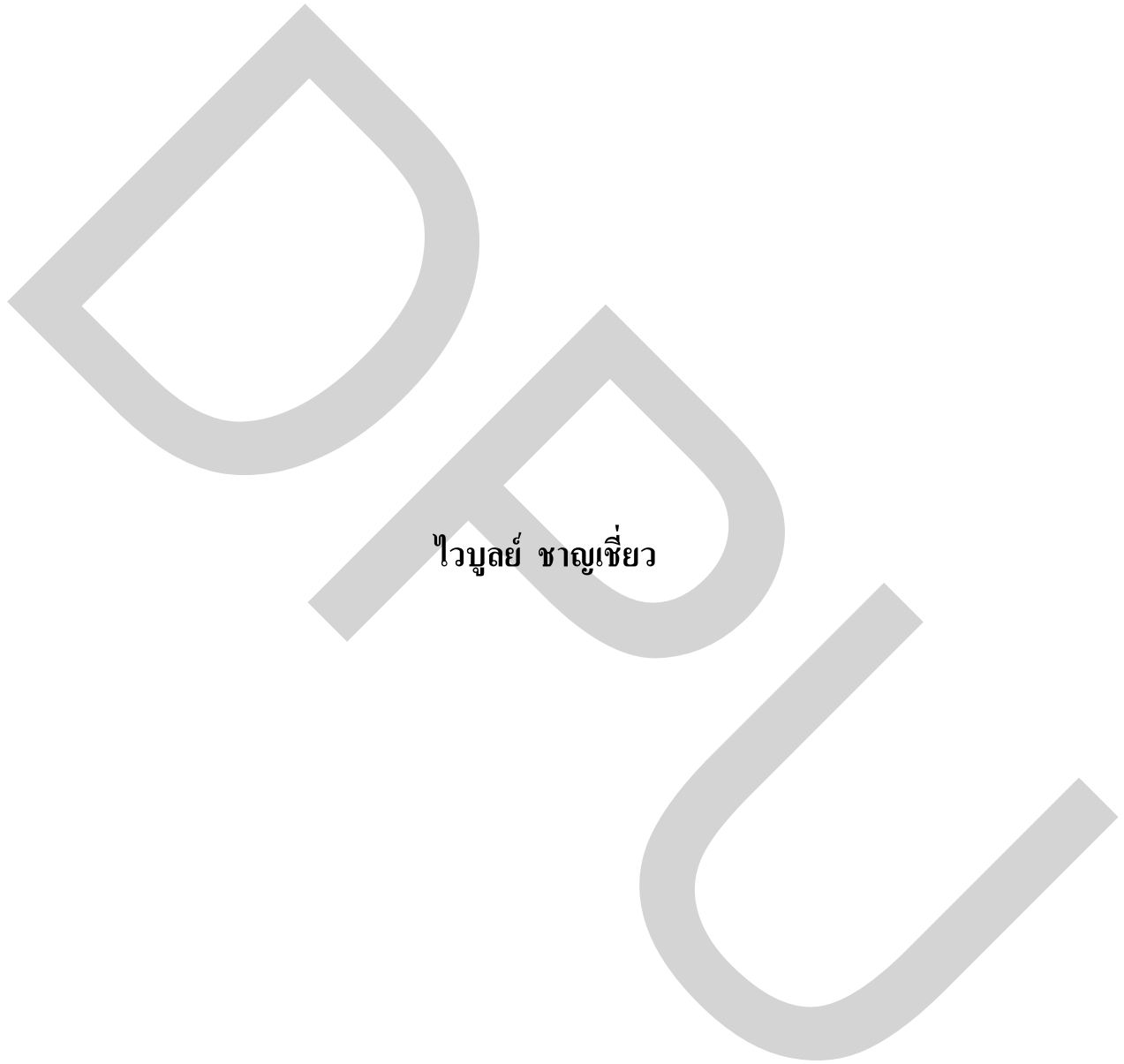


การจัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กร

กรณีศึกษา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



ไวนุลย์ ชาญเขียว

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2550

Application Traffic Optimization Over Enterprise WAN
Case Study : Electricity Generating Authority of Thailand



Waiboon Chanchio

**Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science (Telecommunications Management)**

Department of Telecommunications Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2007

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ฉ |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ง |
| กิตติกรรมประกาศ..... | จ |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญภาพ..... | ฉ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... | 2 |
| 1.2 ปัญหำนำการวิจัย..... | 3 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 3 |
| 1.4 สมมติฐานของการวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... | 4 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 1.7 เล้าโครงสร้างนิพนธ์..... | 5 |
| 2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 6 |
| 2.1 ระบบเครือข่ายสารสนเทศของการไฟฟ้าฝ้ายผลิตแห่งประเทศไทย..... | 6 |
| 2.2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 11 |
| 2.2.1 โปรโตคอล TCP/IP กับการใช้งาน..... | 11 |
| 2.2.2 การวัดประสิทธิภาพการใช้งาน..... | 16 |
| 2.2.3 แบบจำลองเออร์แลง..... | 17 |
| 2.2.4 แบบจำลอง M/M/1 Queues..... | 23 |
| 2.2.5 Throughput ของโปรโตคอล TCP..... | 24 |
| 2.2.6 ผลกระทบในการเรียกใช้ระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 28 |
| 2.3 แนวคิดในการทำวิจัย..... | 31 |
| 2.3.1 แนวคิดทางด้านการจัดการ..... | 31 |
| 2.3.2 แนวคิดทางด้านเทคนิค..... | 32 |
| 2.3.3 แนวคิดเชิงสถิติ..... | 44 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 2.3.4 แนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์..... | 44 |
| 2.4 สรุป..... | 50 |
| 3. ระเบียบวิธีวิจัย..... | 52 |
| 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 52 |
| 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 54 |
| 3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... | 54 |
| 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 54 |
| 3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย..... | 55 |
| 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 57 |
| 4.1 แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ..... | 57 |
| 4.2 การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร..... | 65 |
| 4.2.1 นโยบายขององค์กร..... | 65 |
| 4.2.2 ลักษณะการใช้ระบบงานสารสนเทศในองค์กร..... | 66 |
| 4.2.3 ผลการใช้นโยบายขององค์กร..... | 70 |
| 4.3 การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค..... | 75 |
| 4.3.1 การจำแนกเทคนิคควบคุมการจราจร..... | 78 |
| 4.3.2 ผลการใช้เทคนิคควบคุมการจราจร..... | 80 |
| 4.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์..... | 84 |
| 4.4.1 ค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 84 |
| 4.4.2 ผลตอบแทนการลงทุน..... | 91 |
| 5. สรุปและข้อเสนอแนะ..... | 95 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 95 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 99 |
| บรรณานุกรม..... | 100 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 109 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ข้อมูลรายละเอียดปริมาณการใช้งานของแต่ละสำนักงานสาขา..... | 8 |
| 2.2 ตัวอย่างการใช้โปรโตคอล TCP/UDP และหมายเลข Port..... | 14 |
| 2.3 การเปรียบเทียบเวลาในการส่งข้อมูล ระหว่างระบบเครือข่ายเฉพาะที่กับเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 30 |
| 2.4 ความต้องการของระบบงานบนเครือข่ายบริเวณกว้าง(ต่อหนึ่งผู้ใช้งาน)..... | 33 |
| 2.5 สถานภาพระบบเครือข่ายขององค์กรตัวอย่าง..... | 45 |
| 2.6 ผลการเพิ่มเพดานความเร็วในระบบเครือข่ายขององค์กรตัวอย่าง..... | 46 |
| 3.1 กำหนดการดำเนินการวิจัย..... | 56 |
| 4.1 กลุ่มตัวอย่าง..... | 60 |
| 4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกไว้..... | 62 |
| 4.3 สัดส่วนการใช้งานเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 67 |
| 4.4 สัดส่วนการใช้เครือข่ายบริเวณกว้าง จัดลำดับตามความสำคัญ..... | 71 |
| 4.5 ผลการคำนวณจากสมการ (4.4) และ (4.3) เปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกไว้..... | 72 |
| 4.6 แสดงเพดานความเร็วสูงสุดลดลงกรณีใช้นโยบายควบคุมการใช้ระบบงาน..... | 76 |
| 4.7 ผลการใช้เทคนิคกับกลุ่มงานประเภทต่างๆ..... | 80 |
| 4.8 แสดงปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงเมื่อใช้เทคนิคต่างๆ..... | 81 |
| 4.9 เพดานความเร็วสูงสุดแต่ละสำนักงานสาขาเมื่อใช้เทคนิคต่างๆ..... | 82 |
| 4.10 อัตราค่าบริการทางด้านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 85 |
| 4.11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างในการใช้เทคนิคแบบต่างๆ..... | 86 |
| 4.12 ปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงเมื่อจัดการด้วยนโยบายองค์กรและวิธีทางเทคนิค..... | 88 |
| 4.13 เพดานความเร็วสูงสุดเมื่อจัดการด้วยนโยบายองค์กรและวิธีทางเทคนิค..... | 88 |
| 4.14 ประมาณค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างที่ลดลงเมื่อมีการบริหารจัดการ..... | 91 |
| 4.15 ผลกระทบต่อระบบงานบริหารทรัพยากรองค์กรและอิเล็กทรอนิกส์เมล์..... | 93 |
| 4.16 ผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำสำหรับระยะเวลาโครงการ 4 ปี..... | 94 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ลักษณะระบบเครือข่ายสารสนเทศการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย..... | 7 |
| 2.2 การวางแผนให้เพดานความเร็วสูงสุดมีค่าสูงกว่าค่าพยากรณ์..... | 11 |
| 2.3 เปรียบเทียบ ISO Model กับ TCP/IP Stack..... | 12 |
| 2.4 โพรโตคอลต่างๆ ในชั้น Application Layer..... | 13 |
| 2.5 โพรโตคอล TCP และ UDP..... | 13 |
| 2.6 การใช้บริการ TCP ผ่าน Port ต่างๆ..... | 15 |
| 2.7 โพรโตคอลในชั้น Internetwork Layer..... | 15 |
| 2.8 การเรียกใช้บริการ โพรโตคอล IP | 16 |
| 2.9 ลักษณะความไม่แน่นอนในการจราจรของข้อมูล..... | 17 |
| 2.10 โอกาสที่แพ็คเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 200 ms ที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps..... | 19 |
| 2.11 โอกาสที่แพ็คเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps..... | 20 |
| 2.12 โอกาสที่แพ็คเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ระดับความคับคั่งต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 2 Mbps..... | 20 |
| 2.13 โอกาสที่แพ็คเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ระดับความคับคั่งต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 9,600 bps..... | 21 |
| 2.14 ระยะเวลาอคิวที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่าย ที่มีเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล 64 Kbps..... | 22 |
| 2.15 ระยะเวลาอคิวที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่าย ที่มีเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล 2 Mbps..... | 22 |
| 2.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคับคั่ง กับ Delay Time..... | 24 |
| 2.17 ลักษณะของ Throughput ที่ RTT ต่างๆ สำหรับเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 45 Mbps..... | 27 |
| 2.18 เปรียบเทียบ Throughput ระหว่างเครือข่ายความเร็ว 6 Mbps และ 45 Mbps..... | 27 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.19 ผลกระทบของการสูญหายที่มีต่อ Throughput ของโปรโตคอล TCP..... | 28 |
| 2.20 เปรียบเทียบ Throughput ระหว่างโปรโตคอล TCP และ CIFS ในระบบเครือข่ายที่เพดานความเร็ว 6 Mbps..... | 30 |
| 2.21 การใช้ระบบงานในองค์กรขนาดใหญ่..... | 31 |
| 2.22 ลักษณะการจราจรของระบบงานก่อนทำ QoS..... | 35 |
| 2.23 ลักษณะการจราจรของระบบงานหลังทำ QoS..... | 35 |
| 2.24 แนวคิดสถาปัตยกรรม WAFS..... | 38 |
| 2.25 แสดงการทำงานของโปรโตคอล CIFS..... | 40 |
| 2.26 แสดงผลการ Optimize โปรโตคอล CIFS..... | 40 |
| 2.27 โครงสร้างสถาปัตยกรรมการเร่งความเร็วในการใช้งาน..... | 42 |
| 2.28 แสดงผลของการเร่งความเร็วในการใช้งานผ่านระบบ WAN | 42 |
| 2.29 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางลอนดอนแยกตามเทคนิค..... | 47 |
| 2.30 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางลอนดอนเมื่อใช้เทคนิคผสม..... | 48 |
| 2.31 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางบอสตันแยกตามเทคนิค..... | 48 |
| 2.32 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางบอสตันเมื่อใช้เทคนิคผสม..... | 49 |
| 3.1 กระบวนการในการดำเนินการวิจัย..... | 53 |
| 3.2 Logical Diagram แสดงการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างสำนักงาน..... | 55 |
| 3.3 Logical Diagram แสดงการวางอุปกรณ์ WOC ในระบบเครือข่าย..... | 56 |
| 4.1 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้งานจริง กับ ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสมการ (4.2) | 64 |
| 4.2 สัดส่วนการใช้ระบบสารสนเทศใน กฟผ. ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 68 |
| 4.3 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้งาน กับ ผลการคำนวณจากสมการ (4.4) และ (4.3) | 71 |
| 4.4 สัดส่วนการใช้ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง..... | 75 |
| 4.5 แสดงเพดานความเร็วสูงสุดของสำนักงานสาขาลดลงเมื่อใช้นโยบายองค์กร..... | 78 |
| 4.6 ภาพแสดงการเปรียบเทียบขนาดเพดานความเร็วสูงสุดกรณีใช้เทคนิคต่างๆ..... | 84 |
| 4.7 แสดงค่าใช้จ่ายเครือข่ายที่ลดลงเมื่อใช้เทคนิคแบบต่างๆ..... | 87 |
| 4.8 แสดงค่าใช้จ่ายลดลงเมื่อมีการบริหารจัดการ..... | 92 |

| | |
|------------------|--|
| หัวข้อสารนิพนธ์ | การจัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กร กรณีศึกษา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |
| ชื่อผู้เขียน | ไวบูลย์ ชาญเชียว |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ บุญไชยอภิสิทธิ์ |
| สาขาวิชา | การจัดการโทรคมนาคม |
| ปีการศึกษา | 2549 |

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศมีมากมายหลายรูปแบบ ระบบงานเหล่านี้มักทำงานได้ดีในเครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Networks : LANs) ที่มีใช้อยู่ภายในบริเวณสำนักงานใหญ่เท่านั้น การเพิ่มเพดานความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Bandwidth Capacity) ให้กับเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Networks : WANs) เพื่อแก้ปัญหาประสิทธิภาพการใช้งานให้สำนักงานสาขาต่างๆ นั้น มักมีค่าใช้จ่ายสูง และไม่ใช่วิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องและปัญหาก็ไม่มีที่สิ้นสุด สารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการค้นหาข้อสรุปในการจัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กรโดยพิจารณาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางแก้ไข จากการศึกษาวิจัยทำให้ทราบหลักการกำหนดขนาดช่องสัญญาณที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละสำนักงานสาขา และระบบบริหารจัดการกับปริมาณข้อมูลที่ส่งผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้างเพื่อให้การใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศดำเนินไปได้ตามปกติ เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนแม้จะมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มเติมให้กับแต่ละสาขา โดยครอบคลุมมุมมองใน 3 ด้านด้วยกันคือ การบริหารจัดการ เทคโนโลยี และเศรษฐศาสตร์

การทำวิจัยนี้ ใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นกรณีศึกษา เป็นแหล่งข้อมูลในการวิเคราะห์หาข้อสรุปและสามารถนำผลการศึกษาไปปฏิบัติ ใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนงานเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและองค์กรต่างๆ ได้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จัดเป็นรัฐวิสาหกิจขนาดใหญ่ มีสำนักงานสาขาขนาดต่างๆ กระจายอยู่ทั่วประเทศ ใช้เครือข่ายเฉพาะที่และเครือข่ายบริเวณกว้างรองรับระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ปัจจุบันมีจำนวนพนักงานประมาณ 25,000 คน และจำนวนสำนักงานสาขาที่เชื่อมโยงระบบเครือข่ายบริเวณกว้างแล้ว 67 สำนักงาน

Term Paper Title Application Traffic Optimization Over Enterprise WAN
 Case Study : Electricity Generating Authority of Thailand

Author Waiboon Chanchio

Term Paper Advisor Assistant Professor Dr. Pranot Boonchai-Apisit

Department Telecommunications Management

Academic Year 2006

ABSTRACT

At present, there are a wide range of information technology applications. They all perform well in Local Area Network (LAN) environments , which are normally implemented in the head office. To increase bandwidth capacity of Enterprise Wide Area Networks (WANS), large amount of budget is required, while promised benefits are not obvious. Besides, excessive spending on network bandwidth and high administrative costs of branches are not the best solution for generating the same application performance in each branch. On the contrary, real problems remain unsolved. In this paper, the researcher presents how to optimize application traffic over Enterprise WANs. Potential problems are identified and analyzed. Also, included are solutions and criteria for setting bandwidth capacity for each branch office. The study, which covers the three areas : management, technology, and economics, illustrates that the applications function well as through they have been accessed in the same LANs with an effective ROI.

The case study of Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) is approached. The solution can be used as criteria for network planning in the organization. EGAT is a large state enterprise of Thailand. WANs have been implemented for information technology applications since 1980. There are about 25,000 employees with 67 WAN-connected branch offices.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ ดำเนินการสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือ ตรวจสอบ ชี้แนะจุดบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ปฏิบัติงานกองระบบเครือข่ายสารสนเทศ ฝ่ายปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ทางด้านข้อมูล และด้านวิชาการเป็นอย่างดี รวมทั้งคุณวิภาวี ชาญเชียว นางสาวสุณัฐา ชาญเชียว และ เด็กหญิงอรญา ชาญเชียว ที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนในด้านต่างๆ มาโดยตลอด

ประโยชน์และคุณค่าที่พึงมีจากสารนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีส่วนร่วมทุกท่าน ตลอดทั้งผู้รวบรวมและเรียบเรียงหนังสือ เอกสารต่างๆ ที่ผู้วิจัยอ้างถึงในการทำสารนิพนธ์

ไวบูลย์ ชาญเชียว

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายสารสนเทศขององค์กร (Enterprise Information Network Infrastructure) มีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจเป็นอย่างมาก องค์กรสมัยใหม่มีการใช้เครือข่ายรองรับระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศที่สำคัญยิ่งต่อองค์กร (Mission-Critical Applications) เช่น ระบบงานวางแผนทรัพยากรขององค์กร (Enterprise Resource Planning) ระบบงานบริหารลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relation Management) และรองรับการสื่อสารข้อมูลอื่นเช่น ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบโทรศัพท์ ระบบประชุมทางไกล ระบบงานเหล่านี้จำเป็นต้องการทำงาน เพื่อให้พนักงานสร้างผลผลิตให้กับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ บางองค์กรยังใช้ประโยชน์ของเครือข่ายเดียวกันในงานบริหารการผลิตที่เป็นธุรกิจหลักขององค์กรด้วยเช่น การใช้ควบคุมอุปกรณ์ของโรงงานต่างๆ การบันทึกผลการทำงานของอุปกรณ์ภายในอาคารที่อยู่ห่างไกล เป็นต้น หากประสิทธิภาพของการใช้ระบบงานต่างๆ น้อยเกินไป ไม่เพียงแต่จะทำให้พนักงานไม่ได้รับความสะดวกเท่านั้น แต่ยังหมายถึงการสูญเสียผลผลิตของงานที่พนักงานควรจะทำได้ เสียค่าใช้จ่าย และสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้อีกด้วย นอกจากนี้ ในสภาพแวดล้อมของธุรกิจในปัจจุบัน นอกจากเครือข่ายสารสนเทศจะให้บริการภายในแล้ว องค์กรยังจำเป็นต้องเชื่อมโยงระบบเครือข่ายไปยังสถานที่ต่างๆ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้ใช้ประโยชน์ในการทำธุรกิจร่วมกันด้วย ได้แก่ หุ่นส่วนทางธุรกิจ ลูกค้า ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) เป็นต้น องค์กรประกอบเหล่านี้ ต่างก็มีผลกระทบต่อการบริหารงานขององค์กรและความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจทั้งสิ้น

การบริหารเครือข่ายสารสนเทศขององค์กรในอดีตที่ผ่านมา หากพบปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้งานเนื่องจากจุดอ่อนของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Networks) แล้ว ผู้บริหารมักจะตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยการลงทุนเพิ่มเพดานความเร็วสูงสุด (Bandwidth Capacity) ให้กับเครือข่ายบริเวณกว้าง สอดคล้องกับผลการสำรวจของ Gartner Incorporation (Jean Claude Delcroix, 2004 : unpagged) เรื่อง “Updated Bandwidth Capacity Requirements for 2004 to 2008” ซึ่งผลการสำรวจสรุปได้ว่า ความต้องการปรับปรุงเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูลมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 60 ต่อปี เหตุผลของความต้องการดังกล่าว ก็เพื่อลดปัญหาการ

หยุดชะงักของธุรกิจเนื่องจากความคับคั่ง (Congestion) ของการจราจรในระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง แต่การประเมินหาตัวเลขเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูลของเครือข่าย หากขาดข้อมูลและวิธีวิเคราะห์ทางสถิติที่ถูกต้อง ก็จะทำให้การประเมินความต้องการมีค่าสูงเกินไป (Klar Technologies Incorporation, 2006 : unpagged) ผลที่ตามมาคือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการปรับปรุงจะสูงเกินความต้องการจริง

การเพิ่มเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูลของเครือข่ายบริเวณกว้างนั้น อาจมีผลดีต่อการปรับปรุงช่วงเวลารอคอย (Response Time) ของระบบงานที่ไม่สำคัญ แต่ไม่สามารถรับรองได้ว่าขนาดเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูลที่มีอยู่นั้น จะเพียงพอสำหรับรองรับระบบงานสำคัญยิ่งขององค์กรในช่วงเวลาวิกฤตได้หรือไม่ นอกจากนี้ เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจและการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน ทำให้ผู้บริหารมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับการพิจารณาลดต้นทุน และลดค่าใช้จ่ายในดำเนินงานขององค์กรมากขึ้น ดังนั้นผู้บริหารเครือข่ายไม่เพียงแต่ต้องดูแลความพร้อมใช้งาน (Availability) ของระบบเครือข่ายเท่านั้น แต่ผู้บริหารยังต้องศึกษาวิเคราะห์หาวิธีเพิ่มสมรรถนะในการรับส่งข้อมูลของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง โดยรักษาระดับเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูลของเครือข่ายบริเวณกว้างเอาไว้ เพื่อควบคุมการลงทุน และควบคุมค่าใช้จ่ายดำเนินการทางด้านเครือข่ายบริเวณกว้าง แต่ยังคงประสิทธิภาพของการใช้ระบบงานไม่ให้ด้อยไปกว่าการใช้ระบบงานภายในเครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Networks)

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาหาวิธีการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นประสิทธิภาพการเรียกใช้ระบบงานจากสำนักงานสาขาต่างๆ ในขณะที่ต้องการควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง การวิจัยจะทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของคำตอบในด้านต่างๆ ได้แก่ การบริหารจัดการเชิงนโยบาย การบริหารจัดการด้วยเทคโนโลยี การลงทุนและผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลการใช้งานระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลตัวอย่างในการวิเคราะห์

1.2 ปัญหาการวิจัย

1.2.1 การบริหารจัดการระบบเครือข่ายบริเวณกว้างในปัจจุบัน เหมาะสมและรองรับการใช้งานขององค์กรได้ดีหรือไม่

1.2.2 การประเมินหาขนาดแบนด์วิธของเครือข่ายบริเวณกว้าง ที่จำเป็นต่อสำนักงานสาขาจะมีวิธีการอย่างไร ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด

1.2.3 แนวโน้มของการบริหารจัดการระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นอย่างไร และมีผลิตภัณฑ์ที่ช่วยในการบริหารจัดการหรือไม่

1.2.4 การบริหารจัดการระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง โดยใช้นโยบายและเทคโนโลยี ควบคุมการจราจรของระบบงานที่เรียกใช้งานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรอย่างไร

1.2.5 ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ควรมีการบริหารจัดการอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และคุ้มค่าต่อการลงทุนขององค์กร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาสภาพการใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กร ผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง วิเคราะห์แยกประเภท และปริมาณการใช้งาน

1.3.2 เพื่อศึกษาหาเครื่องมือในการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้าง จัดการจราจรของการใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้มีความเหมาะสมสอดคล้องที่สุดกับเครือข่ายบริเวณกว้าง และได้ประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร

1.3.3 เพื่อวิเคราะห์การลงทุน ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ เปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังการบริหารจัดการด้วยผลการวิจัย

1.3.4 เพื่อเป็นข้อมูลในการนำเสนอแนวทาง สำหรับปรับปรุงการบริหารจัดการระบบเครือข่ายสารสนเทศทางด้านการวางแผนรองรับความต้องการ (Capacity Planning) ขององค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารทรัพยากรเครือข่ายบริเวณกว้าง

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ความต้องการแบนด์วิธของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง เชื่อมโยงสำนักงานสาขาขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์ และ จำนวนพนักงานในแต่ละสาขา

1.4.2 การเพิ่มขนาดแบนด์วิธให้กับระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง เมื่อเกิดปัญหาการใช้งานนั้นไม่เอื้อประโยชน์ต่อประสิทธิภาพในการเรียกใช้ระบบงานที่สำคัญต่อองค์กร

1.4.3 การมีนโยบายควบคุมการใช้งานระบบสารสนเทศขององค์กร และการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการจราจร จะช่วยลดความจำเป็นในการเพิ่มขนาดเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ในอนาคต

1.4.4 การลงทุนด้านเทคโนโลยี แทนการขยายเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อองค์กรในระยะเวลาไม่นานนัก

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัย ใช้ข้อมูลสถิติการใช้งานระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง บันทึกจากอุปกรณ์นำมาวิเคราะห์หาข้อสรุปภายใต้ขอบเขตในการทำวิจัยดังนี้

1.5.1 ตัวแปรในการวิจัย

1.5.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ จำนวนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงานที่ประจำอยู่ในแต่ละสำนักงานสาขา ปริมาณสัดส่วนการใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้จากการตรวจวัดข้อมูลในอุปกรณ์เครือข่ายประจำสำนักงานสาขา

1.5.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ขนาดของแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาจำเป็นต้องใช้ในสภาพปัจจุบัน และสภาพหลังจากนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.5.2 ประชากร ได้แก่ อุปกรณ์เครือข่าย (Router) ในสำนักงานสาขาต่างๆ จำนวน 67 สำนักงานสาขา และเลือกใช้ข้อมูลจากจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 39 สำนักงานสาขา

1.5.3 การวิจัยดำเนินการด้วยการวิเคราะห์ตามขั้นตอนสี่กระบวนการ ได้แก่ แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

1.5.4 ระยะเวลาการวิจัย ดำเนินการในปีการศึกษา 2549 (มิถุนายน 2549 – ธันวาคม 2549) โดยใช้ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากประชากรกลุ่มตัวอย่างสะสมไว้ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2549 ถึงเดือนเมษายน 2549 มาวิเคราะห์ และดำเนินงานวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน ภายในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนรองรับด้วยแบบจำลองที่ได้จากการวิจัย

1.6.2 ทางเลือกที่เหมาะสมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งเชิงนโยบาย เทคโนโลยี และเศรษฐศาสตร์

1.6.3 มาตรฐานการบริหารจัดการ สามารถกำหนดแผนงานรองรับการใช้งานในอนาคตอย่างมีหลักการ เป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสม ในด้านต่างๆ ได้แก่ด้านการบริหารจัดการ เทคโนโลยี และเศรษฐศาสตร์

1.6.4 การลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานทางด้านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง โดยยังคงรักษาหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง และยังสามารถรองรับระบบงานสำคัญขององค์กรได้อย่างแน่นอน

1.7 คำโครงสารนิพนธ์

การวิจัยเรื่อง การจัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กร กรณีศึกษาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นการวิจัยโดยรวบรวมข้อมูลจากสภาพภาพการใช้งานจริง นำทฤษฎีและแนวคิดเชิงสถิติและเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาศึกษา เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและความจำเป็นขององค์กร โดยมีส่วนประกอบของการวิจัยดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงความสำคัญ และประเด็นปัญหาที่ทำให้ต้องวิจัยเรื่องนี้ วัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงสภาพของระบบที่จะทำการศึกษาและหาทางเลือกเพื่อปรับปรุง โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับโปรโตคอล TCP/IP แบบจำลองเออร์แลง แบบจำลอง M/M/1 Queues และตัวชี้วัดประสิทธิภาพต่างๆ ส่วนแนวคิดในการวิจัยจะประกอบด้วยแนวคิดในการจัดการ เทคโนโลยี แนวคิดการประยุกต์ใช้งานสถิติ และ เศรษฐศาสตร์

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย แสดงขั้นตอนการทำวิจัย การเลือกกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวิจัย และแผนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์แบ่งเป็น 4 กระบวนการด้วยกันคือ แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ นำผลการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณจากแต่ละกระบวนการมาบรรยายเชิงพรรณนาและเปรียบเทียบระหว่างกรณี ทางเลือกต่างๆ

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ เป็นการสรุป อภิปรายผลที่ได้จากการวิจัย และข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปปฏิบัติ

บทที่ 2

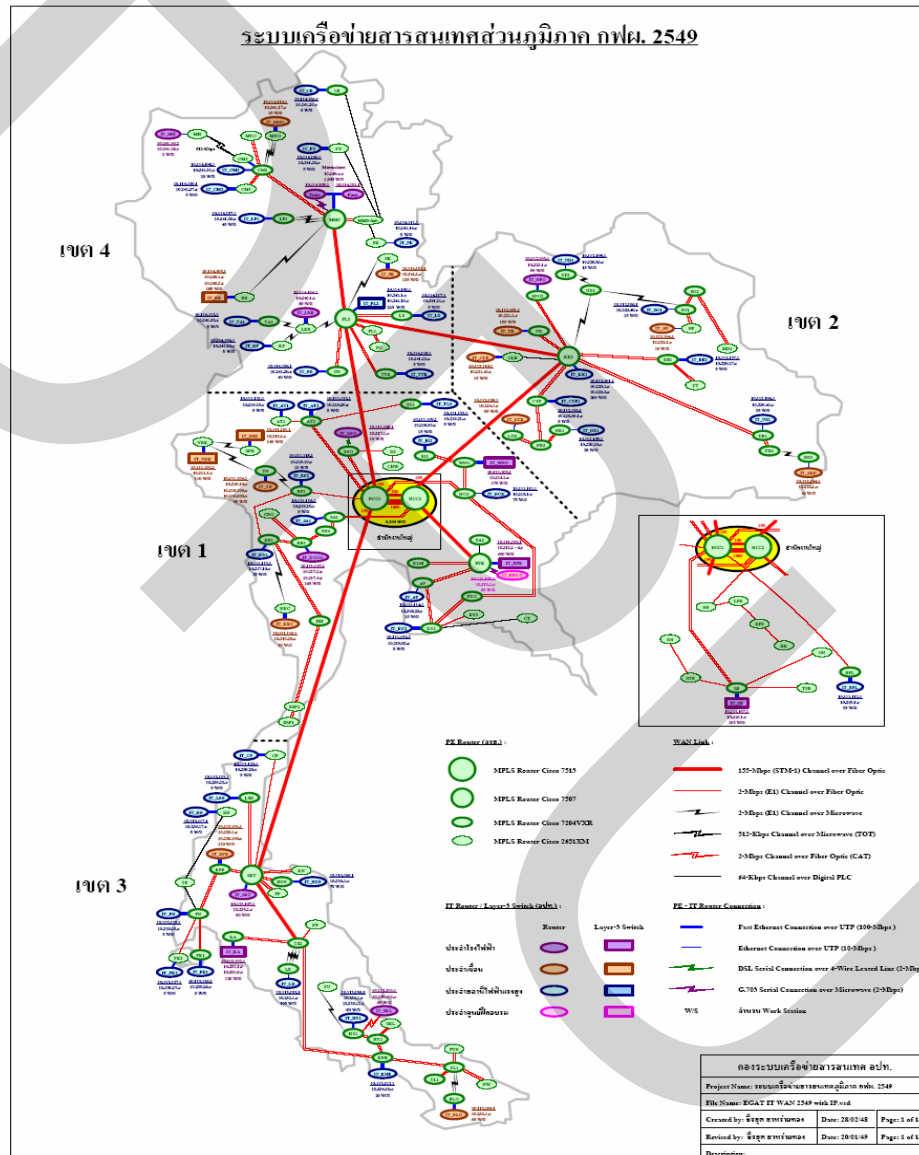
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายระบบสื่อสารทั่วไป มีแนวโน้มการรวมเป็นเครือข่ายเดียวกันมากขึ้น โดยใช้บริการโปรโตคอล IP (Internet Protocol) เป็นพื้นฐานร่วมกันในการติดต่อเรียกว่า โครงข่ายไอพี (IP Networks) ดังจะเห็นได้จากการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เช่น VoIP (Voice over IP) ระบบประชุมทางไกล และ โทรศัพท์ไอพี (IP Phone) สำหรับใช้บนโครงข่ายไอพี เป็นต้น สำหรับระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ก็มีการพัฒนาระบบงานด้วยโปรโตคอลเฉพาะและ ประสานงานกับโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) และโปรโตคอล IP จนส่งข้อมูลผ่านเข้าไปในระบบเครือข่ายในที่สุด ในบทที่ 2 นี้ หัวข้อ 2.1 จะเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสถานภาพของระบบเครือข่ายสารสนเทศของ กฟผ. ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา หัวข้อ 2.2 เป็น ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการทำวิจัย และหัวข้อ 2.3 เป็นแนวคิดในการทำวิจัย ที่จะใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย

2.1 ระบบเครือข่ายสารสนเทศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นรัฐวิสาหกิจขนาดใหญ่ มีภารกิจทางด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า มีโรงผลิตพลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิงถ่านหินเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า สถานีไฟฟ้าแรงสูง โครงข่ายสายส่งพลังงานไฟฟ้า แหล่งวัตถุดิบ และสำนักงานสาขา กระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ กฟผ. มีพนักงานในสำนักงานต่างๆ รวมกันประมาณ 25,000 คน มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ประมาณ 12,000 เครื่อง มีเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม และฐานข้อมูลสำคัญขององค์กรติดตั้งอยู่ภายในบริเวณสำนักงานใหญ่ ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายใช้โปรโตคอลไอพีทั้งหมด จึงกล่าวได้ว่าโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายทั้งหมดเป็นโครงข่ายไอพี การเชื่อมโยงระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศไปยังหน่วยงานต่างๆ มีรูปแบบการจัดระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศภายในแต่ละสำนักงานสาขา เป็นเครือข่ายเฉพาะที่ซึ่งใช้เทคโนโลยีอีเธอร์เน็ตที่มีเพดานความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 100 ถึง 1,000 Mbps การติดต่อระหว่างเครือข่ายภายในสำนักงานใหญ่กับสำนักงานสาขาต่างๆ นั้น ใช้เครือข่ายบริเวณกว้างทำหน้าที่เชื่อมโยง เครือข่ายหลักของระบบเครือข่ายบริเวณกว้างใช้เทคโนโลยี MPLS (Multi Protocol

Label Switch) ส่วนลักษณะวงจรช่วงสุดท้าย (Last Mile) ที่เชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายเฉพาะที่ภายในแต่ละสำนักงานสาขา ขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์และความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกในแต่ละพื้นที่ของประเทศ เครือข่ายทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ส่วนใหญ่ กฟผ. เป็นผู้ดำเนินการเอง และมีลักษณะการเชื่อมโยงเครือข่ายดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะระบบเครือข่ายสารสนเทศการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

สำหรับจำนวนคอมพิวเตอร์ ขนาดเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล และปริมาณการจราจรบนเครือข่ายบริเวณกว้างของแต่ละสำนักงานสาขา มีรายละเอียดตามตารางที่ 2.1 โดยเป็นข้อมูลที่รวบรวมระหว่างเดือน มีนาคม 2549 ถึงเดือนเมษายน 2549

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลรายละเอียดปริมาณการใช้งานของแต่ละสำนักงานสาขา

| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ขนาดพีดานความเร็วสูงสุด | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย | % Utilization |
|-----|-------------------------------|--------------|--------------|----------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | เขื่อนศรีนครินทร์ | C-1 | 538 | 145 | 2 Mbps | 1.9 Mbps | 95 |
| 2 | เขื่อนวชิราลงกรณ์ | C-2 | 257 | 130 | 2 Mbps | 2.0 Mbps | 100 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | C-3 | 1,649 | 400 | 100 Mbps | 15.0 Mbps | 15 |
| 4 | เขื่อนท่าทุ่งนา | C-4 | 259 | 75 | 2 Mbps | 1.0 Mbps | 50 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | C-5 | 205 | 175 | 2 Mbps | 1.8 Mbps | 90 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | C-6 | 80 | 45 | 4 Mbps | 1.0 Mbps | 25 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | C-7 | 700 | 195 | 4 Mbps | 3.0 Mbps | 75 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | C-8 | 50 | 15 | 4 Mbps | 0.8 Mbps | 20 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | C-9 | 55 | 15 | 4 Mbps | 0.6 Mbps | 15 |
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | C-10 | 251 | 165 | 4 Mbps | 2.5 Mbps | 62.5 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | C-11 | 209 | 75 | 2 Mbps | 1.3 Mbps | 65 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | C-12 | 79 | 35 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | C-13 | 60 | 25 | 4 Mbps | 1.0 Mbps | 25 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไร่ | C-14 | 50 | 15 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | C-15 | 50 | 15 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | C-16 | 40 | 10 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | C-17 | 40 | 10 | 2 Mbps | 0.6 Mbps | 30 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | C-18 | 10 | 3 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | C-19 | 10 | 3 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | C-20 | 10 | 1 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | C-21 | 40 | 10 | 4 Mbps | 0.6 Mbps | 15 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | E-1 | 270 | 200 | 100 Mbps | 6.0 Mbps | 6 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | E-2 | 350 | 150 | 6 Mbps | 6.0 Mbps | 100.0 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | E-3 | 160 | 90 | 4 Mbps | 1.3 Mbps | 32.5 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | E-4 | 96 | 40 | 2 Mbps | 1.8 Mbps | 90 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | E-5 | 57 | 55 | 4 Mbps | 2.0 Mbps | 50 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | E-6 | 45 | 35 | 4 Mbps | 0.6 Mbps | 15 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | E-7 | 35 | 15 | 2 Mbps | 1.4 Mbps | 70 |
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุดรธานี 1 | E-8 | 23 | 15 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | E-9 | 54 | 35 | 4 Mbps | 1.7 Mbps | 42.5 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | E-10 | 132 | 35 | 64 Kbps | 64.0 Kbps | 100 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | E-11 | 42 | 10 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | E-12 | 40 | 10 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | E-13 | 10 | 3 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | S-1 | 530 | 130 | 4 Mbps | 3.5 Mbps | 87.5 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | S-2 | 217 | 120 | 4 Mbps | 1.8 Mbps | 43.75 |

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

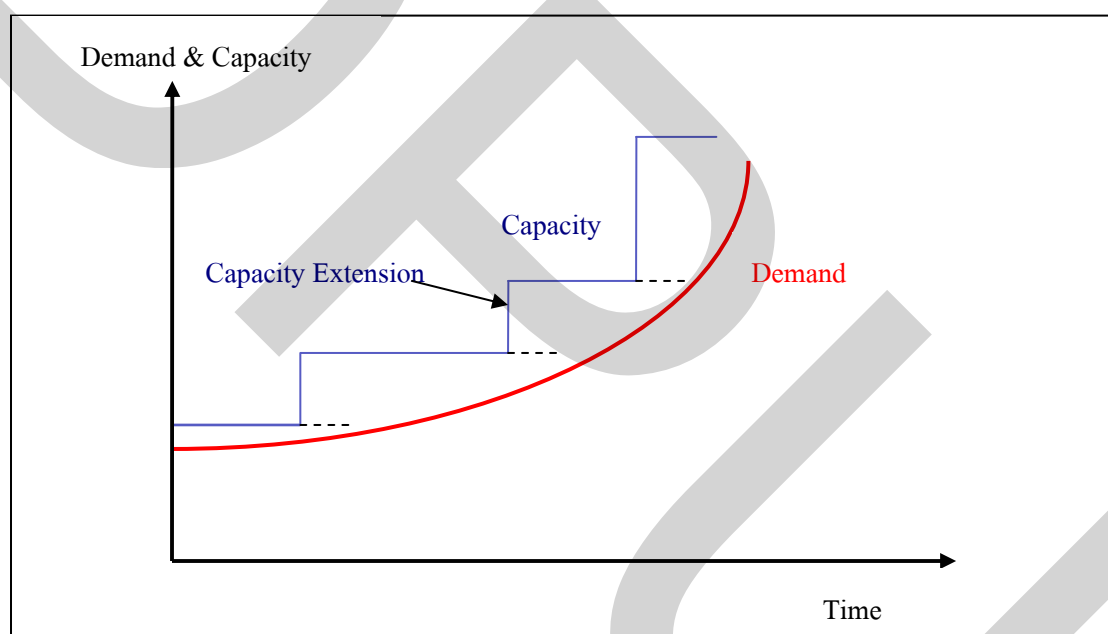
| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ขนาดพีดานความเร็วสูงสุด | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย | % Utilization |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | S-3 | 201 | 105 | 6 Mbps | 1.8 Mbps | 30 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | S-4 | 195 | 65 | 4 Mbps | 1.2 Mbps | 30 |
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | S-5 | 187 | 80 | 4 Mbps | 2.1 Mbps | 52.5 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านคอน | S-6 | 136 | 70 | 4 Mbps | 1.2 Mbps | 30.75 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | S-7 | 140 | 60 | 100 Mbps | 2.8 Mbps | 2.8 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแงะ | S-8 | 13 | 20 | 4 Mbps | 1.8 Mbps | 45 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | S-9 | 120 | 70 | 2 Mbps | 1.8 Mbps | 90 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | S-10 | 10 | 3 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | S-11 | 10 | 5 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | S-12 | 10 | 2 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | S-13 | 10 | 5 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | S-14 | 10 | 2 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | S-15 | 10 | 2 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 50 | MaemohNet | N-1 | 4,420 | 1,900 | 100 Mbps | 80.0 Mbps | 80 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพืษณุโลก 2 | N-2 | 285 | 220 | 100 Mbps | 15.0 Mbps | 15 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | N-3 | 411 | 155 | 4 Mbps | 2.5 Mbps | 61.25 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | N-4 | 100 | 55 | 2 Mbps | 1.8 Mbps | 90 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | N-5 | 618 | 185 | 2 Mbps | 1.2 Mbps | 60 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | N-6 | 80 | 40 | 4 Mbps | 2.0 Mbps | 50 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | N-7 | 91 | 45 | 4 Mbps | 2.6 Mbps | 65 |
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | N-8 | 40 | 35 | 4 Mbps | 2.0 Mbps | 50 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | N-9 | 50 | 15 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | N-10 | 10 | 2 | 512 Kbps | 512.0 Kbps | 100 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | N-11 | 9 | 3 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | N-12 | 10 | 5 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหล่มสัก | N-13 | 10 | 7 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | N-14 | 10 | 1 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | N-15 | 10 | 5 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | N-16 | 10 | 5 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | N-17 | 10 | 1 | 2 Mbps | 0.5 Mbps | 25 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | N-18 | 10 | 3 | 4 Mbps | 0.5 Mbps | 12.5 |
| รวม 67 สำนักงาน | | | 13,939 | 5,676 | | | |

