

# The Journal of Industrial Technology

Suan Sunandha Rajabhat University

Volume 2 / Number 2 / January-December 2014

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนมกราคม - ธันวาคม ประจำปี 2557

## Key words :

- *Guidelines to develop effective management, transportation cost reduction*
- *wood vinegar*
- *Authentication, Javascript, Internet, Web forms*
- *Remote Control via Ethernet; SOHO; Client-Web Server*
- *Graphic on packaging design, Marketing strategies, Halal Brand identity, Thai Halal products*
- *Case-based reasoning, Classroom action research, Instructional strategy,*  
*Mechanical systems, Problem solving*
- *Decision Supply System (DSS), Home Buying Decision, Financial Math*
- *The Pattern of Architecture Design, Conservation of Cultural Landscape, Chiang Rai*

ISSN 2351-0811

## วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### วัตถุประสงค์ของการจัดพิมพ์วารสาร

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการหรือผลงานวิจัยที่มีคุณภาพด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นช่องทางในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย  
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรุ่งศักดิ์ อัดพุฒ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

### บรรณาธิการ

ดร.ชนมภัทร โตระสะ

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

### กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนันต์ รัชมี  
ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศรีคำ  
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา หุ่นวิไล  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระ โชติธรรมมาภรณ์  
ดร.พลัง วงษ์ชนสุภรณ์  
อาจารย์รัชศักดิ์ สารนอก

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ  
มหาวิทยาลัยศิลปากร  
มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### คณะกรรมการประเมินบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์  
ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย  
ศาสตราจารย์ ดร.สิน พันธุ์พินิจ  
รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์  
รองศาสตราจารย์ ดร.ปริณภา จิตราภรณ์  
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย แหวนเพชร  
รองศาสตราจารย์ ดร.สุขปา เนตรประดิษฐ์  
รองศาสตราจารย์ธีรศักดิ์ วงศ์คำแน่น  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา จารุศิริพจน์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นารีนารถ รักสุนทร  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทีป วจิทองรัตน์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชา เพียรชนะ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ สวัสดิ์นะที  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษฎาภรณ์ ศุภระมูล  
ดร.อำนาจ ขาวเน  
ดร.พรวิชัย บุญศรีเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยศิลปากร  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



**กองการจัดการ**

นางสาววรฤทัย หาญโชติพันธุ์

**กำหนดการเผยแพร่**

ปีละ 1 ฉบับ (มกราคม – ธันวาคม)

**เจ้าของวารสาร**

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

**สำนักงาน**

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 [www.fit.ssru.ac.th](http://www.fit.ssru.ac.th)

**พิมพ์ที่**

ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์มิตรสยาม 89/69 ถนนริมคลองประปาฝั่งขวา เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 0 2587 0943 Email : [info@mitrsiam.com](mailto:info@mitrsiam.com)

## บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นฉบับประจำปี ที่ 2 ฉบับที่ 2 (เดือนมกราคม – ธันวาคม 2557) บทความประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ สหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรูปแบบบทความวิจัยอัน ประกอบด้วยบทความวิจัย จำนวน 9 เรื่อง บทความวิจัยที่เด่นๆ ได้แก่ แนวทางการพัฒนาบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนด้านการขนส่ง และบทความที่ให้ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแสและการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งเนื้อหาของบทความวิจัยมีความหลากหลายสำหรับคณาจารย์ นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทั่วไป

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับคณาจารย์ นักวิชาการ นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป ขอขอบคุณสมาชิกวารสารที่ได้ให้ความสนใจติดตามวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทามาโดยตลอด

ดร.ชนมภัทร โตระสะ  
บรรณาธิการ

## สารบัญ

หน้า

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| แนวทางการพัฒนาบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ<br>ในการลดต้นทุนด้านการขนส่ง<br>Guidelines to develop effective management in reducing transportation cost<br>วิทยา เมฆขำ                                                                                               | 6  |
| วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแสและการประยุกต์ใช้งาน<br>Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier (CCCCTA) and Its Applications<br>วินัย ไฉกล้า                                                                             | 14 |
| กระบวนการผลิตน้ำส้มคว้นไม้คุณภาพสูง<br>The Production of high quality wood vinegar<br>อรัญ ขวัญปาน, ชนะกานต์ พงศาสนองกุล                                                                                                                                           | 22 |
| การทดสอบระบบยืนยันตนอัตโนมัติโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์<br>Automatic Authentication System Experiment using Javascript<br>อภิสิทธิ์ รัตนตรานุรักษ์                                                                                                                      | 35 |
| การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมระยะไกลสำหรับ<br>สำนักงานขนาดเล็กผ่านอีเทอร์เน็ต<br>Design and Performance Evaluation of Remote Control for SOHO via Ethernet<br>เศรษฐกุล โปร่งนุช, ณรงค์ ณรงค์รัตน์, อภิรักษ์ อิตินฤมิตร, ณัฐพร อารีรัชกุล                | 43 |
| อัตลักษณ์ที่โดดเด่นของแบรนด์ฮาลาล<br>The unique of Halal Brand identity<br>พิบูล ไฉจิตรกรรม                                                                                                                                                                        | 51 |
| การใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีการอ้างอิงโดยใช้ฐานกรณีเพื่อการสอนวิเคราะห์<br>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกล<br>Using case-based reasoning instructional strategy to teach mathematical modeling and analysis<br>of mechanical systems<br>วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ | 60 |



## สารบัญ

### หน้า

#### ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน

79

Decision support system for calculating home mortgage

ฉัฐไชย์ สีนาวงศ์, จินดา ไชยช่วย, กรรณิการ์ พิมศิริ, ชาญชัย เมธาวิรุฬห์, นภาลัย สีสด

#### รูปแบบสถาปัตยกรรม เพื่อการอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของเมืองเชียงใหม่

91

The Pattern of Architecture Design for Conservation of

Cultural Landscape in Chiang Rai City

เกริก กิตติคุณ, สันติชาติ ชัยภมรฤทธิ์

**แนวทางการพัฒนาบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ  
ในการลดต้นทุนด้านการขนส่ง**  
**Guidelines to develop effective management in reducing  
transportation cost**

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา เมฆขำ**  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

**บทคัดย่อ**

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพ การบริหารจัดการเส้นทางการขนส่งเพื่อลดต้นทุนและกำหนดแนวทางการบริหารจัดการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการฝ่าย หัวหน้าหน่วยงาน และพนักงานของบริษัทฯ จำนวน 25 ท่าน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประชุมกลุ่ม เป็นหัวหน้างาน พนักงานในส่วนที่เกี่ยวข้องด้านการขนส่ง จำนวน 21 ท่าน ในนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก จังหวัดระยอง ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านประสิทธิภาพ พบว่า การใช้พื้นที่ของรถขนส่งได้เต็มประสิทธิภาพ มีความเชี่ยวชาญ และ การใช้ผู้รับจ้างช่วง ทำให้การควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ด้านการลดต้นทุน พบว่า การบรรทุกสินค้า ทั้งเที่ยวไปและกลับ พร้อมทั้งการจัดเส้นทาง และการบริหารจำนวนจุดที่ใช้ในการขนส่ง รวมถึงการนำระบบเทคโนโลยีมาใช้มีผลต่อการลดต้นทุน
3. ต้นแบบแนวทางในการพัฒนา พบว่า การลดขนาดของสินค้า การสร้างจิตสำนึก การจัดให้มีการฝึกอบรม การหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ให้เหมาะสม รวมถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** แนวทางการพัฒนาบริหารจัดการ, การลดต้นทุนด้านการขนส่ง

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the effectiveness of transportation management in order to reduce cost and set some guidelines for effective management. The data for this study were derived from an in depth interview with 25 executive management, directors, heads of the departments, and the company's staffs. The sample in focus group consisted of 21 people who were department heads and the company's staffs in Eastern Seaboard Industrial Estate. The data were analyzed through qualitative and quantitative method presented in the form of tables and descriptive results. The findings revealed that: 1) the effectiveness of transportation management of Eastern Seaboard Industrial Estates included 4 aspects; space utilization management, transportation staff management, cost management, and transportation operation control management. However, there were 4 aspects that were ineffective; transportation operation procedure, transportation route planning, the management on the number of stations, and technology. 2) There were 5 aspects that could reduce transportation cost; personal management, operation procedure, route planning management, the management on the number of stations, and technology. 3) Some guidelines for effective management in reducing transportation cost were as follows. The company should suggest the customers to use filing system to save transportation space. The company should apply new technology to manage the whole transportation system. The data of the company should be accessed fast, easy, and with security. Moreover, the company should develop staffs' competency especially on effective technology as well as management skills and teamwork in order to effectively reduce the transportation cost.

**Keywords :** Guidelines to develop effective management, transportation cost reduction

## บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันทางธุรกิจทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทำให้ภาคธุรกิจต่าง ๆ ได้พยายามหาแนวทาง กลยุทธ์ต่าง ๆ นำมาพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการดำเนินธุรกิจในทุก ๆ ด้าน ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินงาน ทำให้องค์กรต่าง ๆ ได้พยายามมองหากลยุทธ์มาใช้ในธุรกิจทั้งนี้เพื่อให้ธุรกิจของตนเองเป็นผู้นำในด้านต้นทุน และการให้บริการลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง ณ ปัจจุบันพบว่าธุรกิจได้ให้ความสำคัญกับบทบาททางโลจิสติกส์มากขึ้น เนื่องด้วยต้นทุนส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากต้นทุนโลจิสติกส์โดยเฉพาะด้านการขนส่ง โดยพบว่าร้อยละ 49 ของต้นทุน โลจิสติกส์ของประเทศไทยในปี 2551 ซึ่งมีอัตราการขยายตัวสูงกว่าการขยายตัวของต้นทุนโลจิสติกส์รวม (รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2552 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [สศช], 2552, หน้า 2) การขนส่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำเนินธุรกิจ เพราะเป็นขั้นตอนการเคลื่อนย้ายสินค้าจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค การขนส่งสินค้าทำได้หลายทาง เช่น ทางท่อ ทางราง ทางถนน ทางน้ำ และทางอากาศ ซึ่งการขนส่งในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ขนส่งทางถนนมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการขนส่งสินค้าโดยรวมของประเทศ เนื่องมาจากการขนส่งทางถนนมีความคล่องตัวในการเคลื่อนย้ายสินค้า กลุ่มนิคมอุตสาหกรรม ภาคตะวันออกซึ่งดำเนินธุรกิจในด้านการบริหารจัดการเก็บเอกสาร และสื่อคอมพิวเตอร์ ซึ่งบริษัทฯ มีคลังอยู่ที่ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัด

ฉะเชิงเทรา และมีการให้บริการด้านการรับ-ส่งสินค้าให้กับลูกค้าในทุก ๆ วัน โดยบริษัทได้เลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางถนนในการให้บริการแก่ลูกค้า ทั้งนี้สิ่งที่บริษัทประสบปัญหาหลักในระบบการขนส่ง คือ ต้นทุนค่าขนส่งที่สูง ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลัก คือ

- 1.ระยะทางในการขนส่งสินค้านั้นระหว่างที่ตั้งของโรงงานกับสถานที่บริการลูกค้าอยู่ไกล
- 2.ต้นทุนค่าน้ำมันของรถขนส่งที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- 3.การบริหารจัดการในด้านระบบการขนส่งสินค้า

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า ในกระบวนการดำเนินงานของบริษัทฯ ต้นทุนในการดำเนินงานที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุด คือ ต้นทุนการขนส่งซึ่งมีปัจจัยหลักมาจากระยะทางในการขนส่งสินค้า ต้นทุนค่าน้ำมัน และการบริหารจัดการด้านการขนส่งที่ไม่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังไม่มีมีการนำระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการซึ่งส่งผลให้ไม่มีข้อมูลในการบริหารจัดการ ที่ถูกต้อง แม่นยำ เป็นเหตุให้การบริหารด้านการขนส่งของบริษัทไม่มีประสิทธิภาพซึ่งหากบริษัทสามารถหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่งเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการด้านการขนส่งให้รถขนส่งสามารถบริการลูกค้าได้จำนวนลูกค้าต่อเที่ยวเพิ่มมากขึ้น ทำให้บริษัทฯ สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งด้านค่าเชื้อเพลิง เวลา การปฏิบัติงาน ซึ่งส่งผลให้บริษัทฯ สามารถเพิ่มโอกาสในการแข่งขัน และขยายธุรกิจได้เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาถึงแนวทางการลดต้นทุน

การขนส่งสินค้าของกลุ่มนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออกวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่แท้จริงในการบริหารจัดการการใช้รถขนส่ง 2) เพื่อศึกษาประเด็นการบริหารจัดการจัดเส้นทางรถขนส่ง เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง 3) เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนด้านการขนส่ง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่แท้จริง การบริหารจัดการจัดเส้นทางรถขนส่งเพื่อลดต้นทุนและกำหนดแนวทางการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพในการลดต้นทุนในการขนส่ง

### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดต้นทุนการขนส่ง โดยพัฒนาการจัดเส้นทางสำหรับรถขนส่งด้านการรับ - ส่งกล่องบรรจุเอกสารของบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล ด้วยการนำข้อมูลปัจจุบันมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางโลจิสติกส์ เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปถึงแนวทางการลดต้นทุนการขนส่ง โดยกำหนดวิธีการ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการขนส่งสินค้าประเภทกล่องเอกสาร ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่ม 1 ซึ่งประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการฝ่าย หัวหน้าหน่วยงาน รวมจำนวน 7 ท่าน

กลุ่ม 2 คือ กลุ่มของพนักงานที่เกี่ยวข้องด้านการขนส่งของบริษัทฯ รวมจำนวน 18 ท่าน

กลุ่ม 3 คือ กลุ่มที่ประกอบด้วย หัวหน้าหน่วยงาน และพนักงาน รวมจำนวนทั้งสิ้น 21 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ ใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการขนส่ง ซึ่งในการทำการวิจัยเชิงคุณภาพได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ และการประชุมกลุ่ม

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการฝ่าย หัวหน้าหน่วยงาน และพนักงาน โดยทำการจัดเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ในช่วงระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2553 – 28 กุมภาพันธ์ 2554

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยผู้วิจัยจะดำเนินการเรียบเรียงข้อมูลที่บันทึกจากการสัมภาษณ์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิด และสรุปความในแต่ละประเด็นคำถามแล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล ทฤษฎี แนวคิดที่เกี่ยวข้อง และพื้นฐานความรู้ที่ได้รับจากการทบทวนวรรณกรรม รวมทั้งการนำข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการดำเนินงานที่ได้จากการประชุมกลุ่มมารวบรวม และนำผลจากการหาข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้เป็นแนวทางการอภิปรายสรุปผลการศึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้นิแบบพรรณนาต่อไป

## ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงในการบริหารจัดการการใช้รถขนส่งสินค้าของบริษัทฯ ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ว่า

1. ประสิทธิภาพด้านการบริหารการใช้พื้นที่รถขนส่ง ผู้บริหารส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่าบริษัทฯ บริหารการใช้พื้นที่ของรถขนส่งได้เต็มประสิทธิภาพ

2. ประสิทธิภาพด้านการบริหารบุคลากรด้านการขนส่ง ผู้บริหารเชื่อมั่นพนักงานของบริษัทฯ เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงาน

3. ประสิทธิภาพในด้านการบริหารต้นทุนด้านขนส่ง ผู้บริหารเห็นว่าด้วยรูปแบบการปฏิบัติงาน และเทคโนโลยีที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันถือว่าบริษัทฯ ได้บริหารต้นทุนการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีในด้านต้นทุนคงที่ แต่ด้านต้นทุนแปรผันประสิทธิภาพยังไม่ได้เท่าที่ควร

4. ประสิทธิภาพในด้านขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการขนส่งผู้บริหารเห็นว่าเป็นด้านที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการปฏิบัติงานที่ล่าช้า การไม่มีระบบเทคโนโลยีมารองรับ

5. ประสิทธิภาพด้านการบริหารการวางแผนเส้นทาง ผู้บริหารเห็นว่าไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากบริษัทฯ ยังคงใช้วิจารณญาณของบุคลากร ในการตัดสินใจวางแผนงาน

6. ประสิทธิภาพในด้านการบริหารจำนวนจุดการให้บริการของรถขนส่ง ผู้บริหารเห็นว่ายังไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการ

ปฏิบัติงานในแต่ละจุดการให้บริการนาน

7. ประสิทธิภาพด้านการควบคุมการปฏิบัติงานรถขนส่งของบริษัทฯ ผู้บริหารเห็นว่ามีประสิทธิภาพ เนื่องจากบริษัทมีการนำระบบการติดตามรถยนต์มาใช้กับรถขนส่ง และบริษัทฯ มีการจัดจ้างรถขนส่งจากบริษัทผู้รับจ้างช่วงทำให้มีการควบคุมที่ดีมีประสิทธิภาพ

8. ประสิทธิภาพในด้านการนำระบบเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารการขนส่งผู้บริหารทั้งหมดเห็นว่าบริษัทยังไม่มีให้นำเทคโนโลยีด้านระบบการขนส่งมาใช้งาน

จากวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาถึงประเด็นการบริหารการจัดเส้นทางรถขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทฯ ด้านต่าง ๆ พบว่า

1. ด้านการบริหารการใช้พื้นที่ของรถขนส่งของบริษัทไม่มีผลต่อการบริหารจัดการเส้นทางรถขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่งโดยบริษัทฯ มีการใช้พื้นที่ของรถขนส่งในการบรรทุกสินค้าทั้งเที่ยวไป และเที่ยวกลับอย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ด้านการบริหารบุคลากรด้านการขนส่งมีผลต่อการบริหารจัดการเส้นทางรถขนส่งสินค้าเพื่อลดต้นทุนการขนส่งมากที่สุด

3. ด้านการบริหารต้นทุนในด้านการขนส่งไม่มีผลต่อการบริหารจัดการเส้นทางรถขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง

4. ด้านขั้นตอนการปฏิบัติงานการขนส่งสินค้า มีผลต่อการบริหารจัดการเส้นทางรถขนส่ง

5. ด้านการบริหารการวางแผนเส้นทาง



ขนส่งสินค้าของบริษัทฯ มีผลต่อการบริหารการจัดเส้นทางขนส่งโดยเห็นว่าหากมีการวางแผนเส้นทางขนส่งที่ถูกต้อง แม่นยำ จะส่งผลให้รถขนส่งไม่วิ่งเส้นทางที่ทับซ้อน

6.ด้านการบริหารจำนวนจุดในการให้บริการของรถขนส่ง มีผลต่อการบริหารการจัดเส้นทางขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง

7.ด้านการควบคุมการปฏิบัติงานของรถขนส่งสินค้า ไม่มีผลต่อการลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากบริษัทฯ จัดจ้างรถขนส่งจากบริษัทรถเช่าภายนอก รวมทั้งการที่บริษัทฯ มีระบบการติดตามรถยนต์

8.ด้านการนำระบบเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารการขนส่ง มีผลอย่างมากในการบริหารการจัดเส้นทางขนส่งเพื่อลดต้นทุน

จากวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการด้านการขนส่งของบริษัทฯ สรุปได้ว่า

1.ด้านการพัฒนาการใช้พื้นที่รถขนส่ง มีแนวทาง ดังนี้

1.1การลดขนาดของสินค้าลงโดยการเชิญชวนให้ลูกค้าใช้บริการในรูปแบบการจัดเก็บเอกสารเป็นรายแฟ้ม

2.ด้านการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องด้านการขนส่ง มีแนวทางดังนี้

2.1พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้ระบบเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ

2.2สร้างจิตสำนึกรักองค์กรให้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานมีความตั้งใจ และสร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน

2.3พัฒนาบุคลากรให้มีทักษะในการบริหารทีมงาน การควบคุมทีมงาน

2.4ส่งพนักงานไปฝึกอบรมในฟังก์ชันงานที่เกี่ยวข้องในด้านการขนส่ง

3.ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารต้นทุน มีแนวทางดังนี้

3.1นำข้อมูลที่ได้จากทุกด้านมาบูรณาการร่วมกัน และทำการวิเคราะห์ผลเพื่อนำมาพัฒนากระบวนการปฏิบัติงาน

3.2ใช้ระบบเทคโนโลยีในการวิเคราะห์ต้นทุน และต้องทำวิเคราะห์รถขนส่งเป็นรายคัน

4.ด้านการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีแนวทางดังนี้

4.1นำระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารระบบการขนส่งสินค้าตั้งแต่ขั้นตอนการเรียกใช้บริการของลูกค้าจนถึงการนำสินค้าเข้าจัดเก็บที่คลังสินค้า

4.2ศึกษาการนำอุปกรณ์แสดงตำแหน่งด้วยการอ่านคลื่นรหัสวิทยุ มาใช้ทดแทนระบบบาร์โค้ด

5.ด้านการปรับปรุงการวางแผนเส้นทางขนส่ง มีแนวทางดังนี้

5.1นำระบบเทคโนโลยีในด้านโปรแกรมการวางแผนเส้นทางขนส่งสินค้าเข้ามาใช้งาน

5.2ฝึกอบรมพนักงานในการใช้โปรแกรมการวางแผนเส้นทางขนส่ง

6.ด้านการเพิ่มจำนวนจุดในการให้บริการ มีแนวทางดังนี้

6.1จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ในการขนย้ายสินค้าให้เหมาะสมในแต่ละสถานที่

6.2จัดทำฐานข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ

ของลูกค้า และนำข้อมูลไปเชื่อมโยงกับระบบการวางแผนงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนงาน การจัดเตรียมอุปกรณ์ การจัดจำนวนบุคลากรในการขนย้ายให้เหมาะสม

7.ด้านการควบคุมการปฏิบัติงานของรถขนส่ง มีแนวทางดังนี้

7.1กำหนดให้พนักงานขับรถขนส่งของบริษัทฯ ต้องผ่านการฝึกอบรมการขับรถขนส่ง

7.2พัฒนาระบบการชี้วัดผลการปฏิบัติงาน และนำเกณฑ์การชี้วัดแจ้งให้พนักงานรับทราบ

7.3พัฒนาศักยภาพของพนักงานผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน ให้มีความสามารถในการบริหารทีมงาน การควบคุม และประเมินผลทีมงาน

8.ด้านเทคโนโลยีในการควบคุมการขนส่ง มีแนวทางดังนี้

8.1นำระบบเทคโนโลยีมาพัฒนากระบวนการในด้านการวางแผนเส้นทางการขนส่ง และนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือช่วยทำให้การบันทึกข้อมูลมีความรวดเร็ว

8.2การนำระบบเทคโนโลยีเสริมประสิทธิภาพในด้านการควบคุมรถขนส่ง โดยต้องนำระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยบริหารจัดการระบบการขนส่งสินค้าทั้งระบบ

สรุปและอภิปรายผล

การอภิปรายผลผู้วิจัยดำเนินการอภิปรายผลถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงในการบริหารจัดการประเด็นการบริหารการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า และแนวทางในการบริหารจัดการ

ด้านการขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่งของกลุ่มนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออกตามลำดับดังนี้

1.ประสิทธิภาพที่แท้จริงในการบริหารจัดการการใช้รถขนส่งสินค้าของบริษัทฯ ประกอบด้วยดังนี้

1.1 ประสิทธิภาพด้านการใช้พื้นที่รถขนส่ง พบว่า ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือการใช้พื้นที่ของรถขนส่งโดยบริษัทสามารถบริหารจัดการใช้พื้นที่ของรถขนส่งได้อย่างเต็มประสิทธิภาพทั้งในด้านเที่ยวไป และเที่ยวกลับ

1.2 ประสิทธิภาพด้านบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านการขนส่งของบริษัทฯ ผู้บริหารเห็นว่าทีมในการปฏิบัติงานด้านการขนส่งโดยส่วนใหญ่มีอายุงานเฉลี่ย 5 ปีขึ้นไป ทำให้พนักงานมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน มีความรู้ ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน ในด้านพนักงานขับรถผู้บริหารเห็นด้วยที่มีการจัดจ้างผู้รับจ้างช่วงจากภายนอก ซึ่งทำให้การบริหารพนักงานขับรถทำได้มีประสิทธิภาพ

2.ประเด็นการบริหารการจัดเส้นทางรถขนส่งเพื่อลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทฯ ได้แก่

2.1 ประเด็นด้านการใช้พื้นที่ของรถขนส่ง สินค้าผู้วิจัยพบว่าไม่มีผลต่อการลดต้นทุนในการบริหารจัดการจัดเส้นทางรถขนส่ง เนื่องจากบริษัทได้มีการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพทั้งด้านเที่ยวไป และเที่ยวกลับ

2.2 ประเด็นบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านการขนส่ง ผู้วิจัยพบว่ามีผลต่อการลดต้นทุนในการบริหารจัดการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้ามากที่สุด เนื่องจากในทุก ๆ ขั้นตอนของบริษัทยังคงใช้บุคลากรในการขับเคลื่อนการทำงาน

ซึ่งสอดคล้องกับ (สินินาฏ สุวรรณชัย, 2010) ที่กล่าวไว้ว่าในการดำเนินธุรกิจปัจจัยพื้นฐานในการดำเนินธุรกิจมี 4 ประเภท คือ คน เงิน วัตถุดิบ วิธีการปฏิบัติงาน ซึ่งคนถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

3.แนวทางในการบริหารจัดการด้านการขนส่ง ประกอบด้วย

3.1 พัฒนาการใช้พื้นที่ของรถขนส่ง

3.1.1ทำการลดขนาดของสินค้าลงโดยการชวนลูกค้าใช้บริการการจัดเก็บเป็นรายแพ้ม

3.2 พัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง

3.2.1พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้ระบบเทคโนโลยี

3.2.2สร้างจิตสำนึกรักองค์กรให้กับพนักงาน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้พนักงานมีความตั้งใจ มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

## เอกสารอ้างอิง

สินินาฏ สุวรรณชัย.บริหารคนเพื่อผลกำไรขององค์กร.[Online].เข้าถึงจาก : <http://www.logisticscorner.com>.สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์, 2554.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.ภาพรวมต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทย.[Online].เข้าถึงจาก : <http://www.nesdb.go.th>.สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2553.

## วงจรรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแสและการประยุกต์ใช้งาน

### Guidelines to develop effective management in reducing transportation cost

#### Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier (CCCCTA) and Its Applications

วินัย ใจกล้า

สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Email: winai.ja@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้ให้ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีชื่อว่า วงจรรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแส (CCCCTA) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานได้ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแส อีกทั้งสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เมื่อนำ CCCCTA ไปออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณต่าง ๆ มีการใช้อุปกรณ์น้อยลง สามารถควบคุมการทำงานของวงจรได้ด้วยกระแสไบอัสและสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตัวต้านทานในวงจรได้ ยิ่งไปกว่านั้น CCCCTA สามารถรองรับสัญญาณอินพุตและให้เอาต์พุตได้ในรูปกระแส จึงเหมาะสำหรับวงจรประมวลผลสัญญาณในโหมดกระแสที่กำลังได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน CCCCTA ในวงจรรขยายแรงดัน วงจรรขยายกระแสและวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ

คำสำคัญ : CCCII, โหมดกระแส, วงจรรขยาย, วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ

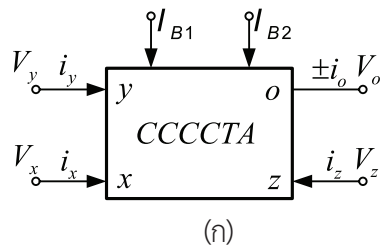
## คำนำ

ในอดีตที่ผ่านมาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์มักอยู่ในโหมดแรงดันซึ่งอุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูป (Active building block) ที่ได้รับความนิยมได้แก่ ออปแอมป์ ซึ่งวงจรในโหมดแรงดันนั้นจะมีขนาดใหญ่และบริโภคกำลังงานไฟฟ้าสูง แต่ในทศวรรษที่ผ่านมา มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยง ในวงจรและระบบอิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย ที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงาน ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส (Current-Mode) ซึ่งมีข้อดีหลายประการ เมื่อเทียบกับเทคนิคการทำงานในโหมดแรงดัน ได้แก่ มีช่วงพลวัตกว้าง (Larger Dynamic Range) มีแบนด์วิธกว้าง และบริโภคกำลังงานต่ำ [1] นอกจากนี้วงจรในโหมดกระแสจะมีความซับซ้อนน้อยกว่า อีกทั้งสามารถที่จะนำสัญญาณมารวมกันได้เลยโดยไม่ต้องการรวมรวมสัญญาณ

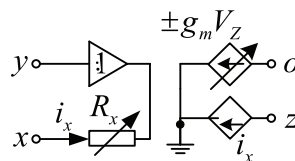
มีอุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูปหลายชนิดที่สามารถทำงานในโหมดกระแสได้ เช่น วงจรขยายความนำถ่ายโอน (OTA) วงจรสายพานกระแส วงจรขยายป้อนกลับกระแส (CFA) วงจรขยายกันชนผลต่างกระแส (CDBA) วงจรขยายความนำผลต่างกระแส (CDTA) เป็นต้น ในบรรดาอุปกรณ์แอคทีฟที่ได้กล่าวมา วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแส (CCCCTA) [2] เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมมาก ซึ่งจะพบได้จากงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการจำนวนมากที่ใช้

CCCCTA [4-7] มาออกแบบวงจร เนื่องจาก CCCCTA สามารถทำงานได้ ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแส นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกหลายประการเช่น อัตราสูง แบนด์วิธกว้าง โครงสร้างวงจรที่ออกแบบโดย CCCCTA ไม่ซับซ้อนและสามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการควบคุมที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ คุณสมบัติและหลักการทำงานของ CCCCTA ซึ่งเป็นอุปกรณ์แอคทีฟสมัยใหม่ที่ได้รับการยอมรับ เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับนักออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือผู้ที่สนใจที่กำลังมองหาอุปกรณ์แอคทีฟที่มีสมรรถนะสูง นอกจากนี้แล้วยังได้นำเสนอวงจรประยุกต์ใช้งาน CCCCTA ในวงจรขยายกระแส วงจรขยายแรงดัน เพื่อเป็นตัวอย่างในการสังเคราะห์วงจรโดยใช้ CCCCTA



(ก)

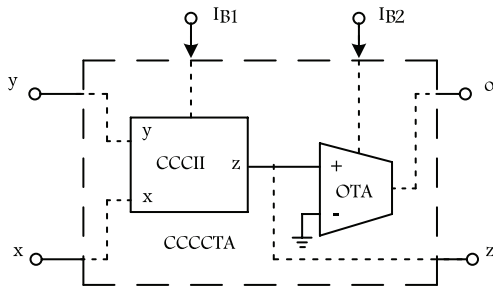


(ข)

รูปที่ 1 CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

## 2.หลักการทำงานและโครงสร้างภายในของ CCCCTA

วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพาน กระแสที่ควบคุมด้วยกระแส (Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier: CCCCTA) [2] เป็น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มี 6 ขั้ว โดย CCCCTA ได้พัฒนามาจาก CCTA (Current Conveyor Transconductance Amplifier) ที่ได้นำเสนอ ครั้งแรกโดย Prokop ในปี ค.ศ. 2005 [3] แต่ CCCCTA จะมีคุณสมบัติพิเศษกว่า CCTA ที่ สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุตได้ ด้วยกระแสไบอัสจากภายนอก ในจำนวน 6 ขั้ว ของ CCCCTA สามารถแบ่งออกได้เป็นสามกลุ่ม คือ ขั้วอินพุต 2 ขั้ว ขั้วกระแสเอาต์พุต 2 ขั้วและ ขั้วกระแสควบคุม 2 ขั้ว โดยสัญลักษณ์และวงจร สมมูลของ CCCCTA แสดงได้ดังรูปที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ซึ่งการสร้าง CCCCTA เป็นการต่อ ร่วมกันระหว่าง CCCII และ OTA ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 CCCCTA สร้างมาจาก CCCII ร่วมกับ OTA

จากสัญลักษณ์ในรูปที่ 1 (ก) ขั้วอินพุต y จะมีความต้านทานสูงมาก ซึ่งเป็นขั้วที่เอาไว้อรับ อินพุตที่เป็นแรงดัน หากพิจารณาที่ขั้วอินพุต x จะมีความต้านทาน  $R_x$  ที่สามารถปรับค่าได้ โดย

ขั้ว x เหมาะที่จะป้อนอินพุตเป็นกระแส ส่วนขั้ว กระแสเอาต์พุตได้แก่ขั้ว z และขั้ว o และขั้ว กระแสควบคุมได้แก่ขั้ว  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  โดยกระแสไบ อัสภายนอก  $I_{B1}$  จะใช้ควบคุมความต้านทานแฝงที่ ขั้ว x ( $R_x$ ) ซึ่งสามารถดูได้ในวงจรสมมูลในรูปที่ 1 (ข) ส่วนกระแสที่ขั้ว z จะเท่ากับกระแสที่ไหลเข้า ที่ขั้ว x และกระแสที่ขั้ว o จะเป็นการส่งผ่าน ความนำถ่ายโอน (Transconductance:  $g_m$ ) มาจากแรงดันที่ขั้ว z ดังนั้นที่ขั้ว z จะมีแรงดันได้ จะต้องนำโหลตจากภายนอกมาต่อ โดยค่าความ นำถ่ายโอนสามารถควบคุมได้ที่กระแสไบอัส ภายนอก  $I_{B2}$  ส่วนเครื่องหมาย  $\pm$  จะเป็นตัวบอก ทิศทางของกระแสที่ขั้ว o โดยปกติจะมีทิศทาง ไหลออกจากขั้ว o ซึ่งจะแทนด้วยเครื่องหมาย บวกหรือโดยทั่วไปมักจะไม่ใช่เครื่องหมาย แต่ถ้า กระแสที่ขั้ว o มีทิศทางไหลเข้าจะแทนด้วย เครื่องหมายลบ (มักจะเขียนเครื่องหมายลบไว้ หน้าตัวอักษร o เช่น - o) และในทางอุดมคติ ความต้านทานที่ขั้ว z และขั้ว x จะมีค่าเป็น อนันต์ จากคุณสมบัติที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถแสดงด้วยสมการในเชิงเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_x & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix} \quad (1)$$

