

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฮเพอร์ไวเซอร์ วีเอ็มแวร์  
เวอร์คสเตชัน, ออราเคิล วีเอ็ม เวอร์ชวลบ็อกซ์ และ เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน :

สมรรถนะและการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพ

THE COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF HYPERVISORS  
VMWARE WORKSTATION, ORACLE VM VIRTUALBOX AND  
REDHAT VIRTUALIZATION: PERFORMANCE AND PHYSICAL  
RESOURCE CONSUMPTION

ร้อยตรี โชคชัย เอกศรีวิชัย

SUB LIEUTENANT CHOKCHAI EAKSRIVICHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฮเพอร์ไวเซอร์ วีเอ็มแวร์  
เวอร์คสเตชัน, ออราเคิล วีเอ็ม เวอร์ชวลบ็อกซ์ และ เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน :  
สมรรถนะและการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพ

ร้อยตรี โชคชัย เอกศรีวิชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยศรีปทุม  
พ.ศ. 2561  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

**THE COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF HYPERVISORS  
VMWARE WORKSTATION, ORACLE VM VIRTUALBOX AND  
REDHAT VIRTUALIZATION: PERFORMANCE AND PHYSICAL  
RESOURCE CONSUMPTION**

**SUB LIEUTENANT CHOKCHAI EAKSRIVICHAI**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE  
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF  
SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY  
SCHOOL OF INFORMATION TECHNOLOGY  
SRIPATUM UNIVERSITY**

**2018**

**COPYRIGHT OF SRIPATUM UNIVERSITY**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์**

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฮเพอร์ไวเซอร์  
วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน, ออราเคิล วีเอ็ม เวอร์ชวลบ็อกซ์ และ เรด  
แฮท เวอร์ชวลไลเซชัน: สมรรถนะและการบริโภคทรัพยากร  
ทางกายภาพ

THE COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF  
HYPERVISORS VMWARE WORKSTATION, ORACLE  
VM VIRTUALBOX AND REDHAT VIRTUALIZATION:  
PERFORMANCE AND PHYSICAL RESOURCE  
CONSUMPTION

**นักศึกษา**

ร้อยตรี โชคชัย เอกศรีวิชัย รหัสประจำตัว 59500539

**หลักสูตร**

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

**คณะ**

เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

ดร.สุขสวัสดิ์ ณีภูฏวุฒิสัทธี

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนวงศ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนา สุขวาริ)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

..... ประธานกรรมการ

( ดร.สมรักษ์ เพชรชาติรี )

..... ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ มั่งสิงห์ )

..... ประธานกรรมการ

( ดร.สุขสวัสดิ์ ณีภูฏวุฒิสัทธี )

<b>วิทยานิพนธ์เรื่อง</b>	การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฮเพอร์ไวเซอร์ วิเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน, ออราเคิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบล็อกซ์ และ เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน: สมรรถนะและการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพ
<b>คำสำคัญ</b>	การทำเสมือน เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน สมรรถนะ การบริโภคทรัพยากร
<b>นักศึกษา</b>	ร้อยตรี โชคชัย เอกศรีวิชัย
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ดร.สุขสวัสดิ์ ณีภูฏา วุฒิสัทธา
<b>อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์
<b>หลักสูตร</b>	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
<b>คณะ</b>	เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
<b>พ.ศ.</b>	2561

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์เปรียบเทียบไฮเพอร์ไวเซอร์วิเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน, ออราเคิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบล็อกซ์ และเรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน ในแง่ของสมรรถนะและการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพ ในอดีตนั้นการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะถูกใช้หนึ่งเครื่องต่อหนึ่งหน้าที่เพื่อความง่ายในการบริหารจัดการ ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรทางกายภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์การทำเสมือนแบบแม่ข่าย บนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซ่น โอเอส 7 โดยใช้ระบบปฏิบัติการเยือนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012 และระบบปฏิบัติการเยือนอูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 16.04 แอลทีเอส และใช้ไฮเพอร์ไวเซอร์วิเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5, ออราเคิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบล็อกซ์ รุ่น 5.1.12 และเรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน แล้ววัดประสิทธิภาพด้วยโปรแกรมเกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะวัดสมรรถนะด้านหน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำ, หน่วยเก็บข้อมูล และกราฟิก และหาอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำและหน่วยเก็บข้อมูล

