



Република Србија

Министарство за науку и технолошки развој
Годишњи извештај о раду на пројекту у 2015 години

Техничко решење

„Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу“

<i>ПРОГРАМ</i>	Програм технолошког развоја
----------------	-----------------------------

<i>ОБЛАСТ</i>	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
---------------	--

<i>НАЗИВ ПРОЈЕКТА</i>	Истраживање и развој робусних система за пренос података и њихова примена у корпоративним мрежама
-----------------------	---

<i>РУКОВОДИЛАЦ</i>	Др. Владимир Крстић
--------------------	---------------------

<i>БРОЈ РЕШЕЊА</i>	32037-2015_6А
--------------------	---------------

Београд, децембар 2015.

Институт „Михајло Пупин“

Категорија пројекта:	Технолошки развој
Ознака пројекта:	ТР 32037
Руководилац пројекта:	Др. Владимир Крстић
Година/фаза/активност:	2015
Врста документа:	Техничка документација пројекта
Степен поверљивости:	поверљиво – интерно
Техничко решење:	ТР32037_2015_6А
Назив решења:	Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу
Скраћени назив решења:	Оптимална комбинација система датотека са становишта примењеног домаћинског и гостујућег оперативног система у виртуелном КВМ окружењу
Кључне речи:	Виртуелизација, хипервизор, оптимизација, ЛПА.
Подтип решења:	Новаметода/алгоритам (М85)
Реализатори:	Валентина Тимченко, Борислав Ђорђевић, Славица Боштјанчич Ракас
Корисници:	ИМП (интерно), ИС ЛПА (Информациони систем локалне пореске администрације).
Примена од:	Новембар 2015 године.
Одговорно лице:	Валентина Тимченко, valentina.timcenko@pupin.rs

САДРЖАЈ:

1. Кратак опис техничког решења	4
2. Системи података	4
2.1. BTRFS	4
2.2. XFS	6
2.3. Ext4	7
3. Виртуелне машине и хипервизор	8
4. Систем ИС локалне административне администрација ЛПА	9
5. Тест окружење	10
6. Резултати тестирања и евауација добијених резултата	10
6.1 ПостМарк Тест 1	10
6.2 Постмарк Тест 2	12
6.3 Постмарк Тест 3	13
6.4 Vonnie++ секвенцијални тест	14
6.5. Валидација за ЛПА апликацију	16
7. Закључак	16
8. Литература	17

1. Кратак опис техничког решења

Техничко решење је метода која омогућава тестирање хипервизора за виртуелизацију KVM на оперативном систему Linux, и поређење перформанси зависно од одабраног система података са становишта примењеног домаћинског и гостујућег оперативног система. Размотрена је потенцијална примена овог решења у складу са специфичним потребама корисника ЛПА апликација. Решење је развијено у оквиру пројекта технолошког развоја TP32037. Решење обухвата инсталацију, активирање и подешавање KVM хипервизора као и подизање три тазличита система података: ext4, XFS и btrfs. Мерење перформанси софтвера за виртуелизацију је остварено на основу већег броја реализованих тестова у окружењу одабраних бенчмарк програма, са циљем да се одреди најоптималнији у условима који је дефинисао корисник. Након тестирања је извршена и додатна валидација на ЛПА апликацијама.

Техничке карактеристике:

Решење прецизно приказује испитују перформансе три различита система података и тестира KVM хипервизор за виртуелизацију у Linux окружењу са становишта примењеног домаћинског и гостујућег оперативног система. Решење дефинише један од начина за мерење перформанси тестираног софтвера и даје предлог валидације на реалној ЛПА апликацији.

Техничке могућности:

1. Примена домаћинског и гостујућег оперативног система у оквиру хипервизора KVM
2. Тестирање у условима различитих система података и валидација за конкретног корисника и апликацију
3. Консолидација коришћене инфраструктуре

2. Системи података

За потребе реализације овог техничког решења размотрена су три специфична система података, при чему је узето у обзир да је корисницима овог техничког решења од интереса да у зависности од специфичких услова рада примене конфигурацију система и окружења која је најоптималнија. Поређење и евалуација обухвата система података: btrfs, XFS и ext4.

2.1. BTRFS

BTRFS (B-Tree File System) се у литератури може наћи под именом "Better Filesystem" и "Butterfuss", "Butter FS" [1]. BTRFS је бесплатан, лиценциран под GPL, а свој рад заснива на примени принципа CoW – Copy On Write (копирање током уписа података).

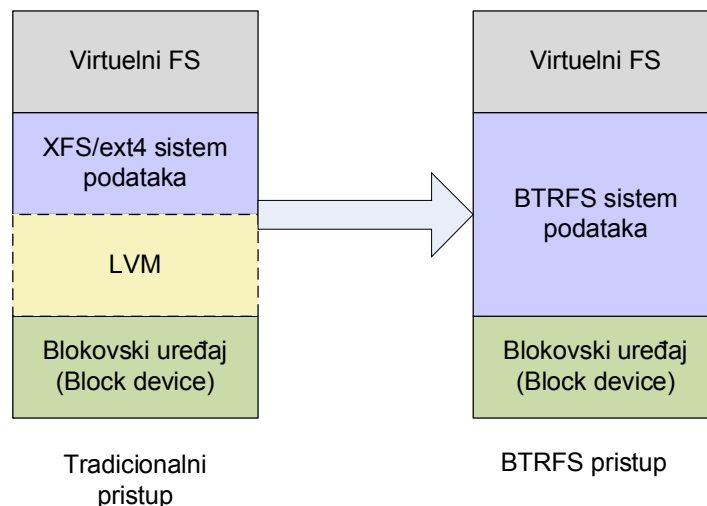
BTRFS омогућава једноставније решавање проблема груписања, генерисања фотоснимака и сума за проверу исправности података, као и опције квалитетнијег повезивања већег броја уређаја у Linux окружењу. У питању је вишенаменски, скалабилни систем података.

BTRFS Tree је основна структура коју користи BTRFS у циљу ефикасног управљања метаподацима. Главна предност коришћења ове структуре је што омогућава једноставно извршавање операција претраживања, брисања, и уношења нових елемената стабла.

CoW је један од највећих бенефита овог система података. Ова техника има следећи начин функционисања:

Странице родитељског процеса се иницијално не копирају, нити се нова меморија додељује детету. Заправо, процеси родителја и детета иницијално деле све странице, које се означавају као CoW. АКо било који процес покуша да модификује страницу, најпре се направи копија странице која се додоељује том процесу, а након тога процес може да измени своју копију.

