# แนวทางปฏิบัติต่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อลดต้นทุนในการบริหารจัดการในสำนักงาน

## Computer Technology Environmental Friendly Process for Reduce the Cost of Office Management

เอนก นามขันธ์[1*], บัญชา เกิดมณี[2], ดวงรักษ์ เสนะวัต[3]
มหาวิทยาลัยธนบุรี เพชรเกษม110 แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160
Email: anake_cc@thonburi-u.ac.th[1*], b.kirdmanee@gmail.com[2], nong_tru@hotmail.com[3]

**บทคัดย่อ**

หลายองค์กรในภาคธุรกิจได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือส่งเสริม และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางธุรกิจ และเพื่อพัฒนาธุรกิจให้สามารถต่อสู้กับคู่แข่งทางการค้าได้ รวมถึงลดต้นทุนด้านบริหารจัดการ ดังนั้นหลายองค์กรในภาคธุรกิจจึงได้ลงทุนนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานในสำนักงานเป็นจำนวนมาก การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ดังกล่าวก่อให้เกิดต้นทุนต่อเนื่องหลายด้าน เช่น ต้นทุนการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อหมดอายุการใช้งาน หรือเกิดการเสียหาย ต้นทุนด้านซ่อมบำรุง ต้นทุนดูแลรักษา ต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งต้นทุนดังกล่าวก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่หลายองค์กรในภาคธุรกิจต้องแบกรับโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ยังปล่อยก๊าซ $CO_2$ หรือปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาโลกร้อน ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมต่อภาคธุรกิจด้านการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในสำนักงาน โดยใช้แนวคิดเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green IT) บริหารจัดการ และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการใช้พลังงาน ลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะอิเล็กทรอนิกส์ และใช้แนวคิดระบบประมวลผลรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Computing) ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้มีการใช้งานทรัพยากรของระบบประมวลผลให้ได้ประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่าที่สุด เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าและวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องใช้งาน รวมถึงนำแนวคิดจากเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่รวมการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์ไว้บนทรัพยากรและฮาร์ดแวร์ร่วมกัน ก่อให้เกิดการใช้งานที่คุ้มค่า และเป็นแนวคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการจัดการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษา การศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมต่อภาคธุรกิจ ด้านการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในสำนักงาน ได้ใช้มหาวิทยาลัยธนบุรีเป็นต้นแบบในการศึกษาวิจัย ผลการศึกษาวิจัยทำให้ได้สถาปัตยกรรมระบบเครือข่ายสำหรับแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมต่อภาคธุรกิจ ด้านการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในสำนักงาน และทำให้ทราบถึงแนวทางการลดต้นทุนด้าน

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการบริหารจัดการทางธุรกิจ รวมทั้งเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ลดน้อยลง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดการปล่อยก๊าซ $CO_2$ หรือปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อลดภาวะโลกร้อนได้

**คำสำคัญ**: เทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green IT) ระบบประมวลผลรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Computing) เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ก๊าซ $CO_2$

## Abstract

Typically the organizations in the business sector use computer technology to promote and increase efficiency in their business in such a way to develop the business to be able to flight their competitors and also reduce the management cost. Consequently, many organizations use more computer technology in their office. Using computer technology may include several crucial principles such as the cost of purchasing computer when expire or damaged as well as maintenance costs and electrical energy costs that the business organizations cannot avoid them. Including, computer also release carbon dioxide ($CO_2$) and greenhouse gas emissions which are some of the main factors of global warming. Therefore, the objective of this research is to study the best practice in computer technology using “Green IT” concept and using eco-friendly technology to increase efficiency of energy management in business sector, to reduce greenhouse gas emissions, and to minimize the creation of waste electronics. Green computing is a practical approach to provide the use of computing resources to the most cost effective, compared to the energy and materials in use. Therefore, this research article includes: the Virtual Desktop Infrastructure, VDI, the technology that combines the computer processing in the same resource. The DVI is a concept that can be applied to business management. The study, uses Thonburi University as a prototype, results make the network architecture that introduce the computer technology into the workplace and inform the method of reduce the cost of computer technology in the management of business. In addition, Virtual Desktop Infrastructure: VDI is using less electricity energy, thus the amount of carbon dioxide ($CO_2$) that causes greenhouse gas and global warming reduced.