จากผลการทดลองพบว่าบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และบนเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012 ไฮเพอร์ไวเซอร์วิเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 ให้สมรรถนะดีที่สุดทั้ง 4 ด้าน, บนเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง

ระบบปฏิบัติการเอนูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 16.04 แอลทีเอส ไฮเพอร์ไวเซอร์วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 ให้สมรรถนะดีที่สุดในด้านหน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำ และหน่วยเก็บข้อมูล ส่วนด้านกราฟิก ไฮเพอร์ไวเซอร์ออรากิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบ็อก รุ่น 5.1.12 และบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซน โอเอส 7 เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 2012 ไฮเพอร์ไวเซอร์เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน ให้สมรรถนะดีที่สุดในด้านหน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำ, หน่วยเก็บข้อมูล ส่วนด้านกราฟิก ไฮเพอร์ไวเซอร์วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 ให้สมรรถนะดีที่สุด สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 16.04 แอลทีเอส ไฮเพอร์ไวเซอร์เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน ให้สมรรถนะดีที่สุดในด้านหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำ ด้านหน่วยเก็บข้อมูล ไฮเพอร์ไวเซอร์วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 ให้สมรรถนะดีที่สุด และด้านกราฟิก ไฮเพอร์ไวเซอร์ออรากิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบ็อก รุ่น 5.1.12 ให้สมรรถนะดีที่สุด และพบว่าบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร ไฮเพอร์ไวเซอร์วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 มีอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำสูงกว่าไฮเพอร์ไวเซอร์ออรากิล วิเอ็ม เวอร์ชวลบ็อก รุ่น 5.1.12 และบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซน โอเอส 7 ไฮเพอร์ไวเซอร์เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน มีอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำสูงที่สุด และบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร ไฮเพอร์ไวเซอร์วีเอ็มแวร์ เวอร์คสเตชัน รุ่น 12.5 มีอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยเก็บข้อมูลสูงที่สุด ส่วนบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซน โอเอส 7 ไฮเพอร์ไวเซอร์เรดแฮท เวอร์ชวลไลเซชัน มีอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพน้อยที่สุด

สรุปไฮเพอร์ไวเซอร์ที่มีอัตราการบริโภคทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำและหน่วยเก็บข้อมูลสูง จะให้สมรรถนะดีที่สุดในด้านหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยเก็บข้อมูล ส่วนสมรรถนะด้านหน่วยเก็บข้อมูลและกราฟิก ให้พิจารณาจากการเลือกใช้ระบบปฏิบัติการแม่ข่าย

<b>TITLE</b>	THE COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF HYPERVISORS VMWARE WORKSTATION, ORACLE VM VIRTUALBOX AND REDHAT VIRTUALIZATION: PERFORMANCE AND PHYSICAL RESOURCE CONSUMPTION
<b>KEYWORDS</b>	VIRTUALIZATION, VIRTUAL MACHINE, PERFORMANCE, RESOURCE CONSUMPTION
<b>STUDENT</b>	SUB LIEUTENANT CHOKCHAI EAKSRIVICHAI
<b>ADVISOR</b>	DR. SOOKSAWADDEE NATTAWUTTISIT
<b>CO-ADVISOR</b>	ASST.PROF. DR. THEPPARIT BANDITWATTANAWORNG
<b>LEVEL OF STUDY</b>	MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY
<b>FACULTY</b>	SCHOOL OF INFORMATION TECHNOLOGY SRIPATUM UNIVERSITY
<b>YEAR</b>	2018

## **ABSTRACT**

This paper presents the comparative analysis of hypervisors VMWare Workstation Oracle VM VirtualBox and Red Hat Virtualization in terms of performance and physical resource consumption. In the past, each computer was used to serve a single function for the sake of simple management. This causes the inefficiently utilization of the computers. We analyzed hosted virtualization based on host operating system Windows 10 Pro and CentOS 7, VMWare Workstation 12.5, Oracle VM VirtualBox 5.1.12, Rad Hat Virtualization, benchmark programs used for evaluating CPU, main memory, storage and graphical performances, and physical memory and storage consumption.

