Usporedba mrežnih performansi Windows operacijskih sustava

Fridl, Tom

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:754303

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Stručni studij

USPOREDBA MREŽNIH PERFORMANSI WINDOWS OPERACIJSKIH SUSTAVA

Završni rad

Tom Fridl

Osijek, 2017

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

Osijek, 14.09.2017.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

Ime i prezime studenta:	Tom Fridl
Studij, smjer:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	AI 4375, 22.07.2014.
OIB studenta:	31833169865
Mentor:	Doc.dr.sc. Josip Balen
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Zdravko Krpić
Član Povjerenstva:	Krešimir Vdovjak
Naslov završnog rada:	Usporedba mrežnih performansi Windows operacijskih sustava
Znanstvena grana rada:	**Procesno računarstvo (zn. polje računarstvo)**
Zadatak završnog rada	U teorijskom dijelu rada potrebno je detaljno proučiti, opisati i usporediti arhitekturu i rad s različitim vrstama mreža zadnjih inačica Windows operacijskih sustava (Windowsa 7, 8.1 i 10). Nakon toga potrebno je proučiti i opisati način rada različitih alata za testiranje mrežnih performansi. U eksperimentalnom dijelu rada potrebno je testirati i usporediti mrežne performanse Windows operacijskih sustava u žičanom i bežičnom radu. Provesti vrednovanje dobivenih rezultata i izvesti zaključke o mrežnim performansama u različitim inačicama Windows operacijskih sustava.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	14.09.2017.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 28.09.2017.

Ime i prezime studenta:	Tom Fridl
Studij:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	AI 4375, 22.07.2014.
Ephorus podudaranje [%]:	1

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Usporedba mrežnih performansi Windows operacijskih sustava**

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

i sumentora

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
2. OPERACIJSKI SUSTAV WINDOWS 2
2.1. Windows 7 2
2.2. Windows 8.1 3
2.3. Windows 10 3
3. TESTNI ALATI 5
3.1. NetStress 5
3.2. D-ITG 5
3.3. IPerf3 5
4. METODOLOGIJA MJERENJA PERFORMANSI 6
4.1. Utjecaj sklopovlja pri mjerenju performansi 6
4.2. Postavke prilikom mjerenja 7
4.2.1. Priprema računala prije mjerenja 7
4.3. Postupak mjerenja 7
5. REZULTATI MJERENJA 9
5.1. Opis izvođenja testova 9
5.2. Test 1 11
5.3. Test 2 12
5.4. Test 3 14
6. ANALIZA REZULTATA MJERENJA 16
7. ZAKLJUČAK 22
LITERATURA 23
SAŽETAK 24
ABSTACT 24
ŽIVOTOPIS 25

1. UVOD

Kako se razvojem tehnologije, informacije odnosno podaci sve više spremaju i koriste u digitalnom obliku dolazi do sve veće potrebe za kvalitetnom i sigurnom infrastrukturom. Pod kvalitetom se osim veličine i ostalih atributa, najviše podrazumijeva brzina prijenosa tih podataka u određenoj mreži unutar neke tvrtke, obrta ili slične organizacije pa i kod običnog korisnika. Razni dokumenti, knjige, obrasci i ostali papirnati oblici spremanja podataka danas se koriste također i u digitalnom obliku, pogotovo u javnim službama, te su prisutni gotovo u svim slojevima društva. Digitalizacijom se ostvarilo povećanje brzine prijenosa podataka te je tako uvelike pomogla u njihovoj daljnjoj obradi i procesuiranju. No i dalje postoje razlike u brzinama koje su uvjetovane kako softverskim tako i hardverskim dijelom.

Ovaj će se rad stoga temeljiti na usporedbama i analizama rada mrežnog dijela zadnjih inačica Windows operacijskih sustava (Windows 7, 8.1, 10) koji prema statistici u [1] zauzimaju preko 84% tržišta. Svaki novi OS (operacijski sustav) se razlikuje od prijašnjeg tako će se poglavlje 2 baviti njihovim mrežnim performansama, razlikama odnosno poboljšanjima (ako ih ima) i novitetima u strukturi i načinu mrežnog rada. Kako bi se dokazala razlika, koristit će se tri testna alata koji će simulirati prijenos podataka između dva računala generirajući podatkovne pakete i šaljući ih putem običnog mrežnog kabela. U poglavlju 3 se opisuju mogućnosti i način rada svakog pojedinog testnog alata. Kako bi se utvrdio način izvođenja mjerenja u poglavlju 4 se opisuje metodologija u što spadaju razni utjecaji na mjerenja, postavke i priprema računala i alata i ostalo. Poglavlje 5 se bazira na opisivanju samog procesa testiranja i njegovim rezultatima koji su prikazani pripadajućim grafovima i tablicama. Nakon toga, poglavlje 6 se sastoji od analize i komentara dobivenih rezultata iz kojih su izvedeni kasniji zaključci.

2. OPERACIJSKI SUSTAV WINDOWS

Windows OS je već dugi niz godina najzastupljeniji OS u svijetu. Njegove dvije najvažnije funkcije prema [2] su upravljanje resursima unutar sustava kao grafički i procesorski podsustav, memorijski prostor te ulazno/izlazne jedinice, i omogućivanje aplikacijama odnosno programima kvalitetno korištenje cijeloga sklopovlja unutar računala. Kroz godine Microsoft je predstavio nekoliko inačica toga sustava te stalno teži poboljšanju i napretku. Svaka nova verzija donosi sa sobom novosti koje korisniku omogućuju bolje i lakše korištenje sustava. Pošto se u radu koriste tri različite inačice Windowsa, o svakoj će biti opisana poboljšanja vezana za mrežni dio.

2.1. Windows 7

Windows 7 predstavljen 2009. godine direktni je nasljednik Windows Viste koja nikad nije posebno zaživjela među korisnicima i nije ispunjavala zacrtane sposobnosti. U ovom OS-u prvi se put pojavila opcija kreiranja takozvane kućne grupe (engl. *Homegroup*), pomoću koje je znatno olakšano dijeljenje sadržaja unutar te grupe čija se namjena prvenstveno odnosila na lokalnu mrežu. Korisnici koji su spojeni na istu mrežu nalazeći se u toj grupi dodatno pojačavaju svoju sigurnost dodajući lozinku potrebnu za pristup dijeljenom sadržaju te tako onemogućavaju neželjenim korisnicima ili onima izvan grupe pristup sadržaju. Također je postavljena opcija pomoći koje korisnik sam može regulirati koji dio želi dijeliti a koji ne tako da u postavkama označi one foldere (slike, glazba, dokumenti, video…) koje želi dijeliti. DirectAccess je sustav prvi put korišten na Windows Server 2008 a omogućuje spajanje udaljenih klijenata sa serverom putem interneta, bez da je klijent direktno spojen na lokalnu mrežu. Tako je olakšano upravljanje sustavom i ubrzan proces potrebnih sigurnosnih ažuriranja. Također je krajnjem korisniku omogućeno nesmetano spajanje na ostale jedinice unutar mreže iako on pristupa sa udaljenog mjesta. Ovakav sustav je značajno olakšao rad između servera i udaljenih korisnika Windows 7 OS-a. U svim narednim verzijama Windows Server-a, DirectAccess je već unaprijed integriran i dolazi sa sučeljem za upravljanje postavkama.

Jedan od novih alata dodan u OS je i Multicast Multiple Stream Transfer (MMST) koji prema [3], omogućuje serverima slanje *image* paketa simultano prema više korisnika odjednom. Time je učinkovito unaprijeđen prijašnji proces koji se morao odvijati posebno za svakog korisnika dok se ovako slanje obavlja samo jednom. Također postoji opcija sa kojom se određuje propusnost kroz mrežu kako bi se odredilo koliki dio ukupne propusnosti će zauzeti proces slanja te se tako može lakše kontrolirati propusnost mreže i spriječiti moguće prigušenje. dolazi sa sučeljem za upravljanje postavkama

2.2. Windows 8.1

Cjelovita verzija Windows 8.1 izašla je u kolovozu 2013. godine i predstavlja nasljednika Windows 8 sustava. Većina bitnih tehnologija iz prijašnjih OS-a je prenesena i na sljedeće generacije, pogotovo one vezane uz sigurnost. Upravo je na sigurnosti najviše posvećena pažnja te se ona stalno nadograđuje i unaprjeđuje. Jedan od novih servisa ugrađenih u Windows Defender je Antivirus Network Inspection Service koji uz još nekoliko drugih, osigurava sustav od neželjenih upada preko mrežnih protokola stalnim nadgledanjem i traženjem anomalija u memoriji, registru ili u datotečnom sustavu.

Remote Data Removal (RDR) je nova značajka predstavljena u Windowsu 8.1 čija je svrha prvenstveno namijenjena tvrtkama i organizacijama čiji zaposlenici koriste vlastita računala i mobitele. Glavni zadatak RDR-a, kako i samo ime kaže, je mogućnost udaljenog brisanja sadržaja na uređajima koji sadrže podatke vezane za tvrtku. Primjer primjene ovog sustava je prilikom gubitka uređaja sa podacima, gdje se podaci mogu lako označiti i obrisati od strane IT podrške tvrtke. Pri tome su osobni podaci korisnika u potpunosti sigurni pošto su oni razdvojeni od onih podataka označenih za brisanje.

Windows 8.1 se sastoji od značajki koje prate promjene u mrežnim konfiguracijama, prema [4] što dodaje na sigurnosti računala spojenog u mreži. OS kontrolira način na koji se računalo spaja sa ostalim računalima ili uređajima u mreži te ima zasebne konfiguracije za privatnu, lokalnu i javnu mrežu. Razna poboljšanja u enkripciji i zaštiti također su dodani u Windows Defenderu i Internet Exploreru.