**Keyword:** Green IT, Green Computing, Virtual Desktop Infrastructure, $CO_2$

**บทนำ**

หลายองค์กรในภาคธุรกิจได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือส่งเสริม และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางธุรกิจ และเพื่อพัฒนาธุรกิจให้สามารถต่อสู้กับคู่แข่งทางการค้าได้ รวมถึงลดต้นทุนด้านบริหารจัดการ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ถือเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาธุรกิจในด้านต่างๆ ขององค์กร เช่น ระบบสารสนเทศด้านการผลิต การขงส่ง งานสินค้าคงคลัง หรือระบบงานอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งระบบสารสนเทศดังกล่าว มีความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นส่วนเสริมในการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางธุรกิจ ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีต้นทุนในการบริหารจัดการสูง แต่มีความจำเป็นต่อการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานทางธุรกิจเป็นอย่างมาก จึงทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้งานได้ ทำให้เกิดต้นทุนต่อเนื่องหลายด้าน เช่น ต้นทุนการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อหมดอายุการใช้งาน หรือเกิดการเสียหาย ต้นทุนด้านการซ่อมบำรุง ต้นทุนการดูแลรักษา ต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งต้นทุนดังกล่าวก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่หลายสถาบันการศึกษาต้องแบกรับโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ นอกจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแล้วยังมีปัญหาในด้านการซ่อมบำรุง เพราะบ่อยครั้งที่เจ้าหน้าที่ไม่สามารถซ่อมบำรุงเสร็จตามเวลาที่ต้องใช้งาน การจัดซื้ออุปกรณ์ต้องใช้เวลาในการดำเนินการ หรือการใช้งานคอมพิวเตอร์ในสำนักงานใช้ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เช่น เครื่องในสำนักงานลงทุนเครื่องละ 18,000 – 25,000 บาท แต่ใช้เพียงบันทึกรายการผ่านระบบเครือข่าย หรือพิมพ์รายงานตามความต้องการของผู้บริหาร ใช้งานโปรแกรม Microsoft Word, Microsoft Excel หรือ Internet ซึ่งเครื่องพิวเตอร์สำหรับผู้ใช้งานในสำนักงานถูกใช้ไม่คุ้มค่ากับขีดความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ และต้นทุนที่เสียไป

ธนกร หวังพิพัฒน์วงศ์[4] ได้กล่าวไว้ในบทความการเปรียบเทียบ Virtualization Techniques สำหรับการใช้งานในองค์กร ว่าข้อพิจารณาอีกประการหนึ่งที่องค์กรสามารถนำมาเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการนำเทคโนโลยี Virtualization มาใช้งาน คือ การทดลองคำนวณมูลค่าโดยประมาณของ TOC (Total Cost of Ownership) แบบง่ายๆ ซึ่งทฤษฎี TOC จะถูกคำนวณมาจากมูลค่าที่เกิดขึ้นจริงร่วมกับมูลค่าที่เกิดจากการประมาณการ แต่เราสามารถทดลองคำนวณแบบง่ายๆ เฉพาะค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในการปรับเปลี่ยนระบบแล้วเปรียบเทียบมูลค่าระหว่างระบบเดิมกับ Virtualization

ดังนั้นผู้วิจัยได้คำนวณต้นทุนของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดซื้อเพื่อใช้ในสำนักงาน โดยใช้ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงตามการสั่งซื้อในโครงการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ของศูนย์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายคงที่ และค่าใช้จ่ายผันแปร ดังนี้ ค่าใช้จ่ายคงที่ประกอบด้วย เงินลงทุนในการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะจำนวน 100 เครื่อง ราคาเครื่องละ 20,400 บาท ค่าซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ จำนวน 100 ผู้ใช้งาน ราคาประมาณ 52$ ต่อผู้ใช้งาน (1619.80 บาท ราคาสำหรับสถาบันการศึกษา) ค่าใช้จ่ายผันแปรประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ดูแลซ่อมบำรุง 2 คน อัตราจ้างเดือนละ

15,000 บาทต่อเดือนต่อคน ค่าไฟฟ้าสำหรับเปิดใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ 8 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้าประมาณ 350 W ต่อเครื่อง เปิดใช้สัปดาห์ละ 5 วัน ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 3,105,700.00 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการใช้งานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ถึง 60.40 % ของต้นทุนจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะยังปล่อยก๊าซ $CO_2$ หรือปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาโลกร้อน จากรายงาน PC Energy Report 2007 ของบริษัท 1E Media Center ได้กล่าวไว้ว่าคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องที่ถูกเปิดทิ้งไว้ข้ามคืนจะปล่อยก๊าซ $CO_2$ ออกมาประมาณ 920 ปอนด์ โดยอ้างอิงตัวเลขจาก Harris Interactive ในเดือนเมษายน 2007 สหรัฐอเมริกามีพนักงานที่ทำงานแบบเต็มเวลาอยู่ประมาณ 145,800,000 คน และเป็นกลุ่มคนทำงานวัยผู้ใหญ่ถึง 72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้มีพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการทำงานเป็นหลัก คิดเป็นจำนวน 104 ล้านคน ในจำนวนนี้ มีพนักงานประมาณ 20 % หรือ 20.8 ล้านคน ไม่เคยปิดคอมพิวเตอร์หลังเลิกงานเลย และประมาณ 60 % หรือ 62.4 ล้านคนที่อาจจะปิดบ้างไม่ปิดบ้าง หากพนักงานจำนวน 60 % ของพนักงานที่มีทั้งหมดในสหรัฐอเมริกาพร้อมใจไม่ปิดคอมพิวเตอร์ จะสร้างมลภาวะทางอากาศด้วยการปล่อยก๊าซ $CO_2$ สูงถึง 14.4 ล้านตันต่อปี ในแง่ของทรัพยากรป่าไม้จำเป็นต้องใช้ต้นไม้ตั้งแต่ 60 - 300 ต้น ในการลดก๊าซ $CO_2$ ที่ถูกปล่อยออกมาจากคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่ทำงานทั้งวันทั้งคืน ซึ่งนั่นหมายความว่าจำเป็นต้องใช้ต้นไม้ 1.24 - 6.24 พันล้านต้น ในการดูดก๊าซ $CO_2$กลับไปฟอกใหม่ให้ได้เป็นก๊าซออกซิเจน จากรายงานดังกล่าวทำให้ทราบได้ว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาโลกร้อน ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ว่าไว้ในคู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้ สาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อนมากกว่าร้อยละ 75 เกิดจากการปล่อยก๊าซ $CO_2$ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล (Fossil Fuels) เช่น ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งที่ใช้พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงดังกล่าว