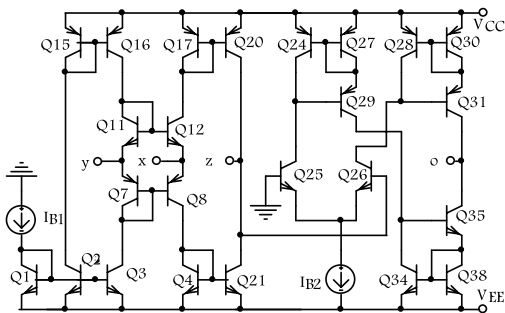
เมื่อ CCCCTA ที่มีโครงสร้างเป็น ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ (Bipolar Transistor) ความต้านทานที่ขั้ว x สามารถแสดงได้เป็น

$$R_x = \frac{V_T}{2I_{B1}} \quad (2)$$

ส่วนค่าความนำถายโอนมีค่าเท่ากับ

$$g_m = \frac{I_{B2}}{2V_T} \quad (3)$$

เมื่อ  $V_T$  เป็นศักดาความร้อน (Thermal Voltage) ที่อุณหภูมิห้องจะมีค่าประมาณ 26mV จากสมการที่ (2) และ (3) พบว่าทั้งค่าความต้านทานแฝงและค่าความนำถายโอนสามารถควบคุมด้วยกระแสไบอัสหรือที่เรียกว่าการควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้แล้วเพื่อให้ CCCCTA มีความหลากหลายในการนำไปใช้งานจะพบว่ากระแสที่ขั้ว  $o$  สามารถมีหลายขั้วได้ และสามารถมีได้ทั้งสองทิศทางโครงสร้างภายในของ CCCCTA แสดงรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างภายในของ CCCCTA

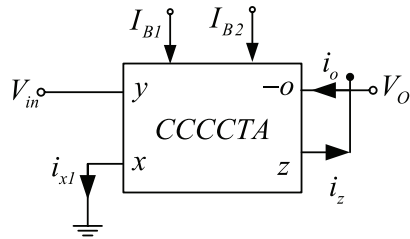
### 3. วงจรประยุกต์ใช้งาน CCCCTA

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของ CCCCTA ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวงจรประยุกต์ใช้งาน CCCCTA

#### 3.1 วงจรขยายแรงดัน

วงจรขยายแรงดันที่ใช้ CCCCTA เป็นอุปกรณ์หลักแสดงดังรูปที่ 4 ประกอบไปด้วย CCCCTA จำนวนหนึ่งตัว โดยที่  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  เป็นกระแสไบอัสของ CCCCTA พิจารณาจากวงจรพบว่า  $V_{in} = V_y$ ,  $V_x = 0$  และทิศทางของ  $i_z$  จะไหลออกจากตัว CCCCTA เนื่องจาก  $V_y$  มีศักดีสูงกว่า  $V_x$  จึงทำให้  $i_z$  มีทิศทางไหลออกเช่นกัน จากสมการที่ (1) จะได้

$$i_z = i_x = \frac{V_y}{R_x} = \frac{V_{in}}{R_x} \quad (4)$$



รูปที่ 4 วงจรขยายแรงดัน

พิจารณาที่โหนด  $V_o$  จะพบว่า  $i_z = i_o$  แทนในสมการที่ (4) จะได้

$$i_o = \frac{V_{in}}{R_x} \quad (5)$$

จากสมการที่ (1) พบว่า  $i_o = g_m V_z$  และจากวงจรในรูปที่ 4 พบว่า  $V_o = V_z$  แทนลงในสมการที่ (5) จะได้

$$V_o = \frac{I}{g_m R_x} V_{in} \quad (6)$$

เมื่อ  $R_x = V_T / 2I_{B1}$  และ  $g_m = I_{B2} / 2V_T$  จากสมการที่ (6) เขียนใหม่ได้ดังนี้



$$V_O = \frac{4I_{B1}}{I_{B2}} V_{in} \quad (7)$$

จะเห็นได้ว่าอัตราขยายแรงดันจะมีค่าเท่ากับ

$$A_V = \frac{4I_{B1}}{I_{B2}} \quad (8)$$

จากสมการที่ (8) พบว่าอัตราขยายของวงจรสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการปรับกระแสไบแอส  $I_{B1}$  หรือ  $I_{B2}$  และยังพบได้ว่าอัตราขยายในสมการที่ (28) ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเนื่องจากไม่มีเทอมของ  $V_T$  หรือกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของวงจร อีกทั้งวงจรในรูปที่ 4 ไม่ต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกจึงเหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวมและจะกินกำลังไฟฟ้าต่ำด้วย

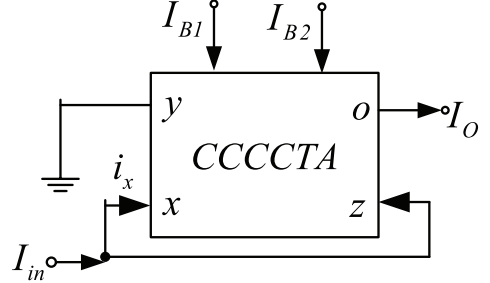
### 3.2 วงจรขยายกระแส

วงจรขยายแรงดันที่ใช้ CCCCTA เป็นอุปกรณ์หลักแสดงดังรูปที่ 5 ประกอบไปด้วย CCCCTA จำนวนหนึ่งตัว โดยที่  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  เป็นกระแสไบแอสของ CCCCTA พิจารณาจากวงจรพบว่า  $V_x = V_z$  ส่วน  $V_y = 0$  และทิศทางของ  $i_x$  จะไหลเข้าตัว CCCCTA เนื่องจาก  $V_x$  มีศักย์สูงกว่า  $V_z$  จึงทำให้  $i_x$  มีทิศทางไหลเข้าชนกัน จากสมการที่ (1) จะได้

$$I_O = g_m V_z = g_m V_x \quad (9)$$

ใช้ KCL เขียนสมการกระแสที่โนด  $V_x$  จะได้

$$I_{in} = i_x + i_z \quad (10)$$



รูปที่ 5 วงจรขยายกระแส

จากสมการที่ (1) พบว่า  $i_z = i_o$  จะได้

$$i_x = \frac{I_{in}}{2} \quad (11)$$

ส่วนแรงดัน  $V_x$  เป็นผลคูณของ  $i_x$  กับ  $R_x$  จากสมการที่ (11) จะได้

$$V_x = \frac{R_x}{2} I_{in} \quad (12)$$

แทนสมการที่ (12) ลงในสมการที่ (9) จะได้

$$I_O = \frac{g_m R_x}{2} I_{in} \quad (13)$$

เมื่อ  $R_x = V_T / 2I_{B1}$  และ  $g_m = I_{B2} / 2V_T$  จากสมการที่ (13) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$I_O = \frac{I_{B2}}{4I_{B1}} I_{in} \quad (14)$$

จะเห็นได้ว่าอัตราขยายกระแสจะมีค่าเท่ากับ

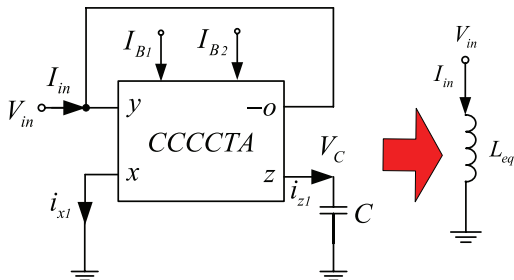
$$A_I = \frac{I_{B2}}{4I_{B1}} \quad (15)$$

จากสมการที่ (15) พบว่าอัตราขยายกระแสของวงจรสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการปรับกระแสไบแอส  $I_{B1}$  หรือ  $I_{B2}$  และยังพบได้ว่าอัตราขยายในสมการที่ (15) ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเนื่องจากไม่มีเทอมของ  $V_T$  หรือกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของวงจร อีกทั้งวงจรในรูปที่ 5 ไม่ต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกจึงเหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม และจะกินพลังงานไฟฟ้าต่ำด้วย

### 3.3 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ

รูปที่ 6 แสดงวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำที่ต่อลงกราวด์ ซึ่งประกอบไปด้วย CCCCTA กับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์อย่างละหนึ่งตัว โดยที่  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  เป็นกระแสไบแอสของ CCCCTA พิจารณาจากวงจรพบว่า  $V_{in} = V_y$  และ  $V_C = V_z$  ทิศทางของ  $i_x$  จะไหลออกจากตัว CCCCTA จึงทำให้  $i_z$  มีทิศทางไหลออก ส่วน  $i_o$  จะมีทิศทางไหลเข้าเนื่องจากเป็นขั้วลบ จากวงจรในรูปที่ 5 สามารถเขียนสมการกระแสที่ขั้ว  $z$  ได้เป็น

$$i_z = i_x = \frac{V_{in}}{R_x} \quad (16)$$



รูปที่ 6 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำที่ต่อลงกราวด์

ส่วนแรงดันที่  $V_C$  ก็คือผลคูณของกระแสที่ขั้ว  $z$  กับค่าอิมพีแดนซ์ของตัวเก็บประจุ นั่นคือ

$$V_C = i_z \frac{1}{sC} \quad (17)$$

แทนสมการที่ (16) ลงในสมการที่ (17) จะได้

$$V_C = \frac{V_{in}}{sCR_x} \quad (18)$$

ส่วนกระแสที่ขั้ว  $o$  เท่ากับ

$$i_o = g_m V_C \quad (19)$$

แทนสมการที่ (18) ลงในสมการที่ (19) จะได้

$$i_o = \frac{g_m V_{in}}{sCR_x} \quad (20)$$

จากวงจรในรูปที่ 6 พบว่า จากสมการที่ (20) จะได้

$$I_{in} = \frac{g_m V_{in}}{sCR_x} \quad (21)$$

จะได้ค่าอิมพีแดนซ์อินพุตเป็น

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = s \frac{CR_x}{g_m} \quad (22)$$

จากสมการที่ (22) พบว่าเป็นเหมือนค่าอิมพีแดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำนั่นเอง ซึ่งจะได้ค่าเหนี่ยวนำเสมือน (Equivalent Inductance Value) ดังนี้

$$L_{eq} = C \frac{R_x}{g_m} \quad (20)$$

เมื่อ  $R_x = V_T / 2I_{B1}$  และ  $g_m = I_{B2} / 2V_T$  จากสมการที่ (20) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$L_{eq} = \frac{CV_T^2}{I_{B1}I_{B2}} \quad (21)$$

จากสมการที่ (21) วงจรในรูปที่ 6 ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบต่อลงกราวด์ซึ่งสามารถควบคุมค่าความเหนี่ยวนำด้วยกระแสไบแอส  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$

### สรุป

บทความนี้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำไปออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแส โดยอุปกรณ์ชนิดนี้ถูกเรียกว่า วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแส ด้วยคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมค่าความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุตและความนำถ่ายโอนที่เอาต์พุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตัวต้านทานภายนอก ส่งผลให้วงจรที่ออกแบบด้วย CCCCTA ไม่ซับซ้อนซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับนักออกแบบวงจร

### เอกสารอ้างอิง

- [1] C. Toumazou, F. J. Lidgley and D. G. Haigh. Analogue IC design: the current-mode approach, London: Peter Peregrinus, 1990.
- [2] P. Prokop, and V. Musil, “ New

modern circuit block CCTA and some its applications,” The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference - Electronics ET’2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, 93-98, 2005.

- [3] M. Siripruchyanun, W. Jaikla, “Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA): a building block for analog signal processing,” Electrical Engineering, vol. 90, pp. 443-453, 2008.
- [4] S. V. Singh, S. Maheshwari, J. Mohan, D. S. Chauhan, “Electronically tunable current mode universal biquad filter based on the CCCCTA,” International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing (ARTCOM-2009), Kottayam, kerala, India, pp. 424-429, 2009.
- [5] J. Mohan, S. Maheshwari, S. V. Singh, D. S. Chauhan, “A new TISO voltage-mode biquad filter using single CCCCTA” International conference on wireless networks & embedded systems

- (WECON-2009), pp.59-62, 2009.
- [6] S. V. Singh, S. Maheshwari, and D. S. Chauhan “Electronically tunable current/voltage mode universal biquad filter using CCCCTA,” International Journal of Recent Trends in Engineering (IJRTE), vol. 3, no. 3, pp. 71-76, 2010.
- [7] W. Jaikla, S. Siripongdee and P. Suwanjan, “MISO current-mode biquad filter with independent control of pole frequency and quality factor,” Radioengineering, vol. 21, no. 3, pp. 886-891, 2012.

## กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง The Production of high quality wood vinegar.

อรัญ ขวัญปาน<sup>1\*</sup>, ชนะกานต์ พงศาสนองกุล<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

<sup>2</sup>สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้โดยแยกตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ ซึ่งเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน ในการดำเนินการศึกษานั้นแบ่งการศึกษาเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านจากถังโลหะขนาด 200 ลิตร ขั้นตอนที่สองเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยศึกษาไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ ขั้นตอนที่สุดคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ 659 (2547) เพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้

โดยกระบวนการดังนี้ 1.จุดเตาไล่ความชื้น หรือคายความร้อน จะมีกลิ่นเหม็นกรดประเภทเมธาทอลที่อยู่ในเนื้อไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส ใส่เชื้อเพลิงต่อไป ควันมีกลิ่นเหม็นฉุน 2.การเก็บน้ำส้มควันไม้ เเผาไปอีกระยะอุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน มีค่าระหว่าง 80-85 องศาเซลเซียส ไม้ที่อยู่ในเตาจะคายความร้อนที่สะสมเอาไว้เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในเตาจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงนี้ค่อยๆ ลดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา และเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ ควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาหรือลดพื้นที่หน้าเตาประมาณ 20-30 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้าเพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิในเตาไว้ให้นานที่สุด โดยช่วงที่เหมาะสมกับการเก็บน้ำส้มควันไม้ควรมีอุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 85-120 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงที่สารในเนื้อไม้ถูกขับออกมา เมื่อควันเปลี่ยนจากควันสีเทาเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส 3.ทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ นำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังที่ไม่ใช่โลหะทรงสูง โดยทิ้งไว้ประมาณ 55-72 วัน ไม่ต้องขยับเขยื้อน เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันเบา (Light Oil) มีปริมาณบางๆ บริเวณชั้นผิวหน้า ชั้นกลางจะมีมากที่สุดเป็นของเหลวใสสีชา (Wood Vinegar) คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดเป็นของเหลวสีเข้มดำคือ น้ำมันดิน (Tar)

ผลการศึกษา พบว่า กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ สามารถเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่มีค่าความชื้นระหว่าง 21%-45% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 2.4-3.4 ค่าความความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.04-1.07 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช. 659/2547)

คำสำคัญ : น้ำส้มควันไม้

### Abstract

The objective of the research is to produce high quality wood vinegar from different types of tree, age, and moisture content of the raw wood, in a small scale incinerator. The experimental were carried out in four part. The first part was constructing the incinerator form the 200 liters metal tank. The second part was producing the wood vinegar for Three different types of wood, i.e., grapefruit tree, guava fruit tree, and mango tree. The third was pure wood vinegar. The final part was doing physical and chemical analysis. The quality of the produced wood vinegar was compared against the Thai industrial standard of wood vinegar no. 659/2547.

The process is as follows: 1. The oven moisture flue entrance temperature of about 70 – 75° C , next the fuel The smoke has a pungent odor. 2. Collecting wood vinegar burning in the mouth for some time, temperature flue 80-85° C , wood in the stove to heat it accumulated enough to keep the temperature in the oven to rise, during this gradual Reduce fuel entering the furnace Page and collecting wood vinegar. Climate by dimming control or reduce the front-burner stove page 20-30 cm<sup>3</sup>, to maintain the temperature in the oven as long as possible. Proper temperature flue collecting wood vinegar about 85 – 120° C , because as the gas in the timber is ejected. 3. Done making pure wood vinegar the wood vinegar being stored in a non-metallic tank lid about 55-72 days do not be impacted, wood vinegar settling into 3 layers, upstairs is light oil, midway is wood vinegar and below is tar.

The results showed that the wood vinegar produced from this method has moisture content of 21%-45%, pH in the range of 2.4 to 3.4, and the specific gravity between 1.0 to 1.07. The physical and chemical properties of the wood vinegar from this research are complied with Thai industrial standard of wood vinegar no.659/2547.

**Keywords :** wood vinegar

## บทนำ

น้ำส้มควันไม้ หรือ ควันที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงที่ไม่กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านเมื่อทำให้เย็นลงจนควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของเหลวที่ได้นี้เรียกว่า น้ำส้มควันไม้ มีกลิ่นไหม้ ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติกมีความเป็นกรดต่ำ มีสีน้ำตาลแกมแดง นำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ทิ้งไว้ในภาชนะพลาสติกประมาณ 3 เดือนในที่ร่ม ไม่สัมผัสเทือนเพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ที่ได้ตกตะกอนและแยกตัวเป็น 3 ชั้น คือ น้ำมันเบา (ลอยอยู่ผิวน้ำ) น้ำส้มไม้ และน้ำมันทาร์ (ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง) แยกน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป น้ำส้มควันไม้ จัดเป็นสารอินทรีย์ที่มีประโยชน์หลากหลายประการ เช่น ไล่แมลง ศัตรูพืช กำจัดปลวก กำจัดเห็บ ลิ่น ไร ในสัตว์เลี้ยง ปรับปรุงดิน ให้ธาตุอาหารพืชในการเกษตร แต่การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้นี้ยังมีข้อมูลทางวิชาการจำนวนน้อย แต่ผู้นำไปใช้เกือบทั้งหมดบอกว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งข้อมูลด้านการใช้วัตถุดิบ (ไม้) ที่นำมาเผา ยังไม่มีผู้ศึกษาว่าการใช้ไม้ชนิดใด แบบใด ขนาดเท่าใด จึงให้ผลผลิตที่ดี น้ำส้มควันไม้ในปัจจุบันจัดการซื้อขายแบบง่าย ๆ ไม่มีบรรจุภัณฑ์ที่เด่นชัด ไม่มีการประยุกต์ไปใช้ประโยชน์แบบอื่นๆ ดังนั้น หากมีการพัฒนาด้านการศึกษาการใช้ประโยชน์ และพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะสามารถสร้างรายได้แก่กลุ่มผู้ผลิตได้มากขึ้นและต่อเนื่องจนให้เกิดเป็นการผลิตที่เป็นอาชีพหลัก หรือเป็นรายได้หลักของครัวเรือนต่อไปได้

จังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อการเกษตรกรรม

ไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ส้มโอ ฝรั่ง ชมพู มะม่วง และมะพร้าวน้ำหอม โดยเฉพาะส้มโอ และมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งในปัจจุบันนี้พบปัญหาว่าอำเภอด่างๆ ที่ปลูกพืชผล จะมีวัตถุดิบที่เป็นกิ่งไม้ จำนวนมากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กิ่งไม้เหล่านี้ได้จากการตัดแต่งกิ่งเป็นส่วนใหญ่ โดยในแต่ละรอบของการตัดแต่งกิ่งไม้ผล จะได้กิ่งไม้ที่ไม่ใช่ประโยชน์เป็นจำนวนมาก มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลือก็จะกองทิ้งไว้จนแห้งระหว่างนั้นก็จะเกิดปัญหาการเน่าเปื่อย และเมื่อแห้งแล้วกิ่งไม้ส่วนนี้ก็จะถูกเผาทิ้งจนกลายเป็นมลภาวะทางอากาศ จากวัตถุดิบดังกล่าวจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นถ่านและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในครัวเรือนหรือสามารถผลิตขายเป็นรายได้เสริม ซึ่งต้นทุนในการก่อสร้างเตาเพียง 900-2,000 บาท แต่สามารถใช้งานได้นับร้อยครั้ง และที่สำคัญอีกประการคือสามารถลดปัญหาของกิ่งพันธุ์ที่มีจำนวนมาก ที่ก่อให้เกิดการเน่าเปื่อย เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์มีพิษ และก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า ในการนำเอากิ่งไม้เหลือทิ้งจากการเกษตรมาเผาเป็นถ่านได้ใช้ในครัวเรือนและผลิตน้ำส้มควันไม้ ในขณะเดียวกันก็มาบูรณาการในการเรียนการสอนและนำความรู้จากการวิจัยมาบริการชุมชน เพื่อให้การบริหารจัดการเรียนการสอน งานวิจัยและการบริการวิชาการแก่สังคมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อสนับสนุนพันธกิจตามแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย จึงดำเนินโครงการผลิตน้ำส้มควัน



ไม้จากเตาเผาถ่าน ให้กับเกษตรกรในชุมชน อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม โดยการให้ความรู้เชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดเทคโนโลยี นำไปสู่การปฏิบัติได้จริงในพื้นที่

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิดอายุ และความชื้นของเนื้อไม้

2. เพื่อเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในการศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ ตลอดจนจนถึงการอบรมให้ความรู้แก่ชุมชน เป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน โดยจะดำเนินโครงการสร้างเตาเผาในพื้นที่ชุมชนในการเก็บตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์ผลตัวอย่างการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) โดยการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ และทางเคมี

### 1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 เครื่องมือสำหรับสร้างเตาเผาถ่าน

1.1.1 ถังน้ำมัน 200 ลิตร 1 ถัง เลือกชนิดที่มีฝาเปิด-ปิด แบบมีตัวล็อก จะทำให้สะดวกในการทำไม่ต้องตัดฝาเพื่อเชื่อมใหม่อาจเลือกใช้ถังไซสบู มีขายทั่วไปดีกว่าถังน้ำมันซึ่งบางกว่า ปกติขายใบละ 500-700 บาท

1.1.2 ท่อไยหิน เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 – 1.5 เมตร 1 ท่อ สำหรับใช้ทำเป็นปล่องควันในการเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.3 ไม้ไผ่เจาะทะลุปล้อง ตัดปากเฉียง 45 องศา ด้านหนึ่ง วัดห่างจากปากด้านข้างเจาะรูด้วยเลื่อย กว้าง 2 เซนติเมตร ไขว้รองน้ำส้มควันไม้

1.1.4 ข้องไยหิน 90 องศา เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับเชื่อมต่อระหว่างตัวเตากับท่อไยหินที่เป็นปล่องควัน

1.1.5 ข้องไยหิน 45 องศา เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับเชื่อมต่อระหว่างปล่องควันจากตัวเตากับท่อไผ่

1.1.6 อีฐบล็อก ปูนทราย สำหรับก่อผนังเตาปิดถึง 200 ลิตร

1.1.7 ดินหรือทราย สำหรับทำฉนวนหุ้มรอบเตาระหว่างถังโลหะ 200 ลิตร กับผนังเตาที่ก่อด้วยอิฐบล็อก

1.1.8 ผ้าหนาหรือกระสอบป่าน สำหรับพันรอบกระบอกไม้ไผ่ตอนเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.9 ขวดน้ำตัดปาก สำหรับใส่น้ำส้มควันไม้ตอนเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.10 เทอโมคัมเบล สำหรับวัดอุณหภูมิของเตา

1.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำส้มควันไม้

1.2.1 เครื่องวัดความชื้นของไม้

1.2.2 อุปกรณ์วัดค่า pH

1.2.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ

## 2. วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านเพื่อเตรียมน้ำส้มควันไม้ ขั้นตอนที่สองจะเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.1 การสร้างเตาเผาถ่าน

2.1.1 นำถังโลหะ 200 ลิตร ฝาเปิดด้านบน เจาะเป็นรูสี่เหลี่ยม 20x20 เซนติเมตร ส่วนด้านบนถึงให้เจาะรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 4 นิ้ว เล็กน้อยเพื่อให้ใส่ช่องโหว่ได้สะดวก

2.1.2 ปรับพื้นที่ที่จะตั้งเตาให้ได้ระดับ แน่น และเรียบ

2.1.3 นำถังน้ำมันมาวางนอนให้รูกลมท้ายเตาอยู่ด้านล่าง และหาไม้หนุนด้านหน้าเตา (ฝาเปิดด้านบนถึง) สูงกว่าเล็กน้อยเพื่อช่วยเรื่องการระบายน้ำและการไหลเวียนของอากาศดีขึ้น

2.1.4 วัดระยะห่างออกจากตัวถัง 3 ด้าน (ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง) ข้างละ 20 เซนติเมตร เพื่อก่ออิฐทำผนังเตา

2.1.5 ประกอบผนังด้วยอิฐบล็อก และฉาบผิว ดังรูปที่ 1 (ก)



รูปที่ 1 (ก) แสดงการก่อผนังเตา



รูปที่ 1 (ข) แสดงการประกอบข้อต่อ

2.1.6 ประกอบช่องอโยหินที่รูกลมด้านท้ายเตา (ช่องอให้เจาะรู 1 นิ้ว มุมฉากด้านนอก เพื่อใช้ระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นของควันในท่อโยหินที่ไหลย้อนกลับมาจากปล่องควัน) เพื่อทำเป็นปล่องควัน ใช้ดินเหนียว ชั่งข้าวแกลบ ผสมให้เข้ากันจนเหนียวผสมทรายรยต่อระหว่างช่องอกับถัง ได้ระดับแล้วก็ตอกไม้หลักกั้นไม่ให้ช่องอถอยออก ดังรูปที่ 1 (ข)

2.1.7 นำท่อโยหินต่อบนช่องอท้ายเตาให้ตรงแล้วผสมทรายรยต่อ (วัสดุเช่นเดียวกับข้อ 2.1.6) ควรใช้ลวดผูกท่อโยหินกับไม้หลักไว้ไม่ให้เคลื่อน ควรผสมทรายรยต่อด้านในถึงกับช่องอ

โยหินด้วย ปิดผนังด้านท้ายเตาด้วยการตอกหลักห่างจากท้ายเตา 10-15 เซนติเมตร ตักทรายหยาบถมระหว่างผนังทั้ง 3 ด้านให้เต็มเพื่อเป็นการสะสมความร้อนทำให้หยัดเชื้อเพลิง

## 2.2 การเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้

2.2.1 การเตรียมไม้ ฟืน ก่อนอื่นต้องเตรียมไม้ฟืนโดยใช้ไม้ที่ตัดไว้ไม่เกินกว่า 10-30 วัน ขนาดที่เหมาะสมสำหรับเตาขนาดนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 นิ้ว ความยาวที่เหมาะสม 65 เซนติเมตร และแยกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่

| คุณสมบัติเตา      | ไม้ส้มโอ | ไม้ฝรั่ง | ไม้มะม่วง |
|-------------------|----------|----------|-----------|
| ตากทิ้งไม้ 10 วัน |          |          |           |
| ความชื้นก่อนเผา   | 40%      | 45%      | 37%       |
| ปริมาณของถ่าน     | 32%      | 25%      | 21%       |
| ตากทิ้งไม้ 20 วัน |          |          |           |
| ความชื้นก่อนเผา   | 37%      | 35%      | 31%       |
| ปริมาณของถ่าน     | 39%      | 42%      | 40%       |
| ตากทิ้งไม้ 30 วัน |          |          |           |
| ความชื้นก่อนเผา   | 27%      | 24%      | 21%       |
| ปริมาณของถ่าน     | 37%      | 45%      | 41%       |

2.2.2 การจัดเรียงไม้ ในการจัดเรียงไม้เพื่อเตรียมเผานั้น จะใช้ไม้ทั้ง 3 ขนาด โดยนำไม้ขนาดเล็กเข้าเริ่มเรียงในแนวนอน และให้ส่วนปลายไม้ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าหันไปทางท้ายเตา เพราะอุณหภูมิในเตาจะไม่เท่ากัน ด้านหน้าอุณหภูมิจะสูงกว่าด้านหลัง การจัดเรียงวิธีนี้จะทำให้ไม้เป็นถ่านพร้อมกันทั้งท่อน เมื่อจัดเรียงไม้ขนาดเล็กได้ประมาณ 1/3 ของเตาแล้วจึงเปลี่ยนเป็นจัดเรียงไม้ขนาดกลางต่อ จัดเรียงในลักษณะเดียวกันได้ประมาณ 1/3 ของเตาแล้วจึงเปลี่ยนเป็นจัดเรียงไม้ขนาดใหญ่ต่อ สาเหตุที่ต้องจัดเรียงไม้ขนาดใหญ่ไว้ส่วนบนของเตานั้น เป็นเพราะว่าอุณหภูมิส่วนบนของเตาจะสูงกว่า ส่วนกลางเตาและส่วนล่างของเตา จะทำให้ไม้เป็นถ่านได้พร้อมกันทั้ง 3 ขนาด เมื่อจัดเรียงไม้เต็มเตาแล้วจึงปิดฝาเตาและ ล็อกฝาเตาให้แน่น ดังรูปที่ 2



ดังรูปที่ 2 แสดงการจัดเรียงไม้และการปิดฝาเตา

2.2.3 การติดเตา ใช้เชื้อเพลิงแห้งที่หาได้ในพื้นที่ เช่น ฟาง เศษหญ้า กิ่งไม้เล็กๆ แล้วเริ่มจุดไฟหน้าเตา โดยการป้อนเชื้อเพลิงทีละน้อยเพื่อให้ความร้อนสะสมในเตาและค่อยๆ ไล่ความชื้นออกจากเตา ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง แต่ก็จะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และความชื้นของไม้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเผาไล่ความชื้นและการเก็บน้ำส้มควันไม้

2.2.4 ขั้นตอนการเผาลาน ทำการเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด ตามตารางที่ 1 โดยเผาไม้แต่ละชนิดตามความชื้นที่ต่างกัน รวมเผาชนิดละ 3 ครั้ง คือ เผาที่ความชื้น 10 วัน 20 วัน และ 30 วัน รวมทั้ง 3 ชนิดแล้วเผาเป็นจำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งที่เผามีกระบวนการเผาดังนี้

1) ช่วงที่ 1 ไล่ความชื้น หรือคายความร้อน เริ่มจุดไฟเตา บริเวณที่อยู่หน้าเตา ใส่เชื้อเพลิงให้ความร้อนกระจายเข้าสู่เตา เพื่อไล่อากาศเย็นและความชื้นที่อยู่ในเตาและในเนื้อไม้ ควันที่ออกมาจากปล่องควันจะเป็นสีขาว

ควันจะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นกลิ่นของกรดประเภทเมธาทอลที่อยู่ในเนื้อไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70 - 75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ใส่เชื้อเพลิงต่อไป ควันสีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้น อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส ควันมีกลิ่นเหม็นฉุน

2) ช่วงที่ 2 เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน หรือ ปฏิกริยาคลายความร้อน เมื่อเผาไป



อีกระยะหนึ่ง ควันสีขาวจะเริ่มบางลง และเปลี่ยนเป็นสีเทา อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส ไม้ที่อยู่ในเตาจะคายความร้อนที่สะสมเอาไว้ เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในเตาจะเพิ่มสูงขึ้น ในช่วงนี้ค่อยๆ ลดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตาจนหยุดการป้อนเชื้อเพลิง และเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ หลังจากการหยุดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา จะต้องควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาหรือลดพื้นที่หน้าเตาลงให้เหลือช่องพื้นที่หน้าเตา ประมาณ 20-30 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้า เพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิในเตาไว้ให้นานที่สุด และยืดระยะเวลาการเก็บน้ำส้มควันไม้ให้นานที่สุด โดยช่วงที่เหมาะสมกับการเก็บน้ำส้มควันไม้ควรมีอุณหภูมิ บริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 85-120 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงที่สารในเนื้อไม้ถูกขับออกมา เมื่อควันเปลี่ยนจากควันสีเทาเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 400-450 องศาเซลเซียส

เก็บน้ำส้มควันไม้นั้นให้นำไม้ไฟที่เตรียมไว้ ประกอบเข้ากับท่อโยหินอาจจะสวมไม้พอตีมักจะหลวมจะต้องใช้ดินเหนียวผสมขี้ข้าวและกลบอัดปิดให้แน่น ( ไม้ไฟเจาะทะลุปล่องตัดปากเฉียง 45 องศา ด้านหนึ่งวัดห่างจากปากเจาะรูกว้าง 2 เซนติเมตร ไว้ร่อนน้ำส้มควันไม้ )

3)ช่วงที่ 3 ช่วงทำถ่านให้บริสุทธิ์ ขั้นตอนนี้เป็นช่วงที่จะเปลี่ยนเป็นถ่าน ต้องทำการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยการ

