

ENERGETSKA EFIKASNOST U PRIMENI VIRTUALNOG DATACENTRA I UPOTREBA EKOLOŠKIH RAČUNARA U EDUKATIVNIM USTANOVAMA

ENERGY EFFICIENCY IN THE APPLICATION OF VIRTUAL DATACENTER AND USE OF GREEN COMPUTERS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Dušan Stamenković, Marko Šarac, Saša Adamović, Dalibor Radovanović

Univerzitet Singidunum, Danijelova 32, Beograd

dstamenkovic@singidunum.ac.rs, msarac@singidunum.ac.rs,
sadamovic@singidunum.ac.rs, dradovanovic@singidunum.ac.rs

Sažetak

Sa povećanjem broja aplikativnih servera, velikih skladišta podataka i drugih uređaja, u modernim datacentrima sve češće se postavlja pitanje energetske efikasnosti. Porast broja čipova i upotreba sve većeg broja servera, za posledicu su imale da IT oprema troši veće količine električne energije nego ikad. Nova oprema zahteva nova ulaganja u sisteme za rashlađivanje i omogućavanje bez prekidanog snabdevanja električnom energijom. Kroz rad su analizirane i upoređene potrošnje električne energije klasičnog datacentra pri korišćenju većeg broja fizičkih servera, nasuprot istom broju virtuelnih servera. Prikazane su vrednosti dobijene poređenjem kumulativne potrošnje i opterećenja naponske jedinice pri normalnom režimu rada i pri punim opterećenjem klijentskih zahteva. Autori su kroz rad takođe predstavili koncept zelenih učionica male potrošnje.

Ključne reči: energetska efikasnost, potrošnja električne energije, troškovi datacentra

Abstract

With the increasing number of application servers, a large data warehouses and other devices, in modern datacenters increasingly raises the issue of energy efficiency. The growth in the number of chips and the emergence of blade servers, as a consequence have had that IT equipment consumes larger amounts of electricity than ever. New equipment requires large investments in systems for cooling and providing a safe supply of electricity. Through this work authors analyzed the energy consumption when using a larger number of physical servers against the same number of virtual servers. Obtained values shows comparison of cumulative power consumption and load unit in idle work mode and the full load of client requests. Through the work authors presents the concept of low consumption of green classrooms.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, datacenter costs

1. UVOD

Datacentri širom svetakoji podrazumevajuservere i tehničku infrastruktura na serverskim sistemima značajno doprinose porastu potrošnje električne energije i operativnih troškova IT opreme. Efikasnost upotrebe serverskog hardvera i softvera ogleda se u primeni i ulozi koju

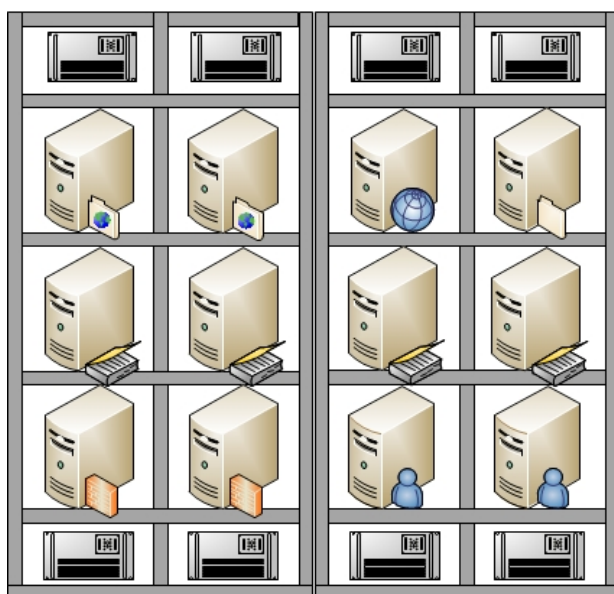
serveri obavljaju. Uzavisnosti od primene i opterećenosti servera, mogu se postići uštede od 20-70% u potrošnji električne energije [1.]. Upotrebom virtualizacionih tehnologija i „Cloud computinga“, odnosno konsolidacijom servera, stiče se mogućnost gašenja većeg broja fizičkih servera uz istu efikasnost pri radu klijenata. Time se smanjuje potrošnja električne energije što za direktnu posledicu ima umanjivanje operativnih troškova i emisiju štetnih gasova. U ovom radu prezentovan je koncept virtualnih servera naspram fizičkih servera. Eksperimentalnim merenjima došlo se do rezultata potrošnje i uštede električne energije bazirane na unapređenju IT servisa u edukativnim ustanovama.

