

# Usporedba performansi Windows operacijskih sustava na različitim tipovima računala

---

Harabajsa, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:053860>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Stručni studij**

**Usporedba performansi Windows operacijskih sustava na  
različitim tipovima računala**

**Završni rad**

**Luka Harabajsa**

**Osijek, 2019.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju**

Osijek, 09.07.2019.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada  
na preddiplomskom stručnom studiju**

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Luka Harabajsa
<b>Studij, smjer:</b>	Prediplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	R3451, 26.09.2018.
<b>OIB studenta:</b>	21924005620
<b>Mentor:</b>	Doc.dr.sc. Josip Balen
<b>Sumentor:</b>	Krešimir Vdovjak
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	Izv.prof.dr.sc. Krešimir Nenadić
<b>Član Povjerenstva:</b>	Mag.ing.comp. Robert Šojo
<b>Naslov završnog rada:</b>	Usporedba performansi Windows operacijskih sustava na različitim tipovima računala
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Programsko inženjerstvo (zn. polje računarstvo)</b>
<b>Zadatak završnog rada</b>	U teorijskom dijelu rada potrebno je detaljno proučiti, opisati i usporediti arhitekturu, rad s procesorom, memorijom, grafikom i tvrdim diskom zadnjih inačica Windows operacijskih sustava (Windowsa 7, 8.1 i 10). Nakon toga proučiti i opisati način rada različitih alata za testiranje performansi. U eksperimentalnom dijelu rada potrebno je testirati i usporediti performanse zadnjih inačica Windows operacijskih sustava na barem dva različita tipa računala (stolnom i prijenosnom). Na temelju rezultata treba izvesti zaključke o performansama Windows operacijskih sustava prilikom rada s procesorom, memorijom, grafikom i tvrdim diskom.
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):</b>	Izvrstan (5)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
<b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>	09.07.2019.
<i>Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:</i>	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 18.07.2019.

**Ime i prezime studenta:**

Luka Harabajs

**Studij:**

Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

R3451, 26.09.2018.

**Ephorus podudaranje [%]:**

4

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Usporedba performansi Windows operacijskih sustava na različitim tipovima računala**

izrađen pod vodstvom mentora Doc.dr.sc. Josip Balen

i sumentora Krešimir Vdovjak

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# Sadržaj

1.	UVOD .....	1
1.1	Zadatak završnog rada .....	1
2.	OPERACIJSKI SUSTAV WINDOWS.....	2
2.1	Windows 7.....	3
2.1.1	Sustavski zahtjevi Windows 7.....	5
2.2	Windows 8.1 - nova era operacijskih sustava .....	5
2.2.1	Sustavski preduvjeti za Windows 8.1.....	6
2.2.2	Grafičko sučelje Windowsa 8.....	6
2.3	Windows 10.....	7
2.3.1	Sustavski zahtjevi Windows 10.....	8
3.	TESTNI ALATI .....	9
3.1	AIDA 64 Extreme 5.92 .....	9
3.2	PCMark 8 .....	9
3.3	PassMark Performance test 9.0 .....	10
3.4	UserBenchmark .....	10
4.	NAČINI MJERENJA PERFORMANSI.....	12
4.1	Utjecaj sklopovlja na rezultate mjerenja performansi.....	12
4.1.1	Grafički procesor – GPU .....	12
4.1.2	Procesor – CPU .....	12
4.1.3	Radna memorija – RAM .....	13
4.1.4	Tvrđi disk – HDD.....	13
4.1.5	SSD disk.....	14
4.2	Vrednovanje performansi računala .....	14
4.3	Postavljanje postavki i priprema računala za testiranje.....	18
5.	REZULTATI TESTIRANJA .....	19

5.1 Postupak izvođenja testova .....	19
5.2 Test stolnog računala.....	21
5.3 Test prijenosnog računala.....	26
6. ANALIZA REZULTATA TESTIRANJA.....	31
6.1 Analiza rezultata testiranja stolnog računala.....	31
6.2 Analiza rezultata testiranja prijenosnog računala.....	32
7. ZAKLJUČAK .....	34
LITERATURA .....	35
SAŽETAK.....	37
ABSTRACT .....	37
ŽIVOTOPIS .....	38

## **1. UVOD**

Svakodnevni život u današnje vrijeme teško je zamisliti bez upotrebe računala, a jedan od najzaslužnijih sustava koji je pridonio tolikoj računalnoj revoluciji je zasigurno Windows operacijski sustav koji je razvila tvrtka Microsoft. U ovom radu se nećemo baviti poviješću razvoja operacijskog sustava, nego će nam fokus biti na njegove tri posljednje verzije, a to su Windows 7, Windows 8.1 i Windows 10 te njihove performanse na stolnom i prijenosnom računalu. Stolna računala su u prošlosti imala veće mogućnosti i bolje komponente u odnosu na prijenosnike, ali s napretkom tehnologije, prijenosnici su dobili mnoga unaprjeđenja te su u mnogim stvarima usporediva sa stolnim računalima. To nas je nagnalo da napravimo mjerenja na te dvije vrste računala. U daljnjem tekstu ćemo objasniti koje komponente posjeduje svako računalo i njegove mogućnosti.

U drugom poglavlju ćemo opisati svaku navedenu verziju Windowsa te njihove mogućnosti i poboljšanja u odnosu na prethodnu verziju. U trećem poglavlju ćemo opisati testne alate koje smo koristili za testiranje i mjerenje performansi, a u četvrtom ćemo objasniti način na koji smo proveli mjerenja. U petom i šestom poglavlju iznijeti ćemo rezultate testiranja te njihovu analizu te sam postupak koji smo koristili za izvođenje mjerenja.

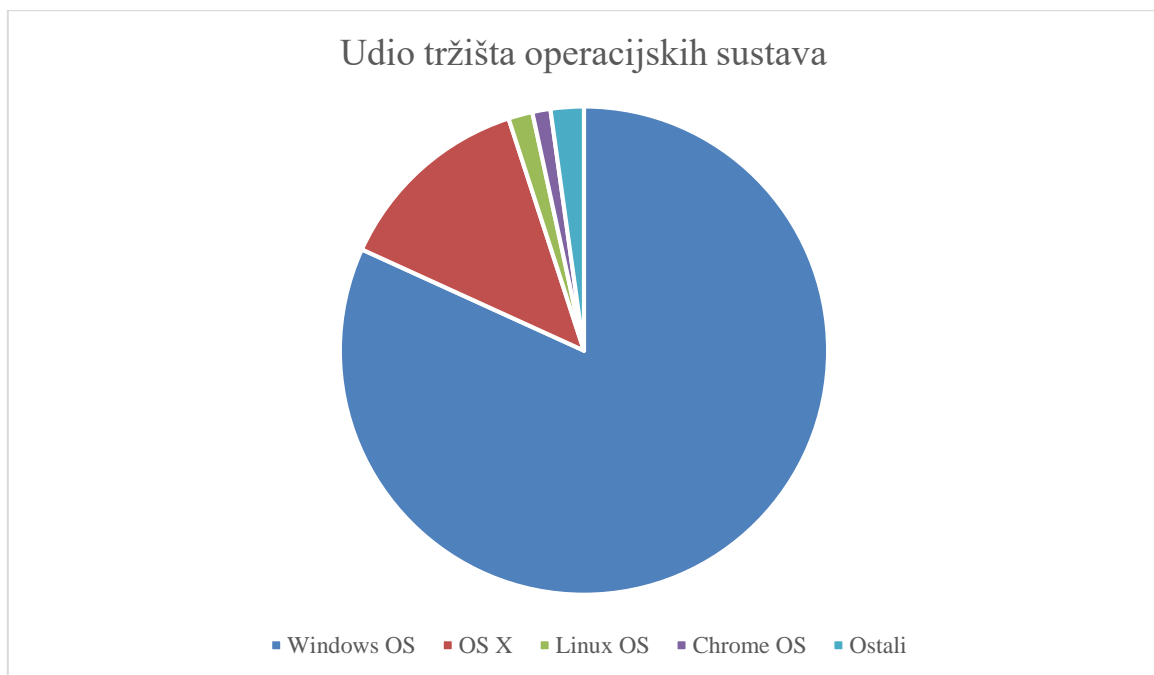
### **1.1 Zadatak završnog rada**

U ovome završnom radu ideja je bila da detaljno proučimo razlike između svake odabrane verzije Windowsa te njihovu arhitekturu i sposobnosti obavljanja zadanih zadataka koji se traže u određenom testu. Testove ćemo provoditi na način da instaliramo svaku verziju Windowsa, a potom i testni alat. Detaljniji proces testiranja i rezultate ćemo objasniti u nastavku rada.

## 2. OPERACIJSKI SUSTAV WINDOWS

Generalno operacijski sustav ima dvije glavne zadaće, prema [1]. Prva je ta da predstavlja poveznicu između računalnih programa i sklopovlja, a druga je ta da upravlja resursima računala, odnosno ulazno/izlaznim jedinicama, memorijskom prostorom te ostalim sastavnim dijelovima računala.

Windows je zatvoren operacijski sustav i razvila ga je tvrtka Microsoft. Prvu verziju koju su predstavili na tržištu 1985. godine je Windows 1.0, koji je bio temeljen na DOS operacijskom sustavu. Do tada računala nisu bila dostupna niti razumljiva većini ljudi, jer se koristila komandna linija za komunikaciju čovjeka i računala, a dolaskom Windowsa i njihovog grafičkog sučelja komercijalizirana je cijela industrija. Nakon toga Microsoft dominira tržištem operacijskih sustava što se nastavilo i do danas (Sl.2.1). Prema podacima [2] u zadnjih godinu dana Windowsi zauzimaju 82,68% tržišta.

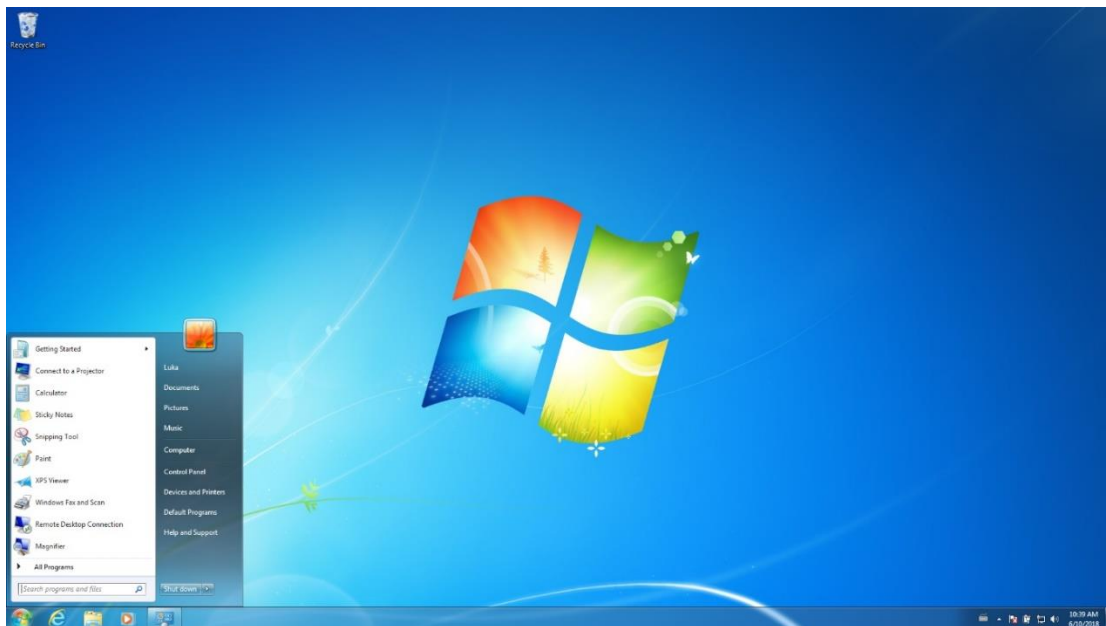


Sl. 2. 1 Udio operacijskih sustava na tržištu



## 2.1 Windows 7

Windows 7 je svojevremeno bio jedan od najboljih i najkorištenijih operacijskih sustava koji je Microsoft razvio. Nakon puno problema koje su imali u Windows Visti, prethodniku Windowsa 7, sve te poteškoće su uspjeli poboljšati. Neke određene mogućnosti koje su uvedene u Windows Visti su nastavili koristiti i u Windowsu 7. Prvu stvar koju možemo zamijetiti je vizualni izgled samog korisničkog sučelja, takozvani *Windows Aero* (Sl. 2.2). Moguće je birati i dodavati razne teme koje korisnik može personalizirati i također može dodati prečace na *taskbar* za razne aplikacije do kojih tako ima brži pristup. Ako korisnik ima otvoreno mnogo različitih prozora, a želi da mu ostane otvoren samo određeni, može iskoristiti značajku *Aero Shake*. Kliknemo li na određeni prozor i pomičemo ga u raznim smjerovima, svi ostali prozori maknuti će se sa zaslona, i na taj će način korisnik imati jasniji pregled onoga što mu je potrebno. To je samo jedan od primjera kako su inženjeri htjeli sve podrediti brzini i preglednosti novog sustava. Ostala poboljšanja nisu toliko vidljiva korisniku ali su itekako korisna u svakodnevnom radu i brzini samog sustava. Puno pozadinskih procesa se sada pokreću tek kada su zaista potrebni, također korisnici su imali problema s previše upletanja samog sustava u njihov rad i upozoravanja na opasnost.