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศของ กฟผ. มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการบริหารงานจัดการทั่วไป และนำข้อมูลสำคัญบางชนิดมาช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างองค์กรของ กฟผ. จัดแบ่งองค์กรเป็นสายงานแยกตามลักษณะธุรกิจ ระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา กฟผ. ลงทุนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในสายงานต่างๆ อย่างต่อเนื่อง หลายๆหน่วยงานใน กฟผ. ต่างก็ลงทุนเพื่อสร้างทรัพยากรทางเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือดำเนินการกิจของหน่วยงาน รวมถึงการจัดพนักงานที่ทำงานเฉพาะทางเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับรับผิดชอบในพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละหน่วยงานตั้งอยู่ ลักษณะการวางระบบงานและโครงสร้างเทคโนโลยีสารสนเทศในภาพรวมจึงอยู่ในรูปแบบผสมทั้งแบบรวมศูนย์กลาง (Centralized) และ แบบกระจาย (Distributed) ระบบงานหลักที่ใช้ในองค์กรได้แก่ ระบบงานบริหารพัสดุ ระบบงานบำรุงรักษา โรงไฟฟ้า ระบบงานบัญชีและการเงิน ซึ่งมีศูนย์กลางข้อมูลและศูนย์ประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมอยู่ภายในบริเวณสำนักงานใหญ่ ระบบงานอื่นที่สนับสนุนการทำงานของพนักงานได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอื่นๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับความต้องการแต่ละหน่วยงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เทคโนโลยีเว็บ (Web Technology) เกือบทั้งสิ้น ปัจจุบัน ผู้บริหาร กฟผ. ได้กำหนดยุทธศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยพิจารณาการใช้ระบบงานหลักระบบเดียวทั่วทั้งองค์กร (Unified) ที่เรียกว่าระบบวางแผนทรัพยากรองค์กร หรือระบบ ERP (Enterprise Resource Planning) ซึ่งขณะนี้อยู่ในช่วงเริ่มต้นการจัดทำระบบดังกล่าว มีกำหนดเสร็จสมบูรณ์ในปี พศ.2551 และถือเป็นระบบงานที่สำคัญยิ่ง (Mission Critical) ขององค์กรที่มีลักษณะการใช้งานแบบรวมศูนย์กลาง ระบบงานสารสนเทศเหล่านี้มีพื้นฐานในการพัฒนาและทำงานได้ดีกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ แต่สำหรับพนักงานในสำนักงานสาขาแล้ว การเรียกใช้งานระบบงานดังกล่าวต้องเรียกผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ซึ่งมีความแตกต่างจากระบบเครือข่ายเฉพาะที่ทั้งด้านเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล สมรรถนะการรับส่งข้อมูล ระยะทาง เทคโนโลยี ความล่าช้า การเสียเวลารอคิวส่งข้อมูลตามทาง เป็นต้น ทำให้การเรียกใช้ระบบงานจากสำนักงานสาขามีแนวโน้มว่าจะเกิดปัญหาทางด้านประสิทธิภาพการใช้งาน

ในทางทฤษฎีแล้ว ผู้ดูแลระบบควรมีวิธีกำหนดขนาดเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายบริเวณกว้างเพื่อรองรับการใช้งานในอนาคตได้ การประเมินขนาดเพดานความเร็ว แม้จะทำได้โดยการใช้ข้อมูลการใช้งานที่ได้บันทึกเป็นสถิติเก็บไว้มาคำนวณหาอัตราการเติบโต และใช้ทำนายปริมาณความต้องการในอนาคต แต่ในทางปฏิบัติ การพยากรณ์ในลักษณะดังกล่าวมักได้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง แต่ก็สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจตอบปัญหากว้างๆ บางอย่างได้ เช่น ควรปรับปรุงเพดานความเร็วให้กับระบบเครือข่ายได้แล้ว หรือทนรอคุณสมบัติต่อไปว่าระบบงานสำคัญน่าจะมีปัญหาการใช้งานหรือไม่ ควรเพิ่มช่องสัญญาณพิเศษให้สำนักงานสาขา

หรือไม่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ดูแลระบบสามารถหลบเลี่ยงการพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนได้ด้วยตัวอย่างเช่น กรณีที่องค์กรต้องปรับปรุงเพดานความเร็วให้กับระบบเครือข่ายบริเวณกว้างของสำนักงานสาขาในเวลานี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดปัญหาความล่าช้าในการเรียกใช้ระบบงาน และปริมาณการใช้งานสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงต้องเพิ่มเพดานความเร็วรองรับปริมาณงานล่วงหน้า โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากขนาดแบนด์วิธส่วนเกิน ไม่สูงมากจนเป็นนัยสำคัญเมื่อเทียบกับต้นทุนเครือข่ายทั้งหมด ภาพที่ 2.2 เป็นการแสดงการวางแผนขยายเพดานความเร็วระบบเครือข่ายในทางปฏิบัติ ค่าเพดานความเร็วสูงสุดที่วางแผนดำเนินการจะมากกว่าค่าพยากรณ์อยู่จำนวนหนึ่งเสมอเพื่อรองรับปริมาณความต้องการจากที่พยากรณ์ไว้ และให้เกิดความมั่นใจว่าระบบจะรองรับระบบงานสำคัญได้แน่นอน แม้จะเกิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากขนาดแบนด์วิธส่วนเกินบ้างก็ตาม

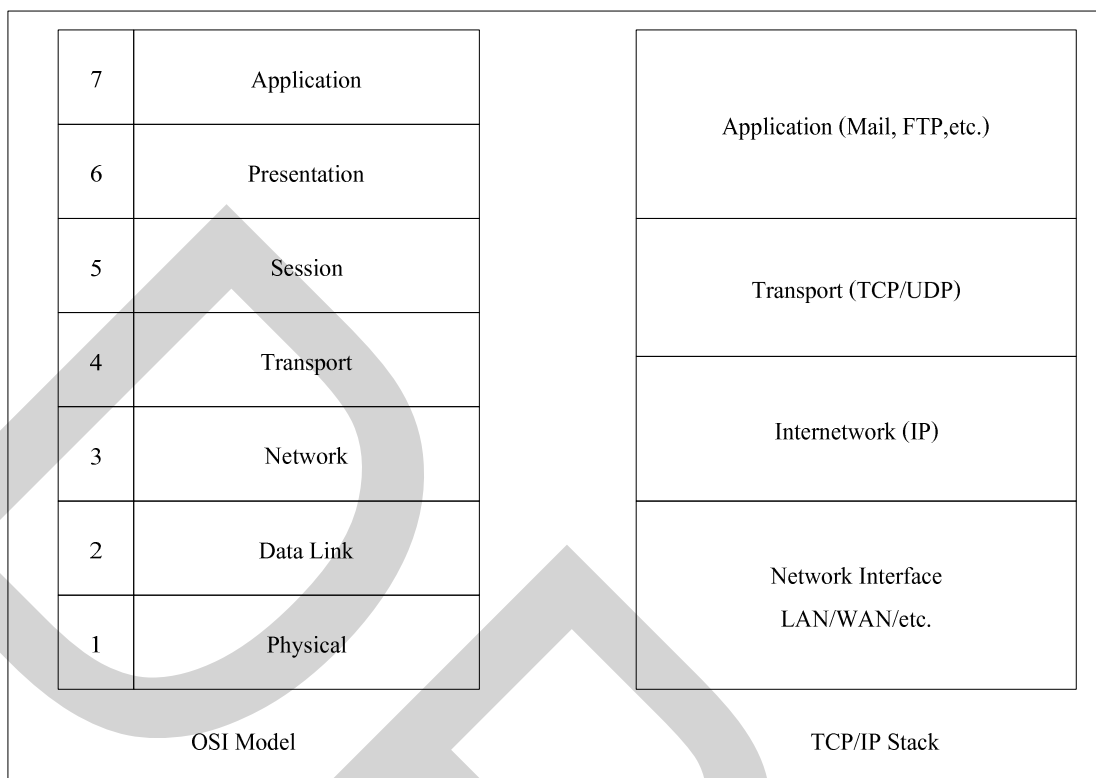


ภาพที่ 2.2 การวางแผนให้เพดานความเร็วสูงสุดมีค่าสูงกว่าค่าพยากรณ์

2.2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 โพรโทคอล TCP/IP กับการใช้งาน

โพรโทคอล TCP/IP เป็นโพรโทคอลที่ถูกนำไปใช้งานระบบเครือข่ายมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบแบบโครงสร้างโพรโทคอล ของ OSI (Open System Interconnection) ตามภาพที่ 2.3 แล้ว TCP/IP แบ่งกลไกการทำงานออกเป็น 4 ชั้น ซึ่งคุณลักษณะของโพรโทคอล TCP/IP ถูกระบุอย่างละเอียดไว้ในเอกสารที่เรียกว่า RFCs (Request For Comments) ลักษณะที่สำคัญของชั้นทั้งสี่โดยสรุปดังนี้

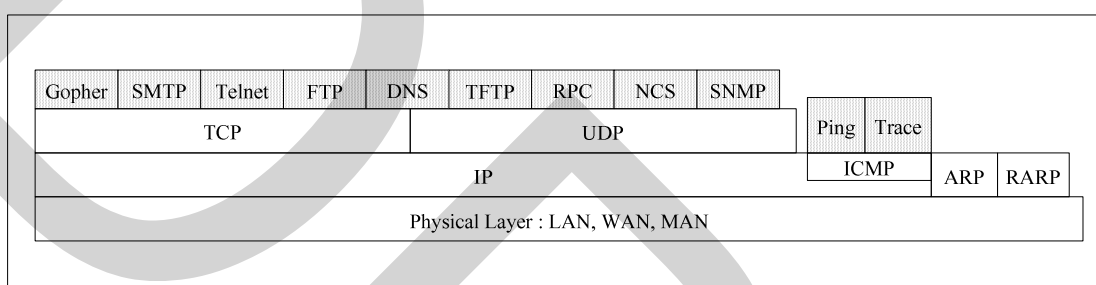


ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบ OSI Model กับ TCP/IP Stack

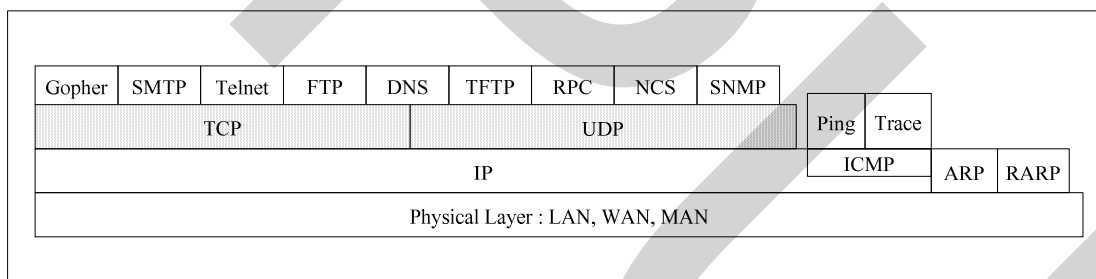
2.2.1.1 Application Layer เป็นชั้นบนสุดทำหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน ระบบงาน หรือ บริการต่างๆ ประกอบด้วย โพรโทคอลเฉพาะเพื่อรองรับงานชนิดต่างๆ เช่น โพรโทคอล FTP (File Transfer Protocol) สำหรับใช้รับส่งแฟ้มข้อมูลระหว่างกัน RPC (Remote Procedure Call) สำหรับเรียกใช้โปรแกรมประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้านตรงข้าม Telnet สำหรับเรียกใช้งานประมวลผลในเครื่องแม่ข่าย HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) สำหรับการสืบค้นข้อมูล และ SNMP (Simple Network Management Protocol) สำหรับใช้บริหารจัดการอุปกรณ์ในระบบเครือข่าย เป็นต้น ระบบงานหรือผู้ใช้งานทางด้านส่งจะประสานงานติดต่อกับทางด้านรับโดยใช้ Transport Layer ทั้งสองด้านเป็นตัวกลาง และสามารถเรียกใช้งานได้หลายงานพร้อมกัน โดยการระบุหมายเลข port สำหรับแต่ละงานให้กับชั้น Transport Layer ภาพที่ 2.4 จะแสดงตัวอย่าง โพรโทคอลต่างๆ ของระบบงานในโครงสร้าง TCP/IP

2.2.1.2 Transport Layer เป็นโครงสร้างชั้นถัดมา ทำหน้าที่ให้บริการชั้น Application Layer เช่น เริ่มการประสานงานติดต่อกับด้านตรงข้าม ควบคุมการลำเลียงข้อมูลจากด้านส่งไปยังด้านรับ รวมถึงการป้องกันแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเดินทางของข้อมูลด้วย ในการรับส่งข้อมูลนี้ ปริมาณข้อมูลในชั้น Application Layer อาจมีขนาดใหญ่มากเกินไปที่จะจัดส่งในครั้งเดียวได้ โพรโทคอลในชั้น Transport Layer จึงต้องมีการตัดแบ่งข้อมูลเป็นส่วนๆ เรียกว่า Datagram ที่

ต้นทางก่อนส่งไปยังปลายทางตามลำดับกันไป และ ด้านรับจะนำแต่ละ Datagram มารวมประกอบเป็นข้อมูลเดิมส่งให้ชั้น Application Layer ดำเนินการต่อไป ดังนั้นระบบงานใดที่ใช้บริการจาก Transport Layer จะต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำในการทำงานและใช้เวลาในการดำเนินการดังกล่าว Transport Layer ประกอบด้วยโปรโตคอลสองชนิดคือ TCP (Transmission Control Protocol) และ UDP (User Datagram Protocol) โปรโตคอลทั้งสองมีคุณสมบัติในการให้บริการแตกต่างกันและมีระบบงานเฉพาะเพื่อเรียกใช้งานแยกกัน ภาพที่ 2.5 แสดงโปรโตคอล TCP และ UDP รองรับการเรียกใช้งานจากโปรโตคอลต่างๆ ในชั้น Application Layer



ภาพที่ 2.4 โปรโตคอลต่างๆ ในชั้น Application Layer



ภาพที่ 2.5 โปรโตคอล TCP และ UDP

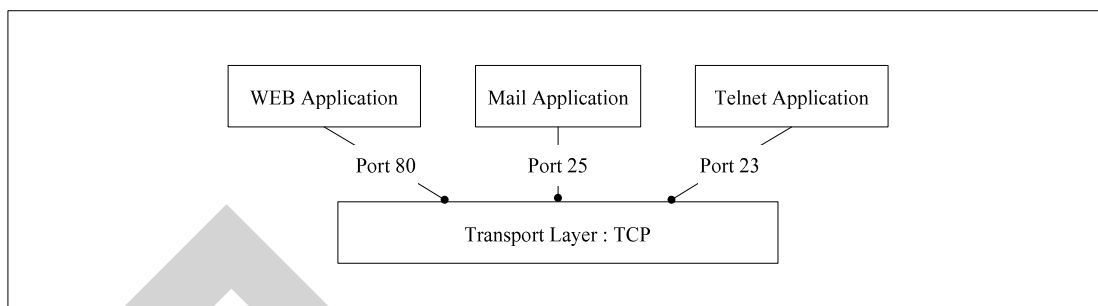
การเรียกใช้งานด้วยโปรโตคอล TCP จะต้องมีการประสานงานเริ่มต้นการติดต่อที่เรียกว่าการทำ Session กับด้านตรงข้ามก่อนที่จะรับส่งข้อมูลระหว่างกันตามปกติ นอกจากนี้ในระหว่าง Session มีการรับส่งข้อมูล โปรโตคอล TCP ทั้งสองด้านจะมีการประสานงาน ตอบรับ แก้ไขปัญหาข้อผิดพลาด ปรับขนาดจำนวนการส่งและหยุดรอหรือที่เรียกว่าวินโดว์ ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของระบบเครือข่ายในขณะหนึ่งๆ อยู่เสมอ เพื่อแน่ใจว่าการใช้งานมีความมั่นคงและมีความน่าเชื่อถือ การทำงานของโปรโตคอล TCP ในลักษณะเช่นนี้เรียกว่า Connection-Oriented ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรและมีขั้นตอนการบริหารจัดการ ส่วนการเรียกใช้งานด้วยโปรโตคอล UDP นั้นจะเป็นแบบ Connectionless กล่าวคือไม่ต้องการการทำ Session ไม่มีขั้นตอนการตอบรับและแจ้งผล

การรับ Datagram แต่ละครั้ง ระบบงานที่ใช้โปรโตคอล UDP มักเป็นงานที่ไม่สนใจว่าฝั่งตรงข้ามจะรับ Datagram ได้หรือไม่ เช่น การบริหารระบบเครือข่ายด้วยโปรโตคอล SNMP การกระจายเสียงและภาพอย่างต่อเนื่องบนระบบเครือข่ายที่เรียกว่า Broadcast เป็นต้น หากระบบงานใดต้องการความแน่นอนและใช้โปรโตคอล UDP เป็นตัวกลางในการรับส่ง Datagram ก็จะต้องสร้างวิธีการตรวจเช็คความถูกต้องในชั้น Application Layer เอง

ดังได้กล่าวแล้วว่าชั้น Application Layer เรียกใช้บริการจาก TCP โดยการระบุหมายเลข Port ซึ่งเป็นหมายเลขใช้งานเฉพาะงานแต่ละชนิด ตัวอย่างดังตารางที่ 2.2 และภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเรียกใช้งานบางประเภทโดยระบุหมายเลข Port ของงานนั้น

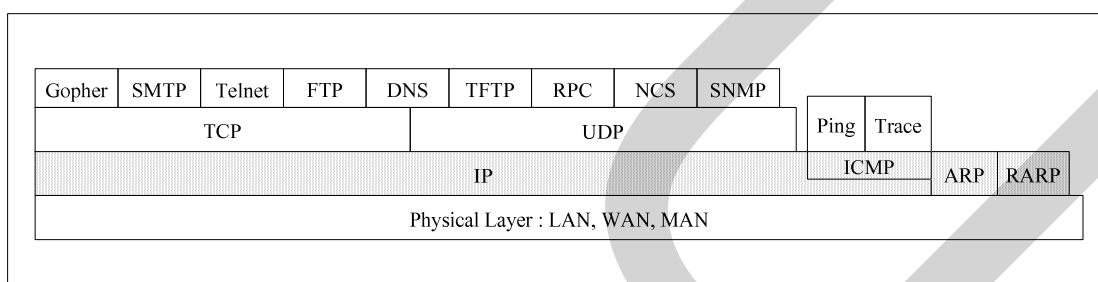
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้โปรโตคอล TCP/UDP และหมายเลข Port

| โปรโตคอลในชั้น Application Layer | Port | โปรโตคอล | รายละเอียด |
|-------------------------------------|---------|----------|--|
| BootP | 67 | UDP | Bootstrap Protocol ด้านเครื่องแม่ข่าย |
| BootP | 68 | UDP | Bootstrap Protocol ด้านเครื่องลูกข่าย |
| DHCP | 67 | UDP | Dynamic Host Configuration ด้านเครื่องแม่ข่าย |
| DHCP | 68 | UDP | Dynamic Host Configuration ด้านเครื่องลูกข่าย |
| DNS | 53 | UDP/TCP | Domain Name Services |
| FTP | 21 | TCP | File Transfer Protocol ด้านเครื่องแม่ข่าย |
| FTP | 20 | TCP | File Transfer Protocol ด้านเครื่องลูกข่าย |
| HTTP | 80/8080 | UDP/TCP | Hyper Text Transfer Protocol |
| NetBT | 138 | UDP | Netbios Datagram Services |
| NetBT | 139 | TCP | Netbios Session Services |
| SMTP | 25 | TCP | Simple Mail Transfer Protocol ด้านแม่ข่าย |
| SNMP | 161 | UDP | Simple Network Management Protocol ด้านลูกข่าย |
| SNMP | 162 | UDP | Simple Network Management Protocol ด้านแม่ข่าย |
| Telnet | 23 | TCP | Teletype Network Protocol |
| TFTP | 69 | UDP | Trivial File Transfer Protocol |
| WINS | 137 | UDP | Windows Internet Name Services |



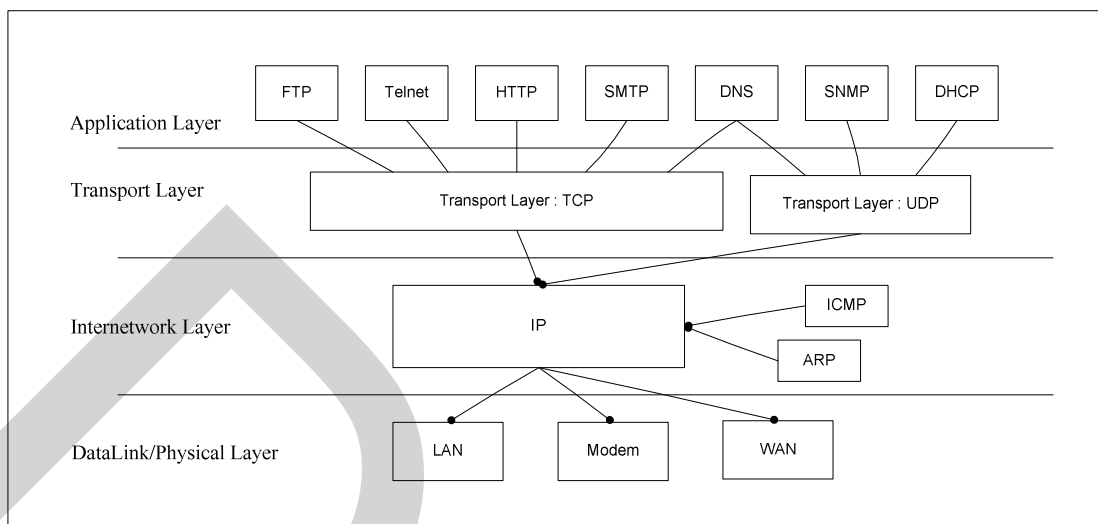
ภาพที่ 2.6 การใช้บริการ TCP ผ่าน Port ต่างๆ

2.2.1.3 Internetwork Layer เป็นชั้นที่อยู่ถัดลงมาจากชั้น Transport Layer เป็นชั้นของโปรโตคอล IP ซึ่งทำหน้าที่นำ Datagram จากชั้น Transport Layer มาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) แล้วส่งเข้าสู่เครือข่ายชั้นล่างลงไป แพ็กเก็ตดังกล่าวจะมีการระบุข้อมูลตำแหน่งของอุปกรณ์ต้นทางและปลายทาง ใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการลำเลียงข้อมูลโดยโปรโตคอลที่เรียกว่า Routing Protocol ซึ่งมีหลายชนิดและอยู่ในอุปกรณ์เครือข่ายตามทาง นอกจากนี้ยังมีโปรโตคอลอื่นได้แก่ ICMP (Internet Control Message Protocol) ARP (Address Resolution Protocol) เป็นต้น เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลบางอย่างในชั้นนี้ด้วย ภาพที่ 2.7 แสดงโปรโตคอลในชั้น Internetwork Layer และการใช้โปรโตคอล IP รองรับโปรโตคอลจากชั้นเหนือขึ้นไป



ภาพที่ 2.7 โปรโตคอลในชั้น Internetwork Layer

2.2.1.4 Network Interface Layer เป็นชั้นล่างสุด ทำหน้าที่ควบคุมฮาร์ดแวร์การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างโปรโตคอล IP กับซอฟต์แวร์กับฮาร์ดแวร์ของเครือข่าย ซึ่งสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีหลายชนิด ได้แก่ อีเธอร์เน็ต โมเด็มเอดีเอสแอล เฟรมรีเลย์ เอทีเอ็ม SDH (Synchronous Digital Hierarchy) DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) เป็นต้น ภาพที่ 2.8 แสดงความสัมพันธ์ในภาพรวมระหว่างชั้นต่างๆ



ภาพที่ 2.8 การเรียกใช้บริการ โปรโตคอล IP

2.2.2 การวัดประสิทธิภาพการใช้งาน

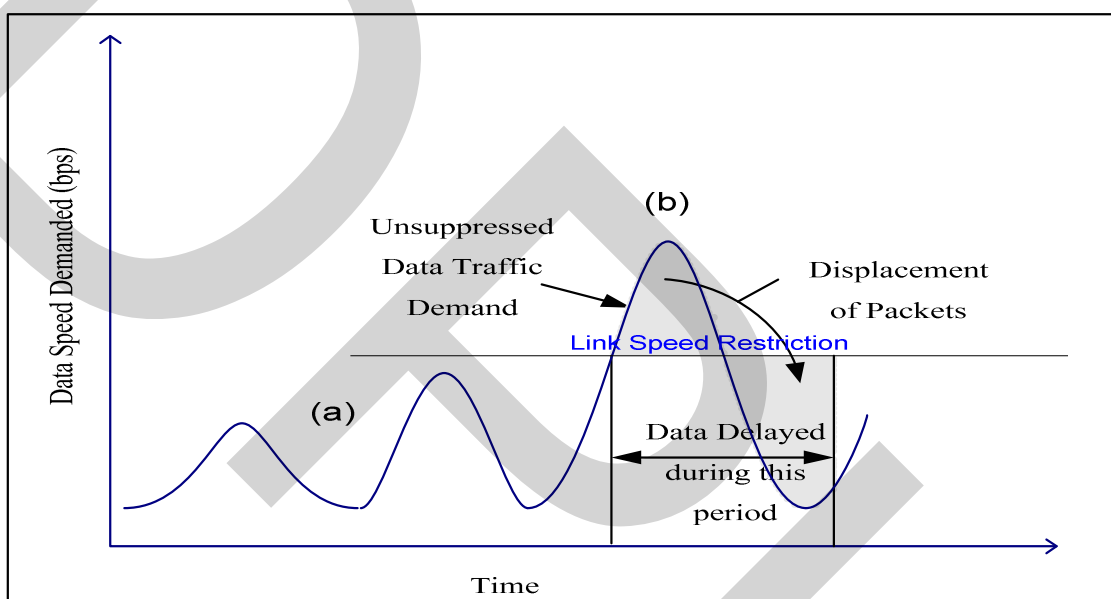
การวัดประสิทธิภาพการใช้งานระบบเครือข่ายมีตัวชี้วัดหลายชนิด ขึ้นอยู่กับมุมมองของระบบที่ทำกรวัด ตัวชี้วัดที่สำคัญได้แก่

2.2.2.1 Latency Time หรือ Delay Time เป็นเวลาที่ใช้ในการลำเลียงข้อมูล โดยนับเวลาตั้งแต่บิตแรกของแพ็คเก็ตเข้ามาในระบบเครือข่ายต้นทาง และเดินทางไปถึงทางออกของระบบเครือข่ายที่ปลายทาง Latency Time มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบงาน แต่ในความเป็นจริงระบบงานส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนการรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายหลายขั้นตอน เช่น การตอบรับ ยืนยันความถูกต้อง ทำให้ค่า Latency Time มากขึ้นเป็นทวีคูณ การวัดประสิทธิภาพจึงอาจใช้ค่า *RTT* (Round Trip Time) แทน โดย *RTT* สำหรับการส่งข้อมูลหนึ่งครั้งมีค่าเป็นสองเท่าของ Latency Time หรือหากใช้วัดประสิทธิภาพของโปรโตคอล TCP อาจหมายถึงเวลาที่ส่งข้อมูลไปหลายแพ็คเก็ตและรอรับการตอบรับจากด้านรับจำนวนหนึ่งครั้ง การคำนวณจึงอาจมีความแตกต่างทำให้ Latency Time กลายเป็นแค่ส่วนหนึ่งของ *RTT* ได้

2.2.2.2 Throughput เป็นความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลที่รับเข้ามา และส่งออกไป หลังจากแก้ปัญหาข้อผิดพลาดในการรับที่เรียกว่า Error-Free แล้ว มีหน่วยเป็น ไบต์ต่อวินาที บิตต่อวินาทีหรือแพ็คเก็ตต่อวินาทีก็ได้ มักใช้วัดประสิทธิภาพของงานรับส่งข้อมูลที่มีปริมาณสูง หรือมีการทำรายการขนาดใหญ่และมีการรับส่งข้อมูลในลักษณะเรียกข้อมูล-ตอบรับ (Request-Response) เช่น การวัดประสิทธิภาพของโปรโตคอล TCP โปรโตคอล CIFS (Common Internet File Service) ที่ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ใช้ หรือ โปรโตคอล MAPI (Messaging Application Program Interface) ที่ไมโครซอฟท์เอ็กเชนจ์ใช้งานสำหรับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.2.3 แบบจำลองเออร์แลง (Erlang Formula)

Martin P. Clark (2003 : 576) ได้นำแบบจำลองของเออร์แลงมาประยุกต์ใช้กับการสื่อสารข้อมูล โดยอธิบายว่า อุปกรณ์ที่มีการส่งข้อมูลเข้าไปในระบบเครือข่ายมักมีรูปแบบการส่งเป็น แพ็กเก็ต เฟรม หรือเซล ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ การอธิบายการแปรปรวนของการจราจรในภาพรวมนั้น จะใช้รูปแบบทั่วไปเพื่อใช้ในการอธิบายดังภาพที่ 2.9 และใช้อัตราความเร็วในระดับบิตมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาทีเป็นบรรทัดฐานเดียวกันแทนจำนวนแพ็กเก็ต เฟรม หรือเซล



ภาพที่ 2.9 ลักษณะความไม่แน่นอนในการจราจรของข้อมูล

การจราจรของข้อมูลโดยทั่วไป นั้น มักจะมีลักษณะกระเพื่อมเป็นระลอกคลื่นมีปริมาณไม่แน่นอนตามภาพที่ 2.9 (a) ซึ่งเป็นไปตามจังหวะเวลาที่มีผู้ใช้งานเรียกใช้เครื่องแม่ข่าย เครื่องแม่ข่ายมีการตอบรับ และรับส่งข้อมูลระหว่างกัน บางครั้งปริมาณการรับส่งข้อมูลมีอัตราสูงมากเกินกว่าที่เพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายจะรับได้เป็นช่วงๆ และอาจเกิดขึ้นได้ทุกขณะ ถือเป็นเหตุการณ์ปกติ สาเหตุที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวอาจเนื่องมาจากการมีคอมพิวเตอร์หลายเครื่องเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายในขณะเดียวกัน ตัวอย่างดังภาพที่ 2.9 (b) บริเวณที่แรงงาต้องการแสดงให้เห็นว่า เพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายเป็นตัวจำกัดปริมาณแพ็กเก็ตที่จะผ่านเข้าไปในระบบข้อมูลที่ยังไปไม่ได้ต้องหยุดคอยในที่พัก จนกว่าความคับคั่งของการจราจรจะเบาบางลงก่อนจึงผ่านไปในระบบได้ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจราจรของเครือข่ายลักษณะนี้ สามารถนำแบบจำลองเออร์แลงที่เรียกว่า Erlang call-waiting Formula มาใช้ในการหาค่าความเร็วของเครือข่ายที่ต้องการ

หาขนาดของที่พักคอย ทั้งนี้เพื่อควบคุมเวลาในการคอยไม่ให้มากเกินไปที่ที่ต้องการ และไม่ให้อาจานข้อมูลมากเกินไปกว่าขนาดของที่พักจะรองรับได้

แบบจำลองเออร์แลงนี้ เดิมใช้กับระบบโทรศัพท์ที่ต้องมีการรอคอยคิวจนกว่าคู่สายจะว่าง จึงเรียกใช้งานได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประเมินจำนวนพนักงานรับสายสำหรับงาน Call Center หรืองาน Helpdesk ได้ โดยกำหนดเป้าหมายปริมาณการจราจรของคู่สายที่ให้เรียกเข้าได้และระยะเวลารอคอยผู้ที่ยังเรียกเข้าไม่ได้ ซึ่งเปรียบเทียบได้กับลักษณะการใช้ระบบสื่อสารข้อมูล โดยกำหนดเพดานความเร็วสูงสุดให้กับระบบเครือข่าย เมื่อมีความต้องการส่งข้อมูลมาก ในขณะที่ใดขณะหนึ่งเกินกว่าที่ระบบเครือข่ายจะรองรับได้ จะเกิดการเข้าคิวรอคอยในที่พักชั่วคราว และในกรณีที่พักข้อมูลมีขนาดใหญ่ไม่เพียงพอ ข้อมูลที่ล้นเข้ามา ก็จะสูญหายหาย Martin P.Clark ได้นำแบบจำลองเออร์แลง มาประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารข้อมูล เป็นสมการที่ (2.1) ถึง (2.4) ด้วยข้อจำกัดที่ว่าแบบจำลองนี้เหมาะสมที่จะใช้งานกับระบบเครือข่ายที่มีจำนวนผู้ใช้งานมาก เพื่อให้เป็นไปตามสมมติฐานที่เออร์แลงกำหนดไว้ จึงจะได้ผลใกล้เคียงความจริงที่สุด

$$\text{ระยะเวลารอคอยการส่งข้อมูลโดยเฉลี่ย} = \frac{P}{(1/A - 1)L} \quad (2.1)$$

$$\text{จำนวนแพ็คเก็ตเฉลี่ยที่รอในที่พักข้อมูล} = \frac{A^2}{1 - A} \quad (2.2)$$

$$\text{โอกาสที่แพ็คเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน } t \text{ ms} = Ae^{-(1-A)t/L/p} \quad (2.3)$$

$$\text{โอกาสที่ข้อมูลจำนวน } j \text{ แพ็คเก็ตขึ้นไปต้องรอคิว} = A^{j+1} \quad (2.4)$$

โดย A เป็นค่า Erlangs หรือค่าเฉลี่ยของระดับความคับคั่งมีหน่วยเป็น %

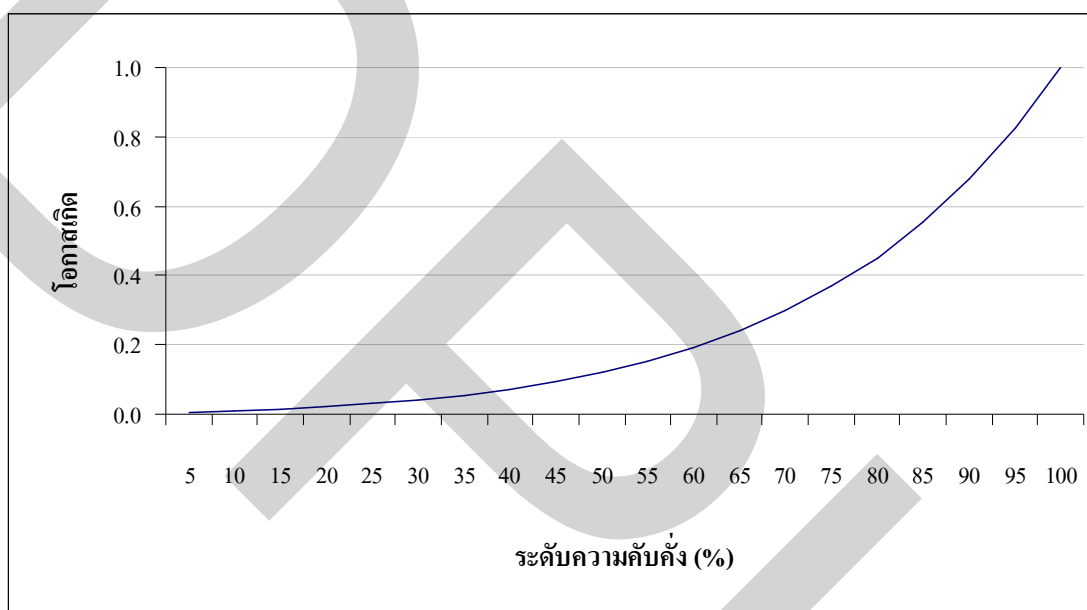
p เป็นขนาดของแพ็คเก็ต หน่วยเป็นบิต

L เป็นเพดานความเร็วในการส่งข้อมูลของระบบ หน่วยเป็นบิตต่อวินาที

t เป็นเวลาการรอคิวสูงสุดที่ยอมรับได้ หน่วยเป็นวินาที

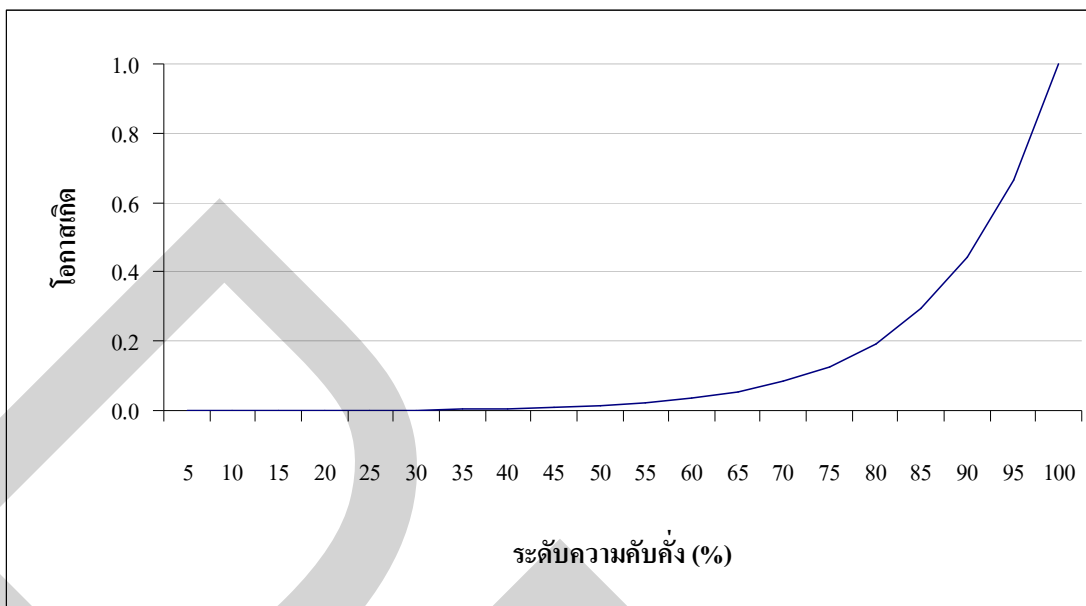
j เป็นจำนวนแพ็คเก็ตที่น้อยที่สุดที่ต้องรอคิวในที่พัก

พิจารณาระบบสื่อสารข้อมูลโครงข่ายไอพีที่มีเพดานความเร็วสูงสุด 64 kbps เพื่อคำนวณหาโอกาสที่ข้อมูลจะเสียเวลาคอยเกินกว่า t วินาที ด้วยสมการที่ (2.3) โดยการแทนค่า $L = 64,000$ bps กำหนดขนาดแพ็คเกจของโปรโตคอล IP คือ $p = 576$ ไบต์ หรือมีค่าเท่ากับ 4,608 บิต และพิจารณาเวลารอคอยสูงสุดที่คาดหวังเป็นสองกรณีคือที่ $t = 200$ ms และ $t = 500$ ms ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ยังยอมรับได้ จะได้ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้งาน กับโอกาสที่แพ็คเกจจะเสียเวลาเกิน 200 และ 500 ms ตามภาพที่ 2.10 และ 2.11 ตามลำดับ

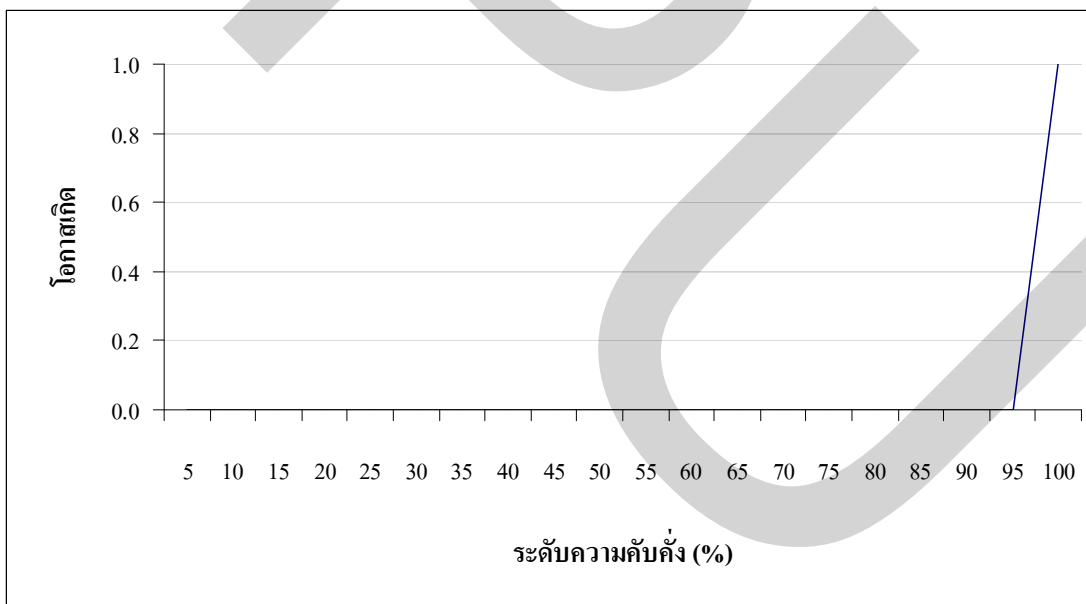


ภาพที่ 2.10 โอกาสที่แพ็คเกจจะเสียเวลารอคอยเกิน 200 ms ที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบโครงข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps

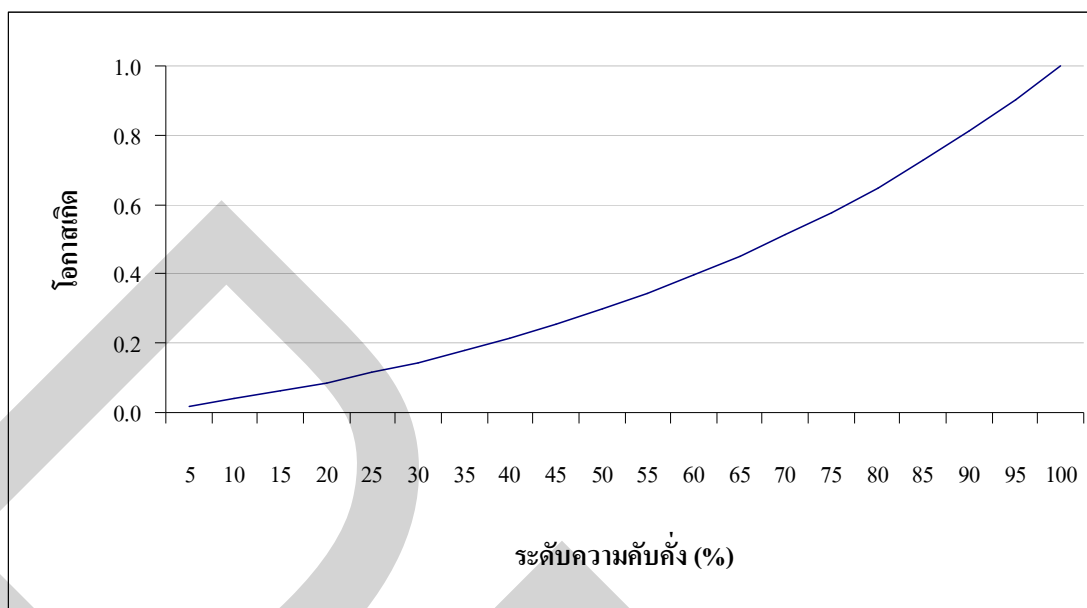
จากภาพที่ 2.10 พบว่าที่ระดับความคับคั่ง 60 เปอร์เซ็นต์ โอกาสที่แพ็คเกจที่รอคิวนานเกิน 200 ms ขึ้นไปอยู่ที่ประมาณ 0.2 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อความคับคั่งมากขึ้น และเมื่อสังเกตภาพที่ 2.11 จะพบว่าโอกาสที่แพ็คเกจที่รอคิวนานเกิน 500 ms อยู่ที่ประมาณ 0.2 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับความคับคั่ง 80 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระดับความคับคั่งตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สรุปได้ว่า การใช้งานระบบโครงข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps และมีความคับคั่งเกินกว่า 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะไม่สามารถรับรองได้ว่าเวลารอคอยจะไม่เกิน 500 ms ซึ่งจะมีผลเสียต่อการใช้ระบบงานสารสนเทศบางชนิด