2.3. Windows 10

Windows 10 je za sada najnovija inačica Windowsa predstavljena u srpnju 2015. godine. Zamišljen je kao jedinstven ekosustav koji objedinjuje sve Windowsove platforme za raznim uređajima kao Windows Phone i Xbox. U njemu su većinom implementirani svi važniji servisi i nadogradnje iz prijašnjih verzija.

Mrežni dio uvelike je nadograđen mnogim API-ima koji ubrzavaju rad sa web servisima i imaju unaprijeđenu verziju HTTP protokola opisanim u [5]. Socket Broker omogućuje aplikacijama da osluškuje *sockete* iako nisu u prvom planu i rade u pozadini i tako ubrzava njihov rad. Batched Sends je nova optimizacija pomoću koje je moguće i do četiri puta većom brzinom slanje podataka preko socketa.

Device Health Attestation je još jedan novi servis koji pomaže u zaštiti sustava. Zamišljen je kako bi poboljšao organizacijama koje posluju na BYOD (Bring Your Own Device) principu. Server pokreće servis te on dalje nadgleda mrežu i uređaje koji se spajaju na nju te mjeri brzinu pokretanja sustava u mreži i tako uspoređuje sa definiranim i očekivanim „zdravim“ rezultatima. Ukoliko dođe po odstupanja od dozvoljenih vrijednosti server će onemogućiti spajanje uređaja u mrežu.

Novi sigurnosni servis integriran u Windows Defenderu zvan Advanced Threat Protection dodan je kako bi skenirao i tražio sigurnosne proboje u dubokim slojevima operacijskog sustava. Njegov glavni cilj je pronalaženje prijetnji koji su se već probile kroz ostale sigurnosne dijelove, otklanjanje i sprječavanje daljnjeg djelovanja. Može pronaći prijetnje koje se do tada nisu pojavljivale i detektirati razinu proboja te u skladu s time poduzeti kvalitetne mjere. Konstantno prikuplja podatke i analizira ponašanja procesa, registara, datoteka i mrežne komunikacije te ih sprema kako bi ukoliko dođe do prijetnje korisnik mogao vidjeti u kojem je dijelu nastala, kolika je šteta napravljena te kakve daljnje akcije poduzeti.

Postoji niz servisa koji su došli sa zadnjim nadogradnjama koji služe za slanje povratnih informacija Microsoftu o stanju uređaja i OS-a. Većina njihovih opcija je korisniku nedostupna za manipuliranje te su one tvornički zadane i nemoguće ih je spriječiti. Microsoft tako prikuplja i ima pristup raznim podacima i događajima unutar sustava. Od rezolucije kamere, mrežnih uređaja i adaptera informacija o arhitekturi (procesor, memorija, tvrdi disk i sl.) do broja padova procesora i količine vremena i memorije koja je utrošena u rad aplikacije. Microsoft te informacije prvenstveno koristi kako bi poboljšao svoju uslugu, pronašao i riješio probleme no veliki dio korisnika je protiv toga jer im se takvim pristupom ulazi u privatnost. Windows 10 dolazi i sa novim ugrađenim web preglednikom Microsoft Edge čija je sigurnost i zaštita dodatno pojačana u odnosu na Internet Explorer.

3. TESTNI ALATI

Za mjerenje brzine prijenosa podataka i ostalih parametara, ali i za generiranje te simuliranje njihovog protoka sa jednog računala na drugo, potrebno je koristiti specifične alate koji to omogućuju prema opisu u [6]. Alati koji se koriste prilikom testiranja napravljeni su isključivo za uporabu utvrđivanja performansi i karakteristika mreže koja se koristi kako bi se utvrdila njena kvaliteta.

3.1. NetStress

NetStress je alat proizveden od strane američke kompanije Nuts About Nets, koja se bavi upravo razvojem softverskih alata za upravljanje, instaliranje i dijagnosticiranje mrežne opreme kako žične tako i bežične. Služi za testiranje mreže generiranjem mrežnog prometa i vrednovanjem istoga. Podržava bežične i žične mreže te je vrlo koristan pri dijagnosticiranju kvarova ili promjena unutar njih. Radom alata na dva računala istodobno, spojenih u istoj mreži, te slanjem paketa preko tog alata sa jednog računala na drugo dobije se realna propusnost koja je ostvarena između ta dva računala. Prilikom postavljanja mora se odrediti koja strana je serverska a koja klijentska odnosno sa koje strane se šalju paketi a sa koje se primaju. NetStress podržava TCP i UDP prijenos podataka gdje se veličina paketa može samostalno zadati [7].

3.2. D-ITG

D-ITG (Distributed Internet Traffic Generator) je platforma koja služi za ostvarivanje IPv4 i IPv6 prometa generirajući i slanjem paketa. Podržava nekoliko protokola kao UDP, TCP, ICMP, Telnet DNS i VoIP. Ima različite mogućnosti prilikom ostvarivanja prometa kao promjena veličine paketa i način distribucije, definiranje vremenskog trajanja te jednosmjerno ili dvosmjerno. Uz generiranje može mjeriti i performanse prilikom prometa. Tako uz propusnost pokazuje i *jitter, delay,* gubitak paketa, vrijeme slanja i sl. Sastoji se od nekoliko komponenta od kojih su najvažniji ITGSend koji šalje pakete, ITGRevc koji prima pakete i ITGLog koji sprema rezultate mjerenja [8].

3.3. IPerf3

Iperf je alat nastao suradnjom nekoliko tvrtki i laboratorija a služi za mjerenje najveće propusnosti mreže sa raznim mogućnostima promjene parametara kao vrijeme, veličina i broj paketa te maksimalna propusnost. Također podržava slanje podataka preko TCP i UDP protokola. Radi na principu da je jedna strana serverska a druga klijentska gdje klijent šalje podatke serveru a rezultati su prikazani na obje strane [9].

4. METODOLOGIJA MJERENJA PERFORMANSI

4.1. Utjecaj sklopovlja pri mjerenju performansi

Najveći utjecaj na rezultate i način rada testnih alata pri mjerenju zasigurno je sklopovlje. O njemu ovisi funkcionalnost i kvaliteta samog OS-a preko kojeg se čitavo mjerenje vrši. Zbog toga će se u nastavku opisati i navesti utjecaji i zahtjevi pojedinog dijela sklopovlja ovisno o kojem OS-u se radi.

Procesor (CPU) je dio sklopovlja koji ima vrlo veliki utjecaj na mrežne performanse računala. Prema opisu u [10] preporučljivo je koristiti višejezgrene i 64-bitne procesore. U ovom radu korištena su dva identična prijenosna računala koja sadržavaju jednaki 4-jezgreni 64-bitni procesor te svojim specifikacijama zadovoljavaju normalan rad svih OS-a korištenih u radu. Svi OS-i koji su korišteni imali su 64-bitnu arhitekturu i stoga su bili u potpunosti kompatibilni sa procesorima. Prilikom testiranja računala su bila spojena na gradsku mrežu što je bitno naglasiti pošto prilikom rada samo na bateriji, CPU smanjuje svoju frekvenciju da uštedi energiju i time smanjuje svoje performanse.

Radna memorija (RAM) služi za pohranjivanje trenutno aktivnih programa i podataka koje koristi CPU te je stoga važan dio i utječe na rezultate prilikom testiranja mrežnih performansi. Svaki OS zahtjeva neku minimalnu količinu radne memorije kako bi mogao normalno izvršavati zadatke. Za 64-bitne Windows 7, 8.1 i 10 koje se koriste pri testiranju potrebno je minimalno 2GB radne memorije. Razlike u veličini RAM-a su vrlo osjetne pa tako računalo koje sadržava minimalnu količinu, pokazivati će slabije performanse nego računalo sa više RAM-a.

Tvrdi disk (HDD) služi kao podatkovni prostor na kojem se nalaze razni programi pa i sam OS. Obilježuju ga brzina pisanja, propusnost, broj okretaja i veličina sektora. ReadyDrive tehnologija omogućuje bolje performanse ubrzavanjem podizanja sustava i uštedom baterije, no pošto je ona podržana samo kod hibridnih diskova, ova opcija nije imala utjecaja na mjerenja. Upravljački programi također imaju utjecaj na performanse tvrdih diskova stoga je potrebno imati instaliranu najnoviju verziju.

Mrežna kartica (NIC) korištena pri mjerenjima mora biti podjednake kvalitete odnosno trebala bi biti kompatibilna sa ostalim mrežnim dijelovima. Kako se u prijenosnim računalima koristi mrežna kartica maksimalne propusnosti 100Mbps i ostali dijelovi, kao kablovi i razdjelnici, moraju podržavati takvu propusnost kako bi testiranje bilo pravilno izvršeno. Korištenjem iste ili slične opreme na testnim uređajima, očekuju se bolji rezultati. Kako bi se spriječile smetnje prilikom mjerenja poželjno je uređaje spojiti mrežnim kablom ili pomoću privatne mrežne skretnice.

