

การศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการตัดถ่ายระบบโทรศัพท์แอนะล็อกสู่ระบบ โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

A Study of Efficiency and User Satisfaction in Cutting over from an Analog to a VoIP Telephone System

ดร.นิฏฐิตา เชิดชู^{1*} วีระศักดิ์ ชื่นตา¹ และชนิษฐา แซ่ลิ้ม¹

¹หน่วยวิจัยระบบเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ และสมองกลฝังตัว
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 85 ถ.มาลัยแมน อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม
nitthita@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและขยายขนาดของระบบโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 253 หมายเลขครอบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับโทรศัพท์จากเดิมที่เป็นระบบผสมระหว่างระบบแอนะล็อกและระบบ VoIP ให้เป็นระบบ VoIP แบบเต็มรูปแบบ โดยการดำเนินงานประกอบไปด้วย การติดตั้งจุดใช้งานโทรศัพท์ระบบ NPRU-VoIP ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย จำนวน 253 จุด การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ GSM และ การติดตั้งระบบและโอนย้ายเบอร์มหาวิทยาลัยปัจจุบันเข้าสู่คู่สาย E1

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบในเชิงคุณภาพเสียง พบว่า คุณภาพเสียงของระบบ NPRU-VoIP มีความคมชัด อยู่ในระดับที่ดีมาก (ค่าคะแนน MOS = 4.38-4.39) ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย นอกจากนั้นจากการออกแบบติดตั้งจุดใช้งานด้วยเทคนิคแบบควบคุมจากศูนย์กลางนั้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบในระยะยาว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่มหาวิทยาลัยคำนึงถึงเป็นอย่างมาก สำหรับในเรื่องความสามารถในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือน พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าโทรศัพท์รายเดือนจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 35,000 บาท เหลือเพียง 8,474.40 บาท หรือ สามารถลดค่าโทรศัพท์ลงได้ถึง 75% ในส่วนของความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่าในด้านอุปกรณ์และการติดตั้ง ด้านระบบโทรศัพท์ และด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 3.96, 4.08, 4.65 จาก 5 ตามลำดับ

คำสำคัญ: Asterisk, การติดตั้งระบบโทรศัพท์, การลดค่าโทรศัพท์

Abstract

In this research project, the design of an expansion in terms of the total VoIP numbers in service of NPRU-VoIP (with the total of 253 endpoints has been installed in this project) has been discussed. The main objective of this research is to cut over from the current phone system at NPRU that is currently using the integrated phone system between both analog and VoIP systems to the pure VoIP system. In order to do so, endpoint terminals, GSM and E1 gateways have been installed and implemented.

From experimental results, it is found that MOS (Mean Opinion Score) obtained from endpoint terminal placed in different location within the university are 4.38-4.39. This indicates that the voice quality of the implemented system is very satisfied by users. The decision of designing the system using a centralized control approach helps to improve the efficiency in terms of administration and maintainance. Moreover, because of the complete transform to VoIP, NPRU is able to reduce the monthly phone bill from 35,000 baht to only 8474.40 bath or approximately 75%.

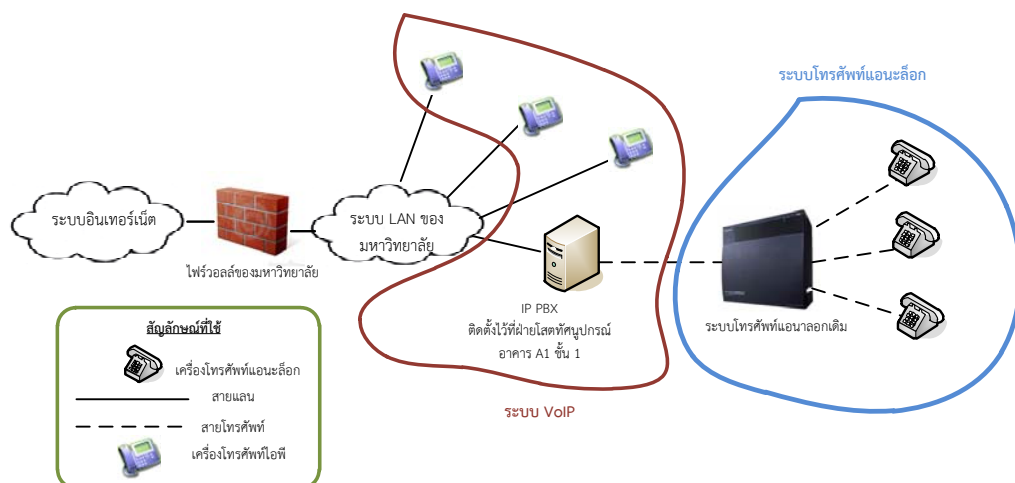
Keywords: Asterisk, VoIP implementation, phone bill reduction