เปิดหน้าเตา ประมาณ 1 ใน 3 ของหน้าเตาทั้งไว้ ประมาณ 30 นาที เมื่อควันสีน้ำเงิน เป็นสีฟ้า แสดงว่าไม้เริ่มเป็นถ่านใกล้หมดจากนั้นควันสีฟ้าอ่อนลงและจะกลายเป็นควันสีเทา เมื่อมีควันสีเริ่มทำการปิดหน้าเตา โดยใช้ดินเหนียวผสมขี้ข้าวปิดรอยรั่วและรอยต่อ จากนั้นทำการปิดปล่องควันให้สนิทและอุดรูรั่วทั้งหมด ไม่ให้อากาศภายนอกผ่านเข้าไปได้

4)ช่วงที่ 4 ช่วงทำการให้ถ่านในเตาเย็นลง กลิ้งดินบนเตาออกให้เห็นหลังเตา เพื่อระบายความร้อนในเตา จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน หรือประมาณ 8 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย เพื่อให้ถ่านดับสนิท แล้วจึงเริ่มการเปิดเตาเพื่อนำถ่านออกจากเตา และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### 2.3การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ดังนั้นจึงต้องทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ซึ่งทำได้คือการปล่อยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูง หรือขวดน้ำ ภาชนะที่ไม่ใช่โลหะ มีความสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า ไม่ต้องขยับเขยื้อน โดยทิ้งไว้ประมาณ 50 วัน เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันเบา (Light Oil) มีปริมาณ บางๆ บริเวณชั้นผิวหน้า ชั้นกลางจะมีมากที่สุด เป็นของเหลวใสสีชา (Wood Vinegar) คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดเป็นของเหลวสีขุ่นดำคือน้ำมันดิน (Tar)

### 2.4การทดสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้

หลังจากตกตะกอนจนครบกำหนดแล้ว นำน้ำส้มควันไม้มารองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้า

กรอง แล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ ต้องมีน้ำมันดินไม่เกิน 1% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ง่ายโดยดูความใส หากมีน้ำมันดินเกิน 1% น้ำส้มควันไม้จะขุ่นและมีสีดำ น้ำส้มควันไม้ที่ดีจะมีลักษณะใสสีขาวหรือน้ำตาลแดง แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ หลังแยกน้ำมันดินออกแล้วจะมีลักษณะใสสีขาว

การทดสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้ โดยการวัดค่าความเป็นกรด ความถ่วงจำเพาะเพื่อให้แน่ใจว่านำไปใช้โดยเจือจางตามสัดส่วนมาตรฐานแล้วได้ผลตามต้องการ ตรวจค่าความเป็นกรดด้วย pH Meter นำน้ำส้มควันไม้เทใส่แก้วใส ค่ามาตรฐานจะอยู่ที่ pH 2.8-3.7 ตรวจค่าความถ่วงจำเพาะใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 1.005 ค่าที่เหมาะสมโดยใช้ประโยชน์ทางเกษตรอยู่ที่ประมาณ 1.005-1.024 การทดสอบคุณภาพนั้นจำเป็นมากถ้าเก็บน้ำส้มควันไม้แล้วไม่ได้ค่าความเป็นกรดต่าง หรือความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสม เมื่อนำไปใช้ในสัดส่วนที่ทดสอบไว้ก็จะไม่ได้ผลตามนั้น

## ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอรายงานผลการวิจัยในครั้งนี้ของการได้มาซึ่งข้อมูลการทดลองคือ กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ เพื่อเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือนของผู้เข้าร่วมโครงการดังนี้

1.กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ พบว่า ไม้ส้มโอ ความชื้นก่อนเผา 27%-40% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 660-820 มิลลิลิตร ไม้ฝรั่ง ความชื้นก่อนเผา 24%-45% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 620-890 มิลลิลิตร และไม้มะม่วง ความชื้นก่อนเผา 21%-37% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 610-750 มิลลิลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการเผาไม้

| คุณสมบัติเตา                                                                                        | ไม้ส้มโอ                                    | ไม้ฝรั่ง                                    | ไม้มะม่วง                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| ตากทั้งไม้ 10 วัน<br>ความชื้นก่อนเผา<br>ปริมาณของถ่าน<br>ปริมาณของน้ำส้มควันไม้<br>ระยะเวลาในการเผา | 40%<br>32%<br>820 มิลลิลิตร<br>6.30 ชั่วโมง | 45%<br>25%<br>890 มิลลิลิตร<br>6.30 ชั่วโมง | 37%<br>21%<br>750 มิลลิลิตร<br>6 ชั่วโมง |
| ตากทั้งไม้ 20 วัน<br>ความชื้นก่อนเผา<br>ปริมาณของถ่าน<br>ปริมาณของน้ำส้มควันไม้<br>ระยะเวลาในการเผา | 37%<br>39%<br>730 มิลลิลิตร<br>5.30 ชั่วโมง | 35%<br>42%<br>620 มิลลิลิตร<br>5 ชั่วโมง    | 31%<br>40%<br>670 มิลลิลิตร<br>5 ชั่วโมง |
| ตากทั้งไม้ 30 วัน<br>ความชื้นก่อนเผา<br>ปริมาณของถ่าน<br>ปริมาณของน้ำส้มควันไม้<br>ระยะเวลาในการเผา | 27%<br>37%<br>660 มิลลิลิตร<br>5 ชั่วโมง    | 24%<br>45%<br>630 มิลลิลิตร<br>5 ชั่วโมง    | 21%<br>41%<br>610 มิลลิลิตร<br>5 ชั่วโมง |

## 2. คุณภาพของน้ำส้มควันไม้

การเผาไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง จะมีระยะเวลาในการแยกชั้นขนาน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นๆ นั้นพบว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของคุณภาพน้ำส้มควันไม้

| คุณสมบัติทางกายภาพ | ไม้ส้มโอ | ไม้ฝรั่ง | ไม้มะม่วง | มาตรฐาน           |
|--------------------|----------|----------|-----------|-------------------|
| ตากทิ้งไม้ 10 วัน  |          |          |           |                   |
| การแยกชั้น         | 62       | 55       | 72        | ไม่กำหนด          |
| กรด-ด่าง           | 3.2      | 2.4      | 2.9       | 2.8-3.7           |
| ความถ่วงจำเพาะ     | 1.02     | 1.07     | 1.01      | ไม่น้อยกว่า 1.001 |
| ตากทิ้งไม้ 20 วัน  |          |          |           |                   |
| การแยกชั้น         | 58       | 60       | 65        | ไม่กำหนด          |
| กรด-ด่าง           | 3.2      | 2.7      | 3.4       | 2.8-3.7           |
| ความถ่วงจำเพาะ     | 1.01     | 1.05     | 1.02      | ไม่น้อยกว่า 1.001 |
| ตากทิ้งไม้ 30 วัน  |          |          |           |                   |
| การแยกชั้น         | 62       | 60       | 64        | ไม่กำหนด          |
| กรด-ด่าง           | 2.4      | 3.2      | 2.8       | 2.8-3.7           |
| ความถ่วงจำเพาะ     | 1.02     | 1.04     | 1.01      | ไม่น้อยกว่า 1.001 |

### สรุปและอภิปรายผล

1.เตาเผาถ่านสามารถใช้ในการเผาไม้ที่มีค่าความชื้นสูงระหว่าง 21%-45% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพของไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง เมื่อนำมาเผาแล้วจะได้ปริมาณถ่านที่แตกต่างกัน ตากไว้นาน 30 วัน จะได้ปริมาณถ่านมากที่สุด 37% - 45% และจะให้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งไม้ที่ตัดตากทิ้งไว้ 10 วัน จะได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้มากที่สุดเนื่องจากความชื้นในเนื้อไม้ โดยพบว่าไม้ที่มีความชื้นมากจะเก็บน้ำส้มควันไม้ได้มากกว่าไม้ที่มีความชื้นน้อยจะได้ปริมาณน้ำส้มควัน 750-890 มิลลิลิตร ต่อการเผา 1 ครั้ง และใช้เวลาในการเผามากกว่าไม้ที่มี

ความชื้นน้อยกว่าโดยใช้เวลาการเผา 6-6.30 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2

2.คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มควันไม้แล้ว สามารถอธิบายลักษณะทางกายภาพและทางเคมีได้ดังนี้

2.1น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากการเผา ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ได้จากควันกระทบกับท่อไม้ไผ่เกิดการควบแน่นเป็นของเหลวที่เรียกว่าน้ำส้มควันไม้ และเมื่อตั้งของเหลวทิ้งไว้ 55-72 วัน ระยะเวลาดังกล่าวจะอยู่ในช่วงไหนจะขึ้นอยู่กับชนิด และความชื้นของไม้ เมื่อตกตะกอนจะแบ่งเป็น 3 ชั้น น้ำส้มควันไม้

จะอยู่ชั้นกลาง สามารถนำไปใช้ในการเกษตร  
ปศุสัตว์ อุตสาหกรรมและครัวเรือน เพราะ  
คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ได้เป็นไปตาม  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

2.2 ใช้มือโบกกลิ่นน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3  
ชนิด ที่ผลิตจากการเผาไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้  
มะม่วง เพื่อดมจะได้กลิ่น ปรากฏว่าน้ำส้มควันไม้  
นั้นมันกลิ่นเหมือนควันไฟ ตรงตาม ลักษณะของ  
น้ำส้มควันไม้ทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับจรรยา  
คุณากาญจน์ (2550, หน้า 64) กล่าวไว้ และตรง  
กันมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ  
(มผช.659/2547)

2.3 สีของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด  
เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนและน้ำตาลอ่อน  
สอดคล้องกับสุนันท์ วิทิตสิริ (2551, หน้า 83)  
นอกจากนี้สีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตก  
ตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอมหรือมีสารแขวนลอย  
และทดสอบการเปลี่ยนสี โดยเปิดฝาดูอย่าง  
น้ำส้มควันไม้ที่ไม่เคยเปิดฝามาก่อน ตั้งทิ้งไว้ให้  
โดนแสงแดดและอากาศไม่น้อยกว่า 30 นาที  
แล้วตรวจพินิจ ปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสี ตรงตาม  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ  
(มผช.659/2547)

2.4 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำส้ม  
ควันไม้ พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำส้มควัน  
ไม้ทั้ง 3 ชนิด อยู่ในช่วง 2.4-3.4 ซึ่งอยู่ในสภาวะ  
ความเป็นกรดสูง ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช.659/2547) ที่  
กำหนดให้ความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง  
2.8 ถึง 3.7 ระยะเวลาการตากไม้ และชนิดของ  
ไม้จะมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำส้มควันไม้

2.5 ความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควัน  
ไม้ โดยใช้เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ พบว่า  
ความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มี  
ค่าอยู่ในช่วง 1.01-1.07 ซึ่งสอดคล้องกับสุนันท์  
วิทิตสิริ (2551, หน้า 84) ได้ค่า 1.01-1.03 และ  
ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้  
ดิบ (มผช.659/2547) ที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อย  
กว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3. คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ คุณสมบัติ  
ทางกายภาพและทางเคมี เมื่อตรวจสอบ  
คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยพิจารณา  
ถึงชนิดของไม้ และความชื้นของไม้ กับคุณภาพ  
ของน้ำส้มควันไม้ สามารถอธิบายลักษณะทาง  
กายภาพและทางเคมีได้ดังนี้

3.1 การแยกชั้นของน้ำส้มควันไม้แยก  
ตามชนิดของไม้ การเผาไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้  
10-30 วัน ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้  
มะม่วง จะมีระยะเวลาในการแยกชั้นของน้ำส้ม  
ควันไม้ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ อายุ  
และความชื้นในเนื้อไม้ โดยไม้มะม่วงจะใช้เวลา  
ในการแยกชั้นมากกว่าไม้อื่น 2 ชนิด โดยใช้เวลา  
64-72 วัน

3.2 การแยกชั้นของน้ำส้มควันไม้แยก  
ตามความชื้นของไม้ เวลาในการแยกชั้นของ  
น้ำส้มควันไม้ ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และ  
ไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน  
เมื่อนำมาเผาแล้วจะใช้ระยะเวลาในการแยกชั้น  
น้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย อาจจะ  
เป็นเพราะว่าในการตากแดดนั้นแสงแดดจะคอย  
ให้ความร้อนแก่เนื้อไม้ มีการถ่ายเทอากาศตาม  
ธรรมชาติ ความชื้นในเนื้อไม้ค่อยๆ ระเหยออก



มาอย่างช้าๆ ในทางกลับกันไม้ที่ใช้เวลาตากน้อย หากเนื้อไม้มีความชื้นสูง ในขณะที่เผาอุณหภูมิในการเผาจะสูงกว่าความร้อนจากดวงอาทิตย์ และอยู่ในสภาพถูกควบคุมอากาศ การระเหยความชื้นจึงเป็นลักษณะเชิงบังคับและใช้เวลาแค่สั้นๆ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างทางเคมีในน้ำส้มควันไม้เกิดขึ้นแตกต่างกัน การแยกชั้นน้ำส้มควันไม้จึงใช้เวลาต่างกัน

3.3ระดับความเป็นกรด-ด่าง ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน เมื่อนำมาเผาแล้วจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อไม้และความชื้นในเนื้อไม้ อาจจะเป็นเพราะระดับความชื้นที่ต่างกันของเนื้อไม้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนจากการเผาโดยจำกัดเรื่องของอากาศเข้า

3.4ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน เมื่อนำมาเผาแล้วจะมีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ความชื้นของไม้ มีผลทำให้ ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้มีค่าแตกต่างกันโดยที่ไม้ฝรั่งจะให้ค่าความความถ่วงจำเพาะมากกว่าไม้อีก 2 ชนิด ค่าความความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.04-1.07 ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำ ส้ม ค วั น ไม้ ดิบ (มผช.659/2547) ที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

## เอกสารอ้างอิง

- จิระพงษ์ คูหากาญจน์. (2550) **คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้**. กรุงเทพมหานคร. เกษตรกรรมธรรมชาติ.
- จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ วรสร โพธิ์ทอง และกวินธิดา อธิกิจไพบูลย์ (ม.ป.ป.). (2550). **การศึกษาเบื้องต้นเพื่อประเมินคุณลักษณะน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา**. สงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เทคโนโลยีที่เหมาะสม, สมาคม. (2549). **คู่มือเตาเผาถ่าน 200 ลิตร**. กรุงเทพมหานคร. พิษณุเศษพรินทร์ เซ็นเตอร์.
- บทความ เรื่องเตาเผาถ่าน. ออนไลน์. [เดือนตุลาคม 2554] <http://www.planeenergy.co.th/node/38>
- บทความ เรื่องน้ำส้มควันไม้. ออนไลน์. เดือนตุลาคม 2554 เวลาประมาณ 23.00น. [http://www.fisheries.go.th/cf-kung\\_krabaen/agricul1.htm](http://www.fisheries.go.th/cf-kung_krabaen/agricul1.htm)
- บทความ เรื่อง sun flower น้ำส้มควันไม้ เอนกประสงค์. เดือน ธันวาคม 2554 เวลาประมาณ 23.00 น. <http://www.nsam2006.com/index.asp?&title=Home+Page>
- ประกิตต์ โกะสูงเนิน. (2554). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้และถ่านไม้ที่ได้จากเตาอบถ่านไม้แบบถัง 200 ลิตร**, มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่

เฉลิมพระเกียรติ.

ปรีชา เกียรติกระจาย. (2559). โครงการศึกษา  
ทดสอบการผลิตและการใช้  
ประโยชน์น้ำส้มควันไม้.

**วารสารเกษตรกรรม ธรรมชาติ.**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน  
น้ำส้มควันไม้ ดิบ.659.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน  
น้ำส้มควันไม้ กลั่น.660.

สุชาดา อินทะศรี. น้ำส้มควันไม้เพื่อเกษตรกรรม  
อินทรีย์. 2548 เวลาประมาณ 23.00 น.  
<http://www.ata.or.th/>

## การทดสอบระบบยืนยันตัวตนอัตโนมัติโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ Automatic Authentication System Experiment using Javascript

อภิสิทธิ์ รัตนตราณรักษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### บทคัดย่อ

ในบทความนี้กล่าวถึงการยืนยันตัวตนเพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ในการสั่งให้การทำงานอัตโนมัติ ปกติแล้วการยืนยันตัวตนส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาในการเข้าระบบที่ถูกจำกัดไว้ ทำให้บางครั้งการทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตต้องหยุดชะงักลง บทความนี้เริ่มต้นจากการวิเคราะห์หน้าจอเพื่อเข้ารหัสโดยใช้เครื่องมือของนักพัฒนาของบราวเซอร์ จากนั้นจึงเริ่มพัฒนาโดยการนำเอาส่วนเสริมที่ชื่อว่ากรีนมังก์ เข้ามาใช้ในการเรียกใช้สคริปต์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ถัดจากนั้นพัฒนาสคริปต์ที่เขียนขึ้นให้เหมาะสมกับหน้าที่วิเคราะห์ไว้ และทดสอบการทำงาน โดยนำสคริปต์ที่พัฒนาไปทดสอบในการดาวน์โหลดและอัปโหลดไฟล์ขนาดที่ต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบดังกล่าวสามารถดาวน์โหลดและอัปโหลดไฟล์ได้อย่างสมบูรณ์มากกว่าร้อยละ 94 และร้อยละ 96 บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 และลินุกซ์ ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** การยืนยันตัวตน, จาวาสคริปต์, อินเทอร์เน็ต, เว็บฟอร์ม

### Abstract

This paper shows the methods that used to authenticate using Javascript language automatically. Generally, there is a limited time. Therefore, working through the internet is interrupted. This paper starts with analysis the web page for authenticate using developer tools of browser. Next, the scripts are developed using plugins called Greasemonkey to execute our scripts. After that, scripts will be developed and tested in that page. This experiment is tested by downloading and uploading different size of files. The results show that this system can download and upload 94% and 96% completely on Windows 7 and Linux, respectively.

**Keywords :** Authentication, Javascript, Internet, Web forms

## บทนำ

ทุกวันนี้เทคโนโลยีเว็บเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคนมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการค้นหาข้อมูล การทำธุรกรรมทางการเงิน งานเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ ล้วนแล้วแต่ถูกดัดแปลงเข้ามายังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และถูกนำขึ้นสู่ระบบอินเทอร์เน็ตกันมากยิ่งขึ้น สิ่งนี้ทำให้ความสำคัญของเทคโนโลยีดังกล่าวมีสูงขึ้น

เมื่อปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตมีสูงมากขึ้น จึงทำให้เกิดภัยคุกคามทางอินเทอร์เน็ต ทำให้ต้องมีการประกาศและบังคับใช้พระราชบัญญัติคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเก็บข้อมูลการจราจรทางคอมพิวเตอร์ โดยต้องระบุถึงตัวตนผู้ใช้ด้วย เพื่อให้สามารถตรวจสอบและหาตัวผู้กระทำความผิดทางคอมพิวเตอร์ หากเกิดปัญหาภัยคุกคามทางอินเทอร์เน็ต

การยืนยันตน (Authentication) นั้น จะต้องมีการสร้างเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการยืนยันตน โดยที่ผู้ใช้งานจะต้องมีรหัสผู้ใช้ (User name) และรหัสผ่าน (Password) เพื่อเข้าสู่ระบบก่อนการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยเมื่อผู้ใช้งานกรอกรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านแล้ว ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะเปิดให้ใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยการยืนยันตนนั้นจะมีการจำกัดเวลาเข้าใช้งาน เมื่อเวลาหมดลงผู้ใช้งานจะต้องทำการกรอกรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ซึ่งทำให้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหยุดลง ส่งผลให้ธุรกรรมบนอินเทอร์เน็ต การดาวน์โหลด อัปโหลดไฟล์ ของผู้ใช้ต้องหยุดตามไปด้วย ซึ่งสิ่งนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้

## เกิดงานวิจัยฉบับนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ เช่น กรีสมังก์กี้ (Grease Monkey) (Aaron Boodman, 2548) เป็นส่วนเสริมของบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์ (Firefox) (Mozilla Foundation, 2545) โดยต้องติดตั้งไฟร์ฟอกซ์ก่อน ถัดจากนั้นจึงติดตั้งส่วนเสริมเพิ่มเติม เมื่อติดตั้งส่วนเสริมเรียบร้อยแล้ว นักพัฒนาสามารถนำเอาโปรแกรมภาษาจาวาสคริปต์ เข้ามาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบราวเซอร์ได้ ซึ่งสามารถนำเอาไปใช้ได้หลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาบอท (Bot) ซึ่งจะช่วยทำงานแทนผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นในการทำงาน

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ภาษาจาวาสคริปต์ (Paul Wilton et al, 2553) เป็นภาษาสคริปต์ที่ทำให้นักพัฒนาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันซึ่งทำให้สามารถทำให้วัตถุบนหน้าเว็บเคลื่อนไหวตอบสนองกับผู้ใช้งาน และทำงานได้เอง สิ่งนี้เป็นการเพิ่มประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้ที่เข้ามาใช้งานอินเทอร์เน็ตบนหน้าเว็บ ซึ่งภาษานี้สามารถทำได้กับบราวเซอร์หลายชนิด ทำให้เป็นที่นิยมในการใช้งานของนักพัฒนาอย่างมหาศาล และเป็นที่ยอมรับอย่างรวดเร็ว

งานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสบนเว็บ (Joseph Bonneau, 2543) โดยงานนี้จะวิเคราะห์ถึงการเข้ารหัสบนหน้าเว็บ และการใช้ OpenID (Recordon, D., Reed, D, 2549) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเข้ารหัสครั้งเดียว ซึ่งทำให้สามารถเข้ารหัสได้ทุก

โปรแกรม และบนหน้าเว็บ โดยใช้โปรแกรมติดตั้งบนคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้ยังมีการนำเอากริสมังก์ก็ไปเชื่อมโยงเว็บไซต์ (Nigel McFarlane, 2548) ได้นำเอากริสมังก์ก็เข้าไปใช้ในการจัดการเว็บไซต์เพื่อความสะดวกในการพัฒนาเว็บไซต์และทำให้นักพัฒนาสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

มีงานที่มีการใช้สคริปต์มาใช้งานร่วมกับกริสมังก์ก็ โดยการนำเอาไปประยุกต์ใช้กับส่วนติดต่อ (Oscar et al., 2553) โดยสคริปต์ที่สร้างขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพนั้นมาจากหลายนักพัฒนา ซึ่งทำให้มีการปรับปรุงได้ยาก เพื่อความสะดวกจึงนำเอากริสมังก์ก็เข้ามาใช้เพื่อให้การจัดการสคริปต์นั้นสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยเรื่องวิธีการและอุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้ใช้ใส่ข้อความลงในเว็บฟอรัมด้วยข้อมูลของผู้ใช้ (Winckler, Macro, et al. 2554) ได้สร้างระบบในการเติมข้อความลงในเว็บฟอรัมโดยอัตโนมัติโดยมีการวิเคราะห์หน้าเว็บบนเซิร์ฟเวอร์ ประมวลผลร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ จากนั้นเติมค่าต่างๆ ที่เป็นข้อมูลของผู้ใช้ลงในเว็บฟอรัม และส่งค่ากลับมายังเว็บเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวทำให้เกิดความสะดวกของผู้ใช้ในการกรอกข้อมูลส่วนตัวและทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

มีวิธีการในการเพิ่มความเร็วในการเติมฟอรัมแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่ง (Bownik, L., Gorka, W. Piasecki, A. 2552) ได้พัฒนาขึ้นโดยการนำเอาอุปกรณ์ และภาษา Web Ontology

และสามารถเรียกใช้ข้อมูลจาก RDF (Resource Description Language) ซึ่งในบทความดังกล่าวมีการตรวจหาและวิเคราะห์ส่วนประกอบฟอรัมทั้งหมด จากนั้นค้นหาค่าที่เหมาะสมในการกรอกฟอรัมและวิเคราะห์ข้างจนกระทั่งครบทุกช่องภายในฟอรัม

บทความไมโครฟอรัมเมต (Khare, Rohit. , 2549) ได้สร้างมาตรฐานไมโคร โดยข้อมูลไมโคร (Hickson, I., 2554) สามารถนำมาใช้ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลบนหน้าเว็บฟอรัมได้ ซึ่งสิ่งนี้สามารถตรวจสอบลักษณะของข้อมูลที่มีซึ่งข้อมูลส่วนบุคคลมีหลากหลาย และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับการกรอกข้อมูลส่วนตัวได้หลากหลายรูปแบบ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเทคนิคการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ การพัฒนาโปรแกรมด้วยกริสมังก์ก็เข้ามามีส่วนร่วม ในการทดสอบระบบการยืนยันตนอัตโนมัติ จากนั้นนำสคริปต์ที่ได้ไปทดสอบการดาวน์โหลด และอัปโหลดไฟล์ ที่มีขนาด และมีแพลตฟอร์ม (Platform) ที่แตกต่างกัน บนเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ เพื่อหาอัตราความสำเร็จในการดาวน์โหลด และอัปโหลดของไฟล์ จากนั้นวิเคราะห์ และอภิปรายผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เทคนิคดังกล่าวมาใช้

ในบทความนี้กล่าวถึงเนื้อหาถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสร้างสคริปต์ในการยืนยันตนอัตโนมัติ ถัดจากนั้นจะกล่าวถึงวิธีดำเนินการวิจัย เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ระบบที่สร้างขึ้น ขั้นตอนและวิธีการอัลกอริทึมที่ใช้ในการทดลอง หลังจากที่ได้กล่าวถึง

วิธีการดำเนินการวิจัยแล้วบทความนี้กล่าวถึงผลการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงผลลัพธ์ที่ได้ และในที่สุดท้ายจะกล่าวถึงสรุป อภิปรายผลการวิจัย และแนวทางในการพัฒนาต่อ

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบ และสร้างสคริปต์เพื่อเข้าระบบยืนยันตนที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ ซึ่งทำงานบนกรีสมันก็ ทำให้การเข้าระบบยืนยันตนสะดวกยิ่งขึ้นและสามารถทำงานได้อัตโนมัติ เมื่อมีการพัฒนาสคริปต์แล้วภายในงานวิจัยนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบระบบยืนยันตนอัตโนมัติที่ถูกพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และลินุกซ์ โดยทดสอบจากการดาวโหลด และอัปโหลดไฟล์ที่มีขนาดแตกต่างกัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความสำเร็จในการดาวโหลด และอัปโหลดไฟล์

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยมีวิธีการแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลัก คือ การวิเคราะห์หน้าเว็บเพจ การติดตั้งส่วนเสริม การพัฒนาสคริปต์ และการทดสอบและปรับปรุงสคริปต์ โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ในการวิจัยนี้มีการวิเคราะห์หน้าเว็บเพจที่ต้องการทำเข้าระบบอัตโนมัติ ซึ่งในขั้นตอนนี้สำคัญมาก เนื่องจากหากมีการทำการวิเคราะห์ผิดพลาดจะทำให้สคริปต์ที่พัฒนาขึ้นมีความบกพร่องและอาจจะส่งผลให้เป็นการโจมตีเครื่องแม่ข่ายโดยไม่ตั้งใจ ไม่ว่าจะเป็นการเข้าระบบ

และออกจากระบบวนซ้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณการใช้งานของเครื่องแม่ข่ายที่เพิ่มขึ้นและอาจจะส่งผลกระทบต่อเครือข่ายทั้งเครือข่ายได้

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้บราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์ในการเข้าระบบอัตโนมัติเนื่องจากสามารถใช้ส่วนเสริมกรีสมันก็ในการส่งสคริปต์ในการทำงานได้ ซึ่งการวิเคราะห์นั้นเริ่มต้นการเข้าที่อยู่ของเว็บไซต์ในการเข้าสู่ระบบและบันทึกค่าเก็บไว้โดยสคริปต์ที่เขียนขึ้นจะถูกเรียกใช้งานเฉพาะที่อยู่เว็บที่บันทึกไว้เท่านั้น

ขั้นตอนแรกในการทำวิจัยนี้เริ่มต้นจากการติดตั้งบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์ถัดจากนั้นติดตั้งส่วนเสริมกรีสมันก็ลงไปเพื่อให้สามารถเรียกใช้จาวาสคริปต์ที่นักพัฒนาเขียนขึ้นได้ เมื่อทำการติดตั้งกรีสมันก็เรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนวิเคราะห์หน้าเว็บเพจที่ต้องการเข้าระบบอัตโนมัติ โดยนักพัฒนาจะต้องตรวจสอบว่ากล่องป้อนข้อความของผู้ใช้ รหัสผ่าน และปุ่มในการเข้าสู่ระบบ ถัดจากนั้นให้นักพัฒนาลงบันทึกชื่อนั้นเก็บไว้ เพื่อใช้ในการเขียนสคริปต์ในการเข้าสู่ระบบอัตโนมัติ ดังภาพวิธีการพัฒนาสคริปต์ในรูปแบบน้ำตก (ภาพที่ 1)

หลังจากที่มีการติดตั้งส่วนเสริมและวิเคราะห์หน้าเว็บเพจเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการเขียนสคริปต์ในการเข้าระบบอัตโนมัติ โดยอัลกอริทึมของการเข้าระบบเป็นดังภาพ (ภาพที่ 2)

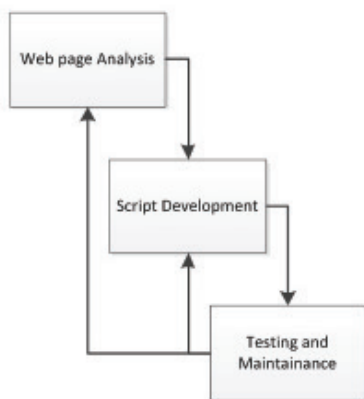
จากอัลกอริทึมของการเข้าระบบจะเริ่มต้นจากการตรวจสอบหน้าเว็บเพจของการเข้าระบบ หากเป็นเว็บเพจของการเข้าระบบ จะรอให้มีการโหลดหน้าเข้าระบบเรียบร้อยแล้วค้นหา



ฟอร์มในการเข้าระบบ เมื่อค้นพบจะเข้าไปค้นหา  
กล่องในการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้ และกรอกข้อมูล  
ที่ต้องการเข้าระบบลงไป ถัดจากนั้นค้นหากล่อง  
ในการป้อนข้อมูลรหัสผ่าน กรอกข้อมูลลงไป  
และค้นหาตำแหน่งของปุ่มเข้าระบบ และทำการ  
เข้าระบบโดยอัตโนมัติ โดยอัลกอริทึมดังกล่าวจะ  
วนซ้ำทำงานทุก 1 วินาที เมื่อผู้ใช้หลุดออกจาก  
การเชื่อมต่อ สคริปต์ดังกล่าวจะทำการเข้าระบบ  
ให้อัตโนมัติ

### ผลการวิจัย

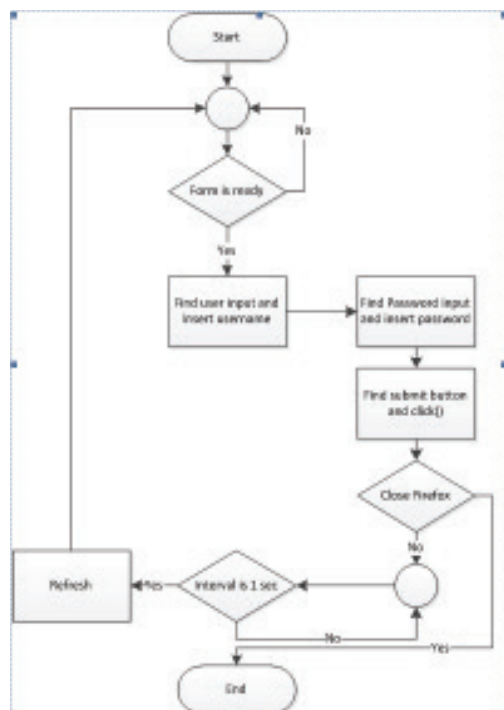
ในการทดลองสคริปต์ ดังกล่าวได้  
ทดสอบบนอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อม  
โดยทดสอบบนอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัย  
ราชภัฏสวนสุนันทา เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ใน  
การทดลองใช้ หน่วยประมวลผลกลาง  
Intel Core i7-3770 ความถี่ 3.4 GHz หน่วย  
ความจำหลักขนาด 8 GB DDR3 ความถี่ 1333  
MHz ทดสอบบนบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์ รุ่น 26.0  
และใช้กริสมังก็เป็นส่วนเสริมในการรันสคริปต์  
ภาษาจาวาสคริปต์ ซึ่งแสดงไว้ ดังตาราง (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการพัฒนาสคริปต์

จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ตามตาราง  
พบว่าอัลกอริทึมที่ใช้สามารถนำมาใช้ในการเข้า

ระบบอัตโนมัติซึ่งช่วยลดระยะเวลาใน  
การเข้าระบบ อีกทั้งยังช่วยในการทำงานผ่าน  
อินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง บนแพลตฟอร์ม  
ต่างกัน ได้แก่ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และ  
ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ Ubuntu 10.04 โดยมี  
การทดสอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความสำเร็จ  
ในการดาวน์โหลด อับโหลดไฟล์ ขนาด 500 MB,  
1, 2, 4, 8 GB ตามลำดับ และหาค่าเฉลี่ยของ  
ความสำเร็จในการดาวน์โหลด และอัปโหลด  
ดังตาราง (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 2 อัลกอริทึมของสคริปต์ที่พัฒนาขึ้น

## สรุปและอภิปรายผล

จากงานวิจัยนี้สคริปต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง และทำให้การดาวน์โหลดไฟล์ ขนาดที่แตกต่างกัน สำเร็จแม้ว่าจะมีการตัดการเชื่อมต่อของอินเทอร์เน็ตก็ตาม สคริปต์ที่พัฒนาขึ้นจะทำการเข้ารหัสยืนยันตนให้โดยอัตโนมัติ โดยจากสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นกริสมังก็จะอ่านสคริปต์ให้ตรวจสอบหน้าเว็บไซต์ว่าอยู่ในหน้าเว็บไซต์ที่ต้องการให้ทำการเข้าสู่ระบบอัตโนมัติทุก 1 วินาที ทำให้การเข้ารหัสไม่ถูกตัดการเชื่อมต่อ ส่งผลให้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไม่ขาดช่วง

จากการทดลองจะเห็นว่าผลลัพธ์ความสำเร็จในการดาวน์โหลด อัปโหลดของทั้งวินโดวส์และลินุกซ์ ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 100 เกิดขึ้นมาจากความเสถียรของอินเทอร์เน็ต ระบบเน็ตเวิร์คที่ใช้ในขณะที่ทดลอง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมาก

ตารางที่ 1 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

| ชนิดของสภาพแวดล้อม | สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลอง |
|--------------------|-----------------------------|
| หน่วยประมวลผลกลาง  | Intel Core i7-3770 3.4 GHz  |
| หน่วยความจำหลัก    | 8 GB DDR3 1333MHz           |
| บราวเซอร์          | Firefox 26.0                |
| กริสมังกี้         | V.1.14                      |

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบร้อยละความสำเร็จของการดาวน์โหลด อัปโหลดไฟล์ของแต่ละระบบปฏิบัติการ

| ขนาดไฟล์  | ดาวน์โหลด (ร้อยละที่สำเร็จ) |        | อัปโหลด (ร้อยละที่สำเร็จ) |        |
|-----------|-----------------------------|--------|---------------------------|--------|
|           | Windows7                    | Ubuntu | Windows7                  | Ubuntu |
| 500 MB    | 100                         | 100    | 100                       | 100    |
| 1 GB      | 100                         | 100    | 100                       | 100    |
| 2 GB      | 100                         | 100    | 100                       | 100    |
| 4 GB      | 100                         | 90     | 90                        | 90     |
| 8 GB      | 80                          | 90     | 80                        | 90     |
| ค่าเฉลี่ย | 96                          | 96     | 94                        | 96     |

ในการทดลอง หากอินเทอร์เน็ตที่ใช้ไม่เสถียร และมีปัญหาการตัดขาดการเชื่อมต่อ จะส่งผลให้การดาวน์โหลด อัปโหลด ไฟล์ที่มีขนาดใหญ่มีปัญหาเช่นกัน

การทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้เช่นนำไปติดตั้งลงบนอุปกรณ์ราสเบอร์รี่ (Raspberry Pi) (Upton, Eben, and Gereth Halfacree, 2556) (Richardson, Matt, and Shawn Wallace, 2555) เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการเข้ารหัสอัตโนมัติโดยตรง ซึ่งการใช้อุปกรณ์เฉพาะทางลักษณะดังกล่าวจะอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้อย่างยิ่ง ผู้ใช้ไม่ต้องเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ในการรันสคริปต์ที่ถูกพัฒนาขึ้น นอกจากนี้อัตราการใช้พลังงานของราสเบอร์รี่ไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ประหยัดไฟฟ้ามากกว่า การเปิดเครื่องปกติ

## เอกสารอ้างอิง

Dean Edwards. 2552. **Dive Into Grease monkey**. USA: Free Software Foundation, Inc.

