Revija / Journal
Za medicinske i tehničke nauke / Of Medical and Technical Sciences; Volume 3. Issue 6.
ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Professional article

Performance Comparison of Different Versions of VMware Workstation Using a Type-2 Hypervisor

Upoređivanje performansi različitih verzija VMware Workstation korišćenjem hipervizora tip-2

DOI: 10.59366/2831-1086.2025.3.6.10

Dimitrije Majkić[1] , Halid Žigić[2], Aleksandra Kuk[3], Nenad Kraljević[1]

1. Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija, Beograd, Srbija,
2. Evropski univerzitet, Brčko distrikt, Bosna i Hercegovina,
3. Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

Corresponding autor
Email: dimitrijem@viser.edu.rs
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6253-6281

Abstract: This paper focuses on comparing the performance of different versions of the VMware Workstation Type-2 hypervisor, specifically versions 15.5.7, 16.1.1, and 17.0.0. The performance of these hypervisor versions was evaluated based on the results obtained through a testing procedure involving various file systems, as well as three standard analyses summarizing essential system information. The testing procedure for all hypervisors was conducted under identical conditions. The Filebench benchmarking tool was used, ensuring uniformity and independence from hardware or system-specific influences. Ubuntu 22.04.3, a Linux distribution, was selected as the guest operating system. One virtual machine was created on each VMware Workstation version, with Ubuntu 22.04.3 installed as the guest OS. Measurements were performed independently on each virtual machine using the Filebench tool.

Keywords: VMware Workstation; virtual machine; Ubuntu; Filebench; performance; hypervisor

Sažetak: Ovaj rad se fokusira na upoređivanju performansi različitih verzija VMware Worstation hipervizora tip-2, uzimajući u obzir verzije 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0. Performanse navedenih verzija ovog hipervizora su evaluirane na osnovu rezultata dobijenih primenom procedure testiranja performansi različitih fajl sistema sa jedne strane i tri standardne analize koje rezimiraju osnovne informacije, sa druge. Procedura testiranja za sve hipervizore je urađena pod istim uslovima. Korišćen je Filebench benčmark alat, koji garantuje jednakost i nezavisnost od uticaja hardvera ili sistemskih karakteristika. Kao gostujući operativni sistem, izabran je Ubuntu 22.04.3, Linux distribucije. Kreirana je po jedna virtuelna mašina na svakoj od verzija VMware Workstation, na kojoj je instaliran Ubuntu 22.04.3 kao gost operativni sistem. Merenja su vršena nezavisno, na svakoj od virtuelnih mašina, uz pomoć Filebench alata.

Ključne reči: VMware Worktation; virtuelna mašina; Ubuntu; Filebench, performanse, hipervizor

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Uvod / Introduction

Pod pojmom virtuelizacija u računarstvu podrazumeva se apstraktno predstavljanje pojedinih funkcionalnosti i resursa. Za korisnika nema razlike između stvarnog i virtuelnog okruženja, ali stvarne vrednosti i aktivnosti u virtuelnoj izvedbi razlikuju se od onih prikazanih korisniku. Načini na koje se ostvaruje virtuelizacija operativnih sistema mogu uključivati emulaciju celokupnog potrebnog hardvera, zatim nepotpune odnosno delimične virtualizacije i paravirtualizaciju. Virtuelizacija pruža velike prednosti, kao što je smanjenje troškova hardvera, potrošnje energije, dodatne opreme, bezbednosti, tolerancije grešaka i lakoća administracije. Na ovaj način se povećava dostupnost i jednostavnost upravljanja sistemom.

Takođe se može reći da je virtuelizacija ulazi u domen "zelene tehnologija" jer doprinosi očuvanju životne sredine. Virtuelizacija podrazumeva različite vrste virtuelizacije kao što su: virtuelizacija mreže, virtuelizacija desktopa, virtuelizacija podataka, virtuelizacija operativnog sistema (OS), virtuelizacija servera. Uz pomoć virtuelizacije, u mogućnosti smo da kreiramo nekoliko različitih simuliranih okruženja ili namenskih resursa iz jednog fizičkog hardverskog sistema. Softver, koji se naziva hipervizor, nam omogućava da to uradimo, odnosno povezuje se direktno na isti hardver i omogućava nam da podelimo jedan sistem na nekoliko odvojenih, različitih i bezbednih okruženja poznatih kao virtuelne mašine. Sam hipervizor može biti tip-1 ili tip-2. Hipervizor tip-1 se izvršava direktno na hardveru (nativni hipervizor), dok se hipervizor tip- 2 izvršava unutar OS (hostovani hipervizor).