1. บทนำ

ปัญหาสำคัญที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม คือ การขาดแคลนเบอร์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันภายในองค์กร หรือที่ต่อไปจะขอเรียกว่า โทรศัพท์สายภายใน ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดการขาดความคล่องตัวในการสื่อสารภายในองค์กร ซึ่งสามารถนำไปสู่การด้อยประสิทธิภาพขององค์กรในเชิงรวม ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าว สามารถสรุปได้เป็น 2 เหตุผลหลัก [1] ดังนี้

- ปัญหาด้านการขยายขยายสาย ปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีคู่สายภายในประมาณ 300 สาย การขยายขยายสายให้เพียงพอกับการใช้งาน ต้องพิจารณาตั้งแต่การขยายตู้ชุมสาย การ์ดโทรศัพท์ การขยายขยายสายตอนนอกจากตู้ชุมสายไปยังอาคารใช้งาน การวางสายภายในไปยังจุดใช้งาน สิ่งเหล่านี้นอกจากจะเป็นการลงทุนมหาศาลแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาในหลายด้านตามมา เช่น การทำให้ภูมิสถาปัตยกรรมไม่สวยงามอันเนื่องจากสายเคเบิลโทรศัพท์ที่วางไปตามแนวสายไฟ เป็นต้น

- ปัญหาด้านเทคนิค เช่น ปรากฏการณ์ฟ้าลงที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทำให้การ์ดโทรศัพท์ที่ติดตั้งในเครื่อง digital PBX ของทางมหาวิทยาลัยเกิดความเสียหาย ถึงแม้จะสามารถทำการเปลี่ยนการ์ดได้ แต่เนื่องจากราคาที่สูง (20,000 บาท/ การ์ด) บวกกับความถี่ของการเกิดฟ้าลง ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนเปลี่ยนการ์ดใหม่ ซึ่งส่งผลให้หน่วยงานบางหน่วยงานไม่มีโทรศัพท์สายภายในใช้ เช่น อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น (ปัญหาการเกิดฟ้าลงนั้น ในบางครั้งสามารถแก้ไขได้ด้วยการติดตั้งสายดินที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ในกรณีของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมนั้น เนื่องจากสายโทรศัพท์ได้มีการเดินเกาะเกี่ยวไปในแนวของสายไฟ ทำให้การติดตั้งสายดินประสิทธิภาพสูงโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญระบบโทรศัพท์ก็ไม่สามารถแก้ไขปัญหาฟ้าลงได้)



รูปที่ 1 ระบบโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่มีการใช้งานระบบ VoIP ร่วมกับระบบแอนะล็อก