Aaron Boodman. 2548. **Gresemonkey 1.1.4** USA: Free Software Foundation, Inc.

Joseph Bonneau. 2543. **User authentication on the web**. UK: University of Cambridge.

Mozilla Foundation. 2545. **Mozilla Firefox** USA: Mozilla Coporation.

Paul wilton and Jeremy McPeak. 2553. **Beginning Javascript 4th Edition**. USA: Wiley Publishing, Inc.

Mark Pilgrim. 2548. **Greasemonkey hacks**. USA. O'Reilly.

Nigel McFarlane. 2548. **Fixing web sites with greasemonkey**. Linux Journal Issue 138, P.1

Oscar Diaz, Cristobal Arellano, Jon Iturri oz.2553. **Interfaces for Scripting: Making Greasemonkey Scripts Resilient to Website Upgrades**. Web Engineering Volume 6189, P. 233-247.

Ballentine, Brian D. 2550. **Greasemonkey and a Challenge to Notions of Authorship**. Handbook of Research on Open Source Software: Technological, Economic. P.12.

Winckler, Macro, et al. 2554.

An approach and tool support for assisting users to fill-in web forms with personal information. Pro ceedings of the 29th ACM international conference on Design of communication. ACM.

Bownik, L., Gorka, W. Piasecki, A. 2552. **Assisted Form Filling**. Engineering the Computer Science and IT. Sa feeullah Soomro (ed.). Intech.

Khare, Rohit.2549 **Microformats : The next(small) thing on the semantic web?**. Internet Computing. IEEE P.68-75

Recordon, D., Reed, D, 2549. **OpenID 2.0: a platform for user-centric identity management**. In Proceedings of the second ACM workshop on Digital identity management. ACM, P.11-16.

Hickson, I.,2554, **HTML Microdata-W3C Working drafy**, [Online] <http://www.w3.org/TR/microdata>.

Upton, Eben, and Gereth Halfacree, 2556, **Raspberry Pi user guide**. John Wiley & Sons.

Richardson, Matt, and Shawn Wallace, 2555, **Getting Started with Raspberry Pi**. O'Reilly Media, Inc.

## การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมระยะไกลสำหรับ สำนักงานขนาดเล็กผ่านอีเทอร์เน็ต

### Design and Performance Evaluation of Remote Control for SOHO via Ethernet

เศรษฐกาล โปร่งนุช<sup>1\*</sup>, ณรงค์ ณรงค์รัตน์<sup>2</sup>, อภิรักษ์ ธิติณมิต<sup>2</sup> และ ณัฐพร อารีรัชชกุล<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

<sup>2</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

<sup>3</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

#### บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับนำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายในบ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้อยู่อาศัย ได้แก่ ระบบการจัดการพลังงาน ระบบมัลติมีเดีย และระบบการรักษาความปลอดภัย โดยประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบและสถาปัตยกรรม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอ การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมระยะไกลสำหรับสำนักงานขนาดเล็กผ่านอีเทอร์เน็ต ระบบนี้ประกอบด้วย ระบบควบคุมภายในสำนักงาน โดยใช้ XUP V-II Pro FPGA ซึ่งการทำงานของระบบเป็นแบบไคลเอนต์-เว็บเซิร์ฟเวอร์ และผลการทดลอง คือ มีตัวประมวลผลร่วมกันทำงานด้วยความเร็ว 1050/658 MHz ใช้ทรัพยากร 33% ของลอจิกอาเรียบล็อกรวมทั้งหมด มี UDP และ TCP แบนด์วิดท์เป็น 26 MBits/sec และ 14 Mbit/sec สำหรับการติดต่อสื่อสาร และมีต้นทุนราคา 16,000 บาท ซึ่งได้นำมาเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของงานวิจัยก่อนหน้านี้

**คำสำคัญ :** ระบบควบคุมระยะไกลผ่านอีเทอร์เน็ต, สำนักงานขนาดเล็กหรือสำนักงานบ้าน  
ไคลเอนต์-เว็บเซิร์ฟเวอร์

### Abstract

The development of technology to control several devices in household to facilitated for resident such as energy management systems, multimedia systems, and security systems. The efficiency of systems depend on design of computer architecture. Therefore, the objectives of this research design and performance evaluation of remote control for small office/home office (SOHO) via Ethernet. This system composed of internal control office using XUP Virtex-II Pro FPGA, where the system is a client-web server. The results in this reveal that 1050/658MHz for speed of co-processors, 33% of logic array block (LAB) for resources, UDP 26 MBits/sec and TCP 14 MBits/sec for communication bandwidth, and 16,000 Thai Baht of cost comparing with previous researches.

**Keywords :** Remote Control via Ethernet, SOHO; Client-Web Server

## บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันอย่างมาก เช่น เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต หรือ มักจะรู้จักกันคุ้นเคยกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารและเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีที่ได้กล่าวมานั้นต่างล้วนทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้นกว่าอดีต และสะดวกสบายตลอดจนช่วยให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ได้นำเสนอการนำเทคโนโลยีต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นมาสร้างเป็นระบบที่เรียกกันว่า บ้านอัจฉริยะหรือบ้านดิจิทัล นั้น โดยต้องการจะทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์สะดวกสบายและมีความปลอดภัย ซึ่งมีแนวคิดหลักในการออกแบบบ้านอัจฉริยะ (Young-Seok Kim, Hee-Sun Kim, and Change-Goo Lee, 2004 : 289) ต้องประกอบด้วย 3 ส่วนดังต่อไปนี้ คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน, ระบบควบคุม และเครือข่ายสาธารณะ สำหรับการวิจัยและพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะ เมื่อทศวรรษที่ผ่านมา เช่น บริษัทซัมซุง (Young-Seok Kim, Hee-Sun Kim, and Change-Goo Lee, 2004 : 289) ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มสร้างระบบบ้านอัจฉริยะเป็นเจ้าแรกในประเทศจีนและเกาหลีในปี 2546 ได้ประสบปัญหาของระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ต่อมาบริษัท E-Home Technical System (Danneels, J., 2001 : 1.1.1) ซึ่งสร้างโดยบริษัทไมโครซอฟท์ภายใต้การบริหารงานของบิลเกตส์ ถูกพัฒนาขึ้นในเมืองมิวนิค ประเทศเยอรมนี

ปี 2548 โดยที่บิลเกตส์ต้องการให้ระบบ E-Home ใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการ Windows CE แต่การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นทำได้ยาก

ถัดมาบริษัท IGRS จากประเทศจีน (Nordlund, T., Tallberg, M., and Hammainen, H., 2007 : 1) ได้เกิดแนวคิดที่จะทำระบบที่เรียกว่า สามซี (3C: Communication, Computer, Consumer Electronic) แต่ก็พบปัญหามากมาย เช่น ไดรเวอร์ การเชื่อมต่อและการกำหนดค่าของเครือข่าย เมื่อ 5 ปีที่ผ่านมาการออกแบบและพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะ เป็นที่นิยมของนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรอย่างแพร่หลายมากขึ้น เพื่อต้องการสร้างระบบที่ใช้งานได้สะดวกสบายและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น ปี 2552 มีงานวิจัยเรื่อง การออกแบบการควบคุมระยะไกลด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับบ้านดิจิทัล (Xu Huaiyu, Su Ruidan, Hou Xiaoyu, and Ni Qing, 2009 : 1) และไม่กี่ปีมานี้มีการทำระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ (ธนวิทย์ ทิพย์ธราดล, 2553)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอ การออกแบบระบบควบคุมระยะไกลสำหรับสำนักงานขนาดเล็กผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเลือกใช้ FPGA (Field Programmable Gate Array) มาใช้เป็นตัวประมวลผล ควบคุม และส่วนเชื่อมประสานกับผู้ใช้งาน เนื่องจาก FPGA มีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถรองรับการออกแบบร่วมกันระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์ การปรับเปลี่ยนการทำงาน และรองรับการเชื่อมต่อผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เป็นต้น (เศรษฐกุล โปร่งนุช และธีรยศ เวียงทอง, 2555 : 977) ในหัวข้อถัดไปนำ

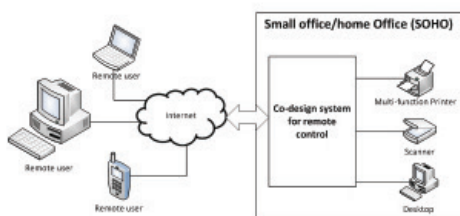
เสนอวัตถุประสงค์ของการวิจัย ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบ การออกแบบและการสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ การเปรียบเทียบและการประเมินสถาปัตยกรรม สรุปและอภิปรายผล และข้อเสนอแนะในหัวข้อต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบระบบควบคุมระยะไกลสำหรับสำนักงานขนาดเล็กผ่านอินเทอร์เน็ต และมีการประเมินสถาปัตยกรรมของระบบที่ได้ ออกแบบเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบ

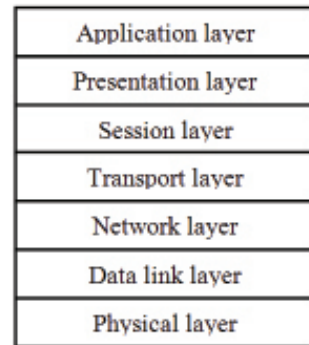
สถาปัตยกรรมของระบบควบคุมระยะไกลสำหรับสำนักงานขนาดเล็ก ภายในภาพรวมทั้งหมดจะประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ส่วนไคลเอนต์เป็นส่วนเชื่อมประสานกับผู้ใช้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ และส่วนที่สองคือระบบควบคุมระยะไกลที่ทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์โดยจะรับคำสั่งจากผู้ใช้งานมาประมวลผลบนระบบออกแบบร่วมกัน ซึ่งจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสำนักงานขนาดเล็ก ทั้งสองส่วนหลักนี้จะเชื่อมต่อกันผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (ภาพที่ 1) สำหรับความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุดอยู่ที่ 26 MBits/sec



ภาพที่ 1 ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมระยะไกล

## การออกแบบและการสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ

### 1. การออกแบบ



ภาพที่ 2 OSI Model

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตนี้ อ้างอิงตามองค์การมาตรฐานสากล (International Standard Organization: ISO) คือ OSI Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ลำดับชั้น (ภาพที่ 2) จากมาตรฐาน OSI Model นี้ ทำให้สถาปัตยกรรมของระบบออกแบบร่วมกัน ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์นั้น แบ่งออกเป็นสามส่วน (ภาพที่ 3)

#### 1.1) คอนโทรลซอฟต์แวร์

คอนโทรลซอฟต์แวร์ มีหน้าที่หลักคือจัดการการสื่อสารตั้งแต่ชั้น Network Layer จนถึงชั้น Application Layer ซึ่งทำงานอยู่ในโปรเซสเซอร์ของระบบคือ IBM PowerPC ซึ่งเป็นโปรเซสเซอร์แบบฝังตัวอยู่ในชิป FPGA

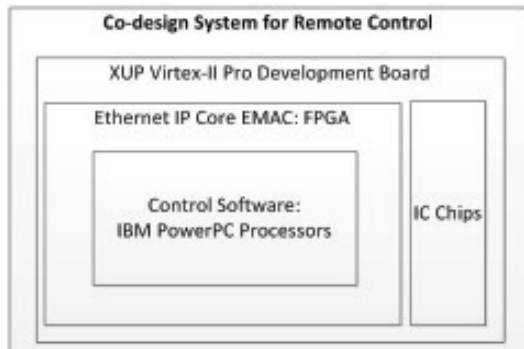
#### 1.2) อินเทอร์เน็ตไอพีคอร์

ส่วนนี้จะทำหน้าที่จัดการการสื่อสารชั้น Data Link Layer สร้างขึ้นโดยใช้ลอจิกอาร์ยต่างๆ ที่อยู่ภายในชิป FPGA ที่สามารถโปรแกรมวงจรการเชื่อมต่อได้



### 1.3) ชิปไอซี

เป็นส่วนสุดท้ายที่รับผิดชอบชั้น Physical Layer ซึ่งเป็นชิปไอซีสำเร็จรูปที่อยู่บนบอร์ดทดลอง XUP Virtex-II Pro FPGA

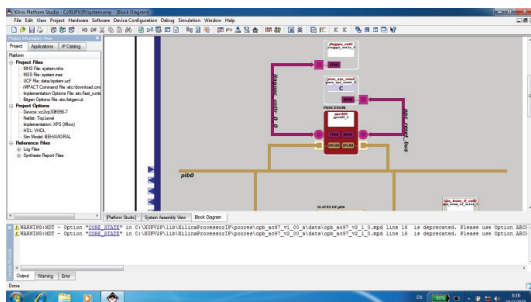


ภาพที่ 3 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

สำหรับโคลแอนต้นนั้น เป็นเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป ที่ทำงานอยู่บนอุปกรณ์สื่อสารทางดิจิทัลต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คอมพิวเตอร์แบบพกพา และสมาร์ทโฟน เป็นต้น

## 2. การสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ

เมื่อออกแบบทั้งสามส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อมาทำการสร้างสถาปัตยกรรมขึ้น โดยใช้ซอฟต์แวร์ทูลของบริษัท Xilinx (ภาพที่ 4)

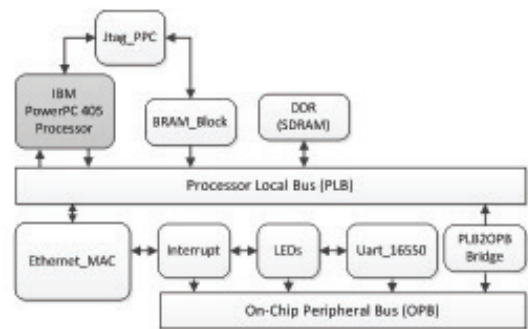


ภาพที่ 4 Xilinx ซอฟต์แวร์ทูล

### 2.1) Xilinx ซอฟต์แวร์ทูล

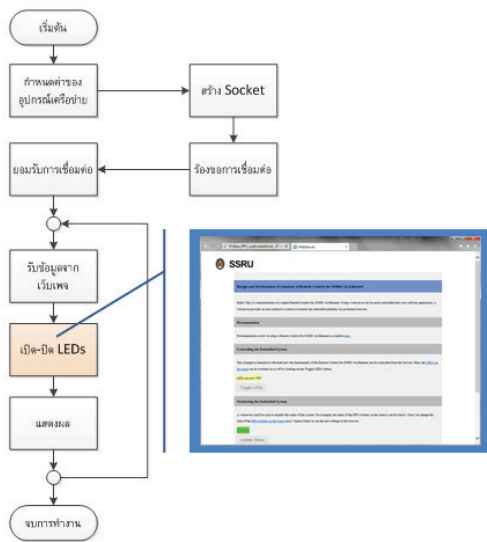
ภายใน Xilinx ซอฟต์แวร์ทูลจะรองรับ

การออกแบบและสร้างสถาปัตยกรรมของระบบสมองกลฝังตัวหรือระบบออกแบบร่วมกันทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นจะนำไอพีคอร์ต่าง ๆ ที่เขียนขึ้นด้วยภาษา HDL (Hardware Description Language) มาเชื่อมต่อกันผ่านสถาปัตยกรรมแบบบัส มาเชื่อมต่อกับส่วนประกอบทั้งสามส่วนที่ได้ออกแบบ (ภาพที่ 5) แล้วทำการคอมไพล์ จะได้ไฟล์นามสกุล .bit



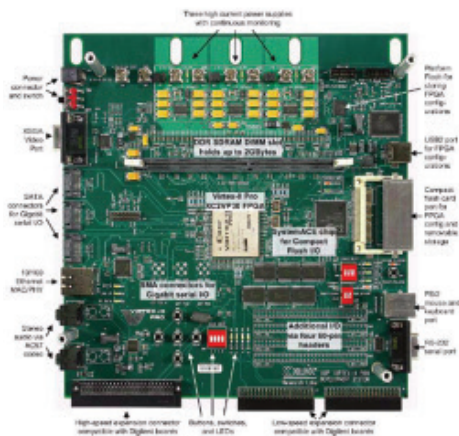
ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อสถาปัตยกรรมของระบบ

ส่วนของซอฟต์แวร์นั้นจะรองรับการเขียนด้วยภาษา C/C++ แล้วทำการคอมไพล์ จะได้ไฟล์นามสกุล .elf ไฟล์นี้จะเป็นตัวจัดการเกี่ยวกับรายละเอียดการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้งหมด (ภาพที่ 6) รวมทั้งหน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่เขียนขึ้นด้วยภาษา HTML สำหรับเป็นตัวเชื่อมประสานการใช้งานทางด้านกราฟิกส์กับผู้ใช้งาน ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงานขนาดเล็ก



ภาพที่ 6 ผังการทำงานของซอฟต์แวร์

ส่วนของซอฟต์แวร์นั้นจะรองรับการเขียนด้วยภาษา C/C++ แล้วทำการคอมไพล์ จะได้ไฟล์นามสกุล .elf ไฟล์นี้จะเป็นตัวจัดการเกี่ยวกับรายละเอียดการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้งหมด (ภาพที่ 6) รวมทั้งหน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่เขียนขึ้นด้วยภาษา HTML สำหรับเป็นตัวเชื่อมประสานการใช้งานทางด้านกราฟิกส์กับผู้ใช้งาน ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงานขนาดเล็ก



ภาพที่ 7 XUP Virtex-II Pro Development Board

2.2) XUP Virtex-II Pro Development Board  
เมื่อได้ไฟล์นามสกุล .bit และ .elf แล้วโปรแกรมลงไปในชิป FPGA ผ่าน JTAG เข้ากับบอร์ด XUP Virtex-II Pro (ภาพที่ 7) ส่วน .html ไฟล์นั้นจะถูกเก็บไว้ที่ DDR SDRAM โดยอุปกรณ์ภายในบอร์ดมี ชิป FPGA Virtex-II Pro XC2VP30 มี 30,816 ลอจิกอาร์เรย์ ตัวคูณ 18 บิตจำนวน 136 ตัว RAM block ขนาด 2.448MB และมี IBM PowerPC405 จำนวน 2 ตัวอยู่ภายใน ส่วนอินพุตเอาต์พุตประกอบด้วย DDR SDRAM DIMM รองรับความจุ 2 GB 10/100 Ethernet พอร์ต USB2 พอร์ต เป็นต้น

### การทดลอง

ทำการติดตั้งระบบโดยเชื่อมต่อส่วนหลักทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน (ภาพที่ 1) เบื้องต้นในการทดลองนี้ จะทดสอบการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุม การเปิด-ปิดหลอดไฟ LED ภายในบอร์ดทดลอง ที่ตำแหน่ง NET “LED\_0” LOC = “AC4”; NET “LED\_1” LOC = “AC3”; NET “LED\_2” LOC = “AA6”; NET “LED\_3” LOC = “AA5”; โดยกด “Toggle LEDs” ซึ่งเปรียบเสมือนกับการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในสำนักงานขนาดเล็ก หากต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต้องเพิ่มวงจรรีเลย์ (Relay) เข้าไปด้วย หรืออาจจะต่อดัวยวงจรรีเลย์สำเร็จรูป ที่มีขายตามท้องตลาด โดยมีการแสดงสถานะทาง “Monitoring the Embedded System” ที่หน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ หรือกดที่ “Update Status” (ภาพที่ 6)

## ผลการทดลอง

ผลการทดลองนั้นสามารถควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ LED ภายในบอร์ดทดลองได้ซึ่งเปรียบเสมือนการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงานขนาดเล็กได้ โดยระบบควบคุมระยะไกลที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้น ใช้ทรัพยากร (ตารางที่ 1) ผลการตรวจวัดแบนด์วิธทั้ง TCP และ UDP (ตารางที่ 2) และผลการเปรียบเทียบกับระบบที่ 1 ทั้ง 2 ระบบ แบ่งเป็นระบบที่ 1 และระบบที่ 2 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ทรัพยากรที่ใช้ในระบบ

| Slice     |      | Slice LUTs |      | BlockRAM |      |
|-----------|------|------------|------|----------|------|
| Registers |      |            |      | /FIFO    |      |
| Number    | Rate | Number     | Rate | Number   | Rate |
| 4,581     | 33%  | 3,905      | 14%  | 23       | 16%  |

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดแบนด์วิธ UDP&TCP

| Data Transfer   |  | UDP Bandwidth   |  |
|-----------------|--|-----------------|--|
| (5 sec)         |  |                 |  |
| 15.45 MBits/sec |  | 26.05 MBits/sec |  |
| Data Transfer   |  | TCP Bandwidth   |  |
| (5 sec)         |  |                 |  |
| 6.28 MBits/sec  |  | 14 MBits/sec    |  |

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 1) แสดงการใช้ทรัพยากรทั้งหมดภายใน XUP Virtex-II Pro FPGA โดยระบบที่ได้ออกแบบ ใช้ทรัพยากรเล็กน้อยเพียง 33% ของ slice register ส่วนผลการวัดประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ตนั้น (ตารางที่ 2) เพียงพอต่อการใช้งานมาก และ (ตารางที่ 3) แสดงการเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรวดเร็วของตัวประมวลผล ระบบ

ที่ 2 มีความเร็วสูงสุด ส่วนทรัพยากรที่ใช้นั้นระบบที่ได้ออกแบบใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด และประสิทธิภาพการสื่อสาร ระบบที่ 1 มีแบนด์วิธในส่วน of UDP มากที่สุด และต้นทุนของระบบที่ได้ออกแบบนั้นมีราคาถูกที่สุด

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

|                                | ระบบที่ได้<br>ออกแบบ                                    | ระบบที่ 1                             | ระบบที่ 2                                          |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ความเร็ว<br>ของตัว<br>ประมวลผล | Xilinx<br>XC2VP30<br>1050MHz<br>+ Power<br>PC<br>658MHz | ALTERA<br>EP1C12Q2<br>40C8N<br>275MHz | Intel Pentium<br>3.0 GHz +<br>PIC18F455<br>0 45MHz |
| ทรัพยากร                       | 33% of<br>30,816<br>LAB                                 | 12,060<br>LAB                         | -                                                  |
| ประสิทธิภาพ<br>การสื่อสาร      | UDP 26<br>MBits/sec<br>TCP 14<br>MBits/sec              | UDP 29<br>MBits/sec                   | -                                                  |
| ต้นทุน (บาท)                   | 16,000                                                  | 22,600                                | 45,000                                             |

## สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมระยะไกลสำหรับสำนักงานขนาดเล็กผ่านอีเทอร์เน็ต การทดลองได้แสดงถึงการออกแบบ การสร้าง การทดลองและผลการทดลองที่เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ตลอดจนการเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้ง 4 ด้าน แสดงให้เห็นว่าระบบที่ได้ออกแบบขึ้น

นี้ดีกว่าในด้านการประหยัดการใช้งานทรัพยากร ประสิทธิภาพในการสื่อสารอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และใช้ต้นทุนน้อยที่สุด สำหรับข้อเสนอแนะหรืองานเพิ่มเติมในอนาคตจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

### ข้อเสนอแนะ

1. หากมีการเพิ่มอุปกรณ์สำหรับการสื่อสารไร้สายติดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและเดินสายเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในสำนักงานขนาดเล็ก

2. หากการพัฒนาแอปพลิเคชันเพิ่มเติมขึ้นมาจะช่วยให้การควบคุมระยะไกลที่ใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

3. หากมีการติดกล้องถ่ายภาพหรือกล้องวิดีโอจะช่วยให้ความปลอดภัยให้กับระบบมากยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

ธนวิทย์ ทิพย์ธาราลอย. (2553). **ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ**. สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

เศรษฐกุล โปร่งนุช และ อีริศ เวียงทอง.

(2555). **การสร้างและประเมินการใช้งานหน่วยเชื่อมประสานอินเทอร์เน็ตในระบบรีคอนฟิกูเรชันด้วยการออกแบบร่วม**. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า. ครั้งที่ 35. (ธันวาคม) : 977-980.

Danneels, J. (2001). **How deep sub micron will boots Internet appliances in the digital home network**. International Electron Devices Meeting (IEDM). 1st (December) : 1.1.1-1.1.7.

Xu Huaiyu, Su Ruidan, Hou Xiaoyu, and Ni Qing.(2009). **Romote Control System Design based on Web Server for Digital Home**. International Conference on Hybrid Intelligent Systems. 19th (August) : 457-461.

Young-Seok Kim, Hee-Sun Kim, and Change-Goo Lee.(2004). **The development of USB home control network system**. Control, Automation, Robotics and Vision Conference (ICARCV). 8th (December) : 289-293.

Nordlund, T., Tallberg, M., and Hammainen, H.(2007). **Scenarios for Management of Digital Homes**. Conference on Telecommunication Techno-Economics (CTTE). 6th (June) : 1-8.

## อัตลักษณ์ที่โดดเด่นของแบรนด์ฮาลาล

### The unique of Halal Brand identity

พิบูล ไวจิตรกรรม

สาขาวิชาออกแบบกราฟิกและมัลติมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

#### บทคัดย่อ

บทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการสร้างอัตลักษณ์งานกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ฮาลาลให้แตกต่างจากสินค้าอื่นๆ โดยรวบรวมงานวิจัย 3 เรื่องมาเรียบเรียงเป็นข้อสรุปซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบกับงานออกแบบได้ ดังนี้

1) รูปแบบงานกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ต้องสอดคล้องกับหลักศาสนาอิสลาม แสดงถึงวัฒนธรรมอาหาร ใช้องค์ประกอบของศิลปะ ได้แก่ ลายเรขาคณิต ลายพรรณพฤกษา สัญลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมและการแต่งกาย

2) ภาพประกอบที่ควรใช้ในการสื่อความหมาย ได้แก่ ใช้ภาพสัญลักษณ์แทนการบอกเล่าตรงๆ ใช้ภาพตัวสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ ใช้ภาพสาธิตการใช้งาน ภาพผู้รับรองผล ผู้ทดลองใช้สินค้า ภาพแสดงการแก้ปัญหาให้เห็น ภาพเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิต ภาพการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ภาพแสดงผลก่อนใช้และหลังใช้ ภาพเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียกับคู่แข่ง ภาพแบบสารคดี วิชาการ ภาพที่แสดงข้อเท็จจริง

3) กลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล ได้แก่ กลยุทธ์ด้านคุณลักษณะของสินค้า คุณค่าทางโภชนาการ เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่มีสารเคมีตกค้าง วัตถุดิบใหม่ สดและสะอาด กลยุทธ์ด้านสิ่งตกแต่งภายนอก มีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม มีเครื่องหมายรับรองฮาลาล กลยุทธ์ด้านคุณค่าของสินค้าที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภค เป็นสินค้าที่ดีต่อสุขภาพ สร้างคุณภาพชีวิตที่ดี จริงใจ ซื่อสัตย์และเชื่อถือได้ กลยุทธ์ด้านบุคลิกภาพของสินค้า ทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าเป็นคนใส่ใจตัวเอง ดูแลร่างกาย เป็นคนยึดหลักการ ยุติธรรม มีเหตุผล มีศีลธรรม เป็นคนรอบคอบ ช่างคิด ชอบวางแผน และเป็นคนก้าวหน้า มองการณ์ไกล คิดถึงอนาคต

**คำสำคัญ :** กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์, กลยุทธ์ทางการตลาด, อัตลักษณ์แบบอิสลาม, ผลิตภัณฑ์ฮาลาล

### Abstract

The purpose of this article is to represents the ways of brand building with graphic design on packaging for Halal products, with the different character from the other products. The article was composed from 3 researches. The results as following;

1) The design should correspond with Qur'anic principles illustrating Arabian civilization. The design should correspond with Islamic art using geometric form and Arabesque elements. Use the identities of Islamic Architecture and Costume.

2) The visual communications which are suitable for Thai Halal print advertising media are; Present with the symbolize image. Present with the package and product image. Present with the product demonstration image. Present with the endorsement and testimonial message. Present with the problem solution. Present with the slice of life scenery. Present with the scientific and technical evidence. Present with the before and after scenery. Present with the comparison message. Present with the documentary evidence. Present with the straight sell and factual message.

3) The marketing strategies of Thai Halal brands as are: Benefit approach as the characteristics of the product with its benefit. This approach also in associated with the Attribute approach as the exterior images that attract to consumer such as; there is a standard proof mark, Halal products mark. The Value approach as the value of products that affect to consumer's perception such as; it is healthy products. Accumulate quality of life. It is a product of expertise, manufacturing of research result. Personality approach as the reflection of consumers thought. The Personality feedback to them after they were consumes this product such as; they are health care persons and thoughtful person like a progressive thinking.