The results show that on the host OS Windows 10 Pro and on the VM installed guest OS the Windows Server 2012 VMWare Workstation 12.5 provides the best performance in the CPU, main-memory, storage and graphical. The VM installed guest OS the Ubuntu Server 16.04 LTS

VMWare Workstation 12.5 provides the best performance in the CPU, main-memory, storage and the other part graphical Oracle VM VirtualBox 5.1.12 provides the best performance. On the host OS CentOS 7 and on the VM install guest OS Windows Server 2012 Red Hat Virtualization provides the best performance in the CPU, main-memory, storage and the other part graphical VMWare Workstation 12.5 provides the best performance. On the VM install guest OS Ubuntu Server 16.04 LTS Red Hat Virtualization provides the best performance in the CPU, main-memory, VMWare Workstation 12.5 provides the best performance in the storage and the other part graphical Oracle VM VirtualBox 5.1.12 provides the best performance. Physical consumption term, on host OS Windows 10 Pro VMWare Workstation 12.5 has higher memory resource utilization than Oracle VM VirtualBox 5.1.12 and VMWare Workstation 12.5 has higher storage resource utilization than Oracle VM VirtualBox 5.1.12. On host OS CentOS 7, Red Hat Virtualization the highest storage resource utilization rate on VM installed the guest OS Windows Server 2012 and the other guest OS VMWare Workstation 12.5 the highest storage resource utilization rate.

Hypervisor with High Consumption of Physical Memory and Storage Resources It provides the best performance in the CPU, main-memory. Performance of storage and graphics is determined by host OS.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.สุขสวัสดิ์ ฌัญญูวุฒิสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ บัณฑิตวัฒนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยให้คำแนะนำ และแนวคิดในการทำวิจัย ชี้แนะแนวทางเพื่อผู้วิจัยสามารถ แก้ไขปัญหา รวมถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานวิจัยเสร็จและเขียนเล่ม วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี ตลอดจนให้กำลังใจกับผู้วิจัยอย่างมาก ผู้วิจัยทราบถึงความปรารถนาดีที่อาจารย์ได้อบรมให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีความรู้ความสามารถมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อย่างสูงยิ่งไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สมรภัฏ เพชรชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรศักดิ์ มั่งสิงห์ อาจารย์ทุกท่านได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยศรีปทุมและเจ้าหน้าที่ประจำมหาวิทยาลัยทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาสำหรับข้อมูลขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ในการดำเนินการเรื่องวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณกองทัพบกที่ให้โอกาสผู้วิจัย โดยการมอบทุนการศึกษาบางส่วน เพื่อให้ผู้วิจัยได้มีความรู้ที่สามารถ จนสามารถดำเนินการศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดามารดาผู้สร้างชีวิตด้วยความรักอันประเสริฐยิ่งและครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยทำให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาเล่าเรียนในระดับมหาบัณฑิตย์ได้สำเร็จด้วยดี

โชคชัย เอกศรีวิชัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
<b>บทที่</b>	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ปัญหางานวิจัย.....	3
1.3 คำถามงานวิจัย.....	3
1.4 สมมติฐานงานวิจัย.....	3
1.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.8 นิยามศัพท์.....	5
2 แนวคิด ทฤษฎี และการศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3 วิธีการดำเนินงาน.....	32
3.1 แบบแผนทางการวิจัย.....	32
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	32
3.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	35
3.4 เครื่องมืองานวิจัย.....	36
3.5 การรวบรวมข้อมูล.....	40

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.6 การวัดและประเมินผล.....	45
4 ผลการศึกษา.....	46
4.1 ผลการทดลองวัดสมรรถนะด้านหน่วยประมวลผลกลาง.....	46
4.2 ผลการทดลองวัดสมรรถนะด้านหน่วยความจำ.....	50
4.3 ผลการทดลองวัดสมรรถนะด้านหน่วยเก็บข้อมูล.....	55
4.4 ผลการทดลองวัดสมรรถนะด้านกราฟิก.....	59
4.5 ผลการทดลองหาอัตราการใช้ทรัพยากรทางกายภาพ.....	66
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	71
5.2 อภิปรายผล.....	72
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	73
5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง.....	74
บรรณานุกรม.....	75
ประวัติผู้วิจัย.....	80