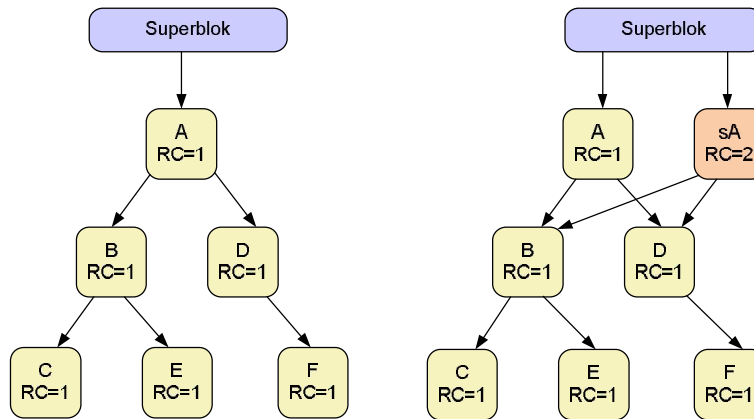
BTRFS се заснива и на примени софтверског РАИД. Практично имплементација РАИД архитектуре у софтверу не захтеваникакво додатно ангажовање хардвера система, тако да се могу користити обични дискови. Ипак, треба обратити пажњу на избор РАИД конфигурације, с обзиром на то да они нивои који користе парност нису ефикасни за имплементацију у софтверу због потенцијалног оптерећења које би изазвало стално рачунање парности, тако да су уобичајени RAID 0, 1 или 0+1. На слици 1 је представљена форма РАИД за *BTRFS* у односу на структуре које се формирају за остала два посматрана система података. У Оквиру *BTRFS* су предвиђени да се примењују РАИД 0, 1, 5 и 6. Метаподаци се у случају *BTRFS* најчешће чувају у дубликатима, без обзира да ли се за његово функционисање примењује само један или више дискова.



Слика 1. Приказ форме РАИД за BTRFS и традиционални приступ.

Подволумени су такође једна од врло специфичних карактеристика *BTRFS* система податка. Омогућавају креирање и коришћење већег броја система података на истом уређају или низу уређаја (дискова). Сваки подволумен се може посматрати као посебан систем података и инсталирати (mount) посебно. (Нема потребе за подизањем root уређаја). За разлику од подволумена који се креирају у случају LVM система (Logical Volume Manager, LVM), у овом случају постоји уграђена хијерархија и везе између подволумена. Фотоснимци, односно

snapshots, функционишу у оквиру подволумена и представљају једноставну копију подволумена која се чува у оквиру истог система података. Њихова функционалност се углавном заснива на обезбеђивању копија података у случају пада или грешке у оквиру система података. На слици 2 је представљен приказ генерисања фотоснимка у оквиру подволумена.



Слика 2. Приказ генерисања фотоснимка у оквиру подволумена.

BTRFS је интегрисан у оквиру Linux кернала и погодан је за тестирања.

2.2. XFS

XFS представља веома скалабилан 64-битни фајл систем високих перформанси. Првобитно је пројектован за Silicon Graphics, Inc и представља основни систем података који се примењује у оквиру Red Hat Enterprise Linux 7 [2]. Од основних карактеристика се издвајају специфичне могућности алокације података заснованих на екстентима, одложеној алокацији, *Stripe-aware* алокацији и просторној предалокацији.

XFS фајл систем уводи алокационе групе. Алокационе групе су линеарни региони једнаких величина који су дефинисани за сваки диск посебно. Приликом дефинисања алокационих група генерише се одговарајућа *i-node* табела и листа слободног простора. С обзиром на то са две алокационе групе међусобно независне, оне могу бити део паралелно извршаваних I/O операција у оквиру истог система података. Побољшана ефикасност заснована је на примени алокационих група које користе ефикасна B+ стабла. Ове структуре чувају информације о слободном простору и зонама у оквиру којих такав простор постоји, а додатно воде рачуна и о слободним *i-node* чворовима. Оптимизација алокације слободног простора се остварује применом одложене алокације, чиме се делимично решава проблем задовољавајућих перформанси уписа. Карактеристично је да XFS примењује journal механизме искључиво за метадата податке, чиме обезбеђује бржи опоравак у случају пада система. Такође, могуће је обавити процедуре дефрагментације и проширења система и у ситуацији када је он активан.

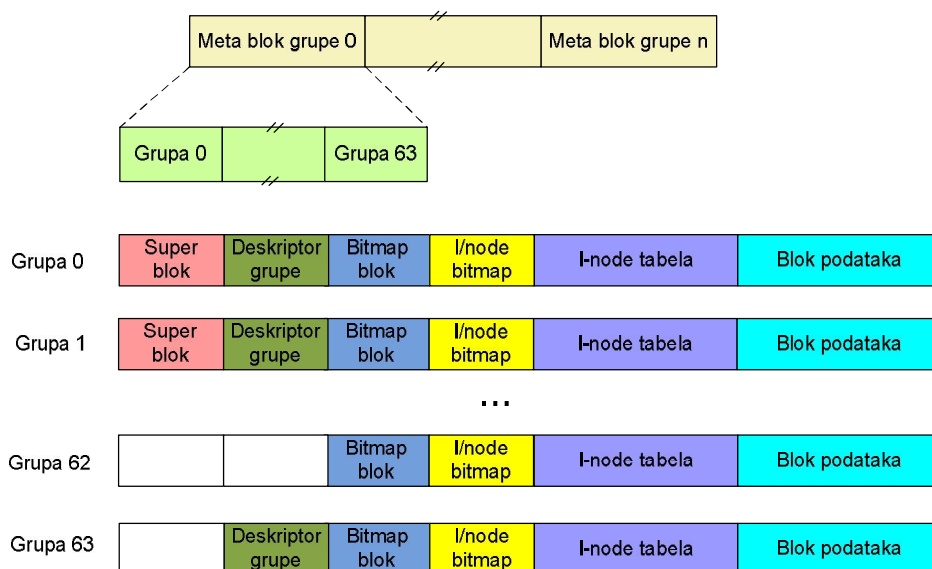
2.3. Ext4

Ext4 систем података припада групи *journaling* (подржава евиденцију трансакција) система података, и по својим карактеристикама је директан 64-битни наследник ext3 система података [3]. Заснива се на примени ефикасног индексирања фајлова у форми блокова или објеката променљиве величине који се састоји од целог броја системских блокова који су фиксне величине (*extent*) и директоријума у форми структуре X-дрвета.

Ext4 подржава неограничен број поддиректоријума, а како би било омогућено коришћење већих директоријума без утицаја на перформансе система, почев од верзије Linux 2.6.23 уведено је индексирање кроз структуру стабла NTree.

Метода *write-ahead journal* се у оквиру овог система датотека користи како би се осигурала могућност обављања атомских (недељивих) операција. Провера суме (*checksumming*) се не обавља над корисничким подацима, већ само над *journaling* подацима, док опција за генерисање фотоснимка (*snapshot*) није подржана. Величина појединачног фајла у оквиру овог система података достиже величину до 16 TB.

У оквиру ext4 је примењен концепт ћелијских група блокова (*cell block group - metablock group*). Структура метаблок групе подразумева да је могуће чувати дескрипторе групе блокова у оквиру блокова података који формирају део консекутивних блокова у оквиру групе. Тако у случају 128MB блок групе (при чему је блок података величине 4KB) ext4 ће у оквиру сваке ћелије ће бити $4096/64 = 64$ група блокова, а величина сваке ћелије групе блокова $64 * 128 \text{ MB} = 8 \text{ GB}$.



Слика 3. Концепт распореда група блокова у оквиру ext4 система податка.

Након примене концепта мета-блок групе, свака ћелијска група блокова постале су фиксне дужине, а проширење система датотека је веома повољно. Претходници овог система су проширење могли да остваре само повећањем броја дескриптора у оквиру прве блок групе.