ภาพที่ 2.11 โอกาสที่แพ็กเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบ
เครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps



ภาพที่ 2.12 โอกาสที่แพ็กเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ระดับความคับคั่งต่างๆ ในระบบ
เครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 2 Mbps

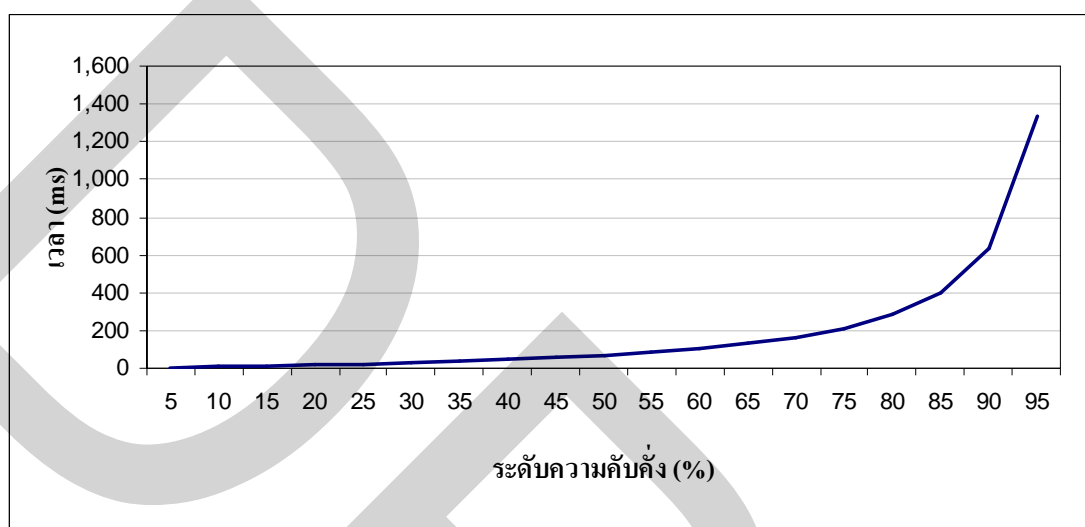


ภาพที่ 2.13 โอกาสที่แพ็กเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ที่ระดับความคับคั่งต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 9,600 bps

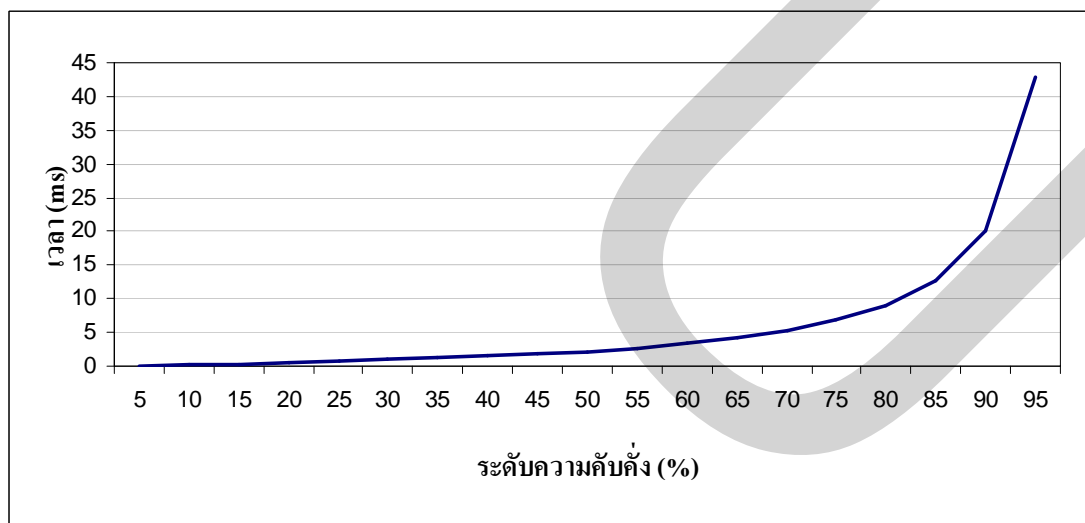
เมื่อทดลองเปลี่ยนเพดานความเร็วจาก 64 Kbps เป็น 2 Mbps กำหนดให้ขนาดแพ็กเก็ตเท่าเดิม จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคับคั่งกับโอกาสที่แพ็กเก็ตจะเสียเวลารอคิวเกิน 500 ms ตามภาพที่ 2.12 โดยสังเกตว่า จะสามารถคาดหวังเวลารอคิวไม่เกิน 500 ms ได้ในช่วงความคับคั่งไม่เกิน 95 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าที่ขนาดแพ็กเก็ตเท่ากัน การรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายที่มีความเร็วสูงกว่าย่อมเสียเวลารอคิวน้อยกว่า และสามารถใช้งานระบบเครือข่ายได้ที่ระดับความคับคั่งสูงกว่า ข้อสรุปนี้ชัดเจนขึ้นเมื่อทดสอบกับค่าระดับเพดานความเร็วสูงสุด 9,600 bps ซึ่งมีผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 2.13 พบว่าโอกาสเกิดการรอคิวเกิน 500 ms มากกว่า 0.1 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความคับคั่ง 25 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็วต่ำจะทำงานได้แน่นอนขณะที่มีระดับปริมาณการใช้งานหรือมีระดับความคับคั่งต่ำ หรืออาจใช้ไม่ได้เลยกับระบบงานสารสนเทศบางชนิด

เมื่อพิจารณาแบบจำลองเออร์แลงตามสมการที่ (2.1) เพื่อศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรอคิวกับระดับความคับคั่งที่ขนาดต่างๆ กัน โดยกำหนดให้ขนาดแพ็กเก็ตของโปรโตคอล IP คงที่คือ $p = 576$ ไบต์ หรือมีค่าเท่ากับ 4,608 บิต ในขณะที่ระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 64 Kbps และ 2 Mbps จะได้รับรูปภาพแสดงลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวตามภาพที่ 2.14 และ 2.15 ตามลำดับ สังเกตลักษณะเส้นแสดงความสัมพันธ์ทั้งสองภาพ พบว่าที่ขนาดแพ็กเก็ตเท่ากัน ระยะเวลาการรอคิวจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความคับคั่งในระบบเครือข่ายในลักษณะเอ็กซ์โปเนน

เจ็ท และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองภาพ ที่ระดับความคับคั่งเท่ากันเช่นที่ตำแหน่ง 70% เวลารอคิวในเครือข่าย 64 Kbps และ 2 Mbps มีค่า 200 ms และ 5 ms ตามลำดับ เป็นการย้ำให้เห็นว่าการเพิ่มเพดานความเร็วมีส่วนช่วยลดระยะเวลาการคิวได้



ภาพที่ 2.14 ระยะเวลาการคิวที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล 64 Kbps



ภาพที่ 2.15 ระยะเวลาการคิวที่ความคับคั่งระดับต่างๆ ในระบบเครือข่ายที่มีเพดานความเร็วสูงสุดในการรับส่งข้อมูล 2 Mbps

2.2.4 แบบจำลอง M/M/1 Queues

Robert S. Cahn (1998 : 31) ได้นำแบบจำลอง M/M/1 Queues มาประยุกต์ใช้ประเมินเวลาที่ข้อมูลเดินทางผ่านระบบเครือข่าย โดยสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$T_w = \frac{\rho/\mu}{1-\rho} \quad (2.5)$$

$$T = \frac{1/\mu}{1-\rho} \quad (2.6)$$

โดย T_w คือเวลาที่ข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ตใช้ในการรอคิว หน่วยเป็นวินาที

T คือเวลารวมทั้งหมดระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากระบบหรือเรียกว่า Delay Time หน่วยเป็นวินาที

ρ เป็นปริมาณการใช้งาน (Utilization) หรือระดับความคับคั่งของเครือข่าย ขณะนั้นมีค่า < 1

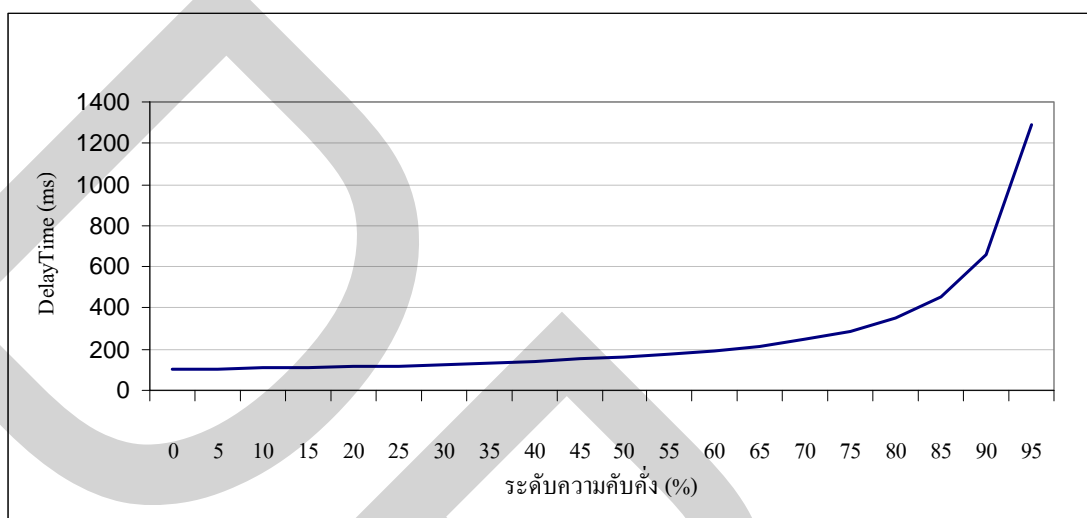
μ เป็นอัตราเร็วที่ให้บริการลำเลียงข้อมูลหน่วยเป็นแพ็กเก็ตต่อวินาที

อาจกล่าวได้ว่า เวลารวมหมายถึงเวลาที่ใช้คอยคิวการส่ง บวกกับเวลาที่ข้อมูลใช้ในการเดินทางหลังจากผ่านการรอคิวแล้ว หากกำหนด T_s เป็นเวลาเฉลี่ยที่แพ็กเก็ตใช้ในการเดินทาง จะสามารถเขียนสมการอย่างง่ายได้เป็น

$$T = T_s + T_w \quad (2.7)$$

ตามธรรมชาติการส่งสัญญาณด้วยสัญญาณไฟฟ้าหรือแสงจะใช้ความเร็วแสงคงที่ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นค่า T_s จึงขึ้นอยู่กับระยะทางที่ข้อมูลเดินทางผ่านเสมอ หากระยะทางสั้นมากๆ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเวลารอคิว ค่า T_s นี้อาจตัดทิ้งไปได้ สังกัดจากสมการ (2.5) และ (2.7) จะเห็นว่า แม้ปริมาณการใช้งานเครือข่ายจะเป็น 0% การส่งข้อมูลยังคงต้องใช้เวลาในการเดินทาง T_s สำหรับแต่ละแพ็กเก็ต หากค่า T_s ระหว่างสำนักงานใหญ่ กับ สำนักงานสาขาเชียงใหม่มีค่า 100 ms บนระบบเครือข่ายเพดานความเร็วสูงสุด 64 Kbps สามารถใช้สมการที่ (2.5) และ (2.7) คำนวณหาค่า Delay Time ของข้อมูลที่มีขนาดแพ็กเก็ต 512 ไบต์ เมื่อปริมาณการใช้งานในระบบเครือข่าย

เปลี่ยนแปลง และแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้งานกับ Delay Time ได้ดังภาพที่ 2.16 ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า หากระบบมีความหนาแน่นของการใช้งานมากขึ้น ค่า Delay Time จะสูงขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โปเนนเชียล



ภาพที่ 2.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคับคั่งกับ Delay Time

จึงสามารถสรุปได้ว่า ในการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายนั้น เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่เรียกว่าค่า Latency Time หรือ Delay Time มีค่าไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เวลาทั้งหมดที่ข้อมูลใช้เดินทางผ่านระบบเครือข่ายเริ่มตั้งแต่การรอคิวส่งข้อมูล และเดินทางในระบบจนถึงทางออกปลายทางขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานหรือระดับความคับคั่งในการใช้ระบบเครือข่าย ขณะนั้น ระยะทางที่ข้อมูลต้องเดินทางผ่านไป และเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายที่ใช้งานอยู่

2.2.5 Throughput ของโปรโตคอล TCP

Mahbub Hassan และ Raj Jain (2004 : 128) ได้อธิบายการทำงานของโปรโตคอล TCP ที่มีการทำงานในลักษณะวินโดว์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดวินโดว์ $W(t)$ กับ RTT และความเร็วในการส่งข้อมูล $X(t)$ โดย มีสมมติฐานว่าอัตราการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ ยังไม่มีผลต่อการรอคิว หรือกำหนดให้ค่า RTT คงที่ ตามสมการดังนี้

$$X(t) = \frac{W(t)}{RTT} \quad (2.8)$$

จากสมการ (2.8) สามารถนำมาประยุกต์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของโปรโตคอล TCP ได้ว่า เมื่อส่งข้อมูลที่มีขนาดวินโดว์ W บิต เข้าไปในระบบเครือข่ายแล้ว ผู้ส่งต้องหยุดรอให้ด้านรับตอบยืนยันย้อนกลับมา ซึ่งจะต้องใช้เวลารอคอยเท่ากับ RTT วินาที โดยสมมติว่าไม่มีปัญหาผิดพลาดระหว่างส่ง ดังนั้นอัตราส่งผ่านหรือ Throughput ที่ข้อมูลสามารถส่งเข้าไปในระบบและปลายทางรับได้ถูกต้องเป็นบิตต่อวินาที จะสามารถเขียนเป็นสมการได้คือ

$$T = \frac{W}{RTT} \quad (2.9)$$

ธรรมชาติของโปรโตคอล TCP มีความสามารถในการปรับขนาดวินโดว์ให้เหมาะสมกับสถานะแวดล้อมในการทำงาน รวมถึงสภาพระบบสื่อสารขณะนั้นๆ ได้แก่มิติขนาดเพดานความเร็วและปริมาณความคับคั่งในการใช้งานระบบสื่อสารซึ่งมีความไม่แน่นอน เป็นต้น สมมติขนาดเพดานความเร็วที่ระบบเครือข่ายเหลือรองรับได้ขณะหนึ่งมีค่า B บิตต่อวินาที โปรโตคอล TCP จะปรับขนาดวินโดว์เป็น $B \times RTT$ บิต และทำให้

$$T = \frac{B \times RTT}{RTT} = B \quad (2.10)$$

หมายความว่าขนาด Throughput เท่ากับขนาดความเร็วในระบบที่ยังสามารถรองรับได้ แต่อย่างไรก็ตาม โปรโตคอล TCP และโปรโตคอลอื่นๆ ต่างก็มีขนาดวินโดว์สูงสุดเป็นข้อจำกัดทั้งสิ้น เช่น โปรโตคอล TCP มีขนาดสูงสุดไม่เกิน 64 KB แม้จะมีการปรับปรุงตามข้อกำหนด RFC 1323 ให้มีขนาดใหญ่กว่านี้ได้แล้ว แต่การใช้งานจริงกับระบบงานบางอย่างก็ยังไม่ได้ ดังนั้นค่า Throughput จึงถูกจำกัดโดยสมการ

$$T = \frac{\text{MIN}(B \times RTT, MWS)}{RTT} \leq B \quad (2.11)$$

โดย MWS (Maximum Window Size) หมายถึงขนาดความจุข้อมูลสูงสุดในวินโดว์ที่ใช้งานได้ หน่วยเป็นบิต

นอกจากนี้ ยังมีสิ่งอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อ Throughput โดยเฉพาะในเครือข่ายบริเวณกว้างที่มีระยะทางไกลและมีเพดานความเร็วจำกัด ก็คือเมื่อเกิดความคับคั่งในการรับส่งข้อมูลแล้วข้อมูลอาจสูญหายระหว่างทางได้ โปรโตคอล TCP จึงมีกลไกสำหรับแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว ทำ

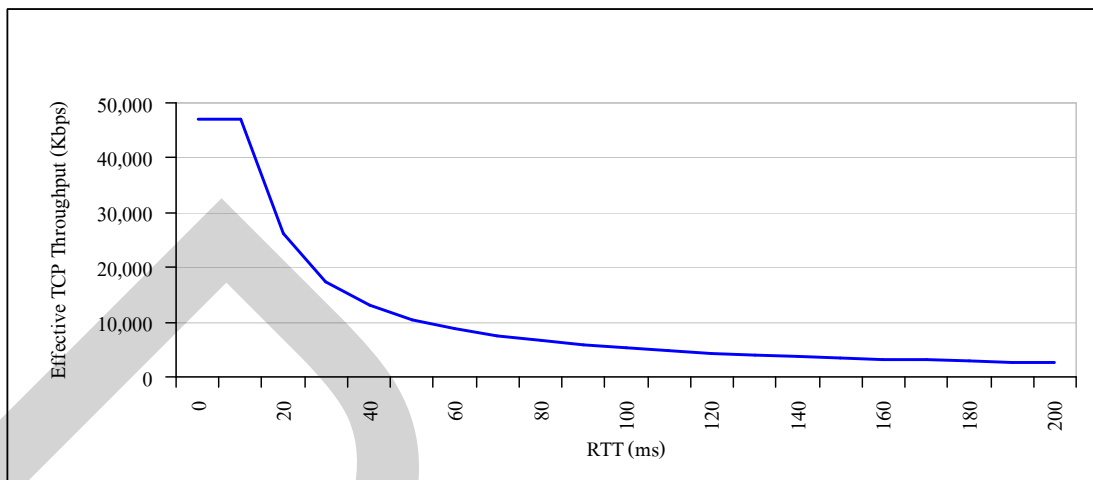
ให้เกิดข้อจำกัดมากขึ้นอีกสำหรับค่า Throughput โดยค่าเฉลี่ยของขนาดวินโดว์ขณะเกิดความคับคั่ง ซึ่งมีหน่วยเป็นบิตหรือ CWS (Congestion Window Size) หาได้จากขนาดของแพ็คเกจ S บิต และอัตราการสูญหาย p ของแพ็คเกจ (Hewlett-Packard Development Company, L.P., 2005 : 7) โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

$$CWS = \frac{1.2 \times S}{\sqrt{p}} \quad (2.12)$$

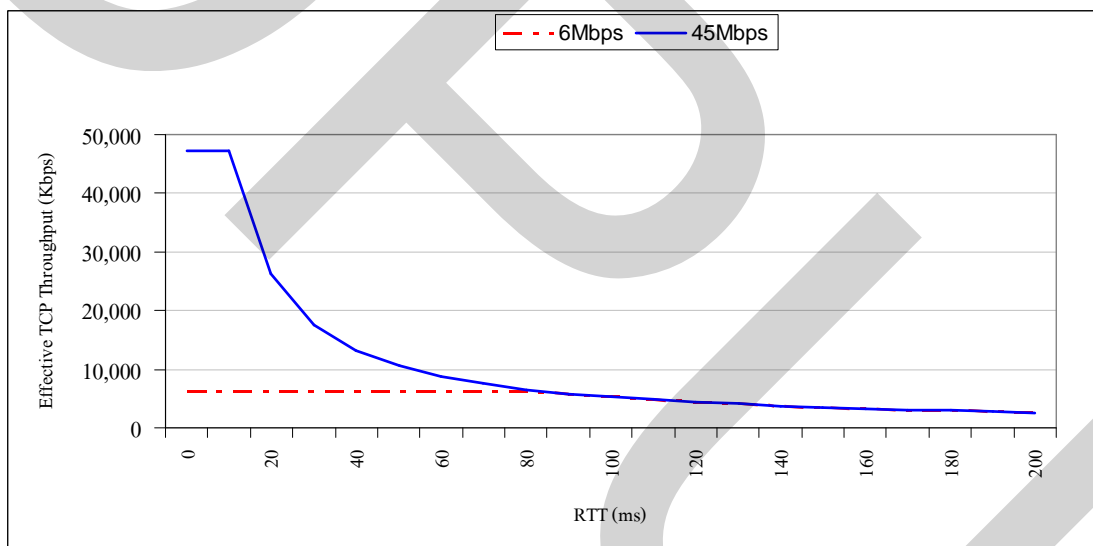
ดังนั้นค่า Throughput ของระบบงานที่ใช้บริการโปรโตคอล TCP ประยุกต์จากสมการ (2.11) และ (2.12) แสดงเป็นสมการใหม่ได้คือ

$$T = \frac{W}{RTT} = \frac{\text{MIN}(MWS, CWS, B \times RTT)}{RTT} \quad (2.13)$$

สามารถใช้สมการ (2.11) สร้างรูปภาพแสดงลักษณะผลกระทบของ RTT หรือ Latency Time ที่มีต่อ Throughput ได้ดังภาพที่ 2.17 ด้วยสมมติฐานว่าระดับการสูญหายของข้อมูล น้อยมากเมื่อเทียบกับผลกระทบจาก RTT โดยกำหนดเพดานความเร็ว 45 Mbps และขนาดวินโดว์ของโปรโตคอล TCP ที่ 64 กิโลไบต์ หรือ 512 กิโลบิต จากภาพที่ 2.17 พบว่า Throughput ของโปรโตคอล TCP ที่ $RTT = 0$ จะมีค่าเท่ากับเพดานความเร็วของระบบคือ 45 Mbps และเมื่อ RTT มีค่าสูงขึ้น Throughput จะมีค่าลดลง โดยเฉพาะในช่วงแรกจะลดลงอย่างรวดเร็วในลักษณะไฮเปอร์โบล่า สังเกตว่าเมื่อถึงจุดที่ค่า $RTT = 100$ ms ซึ่งมักเป็นระบบสื่อสารระหว่างประเทศ โปรโตคอล TCP จะมีความสามารถทำงานที่ความเร็ว Throughput = 5.2 Mbps หรือเท่ากับประมาณ 11% ของเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายเท่านั้น จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการใช้งานโปรโตคอล TCP ไม่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการเพิ่มขนาดเพดานความเร็ว นอกจากนี้ เมื่อสังเกตค่า Throughput บริเวณหลังจากจุดวิกฤต คือจุดที่ค่า $B \times RTT = MWS$ หรือในที่นี้คือตำแหน่งที่ RTT มีค่าประมาณ 15 ms ขึ้นไป จะพบว่า การเพิ่มเพดานความเร็วสูงขึ้นแทบจะไม่มีผลดีต่อ Throughput เลยเนื่องจากเกิดคอขวดภายในกระบวนการทำงานของโปรโตคอล TCP นั่นเอง และจากภาพที่ 2.18 เป็นการเปรียบเทียบผลกระทบของ RTT ที่มีต่อ Throughput ที่เพดานความเร็วต่างกันคือ 6 Mbps และ 45 Mbps สังเกตได้ว่า เมื่อ RTT มีค่าประมาณ 90 ms ขึ้นไป ค่า Throughput ที่เพดานความเร็วทั้งสองจะมีค่าเท่ากันตลอด แสดงความชัดเจนมากขึ้นว่าการเพิ่มเพดานความเร็วไม่ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานของโปรโตคอล TCP

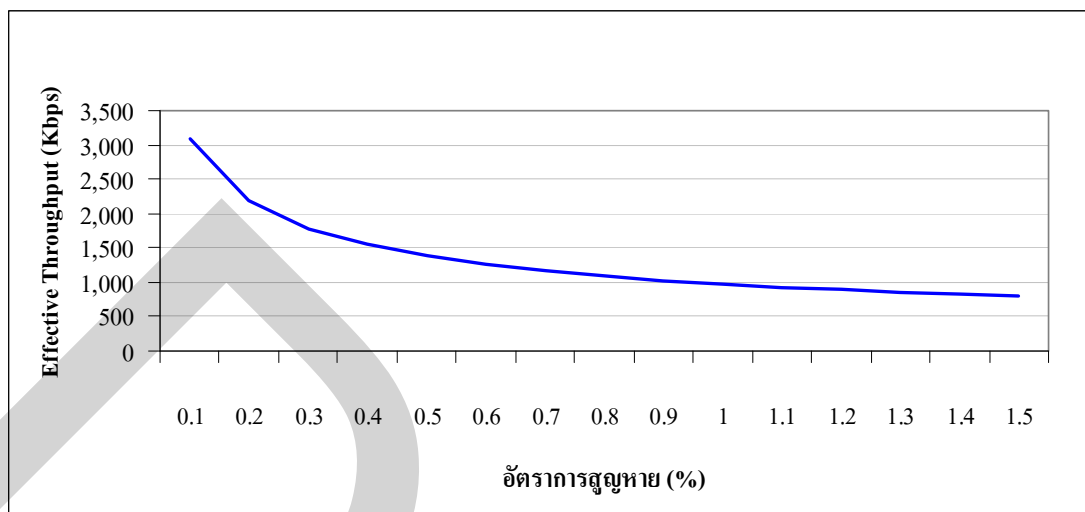


ภาพที่ 2.17 ลักษณะของ Throughput ที่ RTT ต่างๆ สำหรับเครือข่ายที่มีเพดานความเร็ว 45 Mbps



ภาพที่ 2.18 เปรียบเทียบ Throughput ระหว่างเครือข่ายความเร็ว 6 Mbps และ 45 Mbps

เมื่อนำผลจากการสูญหายของข้อมูลมาพิจารณาเพิ่มขึ้นด้วยสมการ (2.13) เราสามารถสร้างภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Throughput กับปริมาณการสูญหายและ RTT ดังภาพที่ 2.19 โดยกำหนดเพดานความเร็ว 45 Mbps ขนาดแพ็คเกจของโปรโตคอล TCP ที่ 4,608 บิต และ Latency Time หรือ RTT ที่ 50 ms ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณการสูญหาย มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยสังเกตจากค่า Throughput ของโปรโตคอล TCP ที่ลดลงขณะที่อัตราการสูญหายของข้อมูลเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.19 แสดงผลกระทบของการสูญหายที่มีต่อ Throughput ของโปรโตคอล TCP

2.2.6 ผลกระทบในการเรียกใช้ระบบงาน ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง

จากการศึกษาเรื่อง Remote IT Infrastructure Consolidation (Riverbed Technology Incorporation, 2005 : 2) พบว่าเมื่อมีระบบเครือข่ายบริเวณกว้างเข้ามาเกี่ยวข้องในการเรียกใช้ระบบงานต่างๆ ระบบงานสารสนเทศที่มีลักษณะการทำงานในลักษณะแม่ข่าย-ลูกข่าย (Client-server) ซึ่งทำงานได้ดีกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ กลับใช้งานได้ไม่ดีหรือใช้งานไม่ได้เลย เนื่องจากสาเหตุที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

2.2.6.1 เพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ไม่พอเพียงต่อความต้องการของระบบงาน เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงและการเรียกใช้ระบบงานที่ไม่จำเป็นต้องธุรกิจขององค์กรก็มีส่วนทำให้เกิดความคับคั่งของข้อมูลในระบบเครือข่าย ทำให้เพดานความเร็วโดยเฉลี่ยที่ยังสามารถใช้ได้ลดลงจากเพดานสูงสุด และค่า Latency Time จึงสูงขึ้นเป็นไปตามลักษณะที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.16 สำนักงานสาขาขององค์กรขนาดใหญ่ในประเทศไทย ส่วนมากจะจัดเพดานความเร็วรับส่งข้อมูลขนาดตั้งแต่ 512 Kbps 1 Mbps 2 Mbps และทวีคูณขึ้นไป เมื่อเทียบกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ที่มีความเร็ว 100 Mbps ถึง 1,000 Mbps

2.2.6.2 Latency Time หรือ *RTT* ของระบบเครือข่ายบริเวณกว้างโดยธรรมชาติจะมีค่าสูงตามระยะทาง ความคับคั่ง และจำนวนอุปกรณ์ระหว่างทาง ทำให้ค่า Throughput ของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ ต่ำลงได้ พิจารณาการทำงานของโปรโตคอล TCP จะมีการรับส่งข้อมูลในลักษณะวินโดว์ กล่าวคือการส่งข้อมูลไปจำนวนหนึ่งแล้วหยุดรอสัญญาณตอบรับ (Acknowledge) จากด้านรับ เป็นช่วงเวลาที่เรียกว่า *RTT* และจำนวนข้อมูลสูงสุดที่ส่งไปแล้วหยุดรอตอบรับนั้น

เรียกว่า ขนาดความจุข้อมูลของวินโดว์ ซึ่งนำสมการ (2.9) มาประยุกต์ใช้งานหาค่า Throughput สูงสุดของโปรโตคอล TCP ได้ดังนี้

$$\text{ค่า Throughput สูงสุด} = \text{ขนาดความจุข้อมูลของวินโดว์} / RTT \quad (2.14)$$

นอกจากนี้ ธรรมชาติของโปรโตคอล TCP ในการประสานงานขณะเริ่มต้นติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้านตรงข้าม และการปรับขนาดวินโดว์ตามความคับคั่งของข้อมูลในระบบเครือข่าย การตรวจเช็คความถูกต้อง เพื่อความแน่นอนในการรับส่งข้อมูล ก็ทำให้เกิดความล่าช้า และสร้างปัญหา Throughput เพิ่มขึ้นด้วย

2.2.6.3 ลักษณะการทำงานเฉพาะตัวของแต่ละระบบงาน โดยระบบงานแต่ละชนิดจะมีการใช้โปรโตคอลของตัวเองในชั้น Application Layer เพื่อประสานงานกับโปรโตคอล TCP ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ไมโครซอฟท์วินโดวส์ ใช้โปรโตคอล CIFS (Common Internet File System) เป็นต้น โปรโตคอลในระดับ Application Layer นี้ หากมีการโต้ตอบระหว่างด้านส่งและด้านรับมากเท่าไร ก็ยิ่งเพิ่มจำนวนเที่ยวของการเดินทางรับส่งข้อมูลมากขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้การทำงานจบสมบูรณ์ เรียกระบบงานลักษณะนี้ว่า Chatty Application และสามารถประเมินเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลได้ด้วยสมการ (2.15)

$$T = L \times N \quad (2.15)$$

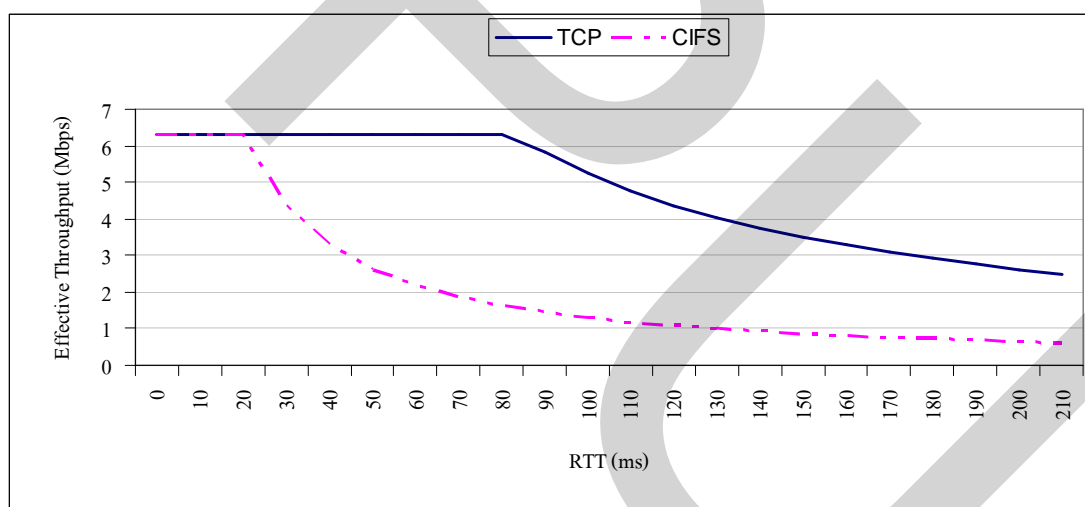
โดย T คือเวลาที่ใช้ในการส่งเพิ่มข้อมูล (ms)
 L คือค่า Latency Time (ms)
 N คือจำนวนเที่ยวที่ใช้ในการส่งข้อมูล ขึ้นอยู่กับขนาดเพิ่มข้อมูลและขนาดข้อมูลที่ต้องแบ่งส่งแต่ละครั้งของโปรโตคอล

สำหรับค่า Latency Time นั้น โดยทั่วไประบบเครือข่ายเฉพาะที่ควรมีค่าน้อยกว่า 0.1 ms และระบบเครือข่ายบริเวณกว้างควรมีค่าระหว่าง 50 – 250 ms และมีค่ามากกว่านี้สำหรับระบบเครือข่ายสัญญาณดาวเทียม (Riverbed Technology Incorporation, 2005 : 3) จากสมการที่ (2.15) ทำการวิเคราะห์การส่งข้อมูลขนาด 1 MB ระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ระบบวินโดวส์จะแบ่งส่งข้อมูลเป็นจำนวน 4,000 เทียบ เปรียบเทียบเวลาที่ทำงานสำเร็จระหว่างระบบเครือข่ายเฉพาะกับระบบเครือข่ายบริเวณกว้างได้ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบเวลาในการส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายเฉพาะที่กับเครือข่ายบริเวณกว้าง

| รายการเปรียบเทียบ | เครือข่ายเฉพาะที่ | เครือข่ายบริเวณกว้าง |
|--|-------------------|----------------------|
| เวลาที่ใช้เดินทางแต่ละเที่ยว (ms) | 0.1 | 100 |
| จำนวนการเดินทาง (เที่ยว) | 4,000 | 4,000 |
| เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลทั้งหมด (ms) | 400 | 400,000 |
| เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลทั้งหมด (วินาที/นาที) | 0.4/0.01 | 400/6.67 |

จากตารางที่ 2.3 พบว่าเวลาที่ใช้ทำงานบนระบบเครือข่ายบริเวณกว้างมีค่าเกือบ 7 นาที เปรียบเทียบกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ ใช้เวลาเพียง 0.4 วินาที ปัญหาของจำนวนรอบในการส่งข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละโปรโตคอลว่าสามารถแบ่งข้อมูลทั้งหมดเป็นส่วนๆ ได้ขนาดส่วนละเท่าใด เช่นข้อมูลขนาด 16 MB แบ่งข้อมูลส่วนละ 16 KB ต้องจัดส่งข้อมูลจำนวน 1,000 เที่ยวเพื่อส่งข้อมูลอย่างเดียว และยังไม่รวมเวลาที่ใช้ควบคุมการรับส่ง จัดการระบบเพิ่มข้อมูล และอื่นๆ ด้วย



ภาพที่ 2.20 เปรียบเทียบ Throughput ระหว่างโปรโตคอล TCP และ CIFS ในระบบเครือข่ายที่เพดานความเร็ว 6 Mbps

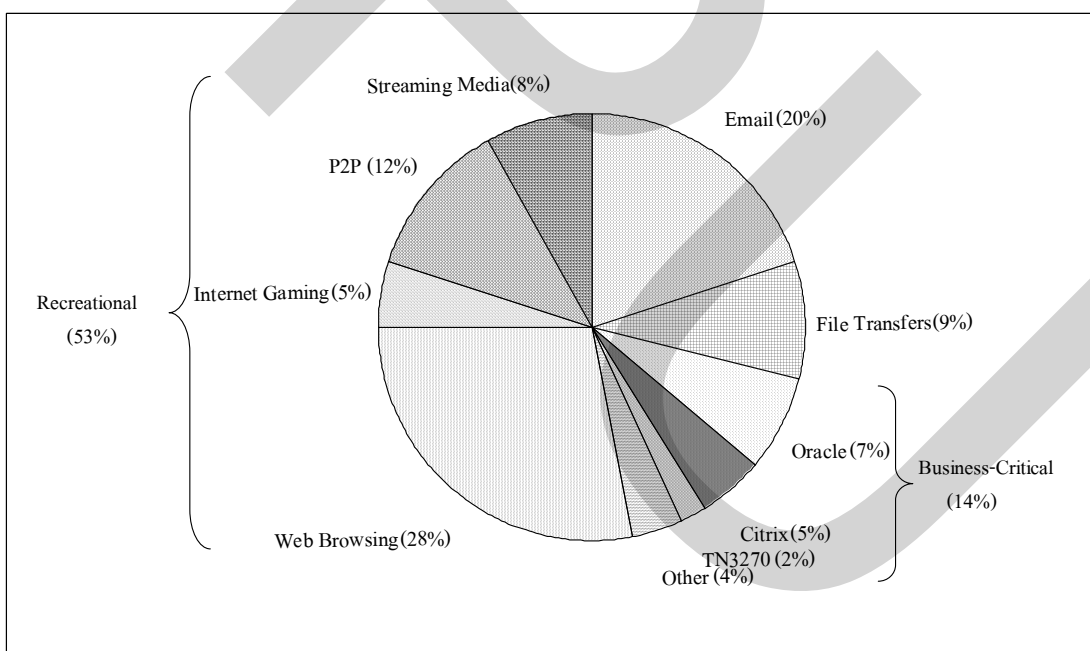
แม้ว่าขนาดความจุของวินโดว์ในโปรโตคอล TCP จะปรับขนาดได้ถึง 64 KB ก็ตาม แต่โปรโตคอลของระบบงานเช่น โปรโตคอล CIFS มีขนาดวินโดว์สูงสุดเพียง 16 KB เท่านั้น เมื่อนำสมการ (2.11) มาประยุกต์เปรียบเทียบค่า Throughput ของโปรโตคอล CIFS กับโปรโตคอล TCP ในระบบเครือข่ายที่ความเร็ว 6 Mbps จะสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.20 แสดงให้เห็นว่าโปรโตคอล CIFS มีผลต่อ Throughput มากกว่าโปรโตคอล TCP โดยเฉพาะเมื่อค่า *RTT* มีค่าตั้งแต่ 20 ms เป็น

ขึ้นไป Throughput ของโปรโตคอล CIFS เริ่มมีค่าต่ำกว่าค่า Throughput ของโปรโตคอล TCP กลายเป็นคอขวดในการรับส่งข้อมูลและจะเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการใช้ระบบงานที่ใช้โปรโตคอลดังกล่าวแม้ว่าจะมีขนาดแบนด์วิธเหลือใช้งานอีกมากก็ตาม

2.3 แนวคิดในการทำวิจัย

2.3.1 แนวคิดทางด้านการจัดการ

องค์กรขนาดใหญ่ในปัจจุบัน มีการใช้ระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศมากมายหลายชนิด แต่ละระบบต่างก็มีความต้องการใช้แบนด์วิธในระบบเครือข่ายเดียวกัน หากไม่มีการบริหารจัดการแล้ว ระบบเครือข่ายจะตอบสนองระบบงานต่างๆ อย่างทัดเทียมกัน ระบบงานสำคัญก็ต้องแย่งกันกับระบบงานอื่นๆ เช่น ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การค้นหาข้อมูลด้วยเว็บ ภาพ เสียง แม้แต่ข้อมูลต่อเนื่องอย่างวิทยุบนอินเทอร์เน็ต และการดาวน์โหลดเพลง ทำให้เกิดผลกระทบต่องานสำคัญขององค์กรได้ กล่าวคือพนักงานจะมีผลผลิตต่ำกว่าที่ควรจะได้และเสียค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างอย่างไม่คุ้มค่า



ภาพที่ 2.21 การใช้ระบบงานในองค์กรขนาดใหญ่

ที่มา: More Throughput, Same Internet Link (Packeteer Incorporation, 2005 : 3)

เอกสารทางวิชาการเรื่อง “More Throughput, Same Internet Link” (Packeteer Incorporation, 2005 : 3) ได้กล่าวถึงผลการสำรวจของ IDC โดยสรุปว่า องค์กรขนาดใหญ่ในสหรัฐอเมริกา มีค่าใช้จ่ายต่อปีสำหรับวงจรเครือข่ายบริเวณกว้างรวมทั้งสิ้นประมาณ 26.6 ล้านดอลลาร์ แต่สำหรับระบบงานสำคัญขององค์กรนั้น ได้ใช้เพียง 14% หรือ 3.6 ล้านดอลลาร์เท่านั้น และยังพบว่าพนักงานใช้เพื่อการสนทนาการส่วนตัวถึง 53% คิดเป็นเงิน 14 ล้านดอลลาร์ ที่เหลือเป็นการใช้งานสนับสนุนอื่นๆ ตามภาพที่ 2.21

เอกสารทางวิชาการเรื่อง “Application Performance and The Bandwidth Bottleneck Blues” (Aberdeen Group Incorporation, 2002 : 3) ได้จัดอันดับความสำคัญของระบบงานในองค์กร และความต้องการระบบเครือข่ายบริเวณกว้างในด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าความพร้อมใช้งาน ค่า Delay Time ระดับการสูญหายของข้อมูลที่ยอมรับได้ และขนาดแบนด์วิธขั้นต่ำที่ระบบงานต้องการ รายละเอียดดังตารางที่ 2.4 จะพบว่าระบบงาน ERP เช่น SAP หรือ Oracle Financials ถูกจัดลำดับความสำคัญอยู่ในอันดับต้นๆ และมีความต้องการแบนด์วิธไม่มากนักต่อการใช้งานแต่ละครั้ง ระบบงานเหล่านี้ต้องการความแน่นอนในการใช้ระบบเครือข่ายและเพียงพอตามจำนวนผู้ใช้งานในเวลาเดียวกัน เปรียบเทียบกับระบบงานประชุมทางไกล (Video Conference) แล้ว แต่ละครั้งต้องการใช้แบนด์วิธขนาดใหญ่กว่ามาก แม้จะได้คุณภาพไม่ดิ่งก็ตาม สำหรับระบบงานที่ใช้เว็บเป็นเครื่องมือ นั้นต้องการขนาดแบนด์วิธไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่รับส่งมาว่าเป็นตัวหนังสือ เสียง หรือ ภาพเคลื่อนไหว ดังนั้น ในองค์กรขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก นอกจากจะต้องมีนโยบายการใช้งานขององค์กรแล้ว ยังจำเป็นต้องใช้วิธีการทางเทคนิคช่วยในการบริหารจัดการระบบเครือข่าย เพื่อให้เกิดความแน่นอนในการให้บริการระบบงานต่างๆ