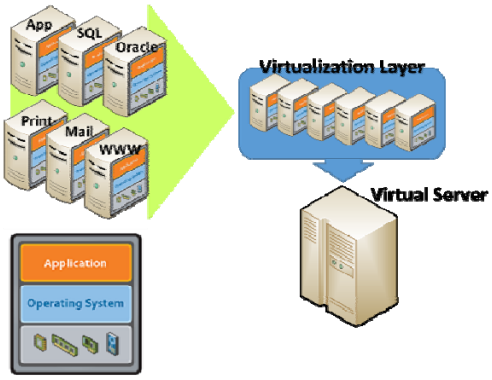
ดังนั้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีด้านไอที ขององค์กรในภาคธุรกิจควรให้ความสำคัญในการจัดทำแผนพัฒนาเทคโนโลยีที่คำนึงถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการลดต้นทุนในการบริหารจัดการในภาคธุรกิจให้มากขึ้น เพื่อพัฒนาให้องค์กรในภาคธุรกิจเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซ $CO_2$

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

พ.อ.รศ. ดร.เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ ได้กล่าวว่า แนวคิดเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green IT) คือ การบริหารจัดการ และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการใช้พลังงาน ลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะอิเล็กทรอนิกส์ และเป้าหมายสูงสุด คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือขยะอิเล็กทรอนิกส์ต้องถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด และไม่มีส่วนประกอบที่ทำจากสารพิษ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้พลังงานน้อยลง แต่มีความสามารถในการทำงานมากขึ้น ตามแนวคิดที่ว่า "Maximum Megabytes for Minimum Kilowatts" ซึ่งถือเป็นแนวทางปฏิบัติหนึ่งที่นิยมใช้กันในองค์กรอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

แนวทางปฏิบัติของ Green IT คือ เทคโนโลยีที่นำเอาคอมพิวเตอร์ Server ที่มีอยู่นำมารวมกันในทาง Logical เพื่อแบ่งเบาและกระจายภาระหน้าที่หรือ Load ใด ๆ ของเครื่อง Server เครื่องใดเครื่องหนึ่งที่ทำงานหนักเกินไป โดยกระจายงานนั้นออกไปยังเครื่อง Server เครื่องใด ๆ ที่เรียกว่า Virtualization




รูปที่ 1 แนวคิดการทำระบบคอมพิวเตอร์เสมือน

แนวคิดระบบประมวลผลรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Computing) ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้มีการใช้งานทรัพยากรของระบบประมวลผลให้ได้ประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่าที่สุดเมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าและวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องใช้งาน และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ซึ่งเป็นโครงการที่หน่วยงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ U.S. Environmental Protection Agency ได้ริเริ่มจัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1992 โครงการ Energy Star เทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ทางด้านการประมวลผลที่ดำเนินการไปตามแนวทางของ Green Computing นั้นจะยึดหลัก 3 ประการด้วยกันที่เรียกว่า Triple Bottom line นั่นคือ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Viability), การรับผิดชอบต่อสังคม (Social Responsibility) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) ซึ่งแตกต่างออกไปจากการดำเนินธุรกิจทั่วไป ที่มีจุดมุ่งหมายอยู่เฉพาะด้านการเจริญเติบโตของธุรกิจเท่านั้น (MICRO Computer Vol.25 No.268 November 2007)

แนวคิดจากเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่รวมการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์ไว้บนทรัพยากรเดียวกัน จึงก่อให้เกิดการใช้งานที่คุ้มค่า ในบทความของ VMware Inc. เรื่อง VMware Horizon Suite End-User Computing Platform ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ในปัจจุบันได้พัฒนาเป็นโซลูชั่นสำหรับ End-User Computing เพื่อตอบสนองการทำงานของผู้ใช้งานที่ทำงานอยู่บนอุปกรณ์ที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นบน PC, Notebook, Mobile Device, Tablet รวมถึงแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็น

Windows Application Web หรือ Mobile Application รวมถึงแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ขององค์กร

เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) เป็นโซลูชั่นที่เปลี่ยน Desktop ของผู้ใช้ ซึ่งต้องยึดติดกับเฉพาะเครื่องของตนเองในการทำงานมาอยู่ที่ Datacenter (Virtual Desktop) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึง Desktop ของตนเองผ่านทางอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้หลากหลายขึ้น นอกจากนั้นผู้ดูแลระบบยังสามารถควบคุมดูแล Desktop ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นจากส่วนกลางเพื่อให้การบริหารจัดการเป็นไปอย่างปลอดภัย Desktop ของผู้ใช้ได้รับการปกป้อง และทำงานได้สะดวกสบายยิ่งขึ้น