Sl. 2. 2 Prikaz početnog zaslona u Windows 7

Procesi se smatraju glavnim konceptom u svakom operacijskom sustavu. Danas obavljamo puno više radnji istovremeno na računalu, a kako bi to bilo moguće, operacijski sustav mora

kvalitetno upravljat memorijom i rasporediti procesorsko vrijeme za procese koji su pokrenuti na računalu, tako da svaki proces dobije određeno procesorsko vrijeme.

Microsoft je htio poboljšati performanse računala s time da osnovni sustavski preduvjeti ostanu slični kao u prošloj verziji Windowsa. To su htjeli napraviti tako da poprave vrijeme odziva samog operacijskog sustava i optimizirati upravljanje memorijom. Mnoge novosti su uveli u Windows Visti, a kako Windows 7 ima temelje zasnovano na tom sustavu, mnoge značajke tog sustava su implementirali u novom sustavu.

Neka od novih poboljšanja koja su zaslužna za bolje performanse:

-*SuperFetch* je tehnologija koja unaprijed učitava neke aplikacije koje korisnik najčešće koristi kako bi se smanjilo vrijeme učitavanje pri pokretanju same aplikacije. Temeljena je na tehnologiji *PreFetcher* koja je razvijena u Windows XP-u. Učitavaju se često korištene aplikacijske komponente, a sustav koristi poseban algoritam koji proučava ponašanje korisnika.

-*ReadyBoost* [3] je tehnologija koja može koristiti USB ključice ili prijenosne diskove kao pričuvnu memoriju. Windows 7 omogućuje korištenje više uređaja za pohranu do maksimalne veličine od 256GB.

-*SMT* (engl. *Simultaneous MultiThreading*) je tehnologija koju je razvio Intel i implementirana u Windowse. SMT omogućuje operacijskom sustavu da za svaku fizičku jezgru vidi još jednu dodatnu logičku. Tada se niti dodjeljuju svakoj logičkoj jezgri, a one onda izvršavaju zadatke koristeći jednu zajedničku fizičku jezgru. U oba računala nam se nalaze Intel procesori tako da će na ta tehnologija pomoći u postizanju boljih rezultat.

- UMS (engl. *User Mode Scheduling*) [4] je mehanizam pomoću kojega aplikacije mogu rezervirati svoje niti. UMS se preporuča za aplikacije koje zahtijevaju više resursa i koje trebaju pokretati više niti na višeprocorskim sustavima. UMS je dostupan samo u 64-bitnoj verziji Windowsa.

## 2.1.1 Sustavski zahtjevi Windows 7

Svaki operacijski sustav ima određene zahtjeve [5] za sklopovljem kako bi mogao normalno obavljati svoju zadaću. Minimalni sustavski zahtjevi za pokretanje Windowsa 7 su navedeni ispod:

- 32-bitni ili preporučljivo 64-bitni procesor radnog takta 1GHz ili brži
- 1GB radne memorije za 32-bitni ili 2GB radne memorije za 64-bitni sustav
- 16GB diskovnog prostora za 32-bitni ili 20GB za 64-bitni
- Grafičko sučelje DirectX® 9 s WDDM 1.0 (engl. *Windows Display Driver Model*)
- Preporučljivo je imati pristup internetu

## 2.2 Windows 8.1 - nova era operacijskih sustava

Prema [6], Microsoft je šokirao mnoge korisnike s novim sustavom Windows 8. Za neke korisnike uklanjanje *Start menu* izbornika i uvođenje *Start screen* zaslona, sa svojim naglaskom na aplikacije i promjenjive pločice bila je prevelika promjena u odnosu na tradicionalni izgled Windowsa. Nakon nekog vremena korisnici su uvidjeli da je Microsoft s tom promjenom krenuo u pravome smjeru s time kako se tržište mijenjalo u pravom trenutku su napravili promjenu. Windows 8.1, malo izmijenjena verzija Windows 8, izašao je na tržište u kolovozu 2013. godine. Dok je Windows 7 izgledao kao evolucija ranijih iteracija Windowsa, kao što je Vista, Windows 8 je prikazao skroz novi i drugačiji prikaz operacijskog sustava. U mnogo načina predstavlja odmak od prijašnjih verzija ali još uvijek su vidljivi znakovi prepoznatljivih obilježja Windowsa kao što su mape, direktoriji i *taskbar* ali su dizajnirani u skladu s novim grafičkim sučeljem o kojem će biti više detalja u nastavku.

U novoj verziji 8.1 dosta pažnje se posvetilo sigurnosti. Unutar *Windows Defendera* implementiran je novi servis, *Antivirus network inspection service* to je zaštitni modul koji u stvarnom vremenu prati mrežni promet i traži obrasce koji imaju zlonamjerne namjere.

Nove tehnologije koje su uvedene u Windows 8.1:

- *Fast startup* ili *hybrid shutdown* je nova značajka u Windows 8 koja omogućuje brže pokretanje sustava. Tehnologija je temeljena na djelomičnoj hibernaciji, odnosno kada korisnik poželi ugaziti računalo informacije o jezgri i računalnim upravljačkim programima su spremljene u *hiberfil.sys* dokument na disku, umjesto da se on obriše kao što je slučaj kod klasičnog *shutdowna*.

- *Hyper-V* je aplikacija koja služi za virtualizaciju raznih sustava i aplikacija. Mogu se virtualizirati cijeli operacijski sustavi ali i hardverske komponente kao što je tvrdi disk.
- UEFI (engl. *Unified Extensible Firmware Interface*) je nova značajka u Windows 8.1 koja zamjenjuje dosadašnji BIOS (engl. *Basic Input/Output System*). UEFI je zapravo specifikacija koja je nastala suradnjom velikih proizvođača softvera i hardvera gdje je definirano sučelje između operacijskog sustava i računalnog hardvera.

## 2.2.1 Sustavski preduvjeti za Windows 8.1

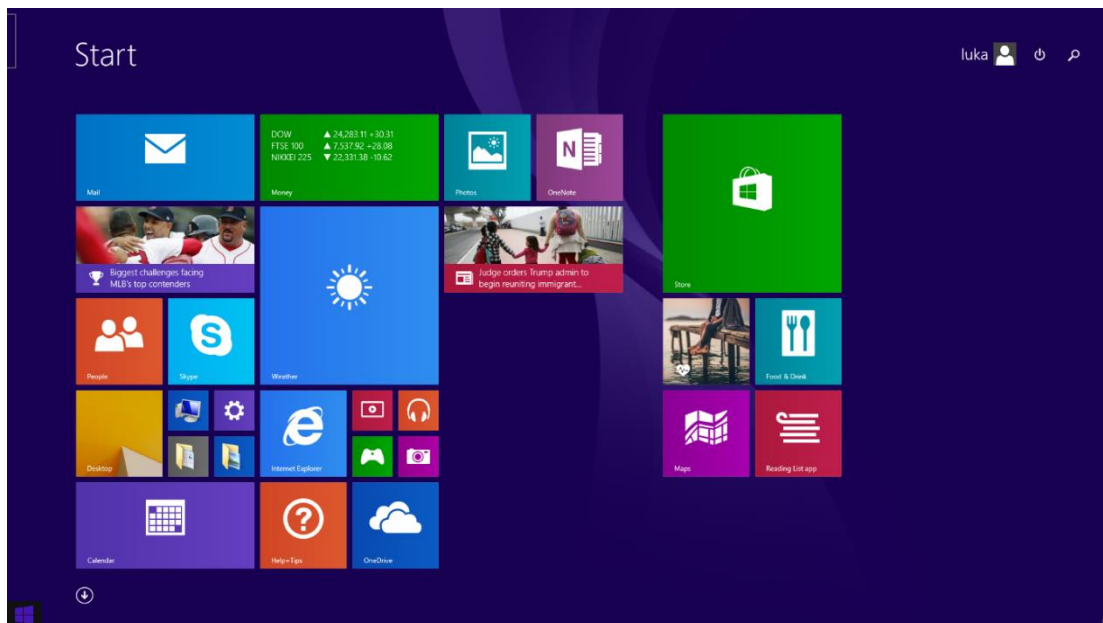
Minimalni sustavski zahtjevi [7] koje računalo mora zadovoljiti ako želi pokretati Windows 8.1:

- Procesor takta 1 GHz ili brži s podrškom za PAE, NX i SSE2 instrukcije
- 1 GB radne memorije (32-bitni) ili 2 GB za (64-bitni)
- Tvrdi disk sa 16 GB (32-bitni) ili 20 GB (64-bitni)
- Grafička kartica sa DirectX® 9 upravljačkim programom WDDM

## 2.2.2 Grafičko sučelje Windowsa 8

Pokretanje i rad na računalu koji ima instaliran Windows 8 može biti popriličan šok za one korisnike koji su upoznati i naviknuti na klasični prikaz Windows operacijskih sustava. U novom sustavu Windows 8 od korisnika se traži da se prilagodi potpuno novoj filozofiji korisničkog sučelja. Sve te nove mogućnosti mogu vas ispočetka čak i odbiti od novog sustava ali s vremenom su korisnici uvidjeli prednosti koje su Microsoftovi inženjeri dizajnirali da bi omogućili rad u današnjem ubrzanom okruženju. Windows 8 omogućuje izlaz iz standardnih okvira koje su utvrđene s prošlim verzijama operacijskih sustava te nam pruža nove načine kako se nositi sa svakodnevnim zadacima.

Umjesto standardnog klasičnog *Start* izbornika koristi se novi *Start* zaslon. On se sastoji od pločica (engl. *Tiles*) koje prikazuju razne sadržaje (Sl.2.3), kao što su vremenska prognoza, burzovne statistike, obavijesti s društvenih mreža, nepročitana elektronička pošta, nadolazeći događaji te ostale sadržaje koje korisnik može prilagoditi svojim potrebama, a to je i bio cilj Microsofta.



Sl. 2. 3 Pločice u Windows 8.1

Takav način prikaza aplikacija prvenstveno je namijenjen ekranima osjetljivim na dodir. Dizajn je u potpunosti podređen sadržaju i Microsoft je pokušao napraviti odmak od klasičnog radnog okruženja.

## 2.3 Windows 10

Dok je Windows 7 izgledao kao evolucija ranijih iteracija operacijskog sustava Windows, kao što su Windows Vista i XP, a Windows 8 je unio revoluciju u dizajnu. Novi Windows 10 je predstavio najbolje od oba svijeta, moderan dizajn i povratak *Start* gumba koji su mnogi zamjerali što je izostao u prošloj verziji Windowsa (Sl. 2.4).