2.3.2 แนวคิดทางด้านเทคนิค

ตามที่กล่าวมาแล้วว่า การเพิ่มขนาดเพดานความเร็วสูงสุดของการรับส่งข้อมูลให้กับเครือข่ายบริเวณกว้างเพื่อรองรับระบบงานนั้น อาจเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องทั้งด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ จึงได้มีแนวคิดในการจัดการจราจรเพื่อใช้ระบบเครือข่ายที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหมายถึงการจัดการอย่างไรให้ Throughput มีปริมาณสูงขึ้นที่ขนาดเพดานความเร็วเท่าเดิม และลดผลกระทบจากค่า latency Time

Ashton, Metzler & Associates (2003 : 3) ได้สรุปองค์ประกอบพื้นฐานด้านเทคนิคสำหรับการจัดการจราจรของข้อมูล ไว้ในเอกสารวิชาการเรื่อง The Three Components of Optimizing WAN Bandwidth โดยจัดแบ่งเทคนิคพื้นฐานเป็น 3 ลักษณะคือ QoS (Quality of Service) Caching และ Compression และมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.4 ความต้องการของระบบงานบนเครือข่ายบริเวณกว้าง (ต่อหนึ่งผู้ใช้งาน)

| Application | Require Availability | Allowable Delay | Acceptable Packet Loss | Min.Bandwidth Consumed |
|--------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| ERP(SAP) | 100% | < 150ms | 0% | 16 Kbps |
| Credit/Cash Transactions | 100% | < 3sec | 0% | 8 Kbps |
| E-Mail | 90% | Not Applicable | 20% | As Available |
| FTP | 80% | Not Applicable | 20% | > 64Kbps |
| Web | 80% | < 7sec | 20% | Highly Variable |
| Video | As needed by schedule | < 50ms | 0% | 128 Kbps |
| VoIP | 100% | < 150ms | 0% | 12 Kbps |

ที่มา: Application Performance and The Bandwidth Bottleneck Blues (Aberdeen Group Incorporation, 2002 : 3)

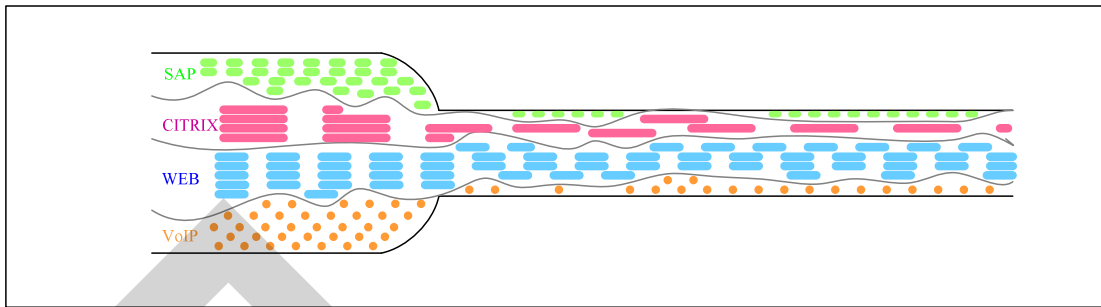
2.3.2.1 QoS (Quality of Service) เป็นวิธีการจัดการจราจรโดยกำหนดให้ระบบเครือข่ายมีความสามารถรับรู้และจัดลำดับให้บริการตามความสำคัญของข้อมูล ตลอดจนให้สิทธิเหนืองานอื่นในการใช้บริการเครือข่ายในระดับต่างๆ กันได้ เทคนิค QoS นี้มักถูกนำมาใช้งานในกรณีแบนด์วิธที่จัดเตรียมไว้ไม่พอเพียงต่อการใช้งานโดยรวม หรือคาดว่าจะมีการจราจรคับคั่ง และมีระบบงานที่มีความสำคัญต่อองค์กรใช้งานด้วย การให้สิทธิเหนืองานอื่นนี้อาจหมายถึงการแบ่งและสำรองแบนด์วิธไว้จำนวนหนึ่งสำหรับให้ระบบงานหนึ่งๆ ได้ใช้งานเฉพาะไม่เกินกว่าที่กำหนด เช่น สำรองให้ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ใช้งานได้ไม่เกิน 20 Kbps เพื่อมิให้รบกวนงานสำคัญอื่นๆ บางครั้งเรียกการจัดการในลักษณะนี้ว่าการ Traffic Shaping หรือ Filtering

ในทางปฏิบัติ การที่แต่ละระบบงานจะได้รับการจัดสรรแบนด์วิธตามขนาดที่ต้องการนั้น นอกจากจะต้องกำหนดเป็นนโยบายโดยบุคคลผู้บริหารระบบแล้ว อุปกรณ์ในระบบเครือข่าย

จะต้องเข้าถึงและรู้จักรายละเอียดในชั้น Application Layer พอสมควร ทั้งนี้เนื่องจากระบบงานส่วนใหญ่หลายชนิดได้มีการใช้หมายเลข Port ของโปรโตคอล TCP แต่ก็มีหลายระบบงานที่นิยมใช้ Port หมายเลขเดียวกัน เช่น 80 และ 8080 ได้แก่ระบบงานทางธุรกิจที่ใช้เทคนิคเว็บ ระบบสืบค้นข้อมูล Pointcast ระบบสื่อต่างๆ นอกจากนี้บางระบบงานยังมีการเปลี่ยนแปลงหมายเลข Port ตลอดเวลา ได้แก่ระบบงานในลักษณะ peer-to-peer เช่น Gnutella หรือ iMesh รวมถึงโปรแกรมไวรัส เหล่านี้ทำให้ระบบเครือข่ายไม่สามารถใช้เลขหมาย Port ของโปรโตคอล TCP จัดการในระดับ Transport Layer เพื่อแยกงานสำคัญออกมาจากงานอื่นๆ อย่างชัดเจนได้

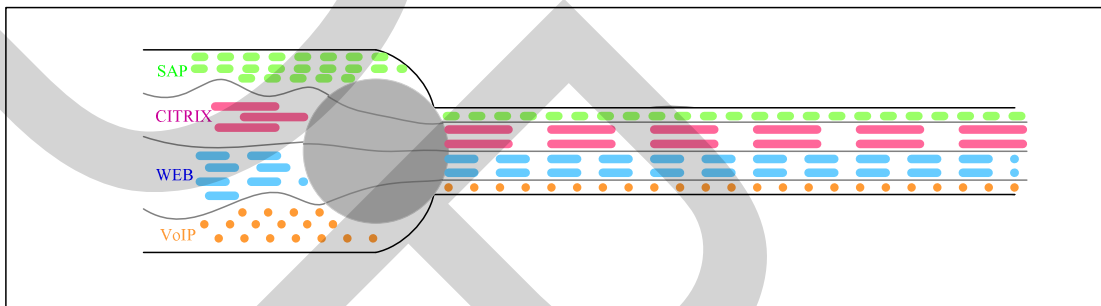
เทคนิคการทำ QoS นี้ นิยมใช้กับระบบงานที่มีความสำคัญต่อองค์กร ได้แก่ VoIP ระบบวางแผนทรัพยากรองค์กร ระบบที่ต้องการการตอบสนองในทันที (Real Time) เช่น ระบบงานที่ใช้คอมพิวเตอร์เมนเฟรม ระบบที่มีผลกระทบต่อธุรกิจขององค์กรโดยตรง ตัวอย่างเช่น ระบบ SAP R/3 โมดูล SD (Sales and Distribution) ซึ่งใช้สำหรับงานสั่งซื้อ ถ้าโมดูล SD ทำงานล่าช้า หมายถึงยอดขายที่เสียไปเนื่องจากการเสียเวลารอนาน นอกจากนี้หากระบบงานมีอาการหลุดจาก Session ขณะทำงาน อาจทำให้ลูกค้าไม่พอใจและเปลี่ยนไปทำธุรกิจกับบริษัทอื่นแทนได้ Ashton, Metzler & Associates (2003 : 4) ยังได้อ้างถึงการทดสอบของ Netigy Corporation กับระบบงาน SAP R/3 โมดูล SD โดยการจำลองข้อมูลการสั่งซื้อ และสรุปได้ว่าการทำ QoS ในขณะที่เครือข่ายมีความคับคั่งนั้น ได้ช่วยลดเวลาการทำงานลงไปประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์

องค์กรส่วนใหญ่ที่ใช้เทคนิค QoS จะเห็นผลทันทีเมื่อมีนโยบายเกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญของระบบงานในระบบเครือข่าย เช่นการควบคุมขนาดแบนด์วิธของการใช้งานระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าระบบงาน SAP ทำงานได้ดี ต่อจากนั้นอาจทำเพิ่มเติมกับระบบงานอื่นๆ ตามมาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เทคนิค QoS นี้จัดว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการจัดการแบนด์วิธของเครือข่ายบริเวณกว้าง หากไม่มีการทำ QoS ระบบงานจะแย่งกันส่งข้อมูล ส่งผลเสียต่อระบบงานสำคัญยิ่งขององค์กร กล่าวอีกนัยหนึ่ง การทำ QoS เป็นการสร้างท่อรับส่งข้อมูล (Pipe) ไว้เฉพาะสำหรับแต่ละระบบงาน เพื่อสร้างความมั่นใจว่าระบบเครือข่ายสามารถรองรับระบบงานแต่ละระบบได้อย่างแน่นอน ด้วยขนาดเพดานความเร็วที่กำหนดไว้ หากพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้งานและค่า Latency Time จากภาพที่ 2.16 แล้ว การทำ QoS จะเสมือนกับว่าเป็นการสำรองท่อรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายให้พร้อมบริการ หรือทำให้ค่าปริมาณการใช้งานต่ำอยู่เสมอสำหรับระบบงานที่เป็นเจ้าของท่อรับส่งข้อมูลนั่นเอง ภาพที่ 2.22 และ 2.23 แสดงการรับส่งข้อมูลของระบบงานต่างๆ กรณีก่อนทำ และหลังทำ QoS ซึ่งจะให้ความแน่นอนในการบริการรับส่งข้อมูลมากกว่า



ภาพที่ 2.22 ลักษณะการจราจรของระบบงานก่อนทำ QoS

ที่มา: A Comprehensive Solution to WAN (Peribit Networks, Incorporation, 2003 : 5)



ภาพที่ 2.23 ลักษณะการจราจรของระบบงานหลังทำ QoS

ที่มา: A Comprehensive Solution to WAN (Peribit Networks, Incorporation, 2003 : 5)

2.3.2.2 Caching เป็นการจัดเตรียมข้อมูลที่คาดว่าจะใช้ไว้ล่วงหน้าให้กับผู้เรียกใช้งาน โดยเก็บพักไว้ในที่เก็บข้อมูลชั่วคราวที่อยู่ในเครือข่ายเฉพาะที่เดียวกับผู้เรียกใช้งาน เมื่อมีการเรียกใช้งานจริงจึงไม่จำเป็นต้องเรียกผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างอีก วัตถุประสงค์ของเทคนิคนี้ เพื่อเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน และใช้ประโยชน์สูงสุดจากแบนด์วิธของระบบเครือข่าย บริเวณกว้างที่มีอยู่อย่างจำกัด การทำ Caching นี้จะต้องมีแหล่งที่เก็บข้อมูลชั่วคราวเรียกว่าแคช (Cache) มีกระบวนการที่ทำให้รู้ว่าผู้ใช้งานจะเรียกใช้ข้อมูลใดเพื่อเก็บรอไว้ล่วงหน้า จึงทำให้ดูเหมือนว่าระบบเครือข่ายได้รับแบนด์วิธเพิ่มขึ้นเนื่องจากถูกลดปริมาณการใช้งานลงไป อย่างไรก็ตาม การทำ Caching ไม่มีประโยชน์สำหรับระบบงานที่ต้องการตอบสนองทันทีดังเช่นระบบงานวางแผนทรัพยากรองค์กร เพราะระบบดังกล่าวมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลต้นทางได้ตลอดเวลา และการทำ Caching ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาผลกระทบของ Latency ดังนั้นในภาพรวมขององค์กร จึงควรใช้เทคนิค Caching ควบคู่กับเทคนิค QoS ด้วย

การทำ Caching ได้ถูกนำมาใช้งานในรูปแบบต่างๆ อยู่บ้างแล้ว เช่น การสืบค้นข้อมูลด้วยเว็บเบราว์เซอร์ โปรแกรมเบราว์เซอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะมีการเก็บข้อมูลที่เคยเรียกจากเครื่องแม่ข่ายไว้ ในระดับองค์กรจะมีระบบ Caching ที่เรียกว่า Proxy เป็นเครื่องแม่ข่ายที่ใช้เก็บข้อมูลหน้าจอของเว็บที่เครื่องลูกข่ายเรียกใช้งานแล้ว ตัว Proxy จะทำตัวเสมือนเครื่องแม่ข่ายติดตั้งอยู่ในระบบเครือข่ายเฉพาะที่ด้านเดียวกับผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้เร็วขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลาไปดึงข้อมูลผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายบางประเภทก็ไม่สามารถเก็บไว้ใน Cache ได้ทั้งหมด เช่น ข้อมูลที่ต้องเสียบค่าสมาชิก นอกจากนั้น ปัญหาข้อมูลที่ล้าสมัยหรือต้องยืนยันตรวจสอบความถูกต้องก็ไม่สามารถใช้เทคนิค Caching ช่วยเหลือได้ ในกรณีที่ใช้โปรโตคอลเว็บเป็นพื้นฐานของระบบงานในองค์กรนั้น ควรพิจารณาลักษณะของข้อมูลว่าเป็นแบบคงที่ (Static) หรือ ไม่คงที่ (Dynamic) หากเป็นแบบคงที่ ก็สามารถใช้ Proxy ช่วยได้ แต่หากเป็นแบบไม่คงที่ ควรใช้เทคนิค QoS เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยทุกครั้งที่เราเรียกมา

ผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายได้นำเทคนิคการทำ Caching ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนออกเผยแพร่ในตลาดอย่างมากมาย และรองรับการใช้งานมากขึ้นเช่น รองรับโปรโตคอล CIFS ที่ใช้กับระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ โปรโตคอล MAPI ที่ใช้กับเอ็กเชนจ์เอพาทล์ูก์ของระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โปรโตคอล RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) และ MMS (Multimedia Messaging Services) สำหรับงานสื่อภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้บางผลิตภัณฑ์ยังได้พัฒนาให้รองรับงานที่มีลักษณะของข้อมูลไม่คงที่อีกด้วย เช่นเทคนิค Objected Caching และ Byte Caching (Blue Coat Systems Incorporation, 2006 : unpagged) ที่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในแฟ้มข้อมูล และข้อมูลทุกไบต์ในแต่ละวินโดว์ขนาด 64KB ของโปรโตคอล TCP เพื่อป้องกันการส่งส่วนที่มีอยู่ในแคชแล้วผ่านไปเครือข่ายบริเวณกว้างอีก และให้ส่งเฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น โดยใช้สมมติฐานว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของการจราจรในเครือข่ายบริเวณกว้างมักเป็นข้อมูลที่ซ้ำกัน เนื่องจาก

- 1) ระบบงานขององค์กรที่เรียกใช้งานด้วยเทคนิคเว็บ ผู้ใช้งานในสำนักงานสาขามักเรียกใช้ทำงานคล้ายๆกัน เทคนิค Byte Caching จึงสามารถช่วยลดการส่งวินโดว์ที่ซ้ำกันได้
- 2) การเรียกแฟ้มข้อมูลจากเครื่องแม่ข่าย การส่งแฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มก่อให้เกิดปริมาณการจราจรในระบบเครือข่ายบริเวณกว้างมาก หากมีการเรียกใช้แฟ้มข้อมูลเดียวกัน เทคนิค Byte Caching จะตรวจสอบและจัดส่งเฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงให้

3) การใช้ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในองค์กร มักส่งไปยังผู้รับหลายคนในครั้งเดียวกัน และการจดหมายมักมีต้นฉบับเดิมติดมาด้วยทำให้เกิดการส่งข้อมูลซ้ำซ้อน เทคนิค Byte Caching จะช่วยลดปริมาณการจราจรที่ซ้ำกันได้

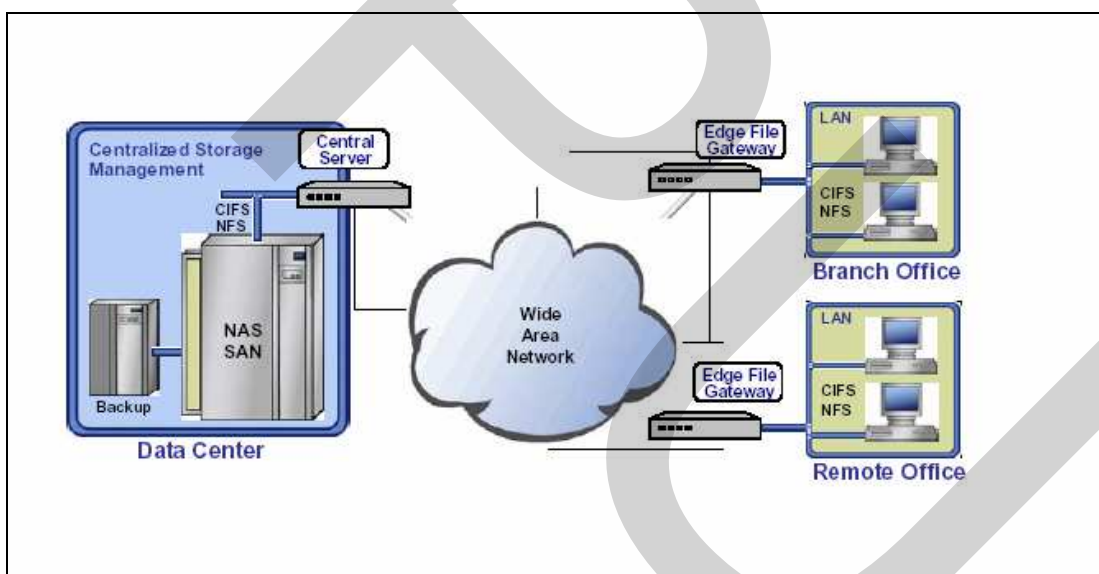
Blue Coat Systems, Incorporation ได้ประเมินผลจากการใช้เทคนิค Byte Caching นี้ว่าจะช่วยลดปริมาณหรือเสมือนเพิ่มขนาดแบนด์วิดท์ความเร็วในเครือข่ายได้ประมาณ 10 ถึง 20 เท่า ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานขององค์กร

2.3.2.3 Compression เป็นการบีบอัดเพิ่มข้อมูลหรือข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงก่อนส่งเข้าไปในเครือข่ายบริเวณกว้าง เพื่อให้สามารถใช้งานบนเครือข่ายที่มีแบนด์วิดท์ความเร็วต่ำได้ เป็นการใช้ประโยชน์จากระบบเครือข่ายได้มากขึ้น ทำนองเดียวกับเทคนิค Caching การบีบอัดข้อมูลนี้ไม่ช่วยแก้ปัญหาประสิทธิภาพการใช้งานของระบบงานสำคัญ ในทางปฏิบัติจึงควรใช้เทคนิค Compression นี้ควบคู่กับการทำ QoS ด้วย การบีบอัดข้อมูลจะมีรูปแบบหลายชนิด และมีขั้นตอนวิธีการแตกต่างกันไป สำหรับการวัดคุณภาพของการบีบอัด จะใช้ตัวเลขที่เรียกว่าอัตราส่วนการบีบอัด ตัวเลขดังกล่าวมีค่าเป็นอัตราส่วน $X:1$ โดย X เป็นจำนวนไบนารีที่เข้ามาสู่กระบวนการบีบอัดหารด้วยจำนวนไบนารีที่ได้หลังจากบีบอัด หมายความว่าค่า X ยิ่งมากยิ่งดี อย่างไรก็ตามมีบางกรณีที่มีการบีบอัดข้อมูลไม่มีประโยชน์และอาจเพิ่มปัญหาด้วย เช่น ในกรณีที่ CPU และหน่วยความจำที่ใช้โปรแกรมบีบอัดต้องให้บริการกับผู้ใช้จำนวนมาก หมายถึงเพิ่มค่าเวลารอคอยให้กับการรับส่งข้อมูลของระบบงาน นอกจากนี้ การบีบอัดจะมีประโยชน์น้อยมากสำหรับงานบางประเภทเช่น VoIP การส่งสัญญาณภาพและเสียง การประชุมทางไกล เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวผ่านการบีบอัดโดยธรรมชาติอยู่แล้วยกเว้นข้อมูลในส่วนหัวของแพ็คเก็ต อีกประการหนึ่ง ระบบงานดังกล่าวได้ผ่านการเข้ารหัส และมีข้อมูลซ้ำกันน้อยอยู่แล้ว การบีบอัดตามปกติจะให้อัตราส่วนการบีบอัดต่ำมาก ไม่คุ้มต่อการดำเนินการ ผลดีของการบีบอัดข้อมูลทำให้ Throughput ในการรับส่งข้อมูลดีขึ้น แต่ควรระมัดระวังค่าเวลารอคอย เนื่องจากกระบวนการบีบอัดต้องใช้เวลาและอาจทำให้เวลารอคอย มีค่ามากขึ้นไป

การใช้เทคนิค Compression เดิมจะต้องติดตั้งอุปกรณ์บีบอัดข้อมูลไว้ที่สำนักงานสาขาทุกแห่ง เรียกว่าโครงสร้างแบบ Double-Sided Compression แต่ปัจจุบันมีโครงสร้างอีกประเภทหนึ่งเรียกว่า Single-Side Compression เป็นการติดตั้งอุปกรณ์บีบอัดข้อมูลไว้ที่สำนักงานกลางด้านเดียวใช้สำหรับเร่งความเร็วให้กับงานเว็บโดยเฉพาะ และใช้เทคโนโลยีอื่นๆ เพิ่มเติมหลายชนิดเพื่อใช้ประโยชน์สูงสุดจากเว็บแต่ละหน้าในการส่งข้อมูลไปยังปลายทาง ได้แก่การบีบอัดข้อมูล การแปลงข้อมูลภาพ การเข้ารหัสเคลต้า ประกอบกับเทคนิคการ Optimization และเทคนิค Caching ทำให้ได้ค่าอัตราส่วนสุดท้ายอยู่ระหว่าง 2:1 ถึง 8:1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และข้อมูลที่ใช้ งาน ระบบ

นี้ดีกว่า Double-Sided และเทคนิค Caching ตรงที่การลงทุนต่ำกว่า ใช้อุปกรณ์ไม่มาก คิดตั้งเฉพาะสำนักงานกลางเพื่อใช้ประโยชน์สูงสุดจากเนื้อหาที่จัดส่งให้ผู้เรียกใช้งาน ข้อดีอีกประการหนึ่งคือเป็นการใช้ประโยชน์สูงสุดจากแบนด์วิธของผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์ และปลายทางของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง เทคโนโลยี Single-Sided ใช้ได้ดีกับเนื้อหาประเภทคงที่ และ ไม่คงที่ เหมาะสำหรับใช้กับระบบงานเว็บ โดยผู้เรียกใช้งานต้องระบุเฉพาะเจาะจงเว็บไซต์ที่จะใช้เทคนิคนี้ เพื่อเร่งให้ทำงานได้อย่างรวดเร็ว ส่วนเทคโนโลยี Double-Sided นั้น ข้อมูลเกือบทุกชนิดถูกบีบอัดเหมือนกันหมด และใช้ Proxy เป็นที่เก็บสำรองข้อมูลเว็บประเภทคงที่จากทุกเว็บไซต์ที่เรียกใช้งาน

นอกจากเทคนิคพื้นฐานทั้งสามแล้ว ในภาคอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง เพื่อกำจัดจุดอ่อนการใช้ระบบงานผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง และนำประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทคนิคทั้งสามเกิดเป็นอุปกรณ์ชนิดใหม่ เทคโนโลยีที่สำคัญ และมีแนวโน้มเติบโตในการนำมาใช้งาน ได้แก่ WAFS (Wide-Area File Service) และ Protocol Optimization



ภาพที่ 2.24 แนวความคิดสถาปัตยกรรม WAFS

ที่มา: Wide Area File Services (The TANEJA Group Incorporation, 2004 : 3)

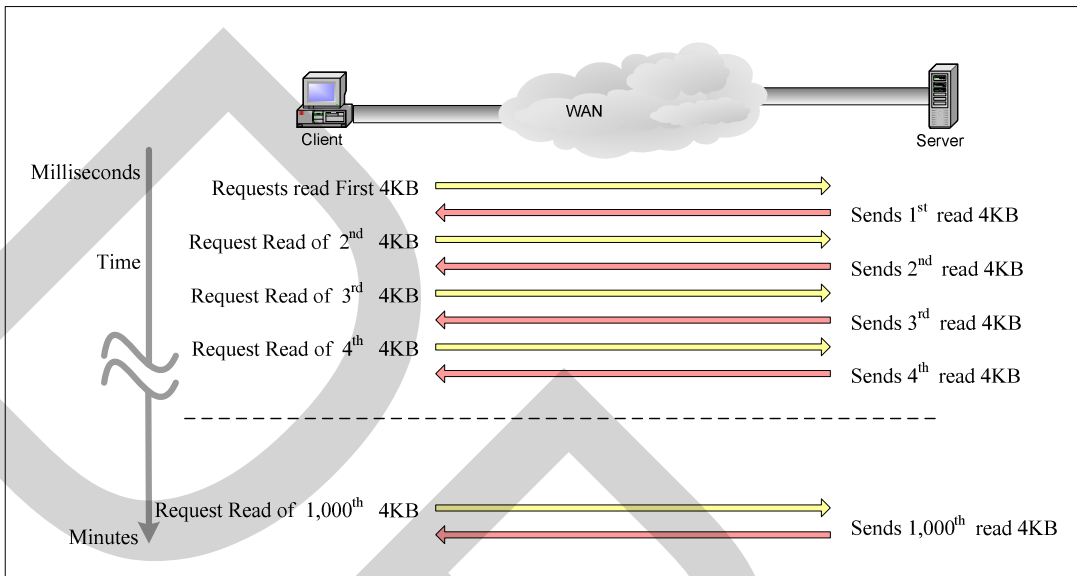
WAFS เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดผลกระทบในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างให้มีประสิทธิภาพทัดเทียมกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ Brad O'Neill (TANEJA Group Incorporation, 2004 : unpagged) ได้กล่าวถึง WAFS ในเอกสารทางวิชาการเรื่อง “Taming The

Distributed Enterprise” ระบุว่า WAFS เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากความพยายามเอาชนะปัญหาการบริหารจัดการ และการเรียกใช้ข้อมูลที่เก็บในเครื่องแม่ข่าย หรือ อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Storage) ที่ต่อตรงกับเครื่องข่ายที่เรียกว่า NAS (Network Attached Storage) และ SAN (Storage Area Network) โดยเรียกใช้ผ่านเครื่องข่ายบริเวณกว้างจากสำนักงานสาขาขององค์กรต่างๆ TANEJA Group, Incorporation ซึ่งเป็นบริษัทผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นผู้ริเริ่มชักชวนให้ผู้ใช้งานในองค์กรขนาดใหญ่และ บริษัทผู้ผลิตจำหน่ายอุปกรณ์ทั้งหลายได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนรวบรวมเทคโนโลยีระหว่างกัน สรุปเป็นแนวคิดร่วมกันเป็นแนวทางในการสร้างอุปกรณ์ใหม่ที่เรียกว่า EFGs (Edge File Gateways) ใช้ติดตั้งในเครื่องข่ายเฉพาะที่ในสำนักงานสาขา และอุปกรณ์ CS (Central Servers) ใช้ติดตั้งที่สำนักงานใหญ่หรือศูนย์กลางข้อมูล (Data Center) ที่เครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์เก็บข้อมูลขององค์กรติดตั้งอยู่ ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์เป็นดังภาพที่ 2.24 อุปกรณ์ EFGs และ CS มีการติดต่อกันผ่านเครื่องข่ายบริเวณกว้างในลักษณะ Real Time และใช้เทคนิค Protocol Optimization กับ โพรโทคอล CIFS และ โพรโทคอล NFS (Network File Services) โดยตัวอุปกรณ์ CS นั้นจะทำหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุม การอนุญาตเข้าใช้ การเรียกใช้ข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การจัดการเพิ่มข้อมูล และการปกป้องข้อมูลจากสำนักงานสาขาต่างๆ โดยเป็นตัวแทนเครื่องลูกข่ายในการประสานงานกับเครื่องแม่ข่ายผ่าน โพรโทคอล CIFS หรือ NFS ตามปกติ

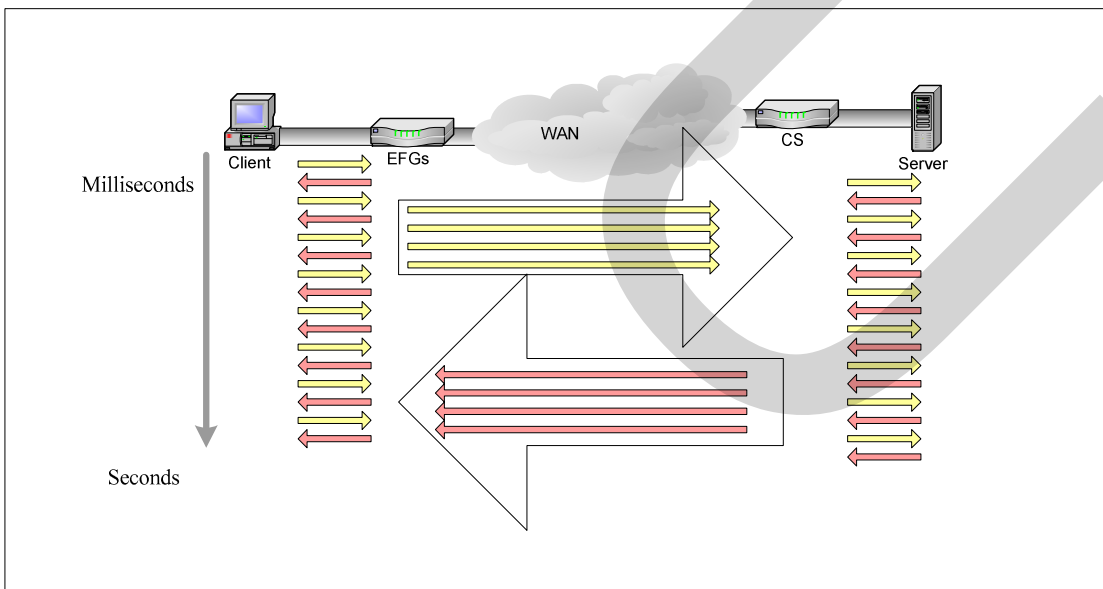
ส่วนอุปกรณ์ EFGs ในแต่ละสำนักงานสาขานั้น จะทำหน้าที่เสมือนเป็นเครื่องแม่ข่าย โดยเทคนิค Caching มีข้อมูลที่เครื่องลูกข่ายต้องการพร้อมให้เรียกใช้ โดยประสานงานกับเครื่องลูกข่ายด้วยโพรโทคอล CIFS และ NFS ตามปกติเสมือนกับ เครื่องลูกข่ายติดต่อโดยตรงกับเครื่องแม่ข่าย การจัดวางระบบในลักษณะนี้เป็นแบบ Transparent คือไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างอื่นและระบบงานงานไม่ต้องแก้ไขเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง ใดๆ ทั้งสิ้น

ส่วนสำคัญของเทคโนโลยี WAFS คือการพัฒนาเทคนิค Protocol Optimization สำหรับ โพรโทคอล CIFS และ NFS ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบจาก Latency Time ได้ วิธีการดังกล่าวคือปรับปรุงการประสานงานข้ามเครื่องข่ายบริเวณกว้างระหว่างอุปกรณ์ EFGs และ CS ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การปรับขนาดวินโดว์ของโพรโทคอล CIFS และ NFS ให้ใหญ่ขึ้น และมีการรอคอยตอบรับน้อยลงเพื่อประหยัดเวลารอคอยในระบบเครื่องข่ายบริเวณกว้าง ซึ่งหากให้ทำงานตามปกติแบบเดิมดังภาพที่ 2.25 จะเสียเวลารอคอยมาก ส่วนการประสานงานระหว่าง EFGs กับเครื่องลูกข่าย และระหว่าง CS กับเครื่องแม่ข่ายยังเป็นไปตามปกติที่เรียกว่า Chatty แต่อยู่ในส่วนของระบบเครื่องข่ายเฉพาะที่ ดังภาพที่ 2.26 นอกจากนี้ การใช้เทคนิค Protocol Optimization

ร่วมกับเทคนิคการทำ Caching จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานในระบบเครือข่ายบริเวณกว้างดีขึ้น ไม่แตกต่างจากการใช้งานภายในบริเวณเครือข่ายเฉพาะที่มากนัก



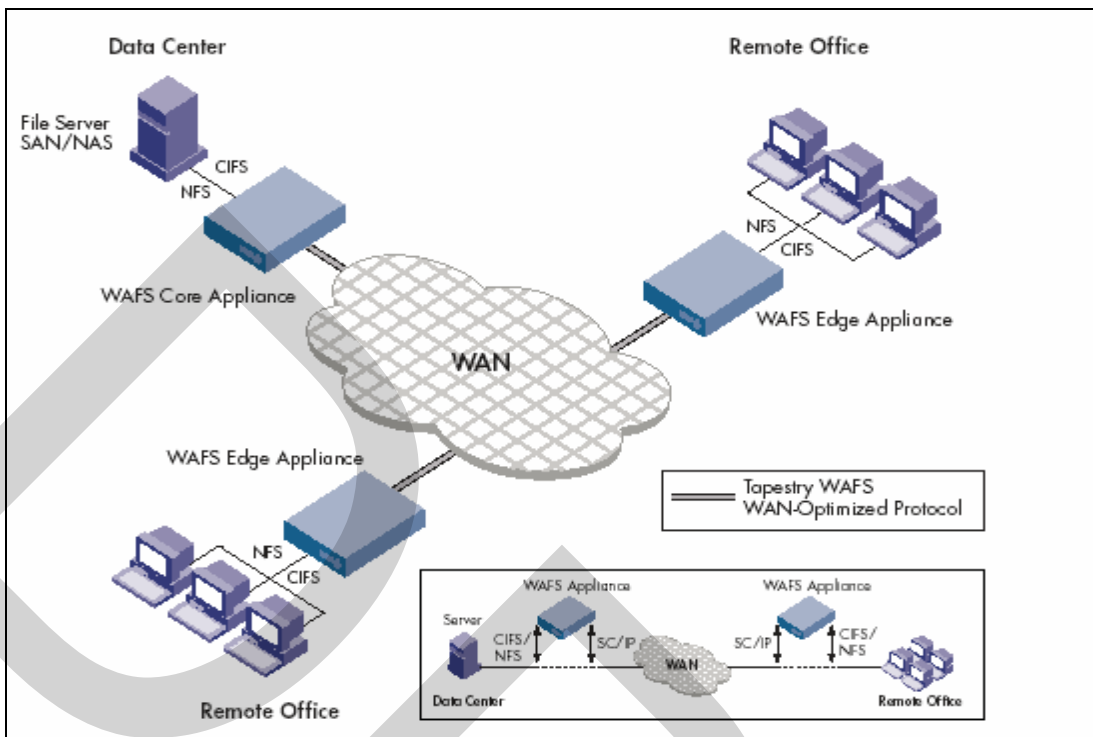
ภาพที่ 2.25 แสดงการทำงานของโปรโตคอล CIFS



ภาพที่ 2.26 แสดงผลการ Optimize โปรโตคอล CIFS

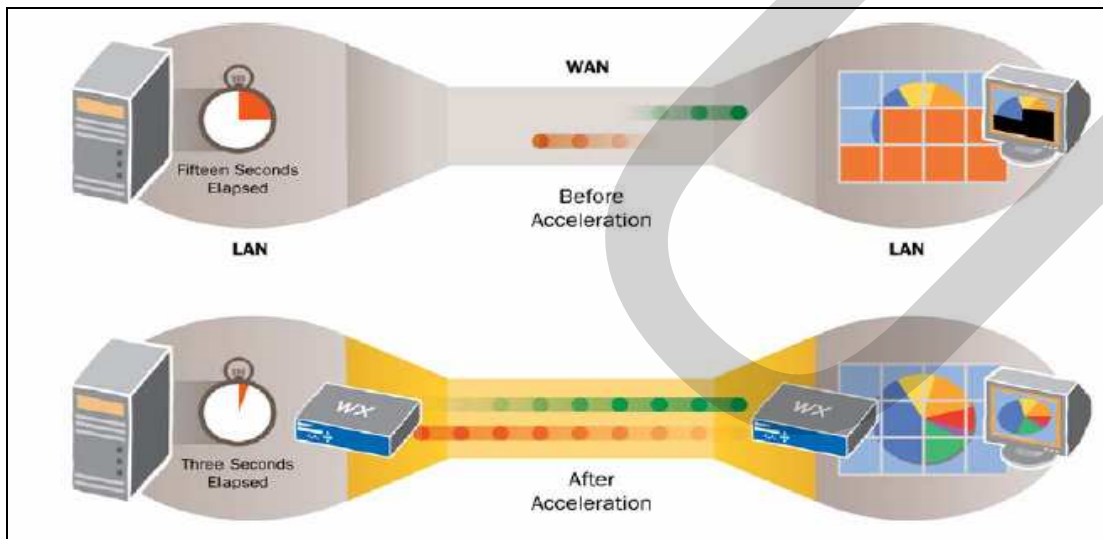
ข้อจำกัดของเทคโนโลยี WAFS คือ การใช้งานจำกัดเฉพาะสำหรับระบบเพิ่มข้อมูลของระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ ซึ่งใช้โปรโตคอล CIFS และ ระบบยูนิกซ์หรือ ลินุกซ์ ซึ่งใช้โปรโตคอล NFS เท่านั้น แต่ในเวลาต่อมา บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น พัฒนาเทคโนโลยีเฉพาะ และ เพิ่มการรองรับโปรโตคอลของระบบงานอื่นๆ ได้มากขึ้น เช่น MAPI HTTP FTP RPC DNS (Domain Name Systems) DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) SQL (Structured Query Language) ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้พัฒนาเทคนิคอื่นๆ เพิ่มเข้าไปในอุปกรณ์เดียวกันเพื่อให้รองรับกับความต้องการมากขึ้นด้วย เช่น QoS ระบบป้องกันการโจมตี เทคนิคการ Optimize โปรโตคอล TCP ซึ่งเป็นฐานของการใช้งานระบบงานต่างๆ โดยตรง เป็นต้น การเรียกชื่ออุปกรณ์และเทคโนโลยีของผู้ผลิตเหล่านี้ มีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติและทิศทางการตลาด เช่น WDS (Wide Area Data Services) WOC (WAN Optimization Controller) ADC (Application Delivery Controller) Application Accelerators ฯลฯ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของอุปกรณ์ทั้งหมดก็เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างทั้งสิ้น โดยลักษณะของสถาปัตยกรรมยังคงมีลักษณะคล้ายกับพื้นฐานของเทคโนโลยี WAFS ดังตัวอย่างภาพที่ 2.27 และภาพที่ 2.28

เอกสารทางวิชาการเรื่อง “BoBs Help You Make the Most of Branch Office WANs” โดย Joe Skorupa (Gartner Incorporation, 2005 : unpagged) ได้สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับทิศทางของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศจากแบบกระจาย (Distributed) มาเป็นแบบรวมศูนย์ (Centralize) ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า Consolidation การรวบรวมฐานข้อมูลหรือเครื่องแม่ข่ายกลับมาอยู่ที่ศูนย์ข้อมูลขององค์กรที่เดียวนี้ ก็เพื่อความเป็นหนึ่งเดียวของข้อมูล การบริหารจัดการในภาพรวมเกิดประสิทธิภาพ ลดความซ้ำซ้อนในการลงทุน ง่ายต่อการจัดการระบบ ขจัดปัญหาเรื่องความถูกต้องและความปลอดภัยของข้อมูล จากการศึกษาพบว่าช่วงระยะเวลานี้ถึงปี 2010 การทำ Consolidation ขององค์กรมีความน่าจะเป็นว่าจะเกิดขึ้น 80 % เนื่องจากแรงผลักดันของความต้องการควบคุมต้นทุนในการบริหารองค์กร และการกำกับดูแลองค์กรจาก คณะกรรมการ (Regulator) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละอุตสาหกรรมของประเทศ ซึ่งจะมีข้อกำหนดในการทำธุรกรรมและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในองค์กรต่างๆ ให้มีความโปร่งใส มีบูรณาการ เป็นบรรทัดฐานเดียวกัน



ภาพที่ 2.27 โครงสร้างสถาปัตยกรรมการเร่งความเร็วในการใช้งาน

ที่มา: Brocade Communications Systems, Incorporation (2005 : unpagged)



ภาพที่ 2.28 แสดงผลของการเร่งความเร็วในการใช้งานผ่านระบบ WAN

ที่มา: Accelerating Application Performance Across the WAN (Juniper Networks, Incorporation, 2005 : 8)

Joe Skaorupa (2005 : unpagged) ยังได้กล่าวว่า การจัดรวมศูนย์เครื่องแม่ข่ายนั้น องค์กร จะมีความต้องการอุปกรณ์ชนิดใหม่ที่เรียกว่า Branch Office Boxes (BOBs) เป็นการผสมผสาน ระหว่าง WOC และเครื่องแม่ข่าย เพื่อรองรับงานสำคัญและให้บริการเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดต้นทุนการบริหารจัดการในระยะยาว ในขณะที่ยังสามารถควบคุมประสิทธิภาพและ ความมั่นคงของการใช้ระบบงานตามความต้องการได้ คุณสมบัติของ WOC โดยทั่วไปนั้นจะมี เทคนิคการทำ Caching , QoS และ WAFS ในตัว ส่วน BOBs จะเป็นขั้นต่อไปของ WOC ซึ่งอยู่ ระหว่างการพัฒนา นอกจากนี้ มีความเป็นไปได้ว่า BOBs จะเป็นอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่น สามารถ ออกแบบให้เพิ่มการทำงานเข้าไปในอุปกรณ์เดิมได้ ในลักษณะเดียวกับ Blade Server หรือปรับเพิ่ม ซอฟต์แวร์เข้าไปได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นๆ ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมนั้น ผู้วิจัยยังพบว่ามี การควมรวมกิจการและซื้อกิจการระหว่างบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย ของ Joe Skaorupa และ นอกจากนี้ Frank Derfler (2006 : unpagged) ยังกล่าวว่า BOBs เป็นอุปกรณ์ ชนิดหนึ่งให้บริการ WAFS รองรับโปรโตคอลในชั้นต่างๆ ขจัดปัญหาการใช้ระบบงานงานบน เครือข่ายบริเวณกว้าง รวมถึงบริการระบบรักษาความปลอดภัย และยังประเมินว่า BOBs จะช่วยลด ค่าใช้จ่ายได้ประมาณอย่างต่ำปีละ 10,000 ดอลลาร์ต่อหนึ่งสำนักงานสาขา