**Keywords :** Graphic on packaging design, Marketing strategies, Halal Brand identity, Thai Halal products



## บทนำ

ชาวไทยมุสลิมที่อาศัยอยู่ในประเทศไทยมีประมาณ 10 ล้านคน มุสลิมทุกคนจะต้องยึดถือในหลักศรัทธา หลักปฏิบัติและหลักคุณธรรมที่ทำให้ใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและสันติตามปรัชญาแนวคิดที่ว่า ทำดีตามแนวทางของอิสลาม เพื่อความสุขที่ยั่งยืนในโลกหน้า ความคาดหวังสูงสุดของมุสลิม คือ เป็นที่โปรดปรานของพระเจ้า (ชัยวัฒน์ สถาอานันท์, 2541) การปฏิบัติที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในหลักการแห่งคุณธรรมของมุสลิม คือ ฮาลาล ซึ่งหมายถึง สิ่งที่ไม่เป็นอานาฮิมัต เช่น อนุมัติให้กิน ให้ดื่ม ให้ทำ ให้ใช้สอย การอนุมัติหรือการห้ามสิ่งใดในศาสนาอิสลามเป็นประกาศิตที่มาจากพระเจ้า มุสลิมทุกคนต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพราะมีความเชื่อมั่นศรัทธาว่า โลกนี้มีพระเจ้าองค์เดียว พระเจ้าเป็นผู้สร้างมนุษย์ขึ้นมา สิ่งที่พระเจ้าอนุมัติเป็นสิ่งที่ดีและมีประโยชน์

ฮาลาล เป็นได้ทั้งสิ่งที่กินได้ เช่น อาหาร ยา สมุนไพร และสิ่งที่กินไม่ได้ เช่น เครื่องอุปโภค เสื้อผ้า ผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการบริการต่างๆ เช่น สถาบันการเงิน สปา โรงแรมสถานพยาบาล โรงเรียน กิจการขนส่ง ฯลฯ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์หรือบริการใดก็ตาม หากไม่ขัดแย้งกับหลักการในศาสนาอิสลามแล้วจะถือว่าเป็นฮาลาลได้ทั้งสิ้น (The Halal Science Center, 2009) โดยทั่วไปแล้ว คนที่อยู่ในวัฒนธรรมต่างกัน จะมีความคิดต่างกันในเรื่องอาหารและเครื่องดื่ม โดยเฉพาะเรื่องอาหารที่มาจากสัตว์ อิสลามไม่ได้ห้ามอาหารที่ได้มาจากพืช ยกเว้นสิ่งที่เกิดจากการนำไปหมักจนกลายเป็นสุรา ไม่ว่าจะเป็น

ผลิตจากองุ่น อินทผลัม ข้าวบาร์เลย์ หรือวัตถุดิบใดก็ตาม เมื่อกลายสภาพเป็นสุรา อิสลามห้ามดื่มของมึนเมาและเป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น ยาเสพติด

ถึงแม้ว่า ฮาลาลจะเป็นเรื่องใหม่สำหรับคนไทย แต่ก็ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางจากสังคม ในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์ฮาลาลวางจำหน่ายอย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าสำหรับบริโภคที่มีภาพลักษณ์แบบสินค้าทั่วไปแยกประเภทสินค้าโดยใช้เครื่องหมายตราฮาลาลเป็นสัญลักษณ์บ่งชี้เพียงอย่างเดียว ยังไม่มีกลยุทธ์ทางการตลาดใดๆ ในการสร้างอัตลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ฮาลาลที่จำหน่ายในประเทศไทยประมาณ 200 ตัวอย่างและจากข้อมูลในหนังสือรายนามผู้ประกอบการฮาลาลในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551-2552 ของสถาบันมาตรฐานฮาลาลแห่งประเทศไทยและใน HAL-Q Directory 2009 ของ The Halal Science Center (The Halal Standard Institute of Thailand, 2009) พบว่า บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ฮาลาลส่วนใหญ่ไม่มีบุคลิกภาพแบบอิสลาม เนื่องจากไม่มีการใช้อองค์ประกอบทางการออกแบบที่ทำให้เกิดบุคลิกภาพแบบอิสลาม ส่วนผลิตภัณฑ์และบริการฮาลาลที่มีบุคลิกภาพแบบอิสลามจะปรากฏอยู่ในสินค้าบางประเภท เช่นสินค้าสำหรับบริโภค พบในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป 1 ตัวอย่าง สินค้าสำหรับอุปโภค พบในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขอนามัย 1 ตัวอย่าง ดังปรากฏในภาพที่ 1





ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย

ทำเนียบ แสงเงิน นักวิชาการด้านประวัติศาสตร์และศิลปวัฒนธรรมมุสลิม ได้ให้ข้อคิดว่า สาเหตุอาจมาจากหลักการของศาสนาอิสลาม ที่ให้ความสนใจในกระบวนการผลิตที่ถูกต้องมากกว่าที่จะเน้นเรื่องภาพลักษณ์ภายนอกของผลิตภัณฑ์ฮาลาล รวมทั้งจำนวนประชากรมุสลิมในประเทศไทยมีไม่มาก จึงไม่ได้เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค ทำให้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ฮาลาลในระดับอุตสาหกรรมซึ่งส่วนมากไม่ได้นับถือศาสนาอิสลาม อาจมองข้ามอัตลักษณ์ของวัฒนธรรมอิสลาม แต่ปัญหานี้จะไม่เกิดกับประเทศกลุ่มอาหรับ เพราะมีภาพลักษณ์ที่บ่งบอกอัตลักษณ์ที่แตกต่างอยู่แล้ว

บทความนี้ ต้องการนำเสนอแนวคิดในการสร้างอัตลักษณ์ที่แตกต่างของการออกแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ฮาลาล โดยรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบมาเรียบเรียงเป็นข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ร่วมกับการออกแบบได้ ดังนี้ 1) งานวิจัยเรื่องการสร้างมาตรฐานเรขศิลป์ที่สื่อเอกลักษณ์แบบอิสลามสำหรับผลิตภัณฑ์และบริการฮาลาล 2) การศึกษาศิลปะอิสลามเพื่อประยุกต์ใช้กับสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล และ 3) การสร้าง

อัตลักษณ์สินค้าให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย งานวิจัยทุกเรื่องมีกรอบแนวความคิดบนพื้นฐานเดียวกัน คือ

1.อิสลามิกวิชั่น (Islamization) แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหลักการของอิสลาม ศิลปะอิสลาม และผลิตภัณฑ์ฮาลาล

2.โลกาภิวัตน์ (Globalization) แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการสื่อความหมายในระดับสากล และการออกแบบที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคชาวมุสลิม

3.ท้องถิ่นวิชั่น (Localization) แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับวิถีคิดและวิถีชีวิตของมุสลิมในทุกภูมิภาคมุ่งเน้นในประเทศไทยและในอาเซียน เช่น มาเลเซีย บรูไนและอินโดนีเซีย ดังปรากฏในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยทั้ง 3 เรื่อง มีจุดประสงค์ในทิศทางเดียวกัน คือ ต้องการสร้างอัตลักษณ์เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทยที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชาวไทยมุสลิม

ในงานวิจัยเรื่องการสร้างมาตรฐานวิชาชีพที่สื่อเอกลักษณ์แบบอิสลามสำหรับผลิตภัณฑ์และบริการฮาลาล มุ่งเน้นเพื่อหารูปแบบมาตรฐานที่สื่ออัตลักษณ์แบบอิสลามสำหรับผลิตภัณฑ์และบริการ ต้องการการสร้างพื้นฐานการออกแบบที่สอดคล้องกับหลักศาสนาอิสลามและวัฒนธรรมของชาวไทยมุสลิม

ในงานวิจัยเรื่องการศึกษาศิลปะอิสลามเพื่อประยุกต์ใช้กับสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล ต้องการศึกษาวิธีสื่อสารด้วยภาพที่เหมาะสมกับสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย เพื่อบูรณาการวิธีสื่อสารแบบสากลให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมของชาวไทยมุสลิม

ในงานวิจัยเรื่องการสร้างอัตลักษณ์สินค้าให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย ต้องการค้นหากลยุทธ์ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ฮาลาล ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชาวไทยมุสลิมเพื่อนำไปใช้กับการออกแบบสื่อส่งเสริมการตลาดสำหรับการสร้างแบรนด์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย เช่น สื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ บรรจุภัณฑ์ สิ่งพิมพ์สำหรับองค์กร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ

1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับอัตลักษณ์เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทยที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชาวไทยมุสลิม
2. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสื่อสารด้วยภาพที่เหมาะสมกับสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย
3. ได้แนวทางการออกแบบสื่อส่งเสริมการ

ตลาดและสื่อที่สร้างอัตลักษณ์เฉพาะตัวของสินค้าให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย ได้กลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับสร้างจุดขายและสร้างอัตลักษณ์สินค้า (Brand Building) ให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย

### วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยทุกเรื่องใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) คือ เก็บข้อมูลรอบแรกและรอบที่ 2 จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์ฮาลาลและนักออกแบบกราฟิก ในรอบที่ 3 เก็บข้อมูลจากตัวแทนของมัสยิดในเขตกรุงเทพฯ ใช้วิธีเลือกผู้ตอบแบบสำรวจแบบเจาะจงตัวบุคคล (Purposive Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกมาใช้ในการวิจัยมี 2 กลุ่ม คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์ฮาลาลและนักออกแบบกราฟิก

2. ชาวไทยมุสลิมจากมัสยิดในเขตกรุงเทพฯ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและแบบสอบถามที่มีคำถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ฮาลาล วิถีชีวิตศิลปวัฒนธรรมที่สอดคล้องกับหลักศาสนา การตลาดและรูปแบบกราฟิกที่จะใช้กับชาวไทยมุสลิม

### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจะเกี่ยวข้องกับสินค้าอุปโภค-บริโภคที่มีจำหน่ายในประเทศไทยและในอาเซียน เช่น ประเทศมาเลเซีย บรูไนและ

อินโดนีเซีย สินค้าเหล่านี้มีลักษณะที่แตกต่างกันเป็น 2 กลุ่ม คือ ในกลุ่มแรกจะมีภาพลักษณะแบบสากลทั่วๆ ไปตามรสนิยมของผู้บริโภคในปัจจุบัน ส่วนกลุ่มที่สอง จะเป็นผลิตภัณฑ์ฮาลาลที่มีภาพลักษณะแบบพื้นถิ่นและอัตลักษณ์แบบอาหรับ ผลการวิจัยที่ได้จะจำแนกเป็น 3 ประเด็นและถูกนำไปใช้กำหนดโจทย์ทางการออกแบบ ดังนี้

1.รูปแบบของกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ฮาลาล ต้องสอดคล้องกับหลักศาสนาอิสลาม แสดงถึงวัฒนธรรมอาหรับ ในการออกแบบจะใช้องค์ประกอบของศิลปะอิสลาม เช่น ลายเรขาคณิต ลายพรรณพฤกษา สัญลักษณ์ของมัสยิด สัญลักษณ์ทางการแต่งกาย ส่วนกลยุทธ์ในการออกแบบจะใช้แนวความคิดที่สื่อความหมายเกี่ยวกับความดีงามซึ่งปรากฏในคัมภีร์อัลกุรอาน (Moustafa, 2008) เช่น ความจริงใจ (Sincerity) ความนอบน้อม (Respect) ความรู้ - เหตุผล (Knowledge) ความสงบ - สมาน (Modesty) ความพอเพียง - สมดุล (Balance) ระเบียบ - หลักการ (Remembrance) และเอกภาพ (Unity) ดังผลงานการออกแบบที่ปรากฏในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลงานการออกแบบโดยใช้องค์ประกอบของศิลปะอิสลามเป็นหลัก

2.ภาพที่ควรใช้ในการสื่อความหมายในงานออกแบบกราฟิกสำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล เช่น ภาพสัญลักษณ์ แทนการบอกเล่าตรงๆ ภาพตัวสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ ภาพสาธิตการใช้ให้เห็นประโยชน์ใช้สอย ภาพผู้รับรองผล ผู้ทดลองใช้สินค้า ภาพแสดงการแก้ปัญหาให้เห็น ภาพเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิต ภาพการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ภาพแสดงผลก่อนใช้และหลังใช้ ภาพเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียกับคู่แข่ง ภาพแบบสารคดี วิชาการ ภาพที่แสดงข้อเท็จจริง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ เสรี วงษ์มณฑา ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “หลักการโฆษณา” ดังผลงานการออกแบบที่ปรากฏในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลงานการออกแบบโดยใช้การสื่อสารด้วยภาพเป็นหลัก

3.กลยุทธ์ทางการตลาดและองค์ประกอบ  
4 ด้านในการการสร้างแบรนด์สำหรับผลิตภัณฑ์  
ฮาลาล ดังนี้

ใช้คุณลักษณะของสินค้า เช่น คุณค่าทาง  
โภชนาการ สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อ  
ร่างกาย ปลอดภัย ไม่มีสารเคมีตกค้าง วัตถุดิบ  
ใหม่ สดและสะอาด

ใช้สิ่งตกแต่งภายนอก เช่น เครื่องหมาย  
รับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม เครื่องหมาย  
รับรองมาตรฐานอาหารและยา เครื่องหมาย  
รับรองฮาลาล

ใช้คุณค่าของสินค้าที่มีผลต่อความรู้สึก  
ของผู้บริโภคในการดึงดูดความสนใจ เช่น เป็น  
สินค้าที่ดีต่อสุขภาพ เป็นสินค้าที่สร้างคุณภาพ  
ชีวิตที่ดี จริงใจ ซื่อสัตย์และเชื่อถือได้

ใช้บุคลิกภาพที่โดดเด่นของสินค้า ที่ทำให้  
ผู้บริโภครู้สึกว่าคุณเองมีลักษณะเช่นนั้นไปด้วย  
เช่น คุณเป็นคนใส่ใจตัวเอง ดูแลร่างกาย เป็นคน  
ยึดหลักการ ยุติธรรม มีเหตุผล มีศีลธรรม เป็น  
คนรอบคอบ ช่างคิด ชอบวางแผน และเป็นคน  
ก้าวหน้า มองการณ์ไกล คิดถึงอนาคต ซึ่ง  
สอดคล้องกับหลักการที่ วิทวัส ชัยปาณี ได้กล่าว  
ไว้ในหนังสือ “สร้างแบรนด์อย่างสร้างสรรค์” ดัง  
ผลงานการออกแบบที่ปรากฏในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลงานการออกแบบโดยใช้กลยุทธ์ทางการตลาดและ  
การสร้างแบรนด์เป็นหลัก

## สรุปและอภิปรายผล

ผลิตภัณฑ์ฮาลาลที่พบในการวิจัย  
มีแนวคิดที่แตกต่างกันเป็น 2 แบบ คือ สินค้าใน  
กลุ่มที่ไม่ระบุว่าเป็นผลิตภัณฑ์ฮาลาล จะมีรูป  
แบบตามรสนิยมของประชากรในท้องถิ่น  
มากกว่าข้อกำหนดทางศาสนา ในกลุ่มประเทศ  
อาหรับ ซึ่งส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม มีวิถี  
ชีวิตและวัฒนธรรมที่บ่งบอกอัตลักษณ์ของตน  
อยู่ก่อนแล้ว จะไม่ต้องใส่ความเป็นอาหรับ  
(อิสลาม) เพิ่มเติมเข้าไปอีก งานออกแบบกราฟิก  
บนบรรจุภัณฑ์สินค้าในกลุ่มประเทศอาหรับจะ  
เน้นอัตลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมแบบอาหรับ  
(อิสลาม) เช่น โดมและมัสยิด เน้นอัตลักษณ์ทาง  
ชาติพันธุ์ เช่น การแต่งกาย เน้นอัตลักษณ์ทาง  
การดำรงชีวิต เช่น ทะเลทราย ต้นปาล์ม

ส่วนสินค้าในกลุ่มที่ระบุว่าเป็นผลิตภัณฑ์  
ฮาลาล จะมีรูปแบบที่บ่งบอกอัตลักษณ์ของ  
มุสลิมมากหรือน้อยไม่เท่ากัน แต่ก็ใช้องค์  
ประกอบทางการออกแบบตามหลักสากลที่มีราย  
ละเอียดไม่ขัดต่อหลักศาสนาอิสลาม ดังนี้

รูปแบบของกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ต้อง  
สอดคล้องกับหลักศาสนาอิสลาม แสดงถึง  
วัฒนธรรมอาหรับ ใช้องค์ประกอบของศิลปะ  
อิสลาม เช่น ลายเรขาคณิต ลายพรรณพฤกษา  
สัญลักษณ์ของมัสยิด สัญลักษณ์ทางการแต่งกาย

ภาพที่ควรใช้ในการสื่อความหมาย เช่น  
ภาพสัญลักษณ์ แทนการบอกเล่าตรงๆ ภาพตัว  
สินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ ภาพสาธิตการใช้ให้เห็น  
ประโยชน์ใช้สอย ภาพผู้รับรองผล ผู้ทดลองใช้  
สินค้า ภาพแสดงการแก้ปัญหาให้เห็น ภาพเรื่อง  
ราวที่เกิดขึ้นในชีวิต ภาพการพิสูจน์ทาง

วิทยาศาสตร์ ภาพแสดงผลก่อนใช้และหลังใช้  
ภาพเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียกับคู่แข่ง ภาพแบบ  
สารคดี วิชาการ ภาพที่แสดงข้อเท็จจริง

กลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล เช่น ด้านคุณลักษณะของสินค้า คือ คุณค่าทางโภชนาการ สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ปลอดภัย ไม่มีสารเคมีตกค้าง วัตถุดิบใหม่ สดและสะอาด ด้านสิ่งตกแต่งภายนอก มีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม มีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานอาหารและยา มีเครื่องหมายรับรองฮาลาล ด้านคุณค่าของสินค้าที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภค เป็นสินค้าที่ดีต่อสุขภาพ สร้างคุณภาพชีวิตที่ดี จริงใจ เชื่อสัตย์และเชื่อถือได้ ด้านบุคลิกภาพของสินค้า ทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าเป็นคนใส่ใจตัวเอง ดูแลร่างกาย เป็นคนยึดหลักการ ยุติธรรม มีเหตุผล มีศีลธรรม เป็นคนรอบคอบ ช่างคิด ชอบวางแผน และเป็นคนก้าวหน้า มองการณ์ไกล คิดถึงอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัฒน์ สถาอานันท์. (2541). มุสลิมศึกษา: สังคมศาสตร์ทวนกระแสและความเป็นอื่น. วารสารสงฆานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ 4 (มกราคม-เมษายน)
- พิบูล ไวจิตรกรรม. (2553). การสร้างมาตรฐานเรขศิลป์ที่สื่อเอกลักษณ์แบบอิสลามสำหรับผลิตภัณฑ์และบริการฮาลาล. วิทยานิพนธ์ ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต. ภาควิชาอนุมิตศิลปคณศึลปกรรมศาสตร

จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

- พิบูล ไวจิตรกรรม. (2555). การศึกษาศิลปะอิสลามเพื่อประยุกต์ใช้กับสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาลาล. งานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- พิบูล ไวจิตรกรรม. (2556). การสร้างอัตลักษณ์สินค้าให้กับผลิตภัณฑ์ฮาลาลในประเทศไทย. งานวิจัย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- วิทวัส ชัยปาณี. (2548). สร้างแบรนด์อย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน.
- เสรี วงษ์มณฑา. (2546). หลักการโฆษณา. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร.

- George E. B. & Michael A. B. 2008. Advertising & Promotion. New York : McGraw-Hill/Irwin.

- Moustafa, N. (2008). Divine Inspiration: Seven Principles of Islamic Architecture. Malaysia: Islamic Arts Museum Malaysia.

- Sandra, M., Nancy D. M., and William D. W. (2009). Advertising & IMC. New York: Prentice Hall, Inc.

- Shiffman, L.G. & Kanuk, L. (2007). Consumer Behavior. Upper Saddle River, N.J. : Pearson/Prentice Hall.

- The Halal Science Center. (2009). HAL-Q Directory 2009. Bangkok: The Halal Science Center Chulalongkorn University.

The Halal Standard Institute of Thailand.

(2008). **Thailand Halal Food Producer Directory 2007 - 2008.**

Bangkok: The Center Islamic Committee of Thailand.

The Halal Standard Institute of Thailand.

(2009). **Thailand Halal Directory 2008 - 2009.** Bangkok: The Center Islamic Committee of Thailand.



การใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีการอ้างอิงโดยใช้ฐานกรณีเพื่อการสอนวิเคราะห์  
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกล  
USING CASE-BASED REASONING INSTRUCTIONAL STRATEGY TO TEACH MATHE-  
MATICAL MODELING AND ANALYSIS OF MECHANICAL SYSTEMS

ดร.วีระยุทธ สุตสมบูรณ์

หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

การปรับปรุงการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงพหุวิทยาการต่างๆเพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิศวกรรมศาสตร์และการประยุกต์เทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ยั่งยืน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบกรอบยุทธวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีการอ้างอิงโดยใช้ฐานกรณี และ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้รูปแบบดังกล่าว ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้คือการวิจัยแบบกึ่งทดลองด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในรายวิชา 5503901 การวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 2/2556 จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบการแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกลแบบหมุน: กรณีศึกษาระบบส่งกำลังทางกลในงานอุตสาหกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% สำหรับการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบก่อนเรียน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบแบบการปรับค่าบนเฟอร์โรนี ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์เชิงเหตุผลมีค่าเฉลี่ยการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการนำประสบการณ์มาประยุกต์ใช้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของค่าเฉลี่ยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อค้นพบจากงานวิจัยพบว่า รูปแบบยุทธวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีการอ้างอิงโดยใช้ฐานกรณีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกลแบบหมุนจนได้อย่างสอดคล้องตามกรอบแนวคิดที่ได้กำหนดไว้ในทุกขั้นตอน และนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การอ้างอิงโดยใช้ฐานกรณี, การวิจัยในชั้นเรียน, ยุทธวิธีการเรียนรู้, ระบบทางกล, การแก้ปัญหา



### Abstract

Many industrial technology education reform movements call for developing students to engage multidisciplinary studies through the complex problems that emerge for advances and changes in engineering theory and technology applications. The purposes of this research were to design of the case-based reasoning instructional strategy framework as part of the study along with the approach and to examine the effect of achieved using case-based reasoning instructional strategy to develop students for undertaking their own design projects. A one-group pre-test and post-test quasi-experimental design was employed in this study. All 31 a third-year in 5503901 Industrial Technology Research course of undergraduate mechanical technology students, Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University in semester 2/2013 were invited to participate in the present study. The procedures provided to the students as the course goals of Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry was conducted to test students' learning outcome. Data were analyzed by the descriptive statistics including mean, standard deviation and 95% confidential interval were used to estimate the students' learning outcomes to learning by CBRIS at pre-test scores. Analysis of variance (ANOVA) with post-hoc multiple-comparison (Bonferroni) was used to identify significant factors affecting students' learning outcomes to learning by CBRIS at post-test scores. The results showed that for an analytical reasoning approach to learning, the post-test mean score was noticeably higher than that at the pre-test. No significant difference was observed between the pre-test and post-test mean scores for a previous experience approach. The research finding fostered certain aspects of problem solving in mathematical modeling and analysis. The study also some suggestions of use instructional strategy, that support students' thinking and reasoning.

**Keywords :** Case-based reasoning, Classroom action research, Instructional strategy, Mechanical systems, Problem solving

## Introduction

Many industrial technology education reform movements call for developing students to engage multidisciplinary studies through the complex problems that emerge for advances and changes in engineering theory and technology applications. Given its cross multidisciplinary view, it is essentially reserved for undergraduate industrial technology students as a dynamic systems modeling and analysis course. Vu and Esfandiari (1998) describes this modern trend is to combine mathematical modeling, theoretical analysis, and computer simulation. However, it is generally viewed that changing technology students to enhance the ways knowledge and skills are used in real world practice. The preliminary of mathematical concepts and methods play essential practices for analyzing of dynamic systems.

An ample portion of these background knowledge and skills is supposed to have taught in 5503901 Industrial Technology Research course in one subject which mechanical engineering naturally serves as applied mathematics, a supplementary for a third-year course of undergraduate mechanical technology

students, Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University in semester 2/2013. With this reason, students often learn facts and rote procedures to link the analytical reasoning and application of knowledge. Problem solving has become the conceptualized as rejoin content and application in a modern learning environment for basic skills as well as their application in various contexts.

In fact, undergraduate mechanical technology students lack necessary basic numerical skills as well as higher order thinking skills; today's workplaces often demand high competencies of both skill sets. Science, technology, engineering, and mathematics forces namely STEM have changed the demand of most workplaces. Among these forces is globalization of the workplace, decision-making, modernized production, new technologies, and multiple roles on knowledge workers. One way to enhance the STEM of industrial technology students is with cases that presented detailed accounts of real world situation through the instructional strategy of technology field, the issues that emerge and the outcomes that eventuate. Thus, mechanical technology program is

revamping their instructional strategy to focus on problem solving as a key component of the industrial educational leader in professional curriculum.

This research attempts to describe a view that how to explore the case-based reasoning instructional strategy (CBRIS) framework is addressing problem solving skills as well. Moreover, this involves basic skills that students could be generated their knowledge in a variety of domains, perform critical analysis, and solves problems.

## Aims

The purposes of this research were to design of the case-based reasoning instructional strategy model as part of the study along with the approach and to examine the effect of achieved using case-based reasoning instructional strategy to develop students for undertaking their own design projects.

This study first situates the theoretical background within the relevant literature on CBRIS model, and then describes the taken to examine the effect, and finally presents and discuss the research findings.

## Theoretical Background

While interest in technology

changes has been affected to improve problem-solving skills, students has been lack. Hannafin and Land (2000) described that teachers hold traditional teaching methods, didactic beliefs and use “conventional ways” without sustainable development for student-centered problem solving. Case-based reasoning (CBR) is a problem solving method that uses similar solutions from similar past problems in order to solve new problems (Kolodner, 1993).

For this reason, researchers then analyze research and journals related to dynamic system and modeling analysis, teaching and learning, and instructional designs model for problem-solving learning outcomes, implications for real-world engineering education (Sudsomboon & Anmanatrakul, 2010; Sudsomboon & Maungmungkun, 2013). CBR is fit to employ as the problem solving technique that uses and adapts the solutions of analogous past problems to solve new problems (Aamodt & Plaza, 1994; Kolodner, 1993; Vong & Won, 2010).

## Analytical of Case-Based Reasoning

One of the main properties of the CBR system is a subfield of Artificial Intelligence rooted in the works of Roger

Schank in the early 80s, on dynamic memory and the central role that the recall of earlier episodes (cases) and scripts (situation patterns) has in problem solving and learning.

CBR stated as a heuristic human problem solving behavior that has been adapted for computer use. It is based on recall and reuse of specific “cases” and offers techniques for acquiring, representing and managing previous experiences. The CBR cycle have four-step process of retrieve, reuse, revise, and retain is detailed as shown in Figure. 1.

---

#### เพิ่มรูปที่ 1

---

(1) **Retrieve**: The process of finding cases, and their corresponding solutions, in the dataset or knowledge base that are most relevant to the given case.

(2) **Reuse**: The process of mapping the most common solution from the knowledge base for the given case. The reuse process also allows for adaptation of the most common solution, as needed, through the use of rules or “if statements” incorporated into the system.

(3) **Revise**: The process of testing the new solution. If the new solution is successful, the process moves directly to

retain. If the new solution does not work as expected or needs additional fine-tuning, the solution is further adapted to achieve the desired result.

(4) **Retain**: The process of storing the new case and its final solution in the knowledge base for future use in the case-based reasoning process.

Furthermore, CBR is a model of cognition strategy in which individuals construct schemas based on their interpretations of particular situations (cases or stories), store these in memory, and prior knowledge to construct a new situation through a process of analogical reasoning (Kolodner et al. 2004; Schank 1990). An individual possesses a store of cases that are interpretations of students’ experiences. When cases are stored, they are ‘indexed’ in the memory and the indexes for a case enable a person to locate and retrieve a relevant case or cases when confronted by a new situation.

Using the past experience might also be constructed when coming to understand the new situation, causing a case to be ‘re-indexed’ (Kolodner et al. 2004). Then, CBR is suitable to conduct in the study that considered a ‘natural’ form of students’ reasoning, their prior knowledge to make sense of new

situations (Jonassen & Hernandez-Serrano, 2002; Kolodner et al., 2004).

### **Mathematical modeling and analysis of mechanical systems**

Mechanical engineering education aims to promote quality of the problem-solving skills by integrating multidisciplinary studies, and develops intermediate science, technology, engineering, and mathematics (STEM), and real-world problem-solving on social demands to improve future engineering competencies (Jonassen, 1999; 2006). One of the most widely used well completion challenges to promote well teaching and learning effectively in mechanical engineering education is dynamic system modeling and analysis course. Due to its highly learning achievement and applications, instructors deals with the mathematical modeling of well dynamic systems and response analyses of such systems with a view toward understanding the dynamic nature of each system and improving the system's performance (Ogata, 2004).

Vu and Esfandiari (1998) describes the objective of an engineering analysis of a mechanical system is prediction of its behavior. The process by which a

physical system is simplified to obtain a mathematically tractable situation is called modeling. The resulting simplified version of the real system is called the mathematical model of the system. Mechanical systems are either in translational or rotational motion or both. In this study, researcher concentrate on the modeling of rotational mechanical systems is presented. Researcher briefed students' know the fundamental dynamics and modeling of rotational mechanical systems are treated. Students' can be understood Newton's laws are used for translational systems, whereas the moment equations are for rotational systems. The procedures provided to the students as the course goals of Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry are:

- (1) Knowledge system model representation is identifying the rotational mechanical systems with configuration form (i.g., through variables and across variables);
- (2) Governing equations are derived by dynamic system modeling and analysis;
- (3) Mathematical modeling of

rotational mechanical system in state-space representation form is presented;

(4) State equation is presented as the state-space representation or state-space form of the system model. This form is representing a system model is particularly useful in the dynamic system modeling and analysis (Vu & Esfandiari, 1998). As a result, this procedure is to obtain the state-space representation from the governing equations to Input-Output (I/O) equation below:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du}$$

state equation and output equation forms

(5) Transfer function is derived the different representations of mathematical models have been treated extensively in previous step. The transfer function is the most important to solve the system response. Because of the transfer function of a system, show relates the input to the output in the Laplace transform domain as;

$$G(s) = \frac{\text{Output}(s)}{\text{Input}(s)}$$

$$\text{where Output}(s) = L\{\text{output}(t)\}$$

$$\text{Input}(s) = L\{\text{input}(t)\}$$

(6) Analysis of the system response is concerned with the response of dynamic systems corresponding to specified inputs. Many type of input signal processing are crucially and discussed in the experimental. By analytical determination of the response is possible through application of the Laplace transformation, the transient response and frequency response are discussed;

(7) Suggestions of dynamic systems as mentioned earlier of this study, the unit-impulse response refers to the system's response to a unit impulse and is subjected to zero initial conditions (Vu & Esfandiari, 1998).

## Research Methodology

Designing of the case-based reasoning instructional strategy framework

The methodological framework in this study is a systematic literature reviews which guided by the National Academy of Engineering (2009). The review can be divided in three major steps: (1) identifying instructional strategies for industrial technology education framework; (2) analyzing and monitoring data were 12 key papers as the text books and international journals relevant dynamic systems modeling and analysis

and mechatronics; and (3) data analysis. As a result, the validation and modification were analyzed by evaluate from data synthesis.

The procedure is proposed as shown in Figure 2.

---

### เพิ่มรูปที่ 2

---

As novices, the benefit of CBR resides in its potential for developing a learning system that learns as new cases are solved. Learning occurs as a natural by-product of the process (Aamodt & Plaza, 1994). It is important to propose that CBR guide to solve problems effectively. For the application of mechanical engineering, each time a new solution is generated and a problem is solved, the experience is stored through the retain process to be used later on in solving similar problems. On the other hand, when the proposed solution to the problem fails, the reason for failure is identified and retained in order to avoid the same failure in the future (Sudsomboon, 2011).

### Participants

All 31 a third-year in 5503901 Industrial Technology Research course of undergraduate mechanical technology

students, Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University in semester 2/2013, who received CBRIS in December 2013, were invited to participate in the present study. The students were assured that their participation was entirely voluntary and informed of their rights as research subjects. For those who agreed to participate, written consent was obtained.

### Instrumentation

Researcher implies that teaching context may be modified to encourage students to adopt an appropriate approach or to discourage them from adopting an inappropriate approach to learning. An analytical reasoning approach to learning is considered as an appropriate approach as students learn for understanding, derives equation (e.g., analytical mathematics, linear ordinary differential equation, Laplace transform, and boundary conditions analysis) with enjoyment from the learning task and apply the knowledge acquisition to the real world situation (Biggs, 2003). On the other hand, a previous experience approach to learning is an inappropriate one as students rely on rote learning and memorization, avoid personal under-



standing and are unreflective about their learning experience (Biggs, 2003).

The revised two-type study process item was used to measure the students' approaches to learning. The first one item instrument consider the rotational mechanical system with an analytical reasoning approach and a previous experience approach scales, has acceptable Cronbach's alpha values for scale reliability (0.90 for the deep approach scale and 0.82 for the surface approach scale) with 3 experts assessment.

## Procedure

The research was conducted prior to the commencement of mathematical modeling of mechanical systems. For those who agreed to participate in the research, a pre-test of their approaches to learning was undertaken using Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry.

The item test was modified by researcher that applied from the text book (Vu & Esfandiari, 1998) and the instruction hand-out of 2.151 Advanced System Dynamics and Control, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts

Institute of Technology. The item test is represented as follow as:

## Example

Consider the rotational mechanical system: a case study of mechanical transmission system for industry described in Figure 3. Assume that the dynamic system parameter yield to a flywheel applied torque of magnitude 1 and initial conditions  $\theta(0) = 0.5$  rad and  $\dot{\theta}(0) = 0$ . Assume the following parameter values:  $J = 1$  kg m<sup>2</sup>,  $B = 2$  N-m-s, and  $K = 4$  N m. Determine the system's response. Also, find the response for the case of zero initial conditions (Rowell & Wormley, 1998).