Windows 10 je na trenutno najnovija i najnaprednija verzija Windowsa. Predstavljen sredinom 2015. godine. u velikoj mjeri predstavlja poboljšanja koja su bila potrebna nakon Windowsa 8.1. Ideja cijelog sustava je da u cjelini objedini sve Microsoftove proizvode kao što je mobilna platforma Windows Phone i konzola Xbox. Microsoft je dao mogućnost korisnicima Windows 7 i 8.1 da besplatno nadgrade svoje računalo na Windows 10 i htjeli su iskoristiti angažiranost korisnika da bi popravljali greške u sustavu u hodu. To je dovelo do brojnih i čestih nadogradnji koje i trenutno rade velike probleme korisnicima diljem svijeta. Često se događa da se kod ažuriranja izbrišu bitne datoteke te se računalo ne može upaliti nakon nadogradnje. To je veliki problem za velike poslovne sisteme koji zahtijevaju stabilne i sigurne sustave, te je Microsoft predstavio novu opciju, *Long Term Servicing Branch*, gdje se kod ažuriranja instaliraju samo

najpotrebnije sigurnosne značajke i ne instaliraju se nove mogućnosti koje svaki regularni korisnik dobije s tom nadogradnjom.



Sl. 2. 4 Novi *Start* gumb

Microsoft je u Windows 10 predstavio novi internet preglednik koji zamjenjuje dosadašnji Internet Explorer, Microsoft Edge. Prva verzija je temeljena na *EdgeHTML* i *Chakra engine* ali od 2019. godine Microsoft je odlučio prekinuti dugogodišnji razvoj samostalnih *engina* te je odlučio koristiti *Blink engine*, koji pokreće najkorišteniji preglednik današnjice Google Chrome [8].

### 2.3.1 Sustavski zahtjevi Windows 10

Prema [9], Windows 10 kao i njegovi prethodnici ima određene sustavske zahtjeve koji moraju biti zadovoljeni kako bi se isti mogao instalirati na računalo:

- Procesor od 1GHz ili SoC
- Minimalno 1GB RAM za 32 bitni sustav ili 2GB RAM za 64 bitni
- 16GB praznog prostora na disku za 32 bitnu verziju ili 20GB za 64 bitnu verziju
- DirectX9 ili noviji s WDDM 1.0 upravljačkim programom

### 3. TESTNI ALATI

Windows kao operacijski sustav je jako kompleksan i zbog toga je potrebno koristiti više testnih alata kako bismo dobili što točnije i relevantnije podatke o svakom sustavu. Korišteni su alati koji pokrivaju razne dijelove računala, poneki od njih pokrivaju određene dijelove i obavljaju određene operacije dok su neki usmjereni na specifični dio računala.

#### 3.1 AIDA 64 Extreme 5.92

Aida 64, kao što je opisano u [10], je aplikacija koja prikazuje detaljne informacije o računalu, dijagnosticira i evaluira sustav, a razvila ga je tvrtke *FinalWare*. Također moguće je dobiti informacije o zauzećima resursa, temperaturi pojedinih komponenti, brzini ventilatora koji hlade sustav, a moguće je i pročitati serijske ključeve od nekih pojedinih programa. Postoji besplatna verzija koja vrijedi 30 dana, no moguće je kupiti i profesionalnu verziju koja se plaća. Aida 64 je napravila korak naprijed dodajući zbirku 64 bitnih testova za procesore i radnu memoriju, optimiziranu *ZLib* kompresiju podataka te uvela poboljšanja u testove s pomičnim zarezom. Također je uvedena podrška za SSD diskove.

#### 3.2 PCMark 8

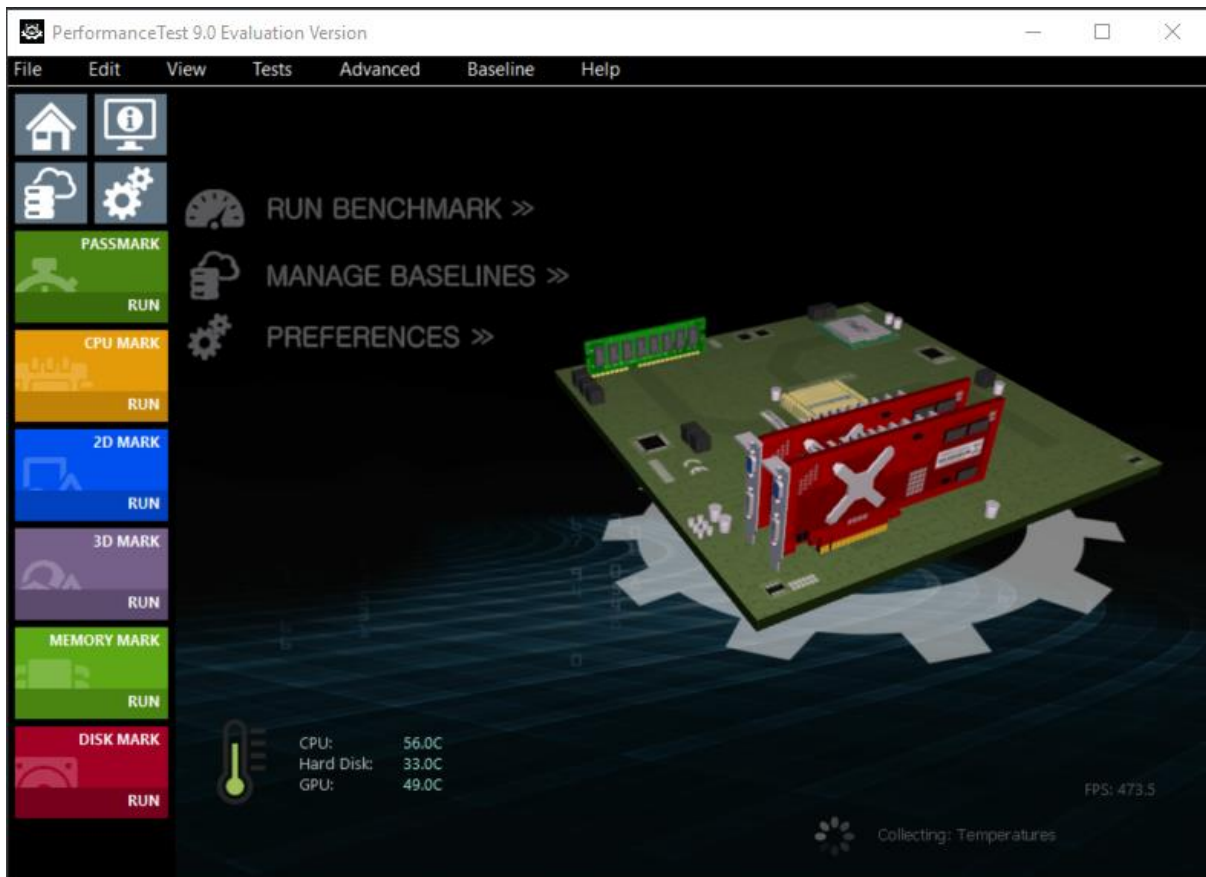
Prema [11], PCMark 8 je *benchmark* program za Windowse koji provodi testove koji su više temeljeni na svakodnevnom operacijama prosječnih korisnika, kao što je pisanje dokumenata, video razgovori, editiranje fotografija. Svaki test dobiva rezultat koji je kasnije moguće usporediti s ostalim korisnicima. Jedna od novih značajki koje je uvedena u PCMark 8 je novo mjerilo performansi koje se temelji na izvođenju zadataka u aplikacijama koje dolaze iz Adobe Creative Suita i Microsoft Officea. Moguće je odabrati test temeljen na tim programima koje su instalirani u vašem sustavu. Preciznost rezultata testova pokretanih na istom sustavu je uvijek unutar 3 posto odstupanja. Ponekad je moguće u nekim sustavima, zbog njihovog načina rada, da rezultat odstupa od očekivane vrijednosti, tada je potrebno test ponoviti više puta i uzeti prosječnu vrijednost. Mi smo koristili *Home* verziju, a testove smo pokretali u *Conventional* načinu rada. Postoji još *Accelerated* mod, a razlika je u tome što taj mod koristi *OpenCL*<sup>1</sup> akceleraciju.

---

<sup>1</sup> *OpenCl* (engl. *Open computing language*) – koristi se kako bi značajno poboljšao brzinu i odaziv raznih aplikacija u širokom spektru kategorija. To je *open source* jezik i predstavlja standard u programiranju za razne procesore u raznim sustavima

### 3.3 PassMark Performance test 9.0

Prema [12], ovaj program je jedan od najpoptežnijih alata koji se mogu naći na tržištu, a njegovo korištenje je vrlo jednostavno. Koristi se za testiranje cijelog sustava, a u konačnom rezultatu objedinjuje sve komponente računala. Pri pokretanju programa prikazan je zanimljiv grafički prikaz cijelog sustava u obliku matične ploče sa svim komponentama i pritiskom na pojedinu komponentu moguće je saznati detaljne informacije o njoj (Sl. 3.1).



Sl. 3. 1 Grafičko sučelje Performance testa

Testovi su podijeljeni u pet grupa. Mjerenja za procesor koji se izvode su kompleksne matematičke operacije, enkripcija i kompresija podataka. Za grafički procesor se provode 2D i 3D testovi. Također se provode testovi koji računaju latenciju i brzinu zapisa RAM memorije i brzinu tvrdog diska.

### 3.4 UserBenchmark

Userbenchmark je besplatni alat koji omogućuje mjerenje performansi i usporedbu računala s ostalim korisnicima. Ono što ga izdvaja od prijašnjih navedenih alata je to što je puno pažnje posvećeno izgledu samog alata kao i cijelom načinu prikaza rezultata. Moguće je testirati



većinu hardverskih komponenti kao i USB. Također, alat ima mogućnost ponuditi korisniku koju komponentu bi mogao nadograditi kako bi sustav bio brži i efikasniji. Pokretanje testova je vrlo jednostavno i cijeli proces traje svega par minuta nakon čega se rezultati prikazuju u internetskom pregledniku. Rezultati su vrlo detaljni i uspoređuju se s rezultatima ostalih korisnika.

## 4. NAČINI MJERENJA PERFORMANSI

### 4.1 Utjecaj sklopovlja na rezultate mjerenja performansi

U ovome poglavlju ćemo opisati utjecaj različitih komponenti sustava na rezultate mjerenja testnim alatima na pojedinim verzijama Windows operacijskog sustava. Mjerenjem želimo doći do zaključka koji od prethodno navedenih sustava daje najbolje rezultate. Prije izlaganja rezultata pretpostavka je da će Windows 10 dati najbolje rezultate zbog toga što je najoptimiziraniji i ima puno više novijih značajki kako bi neke određene procese obavio u što kraćem vremenu.

#### 4.1.1 Grafički procesor – GPU

Jedinica za obradu grafike je jedan od najvažnijih dijelova računala, njegova glavna zadaća je osigurati prikaz sadržaja korisniku. To uključuje prikaz samog korisničkog sučelja, aplikacija, web stranica i video igrice. Potreba za boljim grafičkim čipovima je rasla sukladno rastu kvalitete sadržaja koji su ti grafički čipovi morali prikazivati. Generalno grafička jedinica je spojena s procesorom i u potpunosti je odvojena od matične ploče. Također, grafičku jedinicu je moguće povezati s RAM memorijom na dva načina, preko AGP (engl. *Accelerated graphics port*) priključka ili preko sabirnice za međusobno povezivanje perifernih komponenti PCI Express. Postoje grafički čipovi koji su integrirani u sjeverni most (engl. *north bridge*) na matičnoj ploči i koriste glavnu memoriju kao prostor za pohranu digitalnih podataka, ali su u principu puno sporiji i imaju lošije performanse od čipova sa zasebnom memorijom.

U ovome radu kod računala je korištena odvojena grafička kartica, Nvidia GeForce GTX 970 s 4GB dodatne memorije, a laptop sadrži integriranu i odvojenu grafičku karticu. Odvojena grafička kartica je AMD Radeon R7 M360 s 2GB dodatne memorije, a integrirani čip je Intel HD Graphics 5500, te je ovisno o *benchmark* programu korištena jedna ili druga jedinica što ćemo vidjeti u daljnjem dijelu s rezultatima.

#### 4.1.2 Procesor – CPU

Procesor je najvažnija komponenta u računalu. On prima i obrađuje podatke, izvršava instrukcije i komunicira s ulazno/izlaznim uređajima. Sastoji se od aritmetičko logičke jedinice, koja izvodi aritmetičke i logičke operacije nad podacima i upravljačke jedinice koja kontrolira radom svih ostalih podsustava računala.