Netdevices Incorporation (2005 : unpagged) ได้กล่าวถึงผลการวิจัยของ IDC เกี่ยวกับ เครือข่ายในสำนักงานสาขา ในเอกสารทางวิชาการเรื่อง “Branch Networks – The Way Ahead” โดยการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรขนาดใหญ่ที่มีสำนักงานสาขาทั่วโลก ครอบคลุม ธุรกิจหลายด้าน และสรุปว่า สำนักงานสาขาต้องการอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีต่างไปจากอุปกรณ์ แบบเดิมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อรองรับการให้บริการใช้ระบบงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็น อุปกรณ์ที่รวมหน้าที่และความสามารถหลายอย่างเข้าไว้ในเครื่องเดียวกัน ซึ่งอุปกรณ์ลักษณะ ดังกล่าว มีการพัฒนาในอุตสาหกรรมแล้ว โดยใช้ชื่อว่า Services Gateways หรือ Business Gateways และในที่สุด IDC ได้แนะนำให้ผู้บริหารระบบเครือข่ายติดตามการพัฒนาอุปกรณ์ ดังกล่าวอย่างใกล้ชิดเพื่อพิจารณานำมาใช้กับสำนักงานสาขาขององค์กรต่อไป

ผู้วิจัยพบว่า ทิศทางของการบริหารการใช้ระบบงานของสำนักงานสาขาของการไฟฟ้า ฝายผลิตแห่งประเทศไทย น่าจะอยู่ในทิศทางเดียวกันกับที่กล่าวมา และจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ซึ่งจะ ใช้ชื่อทั่วไปว่า WOC มาใช้งานในองค์กร เนื่องจากแรงผลักดันในการดำเนินการ ดังนี้

- 1) องค์กรต้องการควบคุมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และลดการลงทุนในส่วนสายงาน สนับสนุนในระยะยาว และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- 2) ต้องการประสิทธิภาพการใช้งานเพื่อเพิ่มผลผลิต และสร้างรายได้เสริมจากธุรกิจ หลัก โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ขององค์กรให้เกิดประโยชน์

3) นโยบายของรัฐ ในการควบคุมตามแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของประเทศ กำหนดให้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้งานในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ มี บุคลากร โปร่งใส ตรวจสอบได้

4) การดำเนินงานขององค์กรด้วยมาตรฐาน สามารถเทียบเคียง (Benchmarking) กับ หน่วยงานอื่นๆ ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน และประเมินผลโดยองค์กรภายนอก

2.3.3 แนวคิดเชิงสถิติ

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณตามแนวคิดด้านสถิติ เพื่อหา ความสัมพันธ์ระหว่างเพดานความเร็วสูงสุด จำนวนคอมพิวเตอร์ และจำนวนพนักงานในสำนักงาน สาขา ในสภาพปัจจุบัน เพื่อใช้ประมาณค่าแบนด์วิธที่เหมาะสมกับการใช้งานในองค์กร ก่อนการใช้ อุปกรณ์ WOC และใช้เป็นบรรทัดฐานในการเปรียบเทียบกับขนาดแบนด์วิธที่จำเป็นเมื่อนำอุปกรณ์ WOC มาใช้ในระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใดๆ ในรูปแบบสมการแสดงความสัมพันธ์โดยมี ตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวนั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) จากเอกสารคำสอนวิชา หลักสถิติ ST201 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต (ยุพกรณ์ อารี พงษ์, 2549 : 91) ได้กล่าวว่าการวิเคราะห์การถดถอย เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรที่เรียกว่าตัวแปรตาม ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ เรียกว่า ตัวแปรอิสระ โดยถ้าศึกษาตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว จะเรียกการวิเคราะห์นี้ว่า การวิเคราะห์ การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) แต่ถ้ามีตัวแปรอิสระตั้งแต่สองตัวขึ้นไป จะ เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ในการวิเคราะห์การ ถดถอย ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบสมการทั่วไป เช่น $Y = a + bX$ แล้วใช้ข้อมูลที่สำรวจเก็บไว้แล้วนำมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีกำลังสองน้อย ที่สุด (Least Square Method) ซึ่งสามารถทำได้จากการป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป เช่น Eviews , Microsoft Excel เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้ นำไปสร้างสมการถดถอย เพื่อใช้ พยากรณ์ ตัวแปรตามต่อไป นอกจากจะหาสมการถดถอยได้แล้ว โปรแกรมยังคำนวณค่าทดสอบ ความน่าเชื่อถือ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่า สมการถดถอยนี้สามารถนำไปใช้งานได้ และมีโอกาส ผิดพลาดประมาณเท่าใด

2.3.4 แนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์

จากวารสารทางวิชาการเรื่อง “The Real Cost of Poor WAN Performance” โดย Orbital Data Corporation (2005 : unpagged) ได้กล่าวถึงผลการสำรวจของ Network world , IDC , Meta Group และนักวิเคราะห์อื่นๆ พบว่า องค์กรต่างๆ มีความต้องการเพิ่มปริมาณเพดานความเร็วของ

ระบบเครือข่ายบริเวณกว้างอย่างต่อเนื่อง องค์ประกอบที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวส่วนหนึ่งคือ การผลักดันให้มีการใช้ระบบงานสำคัญยิ่งต่อองค์กรผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง และการวางระบบที่ต้องใช้แบนด์วิธมากอย่างเช่น VoIP อย่างไรก็ตาม Orbital Data Corporation (2005 : unpagged) ได้ยกตัวอย่างบริษัทในกลุ่ม Fortune 1000 แห่งหนึ่ง ประสบผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการใช้อุปกรณ์ WOC สำหรับแก้ปัญหาอย่างแท้จริง และลดต้นทุนการดำเนินงานของบริษัทฯ ได้ดังนี้

2.3.4.1 บริษัทฯ มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่เมืองนิวยอร์ก ส่วนสำนักงานสาขาอยู่ที่เมืองบอสตัน ระยะทาง 200 ไมล์ และ ลอนดอน ระยะทาง 3,500 ไมล์ พนักงานในบริเวณสำนักงานใหญ่ใช้ระบบงานที่ทำงานบนเครือข่ายเฉพาะที่ ส่วนสำนักงานสาขาทั้งสองเรียกใช้ระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างที่มีเพดานความเร็วสูงสุด 45 Mbps หรือตามมาตรฐาน T3 เท่ากัน เนื่องจากความแตกต่างในเรื่องระยะทางมีผลให้ค่าใช้จ่ายต่อเดือน และ Throughput แต่ละสำนักงานสาขามีความแตกต่างกัน รายละเอียดตามตารางที่ 2.5 สังเกตว่าค่า Throughput ของสาขาลอนดอนมีค่าเพียง 10 Mbps

2.3.4.2 บริษัทฯ มีนโยบายผลักดันการใช้ระบบงานที่สำคัญยิ่งต่อองค์กรที่มีศูนย์กลางอยู่ในบริเวณสำนักงานใหญ่ และจัดให้สำนักงานสาขาเรียกใช้งานได้อย่างเป็นระบบเดียวกัน โดยระบบดังกล่าวต้องการใช้ Throughput ของระบบเครือข่ายไม่ต่ำกว่า 20 Mbps จากการ สังเกตข้อมูลจากตารางที่ 2.5 พบว่าเครือข่ายระหว่างนิวยอร์กและบอสตันมีค่าความคับคั่งค่อนข้างสูง ส่วน เครือข่ายไปยังลอนดอนยังมีค่าความคับคั่งต่ำ

ตารางที่ 2.5 สถานภาพระบบเครือข่ายขององค์กรตัวอย่าง

| Route | Distance (Mile) | Throughput (Mbps) | Capacity (Mbps) | Utilization (%) | Monthly Cost (\$) | Effective Cost Per Mbps (\$) |
|--------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| Boston | 200 | 40 | 45 | 88.90 | 18,000 | 450 |
| London | 3,500 | 10 | 45 | 22.20 | 36,000 | 3,600 |

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagged)

2.3.4.3 หากไม่ใช้อุปกรณ์ WOC แนวคิดของผู้บริหารเครือข่ายจะต้องเพิ่มขนาดวงจร T3 อีกสาขาละสองวงจรเป็นเพดานความเร็วสูงสุด 135 Mbps ทั้งคู่ ตามตารางที่ 2.6 เพื่อรองรับปริมาณข้อมูลเดิมรวมกับระบบงานใหม่อีก 20 Mbps ทั้งสองเส้นทาง ผลที่ได้คือ บอสตัน และลอนดอน จะ

มี Throughput เพิ่มขึ้นเป็น 60 Mbps ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 36,000 ดอลลาร์ต่อเดือน และ 30 Mbps ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 72,000 ดอลลาร์ ต่อเดือน ตามลำดับ

2.3.4.4 พิจารณาการนำอุปกรณ์ WOC มาใช้งาน โดยประเมินคุณสมบัติการทำ Shaping และ Filtering จะลดปริมาณการลำเลียงข้อมูลที่ไม่สำคัญต่อองค์กรได้ประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ คุณสมบัติการ Caching ช่วยลดการลำเลียงข้อมูลซ้ำ สามารถลดปริมาณได้ 33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือ 33 เปอร์เซ็นต์ ถูกนำเข้ากระบวนการบีบอัดข้อมูลด้วยอัตราส่วน 4 : 1 เช่นขนาดข้อมูล 10 Mb จะลดเหลือ 2.5 Mb และเทคนิคการทำ Optimization กับโปรโตคอล TCP มีเป้าหมายให้ใช้แบนด์วิธประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพีดานความเร็วสูงสุด เหมาะสำหรับกับระบบเครือข่ายที่มีความคับคั่งต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.6 ผลการเพิ่มพีดานความเร็วในระบบเครือข่ายขององค์กรตัวอย่าง

| Boston Route | Distance (Mile) | Throughput (Mbps) | Capacity (Mbps) | Utilization (%) | Monthly Cost (\$) | Effective Cost Per Mbps (\$) |
|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|
| Before Upgrade | 200 | 40 | 45 | 88.90 | 18,000 | 450 |
| After Upgrade | 200 | 60 | 135 | 44.40 | 54,000 | 900 |

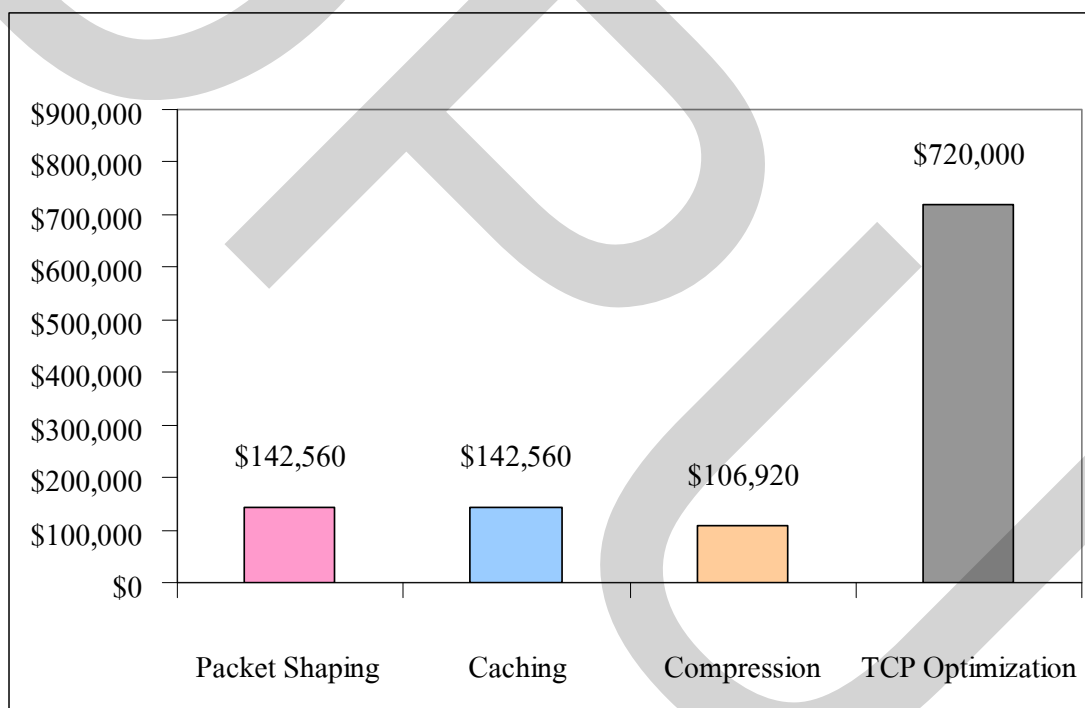
| Newyork Route | Distance (Mile) | Throughput (Mbps) | Capacity (Mbps) | Utilization (%) | Monthly Cost (\$) | Effective Cost Per Mbps (\$) |
|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|
| Before Upgrade | 3,500 | 10 | 45 | 22.20 | 36,000 | 3,600 |
| After Upgrade | 3,500 | 30 | 135 | 22.20 | 108,000 | 3,600 |

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagged)

2.3.4.5 พิจารณาอุปกรณ์ WOC ตามความสามารถแต่ละด้าน เมื่อนำอุปกรณ์ไปใช้กับระบบเครือข่ายบริเวณกว้างเส้นทางลอนดอนซึ่งมีความคับคั่งต่ำ พบว่าเทคนิคการทำ Optimization กับโปรโตคอล TCP จะให้ประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์สูงสุดที่เป้าหมายปริมาณการใช้งาน 50 เปอร์เซ็นต์ และไม่จำเป็นต้องใช้วงจรขนาด T3 ถึงสามวงจร บริษัทฯ ลองใช้เทคนิคอื่นๆ ของ WOC แต่ก็ไม่สามารถให้ผลประโยชน์ได้เหมือนการทำ Optimization กับโปรโตคอล TCP ผลที่ได้ของเทคนิคแต่ละชนิดแสดงได้ดังภาพที่ 2.29 นอกจากนี้หากใช้อุปกรณ์ WOC ที่มีขีดความสามารถทางเทคนิคที่กล่าวถึงทุกด้านแล้ว จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดง

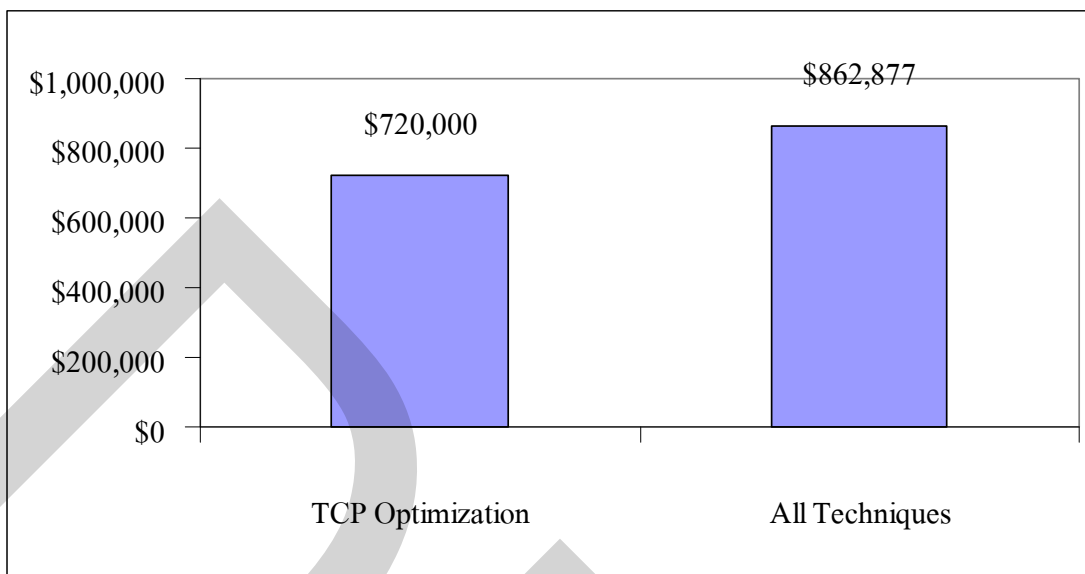
ในภาพที่ 2.30 สำหรับเครือข่ายบริเวณกว้างเส้นทางไปบอสตันมีความคับคั่งสูง เทคนิคที่เหมาะสมที่สุดคือการทำ Shaping รองลงมาคือ Caching , Compression และ Protocol Optimization ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.31 และเมื่อรวมเทคนิคทุกด้านแล้วจะมีผลดังแสดงในภาพที่ 2.32

Orbital Data Corporation (2005 : unpagged) สรุปว่า เครือข่ายบริเวณกว้างที่มีระยะทางไกล และมีความคับคั่งน้อย การใช้เทคนิค Optimization ให้กับโปรโตคอล TCP จะได้ประโยชน์เหนือกว่าเทคนิคอื่นๆ ประมาณ 400 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้เทคนิคทุกด้านร่วมกัน จะให้ประโยชน์เหนือกว่าการใช้เทคนิค Optimization ให้กับโปรโตคอล TCP อย่างเดียวอีกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเครือข่ายบริเวณกว้างที่มีความคับคั่งสูงการทำ Shaping ผสมกับการทำ Caching จะให้ผลประโยชน์เป็นมูลค่ามากที่สุด และเมื่อใช้เทคนิคทุกด้านร่วมกัน จะให้ผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์เหนือกว่าการใช้เทคนิค Shaping หรือ Caching อย่างเดียวอีกประมาณ 150 เปอร์เซ็นต์



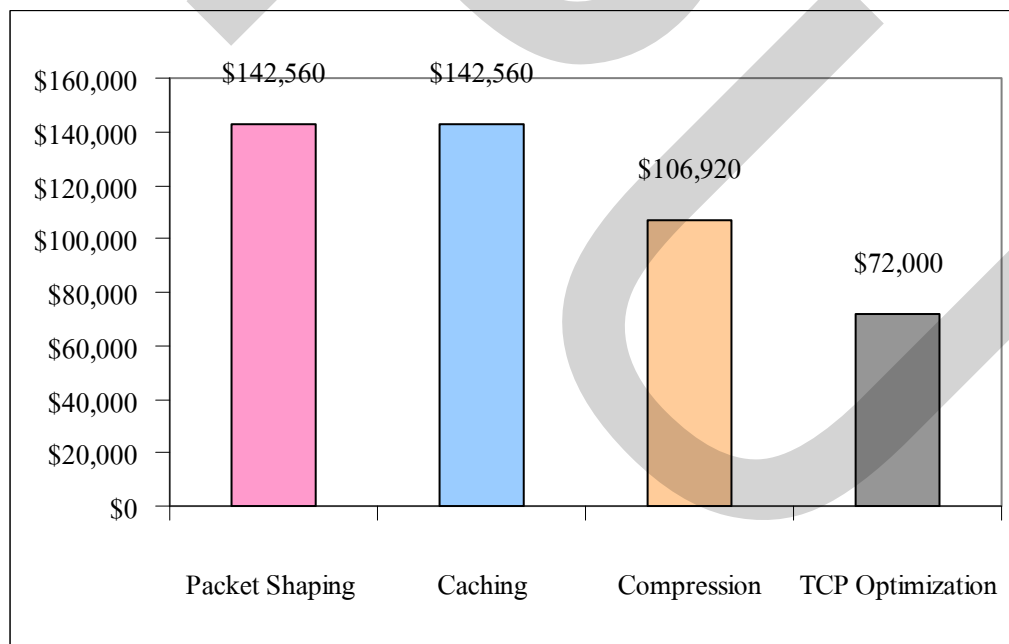
ภาพที่ 2.29 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางลอนดอนแยกตามเทคนิค

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagged)



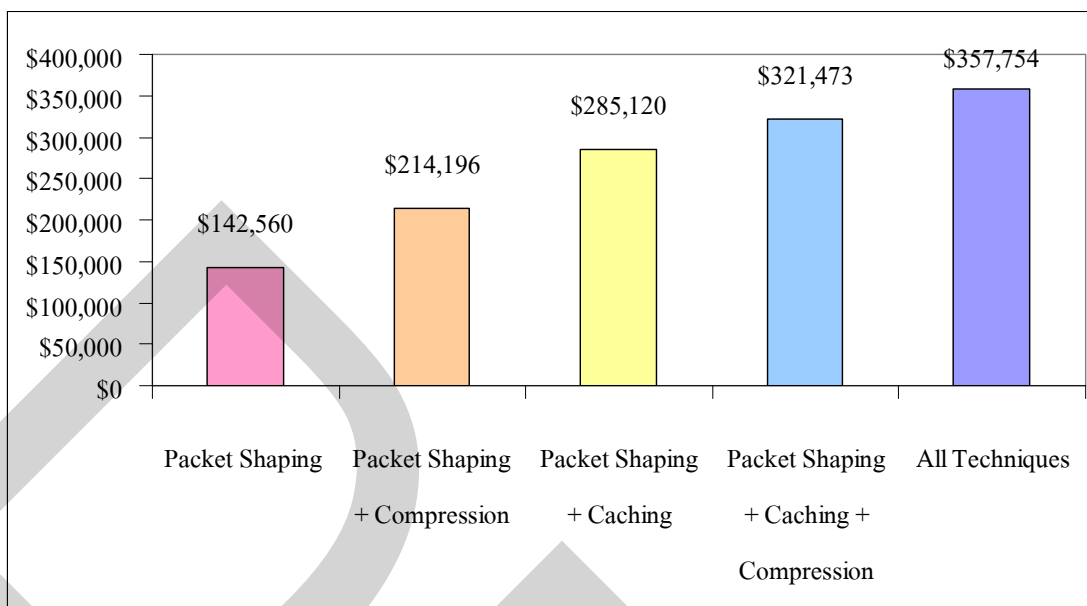
ภาพที่ 2.30 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางลอนดอนเมื่อใช้เทคนิคผสม

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagged)



ภาพที่ 2.31 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางบอสตันแยกตามเทคนิค

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagged)



ภาพที่ 2.32 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงต่อปีของเส้นทางบอสตันเมื่อใช้เทคนิคผสม

ที่มา: The Real Cost of Poor WAN Performance (Orbital Data Corporation, 2005 : unpagued)

อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างดังกล่าวได้แสดงค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะลดลงในแต่ละปี และไม่ได้แสดงตัวเลขการลงทุนในอุปกรณ์ WOC ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการหาผลตอบแทนการลงทุนมาเป็นเครื่องมือประกอบการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการวิจัยนี้อีกทางหนึ่ง โดย Eugen F.Brigham and Michael C. Ehrhardt (2005 : 343) ได้อธิบายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคตหรือ NPV (Net Present Value) ระยะเวลาคุ้มทุนแบบคิดส่วนลดมูลค่าเงิน (Discounted Payback Period) และ อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์หรือ IRR (Internal Return Rate) ดังต่อไปนี้

1) มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต เป็นค่าที่แสดงถึงมูลค่าของผลประโยชน์ในอนาคตที่แปลงเป็นตัวเงินแล้ว แต่เนื่องจากค่าของเงินมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา จึงต้องใช้วิธีแปลงมูลค่าเงินในอนาคต ให้สามารถเปรียบเทียบจำนวนเงิน ณ เวลาเดียวกันเป็นมูลค่าเงินในปัจจุบัน และหาผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับจากการทำโครงการ เรียกว่า NPV Method ด้วย สมการ (2.16) ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (2.16)$$

โดย NPV หมายถึงมูลค่าสุทธิในปัจจุบัน

CF_t หมายถึงกระแสเงินสดสุทธิที่คาดว่าจะได้รับ ณ เวลา t

r หมายถึงอัตราดอกเบี้ยที่เป็นต้นทุนทางการเงินของการลงทุน โดยปกติจะใช้ค่าดอกเบี้ยเฉลี่ยตามน้ำหนักการลงทุนหรือ WACC (Weighted Average Cost of Capital)

n หมายถึงระยะเวลาของอายุโครงการ

ผลที่ได้จากการคำนวณ หากได้ค่า NPV ออกมาเป็นบวก แสดงว่าโครงการนี้มีผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ ควรดำเนินการ ค่า NPV ที่ได้นี้บางครั้งเรียกว่า ผลตอบแทนการลงทุน หรือ ROI (Return On Investment) สามารถคำนวณเป็นค่าร้อยละได้

2) ระยะเวลาคุ้มทุนแบบคิดส่วนลดมูลค่าเงิน หมายถึงระยะเวลาที่ดำเนินโครงการแล้วทำให้ มูลค่าสุทธิในปัจจุบันมีค่าเป็นศูนย์ หาได้จากการประยุกต์สมการที่ (2.16) เพื่อหาค่า n ดังนี้

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (2.17)$$

ผู้บริหารสามารถใช้ตัวเลขระยะเวลาคุ้มทุน เพื่อการตัดสินใจทำโครงการ หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบโครงการตามความต้องการต่อไปได้

3) อัตราผลตอบแทนในโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ เป็นอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าสุทธิในปัจจุบันมีค่าเป็นศูนย์ ในระยะเวลาของอายุโครงการที่กำหนด เรียกว่า IRR ซึ่งก็คือค่า r ในสมการที่ (2.17) นั่นเอง ผู้บริหารสามารถใช้ตัวเลข IRR เปรียบเทียบกับผลประโยชน์ตอบแทนที่ต้องการหรือดอกเบี้ยต้นทุนทางการเงิน เพื่อการตัดสินใจทำโครงการ หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบโครงการตามความต้องการต่อไปได้เช่นกัน

2.4 สรุป

จากการศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า การจัดการจราจรของระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ไม่จำเป็นต้องเพิ่มขนาดเพดานความเร็วสูงสุดเสมอไป เนื่องจากเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่ตรงประเด็น และไม่สามารถรับประกันได้ว่า การใช้งานจะมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง การจัดการดังกล่าวควรพิจารณามุมมองหลายๆ ด้านประกอบกัน ได้แก่ การบริหารจัดการด้วยนโยบายขององค์กร การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับ

ลักษณะการใช้งานขององค์กร และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ หากต้องมีการลงทุน เป็นต้น การพิจารณามุมมองต่างๆ นั้น ควรนำตัวเลขเชิงปริมาณ มาช่วยในการเปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องมากำหนดกระบวนการในการดำเนินการวิจัยนี้ 4 กระบวนการได้แก่ แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยแต่ละกระบวนการ จะประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ และผลลัพธ์ ตลอดจนผลการนำไปใช้งาน เพื่อหาข้อสรุปของงานวิจัยต่อไป

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กร กรณีศึกษาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยนี้ เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้เครื่องมือเฉพาะทางด้านอุปกรณ์เครือข่ายสารสนเทศ ในการบันทึกข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของอุปกรณ์เครือข่ายที่ใช้งานจริง และนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ระบบงานสารสนเทศ จากสำนักงานสาขาผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับผลการศึกษา การวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการทดสอบในการใช้เทคโนโลยีต่างๆ

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ประกอบด้วยกระบวนการที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 4 กระบวนการ ได้แก่ แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค และ การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ตามแผนผังภาพที่ 3.1 โดยการดำเนินงานวิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาทฤษฎี เทคโนโลยี และผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 รวบรวมข้อมูลสถิติการใช้ระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง จำนวนพนักงาน ของแต่ละสำนักงานสาขาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และ ข้อมูลการใช้ระบบงานขององค์กรแยกตามชนิดของงานในศูนย์กลางเครือข่ายบริเวณสำนักงานใหญ่

3.1.3 หาแบบจำลอง สำหรับใช้คำนวณขนาดแบนด์วิธที่จำเป็น ของแต่ละสำนักงานสาขา โดยขั้นตอนทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์สมการถดถอยและสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Linear Regression and Correlation Analysis) ด้วย วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square)

3.1.4 วิเคราะห์ลักษณะการใช้ระบบงานในองค์กร นำมากำหนดนโยบาย จัดลำดับงานตามความสำคัญต่อองค์กร และประเมินความต้องการขนาดแบนด์วิธสำหรับแต่ละระบบงาน

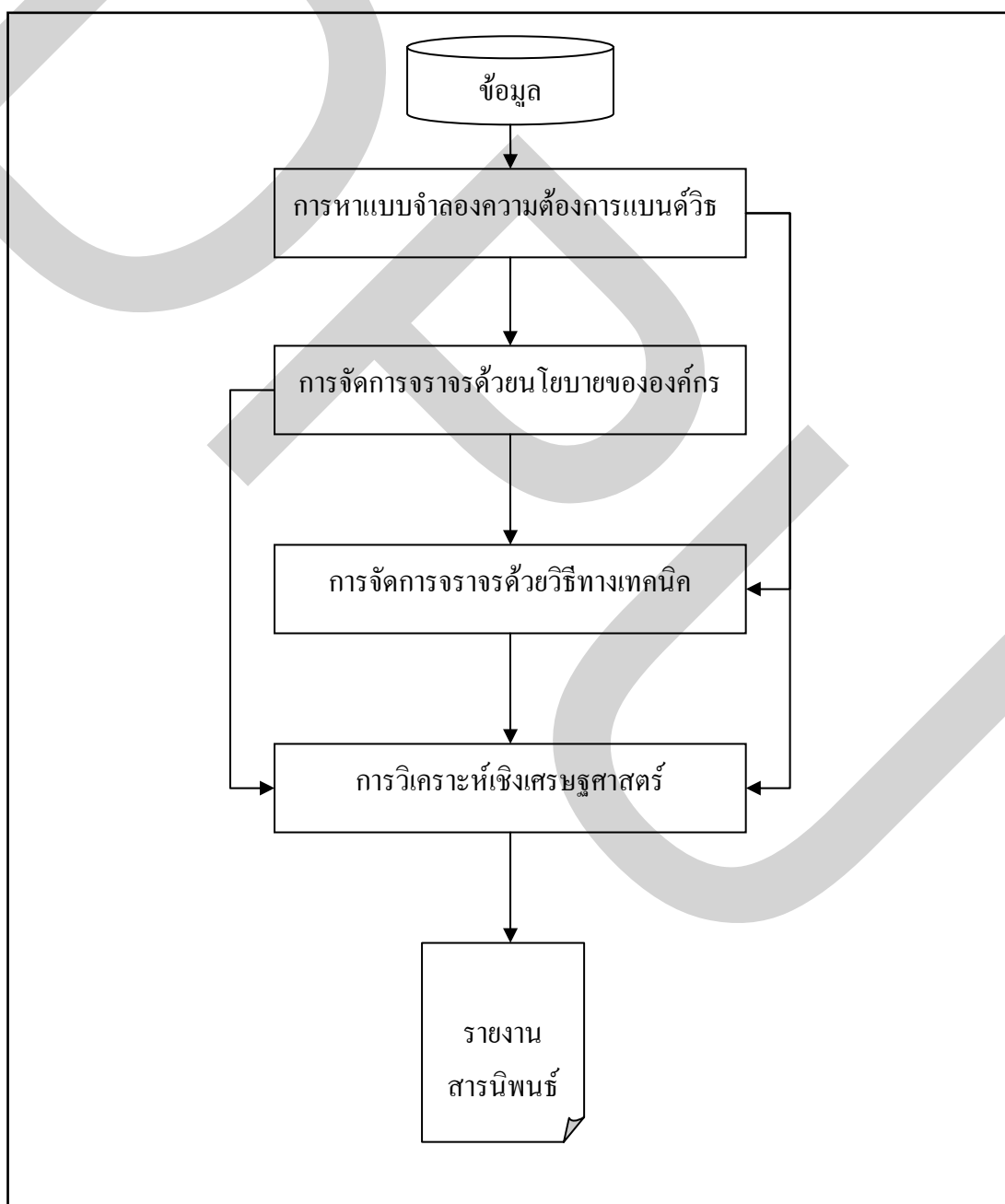
3.1.5 ทดสอบผลิตภัณฑ์ WOC เพื่อประเมินผลขั้นต้นที่ได้จากการใช้ WOC กับระบบงานชนิดต่างๆ ที่มีนัยสำคัญ

3.1.6 หาแบบจำลองสำหรับใช้คำนวณหาแบนด์วิธของสำนักงานสาขาต่างๆ เมื่อใช้อุปกรณ์ WOC และการทดสอบสมการกับสำนักงานสาขา

3.1.7 ดำเนินการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรณีที่มีการบริหารจัดการและไม่มีการบริหารจัดการ

3.1.8 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

3.1.9 จัดทำรายงาน และตรวจทานผลการวิจัย



ภาพที่ 3.1 กระบวนการในการดำเนินการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นอุปกรณ์เครือข่ายเชื่อมโยงเครือข่ายบริเวณกว้างในสำนักงานสาขาของ กฟผ. ปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 67 หน่วย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นเป็นอุปกรณ์เครือข่ายเชื่อมโยงเครือข่ายบริเวณกว้างในสำนักงานสาขาของ กฟผ. จำนวน 39 หน่วย สำหรับวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาคุณสมบัติขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.2.1 เป็นสำนักงานสาขาที่มีสถิติการใช้งานไม่เกิน 80 เปอร์เซ็นต์ของเพดานความเร็วสูงสุด เพื่อให้ได้ข้อมูลการใช้งานที่เป็นอิสระจากค่าเพดานความเร็ว และสะท้อนปริมาณการใช้งานมากที่สุด

3.2.2 เป็นสำนักงานสาขาที่มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้งใช้งานทั่วไป ไม่ต่ำกว่า 10 เครื่อง และมีพนักงานทำงานประจำในสำนักงานสาขาตลอดเวลาทำการ

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้ ประกอบด้วยกระบวนการที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยดังกล่าวมาแล้ว ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยถูกนำไปใช้หรือเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการต่างๆ ผลลัพธ์จากกระบวนการหนึ่งอาจถูกนำไปเป็นข้อมูลหรือเครื่องมือของอีกกระบวนการหนึ่ง ซึ่งสามารถจัดข้อมูลเป็นกลุ่มตามลักษณะตัวแปรได้ดังนี้

3.3.1 ตัวแปรต้น เป็นข้อมูลที่จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการวิจัยต่างๆ ได้แก่ จำนวนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงานที่ประจำอยู่ในแต่ละสำนักงานสาขา ปริมาณการใช้ระบบงานผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างที่ได้จากการตรวจวัดข้อมูลในอุปกรณ์เครือข่ายประจำสำนักงานสาขา สัดส่วนการใช้ระบบงานขององค์กรแยกตามชนิดของงาน ในศูนย์กลางเครือข่ายบริเวณสำนักงานใหญ่ ข้อมูลการทดสอบ WOC และข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ขนาดของแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาจำเป็นต้องใช้ในสภาพปัจจุบัน ผลลัพธ์จากการใช้ WOC ขนาดของแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาจำเป็นต้องใช้หากใช้ WOC และ ข้อมูลเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุน เป็นต้น

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นสองส่วนคือเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการต่างๆ ทั้งสี่กระบวนการ เครื่องมือที่ใช้ในการ

รวบรวมข้อมูล เป็นอุปกรณ์เครือข่าย ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ เช่น Router WOC แบบติดตั้งที่สำนักงานสาขา (Remote Appliance) แบบติดตั้งในสำนักงานใหญ่ (Server) และคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ใช้งานดังภาพที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกตามกระบวนการต่างๆ ดังนี้

3.4.1 การหาแบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ ประกอบด้วย ทฤษฎีทางด้านสถิติ การวิเคราะห์สมการถดถอย และ โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft EXCEL

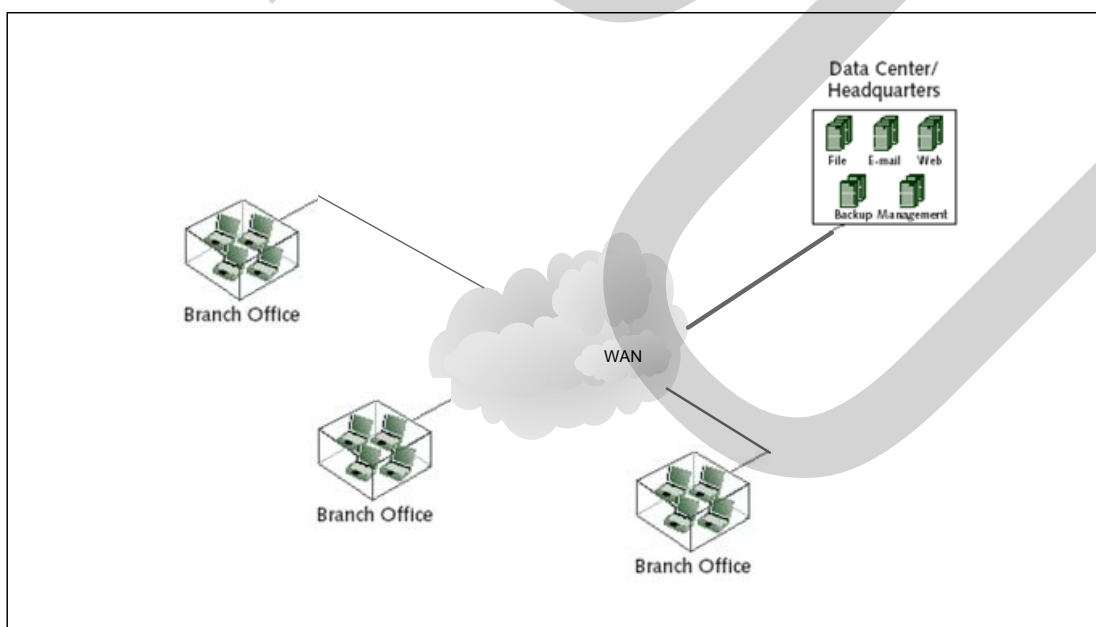
3.4.2 การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร ประกอบด้วย แนวคิด ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประสบการณ์ และนโยบายขององค์กรในการใช้ระบบสารสนเทศ

3.4.3 การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค ประกอบด้วย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัย คุณลักษณะ และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อระบบงานชนิดต่างๆ

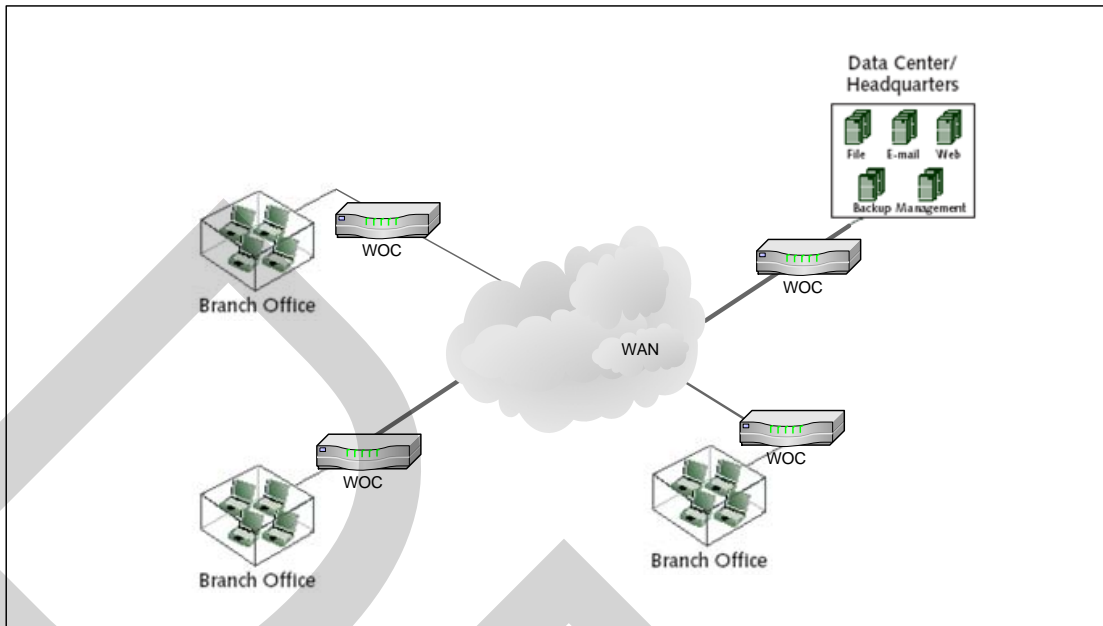
3.4.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย ทฤษฎี แนวคิดเกี่ยวกับมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต และการคำนวณผลตอบแทนการลงทุน

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีกำหนดการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน สรุปได้ดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.2 Logical Diagram แสดงการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างสำนักงาน



ภาพที่ 3.3 Logical Diagram แสดงการวางอุปกรณ์ WOC ในระบบเครือข่าย

ตารางที่ 3.1 กำหนดการดำเนินการวิจัย

| ขั้นตอนการดำเนินการ | กำหนดการ | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| | มค.49 | กพ.49 | มีค.49 | เมย.49 | พค.49 | มิย.49 | กค.49 | สค.49 | กย.49 | ตค.49 | พย.49 | ธค.49 |
| 1.ศึกษาทฤษฎี ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง | ←————→ | | | | | | | | | | | |
| 2.รวบรวมข้อมูลการใช้งาน | | | ←————→ | | | | | | | | | |
| 3.หาสมการคำนวณแบนด์วิธก่อนใช้ WOC | | | ←————→ | | | | | | | | | |
| 4.วิเคราะห์การใช้ระบบงาน | | | | | ←————→ | | | | | | | |
| 5.ทดสอบ WOC | | | | | ←————→ | | | | | | | |
| 6.หาสมการคำนวณแบนด์วิธหลังใช้ WOC | | | | | | | | ←————→ | | | | |
| 7.ประเมินผลตอบแทนการลงทุน | | | | | | | | | | ←————→ | | |
| 8.สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ | | | | | | | | | | ←————→ | | |
| 9.จัดทำรายงาน และตรวจทาน | | | | | | | | ←————→ | | | | |

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นตอนต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการทั้งสี่ ได้แก่แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ การจัดการจราจร ด้วยนโยบายขององค์กร การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค และ การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองความต้องการแบนด์วิธ

การหาความต้องการแบนด์วิธ มีวัตถุประสงค์สำหรับนำมาใช้ประเมินความต้องการแบนด์วิธ ของสำนักงานสาขาต่างๆ ในกรณีที่มีตัวแปรเปลี่ยนไป เป็นการหาความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการจากข้อมูลสถิติการใช้งานที่เป็นอยู่ และใช้กระบวนการทางเศรษฐมิติที่เรียกว่าการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) โดยใช้สมมติฐานว่า ขนาดแบนด์วิธของแต่ละสำนักงานสาขาแต่ละแห่งต้องการใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงานในสำนักงานสาขานั้น และข้อมูลที่ใส่สุ่มตัวอย่างนั้น จะเจาะจงเลือกสำนักงานสาขาที่มีปริมาณการใช้งานต่ำกว่าเพดานความเร็วสูงสุดเท่านั้น เพื่อให้ปริมาณการใช้งานมีอิสระจากเพดานความเร็วสูงสุดของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง และเขียนในรูปสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$BU = m_1P + m_2H + b \quad (4.1)$$

โดย BU (Bandwidth Usage) แทนขนาดแบนด์วิธที่ต้องการใช้งาน (Mbps)

P แทนจำนวนคอมพิวเตอร์ในสำนักงานสาขา (เครื่อง)