Увођењем концепта ћелија група блокова проширивање система података је било могуће и једноставним додавањем нових блокова података, а у циљу сигурнијег чувања података у оквиру генерисаних суперблокова је дефинисати функционалности снимања информација о подацима. На слици 3 је представљен концепт распореда група блокова у оквиру ext4 система податка.

3. Виртуелне машине и хипервизор

Виртуелизација обухвата технике и методе апстракције рачунарских ресурса, а у најширем смислу се заснива на примени емулације и енкапсулације оперативних система и апликација са физичких на виртуелне рачунаре. Основна јединица виртуелизације је виртуелна машина. Виртуелне машине уобичајено имају две компоненте: домаћинску (*host*) и гостујућу (*guest*). Домаћински део система подразумева постојање сервера као и одговарајућег хардвера којим би се обезбедили неопходни рачунарски ресурси (процесорска снага, меморијски простор, мрежни И/У). Посебан део оперативног система представља гостујући оперативни систем, који је представља независну инстанцу ОС и апликативног софтвера. Практично представљају виртуелна оптерећена које користе рачунарске ресурсе домаћинске виртуелне машине и ОС.

Монитор виртуелних машина (*virtual machine monitor, VMM*), тзв. хипервизор, је уведен са циљем да се међусобно одвоје и изолују гостујући оперативни системи, чиме је омогућен њихов истовремени рад на једном домаћинском систему. Апстракција такође уклања директну везу између софтвера и хардвера у основи, тако да је могуће да сервер буде домаћин гостима са инсталираним различитим оперативним системима и апликацијама.

Једини услов који се поставља је да виртуелна машина домаћин (или сервер) мора да испуњава минималне хардверске захтеве како би опслужио све гостујуће виртуелне машине. Недовољна меморија или процесорска снага би могла довести до бројних истовремених испада виртуелних машина, чиме би се нарушио неометан рад корисника.

За разлику од физичких машина, виртуелне машине је једноставније контролисати а њихово конфигурисање је по правилу флексибилније. Виртуелну машину је једноставно креирати без потребе за куповином додатног хардвера. Такође, виртуелна машина је преносива је са једног хардвера на други, а потенцијална грешка која се начини у оквиру оперативног система подигнутог на виртуелној машини неће утицати на исправно функционисање других виртуелних машина подигнутих на истој физичкој машини, нити на функционисање саме физичке машине. Самим тим, примена виртуелних машина је једна од најчешћих сценарија за опоравак од кварова (*disaster recovery scenario*).

Хипервизор (*VMM - VirtualMachineManager*) управља виртуелним машинама, омогућавајући паралелно извршавање више виртуелних партиција и оперативних система инсталираних у њиховом окружењу. У питању је систем који обезбеђује надгледање рада низа виртуелних

машина, у оквиру којих је могуће инсталирати различите оперативне системе. Инсталирани оперативни системи примају системске поруке корисничких програма а хардверске операције које ти оперативни системи шаљу према својим виртуелним машинама прихвата монитор виртуелних машина.

KVM (*Kernel-based Virtual Machine*) је *bare-metal* хипервизор који функционишу директно на хардверу на којем се инсталира њихов оперативни систем [4]. Гостујући оперативни систем се затим покреће на другом слоју изнад хардвера. KVM функционише у кернелском простору равноправно користећи целокупну системску инфраструктуру, уз виртуелне машине које се покрећу као процеси а распоређивање врши сам Linux кернел. Хардверска ограничења за KVM су 64 виртуелна процеса и 512 GB RAM меморије за сваку виртуелну машину.

KVM има низ предности у односу на конкуренцију: бесплатан је за сваки тип употребе, стабилан је и поуздан јер се директно наслања на проверену функционалност језгра оперативног система *Linux*, интегрише све сигурносне механизме Linux оперативног система, генерише незнатно заузеће ресурса јер је већина функционалности већ интегрисана у оквиру *Linux*-а, примењује доступне алате за скриптовање уобичајених операција и користи моћне алате за подешавање и контролу виртуелних машина, а који су интегрисани са графичким окружењем.

Овај хипервизор је део Linux кернела од верзије 2.6.20, а пројектом управља компанија RedHat.

Основне мере перформанси на основу којих се процењује рад хипервизора су ефикасно коришћење и консолидација доступних меморисјких и CPU ресурса, са циљем повећање поузданости и сигурности података.

4. Систем ИС локалне административне администрација ЛПА

Информациони систем локалне пореске администрације (ИС ЛПА) има задатак да оствари аутоматизацију свих процедура везано за локалне јавне приходе, међу којима су контроле јавних прихода, наплате прихода, утврђивање пореских обавеза. Заснива се на дистрибуцији база података и функција система на већи број рачунарских система, при чему се подразумева креирање заједничке базе података уз дневно ажурирање промена са свих локација на систему «Централе» локалне самоуправе, уз поступно умрежавање рачунарских система и интеграцију дистрибуираних база података.

Инсталација система и ЛПА апликације је једноставна и брза, док се све промене компоненти система извршавају у оквиру апликативног сервера. Важно је напоменути да је цео ститем додатно поједностављен тиме што не постоји проблем неусаглашених верзија, док се клијентска ЛПА апликација покреће коришћењем неког од доступних Web претраживача. Синхронизација са централном базом се врши периодично - аутоматски или по успостављању везе, а централи се шаљу само подаци о измењеним фајловима. ЛПА апликација се ослања на снажан Oracle 10G као систем за управљање базом података.

5. Тест окружење

Експериментално окружење се заснива на серверу са два језгра и следећим карактеристикама: 3.00 GHz на E3110 IntelXeonCPU, укупно 4GB RAM.

Примењен је 1ТВ магнетни хард диск (7200 rpm, 6Gb/s). Centos 7.02 оперативни систем за тестирање три одабрана система података. Centos 7.02 је одабран и као *Guest* оперативни систем за све тестове.

ПостМарк софтвер

ПостМарк креира велики број датотека различитих величина које ће се користити за мерење одзива диск система [5]. Постмарк се покреће и користи из командне линије, а најчешће се препоручује за тестирање окружења која одговарају системима са великим одзивима, попут фајл сервера, сервера е-поште и др. С обзиром да омогућава ручно подешавање величине, броја и локације датотека, као и креирање, ажурирање, брисање, омогућено је корисницима различитих система да тестирају систем по различитим критеријумима.