Osim toga, procesor ima unutarnju sabirnicu za komunikaciju s internom *cache*<sup>2</sup> memorijom koja se zove *backside bus*. Glavna sabirnica koja se koristi za prijenos podataka između procesora, memorije i ostalih komponenti se naziva *front side bus*. Frekvencija znači koliko ciklusa procesor može odraditi u jednoj sekundi, tj 1 Hz znači da proces obavi jedan ciklus u jednoj sekundi. Ako se uspoređuju dva procesora, ne mogu se usporediti procesori iz različitih generacija i proizvođača. Računalo ima procesor Intel i5-4460 koji radi na frekvenciji 3.2 GHz, a laptop Intel i3-5005U i on radi na frekvenciji 2 GHz.

#### **4.1.3 Radna memorija – RAM**

Memorija s izravnim pristupom je vrsta pohrane podataka i nalazi se na matičnoj ploči i jedna je od ključnih komponenti za brz i nesmetan rad računala. U radnu memoriju se pohranjuju podaci nad kojima računalo ili procesor obavljaju zadatke. Ova vrsta memorije nije trajna i podaci koji se nalaze u njoj se gube nakon što se računalo isključi. Dok se računalo pokreće, dijelovi operacijskog sustava i upravljački programi se učitavaju u radnu memoriju, što omogućuje procesoru da brže obrađuje određene instrukcije i samim time ubrza pokretanje sustava.

Prijenosno računalo sadrži 4GB DDR3<sup>3</sup> radne memorije, a stolno računalo 8 GB DDR3. Samim time već možemo zaključiti da je stolno računalo puno brže i efikasnije u obavljanju operacija na računalu.

#### **4.1.4 Tvrđi disk – HDD**

Tvrđi disk (engl. *Hard disk drive*) je sekundarni uređaj za pohranu podataka koji se sastoji od jedne ili više ploča na koje se pomoću magnetske glave zapisuju podaci. Tvrđi disk se spaja na matičnu ploču koristeći ATA ili SATA kabel. Instalacija operacijskog sustava se vrši na tvrđi disk, a također korisnik instalira razne aplikacije na disk te sprema svoje ostale podatke. Tvrđi diskovi sve više izlaze iz upotrebe zbog svoje brzine, ali sve dok su cijenom pristupačniji od SSD diskova, o kojima će biti rečeno u nastavku, još uvijek ćemo ih koristiti u komercijalnim računalima. Prijenosno računalo sadrži tvrđi disk veličine 1TB i brzine 5400 okretaja u minuti.

---

<sup>2</sup> Cache memorija – priručna memorija koja sprema podatke koji su često potrebni procesoru. Zbog svoje brzine u odnosu na RAM tu se spremaju podaci koje procesor često koristi

<sup>3</sup> DDR3 – engl. *Double data rate type 3*. Novija verzija RAM memorije, koristi 30 posto manje energije u odnosu na prošlu verziju i provodi dva puta brže podatke od prošle verzije.

### 4.1.5 SSD disk

SSD disk (engl. *Solid state drive*) je trajna vrsta memorije koja koristi memorijske čipove za spremanje podataka. Prednosti u odnosu na klasične tvrde diskove je to što nema pomičnih dijelova, brzina čitanja i pisanja je neusporedivo veća i sama konstrukcija diska dopušta proizvođačima računala da u fizički manji disk sprema više podataka. Prema [13], kod dinamičkih web stranica je posebno bitno vrijeme koje je potrebno da se locira područje podataka na disku prije nego što se oni mogu pročitati i zapisati. Kod tvrdih diskova vrijeme potrebno za tu radnju je oko 20 milisekundi, a kod SSD diskova to vrijeme je smanjeno na samo 0.2 milisekunde. Stolno računalo koje smo koristili za testiranje sadrži SSD disk Patriot Burst veličine 240GB.

### 4.2 Vrednovanje performansi računala

Kod testiranja performansi računala potrebno je kreirati i definirati neka određena pravila koja će opisivati mogućnosti svakog pojedinog Windows operacijskog sustava. Cilj nam je stvoriti model kojim ćemo prikazati utjecat sklopovlja, odnosno četiri najbitnija dijela, na performanse računala: upravljanje memorijom i diskom, raspoređivanje procesorskog vremena i grafički sustav.

Evaluacija performansi zahtjeva pokazatelje koji su mjerljivi, nezavisni i usporedivi između svih verzija Windowsa koje testiramo. Kao što je navedeno u [14], cjelokupne performanse računala i operacijskog sustava moguće je prikazati pomoću tri različite grupe mjerljivih podataka.

- $v$  - brzina, tj. propusnost
- $t$  - vrijeme potrebno za izvršavanje zadataka
- $N$  – broj bodova postignutih tijekom testiranja

Propusnost se izražava u količini postignutih bodova u nekom vremenskom periodu. Računa se prema formuli (4-1), tj. dijeljenjem broja postignutih bodova s vremenom trajanja mjerenja.

$$v = \frac{N}{t} \quad (4-1)$$

Kako bi pojednostavili usporedbu, uzet ćemo da je trajanje intervala mjerenja jedna sekunda, također mjerna jedinica za propusnost ovisi o tipu podatka koji mjerimo. Bolje performanse su razmjernе rezultatu koji dobijemo za propusnost, znači da što je veći broj to su i performanse same komponente koju mjerimo bolje. Mjerni pokazatelji koje smo imali u testiranjima

procesora ćemo navesti u tablici (Tab 4.1). Za mjerenje performansi procesora ćemo koristiti Performance Test 9 i UserBenchmark.

Tab. 4. 1 Popis mjernih podataka korištenih kod testiranja procesora

Mjerni podaci	Objašnjenje podataka	Testni alat
<b>CPU</b>		
<i>NPT-CPU-total</i>	Konačan broj ostvarenih bodova	Performance Test 9
<i>VPT-IntegerMath</i>	Matematičke operacije s cijelim brojevima	Performance Test 9
<i>VPT-PrimeNumbers</i>	Matematičke operacije s prostim brojevima	Performance Test 9
<i>VPT-Compression</i>	Kompresiranje podataka bez gubitka	Performance Test 9
<i>VPT-Physics</i>	Izračun koliko brzo procesor može simulirati fizičkih interakcija u određenom vremenu	Performance Test 9
<i>VPT-CPU-SingleThread</i>	Izračun brzine procesora koristeći samo jednu logičku jezgru	Performance Test 9
<i>VPT-FloatingPointMath</i>	Operacije s decimalnim brojevima	Performance Test 9
<i>VPT-ExtSSEInstructions</i>	Operacije s proširenim setom instrukcija	Performance Test 9
<i>VPT-Encryption</i>	Operacije kriptiranja nasumičnih blokova podataka	Performance Test 9
<i>VPT-Sorting</i>	Sortiranje nizova podataka	Performance Test 9
<i>NUB-CPU-total</i>	Konačan broj ostvarenih bodova	UserBenchmark
<i>VUB-SCInt</i>	Operacije s cijelim brojevima pomoću jedne jezgre	UserBenchmark
<i>VUB-SCFloat</i>	Operacije s decimalnim brojevima pomoću jedne jezgre	UserBenchmark
<i>VUB-SCMixed</i>	Operacije s cijelim i decimalnim brojevima pomoću jedne jezgre	UserBenchmark
<i>VUB-MCInt</i>	Operacije s cijelim brojevima pomoću više jezgri	UserBenchmark
<i>VUB-MCFloat</i>	Operacije s decimalnim brojevima pomoću više jezgri	UserBenchmark
<i>VUB-MCMixed</i>	Operacije s cijelim i decimalnim brojevima pomoću više jezgri	UserBenchmark

Mjerni podaci koje ćemo koristiti u testiranju radne memorije ćemo navesti u idućoj tablici (Tab. 4.2). Kod testiranja ćemo koristiti dva alata za mjerenje performansi a to su Performance Test 9 i AIDA 64. Radna memorija je jedna od najbitnijih komponenti za normalan i neometan rad samog sustava.

Tab. 4.2 Popis mjernih podataka korištenih kod testiranja radne memorije

Mjerni podaci	Objašnjenje podataka	Testni alat
<b>Radna memorija</b>		
<i>N<sub>PT-RAM-total</sub></i>	Konačan broj ostvaren bodova	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-DataOper</sub></i>	Operacije s bazom	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-MemReadUnch</sub></i>	Čitanje podataka koji nisu spremljeni u pričuvnu memoriju	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-MemReadCached</sub></i>	Čitanje podataka koji su spremljeni u pričuvnu memoriju	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-AvailableRAM</sub></i>	Količina dostupne radne memorije	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-MemThreaded</sub></i>	Brzina čitanja memorije uz korištenje niti	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-MemWrite</sub></i>	Brzina zapisa podataka u radnu memoriju	Performance Test 9
<i>V<sub>PT-MemLatency</sub></i>	Latencija radne memorije	Performance Test 9
<i>V<sub>A64-MemRead</sub></i>	Brzina čitanja radne memorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-MemLatency</sub></i>	Latencija radne memorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L1Write</sub></i>	Brzina zapisa L1 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L1Copy</sub></i>	Brzina kopiranja L1 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L1Latency</sub></i>	Latencija L1 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L2Read</sub></i>	Brzina čitanja L2 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L2Write</sub></i>	Brzina pisanja L2 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L2Copy</sub></i>	Brzina kopiranja L2 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L3Read</sub></i>	Brzina čitanja L3 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L3Write</sub></i>	Brzina pisanja L3 predmemorije	AIDA64
<i>V<sub>A64-L3Copy</sub></i>	Brzina kopiranja iz L3 predmemorije	AIDA64

Kod testiranja radne memorije, postoje testovi koji testiraju kašnjenje radne memorije i izražavaju se u ns. Kod rezultata tih testova cilj je imati što manje vrijeme kašnjenja, što kod većine ostalih testova nije slučaj i kod njih je cilj imati što veći broj bodova.

Idući sustav za koji nam trebaju mjerni podaci je grafički (Tab. 4.3). Kod grafičkog sustava ćemo koristiti PCMark 8 i UserBenchmark za mjerenje performansi.

Tab 4.3 Popis mjernih podataka korištenih kod testiranja grafičkog sustava

Mjerni podaci	Objašnjenje podataka	Testni alat
<b>GPU</b>		
<i>NPM-GPU-total</i>	Konačan broj ostvarenih bodova	PCMark 8
<i>VPM-VideoEncoding</i>	Dekodiranje video razgovora	PCMark 8
<i>VPM-CasualGaming</i>	Broj sličica u sekundi tijekom igranja ne zahtjevne video igre	PCMark 8
<i>VUB-3DLighting</i>	Mjerilo koliko GPU može prikazati kompleksnih prijelaza svjetlosti	UserBenchmark
<i>VUB-3DReflection</i>	Mjera koliko je GPU sposoban prikazati grafiku dinamičkog visokog raspona	UserBenchmark
<i>VUB-3DParallax</i>	Mjera koliko je GPU sposoban prikazati detaljne površine sa sjenama	UserBenchmark
<i>VUB-3DRender</i>	Mjera koliko je GPU sposoban prikazivati sjene raznih geometrijskih oblika	UserBenchmark
<i>VUB-3DGravity</i>	Mjera koliko je GPU sposoban prikazati uzorak sastavljen od n-čestica	UserBenchmark
<i>VUB-3DSplating</i>	Mjera koliko je GPU sposoban prikazati jato ptica u letu	UserBenchmark

Zadnju komponentu za koju ćemo trebati definirati mjerne podatke (Tab.4.4) je disk za pohranu podataka. Za mjerenje performansi diska za pohranu podataka koristiti ćemo Performance Test 9 i UserBenchmark. Diskovi u stolnom i prijenosnom računalu su različiti i to će se vidjeti u rezultatima. Stolno računalo sadrži SSD disk koji ima značajno veću brzinu od onog koji se nalazi u prijenosnom računalu. U rezultatima će također biti zanimljivo vidjeti koji sustav bolje iskorištava stariji mehanički tvrdi disk i koji sustav može imati najveće prednosti od brzine SSD diska. Pretpostavka je da će noviji Windows 10 moći iskoristiti sve prednosti SSD diska zbog toga što u vrijeme razvoja Windowsa 7, SSD diskovi nisu bili u komercijalnoj upotrebi.