H แทนจำนวนพนักงานในสำนักงานสาขา (คน)

m_1 , m_2 และ b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่จะทำการวิเคราะห์หาค่าและทดสอบ โดยใช้วิธีทางสถิติ ที่เรียกว่า OLS (Ordinary Least Squares) จากโปรแกรม Microsoft EXCEL และข้อมูลสถิติกลุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 4.1 สามารถคำนวณสรุปค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

$$m_1 = 0.05342 \quad \text{โดยมีค่า Standard error } Se_{m_1} = 0.00566$$

$m_2 = -0.00486$ โดยมีค่า Standard error $Se_{m_2} = 0.00233$

$b = -0.8316$ โดยมีค่า Standard error $S_b = 0.3460$

ค่า Coefficient of Determinant $R^2 = 0.9770$ หรือ 97.70 %

ค่า F-Observed Value $F = 765.7484$ Degree-of-Freedom = 36

ค่า Regression Sum of Square = 6147.3386

ค่า Residual Sum of Square = 144.5019

จากผลการคำนวณดังกล่าว พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determinant) R^2 พบว่ามีค่าค่อนข้างสูงคือมีค่าเท่ากับ 97.70 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง สมการที่ (4.1) สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ได้ว่า จำนวนคอมพิวเตอร์ P และ จำนวนพนักงาน H มีอิทธิพลต่อปริมาณความต้องการแบนด์วิธ BU ของแต่ละสำนักงานสาขาอยู่ถึง 97.70 เปอร์เซ็นต์ หรือกล่าวได้ว่าปริมาณแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาต้องการใช้รองรับปริมาณงานควรจะมีขนาดเท่าใดนั้น 97.70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงาน ส่วนอีกประมาณ 2.30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากการทำ OLS จะได้โมเดลแสดงความสัมพันธ์ตามสมการที่ (4.2)

$$BU = 0.05342P - 0.00486H - 0.8316 \quad (4.2)$$

ขั้นตอนต่อไปจะใช้กระบวนการทางสถิติทำการทดสอบว่าตัวแปร H นี้ มีนัยสำคัญกับสมการหรือไม่โดยทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0: m_2 = 0$$

นำค่า m_2 และ Standard error Se_{m_2} มาคำนวณหาค่า t-statistics เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ดังนี้

$$| \text{t-statistics} | = \left| \frac{-0.00486 - 0}{0.00233} \right| = 2.08338$$

เนื่องจากค่าวิกฤติ t ในตาราง t-Distribution (Fareast, 2005 : unpagged) ที่ Degree of Freedom = 36 ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.028 ดังนั้น $| \text{t-statistic} |$ จึงมีค่า

มากกว่าค่าวิกฤติ จึงสรุปตามหลักสถิติได้ว่า สมมติฐาน $H_0: m_2 = 0$ ไม่เป็นจริง กล่าวได้ว่าจำนวนพนักงาน H มีผลต่อปริมาณการใช้เบนดวีธ BU ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทำนองเดียวกัน ทำการทดสอบตัวแปร P ว่ามีนัยสำคัญกับสมการหรือไม่ โดยการตั้งสมมติฐาน

$$H_0: m_1 = 0$$

นำค่า m_1 และ Standard error Se_{m_1} มาคำนวณหาค่า t-statistics เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ดังนี้

$$|t\text{-statistics}| = \left| \frac{(0.05342 - 0)}{0.00565} \right| = 9.4464$$

เนื่องจากค่าวิกฤติ t ในตาราง t -Distribution (Fareast, 2005 : unpagged) ที่ Degree of Freedom = 36 ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.028 ดังนั้น $|t\text{-statistic}|$ จึงมีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ จึงสรุปตามหลักสถิติได้ว่า สมมติฐาน $H_0: m_1 = 0$ ไม่เป็นจริง กล่าวได้ว่าจำนวนคอมพิวเตอร์ P มีผลต่อขนาดเบนดวีธ BU ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สุดท้าย เป็นการทดสอบค่าคงที่ b ว่ามีนัยสำคัญกับสมการหรือไม่ โดยการตั้งสมมติฐาน

$$H_0: b = 0$$

นำค่า b และ Standard error S_b มาคำนวณหาค่า t-statistics เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ดังนี้

$$|t\text{-statistics}| = \left| \frac{(-0.8316 - 0)}{0.3460} \right| = 2.40334$$

เนื่องจากค่าวิกฤติ t ในตาราง t -Distribution (Fareast, 2005 : unpagged) ที่ Degree of Freedom = 36 ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.028 ดังนั้น $|t\text{-statistic}|$ จึงมีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ สรุปตามหลักสถิติได้ว่า สมมติฐาน $H_0: b = 0$ ไม่เป็นจริง กล่าวได้ว่า ค่าคงที่ b มีผลต่อขนาดเบนดวีธ BU ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1 กลุ่มตัวอย่าง

| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัส สำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการใช้ งานเฉลี่ย |
|-----|-------------------------------|------------------|------------------|-------------|---------------------------|
| 1 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | C-3 | 1,649 | 400 | 15.0 Mbps |
| 2 | เขื่อนท่าทุ่งนา | C-4 | 259 | 75 | 1.0 Mbps |
| 3 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | C-6 | 80 | 45 | 1.0 Mbps |
| 4 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | C-7 | 700 | 195 | 3.0 Mbps |
| 5 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | C-8 | 50 | 15 | 0.8 Mbps |
| 6 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | C-9 | 55 | 15 | 0.6 Mbps |
| 7 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | C-10 | 251 | 165 | 2.5 Mbps |
| 8 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | C-11 | 209 | 75 | 1.3 Mbps |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | C-12 | 79 | 35 | 0.5 Mbps |
| 10 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | C-13 | 60 | 25 | 1.0 Mbps |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | C-14 | 50 | 15 | 0.5 Mbps |
| 12 | เขื่อนแก่งกระจาน | C-15 | 50 | 15 | 0.5 Mbps |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | C-16 | 40 | 10 | 0.5 Mbps |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | C-17 | 40 | 10 | 0.6 Mbps |
| 15 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | C-21 | 40 | 10 | 0.6 Mbps |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | E-1 | 270 | 200 | 6.0 Mbps |
| 17 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | E-3 | 160 | 90 | 1.3 Mbps |
| 18 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | E-5 | 57 | 55 | 2.0 Mbps |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | E-6 | 45 | 35 | 0.6 Mbps |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | E-7 | 35 | 15 | 1.4 Mbps |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุดรธานี 1 | E-8 | 23 | 15 | 0.5 Mbps |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | E-9 | 54 | 35 | 1.7 Mbps |
| 23 | เขื่อนน้ำพุง | E-11 | 42 | 10 | 0.5 Mbps |
| 24 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | E-12 | 40 | 10 | 0.5 Mbps |
| 25 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | S-2 | 217 | 120 | 1.8 Mbps |
| 26 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | S-3 | 201 | 105 | 1.8 Mbps |
| 27 | เขื่อนบางลาง | S-4 | 195 | 65 | 1.2 Mbps |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | S-5 | 187 | 80 | 2.1 Mbps |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------|-----------------------|
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านคอน | S-6 | 136 | 70 | 1.2 Mbps |
| 30 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | S-7 | 140 | 60 | 2.8 Mbps |
| 31 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแจะ | S-8 | 13 | 20 | 1.8 Mbps |
| 32 | MaemohNet | N-1 | 4,420 | 1,900 | 80.0 Mbps |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | N-2 | 285 | 220 | 15.0 Mbps |
| 34 | เขื่อนสิริกิติ์ | N-3 | 411 | 155 | 2.5 Mbps |
| 35 | เขื่อนภูมิพล | N-5 | 618 | 185 | 1.2 Mbps |
| 36 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | N-6 | 80 | 40 | 2.0 Mbps |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | N-7 | 91 | 45 | 2.6 Mbps |
| 38 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | N-8 | 40 | 35 | 2.0 Mbps |
| 39 | เขื่อนแม่งัด | N-9 | 50 | 15 | 0.5 Mbps |
| รวม 39 สำนักงาน | | | 11,422 | 4,685 | |

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

สภาพการใช้ระบบงานสารสนเทศของ กฟผ. ในปัจจุบัน ยังไม่มีนโยบายควบคุมการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายสารสนเทศอย่างเป็นทางการ ข้อมูลที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจึงเป็นข้อมูลที่มีความเป็นอิสระจากการใช้วิธีนโยบายควบคุมการใช้งานสารสนเทศขององค์กร และเทคนิคควบคุมการจราจร สมการที่ (4.2) จึงเป็นสมการถดถอย ที่สามารถนำไปใช้ประเมินหาค่าแบนด์วิธของแต่ละสำนักงานได้ในสภาวะปัจจุบัน การประเมินนั้น ผู้ดูแลระบบจะต้องทราบจำนวนคอมพิวเตอร์และพนักงานในแต่ละสาขา ผู้วิจัยได้ทดสอบใช้สมการที่ (4.2) กับข้อมูลที่บ้านที่กมาทั้งหมดตามตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้กับข้อมูลใช้งานจริงดังแสดงตามตารางที่ 4.2 และแสดงเป็นรูปกราฟได้ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกไว้

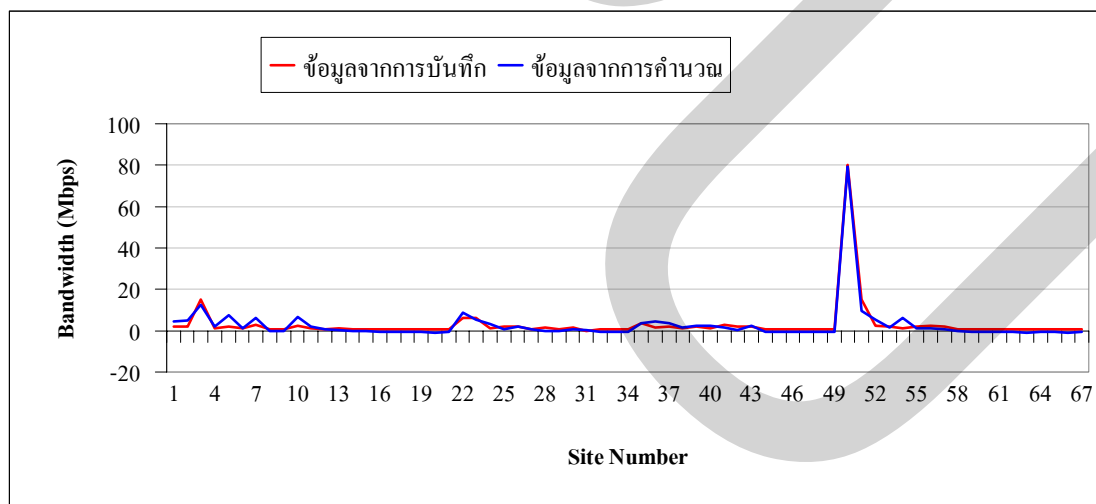
| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.2) |
|-----|-------------------------------|--------------|--------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | เขื่อนศรีนครินทร์ | C-1 | 538 | 145 | 1.9 Mbps | 4.3 |
| 2 | เขื่อนวชิราลงกรณ์ | C-2 | 257 | 130 | 2.0 Mbps | 4.9 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | C-3 | 1,649 | 400 | 15.0 Mbps | 12.5 |
| 4 | เขื่อนท่าทุ่งนา | C-4 | 259 | 75 | 1.0 Mbps | 1.9 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | C-5 | 205 | 175 | 1.8 Mbps | 7.5 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | C-6 | 80 | 45 | 1.0 Mbps | 1.2 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | C-7 | 700 | 195 | 3.0 Mbps | 6.2 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | C-8 | 50 | 15 | 0.8 Mbps | -0.3 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | C-9 | 55 | 15 | 0.6 Mbps | -0.3 |
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | C-10 | 251 | 165 | 2.5 Mbps | 6.8 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | C-11 | 209 | 75 | 1.3 Mbps | 2.2 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | C-12 | 79 | 35 | 0.5 Mbps | 0.7 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | C-13 | 60 | 25 | 1.0 Mbps | 0.2 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | C-14 | 50 | 15 | 0.5 Mbps | -0.3 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | C-15 | 50 | 15 | 0.5 Mbps | -0.3 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | C-16 | 40 | 10 | 0.5 Mbps | -0.5 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | C-17 | 40 | 10 | 0.6 Mbps | -0.5 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | C-18 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | C-19 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | C-20 | 10 | 1 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | C-21 | 40 | 10 | 0.6 Mbps | -0.5 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | E-1 | 270 | 200 | 6.0 Mbps | 8.5 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | E-2 | 350 | 150 | 6.0 Mbps | 5.5 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | E-3 | 160 | 90 | 1.3 Mbps | 3.2 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | E-4 | 96 | 40 | 1.8 Mbps | 0.8 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | E-5 | 57 | 55 | 2.0 Mbps | 1.8 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | E-6 | 45 | 35 | 0.6 Mbps | 0.8 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | E-7 | 35 | 15 | 1.4 Mbps | -0.2 |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.2) |
|-----|------------------------------|--------------|--------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุตราธานี 1 | E-8 | 23 | 15 | 0.5 Mbps | -0.1 |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | E-9 | 54 | 35 | 1.7 Mbps | 0.8 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | E-10 | 132 | 35 | 0.1 Mbps | 0.4 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | E-11 | 42 | 10 | 0.5 Mbps | -0.5 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | E-12 | 40 | 10 | 0.5 Mbps | -0.5 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | E-13 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | S-1 | 530 | 130 | 3.5 Mbps | 3.5 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | S-2 | 217 | 120 | 1.8 Mbps | 4.5 |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | S-3 | 201 | 105 | 1.8 Mbps | 3.8 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | S-4 | 195 | 65 | 1.2 Mbps | 1.7 |
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | S-5 | 187 | 80 | 2.1 Mbps | 2.5 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านดอน | S-6 | 136 | 70 | 1.2 Mbps | 2.2 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | S-7 | 140 | 60 | 2.8 Mbps | 1.7 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแงะ | S-8 | 13 | 20 | 1.8 Mbps | 0.2 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | S-9 | 120 | 70 | 1.8 Mbps | 2.3 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | S-10 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | S-11 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | -0.6 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | S-12 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | S-13 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | -0.6 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | S-14 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | S-15 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 50 | MaemohNet | N-1 | 4,420 | 1,900 | 80.0 Mbps | 79.2 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | N-2 | 285 | 220 | 15.0 Mbps | 9.5 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | N-3 | 411 | 155 | 2.5 Mbps | 5.5 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | N-4 | 100 | 55 | 1.8 Mbps | 1.6 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | N-5 | 618 | 185 | 1.2 Mbps | 6.0 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | N-6 | 80 | 40 | 2.0 Mbps | 0.9 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | N-7 | 91 | 45 | 2.6 Mbps | 1.1 |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | รหัสสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.2) |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | N-8 | 40 | 35 | 2.0 Mbps | 0.8 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | N-9 | 50 | 15 | 0.5 Mbps | -0.3 |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | N-10 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | N-11 | 9 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | N-12 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | -0.6 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหล่มสัก | N-13 | 10 | 7 | 0.5 Mbps | -0.5 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | N-14 | 10 | 1 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | N-15 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | -0.6 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | N-16 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | -0.6 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | N-17 | 10 | 1 | 0.5 Mbps | -0.8 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | N-18 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | -0.7 |
| รวม 67 สำนักงาน | | | 13,939 | 5,676 | | |



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้งานจริง กับ ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสมการ (4.2)

จากตารางที่ 4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ (4.2) พบว่าค่าแบนด์วิธที่ประเมินได้สำหรับสำนักงานสาขาที่มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เกิน 15 เครื่อง จะมีค่าเป็นลบ อยู่ระหว่าง -0.8 ถึง -0.2 Mbps ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ ส่วนสำนักงานสาขาที่มีจำนวนเครื่อง

มากและมีสถานะแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผลที่ได้จากการคำนวณไม่แตกต่างจากค่าที่บันทึกมากนัก อย่างไรก็ตาม ผู้ดูแลระบบควรกำหนดตัวเลขขนาดแบนด์วิธขั้นต่ำที่จำเป็นต้องใช้งานมาเป็นค่า Offset อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณา นำหลักการบริหารความเสี่ยงมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบเครือข่ายสารสนเทศขององค์กร ประกอบด้วยทฤษฎีแบบจำลองเฮอร์แลง และทฤษฎี M/M/1 Queues ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความคับคั่งในระบบ ระยะเวลารอคอย และระยะเวลาเดินทางของข้อมูลในระบบเครือข่าย ประเมินได้ว่า หากปล่อยให้ความคับคั่งในระบบเครือข่ายสูงเกิน 80 เปอร์เซ็นต์ การเกิดความไม่แน่นอนและการสูญหายในการรับส่งข้อมูลจะมีโอกาสและแนวโน้มสูง ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) เท่ากับ 1.25 เพื่อป้องกันความคับคั่งสูงเกินระดับดังกล่าว และกำหนดเพดานความเร็วสูงสุดของสำนักงานสาขาคด้วยสมการ (4.3) ดังนี้

$$BC \geq \text{ROUNDUP}(1.25 \times BU) \quad (4.3)$$

โดย BC แทนเพดานความเร็วสูงสุดของสำนักงานสาขา (Mbps)

BU แทนขนาดแบนด์วิธที่ต้องการใช้งาน (Mbps)

4.2 การจัดการจราจรด้วยนโยบายขององค์กร

4.2.1 นโยบายขององค์กร

กฟผ. ได้กำหนดนโยบายทางด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัย ในการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กร และจะเริ่มดำเนินการและควบคุมตามนโยบายในปี พศ. 2550 ส่วนหนึ่งของนโยบายที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายสารสนเทศนั้น ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสารสนเทศของ กฟผ. ได้จัดแบ่งระดับความสำคัญของระบบงานสารสนเทศ เพื่อวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการทรัพยากรเครือข่าย โดยจัดระดับความสำคัญของระบบงานไว้ 3 ระดับ ดังนี้

4.2.1.1 ระดับสูง เป็นระบบงานหลักขององค์กรที่มีความสำคัญยิ่งต่อ กฟผ. ได้แก่งานปฏิบัติการทางด้านผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า การแสดงข้อมูลสำคัญเช่น ระดับน้ำในเขื่อน ระดับมลพิษของโรงไฟฟ้า ระดับกำลังผลิตโรงไฟฟ้า เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ เป็นสิ่งที่ผู้บริหารภายใน กฟผ. และผู้บริหารภายนอกที่ดูแล กฟผ. ต้องสามารถดูข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดได้ทันทีที่ต้องการ จึงมีระดับความสำคัญสูงมาก ข้อมูลดังกล่าวถูกส่งมารวบรวมและแสดงผลผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง มายังจอคอมพิวเตอร์ ณ ตำแหน่งที่เรียกดูในลักษณะตอบสนองทันที นอกจากนี้ ระบบงานวางแผนทรัพยากรองค์กร เป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญระดับสูง ประกอบด้วยฐานข้อมูลและ

ส่วนประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม และอยู่ในระหว่างการปรับเปลี่ยนเป็นระบบ SAP ลักษณะการใช้งานระบบเหล่านี้มักมีปริมาณการใช้งานน้อย แต่ต้องการความรวดเร็ว ถูกต้อง และความแน่นอนในการใช้งานสูง ระบบงานบางประเภทอื่นๆ ที่จัดอยู่ในระดับความสำคัญสูงในบางช่วงเวลา เช่นระบบประชุมทางไกลระหว่างผู้บริหาร ระบบงานกระจายภาพและเสียงเพื่อถ่ายทอดข่าวสารสำคัญขององค์กร ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างในลักษณะ Streaming ต้องการความแน่นอน ความเร็วและความถูกต้องเช่นกัน

4.2.1.2 ระดับกลาง เป็นระบบงานทั่วไปที่ใช้สนับสนุนกิจการของ กฟผ. ทางด้านการบริหารจัดการ มักเป็นระบบที่แต่ละหน่วยงานพัฒนาขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการภายในองค์กร ไม่มีผลกระทบโดยตรงต่องานหลักของ กฟผ. เช่น ระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบอนุมัติการลา ระบบงานบุคลากร ฯลฯ การเรียกใช้ระบบงานเหล่านี้ อยู่ในลักษณะออนไลน์ (Online) ซึ่งต่างจากลักษณะตอบสนองทันทีตรงที่ไม่ต้องการความรวดเร็วมากนัก และความทันสมัยของข้อมูลขึ้นอยู่กับผู้ดูแลฐานข้อมูล เช่น ประกาศ คำสั่งต่างๆ ในระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

4.2.1.3 ระดับต่ำ เป็นระบบงานอื่นๆ ได้แก่ระบบที่ไม่สนับสนุนกิจการของ กฟผ. โดยตรง มักใช้ในรูปแบบการสืบค้นข้อมูลทั่วไป สื่อความรู้ สื่อเพื่อการสนทนา การสนทนาในเว็บบอร์ด การสืบค้นข้อมูลข่าวสารจากในเว็บไซด์ต่างๆ การฟังเพลง การดาวน์โหลดข้อมูลอื่นๆ เป็นต้น ระบบงานเหล่านี้บางชนิดเป็นได้ทั้งแบบตอบสนองทันทีและ Online ซึ่งมักใช้ทรัพยากรโดยไม่เกิดประโยชน์ต่อ กฟผ.

นโยบายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายสารสนเทศนั้น ผู้ดูแลระบบได้กำหนดมาตรการควบคุมการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศขององค์กร และเน้นการลงทุนเพื่อสนับสนุนภารกิจหลักของ กฟผ. มีการควบคุมและจำกัดการใช้งานที่มีความสำคัญระดับต่ำ มิให้รบกวนการทำงานของงานที่มีระดับความสำคัญสูง กำจัดความเสี่ยงที่มีต่อองค์กร และลดการใช้ทรัพยากรระบบเครือข่ายเกินความจำเป็น เป็นต้น

4.2.2 ลักษณะการใช้ระบบสารสนเทศในองค์กร

จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อหารูปแบบการใช้งานสารสนเทศภายใน กฟผ. ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง ผู้วิจัยได้จัดแบ่งกลุ่มระบบงานเรียงลำดับตามปริมาณสัดส่วนการใช้เครือข่ายบริเวณกว้าง ดังตารางที่ 4.3 และแสดงเป็นกราฟดังภาพที่ 4.2 โดยแต่ละกลุ่มระบบงานมีลักษณะดังนี้

4.2.2.1 Web Browsing เป็นกลุ่มของระบบงานที่ใช้ Web Browser เป็นเครื่องมือในการใช้งาน เช่น การสืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับข้อมูลภายนอกองค์กร การสืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับข้อมูลภายในองค์กร สัดส่วนการใช้งานกลุ่มนี้มี

ปริมาณ 44.23 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าหากปริมาณการจราจรผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้างทั้งหมดคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์แล้ว ปริมาณการใช้ในกลุ่ม Web Browsing จะมีขนาด 44.23 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด เป็นปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น อธิบายได้ว่า การพัฒนาระบบงานสารสนเทศภายใน กฟผ. ในระยะหลายปีที่ผ่านมา ผู้พัฒนาได้ใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นเครื่องมืออย่างต่อเนื่อง เนื่องจากง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษา และพนักงานในหน่วยงานต่างๆ ของ กฟผ. ก็สามารถเรียนรู้และพัฒนาระบบงานรองรับงานของตนเองได้มากขึ้น นอกจากนี้ปริมาณการใช้งานดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากอิทธิพลของสื่ออินเทอร์เน็ตซึ่ง กฟผ. มีช่องทางขนาดใหญ่ในการติดต่ออยู่แล้ว ประเมินว่า ระบบงานในกลุ่ม Web Browsing มีระดับความสำคัญครอบคลุมทั้งสามระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ มีอัตราส่วนอยู่ที่ประมาณ 4 : 10 : 30 ตามลำดับ

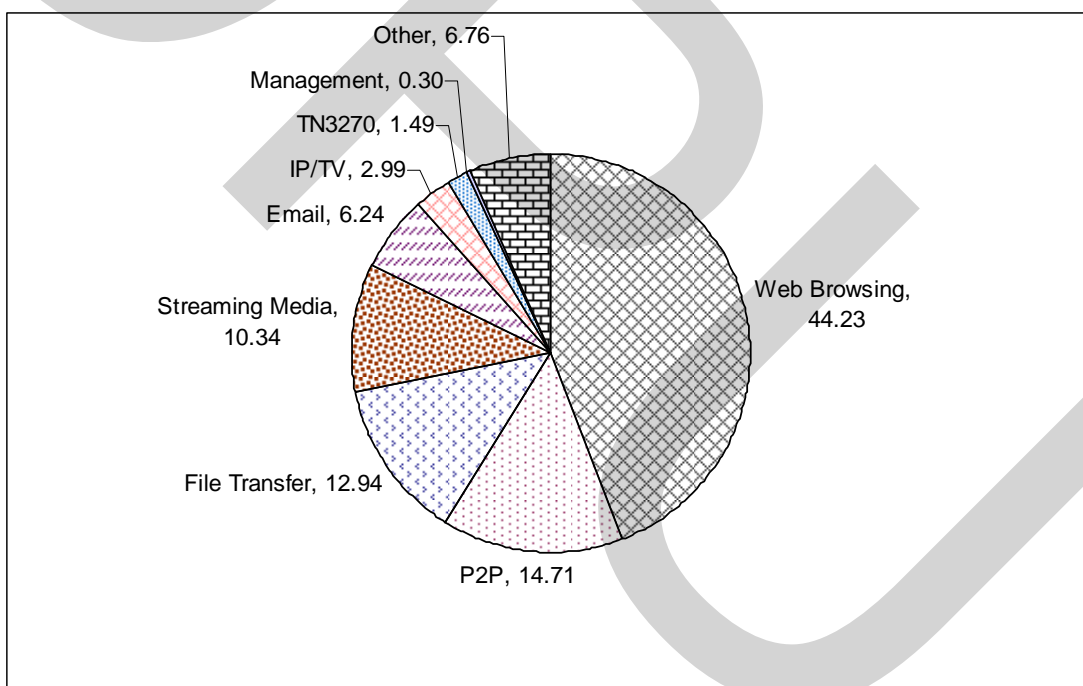
ตารางที่ 4.3 สัดส่วนการใช้งานเครือข่ายบริเวณกว้าง

| กลุ่มระบบงาน | สัดส่วน (%) |
|-----------------|-------------|
| Web Browsing | 44.23 |
| P2P | 14.71 |
| File Transfer | 12.94 |
| Streaming Media | 10.34 |
| Email | 6.24 |
| IP/TV | 2.99 |
| TN3270 | 1.49 |
| Management | 0.30 |
| Other | 6.76 |
| รวม | 100.00 |

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

4.2.2.2 P2P (Peer-to-Peer) เป็นการเข้าถึงที่เก็บข้อมูลและใช้แฟ้มข้อมูลร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปผ่านระบบเครือข่าย โดยใช้ความสามารถของระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมพิเศษเช่น eDonkey Kazaa Gnutella และ โปรแกรมเกมส์ต่างๆ การทำงานของ P2P มักใช้โปรโตคอล CIFS และ NETBIOS (Network Basic Input/Output System) ใน

เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้านประสานงานกันผ่านโปรโตคอล TCP การทำงานของ P2P มีผลกระทบต่อองค์กรในหลายๆ ด้านหากนำไปใช้งานไม่เหมาะสมได้แก่ ความสิ้นเปลืองปริมาณการใช้แบนด์วิธในระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง โดยเฉพาะการเรียกใช้เพิ่มข้อมูลขนาดใหญ่ การละเมิดลิขสิทธิ์หากมีการสำเนาซอฟต์แวร์โดยไม่ได้รับอนุญาต ความเสี่ยงในด้านภาพพจน์เสียหายหากมีการเรียกใช้เพิ่มข้อมูลที่มีลักษณะล่วงละเมิดหรือให้ร้ายบุคคลอื่น ผลผลิตงานของพนักงานในองค์กรต่ำกว่าที่ควรจะได้ และ ความเสี่ยงทางด้านความมั่นคงปลอดภัยขององค์กร ลักษณะของ P2P บางชนิดเป็นการทำงานแบบ Background กล่าวคือผู้ใช้งานสามารถทำงานตามปกติ โดยไม่รู้ว่ามีผู้ใช้งานจากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นเรียกดูเพิ่มข้อมูลอยู่ด้วย เพิ่มข้อมูลอาจถูกทำสำเนาหรือถูกแก้ไข และการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ช้าลงเนื่องจาก CPU ต้องแบ่งเวลาในการให้บริการงานอื่น สัดส่วนการใช้งานในลักษณะ P2P ภายใน กฟผ. อยู่ที่ 14.71 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นระบบงานที่มีระดับความสำคัญปานกลาง และต่ำซึ่งไม่พึงประสงค์ในองค์กร



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนการใช้ระบบสารสนเทศใน กฟผ. ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง (%)

4.2.2.3 File Transfer เป็นการดาวน์โหลด ทำสำเนาข้อมูลหรือซอฟต์แวร์จากเครื่องแม่ข่ายที่มีตำแหน่งที่อยู่แน่นอนใน กฟผ. โดยใช้โปรโตคอล FTP การใช้ระบบ File Transfer มีวัตถุประสงค์ แจกจ่ายซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือ แจกข้อมูลที่ต้องการให้หน่วยงานต่างๆ นำไปใช้งานด้วยความรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการส่งมอบเมื่อเปรียบเทียบกับ

จัดส่งด้วยวิธีอื่น อย่างไรก็ตาม พนักงานอาจทำการดาวน์โหลดข้อมูลหรือซอฟต์แวร์บางชนิดจากแหล่งอื่นๆ เช่น เครื่องแม่ข่ายในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือทำเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองเป็นเครื่องแม่ข่ายให้พนักงานอื่นๆ ที่ทราบตำแหน่ง ทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากเครื่องของตนได้ และอาจเกิดความเสถียรในด้านต่างๆ เช่นเดียวกับการใช้งานในลักษณะ P2P ได้ สัดส่วนของการใช้ File Transfer ใน กฟผ. อยู่ที่ 12.94 เปอร์เซ็นต์ และจัดระดับความสำคัญครอบคลุมสองระดับคือระดับกลาง และระดับต่ำ

4.2.2.4 Streaming Media เป็นการใช้งานในลักษณะสันตนาการ มักใช้เรียกดูแฟ้มข้อมูลที่เป็นสื่อภาพยนตร์ หรือมัลติมีเดีย ปัจจุบันการใช้งานในลักษณะนี้ก่อให้เกิดผลกระทบเช่นเดียวกับ P2P มีสัดส่วนการใช้งานอยู่ที่ 10.34 เปอร์เซ็นต์ และจัดเป็นระบบงานที่มีระดับความสำคัญต่ำ และไม่พึงประสงค์ในองค์กร อย่างไรก็ตาม ระบบงานลักษณะนี้จะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรในอนาคตเมื่อมีการจัดทำระบบ E-Learning และ KM (Knowledge Management) เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งสามารถยกระดับความสำคัญขึ้นเป็นระดับกลางได้ โดยจัดให้มีเครื่องแม่ข่ายให้มีตำแหน่งที่อยู่แน่นอนในองค์กร

4.2.2.5 Email เป็นการใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ใน กฟผ. ส่งข่าวสาร คำสั่งปฏิบัติงาน รายงาน แจ้งนัดประชุม พร้อมเอกสารแนบ และอื่นๆ ผลดีของการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ก่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการประสานงาน และเป็นส่วนผลักดันให้พนักงานได้ใช้และมีความคุ้นเคยกับระบบงานเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น ขณะเดียวกันหากพนักงานนำไปใช้งานในทางที่ผิด อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อองค์กรใกล้เคียงกับการใช้งาน P2P อนึ่ง สัดส่วนของการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์อยู่ที่ 6.24 เปอร์เซ็นต์ จัดระดับความสำคัญปานกลางและต่ำ

4.2.2.6 IP/TV เป็นการเผยแพร่สัญญาณโทรทัศน์ผ่านโครงข่าย IP ขององค์กร โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้พนักงานได้รับข่าวสารขององค์กรอย่างทั่วถึง ด้วยการเรียกชมทางคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายได้ เป็นการถ่ายทอดสัญญาณสดในเหตุการณ์สำคัญ และใช้สื่อเก็บภาพยนตร์ในกรณีต้องการส่งซ้ำ การจัดการโทรทัศน์ดำเนินการโดยหน่วยงานประชาสัมพันธ์ ระบบเครือข่ายบริเวณกว้างเป็นช่องทางกระจายสัญญาณช่องทางหนึ่งไปยังหน่วยงานในส่วนภูมิภาค วิธีการส่งสัญญาณจะใช้เทคนิค Multicast บนโปรโตคอล UDP เป็นสัญญาณต่อเนื่องชุดเดียวรับชมได้ทุกเครื่องในเครือข่ายเดียวกัน ปัจจุบันผู้ดูแลระบบกำหนดให้ถ่ายทอดสัญญาณผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างได้จำนวนหนึ่งช่องสัญญาณ ซึ่งใช้แบนด์วิธขั้นต่ำที่มีคุณภาพของการรับชมเป็นที่ยอมรับได้ที่ขนาดคงที่เท่ากับ 512 Kbps หรือ 0.5 Mbps แต่หากเปรียบเทียบกับระบบงานอื่นขณะทำการบันทึก มีสัดส่วนการใช้งาน 2.99 เปอร์เซ็นต์ และจัดระดับความสำคัญที่ระดับสูง

4.2.2.7 TN3270 เป็นระบบงานที่เรียกใช้ข้อมูล และส่งประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม จากสำนักงานสาขาต่างๆ ทั่วประเทศ ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง ระบบงานเหล่านี้เป็นงานที่สำคัญยิ่งต่อองค์กรจึงจัดระดับความสำคัญสูง เช่นระบบงานบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า ระบบงานผลิตระบบงานบัญชี เป็นต้น ปัจจุบันมีสัดส่วนการใช้งาน 1.49 เปอร์เซ็นต์

4.2.2.8 Management เป็นระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรเครือข่ายทั้งหมด คิดเป็นสัดส่วน 0.3 เปอร์เซ็นต์ และจัดระดับความสำคัญที่ระดับสูง

4.2.2.9 Other เป็นระบบงานอื่นๆ หลายชนิดรวมกัน บางชนิดเป็นระบบงานเกิดขึ้นใหม่ และอาจมีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยขององค์กร คิดเป็นสัดส่วนการใช้งานรวมกัน 7.06 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นระบบงานที่มีระดับความสำคัญต่ำ และไม่พึงประสงค์ในองค์กร อย่างไรก็ตาม ผู้ดูแลระบบสามารถติดตาม ศึกษา จัดการแยกระบบงานที่จำเป็น และยกระดับความสำคัญงานชนิดนั้นให้มีความสำคัญสูงขึ้นได้

4.2.3 ผลการใช้นโยบายขององค์กร

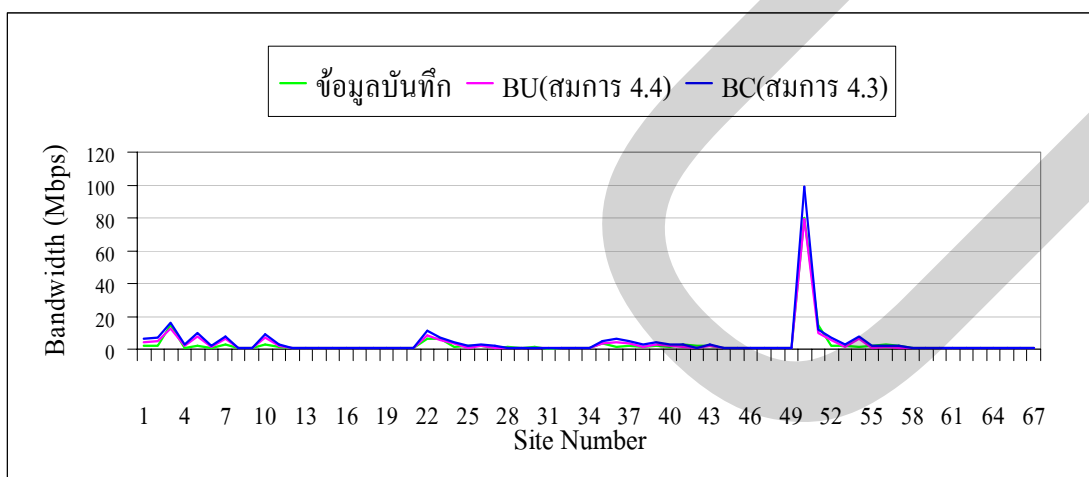
จากลักษณะการใช้ระบบงานดังกล่าว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยแยกงาน Web Browsing ออกเป็นสามส่วนตามระดับความสำคัญ คือ Web Browsing-1 Web Browsing-2 และ Web Browsing-3 และจัดตารางกลุ่มระบบงานใหม่ตามลำดับความสำคัญดังตารางที่ 4.4 และวิเคราะห์ความต้องการแบนด์วิธของสำนักงานสาขาดังนี้

4.2.3.1 ระบบงานที่มีความสำคัญระดับสูง คือลำดับที่ 1 ถึง 4 ระบบงานเหล่านี้ต้องการความเร็วและความแน่นอนในการใช้งาน ต้องใช้เทคนิคที่เหมาะสมที่สุดที่ช่วยในการจัดการจราจรเครือข่ายบริเวณกว้างสำหรับระบบงานดังกล่าวคือการทำ QoS ผู้ดูแลระบบต้องกำหนดขนาดแบนด์วิธในปริมาณที่เหมาะสม และจัดให้ระบบงานดังกล่าวใช้งานได้ทันทีที่มีการเรียกใช้งาน ผู้วิจัยพิจารณาระบบงานลำดับที่ 4 คือ IP/TV ต้องการแบนด์วิธขั้นต่ำเท่ากับ 512 Kbps หรือ 0.5 Mbps คงที่ไม่เป็นสัดส่วนกับงานอื่นๆ จึงกำหนดค่า 0.5 เป็นขนาดแบนด์วิธขั้นต่ำ นำไปประยุกต์ใช้กับสมการที่ (4.2) ได้เป็นสมการที่ (4.4) ผลการคำนวณหาความต้องการแบนด์วิธ BU และเพดานความเร็วสูงสุด BC แสดงตามตารางที่ 4.5 และสามารถแสดงเป็นรูปภาพเปรียบเทียบข้อมูลจากการบันทึกได้ดังภาพที่ 4.3 พบว่าขนาดเพดานความเร็วสูงสุดขั้นต่ำสุดอยู่ที่ 1 Mbps

$$BU = MAX (0.5, (0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.4)$$

ตารางที่ 4.4 สัดส่วนการใช้เครือข่ายบริเวณกว้าง จัดลำดับตามความสำคัญ

| ลำดับ | กลุ่มระบบงาน | สัดส่วน (%) | ความสำคัญ |
|-------|-----------------|-------------|-----------|
| 1 | TN3270 | 1.49 | สูง |
| 2 | Web Browsing-1 | 4.02 | สูง |
| 3 | Management | 0.30 | สูง |
| 4 | IP/TV | 2.99 | สูง |
| 5 | Web Browsing-2 | 10.05 | กลาง |
| 6 | Email | 6.24 | กลาง-ต่ำ |
| 7 | File Transfer | 12.94 | กลาง-ต่ำ |
| 8 | P2P | 14.71 | กลาง-ต่ำ |
| 9 | Web Browsing-3 | 30.16 | ต่ำ |
| 10 | Streaming Media | 10.34 | ต่ำ |
| 11 | Other | 6.76 | ต่ำ |
| | รวม | 100.00 | |



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้งาน กับ ผลการคำนวณจากสมการ (4.4) และ (4.3)

ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณจากสมการ (4.4) และ (4.3) เปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกไว้

| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการ ใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.4) | คำนวณ BC จากสมการ (4.3) |
|-----|-------------------------------|------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | เขื่อนศรีนครินทร์ | 538 | 145 | 1.9 Mbps | 4.3 | 6.0 |
| 2 | เขื่อนวชิราลงกรณ์ | 257 | 130 | 2.0 Mbps | 4.9 | 7.0 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | 1,649 | 400 | 15.0 Mbps | 12.5 | 16.0 |
| 4 | เขื่อนท่าทุ่งนา | 259 | 75 | 1.0 Mbps | 1.9 | 3.0 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | 205 | 175 | 1.8 Mbps | 7.5 | 10.0 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | 80 | 45 | 1.0 Mbps | 1.2 | 2.0 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | 700 | 195 | 3.0 Mbps | 6.2 | 8.0 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | 50 | 15 | 0.8 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | 55 | 15 | 0.6 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | 251 | 165 | 2.5 Mbps | 6.8 | 9.0 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | 209 | 75 | 1.3 Mbps | 2.2 | 3.0 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | 79 | 35 | 0.5 Mbps | 0.7 | 1.0 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | 60 | 25 | 1.0 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | 50 | 15 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | 50 | 15 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | 40 | 10 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | 40 | 10 | 0.6 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | 10 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | 10 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | 10 | 1 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | 40 | 10 | 0.6 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | 270 | 200 | 6.0 Mbps | 8.5 | 11.0 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | 350 | 150 | 6.0 Mbps | 5.5 | 7.0 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | 160 | 90 | 1.3 Mbps | 3.2 | 4.0 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | 96 | 40 | 1.8 Mbps | 0.8 | 2.0 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | 57 | 55 | 2.0 Mbps | 1.8 | 3.0 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | 45 | 35 | 0.6 Mbps | 0.8 | 2.0 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | 35 | 15 | 1.4 Mbps | 0.5 | 1.0 |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

