatelů.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Historie a parametry SSD
3. Princip činnosti a vnitřní struktura SSD
4. Dotazníkové šetření užití SSD běžnými uživateli
5. Testování parametrů SSD
6. Vyhodnocení a analýza dotazníkového šetření
7. Závěr

Projednáno dne: 10. 11. 2014

Podpis studenta

Tomáš Čechlovský

Podpis vedoucího práce

Josef Horálek