Tab. 4.4 Popis mjernih podataka korištenih kod testiranja sustava za pohranu podataka

Mjerni podaci	Objašnjenje podataka	Testni alat
<b>Pohrana podataka (HDD i SSD)</b>		
<i>NPT-DISK-total</i>	Konačan broj ostvarenih bodova	Performance Test 9
<i>VPT-DiskSeqRead</i>	Sekvencijalno čitanje podataka	Performance Test 9
<i>VPT-DiskSeqWrite</i>	Sekvencijalno pisanje podataka	Performance Test 9
<i>VPT-DiskRandomSeek</i>	Nasumično traženje podataka	Performance Test 9
<i>VUB-SeqRead</i>	Sekvencijalno čitanje podataka	UserBenchmark
<i>VUB-SeqWrite</i>	Sekvencijalan zapis podataka	UserBenchmark
<i>VUB-SeqMixed</i>	Sekvencijalno čitanje i pisanje podataka	UserBenchmark
<i>VUB-Rndm4kRead</i>	Čitanje podataka s diska koji su nasumično spremljeni	UserBenchmark
<i>VUB-Rndm4kWrite</i>	Zapis podataka na nasumične lokacije na disku	UserBenchmark
<i>VUB-Rndm4kMixed</i>	Nasumično čitanje i pisanje podataka s diska	UserBenchmark

### 4.3 Postavljanje postavki i priprema računala za testiranje

Testiranje smo obavili na stolnom i prijenosnom računalu, a u oba slučaja smo koristili iste verzije Windows operacijskog sustava, Windows 7 Professional, Windows 8.1 Professional i Windows 10 Pro, također svi sustavi su bili 64-bitni. Oba računala imala su dovoljno resursa za pokretanje 64 bitnih sustava bez ikakvih problema.

Prilikom instalacije svih sustava korištene su zadane postavke instalacije i svi prijašnji podaci na disku su bili izbrisani i sam disk je bio formatiran. Nakon instalacije koristili smo značajku *Windows update* koja je ažurirala sustav na najnoviju verziju, te instalirala upravljačke programe za određene komponente. Upravljački programi imaju velik utjecaj na rad samog sustava, te je bilo potrebno instalirati najnoviju verziju da bi imali najbolje performanse neke komponente u tom trenutku.



## 5. REZULTATI TESTIRANJA

### 5.1 Postupak izvođenja testova

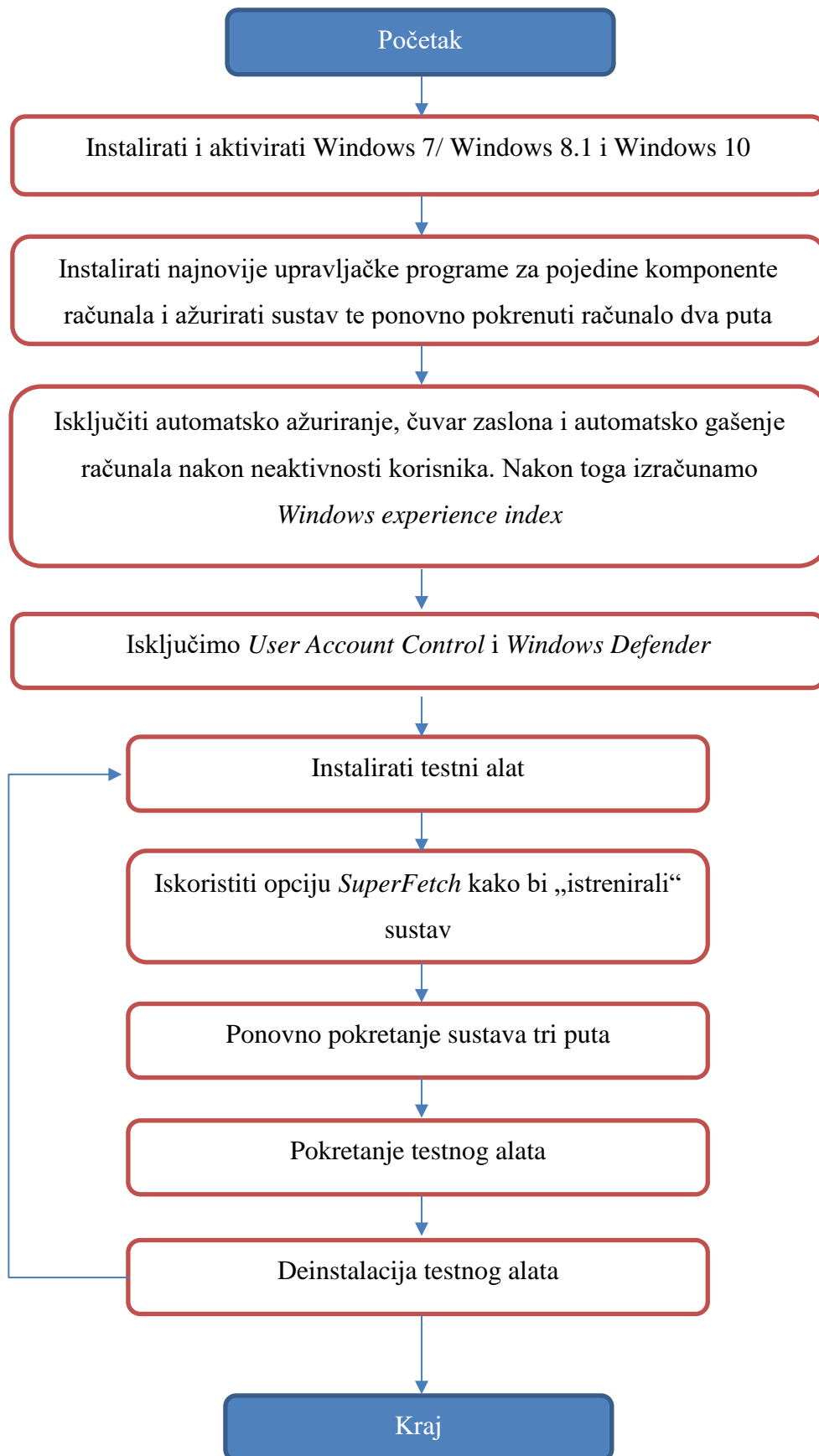
Prilikom testiranja morali smo napraviti neke određene korake koji su bili nužni kako bi dobili što točnije rezultate. Kod oba testa, na prijenosnom i stolnom računalu izvršavali smo iste korake prije i tijekom instalacije operacijskih sustava (Sl. 5.1). Sama testiranja su izvođena ponavljanjem zadnjih pet koraka, i to smo obavili pet puta u svakom testu za svaki operacijski sustav kako bi se osigurala što veća točnost i preciznost rezultata, a za konačan rezultat pojedinog testnog alata uzeli smo aritmetičku sredinu svih pet ponavljanja. Nakon što bi završili s određenom verzijom Windowsa i krenuli u instalaciju druge verzije morali smo formatirati disk. Rezultati koji su iskazani u tablicama mjerenja performansi dobiveni su pomoću formule (5-1) postotne pogreške za izračun postotne razlike među mjerenim vrijednostima. Vrijednosti Windows 7 su uzete kao referente, a vrijednosti koje su postigli Windows 8.1 i 10 su uspoređivane s njima.

$$Razlika_{\%} = \frac{Win8.1 \text{ ili } Win10 \text{ vrijednost} - Win7 \text{ vrijednost}}{Win7 \text{ vrijednost}} \times 100 \quad (5-1)$$

Mjerenje računalnih performansi provedeno je u dva testa. Koristili smo stolno i prijenosno računalo s različitim sklopovljem, a njihove konfiguracije ćemo navesti u idućim poglavljima. Kod instalacije operacijskih sustava koristili smo jednake profesionalne verzije koje imaju veće mogućnosti od osnovnih. Prije testiranja odlučili smo se uzeti dva potpuno različita računala kako bi mogli dobiti vjerodostojne i realne rezultate koji pokazuju kako se određeni operacijski sustav ponaša ovisno o resursima koji su mu na raspolaganju. Korake koje smo izvršavali tijekom testiranja uključuju:

1. Formatiranje tvrdog diska prije instalacije novog operacijskog sustava
2. Mjerenje performansi (Sl. 5.1) koje postiže Windows 7
3. Ponovno formatiranje diska
4. Mjerenje performansi (Sl. 5.1) koje postiže Windows 8.1
5. Formatiranje tvrdog diska
6. Mjerenje performansi (Sl. 5.1) koje postiže Windows 10

Nakon postavljanja postavki računala i izvršenih potrebnih mjerenja dobiveni su rezultati koje smo mogli obraditi i analizirati.



Sl. 5.1 Proces testiranja operacijskog sustava

## 5.2 Test stolnog računala

U ovom testu ćemo mjeriti performanse stolnog računala. Njegova konfiguracija (Tab. 5.1) je u svakom pogledu sposobnija i snažnija u odnosu na prijenosno računalo, ali ćemo kasnije u rezultatima vidjeti koliko je to imalo utjecaj na samu izvedbu Windowsa.

Tab. 5.1 Konfiguracija stolnog računala korištenog u testu

Komponenta	Model i specifikacija
<b>Sklopovlje</b>	
<b>MBO</b>	<b>MSI B85M-P33 v2</b>
<b>Chipset</b>	<b>Intel B85 (Intel Haswell)</b>
<b>CPU</b>	<b>Intel i5 4460, 3.2 GHz, Quad Core, 6 MB cache</b>
<b>RAM</b>	<b>2x 4 GB DDR3</b>
<b>GPU</b>	<b>Nvidia GeForce GTX 970 4GB</b>
<b>SSD</b>	<b>Patriot Burst 240GB</b>
<b>Operacijski sustav</b>	
<b>Windows 7</b>	<b>Microsoft Windows 7 SP1 Professional, 64 bit (ver. 6.1.7601)</b>
<b>Windows 8.1</b>	<b>Microsoft Windows 8.1 Pro, 64 bit (ver. 6.3.9600)</b>
<b>Windows 10</b>	<b>Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit (ver. 10.0.15063)</b>
<b>DirectX®</b>	
<b>Windows 7</b>	<b>DirectX® 10</b>
<b>Windows 8.1</b>	<b>DirectX® 11</b>
<b>Windows 10</b>	<b>DirectX® 12</b>

Iz priložene tablice možemo zaključiti da se radi o prilično snažnom računalu, koji je sposoban procesirati veliku količinu podataka. Matična ploča je jedna od najbitnijih komponenti koja se nalazi u svakom računalu, a njezina glavna zadaća je spojiti sve ostale komponente u jednu cjelovitu skupinu. U ovom računalu matičnu ploču je proizveo MSI, a zasnovana je na *chipsetu* B85 Express kojeg proizvodi Intel. Procesor je također proizveo Intel, a njegova arhitektura je *Haswell* (ime arhitekture koju određuje Intel kod samog dizajna i izrade procesora). U računalo je ugrađen SSD disk, koji je sa svojim brzinama čitanja i pisanja neusporedivo brži u odnosu na klasični tvrdi disk za mehaničkim dijelovima.

Testirajući procesor koji se nalazi u stolnom računalu dobili smo sljedeće rezultate (Tab.5.2). U ovome testu rezultati su izraženi u bodovima. Što je broj bodova veći, rezultat je bolji.