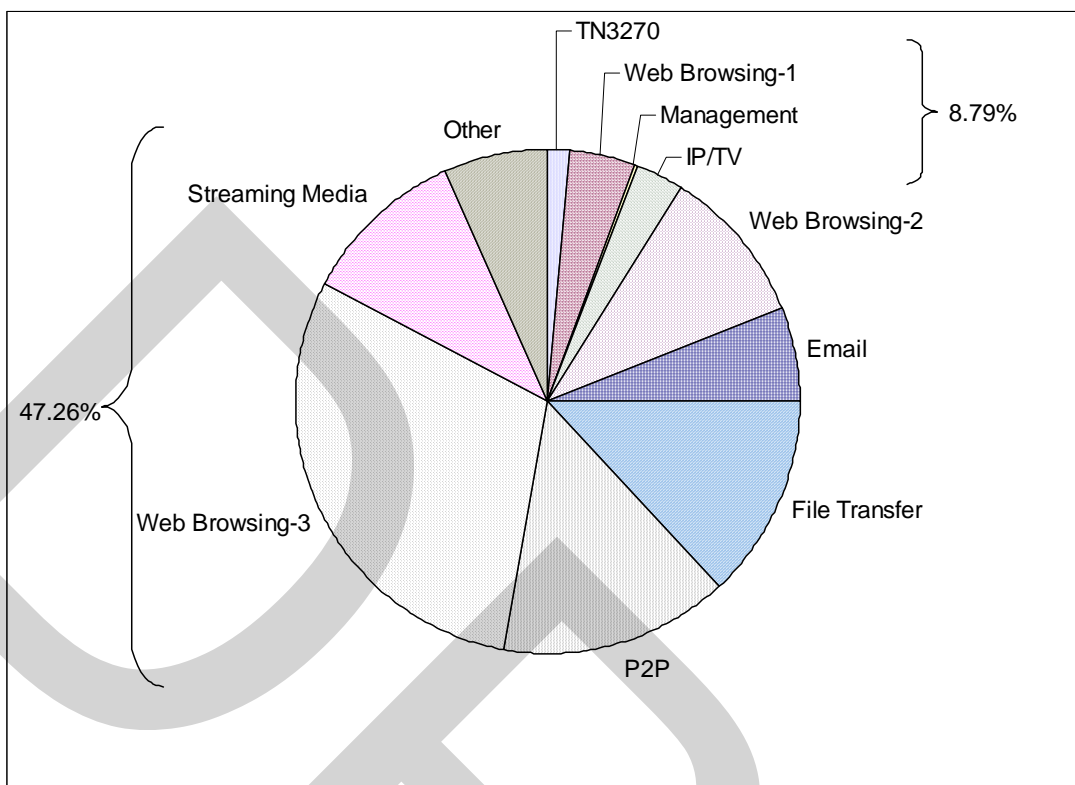
| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการ ใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.4) | คำนวณ BC จากสมการ (4.3) |
|-----|------------------------------|------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุครธานี 1 | 23 | 15 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | 54 | 35 | 1.7 Mbps | 0.8 | 1.0 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | 132 | 35 | 0.1 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | 42 | 10 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | 40 | 10 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | 10 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | 530 | 130 | 3.5 Mbps | 3.5 | 5.0 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | 217 | 120 | 1.8 Mbps | 4.5 | 6.0 |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | 201 | 105 | 1.8 Mbps | 3.8 | 5.0 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | 195 | 65 | 1.2 Mbps | 1.7 | 3.0 |
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | 187 | 80 | 2.1 Mbps | 2.5 | 4.0 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านดอน | 136 | 70 | 1.2 Mbps | 2.2 | 3.0 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | 140 | 60 | 2.8 Mbps | 1.7 | 3.0 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแงะ | 13 | 20 | 1.8 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | 120 | 70 | 1.8 Mbps | 2.3 | 3.0 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | 10 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | 10 | 5 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | 10 | 2 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | 10 | 5 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | 10 | 2 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 50 | MaemohNet | 4,420 | 1,900 | 80.0 Mbps | 79.2 | 99.0 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | 285 | 220 | 15.0 Mbps | 9.5 | 12.0 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | 411 | 155 | 2.5 Mbps | 5.5 | 7.0 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | 100 | 55 | 1.8 Mbps | 1.6 | 3.0 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | 618 | 185 | 1.2 Mbps | 6.0 | 8.0 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | 80 | 40 | 2.0 Mbps | 0.9 | 2.0 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | 91 | 45 | 2.6 Mbps | 1.1 | 2.0 |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | ปริมาณการ ใช้งานเฉลี่ย | คำนวณ BU จากสมการ (4.4) | คำนวณ BC จากสมการ (4.3) |
|-----------------|-----------------------------|------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | 40 | 35 | 2.0 Mbps | 0.8 | 2.0 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | 50 | 15 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | 10 | 2 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | 9 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | 10 | 5 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหล่มสัก | 10 | 7 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | 10 | 1 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | 10 | 5 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | 10 | 5 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | 10 | 1 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | 10 | 3 | 0.5 Mbps | 0.5 | 1.0 |
| รวม 67 สำนักงาน | | 13,939 | 5,676 | | | |

4.2.3.2 จากลักษณะการใช้ระบบสารสนเทศใน กฟผ. ดังตารางที่ 4.4 สามารถนำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 4.4 ผู้วิจัยพบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับวงจรเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. ในปัจจุบันนั้น ระบบงานสำคัญขององค์กรได้ใช้เพียง 8.79 เปอร์เซ็นต์ และถูกใช้เพื่อการสนทนา การหรือส่วนที่ไม่เกี่ยวกับงานของ กฟผ. ถึง 47.26 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นการใช้งานสนับสนุนอื่นๆ ส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการงานขององค์กรได้แก่กลุ่มงานลำดับที่ 9 ถึง 11 ในตารางที่ 4.4 มีลำดับความสำคัญต่ำและไม่พึงประสงค์ใน กฟผ. ระบบงานเหล่านี้ยากต่อการใช้เทคนิคช่วยในการจำกัดการใช้งาน เนื่องจากโปรแกรมมีความสามารถหลีกเลี่ยงการใช้บริการโปรโตคอลมาตรฐานได้ แต่สามารถลดปริมาณการใช้ด้วยนโยบายและมาตรการขององค์กร เป็นหลัก ซึ่งจะทำให้ปริมาณการใช้แบนด์วิธที่กำหนดด้วยสมการ (4.4) ของแต่ละสำนักงานสาขาลดลงถึง 47.26 หรือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และสามารถใส่สมการ (4.5) คำนวณขนาดแบนด์วิธแทนสมการ (4.4) เมื่อใช้นโยบายองค์กรควบคุมการใช้ระบบงาน ผลการคำนวณด้วยสมการที่ (4.5) และเพดานความเร็วสูงสุดด้วยสมการที่ (4.3) แสดงเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 4.6

$$BU = \text{MAX} (0.5, 0.5(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.5)$$



ภาพที่ 4.4 สัดส่วนการใช้ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง

จากตารางที่ 4.6 นำข้อมูลเพดานความเร็วสูงสุดกรณีใช้และไม่ใช้นโยบายมาแสดงในรูปแบบกราฟได้ดังภาพที่ 4.5 สังเกตว่า ปริมาณเพดานความเร็วสูงสุดจะลดลงสำหรับสำนักงานสาขาที่มีปริมาณเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 40 เครื่องขึ้นไป

4.3 การจัดการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิค

วัตถุประสงค์ของการใช้วิธีทางเทคนิค คือการสร้างความแน่นอนในการรับส่งข้อมูลของงานที่มีระดับความสำคัญสูงขององค์กร เพิ่มประสิทธิภาพในด้านความเร็วของการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างสำหรับงานที่มีความสำคัญในระดับรองลงไป โดยคำนึงถึงขนาดเพดานความเร็วสูงสุดที่มีขนาดจำกัด หรือการควบคุมค่าใช้จ่ายวงจรระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง เป็นการนำอุปกรณ์เครือข่ายที่เรียกว่า WOC มาใช้จัดการจราจรของระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กร ที่เรียกว่า WAN Optimization

ตารางที่ 4.6 แสดงเพดานความเร็วสูงสุดลดลงกรณีใช้นโยบายควบคุมการใช้ระบบงาน

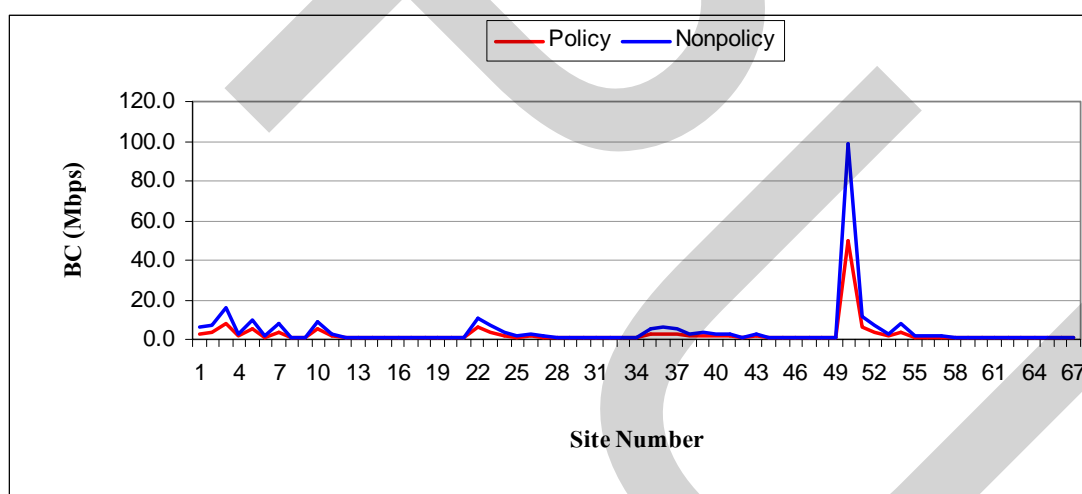
| No. | ชื่อสำนักงาน | กรณีไม่ใช้นโยบาย | | กรณีใช้นโยบาย | | ส่วนลด BC (Mbps) |
|-----|-------------------------------|------------------|------|---------------|-----|------------------|
| | | BU | BC | BU | BC | |
| 1 | เขื่อนศรีนครินทร์ | 4.3 | 6.0 | 2.1 | 3.0 | 3 |
| 2 | เขื่อนวชิราลงกรณ์ | 4.9 | 7.0 | 2.4 | 4.0 | 3 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | 12.5 | 16.0 | 6.3 | 8.0 | 8 |
| 4 | เขื่อนท่าทุ่งนา | 1.9 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 1 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | 7.5 | 10.0 | 3.8 | 5.0 | 5 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | 1.2 | 2.0 | 0.6 | 1.0 | 1 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | 6.2 | 8.0 | 3.1 | 4.0 | 4 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | 6.8 | 9.0 | 3.4 | 5.0 | 4 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | 2.2 | 3.0 | 1.1 | 2.0 | 1 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | 8.5 | 11.0 | 4.3 | 6.0 | 5 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | 5.5 | 7.0 | 2.7 | 4.0 | 3 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | 3.2 | 4.0 | 1.6 | 2.0 | 2 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | 0.8 | 2.0 | 0.5 | 1.0 | 1 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | 1.8 | 3.0 | 0.9 | 2.0 | 1 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | 0.8 | 2.0 | 0.5 | 1.0 | 1 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุดรธานี 1 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | กรณีไม่ใช้นโยบาย | | กรณีใช้นโยบาย | | ส่วนลด BC (Mbps) |
|-----|------------------------------|------------------|------|---------------|------|---------------------|
| | | BU | BC | BU | BC | |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | 0.8 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | 3.5 | 5.0 | 1.8 | 3.0 | 2 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | 4.5 | 6.0 | 2.3 | 3.0 | 3 |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | 3.8 | 5.0 | 1.9 | 3.0 | 2 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | 1.7 | 3.0 | 0.8 | 2.0 | 1 |
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | 2.5 | 4.0 | 1.3 | 2.0 | 2 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านคอน | 2.2 | 3.0 | 1.1 | 2.0 | 1 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | 1.7 | 3.0 | 0.8 | 2.0 | 1 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแจะ | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | 2.3 | 3.0 | 1.2 | 2.0 | 1 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 50 | MaemohNet | 79.2 | 99.0 | 39.6 | 50.0 | 49 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | 9.5 | 12.0 | 4.8 | 6.0 | 6 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | 5.5 | 7.0 | 2.7 | 4.0 | 3 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | 1.6 | 3.0 | 0.8 | 2.0 | 1 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | 6.0 | 8.0 | 3.0 | 4.0 | 4 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | 0.9 | 2.0 | 0.5 | 1.0 | 1 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | 1.1 | 2.0 | 0.6 | 1.0 | 1 |
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | 0.8 | 2.0 | 0.5 | 1.0 | 1 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | กรณีไม่ใช้นโยบาย | | กรณีใช้นโยบาย | | ส่วนลด BC (Mbps) |
|-----|-----------------------------|------------------|-----|---------------|-----|------------------|
| | | BU | BC | BU | BC | |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงห้วยสัก | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0 |



ภาพที่ 4.5 แสดงเพดานความเร็วสูงสุดของสำนักงานสาขาลดลงเมื่อใช้นโยบายองค์กร

4.3.1 การจำแนกเทคนิคควบคุมการจราจร

ผลิตภัณฑ์ WOC ที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติ และจุดเด่นของเทคนิคในการทำ WAN Optimization แตกต่างกัน การเลือกใช้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้เครือข่ายบริเวณกว้างในองค์กร จากลักษณะการใช้งานภายใน กฟผ. ตามตารางที่ 4.4 ผู้วิจัยได้จำแนกเทคนิคควบคุมการจราจรออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

4.3.1.1 QoS เป็นความสามารถในการสร้างความแน่นอนในการรับส่งข้อมูล เทคนิคเช่นนี้ไม่ช่วยลดปริมาณการใช้แบนด์วิธของเครือข่ายบริเวณกว้าง แต่จะทำหน้าที่รับประกันว่าระบบงานขององค์กรที่มีระดับความสำคัญสูง สามารถรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างได้ก่อนอย่างแน่นอน ไม่ว่าจะระดับความคับคั่งของวงจรจะมีขนาดสูงเท่าใดก็ตาม

4.3.1.2 Accelerator เป็นความสามารถในการเพิ่มความเร็วของการใช้โปรโตคอลในชั้น Application เช่น CIFS FTP MAPI และโปรโตคอล TCP ของงานทุกชนิด เทคนิค Accelerator นี้ไม่ช่วยลดขนาดแบนด์วิธ แต่ช่วยลดปริมาณการรอคอยตามลักษณะ Chatty ของโปรโตคอลต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดแบนด์วิธที่เท่ากันแล้ว Accelerator ทำให้การเรียกใช้งานสำเร็จเร็วขึ้น

4.3.1.3 Caching เป็นความสามารถในการลดการส่งข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง อุปกรณ์บางชนิดจะใช้เทคนิค Accelerator ทำงานคู่กันไป ทำให้การใช้งานมีความเร็วและลดปริมาณการใช้แบนด์วิธไปด้วย เทคนิคนี้เหมาะสมกับกลุ่มงานที่ 5 ถึง 9

4.3.1.4 TCP Compression เป็นความสามารถในการบีบอัดข้อมูลในชั้นโปรโตคอล TCP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่มงานทั้งหมดที่ใช้โปรโตคอล TCP ไม่สนใจโปรโตคอลในชั้นอื่นๆ เหมาะสำหรับใช้กับงานในกลุ่มที่ 5 ถึง 9 และ กลุ่ม 11

ในปัจจุบัน ผู้วิจัยพบว่า ผลลัพธ์แต่ละรุ่น อาจมีคุณลักษณะไม่ครอบคลุมเทคนิคทุกด้านในอุปกรณ์ชุดเดียวกัน ตัวอย่างผลการทดสอบปริมาณการใช้ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ส่วนที่ลดลงเป็นเปอร์เซ็นต์ แยกตามกลุ่มระบบงาน และ เทคนิคที่ใช้ดังตารางที่ 4.7 อธิบายได้ว่า เทคนิค QoS ใช้กับกลุ่มงานลำดับ 1 ถึง 4 จำเป็นสำหรับประกันการใช้ระบบงานสำคัญยิ่งของ กฟผ. ผ่านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง แต่ไม่ช่วยลดปริมาณการใช้แบนด์วิธ เทคนิคต่อมาคือ Accelerator ใช้กับกลุ่มงาน Web Browsing-2 Email File-Transfer P2P และ Web Browsing-3 เทคนิค Accelerator นี้ ไม่ช่วยลดปริมาณการใช้แบนด์วิธ แต่ช่วยแก้ไขข้อจำกัดและปรับปรุงประสิทธิภาพของโปรโตคอลที่เกี่ยวข้อง ทำให้ปริมาณ Throughput ของโปรโตคอลที่ใช้กับกลุ่มงานดังกล่าวสูงขึ้นหลายเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับสถานะแวดล้อมเดียวกัน ส่วนเทคนิคการทำ Caching ช่วยลดปริมาณการใช้แบนด์วิธสำหรับกลุ่มงาน 5 ถึง 9 เนื่องจากเป็นกลุ่มงานที่มีโอกาสรับส่งข้อมูลซ้ำกันมาก โดยปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูลที่ใช้ในกลุ่มงานดังกล่าว และเทคนิค TCP Compression ช่วยลดปริมาณการใช้แบนด์วิธในกลุ่มงาน 5 ถึง 9 และ 11 อนึ่ง ในทางทฤษฎีสามารถใช้เทคนิคหลายประเภททำงานร่วมกันได้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีก แต่ในทางปฏิบัติจะต้องดูผลกระทบด้านอื่นประกอบด้วย เช่น ผลของการบริหารจัดการอุปกรณ์หลายชนิด และความเร็วของอุปกรณ์แต่ละชนิด เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่า บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ในตลาดโทรคมนาคมมี

การรวบรวมกิจการกันมากขึ้น เป็นไปได้ว่าในอนาคตจะมีผลิตภัณฑ์ชุดเดียวกันที่มีเทคนิคในการทำ WAN Optimization ให้เหมาะกับงานชนิดต่างๆ ของแต่ละองค์กร

ตารางที่ 4.7 ผลการใช้เทคนิคกับกลุ่มงานประเภทต่างๆ

| ลำดับ | กลุ่มระบบงาน | QoS | Accelerator | | | | Caching | TCP Compression |
|-------|-----------------|-----|-------------|-----|------|-----|---------|--------------------|
| | | | CIFS | FTP | MAPI | TCP | | |
| 1 | TN3270 | √ | | | | | - | |
| 2 | Web Browsing-1 | √ | | | | | - | |
| 3 | Management | √ | | | | | - | |
| 4 | IP/TV | √ | | | | | - | |
| 5 | Web Browsing-2 | | | | | √ | 41.00% | |
| 6 | Email | | | | √ | | 23.00% | |
| 7 | File Transfer | | | √ | | | 52.00% | |
| 8 | P2P | | √ | | | | 35.00% | |
| 9 | Web Browsing-3 | | | | | √ | 41.00% | |
| 10 | Streaming Media | | | | | | 28.00% | |
| 11 | Other | | | | | √ | 46.00% | |

4.3.2 ผลการใช้เทคนิคควบคุมการจราจร

ในการลดปริมาณแบนด์วิธ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้เทคนิค Caching และ TCP Compression ที่มีต่อปริมาณแบนด์วิธทั้งหมด โดยประเมินจากข้อมูลสัดส่วนการใช้งานตารางที่ 4.4 และผลการใช้งานจากตารางที่ 4.7 โดยพิจารณาแยกผลการใช้แต่ละเทคนิค และการใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกัน สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.8 ซึ่งพบว่า ปริมาณแบนด์วิธลดลงมากที่สุด 59.61 หรือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกัน

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากตารางที่ 4.8 มาประยุกต์ใช้กับสมการ (4.4) เป็นสมการที่ (4.6) (4.7) และ (4.8) สำหรับกรณีที่ใช้เทคนิค Caching เทคนิค TCP Compression และ กรณีใช้ทั้งสองเทคนิคประกอบกันตามลำดับ เพื่อใช้หาขนาดแบนด์วิธของแต่ละสำนักงานสาขา ดังนี้

$$BU_C = MAX (0.5, 0.7(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.6)$$

$$BU_T = \text{MAX} (0.5, 0.54(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.7)$$

$$BU_{CT} = \text{MAX} (0.5, 0.4(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.8)$$

โดย BU_C แทนขนาดแบนด์วิธเมื่อใช้เทคนิค Caching อย่างเดียว (Mbps)

BU_T แทนขนาดแบนด์วิธเมื่อใช้เทคนิค TCP Compression อย่างเดียว (Mbps)

BU_{CT} แทนขนาดแบนด์วิธเมื่อใช้ทั้งสองเทคนิคพร้อมกัน (Mbps)

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงเมื่อใช้เทคนิคต่างๆ

| กลุ่มระบบงาน | สัดส่วนการใช้งาน | Caching | TCP Compression | Caching & TCP Compression | หมายเหตุ |
|-------------------------|------------------|---------|--------------------|---------------------------------|------------------|
| TN3270 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ใช้เทคนิค QoS |
| Web Browsing-1 | 4.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Management | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| IP/TV | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Web Browsing-2 | 10.05 | 4.12 | 6.03 | 7.68 | |
| Email | 6.24 | 1.44 | 2.75 | 3.55 | |
| File Transfer | 12.94 | 6.73 | 5.18 | 9.22 | |
| P2P | 14.71 | 5.15 | 7.65 | 10.12 | |
| Web Browsing-3 | 30.16 | 12.36 | 18.09 | 23.04 | |
| Streaming Media | 10.34 | 0.00 | 2.89 | 2.89 | |
| Other | 6.76 | 0.00 | 3.11 | 3.11 | |
| รวม | 100.00 | | | | |
| ขนาดแบนด์วิธที่ลดลง (%) | | 29.80 | 45.71 | 59.61 | |

การหาค่าเพดานความเร็วสูงสุด BC ยังคงใช้สมการที่ (4.3) และจากการประยุกต์ใช้สมการที่ (4.6) (4.7) (4.8) และ (4.3) กับข้อมูลในตารางที่ 2.1 ทำให้สามารถสรุปขนาดเพดานความเร็วสูงสุดที่จำเป็นสำหรับสำนักงานสาขา โดยเปรียบเทียบผลของการใช้เทคนิคต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.9 และแสดงเป็นกราฟดังภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความเร็วสูงสุดแต่ละสำนักงานสาขาเมื่อใช้เทคนิคต่างๆ

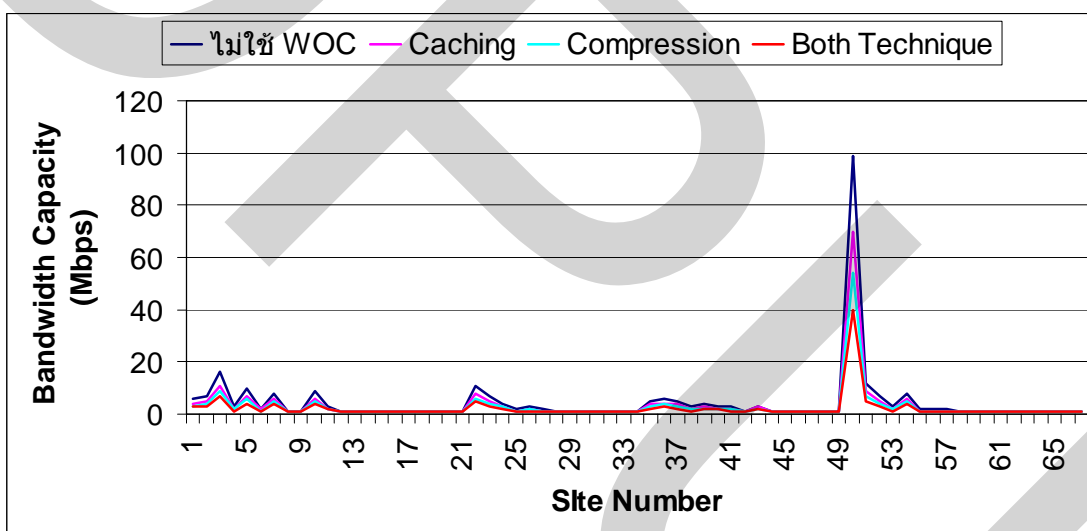
| No. | ชื่อสำนักงาน | ไม่ใช้ WOC | Caching | TCP Compression | Both Techniques |
|-----|-------------------------------|------------|-----------|-----------------|-----------------|
| | | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) |
| 1 | เขื่อนศรีนครินทร์ | 6.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 |
| 2 | เขื่อนวชิราลงกรณ์ | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | 16.0 | 11.0 | 9.0 | 7.0 |
| 4 | เขื่อนท่าทุ่งนา | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | 10.0 | 7.0 | 6.0 | 4.0 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | 9.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | 11.0 | 8.0 | 6.0 | 5.0 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุดรธานี 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | ไม่ใช้ WOC | Caching | TCP Compression | Both Techniques |
|-----|------------------------------|------------|-----------|-----------------|-----------------|
| | | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 2.0 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 3.0 |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 2.0 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านคอน | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแงะ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 50 | MaemohNet | 99.0 | 70.0 | 54.0 | 40.0 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | 12.0 | 9.0 | 7.0 | 5.0 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 3.0 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | 8.0 | 6.0 | 5.0 | 4.0 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | ไม่ใช้ WOC | Caching | TCP Compression | Both Techniques |
|-----|-----------------------------|------------|-----------|-----------------|-----------------|
| | | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) | BC (Mbps) |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหล่มสัก | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |



ภาพที่ 4.6 ภาพแสดงการเปรียบเทียบขนาดเพดานความเร็วสูงสุดกรณีใช้เทคนิคต่างๆ

4.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

4.4.1 ค่าใช้จ่ายสำหรับเครือข่ายบริเวณกว้าง

กฟผ. มีโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นของตนเอง ใช้สนับสนุนภารกิจหลักในการผลิตและส่งพลังงานไฟฟ้า ทรัพยากรดังกล่าวส่วนที่เหลือ กฟผ. สามารถนำมาบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางธุรกิจและให้การสนับสนุนกิจการโทรคมนาคมของประเทศได้ โครงข่ายสื่อสารของ กฟผ. จัดว่าเป็นโครงข่ายที่มีศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีสูง และมีความเสี่ยงต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ให้บริการรายอื่นๆ การลดปริมาณการใช้แบนด์วิธในระบบเครือข่ายบริเวณกว้างของระบบ

สารสนเทศ โดยคงประสิทธิภาพการใช้งานไว้ จะทำให้ กฟผ. มีโอกาสเพิ่มรายได้ และลดต้นทุนใน ทรัพยากรดังกล่าว ปัจจุบัน กฟผ. มีการคิดอัตราต้นทุนค่าบริการทางด้านระบบเครือข่ายบริเวณ กว้างเฉลี่ยตามขนาดแบนด์วิธของวงจร โดยขนาดแบนด์วิธที่ให้บริการจะเป็นขั้นเริ่มตั้งแต่ 1 Mbps ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 อัตราค่าบริการทางด้านระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง

| ขนาดแบนด์วิธ (Mbps) | ค่าบริการต่อจุด | |
|------------------------|-----------------|-----------|
| | บาท/เดือน | บาท/ปี |
| 1 | 7,519 | 90,228 |
| 2 | 10,924 | 131,088 |
| 4 | 17,419 | 209,028 |
| 6 | 21,282 | 255,384 |
| 8 | 25,151 | 301,812 |
| 10 | 28,586 | 343,037 |
| 12 | 31,828 | 381,936 |
| 14 | 34,809 | 417,708 |
| 16 | 34,809 | 417,708 |
| 20 | 42,732 | 512,789 |
| 28 | 51,941 | 623,294 |
| 40 | 63,879 | 766,542 |
| 80 | 95,489 | 1,145,865 |
| 100 | 108,343 | 1,300,116 |

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

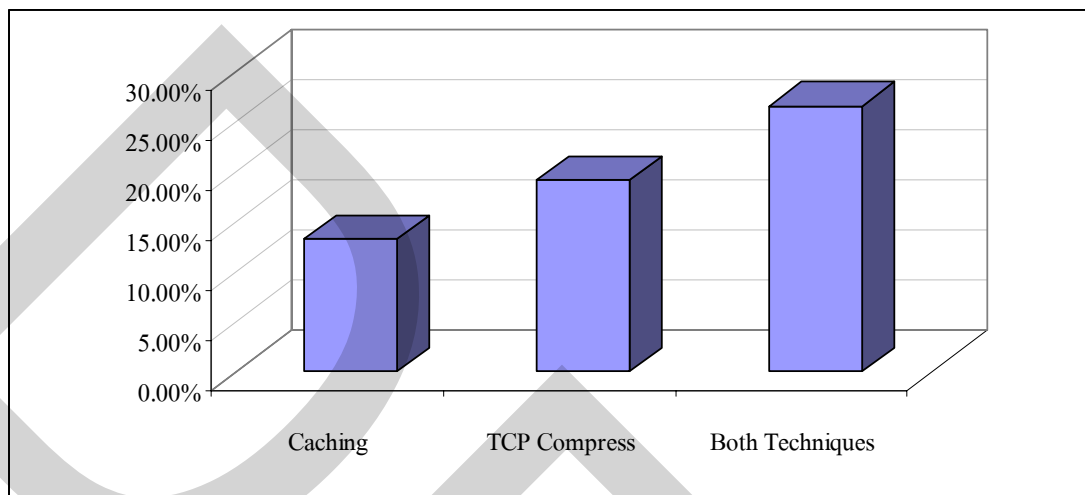
ในการประเมินค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างของสำนักงานสาขาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้ พิจารณาเปรียบเทียบผลจากการใช้เทคนิคต่างๆ จากข้อมูลตารางที่ 4.9 ได้ผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายต่อปี สรุปได้ดังตารางที่ 4.11 และแสดงเป็นรูปกราฟเปรียบเทียบดังภาพที่ 4.7 พบว่า ด้วยลักษณะการใ้ งานของ กฟผ. ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน การใช้เทคนิค Caching และ TCP Compression จะช่วยลด ค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างได้ปีละ ประมาณ 3 ล้านบาท หรือ 26.7 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างในการใช้เทคนิคแบบต่างๆ

| เขตความเร็ว | NonWOC | | Caching | | TCP Compression | | Both Techniques | |
|--------------|-----------|----------------------|-----------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี |
| 1 | 36 | 3,248,208 | 41 | 3,699,348 | 42 | 3,789,576 | 47 | 4,240,716 |
| 2 | 6 | 786,528 | 8 | 1,048,704 | 9 | 1,179,792 | 7 | 917,616 |
| 3 | 8 | 1,365,091 | 3 | 511,909 | 4 | 682,546 | 5 | 853,182 |
| 4 | 2 | 418,056 | 4 | 836,112 | 4 | 836,112 | 4 | 836,112 |
| 5 | 2 | 458,959 | 3 | 688,439 | 3 | 688,439 | 2 | 458,959 |
| 6 | 2 | 510,768 | 3 | 766,152 | 2 | 510,768 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 836,796 | 1 | 278,932 | 1 | 278,932 | 1 | 278,932 |
| 8 | 2 | 603,624 | 1 | 301,812 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 322,702 | 1 | 322,702 | 1 | 322,702 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 343,037 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 362,534 | 1 | 362,534 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 381,936 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 1 | 450,537 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 766,542 |
| 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 912,283 | 0 | 0 |
| 70 | 0 | 0 | 1 | 1,060,470 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 1 | 1,300,116 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 67 | 11,388,893 | 67 | 9,877,114 | 67 | 9,201,150 | 67 | 8,352,059 |
| | | ค่าใช้จ่ายลดลง (บาท) | | 1,511,779 | | 2,187,744 | | 3,036,834 |
| | | ค่าใช้จ่ายลดลง (%) | | 13.27% | | 19.21% | | 26.66% |

เครื่องมือในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายบริเวณกว้างทั้งสองได้แก่ การใช้นโยบายควบคุมการใช้งานขององค์กร และการใช้เทคนิคควบคุมการจราจร จำเป็นต้องมีการลงทุนทางด้านอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการควบคุม ตรวจสอบและประเมินผลได้ และมักเป็นระบบเดียวกัน การบริหารจัดการจึงสามารถใช้เครื่องมือทั้งสองดำเนินการควบคู่กันไปได้ ผู้วิจัยประเมินผลการใช้เครื่องมือทั้งสองในการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้าง ดังตารางที่ 4.12 สรุปได้ว่าทำให้ปริมาณแบนด์วิธลดลง 77.83 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถเขียน สมการทั่วไปสำหรับสำนักงานสาขาในกรณีที่ใช้

เครื่องมือทั้งสองในการบริหารจัดการ ดังสมการที่ (4.9) และสามารถคำนวณหาขนาดเพดานความเร็วสูงสุดของแต่ละสำนักงานสาขาด้วยสมการ (4.3) ได้ดังตารางที่ 4.13



ภาพที่ 4.7 แสดงค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างที่ลดลงเมื่อใช้เทคนิคแบบต่างๆ

$$BU = \text{MAX} (0.5, 0.22(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (4.9)$$

จากตารางที่ 4.13 ผู้วิจัยพบว่า ด้วยลักษณะการใช้งานเช่นปัจจุบัน หาก กฟผ. ใช้ นโยบายควบคุมการใช้งานพร้อมกับเทคนิคควบคุมการจราจรของข้อมูลแล้ว สำนักงานสาขาจะมีความต้องการเพดานความเร็วสูงสุดอยู่ระหว่าง 1 Mbps ถึง 22 Mbps เท่านั้น สำนักงานจำนวนถึง 53 จาก 67 สาขาต้องการเพดานความเร็วสูงสุดเพียง 1 Mbps และด้วยอัตราค่าบริการจากตารางที่ 4.10 สามารถประเมินค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้าง เปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังบริหารจัดการด้วยเครื่องมือทั้งสองดังตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.8 ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ด้วยลักษณะการใช้ระบบงานสารสนเทศในปัจจุบันของ กฟผ. การบริหารจัดการด้วยนโยบายควบคุมการใช้งาน และวิธีทางเทคนิคควบคุมการจราจร จะช่วยลดค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างลงได้ประมาณปีละ 4.16 ล้านบาท หรือคิดเป็น 37 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

ตารางที่ 4.12 ปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงเมื่อจัดการด้วยนโยบายองค์กรและวิธีทางเทคนิค

| กลุ่มระบบงาน | สัดส่วนการใช้งาน | เครื่องมือที่ใช้ | | | หมายเหตุ |
|-------------------------|------------------|------------------|--------|-------------|---------------|
| | | นโยบาย | เทคนิค | ทั้งสองชนิด | |
| TN3270 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ใช้เทคนิค QoS |
| Web Browsing-1 | 4.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Management | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| IP/TV | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Web Browsing-2 | 10.05 | 0.00 | 7.68 | 7.68 | |
| Email | 6.24 | 0.00 | 3.55 | 3.55 | |
| File Transfer | 12.94 | 0.00 | 9.22 | 9.22 | |
| P2P | 14.71 | 0.00 | 10.12 | 10.12 | |
| Web Browsing-3 | 30.16 | 30.16 | 23.04 | 30.16 | |
| Streaming Media | 10.34 | 10.34 | 2.89 | 10.34 | |
| Other | 6.76 | 6.76 | 3.11 | 6.76 | |
| รวม | 100.00 | | | | |
| ขนาดแบนด์วิธที่ลดลง (%) | | 47.26 | 59.61 | 77.83 | |

ตารางที่ 4.13 เพดานความเร็วสูงสุดเมื่อจัดการด้วยนโยบายองค์กรและวิธีทางเทคนิค

| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวนพนักงาน | จำนวน PC | จำนวน BU จากสมการ (4.9) | จำนวน BC จากสมการ (4.3) |
|-----|----------------------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | เซ็นทรัลครินทร์ | 538 | 145 | 0.9 | 2.0 |
| 2 | เซ็นทรัลนครินทร์ | 257 | 130 | 1.1 | 2.0 |
| 3 | โรงไฟฟ้าบางปะกง | 1,649 | 400 | 2.8 | 4.0 |
| 4 | เซ็นทรัลท่าทุ่งนา | 259 | 75 | 0.5 | 1.0 |
| 5 | โรงไฟฟ้าวังน้อย | 205 | 175 | 1.7 | 3.0 |
| 6 | ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง | 80 | 45 | 0.5 | 1.0 |
| 7 | โรงไฟฟ้าพระนครใต้ | 700 | 195 | 1.4 | 2.0 |
| 8 | โรงไฟฟ้าไทรน้อย | 50 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 9 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางปะอิน 2 | 55 | 15 | 0.5 | 1.0 |

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | คำนวณ BU จากสมการ (4.9) | คำนวณ BC จากสมการ (4.3) |
|-----|-------------------------------|------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 10 | โรงไฟฟ้าราชบุรี (ที่ทำการ) | 251 | 165 | 1.5 | 2.0 |
| 11 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหนองจอก | 209 | 75 | 0.5 | 1.0 |
| 12 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบางพลี | 79 | 35 | 0.5 | 1.0 |
| 13 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงราชบุรี 2 | 60 | 25 | 0.5 | 1.0 |
| 14 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่าวไผ่ | 50 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 15 | เขื่อนแก่งกระจาน | 50 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 16 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านโป่ง 2 | 40 | 10 | 0.5 | 1.0 |
| 17 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าลาน 3 | 40 | 10 | 0.5 | 1.0 |
| 18 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสามพราน | 10 | 3 | 0.5 | 1.0 |
| 19 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 1 | 10 | 3 | 0.5 | 1.0 |
| 20 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอ่างทอง 2 | 10 | 1 | 0.5 | 1.0 |
| 21 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระยอง 2 | 40 | 10 | 0.5 | 1.0 |
| 22 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงขอนแก่น | 270 | 200 | 1.9 | 3.0 |
| 23 | เขื่อนอุบลรัตน์ | 350 | 150 | 1.2 | 2.0 |
| 24 | โรงไฟฟ้าน้ำพอง | 160 | 90 | 0.7 | 1.0 |
| 25 | เขื่อนสิรินธร | 96 | 40 | 0.5 | 1.0 |
| 26 | โรงไฟฟ้าลำตะคอง | 57 | 55 | 0.5 | 1.0 |
| 27 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุบลราชธานี 1 | 45 | 35 | 0.5 | 1.0 |
| 28 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงสกลนคร 1 | 35 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 29 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงอุดรธานี 1 | 23 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 30 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครราชสีมา 1 | 54 | 35 | 0.5 | 1.0 |
| 31 | เขื่อนจุฬาภรณ์ | 132 | 35 | 0.5 | 1.0 |
| 32 | เขื่อนน้ำพุง | 42 | 10 | 0.5 | 1.0 |
| 33 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงร้อยเอ็ด | 40 | 10 | 0.5 | 1.0 |
| 34 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชัยภูมิ | 10 | 3 | 0.5 | 1.0 |
| 35 | เขื่อนรัชชประภา | 530 | 130 | 0.8 | 1.0 |
| 36 | โรงไฟฟ้ากระบี่ | 217 | 120 | 1.0 | 2.0 |
| 37 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำภูรา | 201 | 105 | 0.8 | 2.0 |
| 38 | เขื่อนบางลาง | 195 | 65 | 0.5 | 1.0 |

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

| No. | ชื่อสำนักงาน | จำนวน พนักงาน | จำนวน PC | คำนวณ BU จากสมการ (4.9) | คำนวณ BC จากสมการ (4.3) |
|-----|-----------------------------|------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 39 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1 | 187 | 80 | 0.6 | 1.0 |
| 40 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านคอน | 136 | 70 | 0.5 | 1.0 |
| 41 | โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี | 140 | 60 | 0.5 | 1.0 |
| 42 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงคลองแงะ | 13 | 20 | 0.5 | 1.0 |
| 43 | โรงไฟฟ้าสงขลา | 120 | 70 | 0.5 | 1.0 |
| 44 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงชุมพร | 10 | 3 | 0.5 | 1.0 |
| 45 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพังงา | 10 | 5 | 0.5 | 1.0 |
| 46 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหลังสวน | 10 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| 47 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงระนอง | 10 | 5 | 0.5 | 1.0 |
| 48 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 1 | 10 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| 49 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงภูเก็ต 2 | 10 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| 50 | MaemohNet | 4,420 | 1,900 | 17.4 | 22.0 |
| 51 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพิษณุโลก 2 | 285 | 220 | 2.1 | 3.0 |
| 52 | เขื่อนสิริกิติ์ | 411 | 155 | 1.2 | 2.0 |
| 53 | โรงไฟฟ้าลานกระบือ | 100 | 55 | 0.5 | 1.0 |
| 54 | เขื่อนภูมิพล | 618 | 185 | 1.3 | 2.0 |
| 55 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงนครสวรรค์ | 80 | 40 | 0.5 | 1.0 |
| 56 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงลำปาง 1 | 91 | 45 | 0.5 | 1.0 |
| 57 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 2 | 40 | 35 | 0.5 | 1.0 |
| 58 | เขื่อนแม่งัด | 50 | 15 | 0.5 | 1.0 |
| 59 | โรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน | 10 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| 60 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงแพร่ | 9 | 3 | 0.5 | 1.0 |
| 61 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงท่าตะโก | 10 | 5 | 0.5 | 1.0 |
| 62 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงหล่มสัก | 10 | 7 | 0.5 | 1.0 |
| 63 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงตาก | 10 | 1 | 0.5 | 1.0 |
| 64 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงกำแพงเพชร | 10 | 5 | 0.5 | 1.0 |
| 65 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงใหม่ 3 | 10 | 5 | 0.5 | 1.0 |
| 66 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงเชียงราย | 10 | 1 | 0.5 | 1.0 |
| 67 | สถานีไฟฟ้าแรงสูงพะเยา | 10 | 3 | 0.5 | 1.0 |

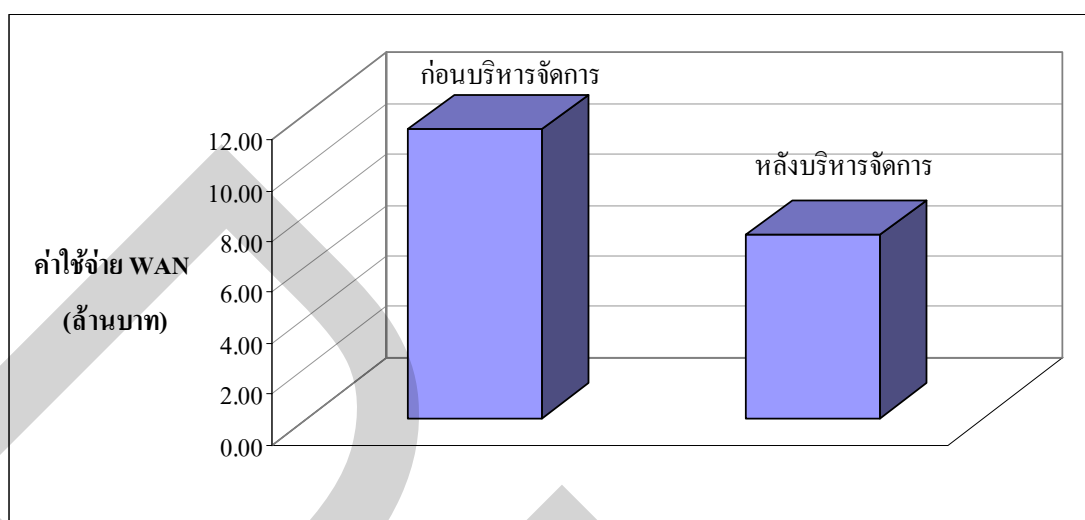
ตารางที่ 4.14 ประมาณค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างที่ลดลงเมื่อมีการบริหารจัดการ

| เขตความเร็ว สูงสุด (Mbps) | ก่อนบริหารจัดการ | | หลังบริหารจัดการ | |
|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี | จำนวน | ค่าใช้จ่าย/ปี |
| 1 | 36 | 3,248,208 | 53 | 4,782,084 |
| 2 | 6 | 786,528 | 9 | 1,179,792 |
| 3 | 8 | 1,365,091 | 3 | 511,909 |
| 4 | 2 | 418,056 | 1 | 209,028 |
| 5 | 2 | 458,959 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 510,768 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 836,796 | 0 | 0 |
| 8 | 2 | 603,624 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 322,702 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 343,037 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 362,534 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 381,936 | 0 | 0 |
| 16 | 1 | 450,537 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 1 | 541,934 |
| 100 | 1 | 1,300,116 | 0 | 0 |
| รวม | 67 | 11,388,893 | 67 | 7,224,747 |
| ค่าใช้จ่ายต่อปีลดลง (บาท) | | | | 4,164,146 |
| ค่าใช้จ่ายต่อปีลดลง (%) | | | | 36.56% |

4.4.2 ผลตอบแทนการลงทุน

ผู้วิจัยพิจารณาผลตอบแทนการลงทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ สำหรับการลงทุนเพื่อจัดการจราจรระบบงานให้เหมาะสมกับเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. โดยใช้สมมติฐานดังนี้