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	33
3-2 ตารางสมรรถนะของโปรแกรมเกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะ.....	37
4-1 เปรียบเทียบสมรรถนะไฮเพอร์ไวเซอร์ที่ติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012 บนเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน.....	63
4-2 เปรียบเทียบสมรรถนะไฮเพอร์ไวเซอร์ที่ติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนอูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 16.04 แอลทีเอส บนเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน.....	63
4-3 เปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012 บนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซนโอเอส 7.....	64
4-4 เปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนอูบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ 16.04 บนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซนโอเอส 7.....	65

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
2-1 หลักการทำงานของเทคโนโลยีเสมือน ภายซ้ายเป็นภาพเครื่องคอมพิวเตอร์กายภาพ และภาพขวาเป็นภาพการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (วิชาการ, 2551).....	8
2-2 ภาพการทำเสมือนแบบเนทีฟ หรือ เบอร์เมเทล ( M. Tim Jones, 2010).....	9
2-3 ภาพการทำเสมือนแบบแม่ข่าย (M. Tim Jones, 2010).....	10
2-4 คลาวด์ส่วนบุคคลแบบในและนอกสถานที่ตั้ง (YungChou, 2011).....	15
2-5 ภาพแสดงคลาวด์สาธารณะ (Sreek Iyer, 2010).....	16
2-6 ภาพแสดงคลาวด์ลูกผสม (Jack Bailey, 2013).....	17
2-7 การนำระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลูทำการสแนบ (MK, 2559).....	23
3-1 กรอบแนวคิดการวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพไฮเพอร์ไวเซอร์.....	35
4-1 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยประมวลผลกลางเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลู เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	47
4-2 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยประมวลผลกลางเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลู เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	48
4-3 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยประมวลผลกลางเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลู เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	49
4-4 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยประมวลผลกลางเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลู เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	50
4-5 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยความจำเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนูตูลู เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	51

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
4-6 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยความจำเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเอนอูนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	52
4-7 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยความจำเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	53
4-8 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยความจำเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนอูนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	54
4-9 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยเก็บข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	55
4-10 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยเก็บข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนอูนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	56
4-11 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยเก็บข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	57
4-12 การเปรียบเทียบสมรรถนะหน่วยเก็บข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้ง ไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซิน โอเอส 7 และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนอูนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	58
4-13 การเปรียบเทียบสมรรถนะกราฟิกเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โพร และติดตั้ง ระบบปฏิบัติการเอนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	59

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
4-14 การเปรียบเทียบสมรรถนะกราฟิกเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร และติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนอุบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	60
4-15 การเปรียบเทียบสมรรถนะกราฟิกเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซ่นโอเอส 7 และติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนวินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2012.....	61
4-16 การเปรียบเทียบสมรรถนะกราฟิกเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ติดตั้งไฮเพอร์ไวเซอร์แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซ่นโอเอส 7 และติดตั้งระบบปฏิบัติการเยือนอุบุนตุ เซิร์ฟเวอร์ รุ่น 16.04 แอลทีเอส.....	62
4-17 การเปรียบเทียบอัตราการบริโภครทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร.....	66
4-18 การเปรียบเทียบอัตราการบริโภครทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยความจำไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซ่นโอเอส 7.....	68
4-19 การเปรียบเทียบอัตราการบริโภครทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยเก็บข้อมูลไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายวินโดวส์ 10 โปร.....	69
4-20 การเปรียบเทียบอัตราการบริโภครทรัพยากรทางกายภาพด้านหน่วยเก็บข้อมูลไฮเพอร์ไวเซอร์ที่แตกต่างกันบนระบบปฏิบัติการแม่ข่ายเซ่นโอเอส 7.....	70