2. UNIVERZITETSKI DATACENTAR

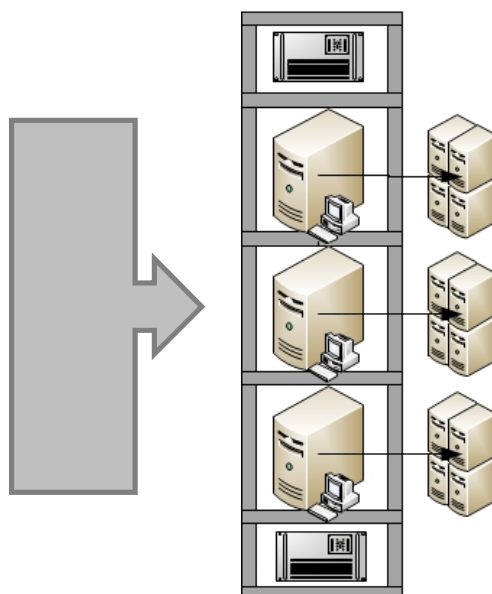
Velike institucije, kao što su univerziteti, posebnu pažnju obraćaju na datacentre i IT stručnjake koji ih vode. Datacentri su često male veličine, ali to ne umanjuje problem rashlađivanja i obezbeđivanje sigurnog izvora električne energije. Za neometano odvijanje aktivnosti na univerzitetu često je potrebno 10 do 20 servera različite namene i konfiguracije.

2.1. Fizički datacentar

Na Slici 1. prikazan je jedan funkcionalan univerzitetski datacentar koji poseduje 12 servera, dok je na Slici 2. prikazan konsolidovan i virtualizovan datacentar. Osnovne uloge koje obavljaju serveri su domen, backup domena, dns, firewall, ftp, server baze podataka, aplikativni server, sistem za elektronsko testiranje studenata, sistem za studiranje na daljinu, web server, kao i univerzitetski informacioni sistem.



Slika 1. Prikaz univerzitetskog datacentra



Slika 2. Konsolidovan datacentar

Za ispunjavanje svih klijentskih zahteva, za jedan ovakav datacentar potrebna su velika ulaganja u nabavku hardvera, softvera i prateće infrastrukture, a takođe veliko opterećenje po budžet predstavljaju i operativni troškovi hlađenja, održavanja i administracije.

2.2. Virtualni datacentar

Kao što je već napomenuto, energetska efikasnost je veliki izazov za današnje datacentre. Rešenje ovog izazova je predstavljeno u obliku virtualne mašine koja je zasnovana na energetski efikasnoj arhitekturi. Virtualizaciona tehnologija može konsolidovati serverske resurse, smanjiti kompleksnost održavanja i ubrzati dinamiku prilagođavanje novim zahtevima.[2.] Kao što je

prikazano na Slici 2. virtualni datacenter može smanjiti broj fizičkih servera sa postojećih 12 na svega 3.

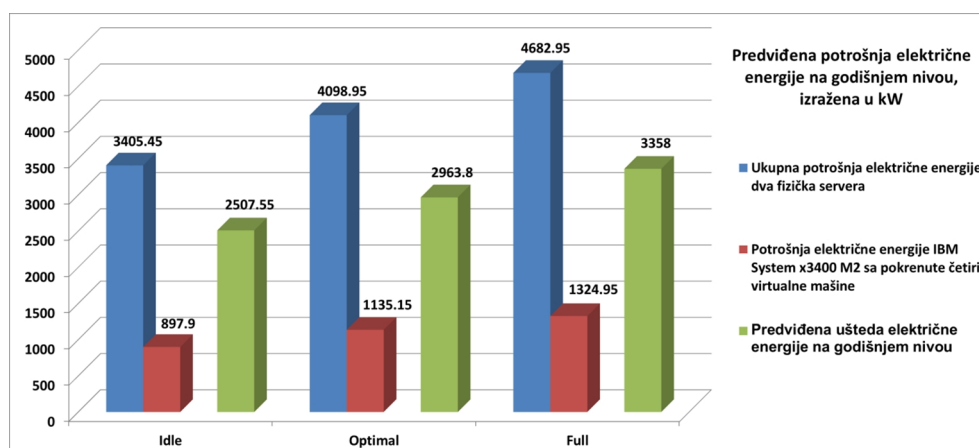
3.EKSPERIMENTALNA MERENJA I ANALIZA REZULTATA