4.2. Postavke prilikom mjerenja

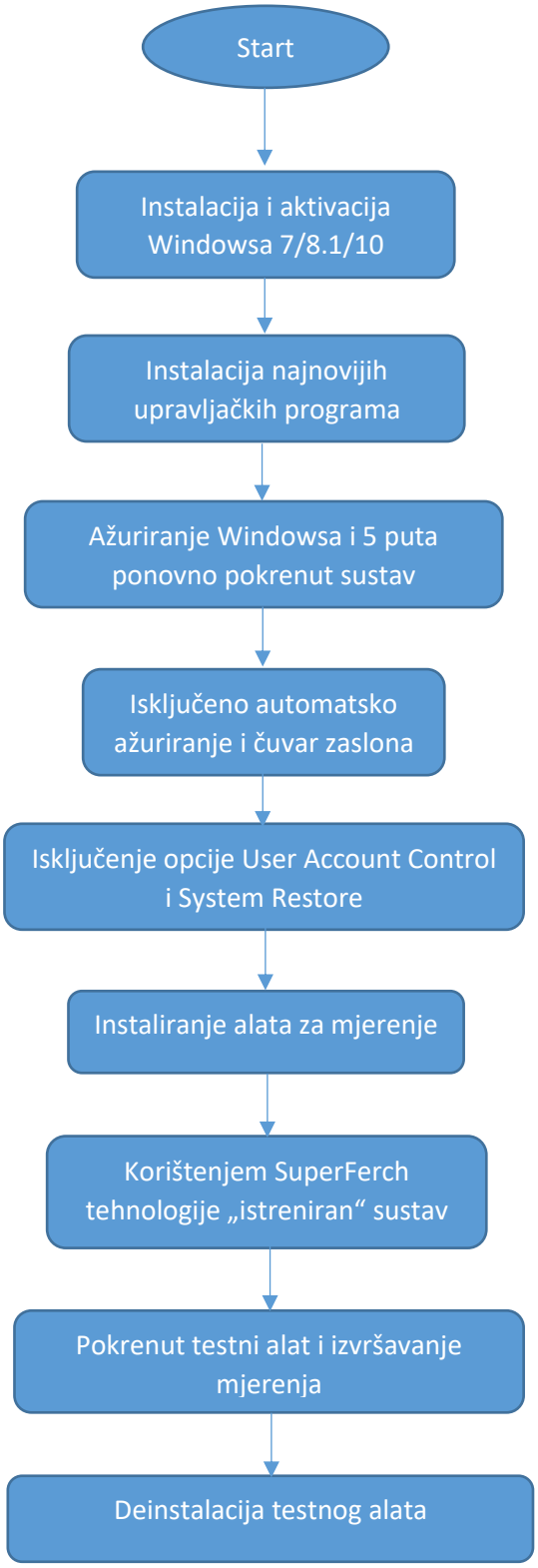
Testiranje mrežnih performansi obavljeno je pomoću dva identična prijenosna računala sa jednakim sklopovljem i specifikacijama. OS-i korišteni tijekom mjerenja bili su isti na oba računala prilikom svakog zasebnog testiranja. U Testu 1 korištene su dvije inačice Windows 7 Professional, u Testu 2 korištene su dvije inačice Windows 8.1 Professional dok su se u Testu 3 koristili Windows 10 Pro. Sva računala su bila opremljena sa 8 GB radne memorije pa stoga bez problema podržavaju 64-bitnu arhitekturu OS-a, tako su sve verzije Windowsa bile su 64-bitne.

4.2.1. Priprema računala prije mjerenja

OS-i korišteni prilikom mjerenja bili su pripremljeni na način opisan u Potpoglavlju 4.3. Takav način pripreme osigurava radno okruženje koje daje najbolje performanse za sva tri OS-a. Prilikom instalacije Windows 8.1 i 10 prije završnog dijela i dolaska na radnu površinu umjesto ponuđene Express Settings opcije, korištene su prilagodljive opcije gdje su ponuđene razne opcije od strane proizvođača kao postavke privatnosti, razne opcije povratnih informacija od strane Microsofta, lokacija i automatska spajanja na mrežu i slanja dijagnostičkih podataka. Sve ponuđene opcije bile su isključene. Nakon same instalacije OS-a ništa drugo osim testnog alata nije naknadno instalirano. Jedina iznimka je bila prilikom testiranja pomoću D-ITG alata koji je pisan u Javi i zahtjeva njenu instalaciju. Kako se radi o prijenosnim računalima, baterije su bile izvađene i računala su radila spojena na gradsku mrežu uz balansirani način potrošnje energije.

4.3. Postupak mjerenja

Cijeli postupak mjerenja performansi za sva tri operacijska sustava prema uputama iz [10] prikazuje Slika 4.1, koji time osigurava potpunu preciznost i pouzdanost rezultata mjerenja. Windows 7, 8.1 i 10 imaju razne tehnologije pomoću kojih unaprjeđuju rad svojih aplikacija stoga je njihov postupak mjerenja složeniji od njihovih prethodnika. SuperFetch tehnologija osigurava bolje performanse testnih alata tako što ih „istrenira“, odnosno ubrzava njihov rad i pokretanje spremajući podatke u memoriju ako se oni često koriste pa je tako potrebno alate pokrenuti nekoliko puta, ostaviti da rade nekoliko minuta te ponovno pokrenuti OS. Postupak je ponovljen pet puta kako bi poboljšao performanse testnih alata. Nakon što se alat pokrene i postavi u stanje mjerenja dobivanjem rezultata oni se pohranjuju i računalo se ponovno pokreće.



Slika 4.1. Postupak testiranja

5. REZULTATI MJERENJA

5.1. Opis izvođenja testova

Testiranja su izvođena ponavljanjem zadnjih četiri koraka prikazanim na Slici 4.1. Svako zasebno testiranje je ponovljeno pet puta u istim uvjetima kako bi se osigurala maksimalna preciznost i pouzdanost rezultata. Konačni rezultat iskazan je kao aritmetička vrijednost svih pet ponavljanja. Rezultati prikazani u tablicama koja odražavaju mjerenja performansi sva tri Windows OS-a, korištena je formula postotne pogreške (5.1) kojom se ukazuju razlike između mjerenih vrijednosti. Tako su vrijednosti Windowsa 7 uzete kao referentne vrijednosti i rezultati postignuti od strane Windows 8.1 i 10 su uspoređeni sa referentnim vrijednostima.

$$\text{Razlika}\% = \frac{\text{Win10_ili_Win8.1_vrijednost} - \text{Win7_vrijednost}}{\text{Win7_vrijednost}} x100 \quad (5.1)$$

Mjerenje performansi obavljeno je na dva prijenosna računala sa specifikacijama prikazanim u Tablici 5.1 u tri odvojena testa gdje je u svakom testu korišten različit OS. U svakom testu na prijenosnim računalima su instalirana dva jednaka operacijska sustava. Svi testovi se sastoje od sljedećih koraka:

1. Formatiranje tvrdog diska
2. Instalacija OS-a i testnih alata
3. Izvršenje mjerenja testnim alatima i nakon završetka njihova deinstalacija.

Tablica 5.1. Sklopovlje i programska potpora.

Komponenta	Specifikacija
Sklopovlje	
Matična ploča	Hewlett Packard
Procesor	Intel Pentium N3540 2.16 GHz, 2 MB cache, 4 cores
RAM	8 GB 1333 MHz DDR3L SDRAM (1 x 8 GB)
GPU	Intel HD Graphics
Mrežna kartica	Integrated 10/100 BASE-T Ethernet LAN
HDD	1 TB 5400 rpm SATA
Operacijski sustav	
Windows 7	Microsoft Windows 7 Professional SP1 64-bit
Windows 8.1	Microsoft Windows 8.1 Professional 64-bit
Windows 10	Microsoft Windows 10 Home 64-bit
DirectX	
Windows 7	DirectX® 10.1
Windows 8.1	DirectX® 11.2
Windows 10	DirectX® 12

Korištena prijenosna računala spojena su 1Gbps Ethernet kabelom i podešena prema uputama danima Slikom 4.1. Osim mrežnih performansa, zastupljenost uporabe procesora također se mjerio pomoću Windowsovog monitora performansi. Tim mjerenjem se vidi zauzetost procesora tijekom trajanja mjerenja.

Alat Iperf3 podešen je prema sljedećim parametrima:

- Dužina svakog mjerenja je 10 sekundi i ponovljena je 5 puta
- kako bi se dobio širi raspon podataka, mjerenja su obavljena sa 9 različitih veličina paketa podataka, od 64 bajtova do 896 bajtova (sa razmacima od 128 bajtova poslije druge veličine koja je isto 128 bajtova)
- Mjerene su performanse TCP i UDP protokola
- Jedno računalo je podešeno kao server i prima podatke a drugo računalo je podešeno kao klijent i šalje podatke.

Alat D-ITG podešen je slično kao prema [11] sa sljedećim parametrima:

- Dužina svakog mjerenja je 10 sekundi i ponovljena je 5 puta
- kako bi se dobio širi raspon podataka, mjerenja su obavljena sa 9 različitih veličina paketa podataka, od 64 bajtova do 896 bajtova (sa razmacima od 128 bajtova poslije druge veličine koja je isto 128 bajtova)
- Interoperativna vremenska opcija bila je jednoliko raspodijeljena i brzina paketa pošiljatelja bila je raspodijeljena sa 30000 paketa / s na 300000 paketa / s.
- Mjerene su performanse TCP i UDP protokola
- ITGSend komponenta je korištena za slanje paketa sa jednog računala na drugo gdje ITGRecv komponenta primala pakete
- ITGLog komponenta je korištena za stvaranje log datoteka u kojima se nalaze rezultati mjerenja
- Ostali parametri su bili prema zadanim postavkama.