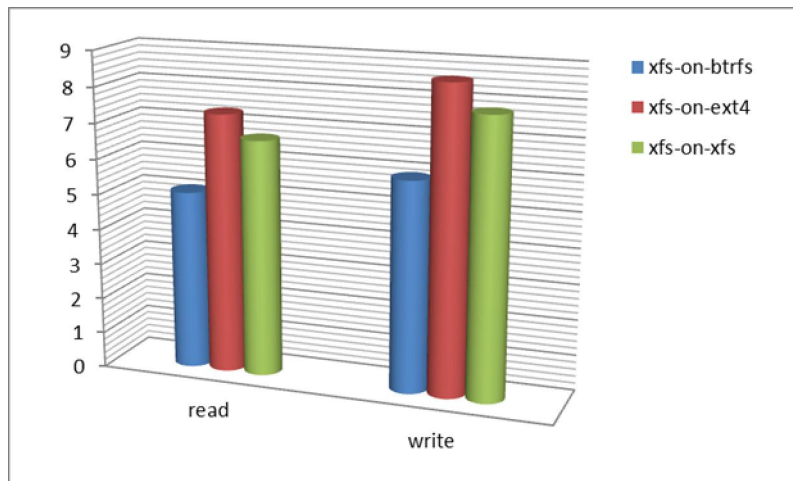
Вонни++ софтвер

Вонни++ поседује интегрисану способност да обавља тестове за процену перформансе система датотека и хард дискова, омогућава анализу перформанси блоковских И/О уређаја [6]. Изузетно је богат функционалностима којима је могуће обухватити све параметре емуляције различитих услова рада. Тако, могуће је дефинисати окружење блиско оном које је дефинисано различитим базама података у које се насумично уписују мали фајлови, до серверских окружења који секвенцијално читају велике фајлове.

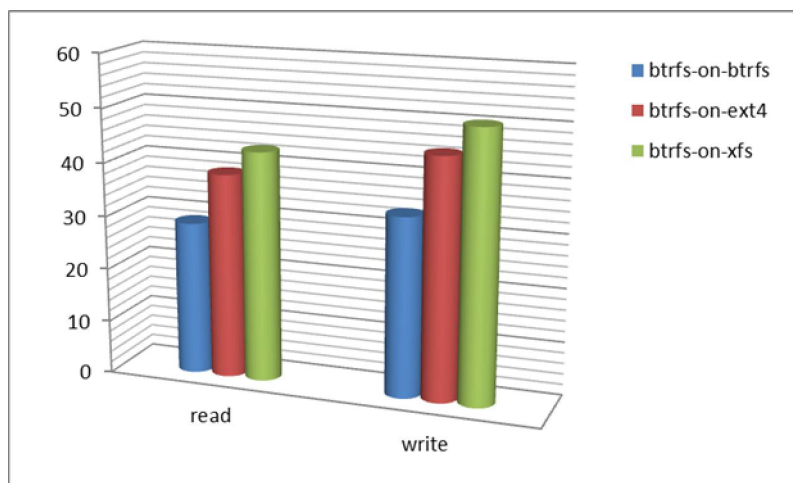
6. Резултати тестирања и евалуација добијених резултата

6.1 ПостМарк Тест 1

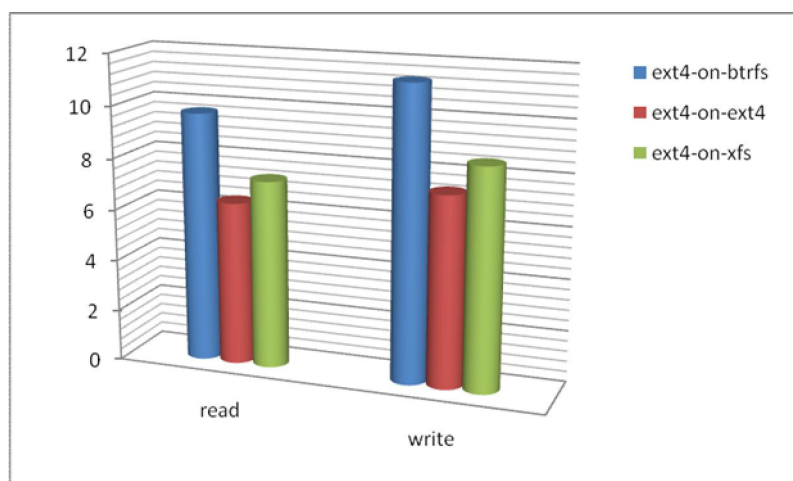
Постмарк Тест 1 је обухватио процену протока података кроз израчунавање укупног броја уписа и читања података три различита система датотека: ext4, xfs и btrfs на страни и гостујућег и домаћинског оперативног система, тако да постоје 3x3 комбинација. За потребе тестирања је у ПостМарк апликацији постављен следећи сет подешавања: величина генерисаних фајлова је у опсегу од 1KB до 100KB, обављено је 50000 трансакција а генерисано је 4000 фајлова. На слици 4 је представљен приказ резултата добијених тестирањем, а анализиране мере перформанси су изражене у MB/s.



(а) Гостујући xfs



(б) Гостујући btrfs



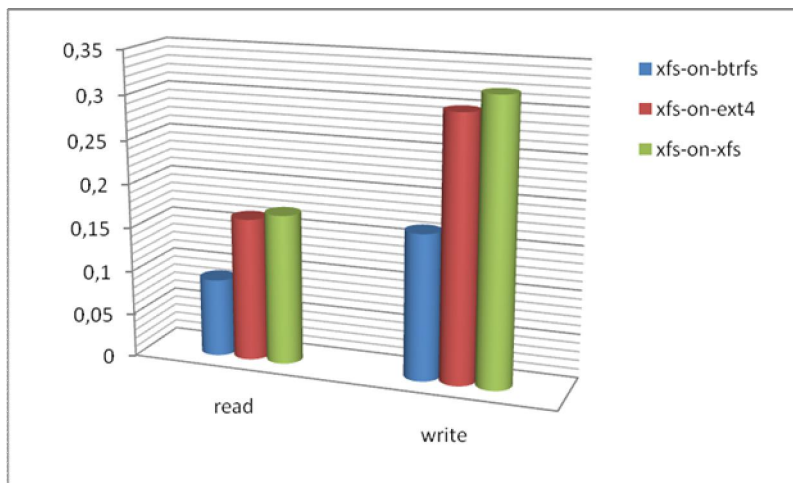
(в) Гостујући ext4

Слика 4. Резултати ПостМарк теста 1.

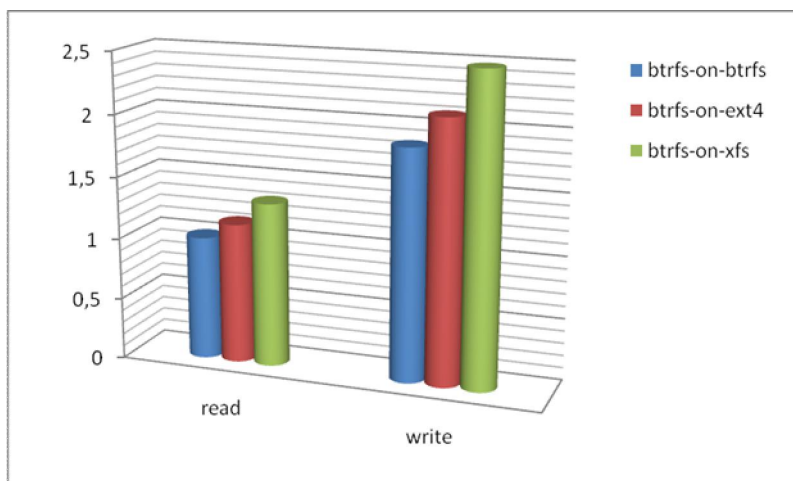
Резултати теста 1 су показали да гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском ext4, гостујући btrfs на домаћинском xfs, гостујући ext4 на домаћинском btrfs.