U ovom delu će biti prikazani rezultati merenja, analizirana potrošnja i troškovi električne energije, kao i emisija štetnih gasova koja direktno utiče na troškove hlađenja serverske prostorije. Analizu performansi virtualnih i fizičkih računara autori su već obradili kroz prethodne radove, tako da će fokus ove analize biti potrošnja električne energije i proizvodnja štetnih gasova[3.]. Resursi koji su korišćeni prilikom eksperimentalnog merenja:

- Dva fizička (nebrendirana) servera sledeće konfiguracije:
 - Konfiguracija 1 - Intel® S5000VSA Server Board [4.], 2x Intel® Xeon® [5.] 5063 2C/4T 3.2GHz 4MB, 8x 1GB FBDIMM DDR2 667MHz, 320GB HDD SATAII,
 - Konfiguracija 2 - Intel® S5000VSA Server Board, 2x Intel® Xeon® 5110 2C/2T 1.6GHz 4MB, 4x 1GB FBDIMM DDR2 667MHz, 320GB HDD SATAII,
- Jedan fizički (brendirani) server sledeće konfiguracije:
 - IBM® System x3400 M2 [6.], Intel® Xeon® E5620 4C/8T 2.4GHz 12MB, 3x 4GB ECC DIMM DDR3 1333MHz, 3x 500GB SAS HDD SATAIII,
- Uređaj za merenje potrošnje APC® Back-UPS Pro 900 [7.],
- Operativni sistemi Linux Slackware 13 [8.], Microsoft® Windows® 7 Professional x64 SP1 [9.], Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1 [10.] i softver za benchmark FinalWire AIDA64 Engineer Edition [11.].

3.1. Merenje potrošnje električne energije

Na sledećem dijagramu - Slika 3. predstavljena su merenja potrošnje električne energije koja su vršena u tri režima rada: server nema nikakvih klijentskih zahteva (idle), opterećenost 40-70% (optimal) i kada je server u potpunosti opterećen (full benchmark procesora, RAM memorije i hard diska pomoću softvera AIDA64).



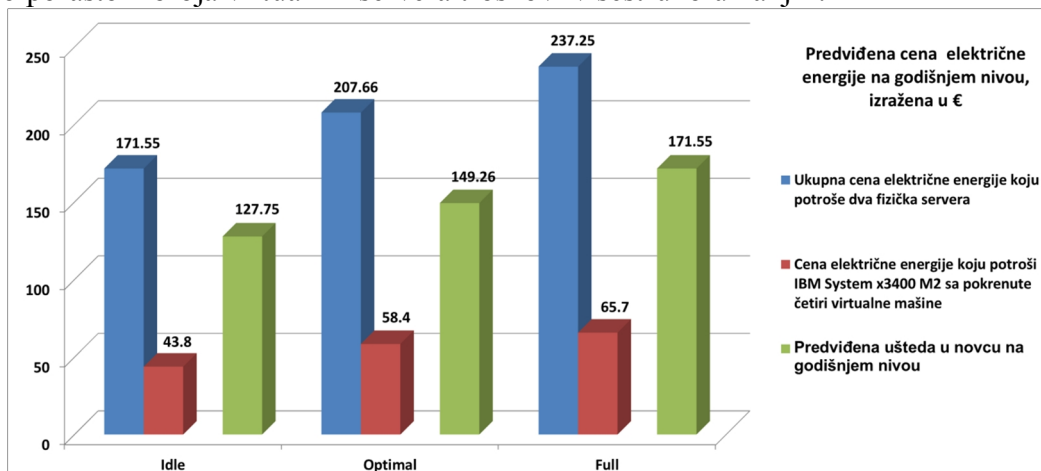
Slika 3. Merenja potrošnje električne energije u tri režima rada servera

- Plavom bojom su prikazana merenja potrošnje dva fizička servera koja su obavljale uloge sistema za elektronsko testiranje studenata (Konfiguracija 1) na operativnom sistemu Linux Slackware 13i servera baze podataka (Konfiguracija 2) na operativnom sistemu Microsoft® Windows® 7 Professional x64 SP1.
- Crvenom bojom je predstavljena potrošnja IBM® System x3400 M2 sa operativnim sistemom Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1 sa pokrenute četiri virtualne mašine:

- Sistem za elektronsko testiranje studenata (4vT,4GB vRAM,10GB vHDD) na operativnom sistemu Linux Slackware 13,
- Server baze podataka (1vT,2GB vRAM,80GB vHDD) na Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1,
- Primarni Domain Controller (2vT,2GB vRAM,50GB vHDD) na Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1,
- Firewall server za VPN tunnel (1vT,1GB vRAM,30GB vHDD) na Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1.
- Zelenom bojom je prikazana ušteda u potrošnji električne energije na godišnjem nivou.