Alat NetStress podešen je prema sljedećim parametrima:

- Dužina svakog mjerenja je 10 sekundi i ponavljana je pet puta
- Mjerenje je izvršeno u rasponu od 16 do 64 KB (sa razmacima od 8 KB)
- Mjerene su performanse UDP protokola
- Jedno računalo je služilo kao prijemnik podataka a drugo kao pošiljatelj podataka

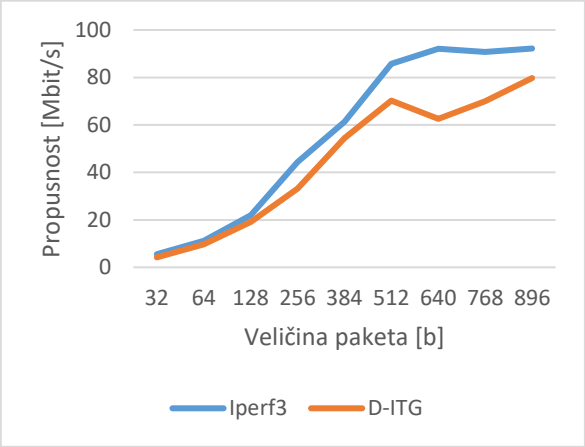
- Kao broj paketa podataka odabrano je 1024 paketa po sekundi
- Svi ostali parametri bili su prema zadanim postavkama.

Pošto alat omogućuje TCP promet minimalne veličine paketa od 1500 bajtova, rezultati dobiveni takvim parametrima ne bi pokazale vjerodostojne performanse i stoga se neće mjeriti u testovima.

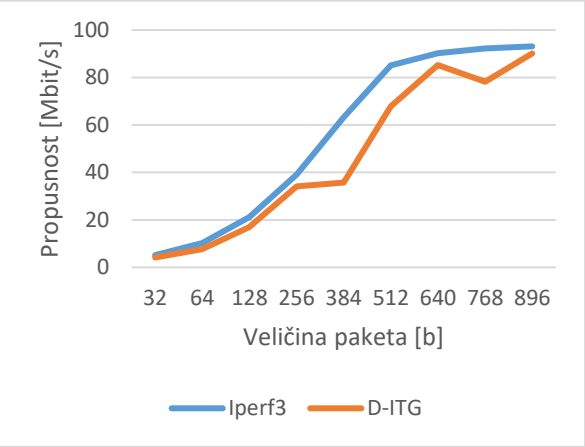
5.2. Test 1

Test 1, izvršen na dva identična prijenosna računala sa sklopovljem i programskom potporom prikazanom u Tablici 5.1, pokazuje mrežne performanse Windows 7 operacijskog sustava. Parametri koji se mjere i analiziraju su UDP i TCP propusnost, *delay*, *jitter* i uporaba CPU-a.

Vrijednosti na Slikama 5.1 i 5.2 pokazuju kako propusnost preko TCP i UDP protokola gotovo na sličan način rastu sa porastom veličine paketa do oko 512 bajtova gdje se vrijednost približava svome maksimumu koji je uvjetovan performansama mrežne kartice. Iperf3 je pokazao pravilniji rast u odnosu na D-ITG.

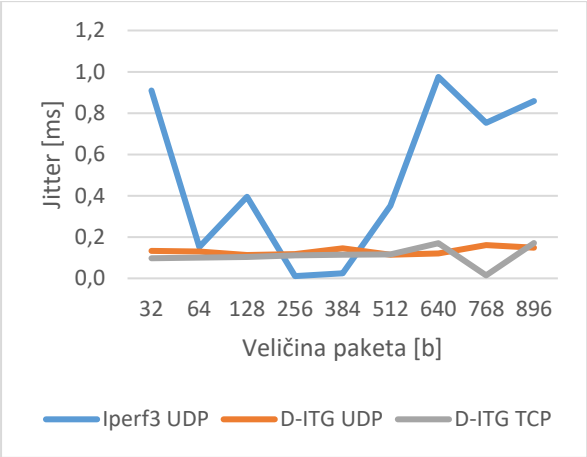


Slika 5.1.. TCP propusnost

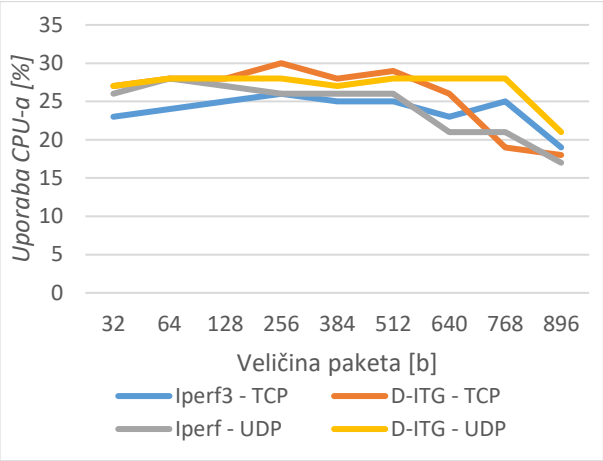


Slika 5.2. UDP propusnost

Vrijednosti *jittera* TCP i UDP protokola [Slika 5.3] su prilikom mjerenja sa D-ITG alatom pokazale slične i kontinuirane performanse dok je Iperf3 pokazao performanse šireg spektra gdje najveća razlika ide i do 1 ms. Uporaba procesora prikazana na Slici 5.4 ponaša se pri radu oba alata na gotovo isti način gdje se postotak postepeno smanjuje poslije veličine paketa od 512 bajtova. Mjerenje sa D-ITG alatom je zahtijevalo nešto malo više uporabe procesora nego Iperf3.

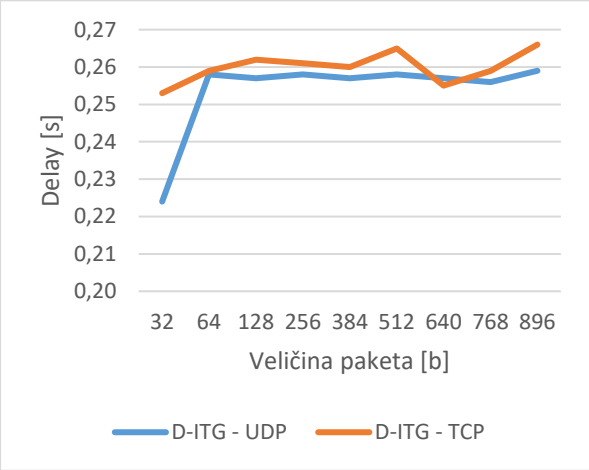


Slika 5.3.. TCP i UDP jitter [ms]

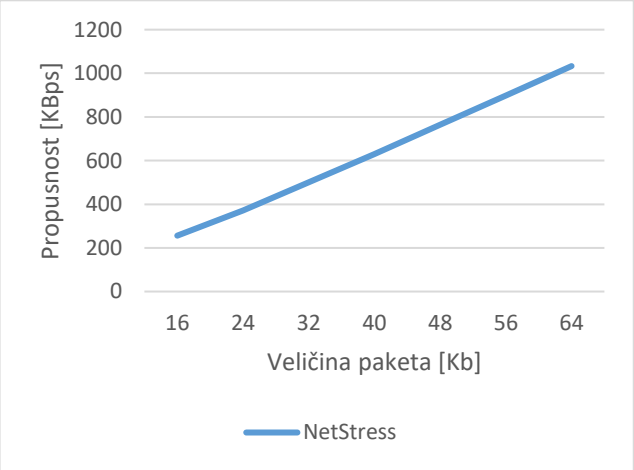


Slika 5.4.. Uporaba CPU-a [%]

Vrijednosti dobivene za *delay* (eng. *kašnjenje)* [Slika 5.5] pokazuju slične performanse za TCP i UDP kod oba alata, gdje se UDP jedino značajnije razlikuje pri slanju paketa veličine 32 bajta, dok je kod ostalih paketa vrijednost skoro na istoj razini. Mjerenje UDP propusnosti pomoću NetStress alata [Slika 5.6] pokazalo je kontinuirani rast performansi povećanjem veličine paketa.



Slika 5.5. TCP i UDP delay [s]



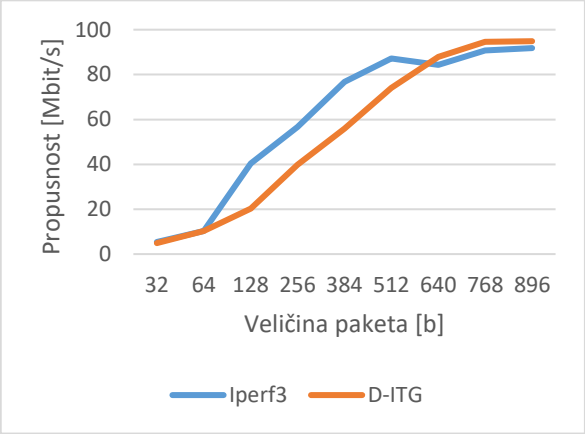
Slika 5.6. UDP propusnost

5.3. Test 2

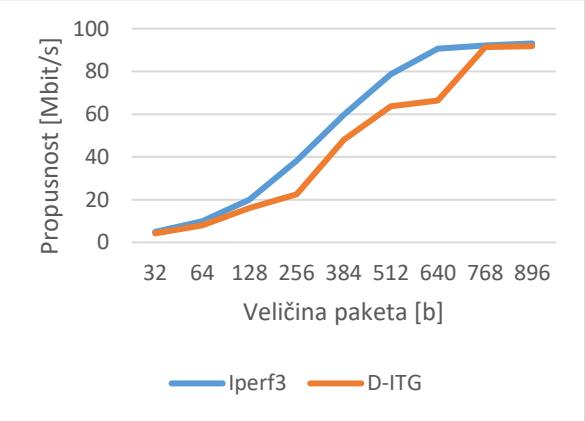
Test 2, izvršen na dva identična prijenosna računala sa sklopovljem i programskom potporom prikazanom u Tablici 5.1, pokazuje mrežne performanse Windows 8.1 operacijskog sustava. Parametri koji se mjere i analiziraju su UDP i TCP propusnost, *delay, jitter* i uporaba CPU-a.