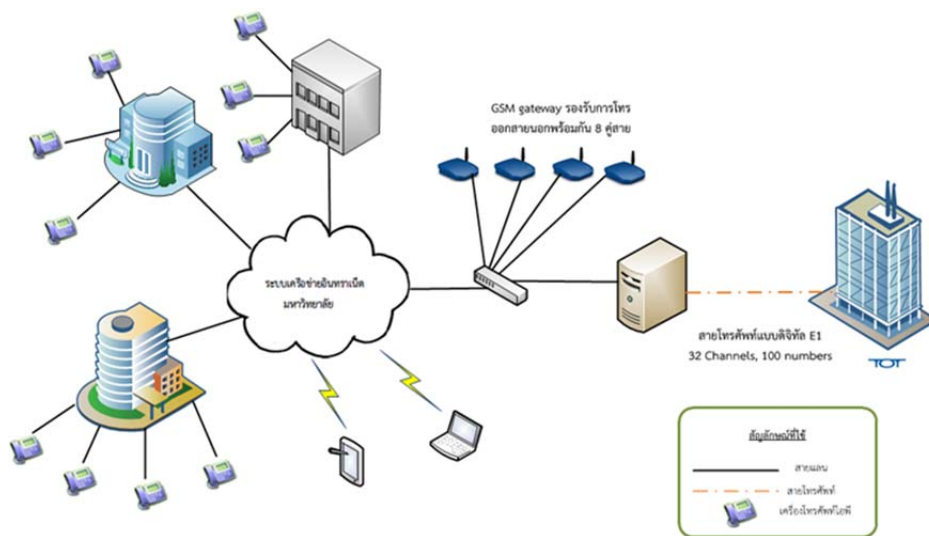
จากการศึกษาใน [1] พบว่าการนำเอาระบบ VoIP เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์แบบเดิมจะสามารถช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้ ดังนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมได้ดำเนินการนำเอาระบบโทรศัพท์ VoIP ที่พัฒนาขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ชนิดโอเพนซอร์ส Asterisk [2] เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบแอนะล็อกเดิมโดยการออกแบบและติดตั้งตามผลการศึกษาใน [3] ทั้งนี้เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาแบบเร่งด่วน ซึ่งจากการที่มีการเริ่มนำเอาระบบ VoIP เข้ามาใช้งานในมหาวิทยาลัยพบว่า ระบบ VoIP สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่สายโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัยได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังง่ายและรวดเร็วในการติดตั้ง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรด้วยฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย มากกว่าที่ระบบโทรศัพท์แบบเดิมสามารถทำได้ เช่น ระบบฝากข้อความ สามารถกำหนดสิทธิผู้ใช้งานได้ สามารถสร้างรายงานการโทรได้ (Call Report) สามารถเชื่อมต่อกับระบบ E-mail ได้ เป็นต้น นอกจากนี้ศักยภาพที่เหนือกว่าระบบโทรศัพท์แบบเดิมแล้ว ในแง่ของคุณภาพเสียง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและเก็บข้อมูลจากผู้ใช้จริง พบว่า คุณภาพเสียงที่ได้นั้นมีความชัดเจนไม่แตกต่างกับการใช้ระบบโทรศัพท์แบบเดิม

ถึงแม้คุณภาพเสียงจะมีความคมชัด แต่เนื่องจากการมีระบบโทรศัพท์ซ้อนกัน 2 ระบบ (ดูรูปที่ 1) นั้นทำให้ผู้ใช้งานมีความยุ่งยากเนื่องจากการโทรระหว่างเลขหมายที่อยู่ต่างระบบกันนั้นผู้ใช้งานในระบบแอนะล็อกจำเป็นต้องกดหมายเลขพิเศษเพื่อให้สามารถติดต่อกับระบบ VoIP ได้ เช่น ผู้ใช้งานเลขหมายในระบบแอนะล็อกหมายเลข 750 ต้องการโทรหาเลขหมายใน

ระบบ VoIP 3000 จะต้องทำการกดเลข 3 ก่อนที่จะกด 3000) จากเหตุผลดังกล่าวบวกกับ ความล้าสมัยและทรุดโทรมของ อุปกรณ์ชุมสายและต่อพ่วงของระบบโทรศัพท์แบบเดิม (ซึ่งปัจจุบันทางบริษัทได้ยกเลิกการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่แล้ว) ทำให้ ผู้วิจัยต้องการตัดถ่ายระบบโทรศัพท์แบบเดิมให้เป็นระบบ VoIP ทั้งหมด โดยระบบหลังจากสิ้นงานวิจัยนี้จะมีระบบ โทรศัพท์เป็นแบบ VoIP เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ในหัวข้อถัดไปจะได้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบ การติดตั้งและการตัดถ่ายจากระบบแอนะล็อกสู่ระบบ VoIP ซึ่งจะได้มีการวิเคราะห์ถึงแนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับจุดติดตั้งใช้งานในรูปแบบต่างๆ การติดตั้งอุปกรณ์ GSM gateway เพื่อเชื่อมระบบ VoIP กับระบบ GSM เพื่อรองรับการโทรออก (ให้สามารถประหยัดค่าโทรศัพท์รายเดือน) และการติดตั้งอุปกรณ์ E1 เพื่อเชื่อมต่อผู้ใช้งานในระบบ VoIP เข้ากับระบบโทรศัพท์สายนอกเพื่อรองรับการรับสายเข้า ในหัวข้อที่ 3 ได้อธิบายวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ VoIP ที่ได้ติดตั้งใช้งานจริง ทั้งในเชิงคุณภาพเสียง (ด้วยเทคนิค Subjective Test [4]) และด้วยการใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ และบทสรุปของงานวิจัยถูกกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4

2. การออกแบบ การติดตั้ง และการตัดถ่ายระบบจากระบบแอนะล็อกมาสู่ระบบ VoIP



รูปที่ 2 ระบบโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมหลังการดำเนินการวิจัย ที่เป็นการทำงานด้วยเทคโนโลยี VoIP แบบเต็มรูปแบบ