U ovom radu virtuelizacija se vrši pomoću platforme VMware Workstation koji je jedan od predstavnika hipervizora tip-2.

Na računaru na kom se vrši testiranje je instaliran operativni sistem Windows 11 Pro, a zatim instalirana ova platforma koji omogućava korisniku da pokreće različite gostujuće OS u svom okruženju.

Slika 1. Puna virtuelizacija

VMware Workstation koristi punu virtuelizaciju (slika 1), koja podrazumeva simulaciju celokupnog hardvera, tako da se gostujući OS može instalirati i pokrenuti bez ikakvih promena. Ovaj tip virtuelizacije je najelegantniji i najjednostavniji za korišćenje, ali performanse mogu biti nešto lošije od željenih. Rešenje ovog problema je korišćenje specijalnih karakteristika procesora kao što su AMD-V i Intel VT.

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Povezan rad i cilj istraživanja / Related work and research objective

Danas se virtuelne platforme često ažuriraju kako bi se iskoristile prednosti najnovijeg hardvera i tehnologije. Rad će pokazati razliku i poboljšanja kroz različite verzije softvera kao što je u našem slučaju testirani VMware Workstation. Glavni fokus ovog rada je da pokaže razliku u performansama različitih verzija istog softvera za virtuelizaciju, tačnije hipervizora.

U naučnim krugovima iz ove oblasti postoji određen broj radova koji koriste različite benčmark pristupe za procenu performansi različitog virtuelnog okruženja.

Uobičajeni pristup je poređenje performansi različitih hipervizora kao što su: ESXi, Xen, ProxMox, KVM i MS Hyper-V. Radovi su zasnovani na kvalitetnim eksperimentalnim studijama slučaja, korišćenjem različitih benčmarka kao što su ATTO, AS SSD, HD Tune Pro, Filebench i drugi. Većina njih ne koristi matematičko modeliranje virtuelnog okruženja. Parametri njihovih benčmarka uključuju nasumične i sekvencijalne performanse, ali ovi benčmarci su skoro svi sintetički. U našem testiranju je korišćen Filebench benčmark, opcija otvorenog koda.

On se razlikuje od konkurencije po tome što je prilagodljiv, jak i neverovatno fleksibilan i omogućava detaljnu specifikaciju ponašanja bilo koje stvarne aplikacije koristeći svoj bogati WML (*Workload Model Language*). Glavni doprinos ovog rada je matematički model performansi sistema datoteka u virtuelnom okruženju. Ovaj model uključuje veliki broj ulaznih faktora, a model je otvoren za naredna poboljšanja. Sličan matematički model je moguće naći u većini naših referenci.

Od drugih radova se razlikujemo po našoj metodologiji, koja uključuje matematički model, pravi eksperiment kao posebnu studiju slučaja i upotrebu modela za interpretaciju rezultata. (1-5)

Kao što je pomenuto, za rad je izabran hipervizor VMware Worstation, dok su izabrane verzije 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0. Specifične verzije su izabrane zato što su to moderne verzije VMware Workstation koje funkcionišu kao tehnologija virtuelizacije hardvera.

Prednost ovog rada je validacija i poređenje istog softvera u nekoliko različitih verzija (tri verzije), koje koriste hardverski podržanu tehnologiju virtuelizacije. Sve tri verzije hipervizora su testirane pod identičnim uslovima. Kao gostujući operativni sistem izabran je Ubuntu 22.04.3 Linux distribucije, dok je za potrebe testiranja korišćen alat Filebench, benčmark program sa četiri različita radna opterećenja (fileserver, webserver, varmail i randomfileaccess). Sam test je praćen matematičkim modelom za validaciju dobijenih rezultata. Što se sistema datoteka tiče, za Ubuntu 22.04.3 su korišćeni: ext4, btrfs i xfs fajl sistemi. (6-8)

VMware Workstation

Kompanija VMware® je osnovana 1998. godine u Kaliforniji, SAD, od strane inženjera: Diane Greene, Mendel Rosenblum, Scott Devine, Edward Wang i Edouard Bugnion. Njihov cilj bio je razvijanje softverskih rešenja koja omogućavaju serversku virtualizaciju.