รูปที่ 2 Virtual Desktop Infrastructure

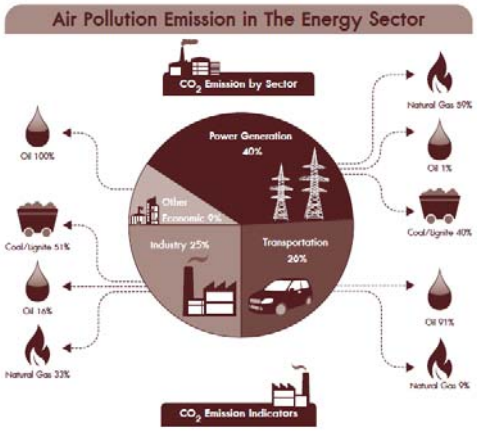
ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติ เขตร้อน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้กล่าวไว้ในคู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้ สาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อนมากกว่าร้อยละ 75 เกิดจากการปล่อยก๊าซ $CO_2$ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล (Fossil Fuels) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น และได้กล่าวถึงศักยภาพในการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ของการปลูกพรรณไม้ต่างๆ ไว้ดังนี้

ตาราง 1 รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง

| **ชนิด/ กลุ่มพรรณไม้** | **ระยะปลูก/ ความหนาแน่น** | **การดูดซับก๊าซ $CO_2$ (ตัน/ไร่/ปี)** |
|---|---|---|
| สัก | ระยะปลูก 4 x 4 เมตร 100 ต้น/ไร่ | 1.36-2.16 |
| ยูคาลิปตัส | ระยะปลูก 2 x 3 เมตร 267 ต้น/ไร่ | 3.15-6.09 |
| กระถินเทพา | ระยะปลูก 3 x 3 เมตร 178 ต้น/ไร่ | 4.00-6.09 |
| กระถินณรงค์ | ระยะปลูก 3 x 3 เมตร 178 ต้น/ไร่ | 2.27-4.40 |
| กระถินยักษ์ | ระยะปลูก 2 x 3 เมตร 267 ต้น/ไร่ | 0.77-6.49 |
| โกงกาง | ระยะปลูก 1.5 x 1.5 เมตร 711 ต้น/ไร่ | 2.75 |
| ยางพารา | ระยะปลูก 3 x 6 เมตร 144 ต้น/ไร่ | 4.22 |
| ปาล์มน้ำมัน | ระยะปลูก 3 x 6 เมตร 144 ต้น/ไร่ | 2.49 |
| พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า | ไม่น้อยกว่า 100 ต้น/ไร่ | 0.95 |
| พรรณไม้เอนกประสงค์ | ไม่น้อยกว่า 100 ต้น/ไร่ | 1.47 |
| พรรณไม้ปลูกในเมือง | ไม่น้อยกว่า 50 ต้น/ไร่ | 1.21 |

จากรายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2556 โดยสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน ในภาคการผลิตไฟฟ้า ในปี 2555

มีการปล่อยก๊าซ $CO_2$ รวมทั้งสิ้น 95.7 ล้านตัน โดยกว่า 25 ปีที่ผ่านมามีการปล่อยก๊าซ $CO_2$ จากการใช้น้ำมันสำเร็จรูป (น้ำมันดีเซลและน้ำมันเตา) ลดลงจาก 2.5 ล้านตันในปี 2531 เหลือ 1.4 ล้านตัน ในปี 2555 ในขณะที่การใช้ถ่านหิน/ลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติยังคงมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซ $CO_2$ สูงขึ้นตามปริมาณการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น โดยถ่านหิน/ลิกไนต์ปล่อยก๊าซ $CO_2$ เพิ่มขึ้นจาก 6.2 ล้านตัน ในปี 2531 เป็น 37.4 ล้านตันในปี 2555 เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติที่ปล่อยก๊าซ $CO_2$ เพิ่มขึ้นจาก 9.6 ล้านตัน ในปี 2531 เป็น 56.9 ล้านตัน ในปี 2555 โดยก๊าซธรรมชาตินับเป็นเชื้อเพลิงที่มีการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ในภาคการผลิตไฟฟ้ามากที่สุด ดังรูปที่ 3




รูปที่ 3 Air Pollution Emission in the Energy Sector (ภาพจาก รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2556 โดยสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

จะเห็นได้ว่าสถิติในภาคการผลิตไฟฟ้าเป็นกลุ่มที่ปล่อยก๊าซ $CO_2$ มากที่สุด คิดเป็น 40% ของประเทศ และเห็นได้ว่า ต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นในป่าธรรมชาติ สวนป่า สวนสาธารณะ หรือริมถนน มีบทบาทสำคัญในการช่วยกักเก็บคาร์บอน เริ่มจากต้นไม้ดูดซับก๊าซ $CO_2$ จากบรรยากาศนำมาสร้างสารอินทรีย์ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและนำมากักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และ ราก ดังนั้นการเปิดคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานจำนวน 100 เครื่อง เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน จะปล่อยก๊าซ $CO_2$ ออกมาประมาณ 7,974 ตันต่อปี ถ้าในบริเวณสถาบันการศึกษานั้นๆ ต้องการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ที่ปล่อยออกมา ด้วยการปลูกพรรณไม้ปลูกในเมืองจะต้องปลูกต้นไม้หรือใช้ต้นไมประมาณ 658,982 ต้นต่อปี จึงจะสามารถดูดก๊าซ $CO_2$ กลับไปฟอกใหม่ให้ได้เป็นก๊าซออกซิเจน เพื่อช่วยเป็นส่วนหนึ่งของการลดปัญหาโลกร้อน