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งจุดใช้งานโทรศัพท์ระบบ NPRU-VoIP ให้ครอบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัย แล้วจึงดำเนินการตัดถ่ายระบบจากระบบแบบผสมผสาน (แอนะล็อกผสม VoIP ดังแสดงในรูปที่ 1) มาสู่ระบบ VoIP แบบเต็มรูปแบบ (ดังแสดงในรูปที่ 2) โดยขั้นตอน คือ (1) การติดตั้งจุดใช้งานโทรศัพท์ระบบ NPRU-VoIP ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย, (2) การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ GSM และ (3) การติดตั้งระบบและโอนย้ายเบอร์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันเข้าสู่คู่สาย E1

2.1 การติดตั้งจุดใช้งานโทรศัพท์ระบบ NPRU-VoIP ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย

ในส่วนของการออกแบบติดตั้งจุดใช้งาน ผู้วิจัยพบว่า การติดตั้งจุดใช้งานที่คล้ายคลึงกับการใช้งานระบบเดิม (ระบบแอนะล็อก) ให้มากที่สุดจะช่วยให้ผู้ใช้งานโทรศัพท์ไม่เป็นกังวลมากนักกับการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีจากแอนะล็อกมาเป็น VoIP ดังนั้นการติดตั้งจุดใช้งานภายใต้โครงการวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณไอพี (Analog Telephone Adaptor หรือ FXS gateway) เชื่อมต่อกับโครงข่ายสายโทรศัพท์แอนะล็อกภายในอาคาร และที่จุดใช้งานจะใช้เครื่องโทรศัพท์ชนิดแอนะล็อก ซึ่งจะขอเรียกว่าการติดตั้งแบบควบคุมจากศูนย์กลาง ดังแสดงในรูปที่ 3 การติดตั้งจุดใช้งานในรูปแบบนี้มีข้อดีเมื่อเทียบกับการติดตั้งจุดโทรศัพท์ด้วยเครื่องโทรศัพท์ไอพี ก็คือ ความง่ายในการบำรุงรักษา เนื่องจากสามารถทำการบำรุงรักษาได้ที่จุดติดตั้งตัวอุปกรณ์ FXS gateway จุดเดียว แทนที่จะต้องทำการบำรุงรักษาที่เครื่องโทรศัพท์ไอพีที่ติดตั้งกระจายอยู่ในแต่ละห้อง



รูปที่ 3 การติดตั้งจุดใช้งาน VoIP แบบควบคุมจากศูนย์กลาง

โดยอุปกรณ์ FXS gateway ที่ใช้ในการติดตั้งในโครงการวิจัยนี้ เป็นของบริษัท Dinstar รุ่น DAG2000-4S, DAG2000-8S, DAG2000-16S, DAG2000-24S และ DAG2000-32S ซึ่งสามารถรองรับการเชื่อมต่อจุดใช้งานได้ 4, 8, 16, 24 และ 32 จุดตามลำดับ

อย่างไรก็ตามในกรณีจุดติดตั้งไม่สะดวก หรือไม่คุ้มทุนในการเดินสายสัญญาณโทรศัพท์ เช่น จำนวนจุดใช้งานในอาคารมีจำนวนน้อย และแต่ละจุดกระจายอยู่ห่างกันมากทำให้การเดินสายแบบควบคุมจากศูนย์กลางจะทำให้สิ้นเปลือง ผู้วิจัยจะเลือกติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ไอพีแทน นอกจากการติดตั้งจุดใช้งานทั่วไปแล้ว ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการติดตั้งจุดใช้งานสำรองเอาไว้ในแต่ละอาคาร (ดังแสดงในตารางที่ 1) เพื่อรองรับการขยายจำนวนของผู้ใช้งานในแต่ละอาคารไว้อีกด้วย

ตารางที่ 1 จำนวนจุดใช้งานระบบ NPRU-VoIP จำนวนทั้งหมด 253 จุดที่ได้ดำเนินการติดตั้งภายใน 16 อาคาร ทั้งหมดมหาวิทยาลัย