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Kompanija je lansirala VMware Workstation 1.0, prvi proizvod koji je omogućavao virtualizaciju računara arhitekture x86. To je bio prekretnički trenutak jer je omogućavao korisnicima da pokreću više operativnih sistema na jednom fizičkom računaru. 2001 godine lansiran je VMware ESX Server, koji se smatra prvim hipervizorom za serversko okruženje. Ovo je značajno unapredilo mogućnosti virtualizacije na serverskom nivou. VMware je postao lider u oblasti virtualizacije i širio je svoj portfolio proizvoda. Dodao je rešenja za upravljanje radnim opterećenjima u oblaku, virtualnu mrežnu infrastrukturu i sigurnosne proizvode.

Fokus kompanije proširuje se na cloud tehnologije. VMware pruža rešenja za hibridne cloud infrastrukture, omogućavajući korisnicima da integrišu privatne i javne cloud resurse. 2016. godine Dell Tecnologies je kupio EMC, uključujući i VMware, čime je VMware postao ključna komponenta Dell Tecnologies porodice.

VMware se tokom 2019. godine dalje razvijao u oblasti kontejnera i mikro servisa lansiranjem VMware Tanzu, fokusirajući se na podršku Kubernetes ekosistemu.

VMware Cloud Foundation tokom 2020. godine postaje ključno rešenje za izgradnju i upravljanje cloud infrastrukturom, koje ima mogućnost integracije sa vodećim cloud provajderima.

VMware Workstation je besplatna verzija produkta VMware Workstation Player koja omogućava korisnicima da virtualizuju operativne sisteme na svojim računarima. VMware Worstation je kao takav dostupan za preuzimanje i korišćenje.

VMware Worstation omogućava korisnicima da pokreću više operativnih sistema na jednom fizičkom računaru. To je korisno za testiranje aplikacija, razvoj softvera ili jednostavno istraživanje različitih operativnih sistema.

Vmware Workstation podržava različite vrste operativnih sistema, uključujući Windows, Linux, macOS i druge. Interfejs ove platforme je intuitivan i jednostavan za korišćenje. Omogućava korisnicima da kreiraju, pokreću i zaustavljaju virtualne mašine sa relativnom lakoćom. Takođe podržava kreiranje snimaka (snapshot-ova) virtualnih mašina. Ova funkcionalnost omogućava korisnicima da sačuvaju trenutno stanje virtualne mašine i da se lako vrate na to stanje kasnije. VMware Worstation dolazi sa VMware Tools, skupom drajvera i alata koji poboljšavaju integraciju između host sistema i virtualnog sistema.

Ovo uključuje bolje upravljanje ekranom, zvukom, i drugim sistemskim resursima. Iako pruža mnoge mogućnosti virtualizacije, VMware Workstation ima neka ograničenja u poređenju sa verzijom koja se naplaćuje. (9)

Hipoteze o očekivanom ponašanju / Hypotheses about expected behavior

Pošto koristimo hipervizor tip-2, koji radi na instaliranom operativnom sistemu, možemo primetiti da svako radno opterećenje proizvodi tipične nasumične i sekvencijalne komponente vremena čitanja, kao i nasumične i sekvencijalne komponente vremena upisa podataka, što se može videti u jednačini (1):

$$T_{WL} = T_{RR} + T_{SR} + T_{RW} + T_{SW} \quad (1)$$

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Svako radno opterećenje uključuje različite operacije kao što su: directory, journaling, metadata, free block, free list, metadata i housekeeping operacije, što je moguće videti u jednačini (2):

$$T_{WORKLOAD} = T_D + T_J + T_M + T_{FB} + T_{FL} + T_{HK} \quad (2)$$

U virtuelnom okruženju, možemo reći da postoji najmanje pet komponenti koje utiču na vreme opterećenja (T_W), što se i vidi u jednačini (3):