Slika 5.7 prikazuje kontinuirani rast propusnosti TCP protokola povećanjem veličine paketa. Kod mjerenja sa D-ITG alatom ta vrijednost raste uravnoteženo do 640 bajta gdje se taj rast

propusnosti lagano smanjuje, dok je kod Iperf3 rast sličan kao i kod D-ITG ali sa manjim devijacijama. UDP propusnost [Slika 5.8] također kontinuirano raste kao i u slučaju sa TCP protokolom no tu je rezultat rasta sa Iperf3 alatom glađi u odnosu da D-ITG čiji su rezultati neravnomjerni u odnosu na Iperf3.

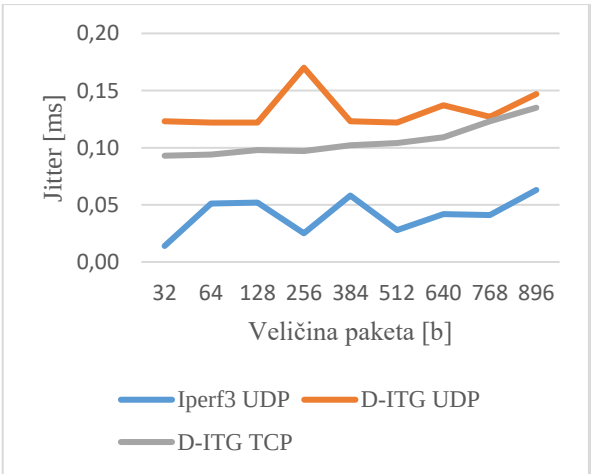


Slika 5.7. TCP propusnost

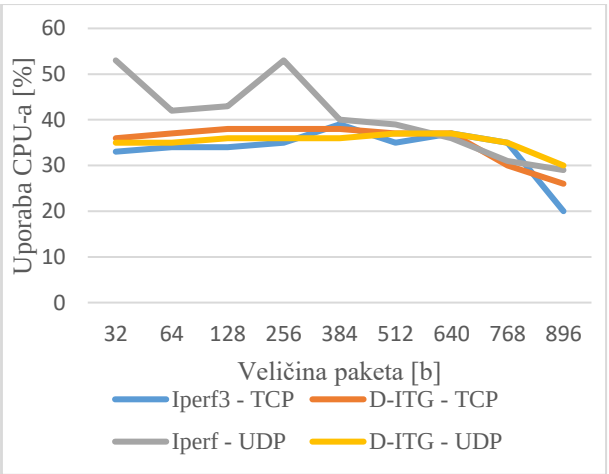


Slika 5.8. UDP propusnost

Performanse izmjerene na Slici 5.9 prikazuju koliki je *jitter* pri mjerenju TCP i UDP prometa. Rezultat TCP prometa izmjeren D-ITG alatom ne sadrži velike devijacije te raste sa porastom veličine paketa, najviše poslije paketa većih od 640 bajtova, za razliku od UDP prometa čije se performanse konstantno mijenjaju i nemaju stabilnu vrijednost povećanjem veličine paketa. Zauzetost procesora [Slika 5.10] je kod svih mjerenja konstantna i u sličnim razmjerima, osim kod mjerenja UDP prometa za Iperf3 alatom gdje je uporaba znatno povećana kod vrijednosti do 384 bajtova osobito za pakete od 32 i 256 bajtova.

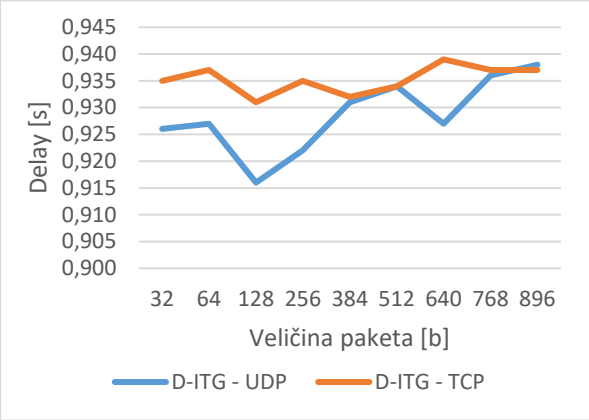


Slika 5.9. TCP i UDP jitter [ms]

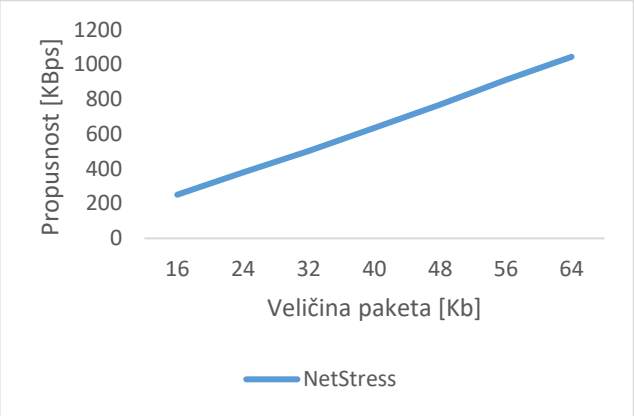


Slika 5.10. Uporaba CPU-a

Delay prikazan Slikom 5.11 za TCP i UDP promet pokazuje ujednačene performanse kod obaju protokola sa iznimkom kod paketa UDP protokola veličine 128 bajta gdje je *delay* manji u odnosu na ostale veličine. NetStress alat je izmjerio [Slika 5.12.] konstantan porast propusnosti UDP prometa povećanjem veličine paketa.



Slika 5.11. TCP i UDP delay [s]

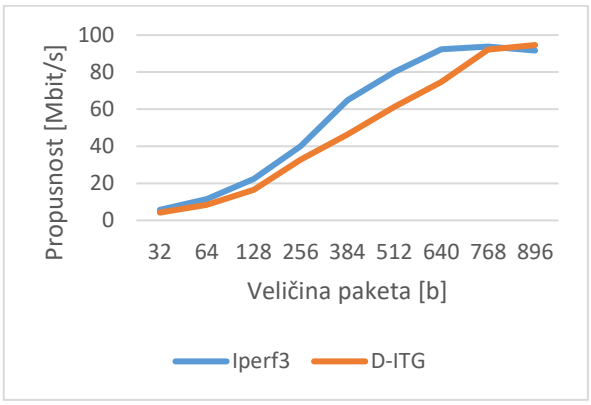


Slika 5.12. UDP propusnost

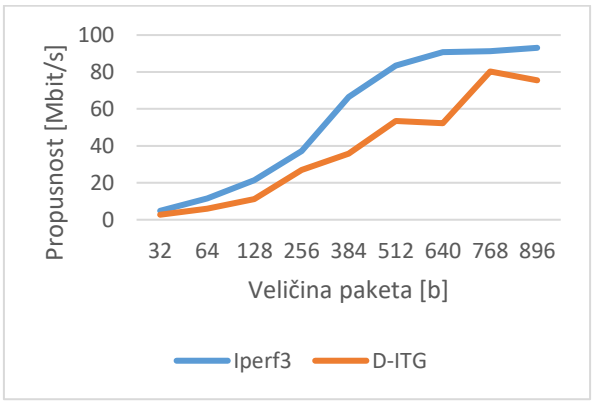
5.4. Test 3

Test 3, izvršen na dva identična prijenosna računala sa sklopovljem i programskom potporom prikazanom u Tablici 5.1, pokazuje mrežne performanse Windows 10 operacijskog sustava. Parametri koji se mjere i analiziraju su UDP i TCP propusnost, *delay, jitter* i uporaba CPU-a.

Performanse TCP prometa kod Windows 10 OS-a [Slika 5.13.] prikazuju konstantan porast povećanjem veličine paketa do 640 bajtova mjereno Iperf3 alatom odnosno do 768 bajtova mjereno D-ITG alatom koji i ukupno gledajući prikazuje nešto slabiju propusnost od Iperf3 tokom povećanja veličine. Slika 5.14 daje rezultat performansi UDP prometa gdje je Iperf3 izmjerio veću propusnost u odnosu na D-ITG čiji rast povećanjem veličine paketa nije ujednačen te je kod 640 i 896 bajtova čak i opao.