6.2 Постмарк Тест 2

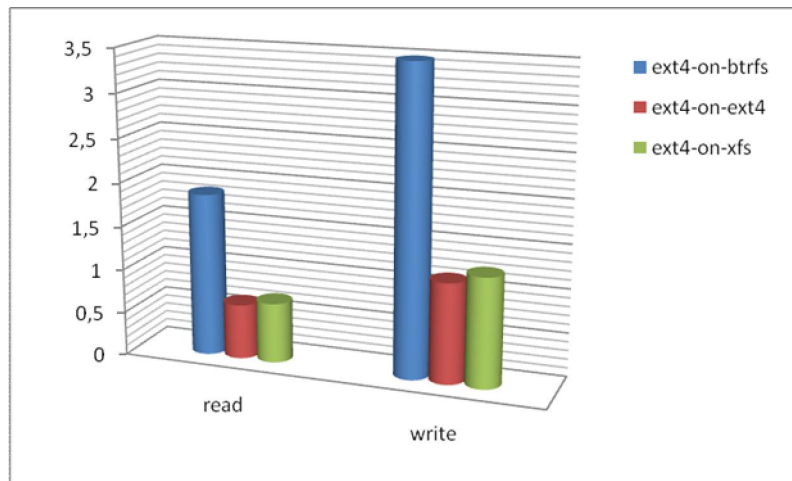
У оквиру ПостМарк Теста 2 је било потребно обавити тестирање великог броја јако малих фајлова, чиме се систем поставља у стање изузетне *CPU* оптерећености. У Постмарк апликацији је тако прво постављен следећи сет подешавања: величина генерисаних фајлова је у опсегу од 1В до 1КВ, обављено је 50000 трансакција, и генерисано 20000 фајлова, а затим је изведено тестирање. На слици 5 је представљен приказ резултата добијених тестирањем, а анализирани мере перформанси су изражене у КВ/s.



(a) Гостујући xfs



(б) Гостујући btrfs



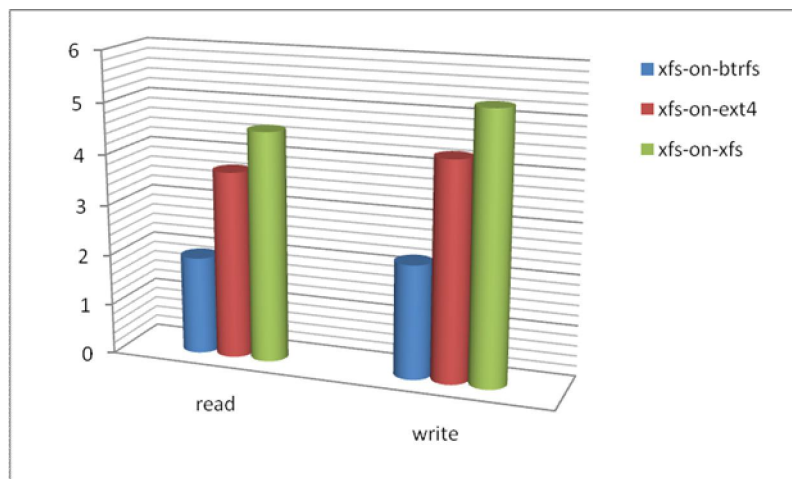
(в) Гостујући ext4

Слика 5. Резултати Постмарк теста 2.

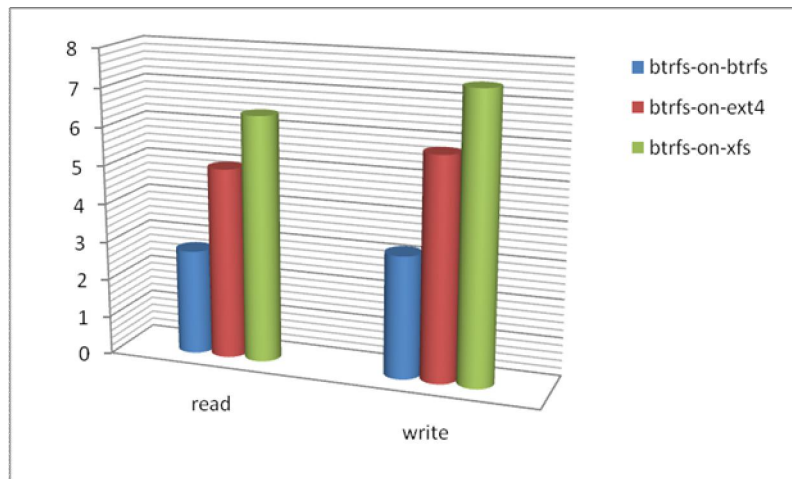
Резултати теста 2 су показали да гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском xfs, гостујући btrfs на домаћинском xfs, гостујући ext4 на домаћинском btrfs.

6.3 Постмарк Тест 3

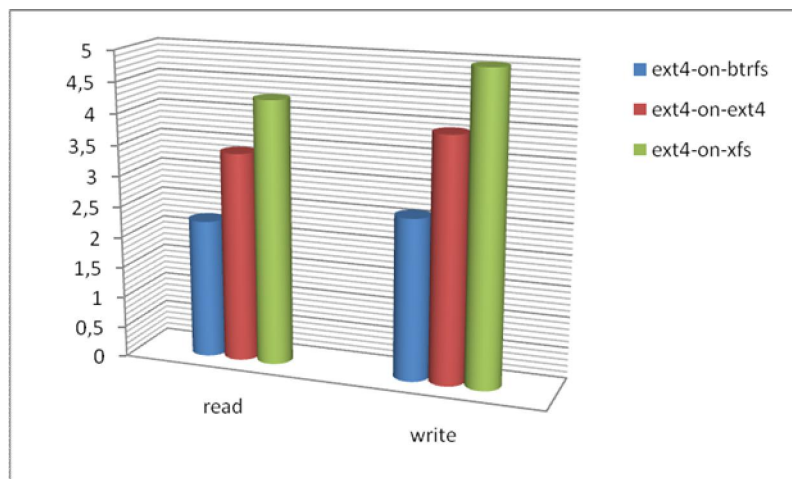
Кроз ПостМарк Тест 3 је обрађен рад система са фајловима који се могу сматрати великим. За опсег величине фајлова дефинисано је да они буду од 1КВ до 300 КВ, обављено је 50000 трансакција, и генерисано 4000 фајлова. На слици 6 је представљен приказ резултата добијених тестирањем, а анализирани мере перформанси су изражене у МВ/s.



(а) Гостујући xfs



(б) Гостујући btrfs



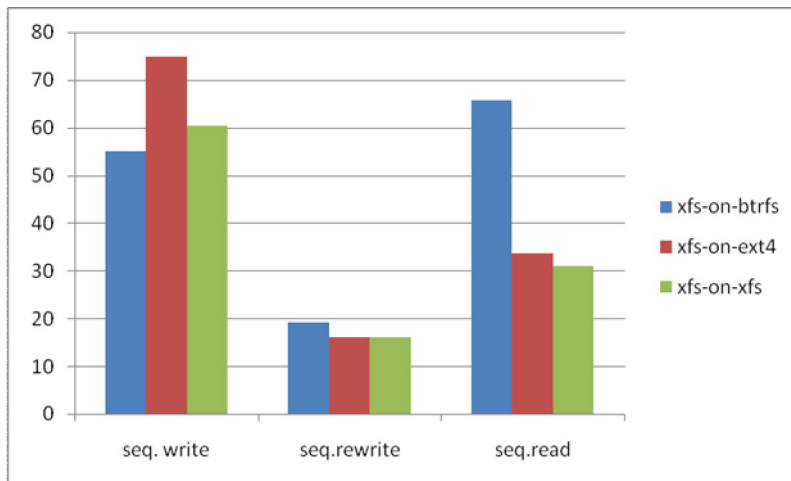
(в) Гостујући ext4

Слика 6. Резултати Постмарк теста 3.