Tab. 5.2 Rezultati testiranja procesora u stolnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs Win7
<i>NPT-CPU-total</i>	7602,6	7512,6	7459,8	Bod	-1,18%	-1,88%
<i>VPT-IntegerMath</i>	8559,8	8560,8	8555	Bod	0,012%	-0,06%
<i>VPT-PrimeNumbers</i>	30,8	30,4	29,6	Bod	-1,3%	-3,9%
<i>VPT-Compression</i>	8361,4	8393,6	8335,4	Bod	0,39%	-0,31%
<i>VPT-Physics</i>	510,6	456,6	444,4	Bod	-10,6%	-12,97%
<i>VPT-CPU-SingleThread</i>	2038,2	2044,8	2039,8	Bod	0,32%	0,08%
<i>VPT-FloatingPointMath</i>	7663,6	7697	7690	Bod	0,44%	0,34%
<i>VPT-ExtSEInstructions</i>	289	289	279,2	Bod	0%	-3,4%
<i>VPT-Encryption</i>	1285,2	1285,8	1284,6	Bod	0,05%	-0,05%
<i>VPT-Sorting</i>	5280,2	5278,6	5274,8	Bod	-0,03%	-0,1%
<i>NUB-CPU-total</i>	71,54	71,32	71,52	Bod	-0,31%	-0,028%
<i>VUB-SCInt</i>	99,32	98,96	98,44	Bod	-0,36%	-0,89%
<i>VUB-SCFloat</i>	102	101,16	100,54	Bod	-0,82%	-1,43%
<i>VUB-SCMixed</i>	98,58	98,3	98,5	Bod	-0,28%	-0,08%
<i>VUB-MCInt</i>	379	375,4	378,2	Bod	-0,95%	-0,21%
<i>VUB-MCFloat</i>	380,6	381	376	Bod	0,11%	-1,21%
<i>VUB-MCMixed</i>	371,8	373,8	374	Bod	0,54%	0,59%

Pogledom na ukupne rezultate u tablici može se zaključiti da je Windows 7 najbolje upravljao procesorskim vremenom u odnosu na ostala dva operacijska sustava, Windows 8.1 ne zaostaje previše po bodovima u odnosu na svog prethodnika ali primjetan je veliki zaostatak Windowsa 10 u odnosu na svoje prethodnike. Zamjećujemo i razlike u rezultatima za pojedini testni alat. U prvom alatu, PerformanceTestu, Windows 8.1 je ostvario najbolje rezultate dok se kod korištenja UserBenchmarka najboljim pokazao Windows 7. Kod većine rezultata razlika nije prevelika i uglavnom je unutar četiri posto, no postoje iznimke. Tako vidimo kod testa *VPT-Physics* da je Windows 7 ostvario bolje performanse od 10,6% posto u odnosu na Windows 8.1, te čak 12.97% u odnosu na Windows 10. U tom testu se mjeri koliko puta procesor u određenom vremenu može simulirati neke fizičke interakcije.

Rezultati dobiveni mjerenjem performansi radne memorije u stolnom računalu (Tab. 5.3). Rezultati dobiveni s Performance Testom su izraženi u bodovima, dok su rezultati dobiveni s AIDA 64 izraženi s MB/S i GB/S, koji su pokazatelji brzine radne memorije te još postoji test za kašnjenje radne memorije koji je izražen u ns.

Tab. 5.3 Rezultati testiranja radne memorije u stolnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>NPT-RAM-total</i>	2319,2	2359,4	2311,2	Bod	1,73%	-0,34%
<i>VPT-DataOper</i>	84	90,2	89,2	Bod	7,4%	6,2%
<i>VPT-MemReadUnch</i>	14675,4	15026,8	14738,8	Bod	2,4%	0,43%
<i>VPT-MemReadCached</i>	6974,8	7031,8	6799,6	Bod	0,82%	-2,51%
<i>VPT-AvailableRAM</i>	21492,8	21492,4	21338	Bod	-0,002%	-0,49%
<i>VPT-MemThreaded</i>	24803,8	24651,4	24737,2	Bod	-0,61%	-0,27%
<i>VPT-MemWrite</i>	8740,2	8743,2	8293,6	Bod	0,034%	-5,12%
<i>VPT-MemLatency</i>	26	25,4	26,2	Bod	-2,31%	0,77%
<i>VA64-MemRead</i>	23294	23448	23615,2	MB/s	0,66%	1,38%
<i>VA64-MemLatency</i>	62,54	63,44	62,36	Ns	1,44%	1,31%
<i>VA64-L1Write</i>	399,22	399,2	399,2	GB/s	-0,005%	-0,005%
<i>VA64-L1Copy</i>	707,31	704,63	706,46	GB/s	-0,38%	-0,12%
<i>VA64-L1Latency</i>	1,2	1,2	1,2	Ns	0%	0%
<i>VA64-L2Read</i>	317,3	304,65	290,65	GB/s	-3,99%	-8,4%
<i>VA64-L2Write</i>	127,92	127,98	126,5	GB/s	0,047%	-1,1%
<i>VA64-L2Copy</i>	191,9	189,1	182,24	GB/s	-1,46%	-5,03%
<i>VA64-L3Read</i>	164,74	165,03	161,12	GB/s	0,18%	-2,2%
<i>VA64-L3Write</i>	119,58	119,4	118,72	GB/s	-0,15%	-0,72%
<i>VA64-L3Copy</i>	131,75	131,9	129,9	GB/s	0,11%	-1,4%

U ovom testu također vidimo da je Windows 8.1 ostvario minimalnu prednost u odnosu na Windows 7 gledajući ukupne rezultate. Windows 10 ponovno zaostaje u odnosu na svoje prethodnike. Ako pogledamo pojedinačno testove vidimo da i Windows 7 zaostaje u nekim operacijama, tako možemo vidjeti u testu *vPT-DataOper* da je Windows 8.1 ostvario 7,4% više bodova dok je Windows 10 ostvario 6,2% više bodova. Još jedan test u kojem vidimo zamjetnu razliku u bodovima je kod testa *VA64-L2Read* gdje je Windows 7 ostvario bolji rezultat u odnosu

na svoje nasljednike. Razlika u rezultatima za Windows 7 i Windows je većinom u rasponu do 2% dok kod rezultata za Windows 10 vidimo da postoje veća odstupanja i samim time lošije performanse samog sustava.

Idući sustav koji smo testirali kod stolnog računala je grafički (Tab. 5.4). Ovdje smo koristili PCMark 8 gdje je ukupan rezultat izražen u bodovima, a ostali testovi u broju sličica u sekundi i ms. Kod UserBenchmarka svi rezultati su izraženi u bodovima. Kod testa *VPM-VideoEncoding* cilj je imati što manje vrijeme koje je potrebno za dekodiranje video signala tako da smo prilagodili predznake u rezultatima.

Tab. 5.4 Rezultati testiranja grafičkog sustava u stolnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>NPM-GPU-total</i>	4003,2	3912	3915	Bod	-2,3%	-2,2%
<i>VPM-VideoEncoding</i>	81,5	75	73	Ms	7,98%	10,43%
<i>VPM-CasualGaming</i>	97,69	95,96	96,56	Fps	-1,77%	-1,16%
<i>VUB-3DLighting</i>	171,6	169,2	170	Bod	-1,4%	-0,93%
<i>VUB-3DReflection</i>	172	170,2	170,6	Bod	-1,05%	-0,81%
<i>VUB-3DParalax</i>	192,2	183,2	181,6	Bod	-4,68%	-5,52%
<i>VUB-3DMRender</i>	153	152	153	Bod	-0,65%	0%
<i>VUB-3DGravity</i>	165,2	163,6	164,6	Bod	-0,97%	-0,36%
<i>VUB-3DSplating</i>	121,6	124,8	121,1	Bod	2,63%	-0,41%

Pogledom na tablicu možemo vidjeti da je najbolje rezultate ostvario Windows 7. U testu *VPM-VideoEncoding* cilj je bio ostvariti što manje vrijeme, tako da je u tome testu najbolji rezultat ostvario Windows 10. Značajniju razliku u bodovima vidimo još u testu *VUB-3DParalax* gdje je Windows 7 ostvario 4,68% više bodova u odnosu na Windows 8.1, odnosno 5,52% naspram Windows 10. Također možemo vidjeti da je kod ukupnog broja bodova ostvarenih u Performance Test alatu najviše bodova ostvario Windows 7, dok Windows 8.1 ostvaruje 2,3% manje, a Windows 10 2,3 % manje bodova u odnosu na Windows 7.

Posljednje što smo testirali u stolnom računalu je disk za pohranu podataka. U ovom slučaju se radi o SSD disku, o kojem smo pisali u prethodnim poglavljima. Rezultati testiranja izraženi su u bodovima (Tab. 5.5). Ovdje je pretpostavka da će najbolje rezultate ostvariti Windows 10

zbog toga što je noviji sustav i korištene su nove tehnologija za bolju iskoristivost same pohrane podataka na disk.

Tab. 5.5 Rezultati testiranja SSD diska u stolnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>NPT-DISK-total</i>	4240,6	3878,4	3911,2	Bod	-8,54%	-7,77%
<i>VPT-DiskSeqRead</i>	469,4	427	437,8	Bod	-8,96%	-6,65%
<i>VPT-DiskSeqWrite</i>	264,8	243,4	223	Bod	-8,1%	-15,79%
<i>VPT-DiskRandomSeek</i>	437	401	419,4	Bod	-8,24%	-4,03%
<i>VUB-SeqRead</i>	504,2	462	502,6	Bod	-8,37%	-0,32%
<i>VUB-SeqWrite</i>	467,8	462	463,8	Bod	-1,24%	-0,86%
<i>VUB-SeqMixed</i>	303,6	492,4	483,2	Bod	62,19%	59,16%
<i>VUB-Rndm4kRead</i>	30,18	25,98	26,32	Bod	-13,92%	-12,79%
<i>VUB-Rndm4kWrite</i>	95,28	87,4	93,58	Bod	-8,27%	-1,78%
<i>VUB-Rndm4kMixed</i>	7,072	7,052	7,154	Bod	-0,28%	-1,16%

Analizom dobivenih rezultata u tablici, možemo vidjeti da je Windows 7 ponovno ostvario najbolje rezultate. Pogledom na prvi testni alat, Performance test Windows 7 je ostvario značajno bolje rezultate u odnosu na Windows 8.1 i 10, najveću razliku vidimo kod Windows 10 u testu *VPT-DiskSeqWrite* gdje zaostaje za 15,79% a radi se o sekvencionalnom zapisu. Kod alata UserBenchmark najveću razliku vidimo u testu *VUB-SeqMixed* gdje Windows 7 zaostaje za Windows 8.1 za 62,19% i za Windows 10 59,16%. Kod ostalih rezultata vidimo da je Windows 10 ostvarivao bolje rezultate u odnosu na Windows 8.1, kao npr. kod sekvencijalnih čitanja podataka i kod nasumičnog zapisa 4k podataka.

### 5.3 Test prijenosnog računala

U ovome testu ćemo testirati performanse prijenosnog računala. Njegove karakteristike i komponente (Tab. 5.6) su dosta slabije u odnosu na stolno računalo, no zato će biti interesantno vidjeti rezultate i kako se operacijski sustavu ponašaju na slabijem računalu.

Tab. 5.6 Konfiguracija prijenosnog računala korištenog u testu

Komponenta	Model i specifikacija
<b>Sklopovlje</b>	
<b>MBO</b>	Lenovo Z51-70
<b>Chipset</b>	Intel Broadwell
<b>CPU</b>	Intel Core i3-5005u, 2.00GHz
<b>RAM</b>	1x 4GB DDR3, 1600Mhz
<b>GPU</b>	AMD Radeon R7 M360
<b>Integriran GPU</b>	Intel HD 5500
<b>HDD</b>	Seagate Momentus 1TB, 5400 okretaja/min
<b>Operacijski sustav</b>	
<b>Windows 7</b>	Microsoft Windows 7 SP1 Professional, 64 bit (ver.6.1.7601)
<b>Windows 8.1</b>	Microsoft Windows 8.1 Pro, 64 bit (ver. 6.3.9600)
<b>Windows 10</b>	Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit (ver.10.0.15063)
<b>DirectX®</b>	
<b>Windows 7</b>	DirectX® 10
<b>Windows 8.1</b>	DirectX® 11
<b>Windows 10</b>	DirectX® 12

Iz tablice s konfiguracijom prijenosnog računala možemo zaključiti da se radi o dosta slabijim komponentama u odnosu za stolno računalo, no svejedno se radi o komponentama koje bez problema mogu pokretati 64 bitni operativni sustav, tako da možemo bez problema usporediti njihove performanse. U prijenosnom računalu se nalazi procesor Intel Core i3, model 5005u koji radi na frekvenciji 2.00 GHz, a rađen je na Broadwell arhitekturi. Također računalo na raspolaganju ima i 4GB DDR3 radne memorije te ugrađen tvrdi disk od 1TB s 5400 okretaja/minuti. Grafički sustav se sastoji od zasebne i integrirane grafičke kartice, gdje operacijski sustav ovisno o potrebi koristi jednu ili drugu grafičku karticu.



Rezultati dobiveni mjerenjem performansi procesora u prijenosnom računalu (Tab. 5.7). Rezultati su izraženi u bodovima kao i kod testiranja u stolnom računalu.