4.4.2.1 การกำหนดสถานะแวดล้อม เช่น จำนวนสำนักงาน อัตราค่าบริการ จำนวนผู้มีสิทธิใช้ระบบงาน ลักษณะการใช้ระบบงาน ไม่เปลี่ยนแปลง ในช่วงระยะเวลาโครงการ 4 ปี โดยต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยโดยน้ำหนัก (WACC) ที่ 11 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.8 แสดงค่าใช้จ่ายลดลงเมื่อมีการบริหารจัดการ

4.4.2.2 ค่าใช้จ่ายลงทุนได้แก่ อุปกรณ์ WOC ประจำสำนักงานสาขาต่างๆ จำนวน 67 ชุด ซึ่งราคาอุปกรณ์แปรผันตามขนาดเพดานความเร็วสูงสุดที่แต่ละสำนักงานสาขากำหนดไว้ จากตารางที่ 4.14 พบว่า กฟผ. จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สำหรับเพดานความเร็วสูงสุด 1 Mbps จำนวน 53 ชุด ขนาด 2 Mbps จำนวน 9 ชุด ขนาด 3 Mbps จำนวน 3 ชุด ขนาด 4 และ 22 Mbps อย่างละ 1 ชุด นอกจากนี้ ยังต้องใช้ใช้อุปกรณ์ WOC ที่สำนักงานใหญ่ขนาด 100 Mbps รวมระบบบริหารจัดการอุปกรณ์ เพื่อรองรับการเรียกใช้งานจากสำนักงานต่างๆ ได้พอเพียง ผู้วิจัยประเมินงบประมาณลงทุนเริ่มต้น 25 ล้านบาท และปีที่หนึ่งอีก 15 ล้านบาท ค่าบำรุงรักษาและฝึกอบรวมอีกประมาณปีละ 4 ล้านบาท ตั้งแต่ปีที่หนึ่งเป็นต้นไปอีก 4 ปี ระบบดังกล่าวมีความสามารถครอบคลุมเทคนิค Qos Acceleration Caching และ TCP Compression

4.4.2.3 ผลที่ได้จากการใช้นโยบายควบคุมการใช้ระบบงาน และวิธีทางเทคนิคควบคุมการจราจร ทำให้ ค่าใช้จ่ายระบบเครือข่ายบริเวณกว้างลดลงปีละ 4.16 ล้านบาท

4.4.2.4 นอกจากช่วยลดปริมาณแบนด์วิธแล้ว การใช้นโยบายควบคุมการใช้ระบบงาน และวิธีทางเทคนิคควบคุมการจราจร ยังทำให้คุณภาพในการใช้ระบบงานบริหารทรัพยากรองค์กรผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างมีความมั่นคง และระบบงานสนับสนุนก็มีความรวดเร็วมากขึ้น จากเอกสารทางวิชาการเรื่อง ROI Constraint : The Impact of Network Underperformance on Return On Investment for Enterprise-Class Applications (BT Infonet Corporation, 2005 : 7) ได้กล่าวถึงการสำรวจผลกระทบที่เกิดจากการไม่สามารถเรียกใช้ระบบงานขององค์กรขนาดใหญ่ ที่มีผู้ใช้งานเฉลี่ย 20,000 คน โดยระบุว่า ผลกระทบจากการไม่สามารถใช้ระบบงานบริหารทรัพยากรองค์กรคิด

เป็นต้นทุนประมาณ 13,000 ดอลลาร์ต่อนาที หรือ 0.65 ดอลลาร์ต่อนาทีต่อผู้ใช้งาน และสำหรับระบบส่งข่าวสารหรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นต้นทุนประมาณ 1,000 ดอลลาร์ต่อนาที หรือ 0.05 ดอลลาร์ต่อนาทีต่อผู้ใช้งาน เมื่อเทียบสัดส่วนผู้ใช้ระบบงานระหว่างข้อมูลการสำรวจกับข้อมูลของ กฟผ. จำนวนผู้ใช้งานระบบงานบริหารทรัพยากรองค์กร และระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครือข่ายบริเวณกว้าง อยู่ที่ประมาณ 3,000 และ 6,000 คน ตามลำดับ ดังนั้น ผลกระทบของระบบบริหารทรัพยากรองค์กรใน กฟผ. จึงมีค่าประมาณ 78,000 บาทต่อนาที และผลกระทบของระบบส่งข่าวสารหรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ประมาณ 12,000 บาทต่อนาที

4.4.2.5 เอกสารทางวิชาการเรื่อง Examine the Cost of Poor Quality in IP Networks (G. Hudson Glimmer, 2005 : 5) ได้กล่าวถึงผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยมิชิแกน เกี่ยวกับสาเหตุการขัดข้องของเครือข่ายบริเวณกว้างว่า ประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทั้งหมดที่ระบบเครือข่ายบริเวณกว้างไม่สามารถให้บริการได้นั้น เกิดจากระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพต่ำ มีความคับคั่งมาก และระยะเวลาที่ใช้การกู้คืนของระบบ ผู้วิจัยนำตัวเลขสัดส่วนดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลความพร้อมใช้งาน (Availability) ของระบบเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. และวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบงานทั้งสองได้ดังตารางที่ 4.15 พบว่าในปี 2549 ผลกระทบรวมของการไม่สามารถเรียกใช้ระบบงานทั้งสองผ่านเครือข่ายบริเวณกว้างเนื่องจากมีประสิทธิภาพต่ำ มีมูลค่าประมาณ 10.60 ล้านบาท ในทางกลับกัน หากบริหารจัดการโดยสามารถกำจัดเวลาส่วนนี้ของปี 2549 ลงได้จำนวน 117.73 นาที ก็จะทำให้ กฟผ. มีผลผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน

ตารางที่ 4.15 ผลกระทบต่อระบบงานบริหารทรัพยากรองค์กรและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

| ปีงบประมาณ | 2547 | 2548 | 2549 |
|--|----------|--------|--------|
| ค่าความพร้อมใช้งานของเครือข่ายบริเวณกว้าง (เปอร์เซ็นต์) | 99.49 | 99.92 | 99.93 |
| เวลาขัดข้องทั้งหมดของเครือข่ายบริเวณกว้าง (นาทิต/ปี) | 2,680.56 | 420.48 | 367.92 |
| เวลาขัดข้องเนื่องจากประสิทธิภาพเครือข่ายบริเวณกว้าง (นาทิต/ปี) | 857.78 | 134.55 | 117.73 |
| ผลกระทบต่อระบบบริหารทรัพยากรองค์กร (ล้านบาท/ปี) | 66.91 | 10.50 | 9.18 |
| ผลกระทบต่อระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (ล้านบาท/ปี) | 10.29 | 1.61 | 1.41 |
| ผลกระทบต่อระบบงานทั้งสองรวมกัน (ล้านบาท/ปี) | 77.20 | 12.11 | 10.60 |

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากสมมติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยทำการประเมินผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำสำหรับช่วงระยะเวลาโครงการ 4 ปี ได้ดังตารางที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่า ผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำมีมูลค่าปัจจุบันอยู่ที่ 9.63 ล้านบาท และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2.7 ปี โดยประมาณ

ตารางที่ 4.16 ผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำสำหรับระยะเวลาโครงการ 4 ปี

| ปีที่ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| การลงทุน | | | | | |
| ค่าอุปกรณ์ | 25 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| ค่าอบรมและบำรุงรักษา | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| รวมค่าใช้จ่าย | 25 | 19 | 4 | 4 | 4 |
| ผลตอบแทน | | | | | |
| ลดค่าใช้จ่ายระบบเครือข่าย | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 | 4.16 |
| ลดผลกระทบจากประสิทธิภาพเครือข่าย | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 |
| รวมผลตอบแทน | 14.76 | 14.76 | 14.76 | 14.76 | 14.76 |
| ผลตอบแทนสุทธิ | -10.24 | -4.24 | 10.76 | 10.76 | 10.76 |
| มูลค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิ | -10.24 | -3.82 | 8.73 | 7.87 | 7.09 |
| มูลค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิสะสม | -10.24 | -14.06 | -5.33 | 2.54 | 9.63 |
| ระยะเวลาคืนทุน (ปี) | 2.68 | | | | |

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือช่วยในการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างขององค์กรขนาดใหญ่ โดยใช้ข้อมูลจาก กฟผ. เป็นกรณีศึกษา และเป็นส่วนนำเข้าไปในการวิเคราะห์ของกระบวนการต่างๆ เครื่องมือดังกล่าวได้แก่นโยบายควบคุมการใช้ระบบงานขององค์กร และเครื่องมือด้านเทคนิค การวิเคราะห์ในแต่ละกระบวนการ เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยใช้เครื่องมือทางด้านสถิติ ทฤษฎี ประสิทธิภาพและ ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถหาผลลัพธ์เชิงปริมาณจากแบบจำลองที่ได้ และใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ เป้าหมายของงานวิจัยนี้ เป็นการหาเครื่องมือช่วยในการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. ให้เหมาะกับเครือข่ายบริเวณกว้างและลักษณะการใช้งานขององค์กรมากที่สุด สิ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์การวัดความเหมาะสมในการวิจัยนี้อีกส่วนหนึ่งคือ ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งเป็นผลตอบแทนขั้นต่ำเชิงปริมาณที่คาดว่าจะได้รับ จากการลงทุนเมื่อดำเนินการตามผลการวิจัย

5.1.1 แบบจำลองทั่วไป

ผู้วิจัยสรุปสมการต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นแบบจำลองทั่วไปได้ดังนี้

5.1.1.1 การประเมินค่าแบนด์วิธของแต่ละสำนักงานสาขา ต้องการใช้งานในสภาพปัจจุบัน ใช้วิธีวิเคราะห์สมการถดถอย จากข้อมูลสถิติปริมาณการใช้งานในปัจจุบัน จำนวนคอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงาน สำหรับกรณีศึกษาด้วยข้อมูลจาก กฟผ. สรุปได้ว่า

$$BU = \text{MAX} (0.5, (0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (5.1)$$

โดย BU เป็นขนาดแบนด์วิธเฉลี่ยที่ใช้งานในสภาพปัจจุบัน (Mbps)

P เป็นจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละสำนักงาน (เครื่อง)

H เป็นจำนวนพนักงานในแต่ละสำนักงาน (คน)

ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้สมการ (5.1) นี้ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกก็มีความคลาดเคลื่อนกัน เนื่องจากธรรมชาติของสมการถดถอยเป็นสมการที่แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกอาจมีข้อจำกัด แตกต่างจากสภาพข้อกำหนดในกลุ่มตัวอย่าง เช่น ระดับความคับคั่ง ลักษณะการเชื่อมโยงเครือข่ายในทางกายภาพ เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติพบว่า แบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาต้องการใช้รองรับปริมาณงานควรจะมีขนาดเท่าใดนั้น 97.70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์และจำนวนพนักงาน ส่วนอีกประมาณ 2.30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยใช้ผลที่ได้จากสมการนี้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบกับผลการประเมินแบนด์วิธของกระบวนการอื่นๆ ต่อไป

5.1.1.2 การประเมินค่าเพดานความเร็วสูงสุดของแต่ละสำนักงานสาขา โดยพิจารณา Safety Factor ที่ทำให้ความคับคั่งไม่เกินระดับที่กำหนด และ กฟผ. กำหนดให้ระดับความคับคั่งมีค่าไม่เกิน 80 เปอร์เซ็นต์ จึงสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$BC \geq \text{ROUNDUP}(S \times BU) \quad (5.2)$$

โดย BC เป็นเพดานความเร็วสูงสุดสำหรับสำนักงานสาขา (Mbps)

BU เป็นขนาดแบนด์วิธที่ต้องการใช้งานในกรณีต่างๆ (Mbps)

S เป็น Safety Factor มีค่าเท่ากับ 1.25 ในกรณีศึกษา กฟผ.

5.1.1.3 การประเมินขนาดแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาต้องการใช้งาน กรณีใช้นโยบายควบคุมการใช้ระบบงานขององค์กร และวิเคราะห์สัดส่วนการใช้งานประกอบกับสมการที่ (5.1) สำหรับกรณีศึกษาด้วยข้อมูลจาก กฟผ. สรุปได้ว่า

$$BU = \text{MAX}(0.5, 0.5(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (5.3)$$

5.1.1.4 การประเมินค่าแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาต้องการใช้งาน กรณีใช้วิธีทางเทคนิคควบคุมการจราจรบนเครือข่ายบริเวณกว้าง และวิเคราะห์สัดส่วนการใช้งานประกอบกับสมการที่ (5.1) สำหรับกรณีศึกษาด้วยข้อมูลจาก กฟผ. สรุปได้ว่า

$$BU = \text{MAX}(0.5, 0.4(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (5.4)$$

5.1.1.5 การประเมินค่าแบนด์วิธที่แต่ละสำนักงานสาขาใช้งาน กรณีใช้นโยบายควบคุมการจราจรบนเครือข่ายบริเวณกว้างไปพร้อม

กัน จากการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้งานประกอบกับสมการที่ (5.1) สำหรับกรณีศึกษาด้วยข้อมูลจาก กฟผ. สรุปได้ว่า

$$BU = MAX (0.5, 0.22(0.05342 P - 0.00233 H - 0.8316)) \quad (5.5)$$

5.1.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัย ใช้แบบจำลองจากสมการ และข้อมูลต่างๆ นำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อหาตัวเลขเชิงปริมาณสำหรับอธิบายสมมติฐานต่างๆ ดังนี้

5.1.2.1 การกำหนดนโยบายสารสนเทศขององค์กรควบคุมการใช้งาน ก็เพื่อให้พนักงานใช้ทรัพยากรเครือข่ายสารสนเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร ลดจำนวนแบนด์วิธของการจราจรที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานขององค์กร และลดความจำเป็นในการขยายเพดานความเร็วสูงสุดในอนาคต ปริมาณแบนด์วิธที่ลดลงขึ้นอยู่กับตัวแปรบางอย่างเช่น ลักษณะการใช้งาน วัฒนธรรมองค์กร ความมีวินัยของพนักงาน ความเข้มงวดของผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร และบทลงโทษขององค์กร ในการวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า สามารถลดปริมาณการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับ กฟผ. ได้ทั้งหมด ทำให้ขนาดแบนด์วิธที่ต้องการใช้งานลดลงคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47.26 หรือเกือบถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดแบนด์วิธทั้งหมดโดยประมาณ อย่างไรก็ตาม แม้ในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถลดได้ทั้งหมด สัดส่วนดังกล่าวจะถูกจำกัดให้ใช้ในบริเวณแบนด์วิธส่วนที่เหลือจากการใช้เทคนิคอื่นๆ และ Safety Factor ได้ ผลที่ได้จากการใช้นโยบายจะมีผลกับเพดานความเร็วสูงสุด ขนาด 2 Mbps ขึ้นไปบางส่วนที่สามารถลดขนาดลง ดังข้อมูลในตารางที่ 4.6

5.1.2.2 การใช้วิธีทางเทคนิคควบคุมการจราจร บนเครือข่ายบริเวณกว้าง ด้วยเทคนิคทั้งสี่ ได้แก่ QoS Accelerator Caching และ TCP Compression โดยเทคนิค QoS ใช้สำหรับสร้างความแน่นอนในการเรียกใช้งานของระบบงานสำคัญยิ่งต่อองค์กร และ เทคนิค Accelerator ช่วยเร่งความเร็วในการใช้ระบบงานพื้นฐาน โดยทั้งสองเทคนิคไม่ช่วยลดขนาดแบนด์วิธ ส่วนสองเทคนิคที่เหลือจะช่วยลดขนาดข้อมูลที่เดินทางผ่านระบบเครือข่ายให้มีขนาดเล็กลง หรือไม่ส่งข้อมูลซ้ำ จึงสามารถลดขนาดแบนด์วิธตามสัดส่วนได้ ประสิทธิภาพของการควบคุมการจราจรด้วยวิธีทางเทคนิคนี้มีตัวแปรหลายชนิดได้แก่ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะข้อมูลที่ใช้งาน ความถี่ในการใช้งาน เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่า เมื่อใช้เทคนิค Caching และ TCP Compression พร้อมกัน สำหรับลักษณะการใช้งานของ กฟผ. ในปัจจุบัน จะช่วยลดขนาดแบนด์วิธลงได้ 59.61 หรือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

5.1.2.3 ผู้วิจัยประเมินการใช้งานนโยบายควบคุมการใช้งานขององค์กร ร่วมกับวิธีทางเทคนิค สำหรับลักษณะการใช้งานในสภาพปัจจุบันของ กฟผ. แล้วพบว่า เมื่อใช้เครื่องมือทั้งสองในการบริหารจัดการพร้อมกันแล้ว จะช่วยลดขนาดแบนด์วิธลงได้ 77.83 หรือประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประเมินค่าเพดานความเร็วสูงสุด สำนักงานสาขาจะมีความต้องการเพดานความเร็วสูงสุด ระหว่าง 1 Mbps ถึง 22 Mbps โดยมี สำนักงานจำนวนถึง 53 จาก 67 สาขาต้องการเพดานความเร็วสูงสุด 1 Mbps เท่านั้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างลงได้ประมาณปีละ 4.16 ล้านบาท หรือ ลดลงร้อยละ 37 โดยประมาณ

5.1.2.4 ผู้วิจัยประเมินผลที่ได้จากการใช้เทคนิค QoS สำหรับงานสำคัญยิ่งต่อองค์กรคือ ระบบงานวางแผนทรัพยากรองค์กร และ เทคนิค Accelerator สำหรับงานสนับสนุนเช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า หากกำจัดเวลาทั้งหมด ที่เรียกใช้ระบบงานไม่ได้เนื่องจากการสูญเสียประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง เมื่อเทียบจากปี 2549 เวลาที่เสียไป 117.73 นาทีแล้ว จะได้ผลิตผลเพิ่มขึ้นอย่างน้อยประมาณปีละ 10.6 ล้านบาท ยังไม่รวมผลิตผลจากระบบงานอื่นๆ

5.1.2.5 ผู้วิจัยประเมินผลตอบแทนการลงทุนในระยะเวลา 4 ปี พบว่า ผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำมีมูลค่าปัจจุบันอยู่ที่ 9.63 ล้านบาท และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2.7 ปีโดยประมาณ ไม่รวมผลตอบแทนเชิงคุณภาพอื่นๆ เช่น การมีมาตรฐานในการบริหารจัดการ การลดความเสี่ยง ทางด้านการใช้ระบบงานสารสนเทศขององค์กร ความมั่นคงปลอดภัย ในการใช้งาน เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ด้วยลักษณะการใช้งานภายใน กฟผ. ตามสภาพปัจจุบัน กฟผ. ควรลงทุนเพื่อการบริหารจัดการระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง ใช้เครื่องมือทางด้านนโยบายควบคุมการใช้งาน และวิธีทางเทคนิค ไปพร้อมกัน นโยบายส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้กำหนดเงื่อนไข ในการปฏิบัติทางเทคนิคด้วยเช่น การจัดระดับความสำคัญของระบบงาน การปิดการจราจรสำหรับงานที่ไม่เกี่ยวกับผลิตผลขององค์กร เป็นต้น สำหรับวิธีทางเทคนิคนั้น การเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ กฟผ. จากข้อมูลปัจจุบัน ควรเลือกอุปกรณ์ที่มีความสามารถ QoS และ Accelerator เป็นหลัก เนื่องจากการใช้เทคนิคดังกล่าวกับนโยบายการจัดระดับความสำคัญของระบบงาน จะให้ผลตอบแทนการลงทุนในสัดส่วนสูง กล่าวคืออย่างน้อยประมาณปีละ 10.6 ล้านบาท เมื่อเทียบกับผลตอบแทนทางด้านการลดขนาดแบนด์วิธที่ให้ส่วนลดค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างปีละ 4.16 ล้านบาทเท่านั้น

ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า อัตราค่าบริการเครือข่ายบริเวณกว้างของ กฟผ. ที่ใช้วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์นั้น มีอัตราต่ำกว่าราคาในตลาดโทรคมนาคม เนื่องจากเป็นอัตราค่าบริการต้นทุนของ กฟผ. ในปัจจุบันค่าใช้จ่ายเครือข่ายบริเวณกว้างอยู่ที่ประมาณปีละ 11.4 ล้านบาท สำหรับสำนักงานสาขาจำนวน 67 สำนักงาน เมื่อเทียบกับมูลค่าของการลงทุนอุปกรณ์ที่ประมาณการไว้ที่ 40 ล้านบาท และลดขนาดแบนด์วิธคิดเป็นค่าใช้จ่ายได้เพียงปีละ 4.16 ล้านบาท แต่หาก กฟผ. ใช้ระบบ

เครือข่ายบริเวณกว้างจากผู้ให้บริการรายอื่น ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะสูงขึ้น มีส่วนต่างเปรียบเทียบกับผลตอบแทนของเทคนิค QoS และ Accelerator มากขึ้น การเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีจุดเด่นในด้านการลดขนาดแบนด์วิธ อาจจะเป็นทางเลือกที่มีนัยสำคัญมากขึ้นตามไปด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสถานะแวดล้อม และสภาพภายในขององค์กรต่างๆ มีความแตกต่างกัน การบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างของแต่ละองค์กรจึงมีปัจจัยไม่เหมือนกัน และต้องพิจารณาเพิ่มเติมดังนี้

5.2.1 วัตถุประสงค์ของการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างในองค์กร

5.2.2 สภาพการใช้งานสารสนเทศในองค์กร ได้แก่ ข้อมูลสถิติการใช้งาน และลักษณะการใช้งาน ที่เป็นส่วนนำเข้าไปในกระบวนการวิเคราะห์ต่างๆ และสมมติฐานในการหาแบบจำลอง

5.2.3 นโยบายทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การกำกับดูแล และควบคุมการใช้ระบบงาน ตลอดจนการตรวจสอบ

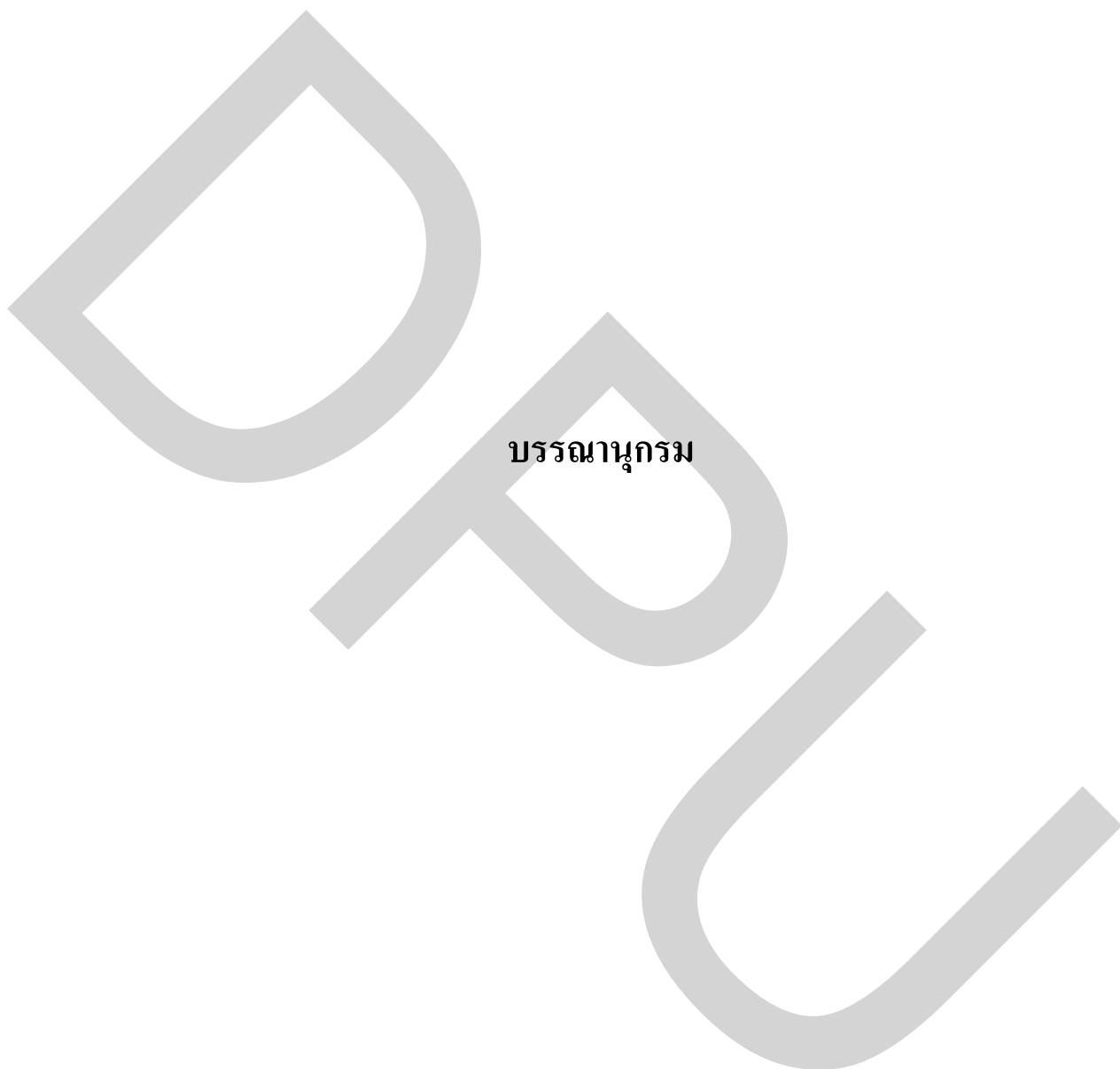
5.2.4 วัฒนธรรมภายในและระเบียบวินัยขององค์กร ตลอดจนความรับผิดชอบของพนักงาน ในการตอบสนองต่อนโยบายองค์กรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

5.2.5 ธุรกิจหลักขององค์กร วัตถุประสงค์ขององค์กร การบริหารองค์กร การวัดผลสำเร็จขององค์กร และการตรวจสอบกิจการจาก Regulator ภายนอก

5.2.6 ผลการดำเนินงานและผลประกอบการขององค์กร แหล่งเงินลงทุน ความเหมาะสมในการลงทุน และผลตอบแทนการลงทุนสำหรับแต่ละองค์กร ทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ

5.2.7 เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับระบบงานของแต่ละองค์กร และให้ประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรนั้น ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

การเลือกเครื่องมือสำหรับนำมาใช้ในการบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างนั้น ไม่มีทฤษฎีหรือข้อกำหนดตายตัว แต่อย่างน้อย ทุกองค์กรจะต้องมีนโยบายควบคุมการใช้ระบบงาน และสามารถนำไปปฏิบัติอย่างได้ผล หากมีความจำเป็นต้องใช้วิธีทางเทคนิค ก็สามารถใช้นโยบายนำทางในขั้นตอนปฏิบัติการได้ สำหรับการเลือกใช้เทคนิคควบคุมการจราจรนั้น หากผลิตภัณฑ์มีความสามารถโดดเด่นแตกต่างกัน และเหมาะสมกับลักษณะงานพอกัน วิธีหนึ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจคือการเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่มีต่อองค์กร เพื่อให้การบริหารจัดการเครือข่ายบริเวณกว้างด้วยเครื่องมือทั้งสอง เกิดประโยชน์ต่อองค์กรมากที่สุด



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ประสิทธิ์ ทิมพุดิ. (2547). **การจัดการเทคโนโลยีโทรคมนาคม**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ยุพาภรณ์ อารีพงษ์. (2549). **เอกสารคำสอนหลักสถิติ ST201 คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- วิโรจน์ ชัยมูล, จักรกฤษณ์ นพคุณ และ สุพรรณยา ยวงทอง. (2548). **พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ Computer Dictionary**. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ตัน ตันท์สุทธีวงศ์ และ สุพจน์ ปุณณชัยยะ. (2545). **เปิดโลก TCP/IP และ โปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต (พิมพ์ครั้งที่ 2)**. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

- Eugene F. Brigham & Michael C. Ehrhardt. (2005). **Financial Management : Theory and Practice** (11st ed.). Ohio: South-Western, Thompson Corporation.
- James F. Kurose and Keith W.Ross. (2003). **Computer Networking : A Top-Down Approach Featuring the Internet** (2nd ed.). NJ: Pearson Education, Inc. Publishing as Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Mahbub Hassan & Rai Jain. (2004). **High Performance TCP/IP Networking Concepts, Issues, and Solutions**. NJ: Pearson Education, Inc. Publishing as Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Martin P. Clark. (2003). **Data Networks, IP and the Internet : Protocols, Design and Operation**. West Sussex, England: John Wiley & Son.

- Matthew Syme and Philip Goldie. (2003). **Optimizing Network Performance with Content Switching**. NJ: Pearson Education, Inc. Publishing as Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Paul Ferguson and Geoff Huston. (1998). **Quality of Service : Delivering QoS on Internet and in Corporate Networks**. MA: John Wiley & Son.
- Robert Lloyd-Evans. (1996). **Wide Area Network Performance and Optimization : Practical Strategies for Success**. MA: Addison-Wesley.
- Robert S. Cahn. (1998). **Wide Area Network Design Concepts and Tools for Optimization**. SF: Morgan Kaufmann Publisher.
- Vivek Acharya. (2006). **TCP/IP & Distributed System**. New Delhi: Firewall Media (An Imprint of Laxmi Publication).

ELECTRONICS SOURCES

- Aberdeen Group, Inc. (2002, July). Application Performance and the Bandwidth Bottleneck Blues. Retrieved May 7, 2006, from <http://www.aberdeen.com>
- Allot Communications Ltd. (2004). The Traffic Management Handbook. Retrieved June 18, 2006, from <http://www.allot.com>
- Ashton, Metzler & Associates. (2005, November). WAN Optimization : A Proactive Approach. Retrieved March 5, 2006, from http://www.orbitaldata.com/pdf/Proactive_WAN.pdf
- Ashton, Metzler & Associates. (2003, March). The Three Components of Optimizing WAN Bandwidth. Retrieved March 5, 2006, from http://searchnetworking.techtarget.com/whitepaperPage/0,293857,sid7_gci951700,00.html
- Ashton, Metzler & Associates. (2006, February). Buyer's Guide: Application Delivery Solutions. Retrieved April 5, 2006, from <http://www.techworld.com/storage/whitepapers/index.cfm?whitepaperid=2448&pagtype=samecatsamechan>
- Ashton, Metzler & Associates. (2003, March). The Three Components of Optimizing WAN Bandwidth. Retrieved March 5, 2006, from

http://www.orbitaldata.com/pdf/Proactive_WAN.pdf

Audible Magic Corporation. (2005). The Impact of Peer-to-Peer Applications in Office and Educational Networks. Retrieved March 5, 2006, from

<http://www.audiblemagic.com/pdf/audiblemagic-whitepaper-P2P-Impact.pdf>

Blue Coat Systems, Inc. (2006). Practical Strategies to Accelerate Business Applications Across WAN. Retrieved March 5, 2006, from **<http://www.bitpipe.com>**

Blue Coat Systems, Inc. (2006). ControlPoint Architecture, The Blueprint for Building the Application Delivery Infrastructure. Retrieved March 5, 2006, from

<http://www.bitpipe.com>

Blue Coat Systems, Inc. (2006). Accelerating File Service Applications. Retrieved March 5, 2006, from **<http://www.bitpipe.com>**

Blue Coat Systems, Inc. (2006, July). New Solutions Brief : Optimizing Application Traffic Over MPLS. Retrieved July 25, 2006, from

<http://www.bluecoat.com/downloads/datasheets/SolBrief-AccelMPLS.pdf>

Brad O'neill, TANEJA Group, Inc. (2004, March). Taming The Distributed Enterprise : Wide-Area Data Services. Retrieved July 20, 2006, from

http://www.tacitnetworks.com/docs/Tacit_Leading_WAFS_Wave.pdf

Brocade Communications Systems, Inc. (2005, November). Brocade WAFS Optimizing Services. Retrieved July 10, 2006, from

http://www.brocade.com/san/pdf/datasheets/WAFSOptimiz_DS_Final_Low.pdf

BT Infonet Corporate. (2005). ROI Constraint : The Impact of Network Underperformance on Return On Investment for Enterprise-Class Applications. Retrieved May 8, 2006, from **http://www.bt.infonet.com/images/pdf/roi_white_paper.pdf**

Ciena Corporation. (2005, May). WAN Optimization for Enterprise Applications. Retrieved March 6, 2006, from

http://www.ciena.com/products/productsapps_enterprise.htm

Cisco Systems, Inc. (2006, March). Using Cisco WAFS for File Server Consolidation. Retrieved July 12, 2006, from

http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps491/c1244/cdccont_0900aecd8045ada3.pdf

- Computerworld. (2005, September). The Impact of Data Center Consolidation on Branch-Office Performance. Retrieved March 5, 2006, from <http://www.silver-peak.com>
- David Hughes. (2006, April). WAN optimization and beyond : Understanding data reduction and its effect on WAN application performance. Retrieved June 18, 2006, from http://searchnetworking.techtarget.com/loginMembersOnly/1,289498,sid7_gci1179140,00.html?NextURL=http%3A//searchnetworking2.techtarget.com/tip/1%2C289483%2Csid7_gci1179140%2C00.html
- Frank Derfler, VP, Market Experts Group. (2006, April). What About BOBs? Single Appliance Branch Office Boxes. Received July 25, 2006, from <http://www.eseminarslive.com/article.asp>
- G. Hudson Gilmer, Avici Systems Inc. (2005). Examine the Cost of Poor Quality in IP Networks. Retrieved May 8, 2006, from http://www.avici.com/technology/whitepapers/reliability_series/cost_of_poor_quality.pdf
- George Hamilton, The Yankee Group Research, Inc. (2003, September). Traffic Management: Optimizing the Enterprise Network for Maximum Business Value. Retrieved February 7, 2006, from <http://www.networkworld.com/weblogs/management/003590.html>
- George Hamilton, The Yankee Group Research, Inc. (2005). Consolidating Branch-Office Infrastructure Optimizes Information Management and Protection. Retrieved March 5, 2006, from <http://research.pcpro.co.uk/term/wan.html>
- Hewlett-Packard Development Company, L.P. (2005, May). Distributed Systems Optimization : A Technology Primer White Paper. Retrieved July 13, 2006, from <http://h71028.www7.hp.com/ERC/downloads/5983-2462EN.pdf>
- Hewlett-Packard Development Company, L.P. (2005, May). It's not about Bandwidth White Paper. Retrieved July 13, 2006, from <http://h71028.www7.hp.com/ERC/downloads/5983-2465EN.pdf>
- Jean Claude Delcroix. (2004, August). Updated Bandwidth Capacity Requirements for 2004 to 2008. Retrieved February 8 , 2006, from <http://www.gartner.com/>

- Joe Skorupa, Gartner, Inc. (2005, December). BoBs Help You Make the Most of Branch Office WANs. Retrieved March 6, 2006, from http://www.tacitnetworks.com/media_kit/files/white-papers-technology-briefs/BOB.pdf
- Juniper Networks, Inc. (2005). Accelerating Application Performance Across the WAN. Retrieved March 6, 2006, from https://www.juniper.net/solutions/literature/white_papers/200137.pdf
- Juniper Networks, Inc. (2005). Best Practices for WAN Optimization. Retrieved March 6, 2006, from https://www.juniper.net/solutions/literature/white_papers/200136.pdf
- Juniper Networks, Inc. (2006). An Essential IT Guide: Evaluating Juniper WAN Application Acceleration Platforms. Retrieved June 6, 2006, from www.juniper.net/solutions/literature/buyer_guide/710053.pdf
- Juniper Networks, Inc. (2006). The Evolution of Wide-Area File Services (WAFS) : Toward Transparent , Comprehensive WAN Optimization. Retrieved July 21, 2006, from http://www.juniper.net/solutions/literature/white_papers/200173.pdf
- Keith Schultz , NetData Consulting Services, Corporation and Orbital Data Corporation. (2006). The Simple Way to Keep WAN Optimization from Blinding Network. Retrieved April 17, 2006, from http://www.orbitaldata.com/pdf/Blinding_Your_Network_WP.pdf
- Klir Technologies White Paper. (2004). Optimizing Bandwidth Spend, Leverage 95th and 99th for More Accurate Sizing. Retrieved February 24, 2006, from http://klir.com/pdf/klir_Optimizing_Bandwidth
- Marc Staimer. (2006, March). Differentiating WAN Optimization and WAFS. Retrieved July 19, 2006, from http://searchnetworking2.techtarget.com/tip/1,289483,sid7_gci1178115,00.html
- McDATA Corporation. (2006). The Optimized WAN : An Enabler for the Way Attorneys Work. Retrieved July 13 , 2006, from http://www.mcdata.com/downloads/mkt/slbrief/slbf_optimized_wan_for_attys.pdf

Netdevices Inc. (2005, December). Branch Networks – The Way Ahead. Received July 25, 2006, from http://www.netd.com/resources/idc_report

Network General Corporation. (2006). Optimizing Wide Area Network Performance, Leveraging Sniffer InfiniStream Across the Enterprise. Retrieved March 5, 2006, from <http://www.NetworkGeneral.com>

Orbital Data Corporation. (2005). The Real Cost of Poor WAN Performance. Retrieved March 5, 2006, from http://www.orbitaldata.com/pdf/Real_Cost_WAN_Performance.pdf

Orbital Data Corporation. (2005). Auto Optimizer Engine™ : A New Paradigm in Managing WAN Application Acceleration. Retrieved March 6, 2006, from <http://www.orbitaldata.com/technology/>

Orbital Data Corporation. (2005). How to Attain Predictable Application Response at Any Network Distance. Retrieved March 5, 2006, from http://www.orbitaldata.com/pdf/Real_Cost_WAN_Performance.pdf

Orbital Data Corporation. (2006, April). A Strategic Case for WAN Optimization. Retrieved May 5, 2006, from http://searchnetworking.bitpipe.com/detail/RES/1145282236_552.html?src=BN_snet_550x33

Packeteer, Inc. (2002, January). How to Protect SAP® Traffic Across the WAN with Packeteer's Packetshaper. Retrieved March 6, 2006, from <http://www.packeteer.com>

Packeteer, Inc. (2006, March). Isolating Application Performance Issues : How to find and Fix Performance Problems. Retrieved March 23, 2006, from http://www.packeteer.com/resource/prod-so/probes_whitepaper.pdf

Packeteer, Inc. (2005, November). More Throughput , Same Internet Link. Retrieved March 24, 2006, from http://www.packeteer.com/resources/prod-sol/More_Throughput.pdf

Packeteer, Inc. (2004, April). 7 Steps to WAN Optimization. Retrieved January 10, 2006, from <http://www.packeteer.com/resources/prod-sol/PocketGuide.pdf>

Packeteer, Inc. (2005, April). The 4 Essentials of WAN Optimization : How to Boost Network Application Performance Across the Enterprise. Retrieved January 10, 2006, from

<http://www.packeteer.com/resources/prod-sol/4EssentialsHandbook.pdf>

Parijat Chakraborty, IDC. (2005, September). Branch Networks – The Way Ahead. Retrieved March 29, 2006, from **http://www.netd.com/resources/idc_report**

Paul Leach and Dan Perry. (1996). CIFS : A Common Internet File System. Received July 21, 2006, from **<http://www.microsoft.com/mind/1196/cifs.asp>**

Peribit Network, Inc. (2003, November). A Comprehensive Solution to WAN Performance Issues. Retrieved March 6, 2006, from **<http://www.peribit.com>**

Peter Sevcik and Rebecca NetForecast, Inc. (2006, March). Business Value of Performance : The Riverbed Experience. Received July 21, 2006, from

<http://www.techworld.com/files/whitepapers/nfr5082%20riverbed%20business%20value.pdf>

Riverbed Technology, Inc. (2005). Remote IT Infrastructure Consolidation, The 3 Barriers to Centralizing Remote Infrastructure. Retrieved March 6, 2006, from

http://www.mcdata.com/downloads/mkt/wpaper/wp_3barriers_to_remote_it_consol_960.pdf

Riverbed Technology, Inc. (2006). The Riverbed Optimization System (RiOS). Retrieved June 6, 2006, from **<http://www.riverbed.com/docs/TechOverview-Riverbed-RiOS.pdf>**

Siliconfareast (2005). The t-Distribution. Received August 31, 2006, from

<http://www.siliconfareast.com/t-dist.htm>

Silver Peak Systems Inc. (2005). Overcoming the WAN Limitations of CIFS, NFS, FTP and Xcopy. Retrieved March 5, 2006, from **<http://www.silver-peak.com>**

Strategy Group, Ziff Davis Media, Custom Publishing. (2005, August). A Market Analysis, Avoiding the Branch Office Quagmire, From a Survey of Leading IT Professional. Retrieved March 5, 2006, from **<http://www.silver-peak.com>**

TANEJA Group, Inc. (2005, May). Wide Area Data Services : Optimizing The Branch. Retrieved February 28, 2006, from **<http://www.highspeedwan.com/WhitePaper-Taneja-WideAreaDataServices.pdf>**

TANEJA Group, Inc. (2006, April). Tacit Networks : Leading The WAFS Wave. Received July 25, 2006, from

http://www.tacitnetworks.com/docs/Tacit_Leading_WAFS_Wave.pdf

The Tolly Group, Inc. (2005, March). Riverbed Technology, Inc. : Steelhead™ 1010 Appliance WAN Traffic Optimization and Acceleration Evaluation. Retrieved May 13, 2006, from http://mithras.itworld.com/download/riverber_ae/analystreport-tolly-riverbed-benchmark.pdf

The Tolly Group, Inc. (2006, May). Benchmarking Strategies for Application Acceleration. Retrieved July 21, 2006, from <http://www.tolly.com/ts/2006/TollyEdge/AppAccel/TollyWP206114BenchmarkingStrategiesforAppAccelerationMay2006.pdf>

The Tolly Group, Inc. (2005, October). Brocade Communications Systems, Inc. : Tapestry WAFS Core and Edge Appliances Performance and Functionality Evaluation. Retrieved May 13, 2006, from <http://www.tolly.com/TS/2005/Brocade/Tapestry/TollyTS205148BrocadeTapestryWAFSAppliancesOctober2005.pdf>

The Tolly Group, Inc. (2003, October). Understand Application Traffic Management : Benefits of Compression and Bandwidth on your WAN. Retrieved May 13, 2006, from <http://www.tolly.com/TS/2003/Packeteer/QoSCompressionWhitePaper/TollyWP203510PacketeerOct2003.pdf>

Thomas Mendel Ph.d. ,Andrew Parker and Niek van Veen. (2005, March). Top Five Challenges For Enterprise IT Infrastructure Manager-And How to Resolve Them. Retrieved February 9, 2006, from <http://www.forrester.com>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายไวบูลย์ ชาญเชียว

ประวัติการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับสอง

สาขาไฟฟ้ากำลัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิศวกรรมระดับ 11

ฝ่ายวางแผนเทคโนโลยีสารสนเทศ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประสบการณ์ ผลงานทางวิชาการ รางวัลหรือทุนการศึกษาเฉพาะที่สำคัญ

1. ทุน IAESTE (International Association of Exchange Student for Technical Experience) ปี พ.ศ. 2525 ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี
2. รางวัลดีมาท ในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์อันเป็นประโยชน์ต่อการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2527
3. ทุน SIDA (Swedish International Development Cooperation Agency) ปี พ.ศ. 2543 ประเทศสวีเดน