ลำดับที่	อาคาร	จำนวนจุดใช้งาน โทรศัพท์ที่ติดตั้ง	จำนวนจุดใช้งาน สำรองที่ติดตั้ง	รวม
1	อาคาร A2	10	2	12
2	อาคาร A1	18	6	24
3	อาคาร A4	10	2	12
4	อาคาร A5	15	1	16
5	อาคารทวาราวดี	19	5	24
6	สำนักวิทยบริการ	17	7	24
7	อาคาร A7	5	3	8
8	อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น	44	8	52
9	อาคารสำนักคอมพิวเตอร์	19	5	24
10	อาคารเกษตร	3	1	4
11	อาคารเทคโนโลยีการอาหาร และคหกรรม	6	2	8
12	อาคารพลศึกษา	2	2	4
13	อาคารหอพักพยาบาล	2	2	4
14	อาคารหอพักนักศึกษาจีน	1	3	4
15	หน่วยรักษาความปลอดภัย	1	3	4
16	อาคารวิศวกรรมและเทคโนโลยี	19	5	24
17	อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5	0	5
รวม		196	57	253

2.2 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ GSM

ผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์ GSM gateway เพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานโทรศัพท์ในระบบ NPRU-VoIP กับผู้ใช้งานโทรศัพท์ภายนอก ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ GSM gateway สามารถทำการติดตั้งได้ง่ายเมื่อเทียบกับการใช้ GSM card module (จำเป็นต้องติดตั้งบนเครื่อง IP-PBX เท่านั้น แต่สามารถติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งก็ได้ขอเพียงแต่ให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้เท่านั้น) โดยการเชื่อมต่อเครื่อง GSM gateway เข้ากับเครื่อง IP-PBX นั้นสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่าย ดังนั้นการปรับเปลี่ยนจุดติดตั้ง การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงระบบจะสามารถทำได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้การใช้ GSM gateway มีข้อดีเหนือกว่าการใช้ GSM card module เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีหน่วยประมวลผลของตัวเอง ทำให้เวลาทำงานไม่จำเป็นต้องขอแชร์หน่วยประมวลผลจากเครื่อง IP-PBX ทำให้เหมาะกับการใช้งานในองค์กรที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก เช่นในกรณีของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (จำนวนผู้ใช้งานปัจจุบันอยู่ที่ 350 เลขหมายและคาดว่าจะขยายเป็น 450 ภายในปี พ.ศ. 2558) เป็นต้น

อุปกรณ์ GSM gateway ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้ คือ ยี่ห้อ Dinstar รุ่น DWG-2000-8G ซึ่งสามารถรองรับได้ทั้งหมด 8 ซิมการ์ด โดยหลักการออกแบบการทำงานเพื่อเชื่อมต่อกับ IP-PBX เป็นดังนี้

- การโทรออกจากระบบ NPRU-VoIP ผู้ใช้สามารถกดหมายเลขที่ต้องการไม่ว่าจะเป็นหมายเลขสายนอก หรือหมายเลขสายใน เช่น 02-111111 หรือ 087-111111 หรือ 754 (ระบบสายใน) เป็นต้น ระบบจะดำเนินการเลือกเส้นทางของการเชื่อมต่อสายให้อัตโนมัติ
- ซิมโทรศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้ซิมจากบริษัท AIS จำนวน 8 หมายเลข คือ 098-2470382-89
- การเลือกใช้ trunk ทั้ง 8 มีหลักการ คือ ให้เลือกใช้ trunk ID แรกที่ว่างก่อนเสมอไล่เรียงไปจาก trunk ID ที่ 1, 2, 3, ..., 8 ทั้งนี้เพื่อลดความน่าจะเป็นที่ trunk ID ค่าสูงๆ จะไม่ว่าง ดังนั้นผู้ที่ต้องการโทรเข้าระบบมหาวิทยาลัยสามารถเลือกโทรเข้าที่เบอร์ไล่จาก Trunk ID ที่ 8, 7, 6, ... , 1 ได้ตามลำดับ
- ในกรณีที่มีผู้ต้องการโทรเข้าระบบจากภายนอก สามารถโทรเข้าผ่านหมายเลขโทรศัพท์ 098-2470382-89 ระบบจะโอนเข้าระบบตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งผู้โทรสามารถเลือกกดหมายเลขภายในระบบ NPRU-VoIP ที่ต้องการติดต่อ
- ข้อมูลของการโทรจะถูกเก็บไว้ในระบบ NPRU-VoIP