Tab. 5.7 Rezultati testiranja procesora u prijenosnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs Win7
<i>NPT-CPU-total</i>	3232,6	3174,4	2971,2	Bod	-1,8%	-8,1%
<i>VPT-IntegerMath</i>	4865,6	4891,2	4490	Bod	0,53%	-7,72%
<i>VPT-PrimeNumbers</i>	9,8	9,2	8,4	Bod	-6,12%	-14,29%
<i>VPT-Compression</i>	3792	3792,2	3619,8	Bod	0,01%	-4,54%
<i>VPT-Physics</i>	218,4	202,8	187,4	Bod	-7,14%	-14,19%
<i>VPT-CPU-SingleThread</i>	1166	1167,4	1158	Bod	0,12%	-0,69%
<i>VPT-FloatingPointMath</i>	2039,4	2032,4	1969,8	Bod	-0,34%	-3,41%
<i>VPT-ExtSEInstructions</i>	113,4	113,8	98	Bod	0,35%	-13,58
<i>VPT-Encryption</i>	531,8	531,8	479,2	Bod	0%	-9,89%
<i>VPT-Sorting</i>	2229,6	2211,2	2045,4	Bod	-0,83%	-8,3%
<i>NUB-CPU-total</i>	35,22	34,96	34,92	Bod	-0,74%	-0,85%
<i>VUB-SCInt</i>	58,76	59,02	59,26	Bod	0,44%	0,85%
<i>VUB-SCFloat</i>	65,42	65,52	64,96	Bod	0,15%	-0,7%
<i>VUB-SCMixed</i>	61,66	61,88	61,72	Bod	0,36%	0,098%
<i>VUB-MCInt</i>	150,8	149,2	146,8	Bod	-1,06%	-2,7%
<i>VUB-MCFloat</i>	173,6	173,2	170	Bod	-0,23%	-2,1%
<i>VUB-MCMixed</i>	163,6	163	160,8	bod	-0,37%	-1,7%

Kao i kod testa stolnog računala, najbolje rezultate je ostvario Windows 7, dok Windows 8.1 ne zaostaje previše u ostvarenim bodovima i većinom se radi o maloj razlici. Windows 10 kao i kod stolnog računala zamjetno zaostaje u odnosu na svoje prethodnike. Najveće razlike u rezultatima vidimo u testnom alatu PerformanceTest-u kod testa *VPT-PrimeNumbers* i *VPT-Physics*. Kod testiranja stolnog računalo također smo najveću razliku imali kod navedenog testa gdje se izvršava simulacija fizičkih interakcija u određenom vremenu.

Nakon mjerenja performansi procesora, sljedeće što smo mjerili je radna memorija u prijenosnom računalu (Tab. 5.8). Rezultati dobiveni s alatom PerformanceTest su izraženi u bodovima, dok su rezultati dobiveni s AIDA 64 alatom izraženi s GB/s, MB/s i kašnjenje sa ns.

Svim rezultatima u testovima koji su izraženi u vremenu, morali smo prilagoditi predznak. Kod tih rezultata potrebno imati što manje vrijeme.

Tab. 5.8 Rezultati testiranja radne memorije u prijenosnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>N<sub>PT-RAM-total</sub></i>	1291,8	1348,6	1310,4	Bod	4,4%	1,44%
<i>V<sub>PT-DataOper</sub></i>	41,6	50	49,4	Bod	20,19%	18,75%
<i>V<sub>PT-MemReadUnch</sub></i>	9731,6	9788,8	9787,4	Bod	0,58%	0,57%
<i>V<sub>PT-MemReadCached</sub></i>	2564,2	2835,4	2399,6	Bod	10,58%	-6,42%
<i>V<sub>PT-AvailableRAM</sub></i>	11375	11270,2	11232,4	Bod	-0,92%	-1,25%
<i>V<sub>PT-MemThreaded</sub></i>	13377,2	13395,8	13322,4	Bod	0,14%	-0,41%
<i>V<sub>PT-MemWrite</sub></i>	4859,6	4842,8	4897,2	Bod	-0,35%	0,77%
<i>V<sub>PT-MemLatency</sub></i>	30	30	30	bod	0%	0%
<i>VA64-MemRead</i>	11972	11924,6	11899,8	MB/s	-0,4%	-0,6%
<i>VA64-MemLatency</i>	72,58	73,2	72,82	Ns	-0,85%	-0,33%
<i>VA64-L1Write</i>	124,48	124,44	124,5	GB/s	-0,03%	0,02%
<i>VA64-L1Copy</i>	247,8	247,7	247,8	GB/s	-0,04%	0%
<i>VA64-L1Latency</i>	2,02	2	2	Ns	0,99%	0,99%
<i>VA64-L2Read</i>	101471	104100	101567,6	MB/s	2,59%	0,1%
<i>VA64-L2Write</i>	41208,8	41151,4	41194	MB/s	-0,14%	-0,04%
<i>VA64-L2Copy</i>	61887,2	60890,4	59374	MB/s	-1,6%	-4,1%
<i>VA64-L3Read</i>	53862,6	49325,8	49268,6	MB/s	-8,4%	-8,53%
<i>VA64-L3Write</i>	38129,6	38168,8	38215,8	MB/s	0,1%	0,23%
<i>VA64-L3Copy</i>	40287,2	40347,4	40363,2	MB/s	0,15%	0,19%

Kod testiranja performansi radne memorije u prijenosnom računalu najbolje rezultate je ostvario Windows 7. Razlika u ostvarenim bodovima je vrlo mala u odnosu na Windows 8.1 i 10. Kod istog testa u stolnom računalu najboljim se pokazao Windows 8.1. Kod alata PerformanceTest vidimo veliku razliku u bodovima kod testa *v<sub>PT-DataOper</sub>*, Windows 10 je ostvario prednost od 18,75%, a Windows 8.1 od čak 20,19% u odnosu na Windows 7. Kod testa *v<sub>PT-MemReadCached</sub>* vidimo da je Windows 8.1 ostvario prednost od 10,58% ali ovaj puta Windows 10 zaostaje za -6,42% za Windows 7. U alatu AIDA64 vidimo najveću razliku u bodovima kod

testa *VA64-L3Read*, čitanje podataka iz pričuvne L3 memorije, gdje oba novija Windowsa zaostaju za svojim prethodnikom.

Predzadnji sustav koji smo testirali u prijenosnom računalu je grafički (Tab.5.9). Rezultat je bolji što je veći dobiveni broj bodova ili slika u sekundi, no kod testa *VPM-VideoEncoding* cilj je imati manji broj ns potrebnih za obradu videa, tako da je predznak promijenjen za potrebe tog testa.

Tab. 5.9 Rezultati testiranja grafičkog sustava u prijenosnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>NPM-GPU-total</i>	2189,8	2156	2116,75	Bod	-1,54%	-3,3%
<i>VPM-VideoEncoding</i>	171,59	169,2	172,82	ms	1,39%	-0,72%
<i>VPM-CasualGaming</i>	30,56	28,96	29,2	fps	-5,24%	-4,45%
<i>VUB-3DLighting</i>	13,66	13,7	13,62	Bod	0,3%	-0,3%
<i>VUB-3DReflection</i>	12,92	12,94	12,42	Bod	0,15%	-3,87%
<i>VUB-3DParalax</i>	19,1	19,4	18,42	Bod	1,57%	-3,56%
<i>VUB-3DMRender</i>	10,68	10,1	10,4	Bod	-5,43%	-2,62%
<i>VUB-3DGravity</i>	12,4	12,4	12,4	Bod	0%	0%
<i>VUB-3DSplattig</i>	17,44	17,38	17,43	Bod	-0,34%	-0,06%

U ovome testu najbolje rezultate je ostvario Windows 7, a s malim zaostatkom iza njega je Windows 8.1. Pogledom na tablicu vidimo da je u određena dva testa Windows 7 napravio značajniju razliku u odnosu na svoje nasljednike. Tako u testu *VPM-CasualGaming* vidimo zaostatak od 5,24% odnosno 4,45% kod Windowsa 10. Pogledom na drugi dio tablice vidimo da Windows 10 zaostaje značajnije u tri testa za ostalim sustavima, dok Windows 8.1 pokazuje veliki zaostatak kod testa *VUB-3DMRender* od 5,43% u odnosu na Windows 7. U testu *VUB-3DParalax* Windows 8.1 je napravio bolji rezultat od 1,57% u odnosu na Windows 7, dok je kod testa *VPM-VideoEncoding* također napravio prednost u odnosu na Windows 7 od 1,39%. U tom testu se radilo o dekodiranju videa koji se prenosi tijekom video razgovora. Ovdje smo prije provođenja testa krenuli s pretpostavkom da će Windows 10 imati najbolji rezultat, ali smo nakon provođenja mjerenja vidjeli da to ipak nije slučaj.

Zadnji test koji smo napravili je testiranje tvrdog diska u prijenosnom računalu (Tab.5.10). Ovdje se radi o klasičnom tvrdom disku s pločama tako da će i rezultati očekivano biti lošiji od SSD diska koji smo koristili u stolnom računalu.

Tab. 5.10 Rezultati testiranja tvrdog diska u prijenosnom računalu

Mjerni podaci	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win8.1 vs. Win7	Win10 vs. Win7
<i>NPT-DISK-total</i>	707,2	761,2	733,4	Bod	7,6%	3,7%
<i>VPT-DiskSeqRead</i>	89	107	101	Bod	20,2%	13,5%
<i>VPT-DiskSeqWrite</i>	6	5	4,8	Bod	-16,67%	-20%
<i>VPT-DiskRandomSeek</i>	99,2	96,8	95,8	Bod	-2,42%	-3,43%
<i>VUB-SeqRead</i>	81,1	104,8	91,68	Bod	29,2%	13,05%
<i>VUB-SeqWrite</i>	85,46	103,28	88,94	Bod	20,85%	4,07%
<i>VUB-SeqMixed</i>	35,4	57,62	55,88	Bod	62,77%	57,85%
<i>VUB-Rndm4kRead</i>	0,42	0,5	0,48	Bod	19,05%	14,29%
<i>VUB-Rndm4kWrite</i>	1,98	2,16	2,12	Bod	9,09%	7,1%
<i>VUB-Rndm4kMixed</i>	0,37	0,72	0,84	Bod	94,59%	127,03%

U ovom testu smo dobili najveće razlike u rezultatima. Najbolje rezultate je ostvario Windows 8.1 dok je u malom zaostatku Windows 10. Ovdje je najlošije performanse ostvario Windows 7. Jedina dva testa gdje je Windows 7 bolje upravljao tvrdim diskom u odnosu na svoje nasljednike je kod *VPT-DiskSeqWrite* i *VPT-DiskRandomSeek*. U ostalim testovima, neovisno o testnom alatu, razlike su velike u rezultatima. Tako kod testa *VUB-Rndm4kMixed* vidimo razliku u bodovima od čak 94,59% kod Windowsa 8.1 u odnosu na Windows 7, te čak 127,03% kod Windowsa 10. Ovo je rezultat koji smo očekivali, iako ne samo kod tvrdog diska s pločama nego i kod SSD diska u stolnom računalu. Microsoft je napravio brojna poboljšanja koja su trebala utjecati na brzinu pisanja i čitanja podataka s diska za pohranu podataka ali vidimo da to zapravo nije slučaj u stvarnoj upotrebi kod SSD diska, ali kod starijeg mehaničkog diska se vidi napredak.

## 6. ANALIZA REZULTATA TESTIRANJA

Analizom dobivenih rezultata ne možemo sa sigurnošću zaključiti koji je najbolji operacijski sustav na određenom računalu. Prilikom testiranja generalno se najboljim pokazao Windows 7, ali ne možemo reći da je u svemu bolji od svojih nasljednika. Također, isti pokazatelji performansi nisu se ponašali isto na oba računala. To je uzrokovano različitom hardverskom arhitekturom koju računala posjeduju. Vidljivo je bilo i na početku da stolno računalo posjeduje više hardverskih resursa od prijenosnika, samim time smo mogli zaključiti da će i ostvarivati bolje rezultate, no zanimljivo je da se u tom testu najboljim pokazao Windows 7 iako je računalo bez problema zadovoljavalo sve minimalne systemske zahtjeve i od ostalih operacijskih sustava. Što se tiče prijenosnika, očekivali smo najbolje rezultate od Windowsa 7, zbog najmanjih zahtjeva, pokazalo se i da ostali operacijski sustavi mogu bez problema funkcionirati na slabijim računalima.