**วัตถุประสงค์**

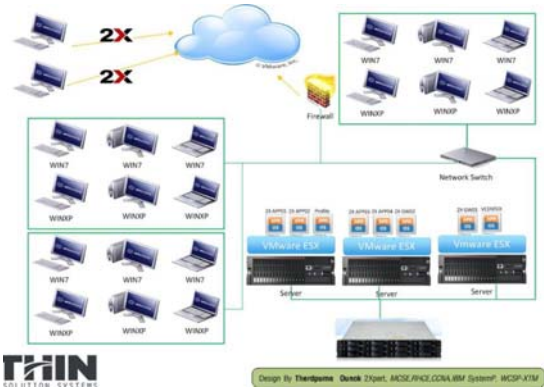
1. เพื่อศึกษาแนวทางปฏิบัติต่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อศึกษาแนวทางปฏิบัติด้านลดต้นทุนในการบริหารจัดการที่เหมาะสมต่อภาคธุรกิจ ในการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในสำนักงาน

**สมมติฐาน**

1. เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI: Virtual Desktop Infrastructure) สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ได้มากกว่า 60%
2. เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI: Virtual Desktop Infrastructure) สามารถลดลดต้นทุนในการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในสำนักงานได้มากกว่า 50%

**วิธีดำเนินการวิจัย**

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางปฏิบัติต่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดต้นทุน โดยศึกษาจากแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green IT) แนวคิดระบบประมวลผลรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Computing) แนวคิดจากเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) แนวคิดห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) รวมทั้งได้ศึกษาสถิติการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ในภาคการผลิตไฟฟ้า จาก รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2556 โดยสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน นอกจากนี้ ได้ศึกษาดูงานจากบริษัทเมโทรซิสเต็มส์คอร์ปอเรชั่น จำกัด เกี่ยวกับ Green IT ออฟฟิศประหยัดพลังงาน และการนำเทคโนโลยี Thin Client เข้ามาใช้ด้านการศึกษา ได้เชิญบริษัทธินโซลูชั่นซิส์เต็ม จำกัด โดยคุณเทิดภูมิ อุ่นอก ติดตั้งระบบเพื่อทดลองใช้เทคโนโลยี Thin Client ในการเรียนการสอน โดยได้นำเครื่อง Server จำนวน 1 เครื่อง และเครื่อง Thin Client จำนวน 5 เครื่อง รวมถึงติดตั้งโปรแกรม VMware และ 2X Application ณ มหาวิทยาลัยธนบุรี เพื่อให้เห็นภาพการใช้งาน และได้ทดลองการใช้งานจำนวน 15 วัน ซึ่งสามารถทดสอบใช้งานได้ทั้งภายในมหาวิทยาลัย และภายนอกมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 4




รูปที่ 4 โครงสร้างแสดงการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่ายทั้งภายในและภายนอกองค์กร

และได้ทดลองคำนวณมูลค่าโดยประมาณตามทฤษฎีของ TOC (Total Cost of Ownership) เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าของเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดต้นทุนในการบริหารจัดการเรียนการสอน

**ประชากรและตัวอย่าง**

กลุ่มประชากร ตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. มหาวิทยาลัยธนบุรี สถานที่ติดตั้ง อุปกรณ์ทดสอบการทำงานของระบบ VDI และข้อมูลงบประมาณตามการสั่งซื้อในโครงการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ของศูนย์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี
2. บริษัทธินโซลูชั่นซิส์เต็ม จำกัด ผู้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ในการทดลอง ประกอบด้วยเครื่อง Server จำนวน 1 เครื่อง และเครื่อง Thin Client จำนวน 5 เครื่อง

## เครื่องมือ

ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการนำเทคโนโลยี VDI มาใช้ทดลองคำนวณมูลค่าโดยประมาณของ TOC (Total Cost of Ownership) แบบง่ายๆ คำนวณมูลค่าโดยประมาณของ TOC (Total Cost of Ownership) แบบง่ายๆ ซึ่งทฤษฎี TOC จะคำนวณมาจากมูลค่าที่เกิดขึ้นจริงร่วมกับมูลค่าที่เกิดจากการประมาณการ เฉพาะค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในการปรับเปลี่ยนระบบแล้วเปรียบเทียบมูลค่าระหว่างแนวปฏิบัติเดิมกับแนวปฏิบัติใหม่

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้คำนวณมูลค่าโดยประมาณตามทฤษฎีของ TOC (Total Cost of Ownership) ดังแสดงในตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 แสดงงบประมาณสั่งซื้อในโครงการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยธนบุรี

| No | Item | QTY | Cost/Unit | Total Cost |
|---|---|---|---|---|
| **ค่าใช้จ่ายคงที่** | | | | |
| 1 | เครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ | 100 | 20,400.00 | 2,040,000.00 |
| **ค่าใช้จ่ายผันแปร** | | | | |
| ***1 | ระบบปฏิบัติการ $52/คน (ประมาณ 1619.8 บาท) | 100 | 1,619.80 | 161,980.00 |
| **2 | โปรแกรม Antivirus | 100 | 850.00 | 85,000.00 |
| **3 | เงินเดือนเจ้าหน้าที่/เดือน | 2 | 15,000.00 | 360,000.00 |
| 4 | ค่าไฟ/เครื่อง/เดือน (PC ใช้ 350 W เปิดวันละ 8 ชม. 5 วัน/สัปดาห์) | 100 | 215.60 | 258,720.00 |
| 5 | ค่าซ่อมบำรุง (ประมาณเครื่องละ 2000บาท/ ปี) | 100 | 2,000.00 | 200,000.00 |
| **รวมค่าใช้จ่าย** | | | | 3,105,700.00 |