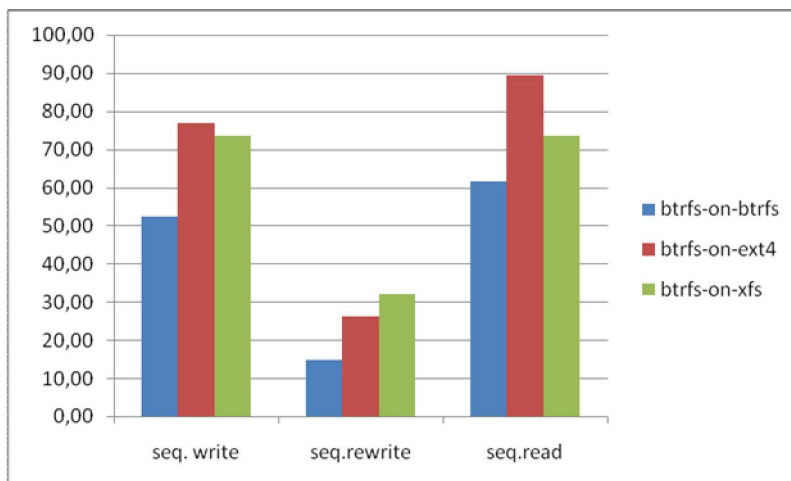
Резултати теста 3 су показали да гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском xfs, гостујући btrfs на домаћинском xfs, гостујући ext4 на домаћинском xfs.

6.4 **Вонни++ секвенцијални тест**

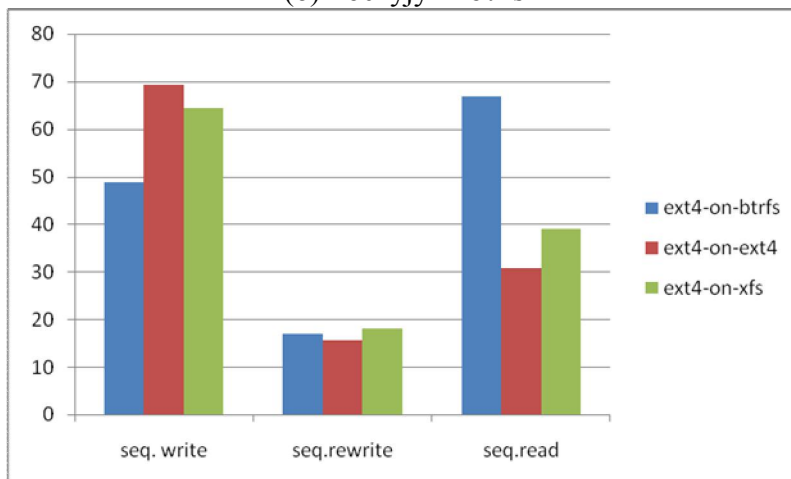
Кроз **Вонни++ секвенцијални Тест** је обрађено тестирање система у форми *block* уписа при чему блок има величину системског блока (од 1К, 2К, 4К), у форми *rewrite* која представља упис података преко већ остварног уписа и у форми *block* читања а величина блока је дефинисана и може имати има величину: 1К, 2К, 4К). Добијени резултати су представљени на слици 7, а остварене вредности мере перформанси су изражене у MB/s.



(a) Гостијући xfs



(б) Гостијући btrfs



(в) Гостијући ext4

Слика 7 Резултати Vonnie++ теста 1

У случају када се тестира секвенцијални упис, гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском ext4, гостујући btrfs на домаћинском ext4, гостујући ext4 на домаћинском ext4.

У случају када се тестира секвенцијални поновљени упис, гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском btrfs, гостујући btrfs на домаћинском xfs, гостујући ext4 на домаћинском xfs.

У случају када се тестира секвенцијално читање, гостујући xfs даје најбоље резултате на домаћинском btrfs, гостујући btrfs на домаћинском ext4, гостујући ext4 на домаћинском btrfs.

6.5. Валидација за ЛПА апликацију

ЛПА апликација свој рад заснива процедурама и фајловима које се налазе у оквиру придружене *Oracle* базе података. Тестирања су обављена за различите системе података под КВМ хипервизором.

Виртуелизацијом система у оквиру којег се покреће ЛПА апликација добијени су резултати на основу којих је утврђено да постоји оптимална комбинација за сваки избора гостујућих и домаћинских система датотека. Наиме, на основу величине и броја података које се обрађују за одређеног клијента ЛПА дефинисане су три категорије обрада података: Обрада 1 подразумева велики број доминантно малих фајлова који у принципу представљају потенцијално највеће оптерећење конкретном систему при за обраду података; обрада 2 дефинише клијенте који имају фајлове различитих величина и нешто већи број фајлова за обраду; обрада 3 подразумева мали број мањих фајлова за обраду.

У табели је дата валидација за случај btrfs као гостујућег система датотека, која показује да је оптимална комбинација *btrfs on xfs*.

Време [мин]	Обрада 1	Обрада 2	Обрада 3
<i>btrfs on btrfs</i>	315	58	19
<i>btrfs on xfs</i>	280	44	13
<i>btrfs on ext4</i>	275	49	14

Слика 8. Резултати времена обраде података у ЛПА апликацији

7. Закључак

Узимајући у обзир све добијене резултате, може се закључити да постоји одређени избор оптималних комбинација за сваки избор гостујућих и домаћинских система датотека. Оптималне детектоване комбинације (*guestOS_FS-on-hostOS_FS*):

- xfs-on-xfs, xfs-on-ext4
- ext4-on-btrfs
- btrfs-on-xfs/ext4

Занимљиво је да је сваки гостујући систем датотека углавном најбољи са неким другачијим од себе домаћинским системом датотека, једино се xfs веома добро слаже са самим собом, а да је најлошија комбинација btrfs-on-btrfs.

Такође, на основу добијених резултата се може закључити да је за задату ЛПА апликацију препоручљиво да се за одговарајући гостујући систем датотека изабере домаћински систем датотека из скупа предложених оптималних комбинација.