Kao što se može videti na dijagramu, konsolidacijom servera i upotrebom virtualizacionih tehnologija, u ovom slučaju Microsoft® Hyper-V™ [12.] moguće je smanjiti potrošnju električne energije gotovo tri puta. Takođe, kao što se može primetiti, u ovom slučaju jedan brendirani server je zamenio čak četiri fizička servera pa se potrošnja struje može još dodatno umanjiti. Ako uzmemo u obzir da i sam host server može obavljati neku ulogu onda možemo zaključiti da je mogao da zameni i pet fizičkih servera.

Za opremanje datacentra brendiranim serverima koji su skalabilni sa aspekta dodavanja dva ili četiri fizička procesora kao i povećanja radne memorije do 2TB ili skladišta podataka do 8 diskova (veličine 500GB, 1,2 ili 4TB) u startu je potrebno uložiti više finansijskih resursa. Ušteda električne energije upotrebom ovakvih servera i softvera za virtualizaciju je evidentna, tako da je na duži vremenski period njihova kupovina daleko isplativija. Na sledećem dijagramu - Slika 4. sa smanjenjem potrošnje električne energije, predstavljena je predviđena ušteda u finansijskim resursima na godišnjem nivou. Na osnovu analize dobijenih rezultata troškovi bi se redukovali dva i po puta na primeru dva fizička servera, dok bi se sa gašenjem više fizičkih, odnosno porastom broja virtualnih servera troškovi višestruko umanjili.

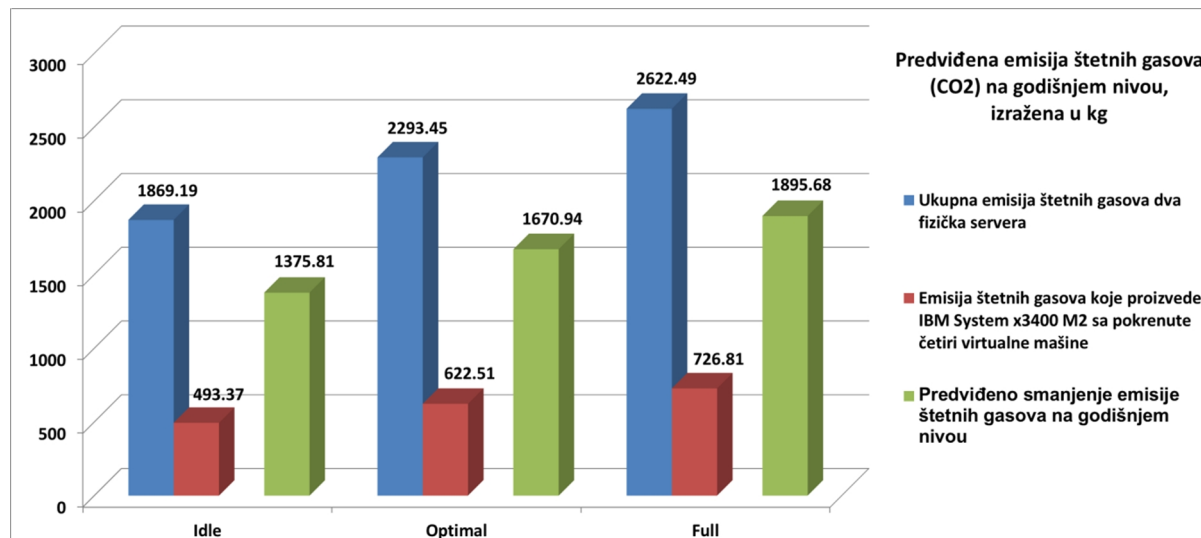


Slika 4. Predviđena ušteda u finansijskim resursima na godišnjem nivou

3.2. Emisija štetnih gasova

Industrijalizacija i sa njom povezane delatnosti trenutno su najveći uzročnici brojnih klimatskih promena i globalnog zagrevanja. Veliki datacentri emituju ogromne količine štetnih gasova (CO₂). Autori ovog rada su već predstavili kako se konceptom konsolidacije servera i primenom virtualizacionih tehnologija može uštedeti električna energija. Ovo je u direktnoj vezi sa smanjenjem emisije štetnih gasova. Komponente servera nove generacije su sačinjene od ekoloških materijala koji redukuju izlučivanje štetnih supstanci. „Green“ serveri u značajnoj meri, gotovo dva i po puta, smanjuju emisiju gasova i potrebu za rashlađivanjem serverskih

prostorija što takođe doprinosi smanjenju potrošnje električne energije. Analiza emisije štetnih gasova prikazana je na slici 5.