$$T_W = f\,(Bn, gtFS, VirHw\text{-}pr, Hyp\text{-}pr, htFS) \quad (3)$$

- Prva komponenta, benčmark (Bn) i druga komponenta gtFS (gostujući fajl sistem) su iste za svaku testiranu verziju VMware Workstation. Testiranje se vršilo sa tri različita Linux fajl sistema odvojeno i nezavisno. Studija slučaja ispituje efekte nekoliko faktora, uključujući gostujući operativni sistem i referentne vrednosti na Tw. Pošto koristimo isti benčmark, prilikom testiranja svakog od fajl sistema virtuelne mašine i sistema datoteka (ext4, btrfs i xfs) kao gost, očekujemo da će efekti na Tw biti isti za svaku testiranu verziju VMware Worstation platforme. Na osnovu toga vidimo da će glavne razlike u verzijama VMware Workstation biti zabeležene zbog 3. i 4. komponente formule. (3)
- Treća komponenta formule (3) je obrada virtuelnog hardvera (VirHw-pr). Svaka testirana verzija VMware Workstation hipervizora se oslanja na sopstvenu punu virtuelizaciju hardvera, što znači da će performanse svake verzije biti različite.
- Četvrta komponenta je obrada hipervizora (Hyp-pr) i predstavlja količinu vremena koja je potrebna hipervizoru da primi zahteve od virtuelnog hardvera i zatim ih prosledi drajverima hosta. FS zahtevi od gosta (gtFS) se prosleđuju hostu FS (htFS). Sve testirane verzije VMware Workstation hipervizora generišu različita vremena obrade hipervizora.
- Brzina obrade sistema datoteka host OS-a predstavljena je petom komponentom, htFS (host fajl sistem). Očekuje se da će htFS komponenta imati slično vreme obrade za sve verzije hipervizora jer je ista verzija MS NTFS sistema datoteka korišćena za sve testirane verzije VMware Workstation. S obzirom da je testiranje koncentrisano na performanse nativno virtuelizovanih gostiju, očekuje se značajan uticaj treće i četvrte komponente formule (3). Treća komponenta, (VirHw-pr), formule (3) posebno naglašava kako efikasnost FS keš memorije na strani domaćina i gosta varira u svim procenjenim verzijama VMware Workstation hipervizora.

Konfiguracija testnog okruženja / Test environment configuration

Da bi testiranje bilo adekvatno i konkretno, potrebno je koristiti isti hardver, isti operativni sistem, imati istu metodologiju merenja, kao i identičan benčmark programe. Samo testiranje je obavljeno na kućnom računaru, čije se karakteristike mogu videti u tabeli I., dok se karakteristike korišćenog fizičkog diska za testiranje može videti u tabeli II. Za izabrani operativni sistem gosta, korišćen je Ubuntu 22.04.3, operativni sistem iz porodice Linux distribucija.

Tabela 1. Hardverske komponente tesnog okruženja

Komponente	Karakteristike
Procesor	Intel Core i7-12650H, 2300 Mhz
Memorija	16GB RAM | DDR5 4800MHz
Hard disk	512 GB NVMe PCIe® SSD
Operativni sistem	Windows 11 Pro, 64-bit

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Tabela 2. Karakteristike testnog hard diska

SSD	A-Tech
Tip	SSD
Format	M.2
Serijski broj	FYACN05661400CQ3N
Kapacitet	512 GB
Interfejs	NVM Express
Total Host Reads	7944 GB
Total Host Writes	6747 GB
Sekvencijalno čitanje	2917.60 MB/s
Sekvencijalno pisanje	2608.74 MB/s

Testovi i rezultati / Tests and results

Performanse sve tri verzije hipervizora su analizirane korišćenjem Filebench alata na osnovu sledećih radnih opterećenja: fileserver.f, webserver.f, varmail.f i randomfileaccess.f .(10) Procedura je ponavljana u slučaju korišćenja sva tri fajl sistema: ext4, btrfs i xfs. Procedura testiranja je ponovljena po tri puta za svako od četiri navedena radna opterećenja, u okviru svakog od tri navedena fajl sistema. Svaki test je trajao po 2 minuta, odnosno 120 sekundi. Tabela III prikazuje karakteristike odnosno parametre virtuelne mašine.