Pogledom na dobivene rezultate za svaku verziju Windowsa, u dosta slučajeva vidimo veliku razliku u njima, no kako smo i prije napomenuli, sva smo testiranja proveli pet puta i nakon toga izračunali srednju vrijednost. S time smo dobili dosta precizne i vjerodostojne rezultate, a rezultati nam pokazuju koliko se samo operacijski sustavi razlikuju u određenim dijelovima.

### 6.1 Analiza rezultata testiranja stolnog računala

Prvo što smo testirali u stolnom računalo bio je procesor. Ako ćemo uzeti Windows 7 kao referentni sustav, naspram njega najboljim se pokazao Windows 8.1. On je ostvario bolje rezultate kod korištenja oba testna alata u odnosu na Windows 10. Najveću razliku u rezultatima vidimo kod testa *vPT-Physics* gdje oba novija sustava zaostaju značajno za svojim prethodnikom. Windows 8.1 zaostaje 10,6% dok Windows 10 zaostaje čak 12,97% za Windows 7. Uzimajući u obzir da su Windows 8.1 i 10 dobili mnoge nadogradnje vezane uz kontrolu i upravljanje procesorskim vremenom, imali smo veća očekivanja od ta dva novija sustava i samim time da će ostvariti bolje rezultate. Kod testiranja radne memorije Windows 8.1 se pokazao najboljim sustavom. U rezultatima ovog testiranja, također nema prevelikih odstupanja u rezultatima, ali možemo zamijetiti kod testa *vPT-DataOper* da je Windows 8.1 ostvario 7,4% i Windows 10 6,2% bolji rezultat od Windowsa 7. Jedna bitna stavka kod memorije je vrijeme kašnjenja. Tako možemo vidjeti da je Windows 8.1 napravio pomak u odnosu na Windows 7 od 2,31%, a Windows 10 je i ovdje zakazao. To vrijeme kašnjenja se kod njega povećalo za 0,77% u odnosu na Windows 7. Grafički prikaz samog sustava i cijelo korisničko sučelje dobilo je značajnije promjene sa svakom novijom verzijom Windowsa, no nažalost performanse se nisu pokazale

boljima u novijim sustavima. Tijekom testiranja grafičkog sustava najbolje rezultate je ostvario Windows 7. Značajnije razlike u rezultatima vidimo kod testa *vPM-VideoEncoding* gdje je cilj bio imati što manje vrijeme potrebno za obradu videa, tako je ovdje to vrijeme smanjeno za 7,98% kod Windowsa 8.1 i čak 10,43% kod Windowsa 10. U ostalim rezultatima bolje vrijednosti je ostvarivao Windows 7. Zadnje što smo testirali kod stolnog računala bio je disk za pohranu podataka, a ovdje se radilo o SSD disku. Također ovdje imamo najveće razlike i odstupanja u rezultatima. SSD diskovi su se tek u zadnjih sedam godina počeli koristiti u korisničkim računalima, kada su cijenom postali prihvatljivi većem broju ljudi, i samim time smo očekivali da će noviji sustavi iskoristiti njegove prednosti, no došli smo do zaključka da je ponovno Windows 7 bio najbolji u tom dijelu.

Teško je reći koji je najbolji sustav na stolnom računalu korištenom u testu, ali svakako suprotno našim očekivanjima, boljim se pokazao Windows 7. Iako se skoro u svim testovima radi o malim razlikama u rezultatima, Windows 7 je pokazao zavidnu konstantu kod svih komponenti koje smo testirali

## **6.2 Analiza rezultata testiranja prijenosnog računala**

Prilikom testiranja očekivali smo da će Windows 7 ostvariti najbolje rezultate, zbog manjih zahtjeva sustava i slabije konfiguracije samog prijenosnika. Naša očekivanja su se ispunila ali je bilo zanimljivo vidjeti kolike su male razlike između svih sustava. Testiranje smo provodili isto kao i na stolnom računalu, tako da smo prvo testirali procesor. Očigledno je da je procesor slabiji u prijenosniku, samim time su i ostvareni bodovi manji, isto tako vrijedi i za ostale komponente. Ovdje je najbolje performanse ostvario Windows 7, iako Windows 8.1 ne zaostaje previše. Kao i kod stolnog računala razlika u bodovima je minimalna, ali se i tu pojavljuje veliko odstupanje u testu *vPT-Physics*. Windows 8.1 zaostaje za 7,14% u odnosu na referentni Windows 7 sustav, dok Windows 10 zaostaje čak 14,19%. Nakon toga testirali smo radnu memoriju, gdje smo dobili rezultate koji su u skladu s našim očekivanjima, a najboljim se pokazao Windows 7. Ovdje postoji razlika u kašnjenju, ali se ovog puta ono pokazuje u testnom alatu AIDA64. Windows 7 kasni za 0,99% u odnosu na oba novija sustava. Prilikom testiranja grafičkog sustava najboljim se pokazao Windows 7. Tu su se također ispunila naša očekivanja, iako druga dva sustava ne zaostaju previše u grafičkim mogućnostima, i razlika u ostvarenim bodovima je minimalna između svih sustava. Kao i kod stolnog računala, najveća razlika u bodovima je vidljiva u rezultatima tvrdog diska. Tu se pokazalo da je Windows 8.1 najbolje iskoristio slabije mogućnosti starijeg tvrdog diska s magnetnim pločama. Najveći

napredak u odnosu na Windows 7 vidimo kod testa *VUB-Rndm4kmixed*, gdje je Windows 8.1 ostvario poboljšanje u performansama od 94,59%, a Windows 10 čak od 127,03%.

Za razliku od stolnog računala, gdje se vidno boljim pokazao Windows 7, kod prijenosnika su rezultati pokazali da su svi sustavi podjednako dobri na konfiguraciji koja ne pruža previše performansi.

## 7. ZAKLJUČAK

Glavna zadaća ovog završnog rada bilo je proučiti i istražiti kako svaka novija verzija Windows operacijskog sustava, počevši s Windows 7, utječe na performanse računala na koji je sustav instaliran, a također i usporediti Windows 8.1 i Windows 10 u odnosu na već spomenuti Windows 7. Kako bi mogli kasnije uspoređivati mjerenja morali smo postaviti i kreirati neka određena mjerila po kojima ćemo uspoređivati dobivene rezultate. Za mjerenje performansi stolnog i prijenosnog računala koristili smo testne alate koji su specijalizirani za prikazati sposobnost neke određene komponente u vidu bodova ili neke druge mjerne jedinice, a razliku u bodovima između sustava smo iskazali u postotcima. S tim dobivenim postotcima mogli smo usporediti koliko je jedan sustava lošiji ili bolji u odnosu na drugi.

Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je Windows 10 ostvario rezultate koji su ispod naših očekivanja, osobito što se tiče performansi na stolnom računalu. Očekivali smo bolje rezultate zbog svih teoretskih poboljšanja koja su trebala dovesti do bolje iskorištenosti resursa računala. Što se tiče Windowsa 7 i 8.1, oni su u većini rezultata bili gotovo izjednačeni ali se boljim pokazao Windows 7. Ta izjednačenost vjerojatno proizlazi iz toga što su napravljeni na sličnoj arhitekturi. Windows 7 je najduže na tržištu i svi njegovi nedostaci su kroz godine popravljeni i može se reći da je to najkompletniji sustav što ga i čini toliko superiornim u odnosu na njegove nasljednike, ali vjerujemo da će se u budućnosti isto dogoditi i s Windows 10 te će iskoristiti sve nove nadogradnje koje su mu omogućene.



## LITERATURA

- [1] A. Tanenbaum, Modern Operating Systems, 3rd Edition, SAD: Prentice Hall PTR, 2008.
- [2] »Desktop OS Market Share Worldwide« [Mrežno]. Dostupno: <http://www.gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide>. [Datum pristupanja: Svibanj 2019.].
- [3] »Microsoft Developer Network« [Mrežno]. Dostupno: <https://blogs.msdn.microsoft.com/tomarcher/2006/04/14/readyboost-using-your-usb-key-to-speed-up-windows-vista/>. [Datum pristupanja: Svibanj 2019.].
- [4] »UMS« [Mrežno]. Dostupno: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/desktop/procthread/user-mode-scheduling>. [Datum pristupanja: Svibanj 2019.].
- [5] »Windows 7 System requirements« [Mrežno]. Dostupno: <https://support.microsoft.com/hr-hr/help/10737/windows-7-system-requirements>. [Datum pristupanja: Svibanj 2018.].
- [6] The Windows 8 book, Imagine Publishing, 2014.
- [7] »Windows 8 System requirements« [Mrežno]. Dostupno: <https://support.microsoft.com/en-us/help/12660/windows-8-system-requirements>. [Datum pristupanja: Svibanj 2018.].
- [8] »Browser market share« [Mrežno]. Dostupno: <https://www.w3counter.com/globalstats.php>. [Datum pristupanja: Svibanj 2019.].
- [9] »Windows 10 System requirements« [Mrežno]. Dostupno: <https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-10-specifications>. [Datum pristupanja: Svibanj 2018.].
- [10] »AIDA 64« [Mrežno]. Dostupno: <https://en.wikipedia.org/wiki/AIDA64>. [Datum pristupanja: Lipanj 2018.].

- [11] »PC Mark 8« [Mrežno]. Dostupno: <http://akamai-dl.futuremark.com.akamaized.net/pcmark8-technical-guide.pdf>. [Datum pristupanja: Lipanj 2018.].
- [12] »PassMark Performance Test« [Mrežno]. Dostupno: <https://www.passmark.com/products/pt.htm>. [Datum pristupanja: Lipanj 2018.].
- [13] »SSD diskovi« [Mrežno]. Dostupno: <https://www.infonet.hr/blog/2017/10/05/sto-ssd-diskovi/>. [Datum pristupanja: Lipanj 2018.].
- [14] D. J. Lilja, *Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide*, SAD: Cambridge University Press.

## SAŽETAK

Pogledom na tržište operacijskih sustava uzeli smo najzastupljenije operacijske sustave i istražili njihove performanse na stolnom i prijenosnom računalu. Nit vodilja usporedbe ta dva različita računala je bila u tome što ljudi u velikoj mjeri putuju zbog raznih razloga te im je potreban stabilan sustav koji može bez problema obavljati njihove svakodnevne obaveze na računalu. Htjeli smo vidjeti u kolikoj mjeri prijenosno računalo zaostaje u odnosu na mnogo snažnije stolno računalo. Koristeći razne testne alate dobili smo rezultate mjerenja performansi koje smo onda mogli detaljnije analizirati i uspoređivati. Na oba računala instalirali smo iste sustave i došli smo do zaključka da nevezano za performanse određenih komponenti najbolje rezultate ostvaruje Windows 7, a to možemo pripisati činjenici da je najduže na tržištu te su sve greške ispravljene i možemo reći da je to najkompletniji sustav.

Ključne riječi: operacijski sustav, performanse, test računala, Windows

## ABSTRACT

By looking at the operating systems market we took the most reputable ones and explored their capabilities on desktop and laptop computers. The reason for comparison between these two computers was that people travel to a large extent for a variety of reasons and need a stable system that can smoothly perform their daily tasks on the computer. The goal of this paper was to research how much does notebook computers lagging behind a much more powerful desktops. By using various benchmark tools we have conducted experiments and measurements in order to get performance results that we can analyse. On both computers we have installed three different versions of Windows operating systems, namely Windows 7, Windows 8.1 and Windows 10. We came to the conclusion that the performance of certain components is best achieved by running Windows 7. This can be concluded to the fact that it is the longest on the market and all the errors are corrected and we can say that this is the most complete system.

Keywords: computer test, operating system, performance, Windows

## **ŽIVOTOPIS**

Luka Harabajsa rođen je 06. siječnja 1994. godine u Kutini. Pohađao je osnovnu školu „Stjepana Kefelje“ u Kutini. Nakon završene osnovne škole upisao je srednju tehničku školu, smjer računarstvo, također u Kutini, koju završava 2012. godine i iste te godine upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku. Tijekom školovanja zapošljava se u osječkoj telekomunikacijskoj tvrtci Adcon na mjestu testera programske podrške gdje radi do svibnja 2019. te se nakon toga zapošljava u firmi Span gdje radi kao test inženjer.

---

Luka Harabajsa