8. Литература

- [1] Ohad Rodeh, Josef Bacik, and Chris Mason. 2013. BTRFS: The Linux B-Tree Filesystem. Trans. Storage 9, 3, Article 9 (August 2013). DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2501620.2501623>
- [2] Wang, R. Y., & Anderson, T. E. (1993, October). xFS: A wide area mass storage file system. In Workstation Operating Systems, 1993. Proceedings., Fourth Workshop on (pp. 71-78).
- [3] Kára, J. (2009, October). Ext4, btrfs, and the others. In Proceeding of Linux-Kongress and OpenSolaris Developer Conference (pp. 99-111).
- [4] “KVM — Kernel-based Virtual Machine“. [Online]. Available: <http://www.linuxkvm.org>, (2010).
- [5] J. Katcher, 1997 PostMark: A New File System Benchmark, Technical Report TR3022. Network Appliance Inc.
- [6] Bonnie++—Benchmark Suite. (2010) <http://www.coker.com.au/bonnie++/>

Број 400-34/2010-03
18-01-2010 год.
ПАРАЋИН

Бр. 137/1-10
20 JAN 2010 год.
БЕОГРАД

UGOVOR

I STRANKE

Institut „Mihajlo Pupin“ d.o.o., Beograd, Volgina 15, 11 000 Beograd (u daljem tekstu: Izvršilac) koga zastupa direktor Instituta Dr Vladan Batariović, dipl.inž.

i

Naziv: Opštinska uprava opštine Paraćin,
Adresa: Tome Živanovića 10, 35250 Paraćin,
PIB: 100876853

Odgovorno lice: Načelnik opštinskeuprave Danijela Radonjić, dipl. pravnik
(u daljem tekstu: Naručilac)

II PREDMET UGOVORA

čl. 1.

Izvršilac se obavezuje da Naručiocu pruži uslugu obezbeđenja korišćenja Informacionog sistema lokalne poreske administracije (u daljem tekstu: IS LPA). Izvršenje poslova obuhvata održavanje IS LPA.

Održavanje sistema podrazumeva održavanje aplikativnog rešenja i pružanje tehničke podrške i odnosi se na period po isteku garantnog roka. Garantni rok je 365 dana od dana potpisivanja zapisnika o izvršenoj primopredaji sistema.

1. Održavanje aplikativnog rešenja

Razvoj i isporuka novih verzija aplikativnih rešenja mogući su usled promene zakonske regulative i na zahtev korisnika.

Profesionalne usluge usklađivanja aplikativnog rešenja sa izmenama opštinskih odluka koje nisu u skladu sa jedinstvenim aplikativnim rešenjem IS LPA, moguće je obezbediti posebnim ugovorima između korisnika i isporučioca aplikativnog softvera, a uz saglashost Ministarstva finansija - Poreske uprave Republike Srbije.

2. Tehnička podrška

Tehnička podrška je usluga za razrešavanje konkretnih problema u radu krajnjeg korisnika sa IS, ne obezbeđuje obuku, kastomizaciju ili neku drugu uslugu.

Tipovi tehničke podrške:

1. Tehnička podrška udaljenim pristupom (*online* -telefon, *web sajt*, *instant messaging* ili *offline* - email) koja se organizuje kroz sistem nivoa:

Prvi nivo podrške pruža odgovore na najopštija pitanja koja pripadaju kategoriji - Često postavljana pitanja i prosleđuje nerešena pitanja (vezana za bazu podataka, mrežu, infrastrukturu) višem nivou podrške.

Drugi nivo rešava probleme u podešavanju i konfigurisanju korisničkih baza podataka, identifikuje infrastrukturne probleme, probleme u radu HW, mreže i prosleđuje ih odgovarajućoj službi ili višemnivou p'odrške, identifikuje probleme u radu programskog sistema i prosleđuje ih programerskom timu, pruža pomoć u sprovođenju pravila sistema zaštite.

Viši nivoi podrške organizovani su kroz timove saradnika u zavisnosti od njihove specijalizacije: *HW* tim (pdgovoran za funkcionisanje radnih stanica i servera), *nehvork* tim (odgovoran za flinkcionisanje mreže i mrežnog softvera), aplikacioni tim (odgovoran za fimkcionisanje aplikacije).

VIII REŠAVANJE SPOROVA

čl. 10. Svi sporovi iz ovog Ugovora rešavaće se dogovorom Naručioca i Izvršioca.

Ako se spor ne reši dogovorom ugovara se nadležnost Trgovinskog suda u Beogradu.

IX ROK VAŽENJA UGOVORA

čl. 11.

Ugovor stupa na snagu danom potpisivanja. Ugovor će se primenjivati od dana isteka garantnog roka (365 dana po potpisivanju Zapisnika o primopredaji sistema IS LPA) i namanje 3 (tri) godine od dana početka primene Ugovora.

U slučaju da jedna od ugovornih strana ne izmiruje obaveze preuzete ovim Ugovorom, druga strana može zahtevati raskid Ugovor. Rešavanje zahteva se usklađuje dogovorom ugovornih strana shodno članu 10. ovog Ugovora i u skladu sa Zakonom o obligacionim odnosima.

X ZAVRŠNEODREDBE

čl. 12.

Sve promene uslova Ugovora biće izvršene isključivo pisanim izmenama koje su ugovorne strane potpisale.

čl. 13.

Na sva pitanja koja nisu regulisana ovim Ugovorom primeniće se odredbe Zakona o obligacijama.

čl. 14. Ugovor je sačinjen u 6 (šest)

istovetnih primeraka od kojih po 3 (tri) za svaku stranu.


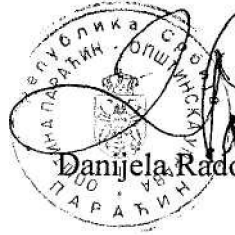
Za IZVRŠIOCA

DIREKTOR


Dr Vladan Batanović, dipl. inž.


Za NARUČIOCA

NAČELNIK


Danijela Radonjić, dipl. prav.


**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума
за признање техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008)

рецензент др Јован Ђорђевић, редовни професор на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, је оценио да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

„Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу“.

Назив пројекта:

Пројекат ТР 32037 – Истраживање и развој робусних система за пренос података и њихова примена у корпоративним мрежама.

Аутор/аутори: **Валентина Тимченко, Борислав Ђорђевић, Славица Боштјанчич Ракас.**

Категорија техничког решења: **Нова метода/алгоритам, М85.**

Образложење

Рецензент је утврдио да је предложено решење урађено за *Институт „Михајло Пупин“ из Београда*.

Субјект који решење користи је: апликација информационог система локалне пореске управе (ИС ЛПА).

Предложено решење је урађено и примењује се *2015* године.

Субјект/субјекти који су решење прихватили-примењују је/су: Информациони систем Локалне Пореске Управе.

Област на коју се техничко решење односи: *Телекомуникације, Рачунарска Техника.*

Проблем који се техничким решењем решава је следећи:

Основна идеја техничког решења „Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном

окружењу“ је да се у условима виртуелизације, за реалну веб апликацију великог система као што је информациони систем локалне пореске управе, детаљно испита, тестира и валидира три веома заступљена система датотека и предложи оптимално решење конкретном кориснику, информационом систему локалне пореске управе ЛПА (ИСЛПА). У фокусу је ситуација када је потребно посматрати истовремено и домаћински и гостујући систем датотека, а изабрани хипервизор КВМ је такође један од највише примењиваних у пракси за системе сличне намене.