2.3 การติดตั้งระบบและโอนย้ายเบอร์มหาวิทยาลัยปัจจุบันเข้าสู่คู่สาย E1

เดิมหมายเลขโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัย คือ 034-261021-36 ซึ่งเป็นหมายเลขในระบบแอนะล็อกที่เชื่อมต่อมาจากผู้ให้บริการโทรศัพท์ ToT จังหวัดนครปฐม เชื่อมต่อเข้าสู่สาขาระบบแอนะล็อกของมหาวิทยาลัย เพื่อให้การปรับเปลี่ยนระบบจากแอนะล็อกไปเป็นระบบ VoIP มีประสิทธิภาพ ไม่กระทบผู้ติดต่อมาจากภายนอก ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งคู่สายดิจิทัลชนิด E1 แบบ 30 เลขหมายเพื่อใช้ในการโทรเข้าจากผู้ติดต่อภายนอก โดยการติดตั้งระบบ E1 ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์ E1 gateway ยี่ห้อ Dinstar รุ่น MTG-1000B โดยผู้ใช้อุปกรณ์ติดต่อมหาวิทยาลัยสามารถกดหมายเลข 034-109300 เพื่อติดต่อมหาวิทยาลัย หรือกดหมายเลขภายในเพื่อติดต่อหน่วยงานต่างๆ

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

เพื่อให้แน่ใจว่าการขยายขนาดของจำนวนจุดใช้งานโทรศัพท์ในระบบ NPRU-VoIP จำนวน 253 จุดนั้น ไม่ก่อให้เกิดภาระหนักเกินไปบนเครื่องชุมสายไอพี และระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพเสียงในขณะใช้งาน ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจวัดประสิทธิภาพของระบบโทรศัพท์ NPRU-VoIP หลังการขยายจุดใช้งาน 253 จุด ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองออกเป็น 3 ตอน โดย ตอนที่ 1 เป็นการตรวจวัดคุณภาพเสียงในระหว่างโทรศัพท์ด้วยเทคนิค objective test หรือ E-model ที่เรียกว่า MOS test ในตอนที่ 2 และ 3 เป็นการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบที่พัฒนาขึ้น และ การตรวจวัดเรื่องความสามารถในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือนของมหาวิทยาลัย ตามลำดับ

3.1 การทดสอบคุณภาพเสียงของระบบ VoIP ด้วยเทคนิค E-model

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยจะได้ทดสอบการความล่าช้า ความแปรปรวนของความล่าช้าและอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตของการสื่อสารภายในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยในการทดสอบจะทำได้ด้วยการโทรออกจากโทรศัพท์ไอพีที่ติดตั้งกระจายอยู่รอบมหาวิทยาลัย จำนวน 5 จุด แล้วทำการตรวจสอบประสิทธิภาพด้วยโปรแกรมวิเคราะห์เครือข่ายที่ชื่อว่า Wireshark [5] ในการตรวจวัดค่าความล่าช้าและอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ต

ตารางที่ 2 ผลการวัดคุณภาพเสียงของจุดใช้งานทั้ง 5 จุดที่สนใจ

จุดที่ทำการทดสอบ	Delay delta	Packet loss (%)	MOS
1. อาคารสำนักคอมพิวเตอร์	23.69	0.00	4.39
2. อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์	30.12	0.01	4.38
3. อาคารโรงเรียนสาธิต	36.10	0.00	4.38
4. อาคาร A1	25.87	0.00	4.38
5. อาคาร A4	24.65	0.00	4.39

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่า MOS [6-7] ที่จุดติดตั้งตามอาคารต่างๆ รอบมหาวิทยาลัยมีค่า MOS อยู่ในช่วง 4.38-4.39 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพเสียงของระบบ NPRU-VoIP มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั่วทั้งมหาวิทยาลัย

3.2 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเมื่อมีการตัดถ่ายระบบจากระบบแอนะล็อกมาเป็นระบบ VoIP

เนื่องจากการหาค่าคะแนน MOS จะใช้วัดคุณภาพสัญญาณระบบ VoIP เมื่อมีการเชื่อมต่อระบบแล้วเท่านั้น ซึ่งเทคนิคดังกล่าวไม่สามารถวัดความพึงพอใจของการใช้งานระบบ VoIP ได้ทั้งระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน หลังการตัดถ่ายระบบจากระบบแอนะล็อกสู่ระบบ VoIP หลังจากผู้ใช้งานใช้ระบบดังกล่าวเป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบสอบถามเพื่อประเมินถึงความพึงพอใจในการใช้งานระบบ VoIP เมื่อได้แบบสอบถามกลับมาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการถ่วงน้ำหนักค่าความคิดเห็นของผู้ที่ใช้ระบบ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้ ผู้ใช้งานบ่อยมาก (ใช้งานรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 200 ครั้ง) ผู้ใช้งานบ่อย (ใช้งานรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 100 ครั้ง แต่น้อยกว่า 200 ครั้ง) และผู้ใช้งานน้อย คือ ผู้ใช้งานรวมน้อยกว่า 100 ครั้ง โดยให้ค่าความถ่วงของน้ำหนักอยู่ที่ 5, 3, และ 1 ตามลำดับ ผลลัพธ์ของการประเมินความพึงพอใจสามารถแสดงได้ในตารางที่ 3 (หมายเหตุ: มีผู้เข้าร่วมส่งแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวนทั้งหมด 89 คน) ซึ่งสามารถสรุปผลการสำรวจได้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ VoIP