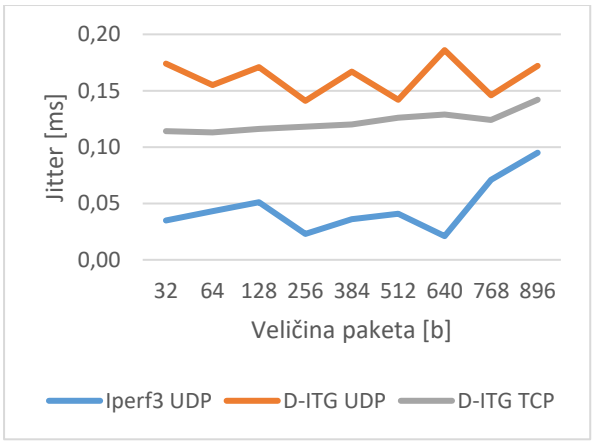


Slika 5.13. TCP propusnost

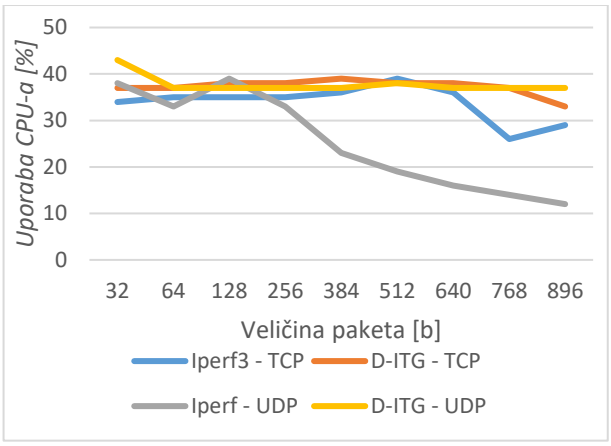


Slika 5.14. UDP propusnost

Performanse koje se odnose na *jitter* TCP i UDP prometa za Windows 10 izražene su Slikom 5.15 i vidimo razliku u mjerenju različitim alatima. TCP promet ima *jitter* koji se kreće oko iste vrijednosti do 768 bajtova gdje se povećava dok UDP promet ima *jitter* koji varira oko svoje vrijednosti povećanjem veličine, no oba se povećaju sa povećanjem iznad 768 bajtova. Na Slici 5.16 se vidi opterećenost procesora prilikom mjerenja i uočljivo je znatno opadanje uporabe pri UDP prometu sa Iperf3 alatom za veličine veće od 256 bajtova te TCP prometu većem od 640 bajtova.

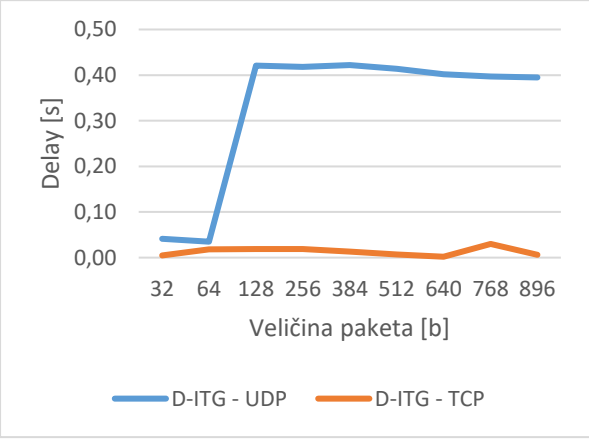


Slika 5.15. TCP i UDP jitter

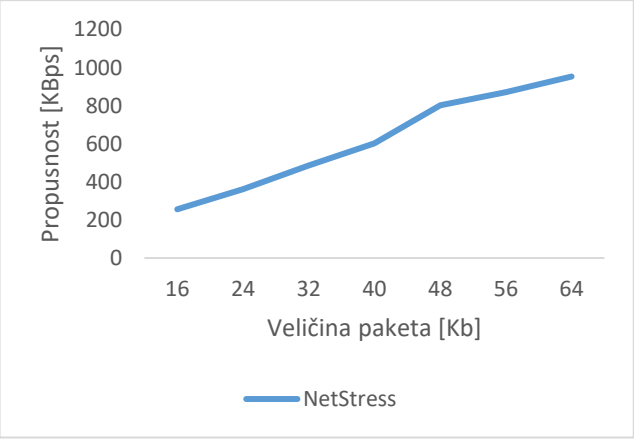


Slika 5.16. Uporaba CPU-a

Izmjereni *delay* u Slici 5.17 prikazuje znatno odstupanje rezultata u odnosu na vrstu protokola. UDP promet ima znatno veći *delay* od TCP prometa za veličine veće 64 bajtova. UDP promet je izmjeren NetStress alatom [Slika 5.18] prikazuje propusnost koja se kontinuirano povećava sa povećanjem veličine paketa za malo većim porastom kod 48 KB.



Slika 5.17. TCP i UDP delay



Slika 5.18.. UDP propusnost

6. ANALIZA REZULTATA MJERENJA

Analizirajući dobivene rezultate može se dobit uvid u mrežne performanse Windowsa 7, 8.1 i 10 te njihove međusobne usporedbe, gdje je rezultat Windowsa 7 uzet kao referentni. Pošto je mjerenje svakog parametra izvršeno pet puta za svaku uzetu veličinu, velike razlike u rezultatima ne smanjuju vjerodostojnost performansi nego ukazuju na dijelove OS-a koji se najviše razlikuju od ostalih. Koji OS ima ukupno najbolje mrežne performanse je teško odrediti zbog različitih parametara koji utječu na to, te činjenice kako je kod pojedinih mjerenja razlika rezultata između OS-a vrlo mala i ne može se uzeti u obzir kao mjerilo. Ipak, kod nekih mjerenja razlika očita i vidljiva te se sa lakoćom može zaključiti koji OS bolje upravlja i usmjeruje mrežni promet.

Mjerenjem propusnosti TCP protokola i dobivanjem rezultata prikazanim u Tablici 6.1 vidljive su razlike ostalih dvaju Windowsa u odnosu na Windows 7. Pošto alat Iperf3 pri prikazivanju konačnog rezultata mjerenja nema mogućnost ispisa brojke sa dva decimalna broja, dobiveni rezultati su zaokruženi na jednu decimalnu brojku, dok je kod alata D-ITG taj prikaz zaokružen na dvije decimalne brojke.

Tablica 6.1. Analiza rezultata performansi TCP propusnosti

Veličina paketa [bajt]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
Iperf3						
32	5,5	5,4	5,7	Mbit/s	-1,82%	3,64%
64	11,2	10,3	11,5	Mbit/s	-8,04%	2,68%
128	21,9	40,4	22,4	Mbit/s	84,48%	2,28%
256	44,3	56,6	40,0	Mbit/s	27.77%	-9,61%
384	61,3	76,7	64,9	Mbit/s	25,12%	5,87%
512	85,7	87,2	80,1	Mbit/s	1,75%	-6,53%
640	92,1	84,3	92,4	Mbit/s	-9,25%	9,61%
768	90,7	90,7	83,8	Mbit/s	0,00%	-7,61%
896	92,2	91,8	91,7	Mbit/s	-0,53%	-0,54%
D-ITG						
32	4,21	4,96	4,22	Mbit/s	17,84%	0,24%
64	9,72	10,25	8,35	Mbit/s	5,45%	-14,10%
128	19,17	20,31	16,46	Mbit/s	5,75%	-14,14%
256	33,22	39,78	32,67	Mbit/s	19,75%	-1,66%
384	54,42	55,87	46,43	Mbit/s	2,66%	-14,68%
512	70,25	74,12	61,34	Mbit/s	5,51%	-12,68%
640	62,56	87,89	74,77	Mbit/s	40,49%	19,52%
768	70,01	94,55	92,23	Mbit/s	35,10%	31,74%
896	79,75	94,87	94,62	Mbit/s	18,96%	18,65%

Dok je razlika u brzini propusnosti mjereno Iperf3-om kod malih vrijednosti gotovo zanemariva, kod malo većih paketa, od 128 do 384 bajta, vidljiv je znatniji pomak u brzini kod Windows 8.1 OS-a, i do 80-tak posto. Daljnjim povećanjem veličine paketa brzina nije puno veća od Windows 7 te je čak na razini nešto manjoj od nje. Windows 10 je, uspoređujući rezultate, gotovo u istoj razini kao i referentni iznosi te pokazuje nešto bržu propusnost pri manjim veličinama a sporiju kako veličina paketa raste. D-ITG pak pokazuje znatno bolje rezultate za Windows 8.1 nego ostali, dok su kod 7 i 10 te brojke znatno slabije nego izmjereno Iperf3-om. Pogotovo kod Win7 gdje su razlike i preko 20 Mbit/s kod većih paketa. Windows 10 samo pri najvećim mogućim veličinama pokazuje bolje rezultate dok je kod ostalih lošiji od oba OS-a. Za TCP protokol se najbolje pokazao Windows 8, čija je brzina uspoređujući sa ostalima dala ukupno najbolje rezultate u mjerenjima sa oba alata.

Kod mrežnog UDP prometa izmjerenog Iperf3 alatom [Tablica 6.2] razlike između pojedinih OS-ova i nije toliko značajna te ne prelaze više od 10%, jedino kod Windows 10 za paket od 64 bajta, no ta razlika je gotovo zanemariva.

Tablica 6.2. Analiza rezultata performansi UDP propusnosti

Veličina paketa [bajt]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
Iperf3						
32	5,1	4,9	4,8	Mbit/s	-3,12%	-3,88%
64	10,2	9,9	11,5	Mbit/s	-2,94%	12,75%
128	21,2	19,9	21,4	Mbit/s	-6,13%	0,94%
256	39,1	38,2	37,2	Mbit/s	-2,30%	-4,86%
384	63,2	59,6	66,5	Mbit/s	5,70%	5,22%
512	85,1	78,7	83,4	Mbit/s	-7,52%	-2,00%
640	90,2	90,6	90,7	Mbit/s	0,44%	0,55%
768	92,2	92,1	91,3	Mbit/s	-0,11%	-0,98%
896	93,1	93,1	93,1	Mbit/s	0,00%	0,00%
D-ITG						
32	4,15	4.23	2.72	Mbit/s	-1,93%	-34,46%
64	7,72	7.98	6.05	Mbit/s	3,37%	-21,63%
128	17,01	16.01	11.22	Mbit/s	-5,88%	-34,04%
256	34,15	22.58	26.92	Mbit/s	-33,88%	-21,17%
384	35,77	47.95	35.82	Mbit/s	34,05%	0,14%
512	67,87	63.74	53.42	Mbit/s	-6,08%	-21,29%
640	85,21	66.32	52.31	Mbit/s	-22,17%	-38,61%
768	78,25	91.42	80.29	Mbit/s	16,83%	2,61%
896	90,12	91.83	75.53	Mbit/s	1,90%	-16,19%

Ipak, statistički gledano Windows 7 ima u prosjeku više rezultata sa bržom propusnošću od ostalih te se može reći kako bolje propušta promet kroz mrežu. Korištenjem D-ITG alata djelomično to i dokazuje, gdje su rezultati ponovo na strani Windows 7. No ovdje su razlike malo veće u odnosu na Iperf3 i dosežu za neke vrijednosti i do 30% u njegovu korist. Veću značajniju prednost, od 34% i 16%, jedino postiže Windows 8.1 za pakete veličine 384 odnosno 768 bajtova. U ostalim mjerenjima su prednosti zanemarivo male ili je brzina manja od referentne. Windows 10 je prema iščitanim podacima najsporiji kada se radi o prometu preko UDP protokola. Tako se može zaključiti da Windows 7 u oba slučaja daje bolje rezultate.