Стање решености тог проблема у свету је следеће:

Правила избор система података за неку конкретну примену представља један од првих корака у процесу оптимизације великих система који се заснивају на обимној размени података, њиховом чувању и манипулацији. Системи попут ИС ЛПА се заснивају на раду са базом података у основи чиме је јасно да право одабран систем датотека може значајно да допринесе ефикаснијем и тиме квалитетнијем раду система. Три анализирана система датотека, ext4, XFS и btrfs, су често примењивани у пракси, међутим њихове међусобне разлике су главна одредница који ће бити препоручљив конкретном кориснику. У овом случају тестови над подацима блиским оним који се користе у оквиру система ЛПА су показали да је btrfs најефикаснији.

Суштина техничког решења састоји се у следећем:

Предложено техничко решење приказује методе анализе перформанси три одабрана система датотека, у условима рада у Linux окружењу, и са становишта примењеног домаћинског и гостујућег оперативног система.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Решење обухвата скуп тестова под различитим бенчмарк софтверима, а додатно је обављена валидација чиме је обухваћен и конкретан корисник, ЛПА апликација. На тај начин су сви потврђени сви добијени резултати. Битно је напоменути да се решење бави како домаћинским тако и перформансама гостујућег оперативног система у оквиру хипервизора КВМ и обезбеђује препоруку оптималног система датотека за специфичне услове рада система ЛПА над којим је обављена валидација.

Резултат је реализован у *Институту „Михајло Пупин“ из Београда* и примењује се у ИС „Локална Пореска Управа“ од новембра 2015.

Могућности примене предложеног техничког решења су следеће (уколико решење још увек није у примени).

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење прихвата (Да или Не): Да.

Датум: 26.11.2015.

Рецензент:



др Јован Борђевић,
редовни професор, Електротехнички факултет
Универзитета у Београду, Србија

**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума
за признање техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008)

рецензент др Мило Томашевић, редовни професор на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, је оценио да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

„Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу“.

Називпројекта:

Пројекат ТР 32037 – Истраживање и развој робусних система за пренос података и њихова примена у корпоративним мрежама.

Аутор/аутори: **Валентина Тимченко, Борислав Ђорђевић, Славица Боштјанчич Ракас.**

Категорија техничког решења: **Нова метода/алгоритам, М85.**

Образложење

Рецензент је утврдио да је предложено решење урађено за *Институт „Михајло Пупин“ из Београда*.

Субјект који решење користи је: апликација информационог система локалне пореске управе (ИС ЛПА).

Предложено решење је урађено и примењује се *2015* године.

Субјект/субјекти који су решење прихватили-примењују је/су: Информациони систем Локалне Пореске Управе.

Област на коју се техничко решење односи: *Телекомуникације, Рачунарска Техника*.

Проблем који се техничким решењем решава је следећи:

Решење је развијено у оквиру пројекта технолошког развоја ТР32037. Решење има за циљ да се одреде оптимални системи датотека, узимајући у обзир карактеристике оба оперативна система примењена током виртуелизације, домаћински и гостујући. Аутори су одлучили да

испитају перформансе три изузетно заступљена система датотека, ext4, XFS и btrfs. Мерење перформанси софтвера за виртуелизацију је остварено на основу већег броја реализованих тестова у окружењу одабраних бенчмарк програма, са циљем да се одреди најоптималнији у условима које је дефинисао корисник.

Стање решености тог проблема у свету је следеће:

Испитивање карактеристика и перформанси система датотека у различитим условима и за широк спектар система представља стални изазов за развојне центре у свету. Свако од система има специфичности захваљујући којима ће у мањој или већој мери бити подобан за неки кориснички систем. Системи датотека испитивани у оквиру овог техничког решења су актуелни и широко примењивани, тако да је ово решење квалитетно обрадило дефинисану тематику.

Суштина и карактеристике техничког решења:

Техничко решење "Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу" свеобухватно разматра перформансе три одабрана система датотека, ext4, XFS и btrfs у условима виртуелизације применом КВМ хипервизора. Разматране перформансе су анализиране на основу резултата остварених применом две бенчмарк апликације, Постмарк и Бонни+++. Резултати тестирања су показали да је за дефинисана окружења тестирања btrfs окружење дало најбоље резултате. Валидацијом су добијени резултати и потврђени, при чему су обухваћени захтеви и потребе корисника за чији систем је цела процедура и рађена, Информациони систем ЛПА.

Резултат је реализован у *Институту „Михајло Пупин“ из Београда* и примењује се у ИС „Локална Пореска Управа“ од новембра 2015.

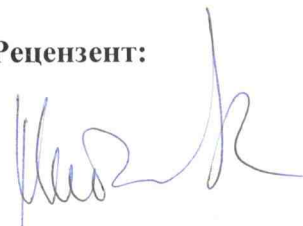
Могућности примене предложеног техничког решења су следеће (уколико решење још увек није у примени).

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење прихвата (Да или Не): Да.

Датум: 26.11.2015.

Рецензент:



др Мило Томашевић,
редовни професор, Електротехнички факултет
Универзитета у Београду, Србија

ИНСТИТУТ „МИХАЈЛО ПУПИН“ ДОО

Број: 2884/38-15

27. новембар 2015. године

Београд

На основу чл. 24. Статута Института „Михајло Пупин“ ДОО Београд – *Пречишћен текст* („Билтен“ бр.15/2014.), а у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“ бр. 38/2008), Научно веће Института „Михајло Пупин“ доноси следећу:

ОДЛУКУ

Прихвата се техничко решење под називом:

**„Анализа перформанси система датотека за КВМ хипервизор и одређивање оптималне комбинације типова система датотека са становишта домаћинског и гостујућег оперативног система и примена на ЛПА апликацији у виртуелном окружењу“,
Број решења: TP32037_2015_6A**

Техничко решење је резултат рада на пројекту:
TP 32037

Техничко решење спада у категорију:
Новаметода/алгоритам/софтвер, M85

Аутори:
Валентина Тимченко, Борислав Ђорђевић, Славица Боштјанчич Ракас

Кратак опис решења:

Техничко решење је метода која омогућава тестирање хипервизора за виртуелизацију КВМ на оперативном систему Linux, и поређење перформанси зависно од одабраног система података са становишта примењеног домаћинског и гостујућег оперативног система. Размотрена је потенцијална примена овог решења у складу са специфичним потребама корисника ЛПА апликација. Решење је развијено у оквиру пројекта технолошког развоја TP32037. Решење обухвата инсталацију, активирање и подешавање КВМ хипервизора као и подизање три тазличита система података: ext4, XFS и btrfs. Мерење перформанси софтвера за

виртуелизацију је остварено на основу већег броја реализованих тестова у окружењу одабраних бенчмарк програма, са циљем да се одреди најоптималнији у условима који је дефинисао корисник. Након тестирања је извршена и додатна валидација на ЛПА апликацијама.

Рецензенти:

- Проф. др Јован Ђорђевић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитета у Београду, Србија,
- Проф. др Мило Томашевић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитета у Београду, Србија.

На основу позитивног мишљења два рецензента – експерта из области техничког решења, Научно веће је донело предметну одлуку.

**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
ИНСТИТУТА „МИХАЈЛО ПУПИН“ ДОО**



Проф. др Буро Кутлача, дипл. инж.,
Научни саветник



Достављено:

- ауторима
- Секретаријату Института