Nomenclatures:

$T$  = External torque applied on the syst

$\theta$  = Angular position of the system

$\Omega$  = Angular velocity of the system

$J$  = Moment of inertia of the system

$B$  = Coefficient of viscous friction

$K$  = Spring constant

## เพิ่มรูปที่ 3

Solution

Primary variables:

$\Omega_s, \Omega_J, T_K, T_B$

Secondary variables

$T_s, T_J, \Omega_K, \Omega_B$

System order: 2

State variables:

(1) Write down the linear graph of the system as shown in Figure 4 below:

เพิ่มรูปที่ 4

(2) Derived the elementary equation in configuration form below :

$$\frac{d\Omega_J}{dt} = \frac{1}{J} \cdot T_J$$

$$\frac{dT_K}{dt} = K \cdot \Omega_K$$

$$T_B = B \cdot \Omega_B$$

(3) Then, the governing equations are derived by dynamic system modeling and analysis which combination (2) below:

$$T_J = T_K - T_B$$

$$\Omega_K = \Omega_J$$

$$\Omega_B = \Omega_J$$

$$\frac{d\Omega_J}{dt} = \frac{1}{J} \cdot (T_K - T_B)$$

(4) Determine the mathematical modeling of rotational mechanical system in the state-space representation form is presented from (3) below:

$$\frac{d\Omega_J}{dt} = \frac{1}{J} \cdot T_K - \frac{B}{J} \cdot \Omega_J$$

$$\frac{dT_K}{dt} = K \cdot (\Omega_S - \Omega_J)$$

$$T_B = B \cdot \Omega_J$$

(5) State equation is presented (Input-Output (I/O) equation are expressed in matrix forms below:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{\Omega}_J \\ \dot{T}_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{B}{J} & \frac{1}{J} \\ -K & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Omega_J \\ T_K \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ K \end{bmatrix} \cdot [\Omega_S]$$

$$\begin{bmatrix} \Omega_J \\ \Omega_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Omega_J \\ \Omega_K \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(6) Output equation form is expressed in matrix form below:

$$y = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du}$$

$$[\Omega_J] = [1 \quad 0] \cdot \begin{bmatrix} \Omega_J \\ T_K \end{bmatrix} + [0] \cdot [\Omega_S]$$

(7) Reform a new one equation is transformed (5) – (6) in the differential equation form below:

$$\frac{d^2\Omega_J}{dt^2} = \frac{1}{J} \cdot \frac{d}{dt} \cdot T_K - \frac{B}{J} \cdot \frac{d}{dt} \cdot \Omega_J$$

$$\frac{d^2\Omega_J}{dt^2} + \frac{B}{J} \cdot \frac{d\Omega_J}{dt} + \frac{K}{J} \cdot \Omega_J = \frac{K}{J} \cdot \Omega_S$$

(8) Transfer function is derived from take Laplace transform represented in (7) :

$$\left[ S^2 + \frac{B}{J}S + \frac{K}{J} \right] \cdot \Omega_J = \frac{K}{J} \cdot \Omega_S$$

$$\frac{\Omega_J}{\Omega_S} = \frac{\left( \frac{K}{J} \right)}{\left[ S^2 + \left( \frac{B}{J} \right)S + \left( \frac{K}{J} \right) \right]}$$

$$G(S) = \frac{\theta(S)}{T(S)} = \frac{I}{JS^2 + BS + K}$$

$$= \frac{I}{K} \left[ \frac{\left( \frac{K}{J} \right)}{S^2 + \left( \frac{B}{J} \right)S + \left( \frac{K}{J} \right)} \right]$$

(9) Analysis of system response :

Consider a linear, second-order dynamic system whose governing equation in the standard form below:

$$\frac{d^2\Omega_J}{dt^2} + \frac{B}{J} \cdot \frac{d\Omega_J}{dt} + \frac{K}{J} \cdot \Omega_J = \frac{K}{J} \cdot \Omega_S$$

$$\frac{d^2\Omega_K}{dt^2} + \frac{B}{J} \cdot \frac{d\Omega_K}{dt} + \frac{K}{J} \Omega_K = \frac{d^2\Omega_S}{dt^2} + \frac{B}{J} \cdot \frac{d\Omega_S}{dt}$$

$$\ddot{x} + 2\xi\omega_n\dot{x} + \omega_n^2x = f(t) = \delta(t)$$

Substitution of the given numerical values in the equation of motion yields are:

$$J\ddot{\theta} + B\dot{\theta} + K\theta = T(t)$$

$$\ddot{\theta} + 2\dot{\theta} + 4\theta = \delta(t)$$

when  $\delta(t)$  is the corresponding unit-impulse response that able to comparison with the standard form results as shown below:

$$\omega_n^2 = \frac{K}{J} \quad \text{and} \quad 2\xi\omega_n = \frac{B}{J}$$

From these relationships

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{J}} \quad \text{and} \quad \xi = \frac{B/J}{2\sqrt{K/J}}$$

$$= \frac{B}{2\sqrt{K \cdot J}}$$

Substantial showed that  $\omega_n^2 = 4$ ,  
 $2\xi\omega_n = 2 \omega_n = 2 \text{ rad/s}$ ,  $\xi = 0.5 < 1$

Indicating that the system is underdamped, and the response use  $\theta$  in place of  $x$ , and  $\sigma = \xi\omega_n = 1$ ,  
 $\omega_d = \omega_n\sqrt{1-\xi^2} = \sqrt{3}$ , to obtain in the solution standard form :

$$x(t) = \frac{1}{\omega_d} \sin \omega_d t + e^{-\sigma t} \left[ x_0 \cos \omega_d t + \left( \frac{\sigma x_0 + v_0}{\omega_d} \right) \sin \omega_d t \right]$$

$$\theta(t) = \frac{1}{\sqrt{3}} e^{-t} \sin \sqrt{3} t + e^{-t} \left[ 0.5 \cos \sqrt{3} t + \left( \frac{0.5}{\sqrt{3}} \right) \sin \sqrt{3} t \right]$$

(10) Suggestions of dynamic systems:  
As a result, assuming zero initial conditions, the corresponding unit-impulse response is described by the first term in the previous equation. The shaft bearings may be modeled as viscous friction with a damping coefficient of bearing. If the flywheel is at rest at  $t = 0$  and the power is suddenly applied to the motor, after that able to use computer simulation (MATLAB) and plot the variation in speed of the flywheel, and find the maximum angular velocity of the impeller in term of system respond. Thus, step response of shaft torque  $T_k$ , and flywheel angular velocity  $\Omega_f$  is considered.

### Data collection

The overall scores are 100 points with the 5 aspects evaluation. The CBRIS model in use was shown in Figure 5. Each of the CBRIS tutorials lasted about one-and-a-half to 4 hours and took place in a teaching room. Researcher has been treated students for testing in satisfaction results. For the CBRIS process, the role of the instructor-researcher was to construct paper a case examines, facilitate reflective group work during CBRIS tutorials and help students refine their approach to CBRIS underlying 7 steps of Problem

Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry.

### Data analysis

Data were analyzed by the SPSS version 17. Descriptive statistics including mean, standard deviation and 95% confidential interval were used to estimate the students' learning outcomes to learning by CBRIS framework at pre-test scores. Analysis of variance (ANOVA) with post-hoc multiple-comparison (Bonferroni adjustment) was used to identify significant factors affecting students' learning outcomes to learning by CBRIS at post-test scores. A p-value of  $<0.05$  was considered as significant.

### Results

To design of the case-based reasoning instructional strategy framework

---

#### เพิ่มตารางที่ 1

---

In Table 1, when used the CBRIS framework as an instructional strategy, CBR is thought to teach students' understand mathematical modeling and analysis of mechanical systems for a particular situation (the case), identify the range of issues

involved in memory in the specific case, make decisions, and suggest solutions, and formulate principles for handling future situations. This approach can enhance students to link theory and practice by offering a means to contextualizing learning in a way that connects content knowledge.

The CBRIS framework design was often taught as a set of procedures accompanied by simple examples and experiment in laboratories. CBRIS has more recently emerged as a conceptualized to bridge this gap between theory and practice in instructional design education (Ertmer & Russell, 1995; Ertmer & Quinn, 2007). The CBIS model was employed by Ertmer and Russell (1995), argued that CBIS approach as shown in Figure 5 are well-suited to conduct teaching instructional design that can be represented in the experimental model as follow as:

---

#### เพิ่มรูปที่ 5

---

The CBIS model link the integration of realistic case studies into 5503901 Industrial Technology Research course can design students in-depth insight to set problems and experience through mathematical modeling and analysis of mechanical systems. The role of the

students was to

(1) Students define and analyze the problem chosen for learning as new problem through index assignment;

(2) Students retrieved case with generate ideas incorporate situation knowledge. Then, Knowledge system model representation is identifying the rotational mechanical systems with configuration form;

(3) Students require analytical and reflective skills to derive the mathematical modeling and analysis of rotational mechanical systems and solved case as a reuse step and research their learning objectives.

(4) Students were gather information for solving problem from textbook, article journal in related field, group discussion;

(5) Students report back, synthesize explanations and apply newly acquired information to the problem for tested case as a revise step to derive state equation, transfer function and analysis of system response;

(6) Students' combine content knowledge and strategic thinking as thinking practitioners' as a retain step. The reiterative CBRIS also encouraged; and

(7) Students and facilitators to

evaluate

the process and outcome of the CBRIS experience through students' communication and interpersonal skills. The solutions from expert will be showed and researcher is discussed and recommended.

On completion of CBRIS process, a post-test of students' approaches to learning was conducted using as same as the rotational mechanical system with deep and surface approach scales.

To examine the effect of achieved using case-based reasoning instructional strategy to develop students for undertaking their own design projects

---

เพิ่มตารางที่ 2

---



---

เพิ่มตารางที่ 3

---

Of the 31 students who involved CBRIS during teaching and learning in 5503510 Industrial Technology Research course with the Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry, the pre-test and post-test were representing is shown in Table 1. Both an analytical reasoning approach

and a previous experience approach mean scores before the implementation of CBRIS are shown in Table 1. The revise had an impact on the pre-test scores that a significantly higher score (Mean = 67.10) than the retrieve (Mean = 51.33) in the deep approach to learning ( $p < 0.05$ ).

## Conclusions and Discussion

This section briefly discusses the study findings, the experimental results regarding the CBRIS model. Table 2 outlines the differences of the both approach scores pre-test and post-test the implementation of CBRIS model. For an analytical reasoning approach to learning, the post-test mean score was noticeably higher than that at the pre-test ( $p = 0.006$ ). No significant difference was observed between the pre-test and post-test mean scores for a previous experience approach ( $p = 0.519$ ).

Conducting experimental studies in this study is improving the instructional strategy for industrial technology education because they allow studying 'thinking like practitioners' in potential new learning innovations. Their ability was to solve problems and to establish whether CBRIS enhances it. This study both included an analytical reasoning approach and a

previous experience show effect within the group.

Three finding of Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry has the statistically significant in favor of the experimental group showed that:

(a) They were better at revise the step to derive state equation, transfer function and analysis of system response;

(b) They had higher-quality problem solutions;

(c) They related the retrieve of the problem representation with generate ideas incorporate situation knowledge.

The fact there was a substantial treatment effect CBRIS, although, CBRIS is a new dimensions of learning-instructional strategy, it is a present one: enhances students' ability to solve engineering problems. The finding was consequently CBRIS design was often taught as a set of procedures accompanied by simple examples and experiment in laboratories. CBRIS has more recently emerged as a conceptualized to bridge this gap between theory and practice in instructional design education (Ertmer & Russell, 1995; Ertmer & Quinn, 2007). Moreover, using

the past experience might also be constructed when coming to understand the new situation, causing a case to be 're-indexed' (Kolodner et al. 2004). Then, CBR is suitable to conduct in the study that considered a 'natural' form of students' reasoning, their prior knowledge to make sense of new situations (Jonassen & Hernandez-Serrano, 2002; Kolodner et al., 2004).

Sudsomboon (2013) have shown that, an application of a CBR to teach analysis of non-holonomic mechanical (NHM) systems. In this study, the key challenge of teaching a class of dynamic systems arises from the fact which considers the problem. Both 5592103 Machine Design I and 5594111 Machine Elements courses at Mechanical Technology Program, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University applies CBR into the motion of a plane NHM, consisting of two point masses, which move in such a way. CBR describes as a constructivist teaching consists of systematic process: retrieve, reuse, revise and retain is investigated. This instructional strategy made enhance of their students' thinking by the inclusions of NHM idea benefits students, who are able to solve the equations of the constraints of such a system, are



derived.

The content should be added the block diagram representation and introduction to control system. Finally, the real world situation did better on the employ of the strengths of CBRIS model. Other methodology of problem solving, such as authentic assessment of the solution and computer simulation and its feasibility, did use to conduct for completely results context; therefore, the means were better in the whole aspects (Sudsomboon & Anmanatrakul, 2010; Sudsomboon & Maungmungkun, 2013). One of the participants discuss in this study is that the earlier study had more training in the classroom environment and curriculum should be improved and developing their content as well as engineering curriculum.

The outcomes of this study suggest that a case-based reasoning instructional strategy that supports the 3 years level of undergraduate mechanical technology students of Mechanical Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University was conducted prior to the commencement of mathematical modeling of mechanical systems. In order to accomplishment in the research, a pre-test and post-test of their approaches to learning was

undertaken using Problem Solving in Mathematical Modeling and Analysis of Rotational Mechanical Systems: A case study of Mechanical Transmission System for Industry.

The results are enhanced students' learning outcomes to encourage students to adopt an appropriate approach or to discourage them from adopting an inappropriate approach to learning. Furthermore, the findings developed an understanding of the learning innovation of instructional strategy practice and were able to provide use of that knowledge to solve their students' performance.

The sequence of learning strategy focused them use both an analytical reasoning approach to learning is considered as an appropriate approach as students learn for understanding, derives equation (e.g., analytical mathematics, linear ordinary differential equation, Laplace transform, and boundary conditions analysis) with enjoyment from the learning task and apply the knowledge acquisition to the real world situation. On the other hand, a previous experience approach to learning is an inappropriate one as students rely on rote learning and memorization, avoid personal understanding and are

unreflective about their learning experience. Upon reflection, their knowledge of the approaches in turn helped students encourage of willing to learn and generate ideas to solve the mathematical modeling of mechanical system into a broader context.

The particular successes and failures experienced by the students demonstrate the importance of appropriately designed learning resources and an instructional strategy for supporting the CBRIS model is suggested. Cases should be variety relevant, and instructional strategy must supplement by computer simulation (e.g., MATLAB, Simulink, LabVIEW) should further develop students' understanding the whole of the dynamic systems and control (Sudsomboon & Anmanatrakul, 2010; Sudsomboon, 2011; Sudsomboon & Maungmungkun, 2013). However, making use the solutions to a previous experience approach when confronted with new situation is not an instructional strategy to encourage students in the type of reasoning required. Promoted scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environment for undergraduate industrial technology students is one suggest for further research.

## Acknowledgements

The researcher would like to acknowledge the value contribution and suggestion of Assist. Prof. Dr. Anan Suebsomran, Mechatronics Engineering Program, Department of Teacher Training in Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education at King Mongkut's University of Technology North Bangkok who supervised the knowledge in dynamic systems modeling and analysis on which this paper. Particular thanks for Assoc. Prof. Dr. Prungsak Auttaphut, Faculty of Industrial Technology at Suan Sunundha Rajabhat University for his invitation on this paper.

## References

- Aamodt, A and Plaza, E.(1994).Case-Based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *Artificial Intelligence Communications*. 7 (1): 39-52.
- Biggs, J. (2003). **Teaching for Quality Learning at University** (2nd ed.), Buckingham: The Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Cook, T. D. and Campbell, D. T. (1979). **Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings**. Chicago: Rand McNally.
- Ertmer, P. A. and Quinn, J.(2007). **The ID CaseBook: Case studies in instructional design**. Englewood Cliffs. NJ: Prentice Hall.
- Ertmer, P. A. and Russell, J. D.(1995).Using case studies to enhance instructional design education. *Educational Technology*. 35 (4): 23-31.
- Hannafin, M. J. and Land, S. M. (2000). Technology and student-centered learning in higher education: issues and practices. *Journal of Computing in Higher Education*. 12 (1): 3-30.
- Jonassen, D. H. (1999).Designing constructivist learning environment. In C. M.Reigeluth (Ed.). *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2: pp. 215-239. Lawrence Erlbaum.
- Jonassen, D. H.(2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*. 48 (4): 63-85.
- Jonassen, D. H. and Hernandez-Serrano, J. (2002). Case-based reasoning and instructional design: Using stories to support problem solving.*Educational Technology Research and Development*. 50 (2): 65-77.
- Jonassen, D. H. (2006). Typology of case-based learning: The content, form and function of cases. *Educational Technology*. 46 (4): 11-15.
- Kolodner, J.(1993).Case-Based Reasoning. San Mateo: Morgan Kaufmann.
- Kolodner, J. L., Owensby, J. N., and Guzdi al, M.(2004). Case-based learning aids. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* pp. 329-861.Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.

- Ogata, K.(2004).**System dynamics**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Rowell, D. and Wormley, D. N.(1998). **System Dynamics: An Introduction**. New Jersey: Prentice Hall.
- Schank, R.(1990). **Tell me a story: Narrative and intelligence**. Evanston, IL: Northwestern University Press.
- Sudsomboon, W. and Anmanatrakul, A. (2010).Innovative of an Instructional Design for Thai Industrial Education through Case-Based Reasoning. **Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok**, 20 (3): 620-632.
- Sudsomboon, W. (2011). Effects of a Computer-Based Concept-Mapping: The Learning Innovation in Industrial Education. **Technical Education Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok**, 2 (2): 11-19.
- Sudsomboon, W. and Maungmungkun, T. (2013). Integrating Case-Based Reasoning Approach in an Undergraduate Industrial Technology Research Course. In the 6th International Conference on Educational Reform (ICER 2013). February 23-24. Sokha Angkor Resort. Siem Reap. Cambodia. pp. 220-226.
- Sudsomboon, W.(2013). Applying Case-Based Reasoning to Teach Analysis of Non-Holonomic Mechanical Systems. In the 3rd International Conference on Sciences and Social Sciences (ICSSS 2013). July 18-19. Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham, Thailand. pp. 17-25.
- Vong, C. and Won, P. (2010). Case-based adaptation for automotive engine electronic control unit calibration. **Expert Systems with Applications**, 37 (4): 3184–3194.

## ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน

### DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CALCULATING HOME MORTGAGE

รศ.ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงค์<sup>1\*</sup>, อ.จินดา ไชยช่วย<sup>2</sup>, กรรณิการ์ พิมศิริ<sup>3</sup>, ขาญชัย เมธาวีรุฬห์<sup>4</sup>, นภาลัย สีสต์<sup>5</sup>

<sup>1\*,2,3,4,5</sup> คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

cleenaowng@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน โดยจะทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบบ้านที่จะเลือกซื้อ จากการใช้จำนวนเงินที่ผู้ซื้อสามารถผ่อนชำระได้ในแต่ละงวดเป็นเกณฑ์ รวมถึงการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบสินเชื่อเพื่อประกอบการเลือกกู้ โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์การเงิน (Financial Mathematics)

ระบบนี้พัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP โดยจะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบตารางที่ให้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น ตารางการผ่อนชำระรายงวด ตารางแสดงผลต่างระหว่างการซื้อบ้านด้วยเงินสดและผ่อน ตารางแสดงผลต่างระหว่างเงินกู้และเงินกู้รวมดอกเบี้ย ที่ระยะเวลาต่างๆ รวมทั้งรายละเอียดการผ่อนชำระบ้านในแต่ละปี

**คำสำคัญ :** ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, การเลือกซื้อบ้าน, คณิตศาสตร์การเงิน

### Abstract

This research develops a decision supply system (DSS) for calculating home mortgage payments. It compares prospective homes for buyers to choose from depending on their ability to pay for the monthly mortgage. The system also compares the mortgage loan programs from several commercial banks for the home buyers to choose.

This system is developed by the PHP language. It shows different kinds of results that support decision making in numerous tableau forms such as the table that shows the difference between buying the home with cash and with credit for different periods, the table that shows the difference between the loan only and the loan plus interest for different periods, and the details of the annual mortgage payments.

**Keywords :** Decision Supply System (DSS), Home Buying Decision, Financial Math

## บทนำ

“บ้าน” คำสั้น ๆ ที่มีความหมายอย่างยิ่งต่อชีวิต สถาปัตยกรรมประเภท “บ้านพักอาศัย” เป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่มนุษย์ต้องการทั้งในรูปแบบเป็นที่พักชั่วคราว หรือถาวร และต่อมาหมู่บ้านก็รวมกันขึ้นเป็นเมืองในภายหลัง [สมศรี กาญจนสุต, 2532]

ในอดีตการสร้างบ้านเจ้าของจะเป็นผู้ลงมือสร้างด้วยตนเอง ยุคต่อมาจึงเริ่มทำการให้ผู้อื่นคือ ผู้รับเหมาก่อสร้างเป็นผู้สร้างบ้านตามความต้องการของเจ้าของ เนื่องจากข้อจำกัดของเวลา สภาพแวดล้อม และสังคมที่เปลี่ยนไป ทำให้คนเราหันมานิยมซื้อบ้านพร้อมอยู่เพิ่มมากขึ้น

บ้านพร้อมอยู่นั้นมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับรายได้ของบุคคล โดยเฉพาะผู้มีรายได้น้อยถึงรายได้ปานกลาง จึงเป็นข้อจำกัดของบุคคลกลุ่มนี้ที่จะซื้อบ้านได้ด้วยวิธีการชำระเงินสด หรือหากจะใช้การออมเงินก็ต้องใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นผู้ซื้อจึงใช้วิธีการกู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินต่างๆ ได้แก่ ธนาคารพาณิชย์ ธนาคารออมสิน ธนาคารอาคารสงเคราะห์ เป็นต้น

การเลือกซื้อบ้านนั้นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น ราคาก่อน อัตราดอกเบี้ย ระยะเวลาก่อนชำระ เงินที่คาดว่าจะสามารถในการผ่อนชำระได้สูงสุด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะนำไปสู่การคำนวณเพื่อหาจำนวนเงินที่ต้องชำระในแต่ละงวด การคิดหาจำนวนเงินที่ต้องผ่อนชำระในแต่ละงวดนั้นมีขั้นตอนที่หลากหลาย ซับซ้อน การมีโปรแกรมเพื่อคำนวณจึงเป็นประโยชน์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ร่วมกันจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้านขึ้นมา โดยใช้หลักการของคณิตศาสตร์การเงินเป็นพื้นฐาน

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทำความเข้าใจการคิดอัตราดอกเบี้ยของสินเชื่อแบบต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผ่อนบ้านและการใช้บริการสินเชื่อบ้าน
3. เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่จะช่วยตัดสินใจเลือกซื้อบ้านและผ่อนชำระ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดอกเบี้ย คือ จำนวนเงินซึ่งจ่ายตอบแทนให้เป็นผลประโยชน์เมื่อมีการกู้ ในแง่ของการลงทุนอาจจะพิจารณาได้ว่า ดอกเบี้ย คือ ผลประโยชน์หรือกำไรที่จะได้รับหลังจากผลิตสินค้าออกสู่ท้องตลาดแล้ว [วันชัย ธิจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า, 2539] ถ้าในกรณีที่เจ้าหนี้ให้เงินยืมแก่ลูกหนี้ ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นจากการกู้ เมื่อพิจารณาทางด้านเจ้าหนี้ก็จะเป็นรายได้ ขณะที่ทางด้านลูกหนี้จะเป็นรายจ่าย

โดยทั่วไป ดอกเบี้ยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ดอกเบี้ยเชิงเดียว และดอกเบี้ยทบต้น

ดอกเบี้ยเชิงเดียว (Simple Interest) คือ ดอกเบี้ยที่คิดคำนวณจากเงินต้นอย่างเดียว โดยไม่คิดถึงผลการสะสมของดอกเบี้ยเมื่อเวลาผ่านไป

ดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest)



คือ ดอกเบี้ยที่คิดคำนวณจากเงินต้นบวกด้วย ดอกเบี้ยสะสมที่รวมเข้าไปเมื่อเวลาผ่านไป

โดยความหมายของดอกเบี้ยแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ ดอกเบี้ยรับ (Interest Earned) และ ดอกเบี้ยจ่าย (Interest Paid) [วิวัฒน์ อภิสิทธิ์ ภิณู, 2549]

ดอกเบี้ยรับ คือ จำนวนเงินที่บุคคลหรือองค์กรพึงได้รับจากการฝาก ลงทุน หรือให้กู้

ดอกเบี้ยจ่าย คือ จำนวนเงินที่บุคคลหรือองค์กรต้องจ่ายคืนแก่เจ้าของเงินที่ให้กู้

รายได้และอัตราดอกเบี้ย เป็นตัวกำหนดความต้องการในที่อยู่อาศัย โดยที่จำนวนเงินที่ยืมจากสถาบันการเงินของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับรายได้และอัตราดอกเบี้ยที่สามารถชำระกับสถาบันการเงินได้ ซึ่งระบุได้ว่าราคาบ้านจริงขึ้นอยู่กับจำนวนเงินที่สามารถกู้ได้ ถ้าระดับรายได้ของประชาชนมีค่าสูง และอัตราดอกเบี้ยต่ำ จะสามารถยืมเงินจากสถาบันการเงินได้สูง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้บ้านมีราคาสูง [Kieran McQuinn and Gerard O'Reilly, 2007]

การซื้อบ้านโดยส่วนใหญ่จะซื้อแบบสินเชื่อระยะยาว โดยมีปัจจัยต่างๆ มาช่วยในการจัดหาเงินกู้ระยะยาว ประเทศที่มีกฎหมายเข้มงวด ข้อมูลของระบบสินเชื่อจะมีความน่าเชื่อถือ และประเทศที่มีเศรษฐกิจมั่นคง ระบบสินเชื่อจะมีความซับซ้อน การกู้เงินเป็นปัจจัยชี้วัดสำคัญ ปัจจัยหนึ่งของตลาดอสังหาริมทรัพย์ ยอดขายบ้านพร้อมอยู่จะขึ้นอยู่กับอุปสงค์และอุปทาน ซึ่งก็ต้องขึ้นอยู่กับระดับรายได้ และระดับรายได้จะบอกถึงความสามารถในการขอสินเชื่อได้ [Warnock and Warnock, 2008]

## วิธีการคำนวณเงินรายงวด (Annuity)

เงินรายงวด (Annuity) หมายถึง อนุกรมของการจ่ายในระยะเวลาที่เท่ากัน แบ่งได้เป็น 2 แบบ

1.เงินรายงวดแบบแน่นอน (Certain Annuity) คือ การจ่ายเงินรายงวดที่เป็นจำนวนที่แน่นอนตามเวลาที่กำหนด เช่น การผ่อนชำระค่าผ่อนส่งบ้าน รถยนต์ เป็นต้น

2.เงินรายงวดแบบไม่แน่นอน (Contingent Annuity) เป็นการจ่ายเงินรายงวดที่ไม่อาจกำหนดระยะเวลาที่จะจ่ายแน่นอนได้ เช่น การจ่ายประกันชีวิต

ในงานวิจัยนี้เป็นการผ่อนบ้าน จึงจะเกี่ยวข้องกับเฉพาะกรณีแรกเท่านั้น โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้และวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ให้  $m$  แทนจำนวนปีที่ผ่อนชำระ

$m = 5, 10, 15, 20, 25, 30$  ปี

ให้  $k = 1, 2, 3, \dots, n$  เมื่อ  $n = 12m$

$P_k$  แทนเงินต้นคงเหลืองวดที่  $k$

$I_k$  แทนดอกเบี้ยงวดที่  $k$

$PV_k$  แทนเงินรายงวดหักดอกเบี้ยจ่ายของงวด

$x$  แทนเงินรายงวดที่ผ่อนชำระ

$ik$  แทนอัตราดอกเบี้ยของงวดที่  $k$

เดือนที่ 1;  $I_1 = P_0 i$  เมื่อ  $P_0$  คือเงินต้นเริ่มต้น

$PV_1 = x - P_0 i$

$P_1 = P_0 - (x - P_0 i)$

เดือนที่ 2 ;  $I_2 = P_1 i$

$= (P_0 - (x - P_0 i)) i$

$$\begin{aligned}
 PV2 &= x - P1i \\
 &= x - (P0 - (x - P0i))i \\
 P2 &= P1 - (x - P1i) \\
 &= \{P0 - (x - P0i)\} - \{x - (P0 - (x - P0i))i\}
 \end{aligned}$$

ทำเช่นนี้เรื่อยไป จะได้ค่าของเดือนสุดท้ายคือ  
เดือนที่  $12m$  ;

$$\begin{aligned}
 In &= (Pn-1)i \\
 PVn &= x - (Pn-1)i \\
 Pn &= Pn-1 - (x - (Pn-1)i)
 \end{aligned}$$

โดยจะทำการกำหนดให้  $Pn$  เป็นศูนย์  
นั่นคือ

$$Pn-1 - (x - (Pn-1)i) = 0$$

ซึ่งเมื่อแก้สมการหาค่า  $X$  ออกมา ค่า  $X$  ที่  
ได้ จะเป็นเงินรายงวดที่ต้องผ่อนในระยะเวลา  $n$  ปี  
ตัวอย่างการคำนวณเงินรายงวด

นาย ก้องเกียรติ ต้องการกู้เงิน 50,000  
บาท จากธนาคารกรุงไทย ที่อัตราดอกเบี้ย 12%  
ต่อปี เป็นระยะเวลา 5 เดือน นั่นคือ

$$P0 = 50000 \quad i = 12\% \text{ ต่อปี หรือ } 1\% \text{ ต่อเดือน}$$

$$\text{เดือนที่ } 1; I1 = P0i = 50000(0.01) = 500$$

$$PV1 = x - I1 = x - 500$$

$$P1 = P0 - (x - 500) = 50,500 - x$$

เดือนที่ 2;

$$I2 = (50500 - x)(0.01) = 505 - 0.01x$$

$$PV2 = x - (505 - 0.01x) = 1.01x - 505$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= (50,500 - x) - (1.01x - 505) \\
 &= 51005 - 2.01x
 \end{aligned}$$

และที่เดือนสุดท้ายคือ เดือนที่ 5;

$$\begin{aligned}
 I5 &= (52030.2005 - 4.151301x)(0.01) \\
 &= 520.302005 - 0.04151301x
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV5 &= x - (520.302005 - 0.04151301x) \\
 &= 1.04151301x - 520.302005 \\
 P5 &= (52030.2005 - 4.151301x) - \\
 &\quad (1.04151301x - 520.302005) \\
 &= 52550.50251 - 5.19281401x
 \end{aligned}$$

เมื่อให้สมการ  $P5$  เท่ากับ 0 จะได้

$$x = 10,119.85$$

นั่นคือ ก้องเกียรติจะต้องผ่อนชำระเดือน  
ละ 10,119.85 บาท เป็นระยะเวลา 5 เดือน

งานวิจัยนี้จะนำทฤษฎีทางคณิตศาสตร์  
การเงินมาใช้ในการพัฒนาระบบ

### การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบจะกล่าวถึง  
โครงสร้างกระบวนการทำงานของระบบ โดยจะ  
แสดงส่วนของข้อมูลเข้าที่ต้องใช้ การคำนวณ  
และผลลัพธ์ที่จะแสดง ดังตารางต่อไปนี้

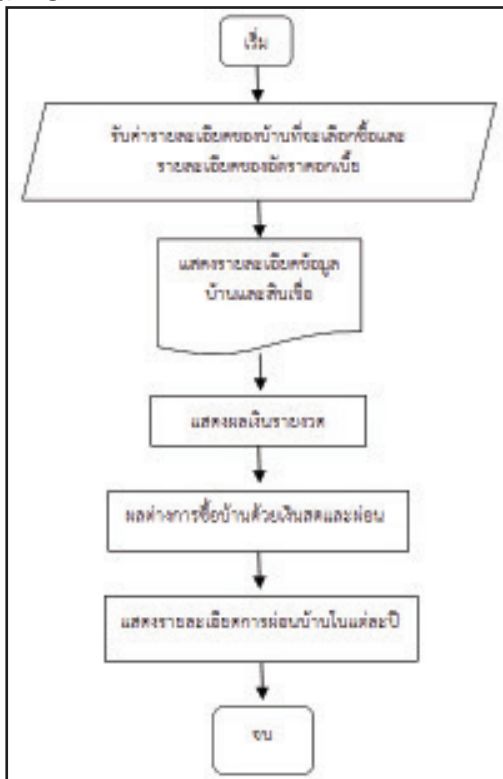
ตาราง 1 โครงสร้างระบบของการเปรียบเทียบ  
บ้าน

| ข้อมูลเข้า                                  | การคำนวณ                      | ผลลัพธ์ที่แสดง                        |
|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| ราคาบ้าน<br>จำนวนบ้าน                       | หาเงินรายงวด<br>ที่ผ่อนชำระใน | เงินรายงวดของการ<br>ซื้อบ้านแต่ละหลัง |
| อัตราดอกเบี้ย                               | ระยะเวลา                      | ผลต่างระหว่างการซื้อ                  |
| เงินต้น                                     | ตั้งแต่ 10 - 30<br>ปี         | บ้านด้วยเงินสดและ<br>เงินผ่อน         |
| จำนวนเงิน<br>สูงสุดที่<br>สามารถผ่อน<br>ได้ |                               | รายละเอียดการผ่อน<br>ชำระบ้าน         |

ตาราง 2 โครงสร้างระบบการเปรียบเทียบสิน  
เชื่อ

| ข้อมูลเข้า               | การคำนวณ                                                          | ผลลัพธ์ที่แสดง                            |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| วงเงินกู้ที่<br>ต้องการ  | หาเงินรายงวด<br>ที่ผ่อนชำระ ที่<br>อัตราดอกเบี้ย<br>ที่แตกต่างกัน | เงินรายงวดในการ<br>ชำระสินเชื่อ           |
| จำนวนแบบ<br>สินเชื่อ     |                                                                   | ผลต่างของเงินกู้กับ<br>เงินกู้รวมดอกเบี้ย |
| อัตราดอกเบี้ย            |                                                                   | อัตราดอกเบี้ยที่<br>แท้จริง               |
| เงินสูงสุดที่<br>ผ่อนได้ |                                                                   | รายละเอียดการผ่อน<br>ชำระสินเชื่อ         |