ตาราง 3 แสดงงบประมาณตามแนวทางปฏิบัติด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในสำนักงาน ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

| No | Item | QTY | Cost/Unit | Total Cost |
|---|---|---|---|---|
| **ค่าใช้จ่ายคงที่** | | | | |
| 1 | VDI โดยใช้ Thin Client (100x8900) | 100 | 8,900.00 | 890,000.00 |
| 2 | Monitor, Mouse, Keyboard (3500x100) | 100 | 3,500.00 | 350,000.00 |
| 3 | เครื่องคอมพิวเตอร์ Server | 2 | 120,000.00 | 240,000.00 |
| **ค่าใช้จ่ายผันแปร** | | | | |
| ***1 | ระบบปฏิบัติการ $52/คน (ประมาณ 1619.8บาท) | 100 | 1619.80 | 161,980.00 |
| **2 | โปรแกรม Antivirus | 100 | 850.00 | 85,000.00 |
| **3 | เงินเดือนเจ้าหน้าที่/เดือน | 2 | 15,000.00 | 360,000.00 |
| 4 | ค่าไฟ/เครื่อง/เดือน (PC ใช้ 350 W เปิดวันละ 8 ชม. 5 วัน/สัปดาห์) | 100 | 215.60 | 258,720.00 |
| 5 | ค่าซ่อมบำรุง (ประมาณเครื่องละ 2000บาท/ ปี) | 100 | 2,000.00 | 200,000.00 |
| **รวมค่าใช้จ่าย** | | | | 2,043,292.40 |

หมายเหต **ราคาปรับขึ้น 3% ต่อปี และราคาอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามราคาตลาด ณ ช่วงเวลานั้นๆ ***เป็น Software ของ Microsoft ที่มหาวิทยาลัยธนบุรีจัดซื้อในรูปแบบ Microsoft Campus Agreement ซึ่งเป็นราคาของสถานศึกษา และราคาเปลี่ยนแปลงตามค่าเงินบาท

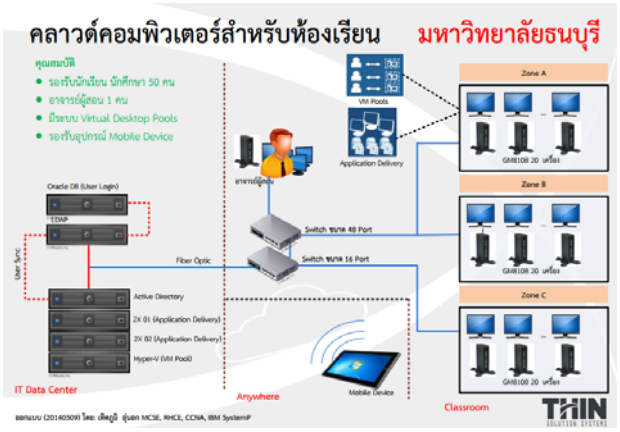
จากการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง (ใช้กำลังไฟ 350 วัตต์) ปล่อยก๊าซ $CO_2$ 76.67 ปอนด์ต่อชั่วโมง ใน 1 วันถ้าเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เอาไว้ 8 ชั่วโมง จะปล่อยก๊าซ $CO_2$ ออกมาถึง 613.36 ปอนด์ต่อวัน หากคำนวณเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการจำนวน 100 เครื่อง จะปล่อยก๊าซ $CO_2$ ออกมามากถึง 61,336.00 ปอนด์ต่อวันโดยประมาณ หากใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 100 เครื่องใน 1 ปี จะปล่อยก๊าซออกมา 15,947,360.00 ปอนด์ต่อปี ในแง่ของทรัพยากรป่าไม้จำเป็นต้องใช้ต้นไม้ในการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ในปริมาณมาก ดังนั้นถ้าในพื้นที่ขององค์กรมีการปลูกพรรณไม้ปลูกในเมืองเพื่อดูดซับก๊าซ $CO_2$ จะต้องมีต้นไม้จำนวน 6,589.82 ต้น โดยประมาณจึงจะสามารถดูดก๊าซ $CO_2$ ที่ปล่อยจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิดใช้งานพร้อมกัน 100 เครื่องต่อปี ได้ หากเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือนจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ได้ถึงร้อยละ 90.28 เทียบจากการใช้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน โดยคำนวณจากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเสมือน 1 เครื่อง (ใช้กำลังไฟ 20 วัตต์) ใน 1 วันเปิดใช้งาน 8 ชั่วโมงปล่อยก๊าซ $CO_2$ ออกมาประมาณ 59.62 ปอนด์ต่อวัน ถ้าเปิดใช้งานพร้อมกัน 100 เครื่อง จะปล่อยก๊าซ $CO_2$ รวม 5,962.47 ปอนด์ต่อวัน หากใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบเสมือน 100 เครื่องใน 1 ปี จะปล่อยก๊าซออกมา 1,550,243.16 ปอนด์ต่อปี ซึ่งถือเป็นร้อยละ 9.72 จากการปล่อยก๊าซ $CO_2$ เมื่อเทียบกับการใช้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ดังนั้น ในแต่ละปีเมื่อนำเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์บบเสมือนมาใช้ จะช่วยให้การปล่อยก๊าซ $CO_2$ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 90.28 ของการใช้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ดังนั้นความเป็นไปได้สูงที่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซ $CO_2$ โดยมีต้นไม้เพียง 640.60 ต้นต่อการเปิดใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ 100 เครื่องในระยะเวลา 1 ปี

นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้ร่วมกับบริษัท THIN Solution Systems ได้ออกแบบโครงสร้างระบบต้นแบบแนวทางปฏิบัติด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในสำนักงาน โดยใช้มหาวิทยาลัยธนบุรี เป็นต้นแบบในการทดลอง ดังรูปที่ 5 และรูปที่ที่ 6 รวมถึงแสดงรายการฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ที่ต้องใช้ในโครงระบบดังแสดงในตารางที่ 4 ตารางที่ 5

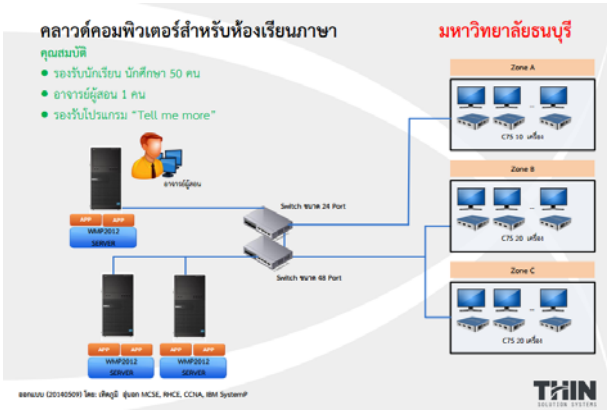
**สรุปผลการวิจัย**

เมื่อคำนวณมูลค่าโดยประมาณตามทฤษฎีของ TOC (Total Cost of Ownership) หากองค์กรภาคธุรกิจนำเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน (VDI : Virtual Desktop Infrastructure) ในการบริหารจัดการแทนการใช้คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะจะสามารถลดต้นทุนด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในสำนักงานได้ ดังตารางที่ 6 และสามารถลดการปล่อยก๊าซ CO2 คิดเป็นร้อยละ 90.28 % ของการใช้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ดังนั้นความเป็นไปได้ในการดูดซับก๊าซ CO2 ด้วยพรรณไม้ปลูกในเมือง มีความเป็นไปได้สูง ในด้านการปล่อยก๊าซ CO2 ซึ่งมี

ต้นไม้เพียง 640.60 ต้น สามารถช่วยการปล่อยก๊าซ $CO_2$ ได้ เพื่อการลดปัญหาโลกร้อนได้ด้วย




รูปที่ 5 โครงสร้างคลาวดคอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียน แสดงการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่ายทั้งภายในและภายนอกองค์กร แบบ THIN Client




รูปที่ 6 โครงสร้างคลาวดคอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียน แสดงการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่ายทั้งภายในและภายนอกองค์กร แบบ ZERO Client

## ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้บริหารระดับสูง ในการปรับปรุงบริหารจัดการ การใช้งานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ให้

ตารางที่ 4 แสดงรายการฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียนคอมพิวเตอร์

**รายการระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียน**

| ลำดับ | รายการ | จำนวน | หน่วย |
|---|---|---|---|
| 1 | เครื่องแม่ข่ายสำหรับติดตั้ง 2X ApplicationServer XG | 2 | เครื่อง |
| 2 | งานติดตั้งเครื่องแม่ข่าย 2X ApplicationServer XG | 2 | เครื่อง |
| 3 | จอภาพ (LED Monitor) ขนาด 23 นิ้ว สำหรับอาจา | 1 | จอ |
| 4 | เครื่องลูกข่าย Centerm CA-690 WES7 สำหรับอ | 1 | เครื่อง |
| 5 | เครื่องลูกข่าย Centerm Thin Client GM810B | 50 | เครื่อง |
| 6 | อุปกรณ์ Mouse + Keyboard | 51 | ชุด |
| 7 | จอภาพ (LED Monitor) ขนาด 18.5 นิ้ว | 50 | จอ |
| 8 | ลิขสิทธิ์ซอร์ฟแวร์ Windows Server 2008 R2 | 1 | ลิขสิทธิ์ |
| 9 | ลิขสิทธิ์สำหรับผู้ใช้ซอร์ฟแวร์ RDS CALs | 50 | ลิขสิทธิ์ |
| 10 | ลิขสิทธิ์ซอร์ฟแวร์ 2X ApplicationServer XG Pro | 1 | ลิขสิทธิ์ |
| 11 | ลิขสิทธิ์ซอร์ฟแวร์ Windows 7 (สำหรับระบบ VDI) | 50 | ลิขสิทธิ์ |
| 12 | ซอร์ฟแวร์ Anti-Virus | 3 | ลิขสิทธิ์ |
| 13 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Switch HUB | 1 | ชุด |
| 14 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Switch HUB | 1 | ชุด |
| 15 | งานติดตั้งระบบสายสัญญาณเชื่อมต่อ Ethernet | 51 | จุด |
| 16 | Professional Service | 1 | งาน |
| 17 | Gold Support 1 Year Agreement (8*5) | 1 | ชุด |