ความพึงพอใจต่อระบบโทรศัพท์ VoIP	ระดับความพึงพอใจ (คะแนนเต็ม 5)
ด้านอุปกรณ์และการติดตั้ง	
1. เครื่องโทรศัพท์ที่มีฟังก์ชันในการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ	4.2
2. การติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ที่ง่ายและสะดวก	4.0
3. วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อนกว่าระบบเดิม	4.20
4. เข้าใจคู่มือการใช้งานเครื่องโทรศัพท์	3.43
ด้านระบบ VOIP	
1. ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก	4.21
2. ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ขณะคุยโทรศัพท์	3.94
3. การสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง	4.15
4. เสียงตอบรับจากระบบฟังง่ายต่อการเข้าใจ	4.12
5. เข้าใจคู่มือการใช้งานระบบ VoIP	3.97
ด้านความสะดวกสบาย	
1. เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มากขึ้น	4.56
2. ลดความจำเป็นในการทำรายการเบิกจ่ายการเงินของมหาวิทยาลัย	4.74

3.3 ความสามารถในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือนของมหาวิทยาลัย

เดิมมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมมีค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่าโทรศัพท์รายเดือนเฉลี่ย 12 เดือนย้อนหลัง (ม.ค.-ธ.ค. 2556) อยู่ที่เดือนละประมาณ 35,000 บาท ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือน พบว่า ค่าโทรศัพท์ที่ใช้โทรติดต่อกับบุคคลภายนอกนั้นมีผู้ให้บริการคือ บริษัท ทีโอที จังหวัดนครปฐม ซึ่งการคิดค่าใช้จ่ายจะคิดด้วย อัตราที่คิดตามระยะทาง เช่น หากโทรภายในจังหวัดนครปฐม คิดเหมาจ่ายรายครั้งๆ ละ 3 บาท หากโทรไปกรุงเทพ และ เชียงใหม่ คิดอัตรานาทีละ 3 บาท และ 8 บาท ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าหากมีการนำเอาระบบ GSM ที่มีการเรียกเก็บค่า โทรศัพท์อัตราเดียวทั่วไทย เช่น นาทีละ 1.50 บาท เป็นต้น จะสามารถทำให้ประหยัดค่าโทรศัพท์รายเดือนได้อย่างมีนัยยะ สำหรับผลการวิจัยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยใช้ซิมโทรศัพท์ของบริษัท AIS ชนิดเหมาจ่าย (990 บาท/เดือน ราคาดังกล่าวยังไม่รวม ภาษีมูลค่าเพิ่ม) โทรได้ไม่จำกัดระหว่าง 08.00-18.00 น. จำนวน 8 ซิม ซึ่งทำให้สามารถลดค่าโทรศัพท์ของมหาวิทยาลัยจาก เดิมเฉลี่ยที่ 35,000 บาท เหลือเพียง 8,474.40 บาท/เดือน นอกจากความสามารถในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือนอย่างมีนัยยะ แล้ว ผู้ใช้งานที่เคยอดต้องการจดหมายเลขที่โทรออก ก็ไม่จำเป็นต้องดำเนินการดังกล่าวอีกต่อไป เนื่องจากระบบจะเป็นผู้เก็บ ข้อมูลการโทรศัพท์ทั้งหมดเอาไว้ใน log ซึ่งสามารถเรียกดูได้แบบ real-time ส่งผลให้ผู้ใช้งานระบบมีความสะดวกสบาย มากกว่าการใช้ระบบแอนะล็อกเดิม

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและขยายขนาดของระบบโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 253 หมายเลขครอบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับโทรศัพท์จากเดิมที่เป็นระบบผสมระหว่าง ระบบแอนะล็อกและระบบ VoIP ให้เป็นระบบ VoIP แบบเต็มรูปแบบ โดยการดำเนินงานประกอบไปด้วย การติดตั้งจุดใช้งาน โทรศัพท์ระบบ NPRU-VoIP ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย จำนวน 253 จุด การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ GSM ที่สามารถ รองรับ 8 ซิม และ การติดตั้งระบบและโอนย้ายเบอร์มหาวิทยาลัยปัจจุบันเข้าสู่สาย E1