Tabela 3. Parametri virtuelne mašine

Komponente	Karakteristike
Virtuelni procesor	1
Virtuelna memorija	4GB
Virtuelni disk	20GB
Gostujući operativni sistem	Ubuntu 22.04.3

U tabeli IV možemo videti parametre osnovnog koda, odnosno parametre koji se nalaze unutar f fajlova, koji testiraju web, mail i file servere, kao i randomfileaccess.

Tabela 4. Parametri *f fajlova

	Varmail	Web server	File server	Random file access
nthtreads	16	100	50	5
nfiles	1000	1000	10000	10000
meandir width	1000000	20	20	20
meanfile size	16k	16k	128k	random

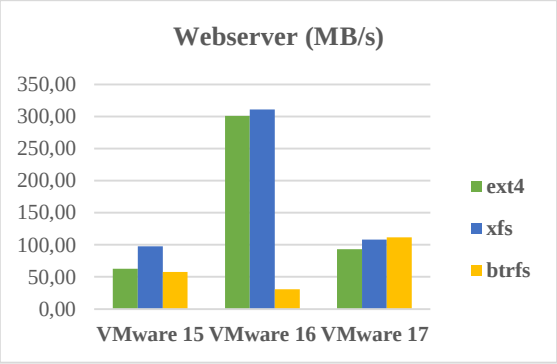
Procedura testiranja je obavljena tako što je prvo instalirana virtuelna platforma VMware Workstation 15.5.7, a zatim je kreirana virtuelna mašina sa Ubuntu 22.04.3 OS u okviru ove platforme. Proces testiranja bio je identičan za sve virtuelne mašine i verzije programa.

Svako testiranje je ponovljeno tri puta i svaki pojedinačni test je trajao 120 sekundi. Važno je napomenuti da je nakon završetka testiranja verzija 15.5.7 potpuno obrisana, a zatim je instalirana sledeća verzija 16.1.1 i izvršen je proces testiranja. Isti postupak je ponovljen i za poslednju verziju 17.0.0. ove platforme. Ovaj rad predstavlja rezultate za testirane ext4, btrfs i xfs sisteme datoteka gostujućeg operativnog sistema i njegovog kernela. Dobijeni rezultati se mogu videti u tabelama: V, VI, VII i VIII i na slikama: 2, 3, 4 i 5.

Tabela 5. Webserver test rezultati

Webserver (MB/s)	VMware 15	VMwar e 16	VMwar e 17
ext4	62.77	300.81	93.34
xfs	97.73	310.92	108.27
btrfs	57.53	30.73	111.80

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10



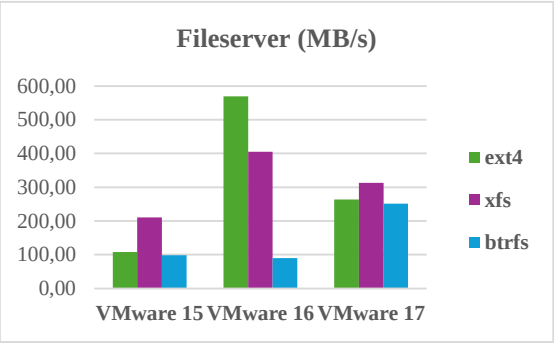
Slika 2. Webserver grafikon

Karakteristike radnog opterećenja Webserver su da poseduje dominantnu komponentu nasumičnog čitanja i malu komponentu nasumičnog upisivanja. Ovo radno opterećenje sadrži umeren broj I/O operacija i mali tok podataka.

Zbog ovih karakteristika radnog opterećenja, gde postoje komponente za nasumično čitanje, uticaj keš sistema datoteka na operativni sistem za goste (Ubuntu) i na operativni sistem domaćina (Windows) je ograničen, osim na ponovljena čitanja.