โดยมีผังงาน (Flowcharts) แสดงขั้นตอนการทำงาน  
ของระบบด้านการเปรียบเทียบบ้านและ  
เปรียบเทียบสินเชื่อ ดังรูป 1 และ รูป 2 ตาม  
ลำดับ



รูป 1 ผังงานแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบบ้าน

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากระบบสนับสนุนการ  
ตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน จะช่วยตอบ  
คำถามให้กับผู้ที่กำลังตัดสินใจเลือกซื้อบ้าน เช่น  
ถ้าเลือกซื้อบ้านหลังนี้แล้ว ผู้ซื้อจะมีความ  
สามารถในการผ่อนชำระได้หรือไม่ สิ่งนี้นับเป็น  
ส่วนหนึ่งของการวางแผนใช้จ่ายเงินของผู้จะซื้อ  
บ้านได้ ขณะเดียวกัน ระบบนี้ก็จะเป็นประโยชน์  
กับผู้ขายบ้าน โดยจะช่วยคำนวณเงินค่างวดที่  
ลูกค้าต้องจ่าย เพื่อนำไปใช้ประกอบการโฆษณา  
ขายบ้านได้

## ผลการวิจัย

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือก  
ผ่อนชำระซื้อบ้านที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานใน  
การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบเงินรายงวดเพื่อ  
ผ่อนบ้าน และการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบเงิน  
รายงวดเพื่อผ่อนชำระสินเชื่อ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็น  
ประโยชน์อย่างมากต่อการเลือกซื้อบ้านและการ  
เลือกสินเชื่อที่จะกู้

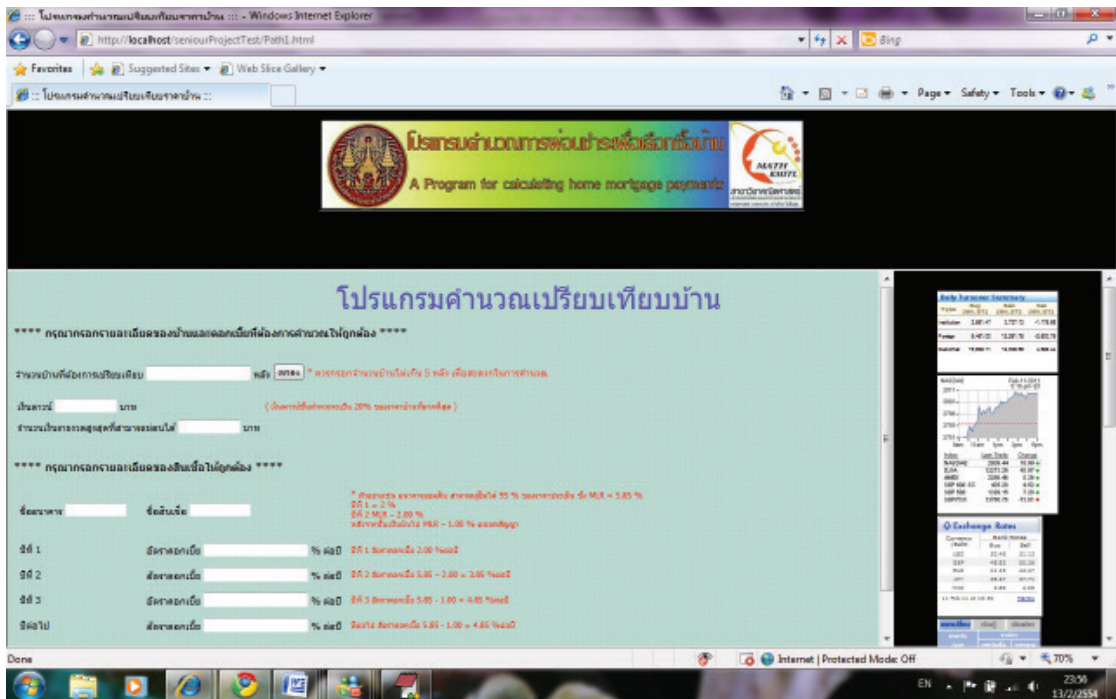


รูป 2 ผังงานแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบสินเชื่อ

รูป 3 แสดงหน้าจอเริ่มต้นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน ในส่วนของการคำนวณเปรียบเทียบบ้านจะมีข้อมูล 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของรายละเอียดเกี่ยวกับบ้านที่ต้องการเปรียบเทียบ ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการเปรียบเทียบบ้านกี่หลัง ระบบจะรับค่าจำนวนบ้าน ซึ่งเมื่อกดปุ่มตกลง ก็จะต้องกรอกชื่อของบ้านแต่ละหลัง ราคาบ้าน ขนาดของบ้าน เพิ่มเติม นอกจากนี้

จะต้องกรอกข้อมูลวงเงินค่างวดที่ผู้จะซื้อและจำนวนเงินรายงวดสูงสุดผู้จะซื้อสามารถผ่อนชำระได้

ด้านส่วนล่างของหน้าจอจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสินเชื่อ ซึ่งหลังจากรับค่าข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ระบบก็จะแสดงรายละเอียดการกรอกข้อมูลที่ได้รับเข้ามาดังรูป 4 เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนทำการคำนวณต่อไป

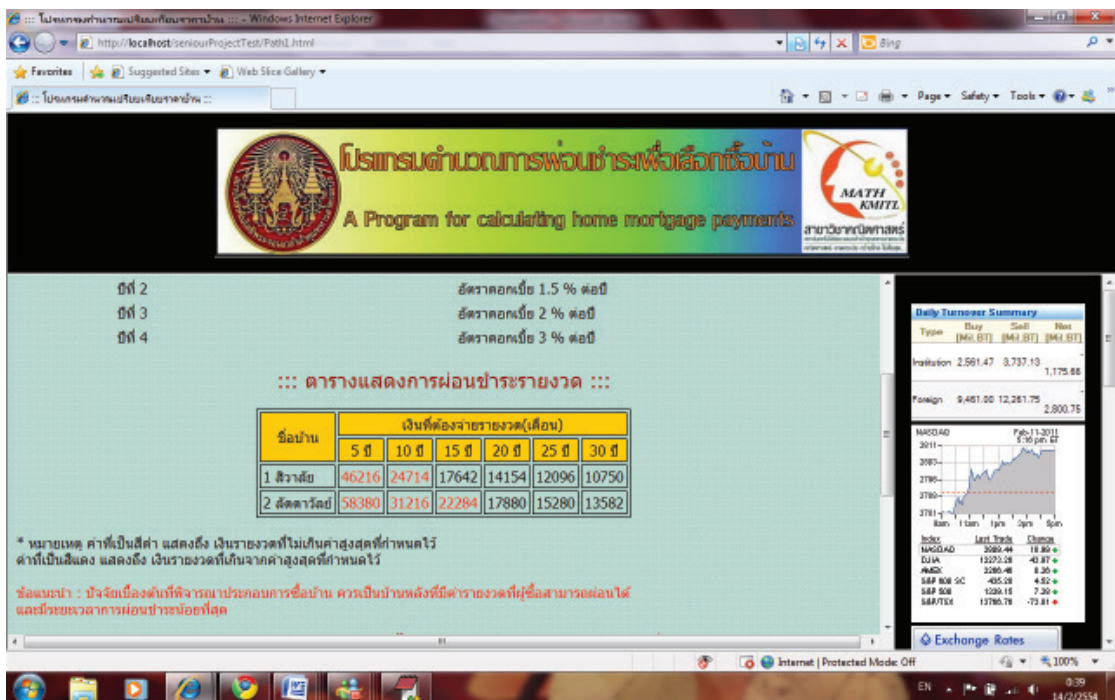


รูป 3 หน้าจอรับข้อมูลเพื่อคำนวณเปรียบเทียบบ้านที่จะเลือกซื้อ

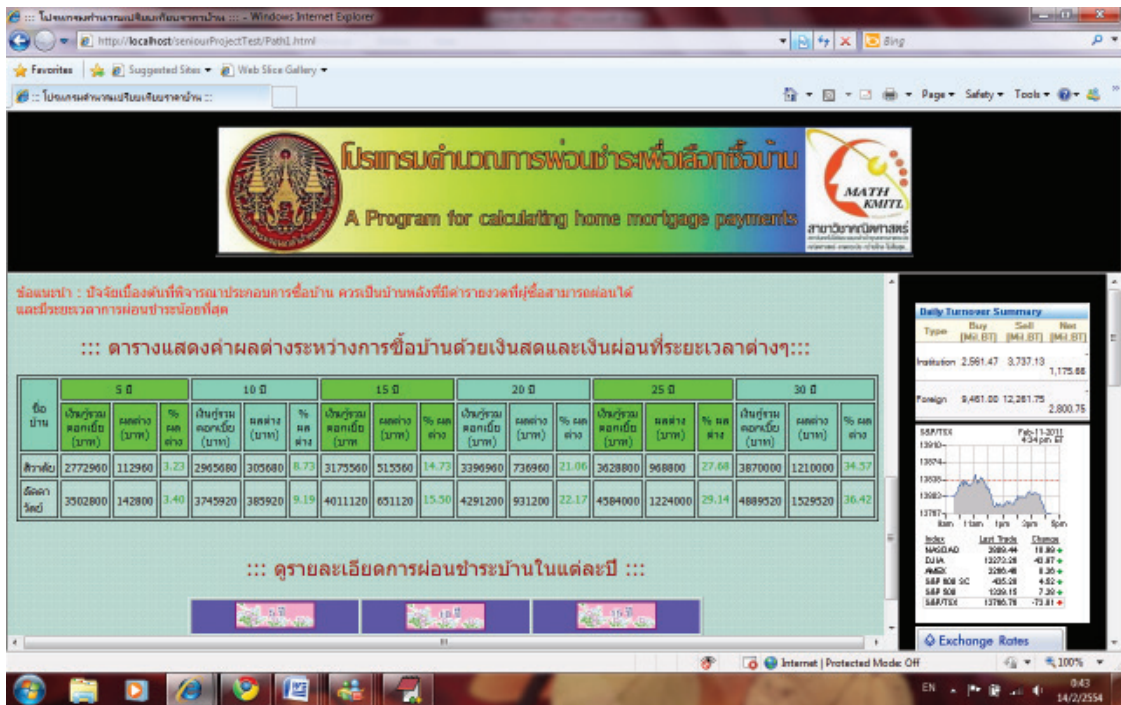




รูป 4 หน้าจอแสดงผลการรับค่าข้อมูลเข้าเพื่อการตรวจสอบ



รูป 5 ผลตารางแสดงการผ่อนชำระรายงวดของบ้านแต่ละแบบ



รูป 6 ตารางแสดงค่าผลต่างระหว่างการซื้อบ้านด้วยเงินสดและเงินผ่อน

ตารางแสดงรายละเอียดการผ่อนบ้านในระยะเวลา 10 ปี

| ซื้อบ้านหลังที่ 1 สิริวิทย์ | เงินที่จ่ายในแต่ละงวด 24714 |               |               |                         |                |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------|
| งวดที่                      | เงินเริ่มต้น                | ดอกเบี้ย      | ดอกเบี้ยสะสม  | เงินที่หักออกจากเงินต้น | เงินต้นคงเหลือ |
| 1                           | 2660000                     | 2216.66666667 | 2216.66666667 | 22497.33333333          | 2637502.66667  |
| 2                           | 2637502.66667               | 2197.91888889 | 4414.58555556 | 22516.08111111          | 2614986.58556  |
| 3                           | 2614986.58556               | 2179.15548796 | 6593.74104352 | 22534.844512            | 2592451.74104  |
| 4                           | 2592451.74104               | 2160.37645087 | 8754.11749439 | 22553.6235491           | 2569898.11749  |
| 5                           | 2569898.11749               | 2141.58176458 | 10895.699259  | 22572.4182354           | 2547325.69926  |
| 6                           | 2547325.69926               | 2122.77141605 | 13018.470675  | 22591.228584            | 2524734.47068  |
| 7                           | 2524734.47068               | 2103.94539223 | 15122.4160672 | 22610.0546078           | 2502124.41607  |
| 8                           | 2502124.41607               | 2085.10368006 | 17207.5197473 | 22628.8963199           | 2479495.51975  |
| 9                           | 2479495.51975               | 2066.24626646 | 19273.7660138 | 22647.7537335           | 2456847.76601  |
| 10                          | 2456847.76601               | 2047.37313834 | 21321.1391521 | 22666.6268617           | 2434181.13915  |
| 11                          | 2434181.13915               | 2028.48428263 | 23349.6234347 | 22685.5157174           | 2411495.62343  |
| 12                          | 2411495.62343               | 2009.5796862  | 25359.2031209 | 22704.4203138           | 2388791.20312  |
| 13                          | 2388791.20312               | 1985.9890039  | 28345.1921248 | 21728.0109961           | 2367063.19212  |
| 14                          | 2367063.19212               | 1958.82899016 | 31304.021115  | 21755.1710098           | 2345308.02111  |
| 15                          | 2345308.02111               | 1931.63502639 | 34235.6561414 | 21782.3649736           | 2323525.65614  |
| 16                          | 2323525.65614               | 1904.40707018 | 37140.0632116 | 21809.5929288           | 2301716.06321  |
| 17                          | 2301716.06321               | 1877.14507901 | 40017.2082906 | 21836.854921            | 2279879.20829  |
| 18                          | 2279879.20829               | 1849.84901036 | 42867.0573009 | 21864.1509896           | 2258015.0573   |
| 19                          | 2258015.0573                | 1822.51882163 | 45689.5761226 | 21891.4811784           | 2236123.57612  |
| 20                          | 2236123.57612               | 1795.15447015 | 48484.7305927 | 21918.8455298           | 2214204.73059  |
| 21                          | 2214204.73059               | 1767.75591324 | 51252.4865059 | 21946.2440868           | 2192258.48651  |
| 22                          | 2192258.48651               | 1740.32310813 | 53992.8096141 | 21973.6768919           | 2170284.80961  |
| 23                          | 2170284.80961               | 1712.85601202 | 56705.6656261 | 22001.143988            | 2148283.66563  |

รูป 7 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายละเอียดการผ่อนบ้านในระยะเวลา 10 ปี

รูป 5 แสดงผลการคำนวณเงินรายงวดของบ้านแต่ละแบบในรูปตาราง แยกตามจำนวนปีที่ต้องการผ่อนชำระ โดยค่าเงินรายงวดที่แสดงในตารางจะมี 2 แบบ แบบแรกคือจำนวนเงินที่สามารถผ่อนชำระได้จะแทนด้วยสีดำ ขณะที่แบบที่สองเป็นจำนวนเงินที่ไม่สามารถผ่อนชำระได้จะแทนด้วยสีแดง เนื่องจากเกินเงินรายงวดสูงสุดที่ผู้ใช้สามารถผ่อนชำระได้

บ้านที่จะเลือกซื้อควรเป็นบ้านที่สามารถผ่อนชำระได้ และมีระยะเวลาการผ่อนชำระน้อยที่สุด ด้วยเกณฑ์นี้ จากรูป 5 จะพบว่า การผ่อนบ้านสิวลัยเป็นเวลา 15 ปี ที่งวดละ 17,642 บาท จะดีกว่าการผ่อนบ้านลัดดาวลัยเป็นเวลา 20 ปี ที่งวดละ 17,880 บาท

รูป 6 แสดงค่าผลต่างระหว่างการซื้อบ้านด้วยเงินสดและเงินผ่อนที่ระยะเวลาต่างๆ กัน โดยจะแสดงซื้อบ้าน จำนวนปีที่ผ่อน เงินกู้รวม ดอกเบี้ย เงินผลต่าง และเปอร์เซ็นต์ผลต่างเทียบกับการซื้อเงินสด

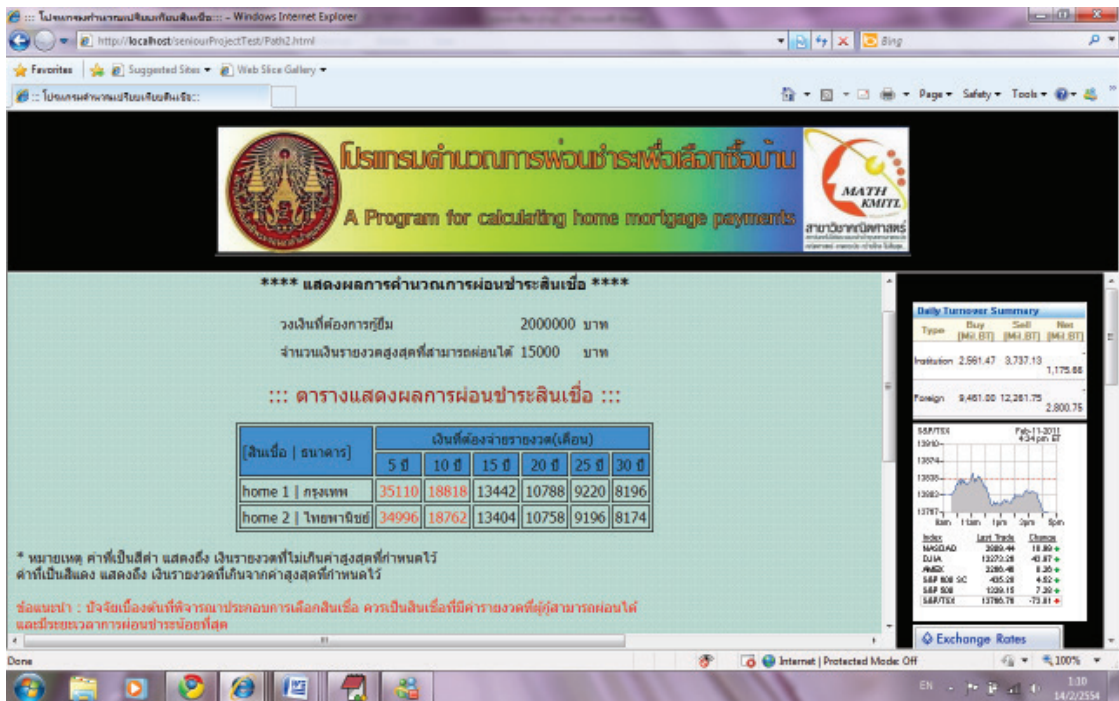
จากรูป 6 จะพบว่า หากต้องการผ่อนชำระบ้านสิวลัยเป็นเวลา 15 ปี จะมีเงินกู้รวม ดอกเบี้ยเท่ากับ 3,175,560 บาท เงินผลต่างระหว่างการซื้อด้วยเงินสดและเงินผ่อนจะอยู่ที่ 515,560 บาท คิดเป็น 14.73 % ของการซื้อด้วยเงินสด

นอกจากนี้ ระบบยังสามารถให้ผู้ใช้เรียกดูรายละเอียดการผ่อนชำระในระยะเวลาต่างๆ ได้ ดังเช่นในรูป 7 ที่แสดงรายละเอียดของการผ่อนชำระบ้านสิวลัยเป็นเวลา 10 ปี ที่เงินรายงวดเท่ากับ 24,714 บาท โดยจะแสดงรายการในแต่ละงวดคือ เงินต้นงวด ดอกเบี้ย ดอกเบี้ย

สะสม รวมไปถึงเงินที่หักออกจากเงินต้น และเงินต้นคงเหลือปลายงวดที่จะมีค่าลดลงไปเรื่อยๆ จนเป็น 0

อีกส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้านที่พัฒนาขึ้นนี้ ได้แก่ การคำนวณเปรียบเทียบเงินรายงวดของสินเชื่อ ซึ่งหลังจากกรอกข้อมูลเกี่ยวกับการกู้ยืมสินเชื่อ อันได้แก่ วงเงินที่จะกู้ จำนวนเงินรายงวดสูงสุดที่สามารถผ่อนได้ และจำนวนสินเชื่อที่จะเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณและหน้าจอแสดงผลจะคล้ายกับส่วนของการคำนวณเปรียบเทียบบ้าน ดังเช่นรูป 8 ที่แสดงตารางเงินรายงวดเพื่อผ่อนชำระสินเชื่อแบบที่ 1 และ 2 ที่ระยะเวลากู้ต่างๆ กัน





รูป 8 หน้าจอแสดงผลการคำนวณการผ่อนชำระสินเชื่อแบบต่างๆ

### ข้อจำกัดของระบบ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้านที่พัฒนาขึ้นนี้ มีข้อจำกัดคือ

1. ระบบจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบบ้านคราวละไม่เกิน 5 หลัง
2. เงินดาวน์ขั้นต่ำจะต้องไม่เกิน 20% ของบ้านที่ราคาสูงที่สุดในการเปรียบเทียบ
3. สมมติให้ผู้ใช้งานระบบ ได้พิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ ในการเลือกซื้อบ้านด้วยตนเองแล้ว เช่น ทำเลที่ตั้ง ขนาดและพื้นที่ของบ้านแต่ละหลัง

### สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาข้อมูลการซื้อบ้านของคนส่วนใหญ่พบว่า สิ่งที่ผู้ซื้อบ้านต้องการทราบคือ เงินรายงวดที่ต้องผ่อนชำระและรายละเอียด

การผ่อนในแต่ละงวด จากความต้องการนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้านนี้ขึ้นมา เพื่อตอบสนองสั้ยของผู้จะซื้อบ้าน

ระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้ความสามารถสูงสุดของการผ่อนชำระต่องวดของผู้จะซื้อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยจะช่วยตัดสินใจเลือกบ้านให้ตรงกับความสามารถในการผ่อนชำระนี้ ขณะเดียวกันก็ยังช่วยพิจารณาเลือกสินเชื่อที่จะกู้จากสถาบันการเงินที่เหมาะสมกับความสามารถในการผ่อนชำระได้ ซึ่งการดำเนินงานของระบบนี้ได้ใช้ระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์การเงินมาช่วยคำนวณ

ในส่วนของการพิจารณาเพื่อเลือกซื้อบ้าน ผู้ใช้สามารถเรียกดูผลการคำนวณเงินรายงวด

เพื่อผ่อนชำระของบ้านแต่ละหลังได้ ตามจำนวนบ้านที่ต้องการเปรียบเทียบ โดยจะแสดงภายใต้ระยะเวลาผ่อนตั้งแต่ 5 ปี เพิ่มขึ้นคราวละ 5 ปี ไปจนถึงสิ้นสุดที่ระยะเวลาผ่อน 30 ปี บ้านที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจะเป็นบ้านที่มีเงินรายงวดไม่เกินเงินสูงสุดที่จะผ่อนชำระได้ตามที่ผู้ใช้ระบบป้อนเข้า และมีระยะเวลาการผ่อนชำระน้อยที่สุดด้วย

นอกจากนี้ ผู้ใช้ระบบยังสามารถเลือกเรียกดูรายละเอียดการผ่อนชำระเงินในแต่ละงวด ซึ่งแบ่งออกเป็น เงินต้นค้างจ่าย ดอกเบี้ยที่จ่าย ดอกเบี้ยสะสม เงินต้นที่ลดลง และผู้ใช้ยังสามารถดูค่าผลต่างระหว่างการซื้อบ้านด้วยเงินสดและเงินผ่อนที่ระยะเวลาต่างๆ อีกด้วย

อีกส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้าน ได้แก่ การพิจารณาเพื่อเลือกสินเชื่อที่จะอยู่กับสถาบันการเงินนั้น ผู้ใช้สามารถเรียกดูค่าเงินรายงวดที่ต้องการผ่อนชำระให้กับสถาบันการเงินที่ทำการกู้ยืมในระยะเวลาต่างๆ ตั้งแต่ 5 ปี ถึง 30 ปี

สินเชื่อที่ผ่านการพิจารณาจะต้องเป็นสินเชื่อที่มีค่าเงินรายงวด ไม่เกินค่าเงินสูงสุดที่ผู้กู้สามารถผ่อนชำระได้ และควรเลือกสินเชื่อที่มีระยะเวลาการผ่อนชำระน้อยที่สุด

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้ใช้จะยังสามารถเรียกดูผลต่างระหว่างเงินกู้และเงินกู้รวมดอกเบี้ย รวมไปถึงรายละเอียดการผ่อนชำระสินเชื่อในแต่ละปี และเรียกดูค่าอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริงของสินเชื่อแต่ละแบบได้อีกด้วย

คณะผู้วิจัยทำการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเลือกผ่อนชำระซื้อบ้านนี้ โดยใช้ภาษา PHP โดยมุ่งหวังจะให้ได้สามารถวิเคราะห์

ข้อมูล และใช้งานบนหน้าเว็บ พร้อมกับแสดงผลได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ ผู้ที่สนใจจะนำไปพัฒนาต่อ อาจเพิ่มปัจจัยอื่นๆ ที่ผู้ซื้อบ้านต้องพิจารณา เช่น สถานที่ตั้ง ขนาดและพื้นที่ของบ้าน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เลือกซื้อบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

วิวัฒน์ อภิสิทธิ์ภิญโญ. (2549). **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียซอฟต์แวร์เทคโนโลยี.

วันชัย ธีจิรวณิช, ช่อมะ พลอยมีค่า. (2539).

**เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศรี กาญจนสุด. (2532). **พื้นฐาน**

**สถาปัตยกรรม**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทประชาชื่น จำกัด.

Warnock, Veronica Cacadac & Warnock, Francis E. (2008). Markets and housing finance. **Journal of Housing Economics Elsevier**. 17(3): 239-251.

Quinn, Kieran and O'Reilly, Gerard. (2006). **Assessing the Role of Income and Interest Rates in Determining House Prices**. Research Technical Papers, Central Bank of Ireland.

## รูปแบบสถาปัตยกรรม เพื่อการอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของเมืองเชียงราย

### The Pattern of Architecture Design for Conservation of Cultural Landscape in Chiang Rai City

เกริก กิตติคุณ<sup>1\*</sup>, สันติชาติ ชัยภมรฤทธิ์<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

<sup>2</sup>สถาปนิก ระดับชำนาญการ องค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย

#### บทคัดย่อ

มรดกทางสถาปัตยกรรม ถือว่าเป็นภูมิปัญญาที่ล้ำค่าของบรรพบุรุษที่สะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของผู้คนในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตามบริบทของพื้นที่ โดยมีคติความเชื่อและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่สะท้อนในงานสถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อมของชุมชนจากประวัติศาสตร์ของเมืองเชียงราย การสร้างบ้านแปงเมือง ของพญามังราย บริเวณที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำกก ในเขตกำแพงเมืองเก่าและได้ขนานนามราชธานีแห่งใหม่นี้ว่า เชียงราย ซึ่งมีความหมายว่า เมืองของพญามังราย การตั้งถิ่นฐานของผู้คนในกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆปรากฏลักษณะงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นล้านนา และการได้รับอิทธิพลจากมิชชันนารีสอนศาสนาในงานสถาปัตยกรรมแบบตะวันตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงจากความเป็นเมือง(Urbanization) ทำให้งานสถาปัตยกรรมที่ทรงคุณค่า โดยเฉพาะอาคารประเภทบ้านพักอาศัย ถูกรื้อทำลายเพื่อสร้างใหม่ตามกระแสนิยม ทั้งนี้งานวิจัยได้ศึกษาเพื่อสำรวจมรดกสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นประเภทต่างๆในเมืองราย และสร้างรูปแบบทางสถาปัตยกรรมร่วมสมัยที่เป็นต้นแบบ เพื่อการอนุรักษ์สภาพทางภูมิทัศน์วัฒนธรรม เพื่อเป็นแนวทางการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อมของชุมชนในเขตเทศบาลนครเชียงราย และส่งเสริมให้หน่วยงานท้องถิ่นที่รับผิดชอบในการดำเนินการอนุรักษ์ก่อนสร้างและวางกรอบข้อบังคับเทศบัญญัติท้องถิ่น เพื่อการอนุรักษ์มรดกทางสถาปัตยกรรม และสภาพแวดล้อมของชุมชนที่เหมาะสมกับบริบทของเมืองเชียงราย

**คำสำคัญ :** รูปแบบสถาปัตยกรรม, การอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรม, เชียงราย

### Abstarct

Architectural heritage is considered a priceless ancestral wisdom that reflects the lifestyle and well-being of people in the past to the present which defines the major characteristics of the area. The architecture and environment of the community can be reflected by the beliefs and social change. From the history of the city of Chiang Rai, the housing plan of the serpent Mangrai lowlands along the Kok River within the old city walls, and have dubbed this era, which means that Rai. The City of King MangRai. Vernacular architecture appears from settlement of the people of various ethnic groups with architecture influenced by evangelical missionaries from western. This Include changes from city development (Urbanization), the architecture invaluable, especially residential buildings, were demolished to create new trend structures. The research of study and explore various forms of vernacular architecture in the city by creating a model of contemporary architecture as a model for Conservation of cultural landscape and finding ways to preserve the architecture and environment of the communities in the Chiang Rai municipal and to encourage local agencies responsible for the construction and formulate local ordinance regulations to conserve the architectural heritage and create community environment that is appropriate for the context of the city of Chiang Rai.