ในขั้นของการตรวจวัดประสิทธิภาพของระบบในเชิงคุณภาพเสียง พบว่า คุณภาพเสียงของระบบ NPRU-VoIP มีความคมชัด อยู่ในระดับที่ดีมาก (ค่าคะแนน MOS = 4.38-4.39) ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย นอกจากนั้นจากการออกแบบติดตั้งจุดใช้งาน ด้วยเทคนิคแบบควบคุมจากศูนย์กลางนั้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบในระยะยาว พบว่า ยังมีสิ่งเป็น สิ่งสำคัญที่มหาวิทยาลัยคำนึงถึงเป็นอย่างมาก

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่า ในด้านอุปกรณ์และการติดตั้งมีผลความพึงพอใจอยู่ในระดับมากกว่า 4 ยกเว้นในเรื่องของคู่มือการใช้งานเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งผู้ใช้พบว่าเข้าใจได้ยาก ซึ่งทางผู้วิจัยได้แก้ปัญหาด้วยการทำเว็บไซต์ www.phone.npru.ac.th เพื่อแสดงขั้นตอนวิธีการใช้งานเครื่องโทรศัพท์ ในส่วน of ความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบ VoIP พบว่ายังมีปัญหาในเรื่องของการหลุดของสัญญาณขณะโทรออก ซึ่งเป็นผลมาจากซิมโทรศัพท์มือถือที่มีปัญหาหลุดบ่อย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการประสานกับผู้ให้บริการเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวแล้ว ส่วนการหลุดของการโทรศัพท์ระหว่างระบบ VoIP กับ VoIP นั้นไม่มีการรายงานว่ามีปัญหาแต่อย่างใด ในด้านความสะดวกสบายพบว่า ผู้ตอบแบบสำรวจมีความพึงพอใจในการใช้ ระบบใหม่เป็นอย่างสูง ทั้งนี้เนื่องจากผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทำการทำรายการเบิกเงินตรงกับทางการเงินอีกต่อไป ซึ่งโดยปกติ แล้วผู้ทำเบิกจะใช้เวลานานอย่างน้อย 1 วันทำการเพื่อทำรายการดังกล่าว

สำหรับในเรื่องความสามารถในการลดค่าโทรศัพท์รายเดือนของมหาวิทยาลัยจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการโทร ออกที่เดิมโทรผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ของบริษัท ToT ที่คิดค่าใช้จ่ายตามระยะทางระหว่างผู้โทรออกและผู้รับสาย ซึ่งมี ค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการใช้ซิมของระบบ GSM ดังนั้นเมื่อปรับเปลี่ยนการโทรศัพท์มาผ่านเครือข่าย GSM แล้ว พบว่าสามารถลด ค่าใช้จ่ายค่าโทรศัพท์รายเดือนจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 35,000 บาท เหลือเพียง 8,474.40 บาท หรือ สามารถลดค่า โทรศัพท์ลงได้ถึง 75% เมื่อเทียบกับการใช้งานระบบเดิม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] นิภูริดา เชิดชู และ วีระศักดิ์ ชื่นตา, “การวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจระหว่างการใช้ระบบโทรศัพท์แบบเดิมกับระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม” การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 4, นครปฐม, 12-13 ก.ค. 2555, vol. 1, หน้า 237-245.

[2] Asterisk, “Asterisk,” <http://www.asterisk.org/>

[3] N. Chirdchoo, W. Cheunta, K. Saelim and P. Kovintavewat, “Design and Implementation of a VoIP System for Campus Usage: A Case Study at NPRU” *IEEE ISCIT 2013*, Samui, Thailand.

[4] VoIP Mechanic, “Measuring MOS for VoIP Test” available at <http://www.voipmechanic.com/mos-mean-opinion-score.htm>

[5] Wireshark, “Wireshark,” <http://www.wireshark.org/>

[6] K. Jeomgoo, L. S. N. InYong, “VoIP QoS (Quality of Service) Design of Measurement Management Process Model”. *In Proceeding of ICISA 2010*.

[7] W.C. Hardy, VOIP Service Quality: Measuring and Evaluating Packet-Switched Voice, McGraw-Hill, 2003.