Tabela 6. Fileserver test rezultati

Fileserver (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	108.37	568.83	263.65
xfs	210.07	405.33	312.81
btrfs	98.67	90.13	251.67

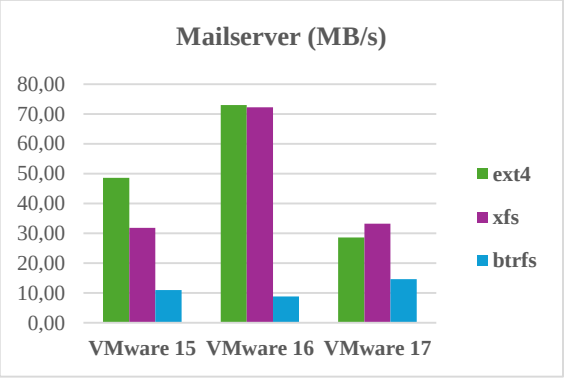


Slika 3. Fileserver Grafikon

Nasumično čitanje i upisanje, sekvencijalno čitanje i upisivanje podataka su karakteristike radnog opterećenja Fileserver i sve ove komponente su prisutne. Ovo radno opterećenje sadrži veliki broj I/O operacija i veliki tok podataka. Zbog ovih karakteristika radnog opterećenja, koje uključuju ponovljena čitanja i različite tipove asinhronog upisivanja, postoji značajan uticaj keša sistema datoteka na obe strane, kako gostujućeg operativnog sistema (Ubuntu), tako i operativnog sistema domaćina (Windows).

Tabela 7. Mailserver test rezultati

Mailserver (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	48.57	72.96	28.66
xfs	31.87	72.17	33.21
btrfs	10.97	8.83	14.63



Slika 4. Mailserver grafikon

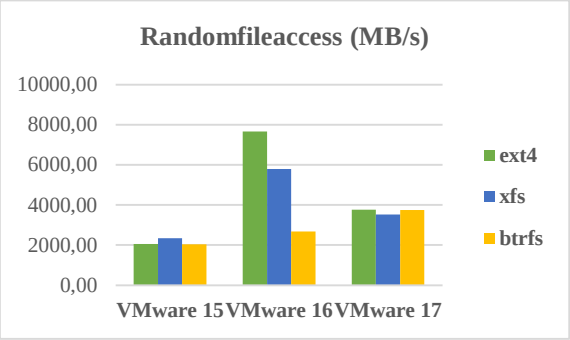
Karakteristikama ovog radnog opterećenja dominiraju komponente nasumičnog čitanja i sinhronog nasumičnog upisivanja. Ovo radno opterećenje ima umeren broj I/O operacija i umeren tok podataka.

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Zbog takvih karakteristika ovog radnog opterećenja, koje poseduje komponente za nasumično čitanje i sinhrono nasumično upisivanje, uticaj keša sistema datoteka na obe strane kako na gostujući operativni sistem (Ubuntu), tako i operativni sistem domaćina (Windows), je veoma mali.

Tabela 8. Randomfileaccess test rezultati

RFA (MB/s)	VMware 15	VMware 16	VMware 17
ext4	2060.97	7664.41	3764.53
xfs	2342.83	5795.87	3520.33
btrfs	2043.27	2678.31	3746.35



Slika 5. Randomfileaccess grafikon

Za Randomfileaccess radno opterećenje, komponente nasumičnog čitanja i asinhronog nasumičnog upisivanja su dominantne. Ovo radno opterećenje sadrži umeren broj I/O operacija i umeren tok podataka. Zbog ovih karakteristika ovog radnog opterećenja, gde postoji asinhrono nasumično upisivanje, uticaj keša sistema datoteka na obe strane, kako na gostujući operativni sistem (Ubuntu) tako i na operativni sistem domaćina (Windows), je značajan.

Zaključak / Conclusion

Cilj ovog rada bio je da se uporede performanse različitih sistema datoteka (ext4, btrfs, xfs) na različitim verzijama istog hipervizora, VMware Worstation, uz korišćenje radnih opterećenja (fileserver, webserver, mailserver i randomfileaccess). Odabrane verzije hipervizora su bile 15.5.7, 16.1.1 i 17.0.0.