Jedna od performansi koja određuje kvalitetu mreže je i veličina *jittera* odnosno neiskorišteno vrijeme između paketa tijekom transfera podataka. Tu su razlike između OS-a dosta velike i širokog spektra. Dobiveni rezultati u Tablici 6.3 ne mogu dati konačno i precizno stanje po pitanju *jittera* pošto on često varira i uvjetovan infrastrukturom same mreže, od količine uređaja spojenih na nju do mrežnih mogućnosti samog uređaja i popratnih perifernih dijelova.

Tablica 6.3.. Analiza rezultata performansi jittera za TCP i UDP promet (manje je bolje)

Veličina paketa[bajt]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Mj. jed.	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
Iperf3	UDP	UDP	UDP		UDP	UDP
32	0,91	0,014	0,035	ms	-98,46%	-96,15%
64	0,151	0,051	0,043	ms	-66,22%	-71,52%
128	0,395	0,052	0,051	ms	-86,83%	-81,09%
256	0,011	0,025	0,023	ms	127,27%	109,09%
384	0,025	0,058	0,036	ms	132%	44%
512	0,352	0,028	0,041	ms	-92,04%	-88,35%
640	0,975	0,042	0,021	ms	-95,69%	-97,85%
768	0,753	0,041	0,071	ms	-94,55%	-90,57%
896	0,858	0,063	0,095	ms	-92,66%	-88,93%
D-ITG	TCP/UDP	TCP/UDP	TCP/UDP		TCP/UDP	TCP/UDP
32	0,253/0,133	0,093/0,123	0,114/0,174	ms	-63,24/-7,52%	-54,94/30,83%
64	0,259/0,130	0,096/0,122	0,113/0,155	ms	-62,93/-6,15%	56,37/19,23%
128	0,262/0,113	0,098/0,122	0,116/0,171	ms	-62,59/7,97%	-55,72/51,33%
256	0,261/0,118	0,097/0,170	0,118/0,141	ms	-62,83/44,07%	-54,79/19,49%
384	0,260/0,145	0,102/0,123	0,120/0,167	ms	-60,77/-15,17%	-53,85/15,72%
512	0,265/0,114	0,104/0,122	0,126/0,142	ms	-60,75/7,02%	-52,45/24,56%
640	0,255/0,120	0,109/0,137	0,129/0,186	ms	-57,25/14,17%	-48,41/55%
768	0,259/0,161	0,123/0,127	0,124/0,146	ms	-52,51/-21,12%	-52,12/-8,32%
896	0,266/0,148	0,135/0,147	0,142/0,172	ms	-48,25/-0,68%	-46,62/16,22%

Iperf3 mjeri *jitter* samo pri simuliranju UDP prometa i tako je vidljivo kako noviji OS-i puno bolje rješavaju taj problem od 7-ice. Poboljšanja su skoro dupla odnosno oko 90%, osim kod paketa veličine 256 i 384 bajta gdje Windows 7 ima bolja vremena od obaju OS-a. Mjerenjem D-ITG alatom smo dobili nešto drugačije rezultate te gledajući njih, razlika UDP *jittera* i nije toliko velika. Za Windows 10 je čak gotovo u svim mjerenjima vrijeme veće nego kod Windows 7 dok kod Windows 8.1 vrijednosti variraju i približno su iste. Dobiveni rezultati *jittera* u TCP prometu su na strani novijih OS-a što opet ukazuje na bolje rješavanje tog problema nego stariji OS. Poboljšanja su između 50 i 60 posto kod 8.1 te oko 50 posto za Windows 10 kod mjerenja svih veličina. Ukupno gledajući i analizirajući oba protokola i korištena alata blagu prednost se može dati Windowsu 8.1 čije su razlike u rezultatima bile i statistički gledano najveće u korist poboljšanja performansi.

Kada se gleda uporaba CPU-a pri protoku podataka kroz mrežu glavnu i najvažniju ulogu ima sam OS koji svojim pozadinskim radnjama može usporavati i onemogućavati promet. Dobiveni rezultati u Tablici 6.4 označavaju iskorištenost procesora kada je računalo bilo samo u funkciji mjerenja te ni jedan drugi program nije bio uključen.

Tablica 6.4.. Analiza rezultata performansi CPU-a

Veličina paketa [bajt]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Mj. jed.	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
Iperf3	TCP/UDP	TCP/UDP	TCP/UDP		TCP/UDP	TCP/UDP
32	23/26	33/53	34/38	%	43,48/103,85%	47,83/46,15%
64	24/28	34/42	35/33	%	41,67/50%	45,83/17,86
128	25/27	34/43	35/39	%	36/59,26%	40/44,44
256	26/26	35/53	35/33	%	34,62/103,85%	34,32/26,92%
384	25/26	39/40	36/23	%	56/53,85%	44/-11,54%
512	25/26	35/39	39/19	%	40/50%	56/-26,92%
640	23/21	27/36	36/16	%	17,39/71,43%	56,52/-23,81%
768	25/21	25/31	26/14	%	0,00/47,62%	4/-33,33%
896	19/17	20/29	29/12	%	5,26/70,59%	52,63/-29,41%
D-ITG	TCP/UDP	TCP/UDP	TCP/UDP		TCP/UDP	TCP/UDP
32	27/27	36/35	37/43	%	33,33/29,63%	37,04/59,26
64	28/28	37/35	37/37	%	32,14/25%	32,14/32,14%
128	28/28	38/36	38/37	%	35,71/28,57%	35,71/32,14%
256	30/28	38/36	38/37	%	26,67/28,57%	26,67/32,14%
384	28/27	38/36	39/37	%	35,71/33,33%	39,29/37,04%
512	29/28	37/37	38/38	%	27,57/32,14%	31,03/35,71%
640	26/28	37/37	38/37	%	42,31/32,14%	46,15/32,14%
768	19/28	30/35	37/37	%	57,90/25%	94,74/32,14%
896	18/21	26/30	33/37	%	44,44/42,86%	83,33/76,19%

U takvim uvjetima analizom se može zaključiti kako Windows 7 koristi puno manje procesora u mrežnom prometu od ostalih OS-a. Postotak njegove uporabe ne prelazi 30 posto dok kod 8.1 pri UDP prometu za pakete od 64 i 256 bajta ta brojka prelazi i 50 posto. Povećanje uporabe u odnosu na 7-icu je vidljivo kod oba alata i pri korištenju oba protokola. Jedina značajnija razlika se vidi pri simuliranju UDP prometa sa Iperf3 alatom na Windows 10 sustavu gdje kod paketa većih od 384 bajta dolazi do 30 posto smanjenog rada procesora. No i uz tu činjenicu vidljivo je kako Windows 7 koristi procesor najmanje te drži njegovu zastupljenost u prosjeku od 20 do 30 posto.

Kao vrijeme potrebno da podatak stigne od pošiljatelja do primatelja uzima se parametar koji se označava kao *delay*. Njegove performanse prikazane su u Tablici 6.5 i također predstavlja jednu od važnijih karakteristika svakog mrežnog sustava. Mogućnost prikaza *delaya* pri mjerenju ima samo D-ITG alat tako da su prikazani rezultati samo tog mjerenja.

Tablica 6.5. Analiza rezultata performansi delay-a (manje je bolje)

Veličina paketa [bajt]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
TCP						
32	0.253	0.935	0.006	s	269,57%	-97,63%
64	0.259	0.937	0.018	s	261,78%	-93,05%
128	0.262	0.931	0.019	s	255,34%	-92,75%
256	0.261	0.935	0.019	s	258,24%	-92,72%
384	0.260	0.932	0.013	s	358,46%	-95%
512	0.265	0.934	0.007	s	252,45%	-97,36%
640	0.255	0.939	0.002	s	268,24%	-99,22%
768	0.259	0.937	0.030	s	261,78%	-88,42%
896	0.266	0.937	0.007	s	252,26%	-97,37%
UDP				s		
32	0.224	0.926	0.041	s	313,39%	-81,70%
64	0.258	0.927	0.035	s	359,30%	-86,53%
128	0.257	0.916	0.421	s	256,42%	63,81%
256	0.258	0.922	0.418	s	257,36%	62,01%
384	0.257	0.931	0.422	s	262,26%	64,20%
512	0.258	0.934	0.414	s	262,01%	60,47%
640	0.257	0.927	0.402	s	260,70%	56,42%
768	0.256	0.936	0.397	s	265,63%	55,08%
896	0.259	0.938	0.395	s	262,16%	52,51%

Svaki od tri OS-a ima potpuno različit spektar rezultata te se vrlo dobro vidi u kakvom su međusobnom odnosu. Windows 8.1 ima najveći *delay*, i za TCP i za UDP promet, od oko 0.9

sekundi što je neuobičajeno mnogo za razliku od 10-tke koja za TCP protokol šalje podatke uz *delay* reda nekoliko milisekunda. Za UDP ta vrijednost doseže oko 0.4 s što je još uvijek daleko bolje od 8.1. Windows 7, kao i 8.1, drži konstantu i kod UDP i TCP prometa no u znatno manju vrijednost, oko 0.25 s. U ovom je slučaju teško odrediti OS koji bolje rješava *delay* pošto je on različit ovisno preko kojeg protokola se vrši prijenos podataka no lako se da zaključiti kako Windows 8.1 najlošije rješava problem *delaya*.