ตารางที่ 5 แสดงรายการฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียนภาษา

**รายการระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์สำหรับห้องเรียน**

| ลำดับ | รายการ | จำนวน | หน่วย |
|---|---|---|---|
| 1 | เครื่องแม่ข่ายสำหรับติดตั้ง Windows Multipoint Server 2012 | 3 | เครื่อง |
| 2 | งานติดตั้งเครื่องแม่ข่าย Windows Multipoint Server 2012 | 3 | เครื่อง |
| 3 | จอภาพ (LED Monitor) ขนาด 23 นิ้ว สำหรับอาจารย์ | 1 | จอ |
| 5 | เครื่องลูกข่าย Centerm Zero Client C75 v2 | 50 | เครื่อง |
| 6 | อุปกรณ์ Mouse + Keyboard | 51 | ชุด |
| 7 | จอภาพ (LED Monitor) ขนาด 18.5 นิ้ว | 50 | จอ |
| 8 | ลิขสิทธิ์ซอร์ฟแวร์ Windows Multipoint Server 2012 | 3 | ลิขสิทธิ์ |
| 9 | ลิขสิทธิ์สำหรับผู้ใช้ซอร์ฟแวร์ Windows Multipoint Server 2012 CALs | 50 | ลิขสิทธิ์ |
| 10 | ซอร์ฟแวร์ Anti-Virus | 3 | ลิขสิทธิ์ |
| 11 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Switch HUB 48 Port | 1 | ชุด |
| 12 | อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Switch HUB 16 Port | 1 | ชุด |
| 13 | งานติดตั้งระบบสายสัญญาณเชื่อมต่อ Ethernet | 51 | จุด |
| 16 | Professional Service | 1 | งาน |
| 14 | Gold Support 1 Year Agreement (8*5) | 1 | ชุด |

ตารางที่ 6 แสดงการคำนวณมูลค่าโดยประมาณของ TOC (Total Cost of Ownership) ที่มีต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบเสมือน

| Total Cost of Ownership (TCO) | PCs | Thin Client | Savings |
|---|---|---|---|
| Total Cost for 1 year | 3,105,700.00 | 2,043,292.40 | 1,062,407.60 |
| Total Cost for 2 year | 1,083,909.40 | 578,977.30 | 504,932.10 |
| Total Cost for 3 year | 1,095,033.40 | 590,101.30 | 504,932.10 |

หมายเหตุ Total Cost ปีที่ 2 และปีที่ 3 ไม่รวมค่าใช้จ่ายคงที่

เหมาะสมกับองค์กร ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนยุทธศาสตร์องค์กรต่อไป ซึ่งหากองค์กรมีการนำข้อมูลผลการวิจัยนี้ไปร่วมใช้เพื่อการกำหนดนโยบายในการบริหารจัดการจะก่อให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในเรื่องของการลดต้นทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ต้นทุนการใช้พลังงานรวมถึงการลดมลพิษที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ขององค์กรในปัจจุบัน ให้มีความคุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป รวมทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กรได้ ซึ่งแต่ละองค์กรสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมต่อการพัฒนาองค์กรของตนเอง โดยคำนึงถึงต้นทุนเทคโนโลยี และวัฒนธรรม ขององค์กรของตนเองเป็นสำคัญ

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารมหาวิทยาลัยธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและข้อมูลต่างๆ เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ บริษัท THIN Solution Systems ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

[1] Kyle J. Nesbit: VIRTUAL PRIVATE MACHINES. A RESOURCE ABSTRACTION FOR MULTICORE COMPUTER SYSTEMS, 2009

[2] เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ. Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, 2553

[3] The Architecture Journal Microsoft #18: Green Computing, 2008

[4] ธนกร หวังพิพัฒน์วงศ์, ณัฐกร เฉยศิริ. The Comparison of Virtualization Techniques for the Organization, 2011

[5] Microsoft Corporation. Competitive Advantages of Windows Server Hyper V over VMware vSphere 5.5, 2013

[6] Lei Ye: ENERGY MANAGEMENT FOR VIRTUAL MACHINES, 2013

[7] บริษัทธินโซลูชั่นซิส์เต็ม จำกัด, คุณเทิดภูมิ อุ่นอก. เทคโนโลยี 2X Application, 2557

[8] MICRO Computer Vol.25 No.268: Green Computing, 2007

[9] 1E Media Center: PC Energy Report 2007, 2007

[10] ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อน คณะวนศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คู่มือศักยภาพของ

พรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้, 2554

[11] สำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ปี 2556, 2557

[12] บริษัทธินโซลูชั่นซิส์เต็ม จำกัด, คุณเทิดภูมิ อุ่นอก. เทคโนโลยี Thin Client, 2557

[13] Manfred Grisebach. IST- Systems Power Consumption, 2013

[14] สุรศักดิ์ ปาเฮ. ห้องเรียนเสมือนจริง, 2013

[15] J. E. Smith and Ravi Nair. An Overview of Virtual Machine Architectures, 2003

[16] VMware Inc. VMware Horizon Suite End-User Computing Platform, 2014