Definitivne razlike u verzijama VMware Workstation potiču od sledećih komponenti: virtuelna hardverska obrada, obrada hipervizora i prednosti koje određena verzija može da koristi od FS keša na strani gosta i hosta, a preko komponente virtuelna hardverska obrada. Za našu studiju slučaja, verzija 16.1.1 je ubedljivo najbolja, kada su u pitanju ext4 i xfs sistemi datoteka, i to u slučaju svih korišćenih opterećenja. Ova verzija hipervizora se pokazala lošije u slučaju bftrs sistema datoteka, i tu je bila najlošija tokom korišćenja fileserver, webserver, varmail opterećenja, dok u slučaju korišćenja randomfileaccess opterećenja zauzima drugo mesto. Što se tiče verzije 17.0.0, zauzela je drugo mesto u slučaju korišćenja svih sistema datoteka i radnih opterećenja - fileserver, webserver i randomfileaccess. Najlošije se pokazala u slučaju korišćenja mailserver radnog opterećenja. Verzija 15.5.7 se pokazala najlošije, u poređenju sa dve novije verzije, odnosno slučaju svih radnih opterećenja i sistema datoteka, osim u slučaju mailserver opterećenja.

Tokom testiranja nad btrfs fajl sistemom je posebno loša za radna opterećenja kada je uticaj FS keša slab.

Rad bio trebao da doprinose poboljšanju virtuelizacije pružanjem uporedne analize različitih verzija VMware Workstation hipervizora koristeći Filebench benčmark, alat sa različitim radnim opterećenjima koja simuliraju aplikacije iz stvarnog sveta. U radu je takođe prikazan značaj izbora odgovarajuće verzije i konfiguracije hipervizora za optimalne performanse virtuelnih mašina.

ISSN 2831-1094 (Online), https://orcid.org/0009-0003-6253-6281
https://doi.org/10.59366/2831-1094.2025.3.6.10

Svaka nova verzija hipervizora donosi promene u virtuelnoj hardverskoj obradi, tj. virtuelnim drajverima, obradi hipervizora, interakciji između drajvera virtuelnog diska i keša na strani gosta i domaćina. Nova verzija hipervizora često povećava bezbednost, što može imati negativan uticaj na performanse.

Ono što sigurno očekujemo je da svaka novija verzija ima drugačije performanse u odnosu na prethodne i ništa ne garantuje da je brža i bolja od prethodnih.

Literatura / References

1. B. Djordjevic, N. Macek, V. Timcenko, "Performance issues in cloud computing: KVM hypervisor's cache modes evaluation," vol.12, no.4, pp. 147-165, 2015. doi:10.12700/APH.12.4.2015.4.9
2. S. Pawar, S. Singh, "Performance comparison of VMware and Xen hypervisor on guest OS," IJICSE, vol.2, num. 3, pp. 56-60, 2015. ISSN: 2393-8528.
3. A. Bhatia, G. Bhattal, "A comparative study of various hypervisors performance," Int. J. of Scientific and Engineering Research, Vol. 7, no. 12, pp. 65-71, 2016.
4. V. P. Singh, "Analysis of system performance using VMware ESXi server virtual machines," PhD Thesis, 2012. Online: http://hdl.handle.net/ 10266/1809
5. H. Kazan, L. Perneel, M. Timmermann, "Benchmarking the performance of Microsoft Hyper-V server, VMware ESXi and Xen hypervisors," J. of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, vol. 4, no. 12, pp. 922-933, 2013. ISSN 2079-8407
6. D. Vujičič, D. Marković, B. Đorđević, S. Ranđić (2016), „BENCHMARKING PERFORMANCE OF EXT4, XFS, AND BTRFS AS GUEST FILE SYSTEMS UNDER LINUX ENVIRONMENT", IcETRAN 2016, Zlatibor, Serbia, June 13 – 16, 2016, RTI1.3
7. B. Borislav, N. Kraljević, B. Džuverović, Optimal guest file system for type-2 hypervisor-based virtualization in Virtual box, 30th Telfor 2022, Nov 15-16. 2022, Belgrade, Serbia, pp 445-448, ISBN: 978-1-6654-7272-2, 978-1-6654-7273-9/22/$31.00 ©2022 IEEE, doi: 10.1109/ TELFOR 56187.2022.9983783
8. B. Đorđević; N. Kraljević; N. Davidović, Guest file system behavior for type-2 hypervisor-based virtualization in VMware Workstation, 22d INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 15-17 March 2023, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, doi: 10.1109/INFOTEH57020.2023.10094170
9. VMware [online], https://www.vmware.com/
10. Filebench [online]. https://github.com/filebench/filebench/