Pomoću NetStress alata izmjerena je i analizirana u Tablici 6.6 UDP propusnost sa paketima veličine od 16 do 64 KB. Dobiveni rezultati pokazuju kako su brzine prilično podjednake kod svih veličina. Ipak se blaga prednost može dati Windowsu 9.1 koji za sve vrijednosti, osim kod 32 bajta, pokazuje bolje rezultate od 7-ice dok 10-tka u isto vrijeme ima nešto slabije performanse.

Tablica 6.6. Analiza rezultata UDP performansi NetStress alatom

Veličina paketa [KB]	Windows 7	Windows 8.1	Windows 10	Jedinica	Win7 vs. Win8.1	Win7 vs. Win10
UDP						
16	253	251	256	KBps	-0,79%	1,19%
24	372	380	362	KBps	2,15%	-2,69%
32	501	503	486	KBps	0,40%	-2,99%
40	630	635	602	KBps	0,79%	-4,44%
48	765	769	802	KBps	0,52%	4,84%
56	898	911	871	KBps	1,45%	-3,01%
64	1033	1044	953	KBps	1,07%	-7,74%

7. ZAKLJUČAK

Glavni cilj ovog rada bio je detaljno proučiti i usporediti mrežne performanse Windowsa 7, 8.1 i 10. Uspostavljena je i opisana metodologija prema kojoj su se obavljala sva mjerenja. Nakon završetka mjerenja i dobivanja rezultata, isti su se matematički obradili i međusobno analizirali. Obrađeni rezultati Windowsa 8.1 i 10 prikazani su u ovisnosti o Windowsu 7 te su izraženi u postocima kako bi se najbolje vidjele međusobne razlike. Iz dobivenih rezultata se može zaključiti koji aspekt u mrežnim karakteristikama OS-a daje bolje rezultate. Ako se gleda propusnost kroz mrežu, mora se uzet u obzir protokol koji se koristi pri slanju, jer svaki protokol ima drukčiji mehanizam na koji vrši prijenos podataka. Tako kod prijenosa TCP protokolom prednost se daje Windowsu 8.1, dok je za UDP prijenos najbolje rezultate dao Windows 7. Karakteristike vezane za vremensko trajanje, kao *jitter* i *delay*, varijacije također postoje ovisne o vrsti protokola. Za rješavanje *jittera* su se bolje pokazali noviji OS-i, kako za TCP tako i za UDP, iako su rezultati svakog alata međusobno različiti, može se utvrditi kako u krajnjem kontekstu Windows 7 lošije rješava taj problem. Gledajući *delay* lako se može zaključiti kako je Windows 8.1 najviše zakazao u rješavanju tog problema dok su se ostala dva OS-a pokazala bolja ovisno kojim se protokolom vrši prijenos podataka. Zastupljenost CPU-a u mrežnom prometu utječe na nekoliko parametara, od brzine prijenosa do količine utrošene energije a najviše ovisi o samom OS-u. Nije iznenađujuće tako što upravo Windows 7 koristi najmanje rad CPU-a jer je taj OS manje kompleksan od novijih pa tako u samom radu ne zahtjeva toliko resursa. Ugrubo gledajući, ostvareni rezultati svih OS-a nisu drastično različiti, te je napredak za neke parametre vidljiv dok je kod drugih zaostao. Vidljivo je da, iako već osam godina star, Windows 7 se i dalje može nositi sa novijim i u ostalim segmentima puno naprednijim OS-ima. Može se zaključiti kako najnoviji OS, Windows 10, nije pokazao značajno poboljšanje u vidu mrežnih performansi. Iz rezultata analize propusnosti, koja je među najvažnijim parametrima, može se zaključiti kako Windows 8.1, praćen Windows 7 ima najbolje performanse te ako se zanemare loše performanse *delaya* i vrlo niska uporaba CPU-a kod Windows 7 u konačnici može reći da daje ponajbolje mrežne karakteristike, dok se Windows 10 nije previše istakao kod nijednog mjerenog parametra te se ne može dokazati da je bolji od svojih prethodnika.

LITERATURA

[1] Desktop Operating System Market Share, https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=10&qpcustomd=0&qpcustomb, kolovoz 2017.

[2] A. S. Tanenbaum, Modern Operating Systems, 3rd Edition, Prentice Hall PTR, SAD, 2008.

[3] Windows 7 Help, Multicast Multiple Stream Transfer http://www.windows7help.us/resources/multicast-multiple-stream-transfer.html, kolovoz 2012.

[4] W. Stanek, Introduction to Windows 8.1 Administration, https://www.microsoftpressstore.com/articles/article.aspx?p=2201316&seqNum=6, studeni 2013.

[5] Windows Apps Team, Networking API Improvements in Windows 10, https://blogs.windows.com/buildingapps/2015/07/02/networking-api-improvements-in-windows-10/#8X0IvT8f9EmsmV55.97, srpanj 2015.

[6] G. Huston, Measuring IP Network Performance, The Internet Protocol Journal, Volume 6, Number 1 https://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-23/measuring-ip.html, ožujak 2003.

[7] NetStress Network Benchmarking Tool, http://nutsaboutnets.com/netstress/, rujan 2017.

[8] A. Botta, W. de Donato, A. Dainotti, S. Avallone,, A. Pescap´e, D-ITG 2.8.1 Manual, COMICS (COMputer for Interaction and CommunicationS) Group Department of Electrical Engineering and Information Technologies University of Napoli Federico II, listopad 2013.

[9] iPerf - The ultimate speed test tool for TCP, UDP and SCTP, https://iperf.fr/, rujan 2017.

[10] Microsoft Corporation, Performance Testing Guide for Windows, http://www.microsoft.com/whdc/system/sysperf/Win7perf.mspx, kolovoz 2009.

[11] G. Martinovic, J. Balen, B. Cukić, Performance Evaluation of Recent Windows Operating Systems, Journal of Universal Computer Science. Vol. 2, 2012, 218-263.

SAŽETAK

Umrežavanje i spajanje računala unutar tvrtki i organizacija je sve češće primijenjena praksa koja se pokazala veoma učinkovita i važna. Količina i veličina podataka koja se međusobno šalje postaje sve veća i zahtjevnija prema performansama računala. Ovaj se završni rad stoga bazirao na mjerenje i analiziranje performansi koje opisuju mrežne karakteristike triju različitih OS-a, Windows 7, 8.1 te 10. Svaki OS je instaliran na dva identična prijenosna računala te spojen mrežnim kabelom. Koristeći tri različita alata za simuliranje i mjerenje mrežnog prometa, dobiveni su rezultati uspoređeni i analizirani. Iz prikazanih rezultata zaključeno je koji sustav daje najbolje performanse u pojedinom i ukupnom području mjerenja. Kod svakog mjerenog parametra se u većini slučajeva nabolje pokazao neki drugi sustav te niti jedan ne dominira gledajući sve parametre. Windows 8.1 je u prosjeku imao rezultate bolje ili slične ostalima OS-ima sa nevelikim odstupanjima (osim za *delay*), dok je Windows 7 ukupno dao bolje rezultate od Windows 10, koji tako unatoč činjenici da je najnoviji, nema i najbolje mrežne performanse.

Ključne riječi: mrežne performanse, operacijski sustav Windows, testni alati

ABSTACT

Title: Comparison of the network performance of Windows operating systems

Networking and connecting computers inside companies and organizations is a more often praxis which has shown to be very effective and important. The amount and size of data that is being sent to each other is becoming increasingly bigger and more demanding for the computer performance. This final work was therefore based on performance measurements and analysis that describe the network characteristics of three different operating systems, Windows 7, 8.1 and 10. Each OS is installed on two identical laptops and connected with a network cable. Using three different tools for simulating and measuring network traffic, the results obtained were compared and analyzed. From the presented results, it is concluded which system gives the best performance in the individual and overall measurement area. For each measured parameter, in most cases a different system demonstrated better and none of them is dominating by all parameters. On average, Windows 8.1 had better or similar results than other OSs with varying deviations (except for delay), while Windows 7 overall gave better results than Windows 10, which, despite the fact that it is the latest, does not have the best network performance.

Keywords: network performance, Windows operating system, test tools

ŽIVOTOPIS

Tom Fridl rođen je 25. studenog. 1995. u Berlinu, Njemačka. Osnovnu školu je upisao i završio u OŠ Velika Pisanica. U Bjelovaru 2014. godine završava tehničku školu te u istoj godini upisuje preddiplomski stručni studij Elektrotehnike, smjer informatika na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku. Raspolaže dobrim znanjem engleskog jezika u govoru i pismu te njemačkog jezika u govoru. Kroz prakse obavljene tijekom srednjoškolskog i fakultetskog obrazovanja te znanjima stečenima tokom školovanja, izrazito je stekao zainteresiranost za mrežama i računalnim sklopovljem.

_____

Tom Fridl