Slika 5. Predviđena emisija štetnih gasova na godišnjem nivou

Za prikupljanje 1kg CO₂ iz atmosfere potrebno je 7,4 stabala drveća, odnosno 1kg emitovan od strane servera ekvivalentan je sa 3,72km pređenog puta motornim vozilom.

4. ZAKLJUČAK

Svetska ekonomska kriza i kriza u proizvodnji električne energije inspirisala je autore na istraživanje predstavljeno u radu. Širenje znanja iz oblasti energetske efikasnosti, mogućnosti unapređenja IT servisa i uštede finansijskih resura samo su neki od razloga za nastavak daljih istraživanja. Konsolidacijom i virtualizacijom univerzitetskog datacentra stiču se preduslovi za eksperimentalna testiranja koncepta „Green“ i virtualnih elektronskih učionica koje će autori istraživatikroz naredne radove. Potpuno funkcionalna univerzitetska elektronska učionica od 50 računara (1C/2T,3GB RAM,250GB HDD,19“) u optimalnom režimu rada, na osnovu dosadašnjih testiranja ostvaruje potrošnju od 52,195kW/h na godišnjem nivou. Elektronska učionica opremljena brendiranim „Green“ računarima i monitorima (2C/4T,4GB RAM,500GB HDD,19“) može na godišnjem nivou smanjiti potrošnju za 24,360 kW/h. Dalja istraživanja treba da daju odgovore na sledeća pitanja: da li je funkcionalnije i isplativije preći na koncept HTPC ili Thin Client uređaja koji imaju veoma malu potrošnju električne energije ali zahtevaju mnogo veća ulaganja u datacentre.Datacentri u tom slučaju treba da na rast broja klijenata odgovore brzom i efikasnom skalabilnošću, održavanjem i administracijom.Kako je jedno od gorućih pitanja svetskih geo-inženjera „Kako rashladiti planetu?“, autori ovoga rada su pokušali da odgovore na njihovo pitanje energetsom efikasnošću datacentra konceptom virtualizacije i „Cloud computinga“.

LITERATURA

- [1.] Efficient-Servers, „Saving Energy and reducing costs with efficient servers - green IT strategy in practice“, (pristup 21.02.2012.), [dostupno na: <http://www.efficient-server.eu/>]
- [2.] Ye, K., Huang, D., Jiang, X., Chen, H., Wu, S., (2010): „Virtual Machine Based Energy-Efficient Data Center Architecture for CloudComputing: A Performance Perspective“, in: „2010 IEEE/ACM International Conference on Green Computing and Communications & 2010 IEEE/ACM International Conference on Cyber, Physical and Social Computing“, Hangzhou, China, December 18th-20th, 2010, 171-178.
- [3.] Veinović, M., Šarac, M., Radovanović, D., (2010): „Analza procesa virtuelizacije“, na: „VI Naučni skup sa međunarodnim učešćem Sinergija 2010“, *Informacioni sistemi, bezbjednost i zaštita*, Bijeljina, Republika Srpska: Univerzitet Sinergija, Mart 19., 2010, 131-137. [tekst dostupan na: http://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=sr&user=FYwOQpYAAAAJ&citation_for_view=FYwOQpYAAAAJ:Y0pCki6q_DkC]
- [4.] Intel® S5000VSA Server Board: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://www.intel.com/support/motherboards/server/s5000vsa/sb/CS-022690.htm>]
- [5.] Intel® Xeon® procesori: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na http://www.intel.com/p/en_US/embedded/hws/hardware/xeon-previous]
- [6.] IBM® System x3400 M2: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na http://www-03.ibm.com/systems/cn/resources/systems_cn_x_hardware_tower_x3400m2_xs003067usen.pdf]
- [7.] APC® Back-UPS Pro 900: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na http://www.apc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=BR900G-FR]
- [8.] Linux Slackware 13: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://www.slackware.com/info/>]
- [9.] Microsoft® Windows® 7 Professional x64 SP1: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://windows.microsoft.com/en-US/windows7/products/what-is>]
- [10.] Microsoft® Windows® Server 2008 R2 Enterprise SP1: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/windows-server/default.aspx>]
- [11.] FinalWire AIDA64 Engineer Edition: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://www.aida64.com/news/finalwire-updates-aida64-v220>]
- [12.] Microsoft® Hyper-V™: Tehnička dokumentacija, (pristup 22.02.2011.), [dostupno na <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/windows-server/hyper-v.aspx>]