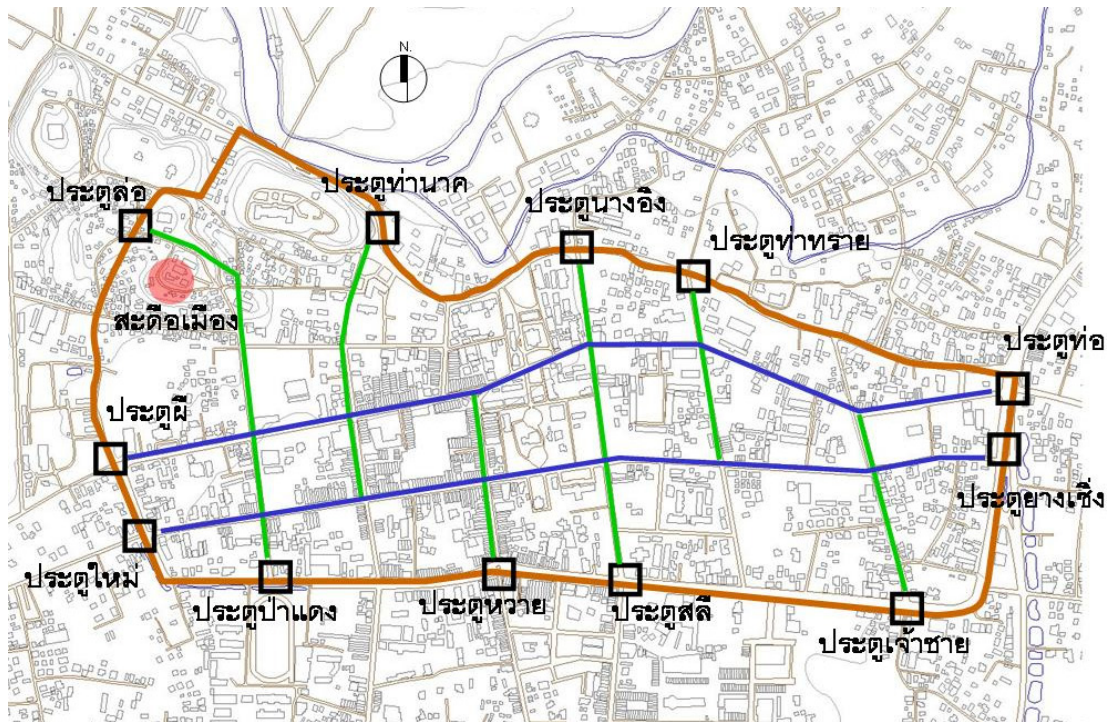
**Keyword :** The Pattern of Architecture Design, Conservation of Cultural Landscape, Chiang Rai

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพภูมิประเทศเมืองเชียงรายได้ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ จึงเหมาะแก่การตั้งถิ่นฐานของชุมชนในอดีต ในปีพ.ศ. 1805 ของพญามังราย ได้ทรงย้ายราชธานีจากเมืองหิรัญนครเงินยาง (เมืองเชียงแสน) มาสร้างราชธานีแห่งใหม่ที่ริมฝั่งแม่น้ำกก เนื่องจากทรงเห็นว่าภูมิประเทศเป็นชัยภูมิที่ดี ฝั่งเมืองเชียงรายได้ในอดีต มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาวขนานไปตามแนวแม่น้ำกก ซึ่งไหลผ่านหน้าประตูเมืองทางทิศเหนือ กำแพงก่อด้วยอิฐ มีใบเสมาเรียงรายไปตามแนวกำแพง ประตูมีรูปร่างโค้ง กว้างประมาณ 5 เมตร สามารถขี่ช้างลอดผ่านได้ ขานกำแพงมีคูน้ำล้อมรอบกำแพงด้านนอก ตามบันทึกของนักเดินทางชาวฝรั่งเศสซึ่งตีพิมพ์ในหนังสือ Le Tour du Monde :1885 (สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา, 2545, 43-45) จำนวนประตูเมืองในเขตกำแพงเมืองเก่าจากการสำรวจและสัมภาษณ์บุคคล ตามรายงานของนายอร่าม เอี่ยมสุวรรณ อดีตผู้ว่าราชการจังหวัดเชียงราย (สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2529, 3-4) แต่เดิมประตูเมืองเชียงรายได้มีจำนวน 11 ประตู แต่เมื่อสร้างสะดือเมือง (เสาหลักเมือง) ที่บริเวณดอยทอง จึงเพิ่มประตูเมืองด้านทิศตะวันตก รวมเป็น 12 ประตู ดังรายละเอียดดังนี้ ด้านทิศใต้มี 4 ประตู คือ ประตูป่าแดง, ประตูห้วย, ประตูสลี และประตูเจ้าชาย ส่วนด้านตะวันออกมี 3 ประตู คือ ประตูใหม่ หรือ ประตูเชียงใหม่ , ประตูผี และประตูล่อ หรือ ประตูชะด้า ส่วนทางด้านทิศเหนือมี 3 ประตู คือ ประตูท่ามาก, ประตูนางอิง และประตูท่าทราย และด้านทิศตะวันออกมี

2 ประตู คือ ประตูท้อ และประตูยางเชิง โดยมีถนนภายในเมือง มีลักษณะ 2 แนว คือถนนแนวขวาง ได้แก่ถนนที่เชื่อมระหว่างกำแพงด้านทิศเหนือกับทิศใต้ และถนนแนวตรง คือ ถนนตัดจากประตูด้านตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ยาวไปตามแนวเมือง ตามถนนสายหลัก 2 สาย ได้แก่ ถนนอุตรกิจ และถนนธนาสัย





รูปภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งของประตูเมือง และแนวเขตกำแพงเมืองเก่าของเมืองเชียงราย

ในปัจจุบันตำแหน่งและสภาพปัจจุบันของบริเวณประตูเมืองต่างๆ ไม่ปรากฏเค้าโครงของประตูเมืองและกำแพงเมืองเก่า เนื่องจากถูกทำลาย และไม่พบร่องรอยของประตูและกำแพงเมืองในอดีต ซึ่งมีเพียงคูเมืองในพื้นที่บริเวณทางทิศใต้ ที่พบร่องรอยแนวคูเมืองเดิม ที่ปัจจุบันใช้เป็นทางระบายน้ำ ส่วนตำแหน่งประตูเมืองด้านทิศเหนือที่ติดกับแม่น้ำกก สันนิษฐานว่าเดิม แนวกำแพงเมืองด้านนี้สร้างขึ้นไปกับแนวแม่น้ำกกเดิม แต่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นทางน้ำ ทำให้แนวกำแพงเมืองถูกทำลายและปัจจุบันเหลือเพียงคูน้ำ ในพื้นที่ของชุมชนเกาะลอย ตามแนวถนนสิงห์ไคล สาเหตุที่ทำให้ประตูเมือง คูเมือง และแนวกำแพงเมืองถูกทำลายเนื่องจากการวางผังเมืองเพื่อตัดถนนภายใน

เมือง เมืองเชียงราย ในปี พ.ศ.2453 ให้มีฐานะเป็นเมืองบริวารของเชียงใหม่ ยกเมืองเชียงรายเป็นเมืองจัตวา รวมอยู่ในมณฑลพายัพ บรรดาเจ้าเมืองที่ได้รับการแต่งตั้งจากส่วนกลางเมืองลงไปปกครองในต่างจังหวัด ล้วนไม่มีความรู้และความผูกพันกับวัฒนธรรมดั้งเดิม ทำให้รูปแบบทางสถาปัตยกรรมล้านนาถูกลดทอนความสำคัญและขาดการอนุรักษ์ จนเป็นเหตุให้อาคารบ้านเรือนถูกรื้อและสร้างขึ้นใหม่ตามสมัยนิยม



รูปภาพที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะของประตูเมืองเชียงรายในอดีต ซึ่งไม่สอดคล้องกับรูปแบบการสร้างประตูเมืองขึ้นใหม่ (ที่มา : ภาพด้านซ้าย : สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา, 2545, 47)

นโยบายจากภาครัฐที่ส่งเสริมให้ จังหวัด เชียงราย ให้เป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจการค้า ชายแดนและการท่องเที่ยว เพื่อเชื่อมโยงกับ ประเทศเพื่อนบ้านภายใต้ความร่วมมือใน

โครงการทหเหลี่ยมเศรษฐกิจ ( Greater Me- kong Sub-regional , GMS. ) การพัฒนาเส้น ทางคมนาคมขนส่งทางถนน และระบบ สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ทำให้เกิดการ



เปลี่ยนแปลงของเมืองที่รวดเร็วที่เกิดจากการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็วทิศทาง และส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์วัฒนธรรมของเมืองเชียงราย และมรดกทางสถาปัตยกรรมแบบล้านนาถูกทำลายและขาดการดูแล แม้แต่รูปแบบกำแพงเมืองที่สร้างขึ้นใหม่ มีรูปแบบที่ไม่สอดคล้องกับเอกลักษณ์ของเมืองตามแบบสถาปัตยกรรมล้านนา แนวกำแพงไม่ได้สัดส่วนและใช้วัสดุอิฐสมัยใหม่ที่ขัดแย้งกับการจำลองในอดีตของประตูเมืองดั้งเดิม รวมทั้งอาคารบ้านเรือนในเขตเมืองเก่าได้รื้อแล้วสร้างใหม่เป็นอาคารพาณิชย์รูปทรงทันสมัย ไม่กลมกลืนและไม่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนเมืองล้านนา ประกอบกับหน่วยงานท้องถิ่นขาดการควบคุมดูแลในเทศบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคารและการติดตั้งป้ายโฆษณาร้านค้าที่บดบังและก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมของเมืองเชียงราย ทั้งนี้ได้ศึกษาเชิงสำรวจมรดกทางสถาปัตยกรรมในเขตเมืองเก่าที่ยังหลงเหลืออยู่และออกแบบสถาปัตยกรรมในรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์พื้นถิ่นล้านนาเพื่อการอนุรักษ์สภาพทางภูมิทัศน์วัฒนธรรมในเขตเมืองเก่าเชียงราย รวมทั้งเสนอแนวทางการอนุรักษ์และส่งเสริมให้หน่วยงานท้องถิ่น คือ เทศบาลนครเชียงรายที่รับผิดชอบในการดำเนินการอนุญาตก่อสร้างและวางกรอบข้อบังคับเทศบัญญัติท้องถิ่น เพื่อการอนุรักษ์มรดกทางสถาปัตยกรรม และสภาพแวดล้อมของชุมชนเมืองเชียงราย

## ผลการศึกษา

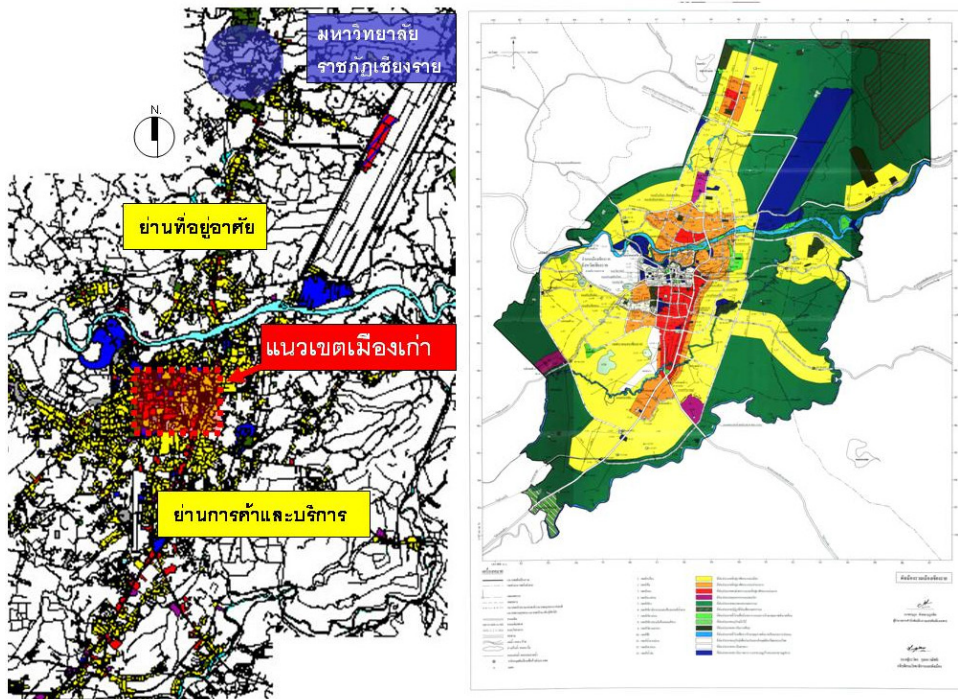
รูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของเมืองเชียงราย แบ่งตามประเภทที่อยู่อาศัย, ประเภทอาคารพาณิชย์, ประเภทอาคารราชการและประเภทศาสนสถานในเขตเมืองเก่า ได้ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลสถาปัตยกรรมที่ทรงคุณค่าของเรือนพื้นถิ่นภาคเหนือในเขตเมืองเชียงรายพบว่า กลุ่มอาคารบ้านเรือนประเภทที่พักอาศัยมีจำนวนน้อยและส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่ทรุดโทรมขาดการดูแลรักษา ส่วนอาคารประเภทอาคารราชการและประเภทศาสนสถาน ยังคงรูปแบบลักษณะภายนอกสถาปัตยกรรมแบบล้านนาและแบบโคโลเนียลผสมผสาน อาคารที่พักอาศัยเรือนพื้นถิ่นมีคติความเชื่อที่เกี่ยวกับการปลูกเรือนแต่ดั้งเดิม ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมไม้และการกำหนดทิศทางของตัวเรือนและองค์ประกอบเรือน เพื่อความเป็นสิริมงคลของผู้อยู่อาศัย ส่วนการจัดพื้นที่ภายในเรือนก็มีการคำนึงถึงคติความเชื่อดั้งเดิมด้วย เช่น ตำแหน่งของห้องนอนพ่อแม่ควรอยู่ด้านทิศตะวันออกโดยมีห้องนอนลูกอยู่ด้านทิศตะวันตก ซึ่งทุกคนจะหันหัวนอนไปทางหิ้งพระ คือทิศตะวันออก หรือทิศใต้ของเรือนเสมอ จากคติความเชื่อที่มีอยู่ในทุก ๆ จุดของเรือนพื้นถิ่นภาคเหนือทำให้แต่ละส่วนของเรือนมีความหมายและสร้างสำนึกในถิ่นที่ของตัวมันเองได้อย่างลงตัว และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่แตกต่างจากท้องถิ่นอื่น



รูปภาพที่ 3 สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นภาคเหนือ และเรือนพักอาศัยเก่าในเขตเมืองที่เหลืออยู่ไม่มาก  
(ที่มา : ภาพบน : วิวัฒน์ เตมียพันธ์, 2540, 15)

มรดกทางสถาปัตยกรรมของเมือง เชียงราย ได้รับผลกระทบจากการขยายตัวของ เมืองเชียงราย แม้ว่าผังเมืองรวมเชียงราย ได้ประกาศเป็นกฎกระทรวงบังคับ เมื่อวันที่ 21 สิงหาคม ปี พ.ศ. 2530 จนมาถึงการบังคับใช้ ผังเมืองรวมเชียงราย ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2556 แต่การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลับเพิ่ม มากขึ้น โดยเฉพาะประเภทพาณิชยกรรมและที่ อยู่อาศัย ที่เกาะกลุ่มตามเส้นทางคมนาคมสาย หลักและสายรองของเมือง โดยเฉพาะชุมชนจาก ย่านการค้าเก่า บริเวณโดยรอบตลาดสดเทศบาล ถนนอุตรกิจและถนนธนาลัย ขยายตัวไปตาม

ถนนพหลโยธิน จนถึงทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 เนื่องจากการขยายถนนเป็นขนาด 6 ช่องทางจราจร การใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงจาก ที่พักอาศัยเป็นพาณิชยกรรมประเภทห้างสรรพ สินค้า แหล่งธุรกิจการค้าและบริการ อีกทั้งการ ควบคุมตามผังเมืองรวม ที่กำหนดให้เขตเมือง เก่าเป็นสีน้ำตาลอ่อน ประเภทการใช้ประโยชน์ ที่ดินอนุรักษ์ เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลป วัฒนธรรมไทย โดยควบคุมการก่อสร้างประเภท อาคารสูง และอุตสาหกรรมทุกประเภท แต่ไม่ได้ ระบุมาตรการอนุรักษ์มรดกทางสถาปัตยกรรม และสภาพภูมิทัศน์วัฒนธรรมเดิมให้คงอยู่



รูปภาพที่ 4 การขยายตัวของเมืองเชียงราย จากการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบแนวเขตเมืองเก่า และการบังคับใช้ผังเมืองรวมเชียงราย ปี พ.ศ. 2550 - 2556 (ที่มา : ภาพด้านขวา : กรมโยธาธิการและผังเมือง)

การอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรมในเขตเมืองเชียงราย โดยการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (Nature Environment) และสภาพแวดล้อมสร้างสรรค์ (Build Environment) ตามแนวคิดภูมิทัศน์เมือง ของ เควิน ลินช์ (Kevin Lynch : 1977) เพื่อสร้างแผนที่จินตภาพในการรับรู้ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของเมืองที่มีคุณค่าแก่การอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อมของชุมชน ได้ดังนี้

1.ทางสัญจรของเมืองเชียงราย (Paths) ได้แก่ ถนนโดยรอบในเขตเมืองเก่า เช่น ถนนธนาสัย ถนนสิงห์ไคล ถนนประสพสุข ถนนบรรพปราการ และถนนสันโค้งน้อย

2.ขอบเขตของเมืองเชียงราย (Edges)

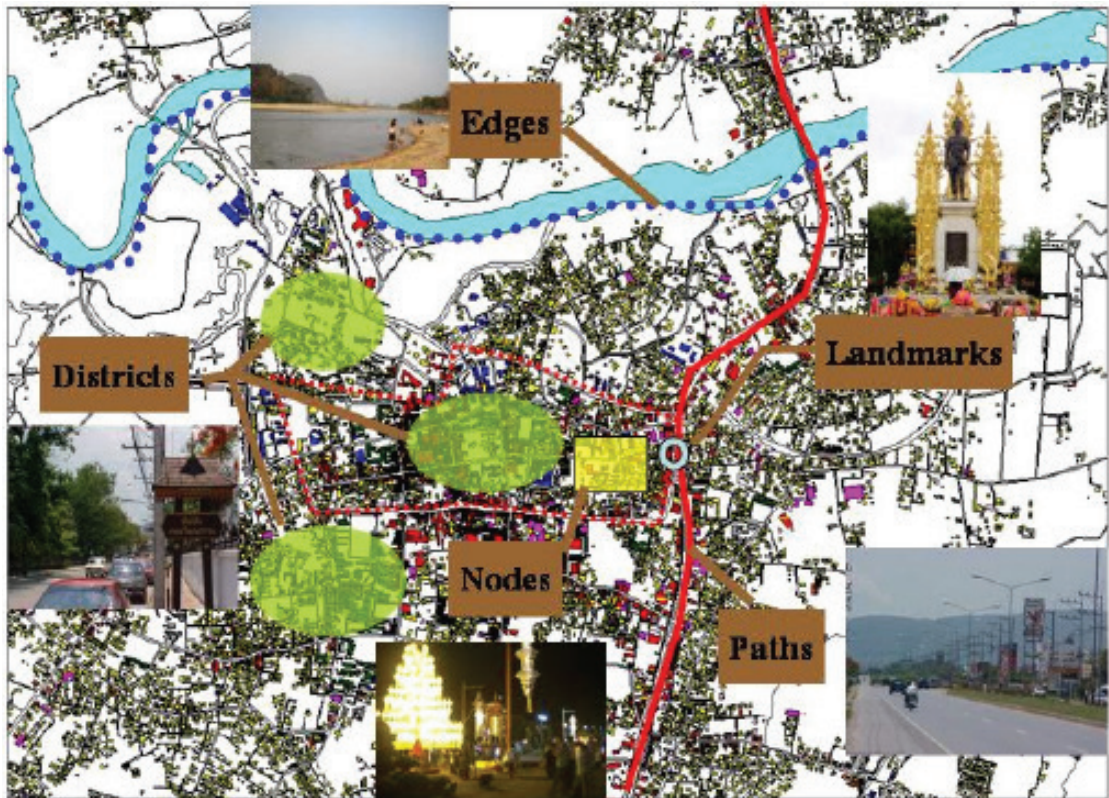
ได้แก่ แนวสองฝั่งของแม่น้ำกกที่ไหลผ่านกลางใจเมือง ที่มีภูมิทัศน์ทางธรรมชาติที่สวยงาม

3.ย่าน (Districts) ของเมืองเชียงราย ได้แก่ ชุมชนดั้งเดิม คือ ชุมชนรอบตลาดเทศบาล ชุมชนสันโค้งน้อย และชุมชนดอยทอง

4.จุดศูนย์รวมของเมืองเชียงราย (Nodes) คือ สวนตุงและโคม แหล่งกิจกรรมของชุมชนในสวนสาธารณะเวลากลางวัน และในทุกคืนวันเสาร์เป็นถนนคนเดินกาเด็ยงฮายรำลึก

5.จุดสังเกตของเมืองเชียงราย (Landmarks) คือ อนุสาวรีย์พ่อขุนเม็งรายมหาราช บริเวณห้าแยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 โดยเป็นจุดหมายตาที่พบเห็นได้ง่ายและเป็นสถานที่ที่มีคุณค่าทางจิตใจของคนเชียงราย

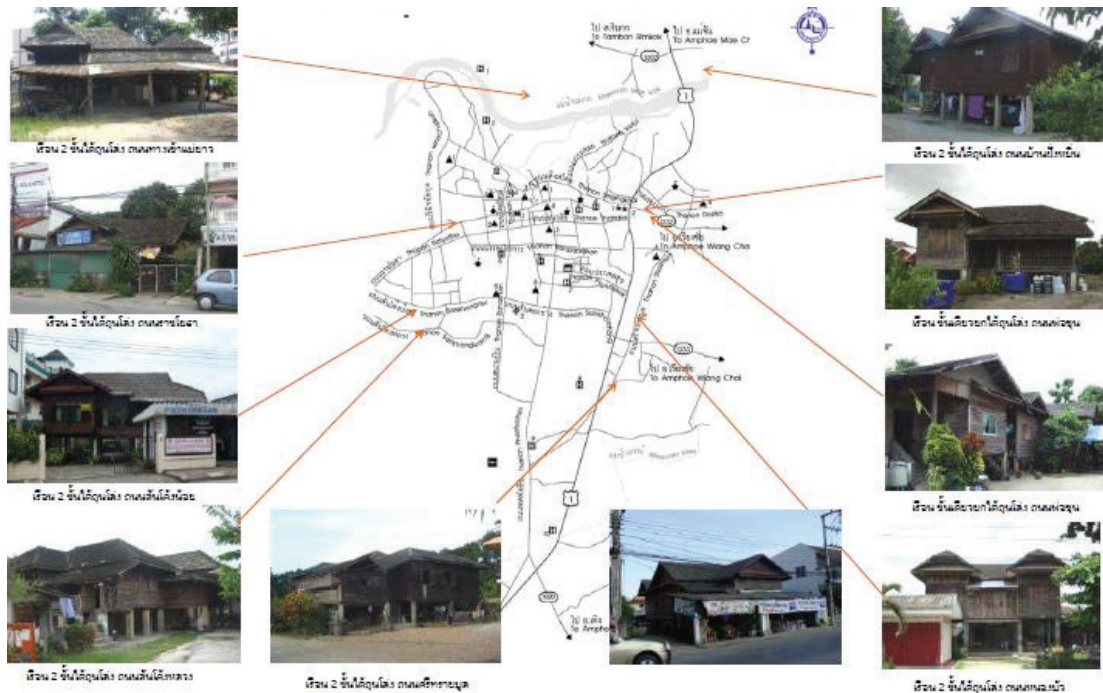




รูปภาพที่ 5 การสร้างแผนที่วัฒนธรรมชุมชนเมืองเชียงราย เพื่ออนุรักษ์สภาพภูมิทัศน์เมือง

การสำรวจมรดกทางสถาปัตยกรรม พื้นถิ่นของเมืองเชียงราย ประเภทที่อยู่อาศัย ปรากฏไม่มากนักที่มีลักษณะเดิมเป็นอาคารไม้ ทรงล้านนา จำนวน 3-4 หลัง บางส่วนถูกรื้อทำลาย และต่อเติมใหม่ รูปแบบอาคารพักอาศัย แบบชั้นเดียว ยกพื้นใต้ถุนสูง บางหลังเป็น อาคารแฝด และระเบียงที่มีหลังคาต่อถึงกัน หรือมีระเบียงยื่นออกนอกตัวอาคารทั้งด้านหน้า และด้านหลัง พบในเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่นรอบ เมือง เช่น บริเวณสันโค้งน้อย, ถนนศรีทรายมูล

และถนนราชโยธา อาคารส่วนใหญ่ที่คงสภาพอยู่ ได้เนื่องจากเจ้าของไม่มั่งคั่งประมาณในการรื้อ และสร้างขึ้นใหม่ จึงยังคงอยู่เพื่อรอเวลาทุบ ทำลาย หรือเจ้าของอาคารต้องการต่อเติม ดัดแปลง เนื่องจากเดิมทรุดโทรมมากทั้งภายใน ภายนอกเช่น หลังคา และบันได ที่เป็น โครงสร้างไม้ และบางหลังการก่ออิฐกันใต้ถุน อาคาร เป็นพื้นที่ห้องเก็บของ ทำให้ลดความ สวยงามของสภาพอาคารพื้นถิ่นลง

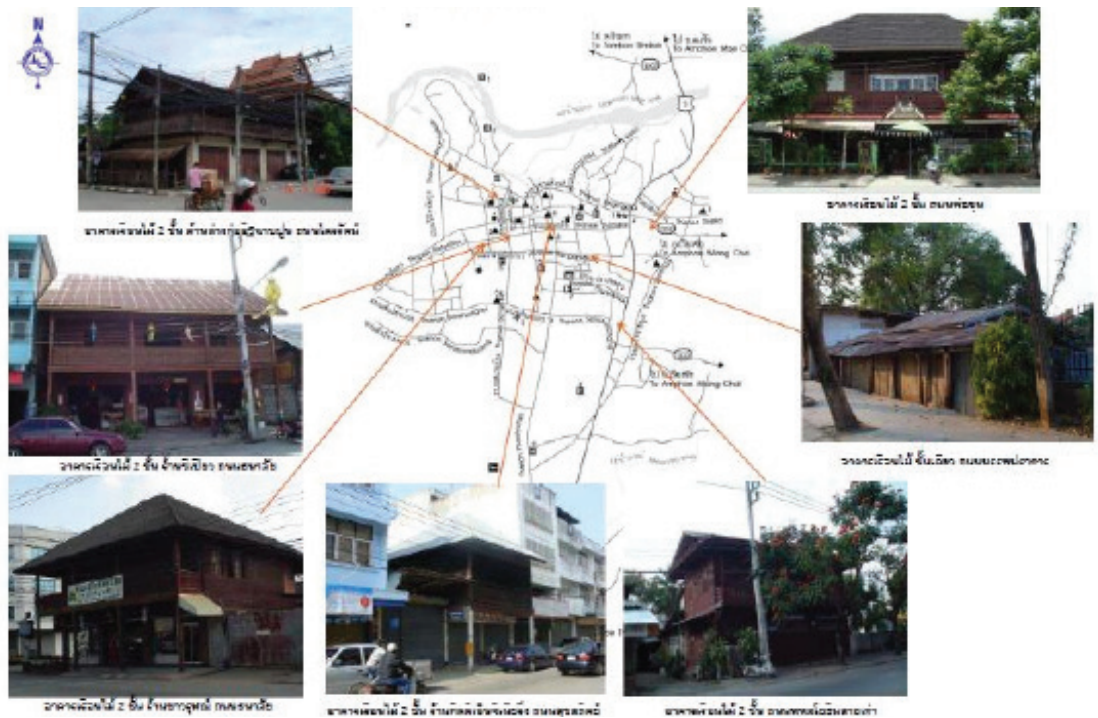


รูปภาพที่ 6 ที่ตั้งและรูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น ประเภทที่อยู่อาศัย

รูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของเมือง เชียงราย ตามประเภทเรือนไม้ 2 ชั้น ปรากฏใน อาคารพาณิชย์ บริเวณย่านการค้า ถนนหน้าลาย ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ จำนวน 2 -3 หลัง ที่มีใน สภาพเดิม ในเขตเมืองเก่า ส่วนอาคารประเภท อาคารราชการและประเภทศาสนสถานในเขต เมืองเก่า ยังคงมีสภาพที่สมบูรณ์ เนื่องจากมีงบประมาณจากภาครัฐ โดยเฉพาะอาคารศาสนาได้รับการบูรณะให้อยู่ในสภาพเดิมส่วนใหญ่ เช่น อาคารที่ว่าการอำเภอเมืองเชียงราย, ศาลากลาง

จังหวัดหลังเก่า, บ้านพักจวนผู้ว่าฯ, โรงเรียน เชียงรายวิทยาคม, โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม, โรงเรียนบ้านสันโค้ง ส่วนอาคารประเภทศาสน สถาน คือ วัดพระแก้ว, วัดพระสิงห์, วัดกลาง เวียง, วัดเจ็ดยอด, โบสถ์คริสต์จักรเวียงเชียงราย นอกจากนี้ยังปรากฏอาคารในรูปแบบ สถาปัตยกรรมตะวันตกแบบโคโลเนียล คือ โรง พยาบาลโอเวอร์บรุ๊ค และบ้านพักแพทย์โรง พยาบาลโอเวอร์บรุ๊ค , บ้านพักพนักงานยาสูบ และบ้านจอมพล ป. พิบูลสงคราม





รูปภาพที่ 7 ที่ตั้งและรูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น ประเภทอาคารพาณิชย์

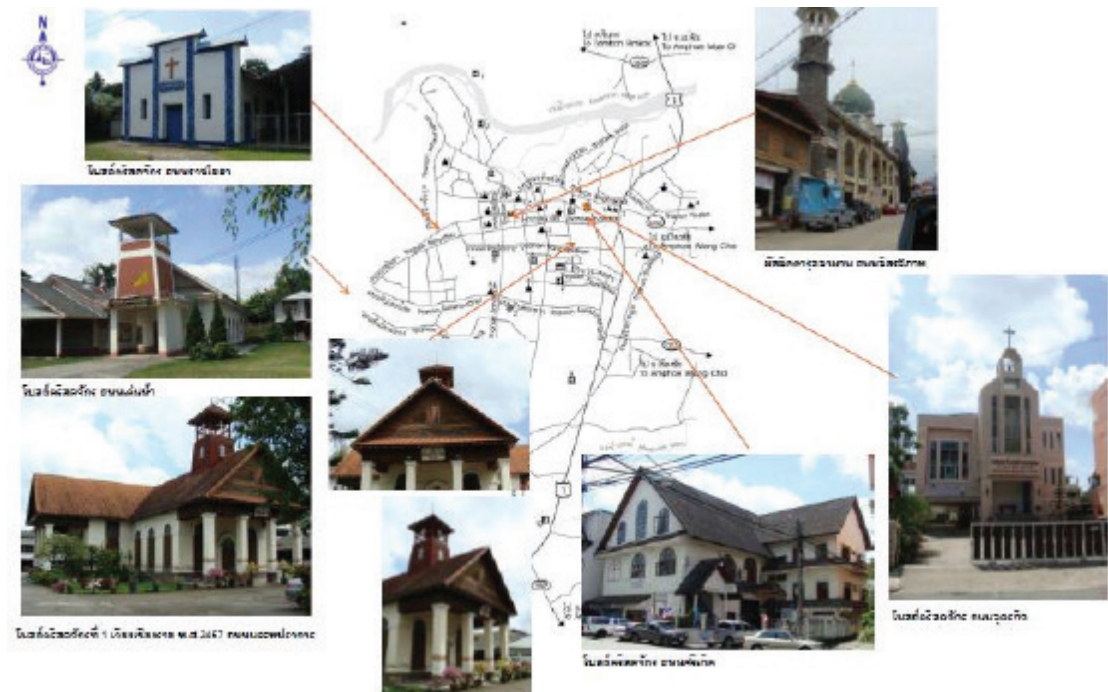


รูปภาพที่ 8 ที่ตั้งและรูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น ประเภทอาคารศาสนสถาน





รูปภาพที่ 9 ที่ตั้งและรูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น ประเภทอาคารราชการ



รูปภาพที่ 10 ที่ตั้งและรูปแบบสถาปัตยกรรมตะวันตกแบบโคโลเนียล

การสร้างรูปแบบทางสถาปัตยกรรมร่วมสมัยให้เข้ากับบริบทของเมือง เพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อมของชุมชนในเขตเทศบาลนครเชียงราย โดยส่งเสริมให้หน่วยงานท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการอนุญาตก่อสร้างอาคารในเขตเมืองเก่า และวางกรอบข้อบังคับตามเทศบัญญัติท้องถิ่น สำหรับการบังคับใช้เป็นข้อกำหนดเพื่อการออกแบบและก่อสร้างอาคารทุกประเภทให้เหมาะสม โดยมีกฎหมายที่รองรับจากผังเมืองรวมเชียงราย ปี พ.ศ. 2550 - 2556 ที่กำหนดให้เขตเมืองเก่าเป็นสีน้ำตาลอ่อน ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย และเทศบัญญัตินครเชียงราย ในปี พ.ศ. 2550 แต่เดิมที่กำหนดลักษณะแบบรูปทรง ระยะเวลา และบริเวณห้ามก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน เคลื่อนย้าย หรือเปลี่ยนการใช้อาคารบางชนิดในเขตวงเมือง เพื่อมิให้ขัดบังโบราณสถานและทัศนียภาพทางภูมิทัศน์วัฒนธรรมของเมือง ตามข้อกำหนดให้มีรูปแบบอาคารแบบล้านนาไทย หรือพื้นเมืองภาคเหนือ โดยกำหนดรูปทรงหลังคาจั่ว หรือเป็นรูปทรงที่มีส่วนประกอบตกแต่งตามแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น เช่น กาแล จ่อง (ไม้แกะสลักประดับบนยอดหลังคา) หรือ ลวดลายตกแต่งชายคาหน้ามุข อย่างใดอย่างหนึ่ง และกำหนดห้ามมิให้ก่อสร้างอาคารที่มีความสูงเกิน 4 ชั้น (12 เมตร) ส่วนภายในเขตโบราณสถานห้ามก่อสร้างอาคารสูงเกิน 1 ชั้น (6 เมตร) ทั้งนี้การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นต้นแบบ เพื่อการสร้างรูปแบบภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม

ของเมืองเชียงราย ตามข้อบังคับเทศบัญญัติยังไม่มีผลการบังคับใช้อย่างจริงจัง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ปล่อยปละละเลยให้เกิดอาคารรูปทรงสมัยใหม่ หรือ ความสูงของอาคารยังเกินข้อกำหนด ให้ดำเนินการอนุญาตก่อสร้างอาคารได้ ส่วนอาคารที่ทรงคุณค่าในเขตเมืองเก่า อยู่นอกเหนือข้อบังคับตามเทศบัญญัติและยังไม่มีมาตรการในข้อบัญญัติที่จะอนุรักษ์ โดยการห้ามทุบทำลาย รื้อ และดัดแปลงรูปทรง ระบุแต่เพียงควบคุมเฉพาะการต่อเติมความสูงที่กำหนดเท่านั้น รวมทั้งอาคารราชการและศาสนสถานไม่ควบคุมบังคับใช้ตามข้อบัญญัตินี้

แนวทางการออกแบบลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นต้นแบบ ควรมีรูปแบบตัวอย่างสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม ให้ครอบคลุมขนาดรูปทรง สัดส่วน การกำหนดสี และวัสดุ รวมทั้งกำหนดรูปทรงหลังคา และช่องแสง ให้มีรูปแบบอาคารแบบล้านนาไทย หรือพื้นเมืองภาคเหนือเป็นตัวอย่างให้เจ้าของ หรือ ผู้ประกอบการได้เลือกรูปแบบให้สถาปนิกออกแบบเขียนแบบตามข้อกำหนดก่อนการยื่นดำเนินการอนุญาตก่อสร้างอาคารในเขตเมืองเก่า จากข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น และจากการสัมภาษณ์สถาปนิกผู้เชี่ยวชาญทางสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นล้านนา จำนวน 20 คน เพื่อสร้างรูปแบบสถาปัตยกรรมต้นแบบ 6 รูปแบบตามเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมประเภทต่างๆ เพื่อนำเสนอต่อเทศบาลนครเชียงรายใช้เป็นแนวทางตามเทศบัญญัติท้องถิ่น เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับรายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมเชียงราย สำหรับผู้ประสงค์จะก่อสร้างอาคารได้

พิจารณารูปแบบทางเลือก ในการปรับปรุงทรงอาคารตามความต้องการพื้นที่ใช้สอย ก่อนการยื่นแบบ  
เสนอต่อเทศบาลนครเชียงราย เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตเมืองเก่าที่เป็นพื้นที่อนุรักษ์ และ  
เข้ากับบริบทสภาพแวดล้อมของเมืองเชียงราย



ภาพที่ 1

ใช้หลังคาทรงปั้นหยาแบบจั่ว และซ้อนชั้น มีมุขหลังคาชั้นหน้า  
มีจั่วอง ค้ำยันเอ็นหลังคาชั้นกลาง ตกแต่งผนังด้วยไม้  
มีมุขทางเข้าชั้นเดียว



ภาพที่ 2

ใช้หลังคาทรงปั้นหยาแบบจั่ว มีจั่วอง ค้ำยัน  
มีหลังคาชั้นกลาง ผนังทาสี  
มีมุขทางเข้ายกสูงทรงปั้นหยาแบบจั่ว



ภาพที่ 3

ใช้หลังคาทรงปั้นหยา ไม่มีหลังคาชั้นกลาง  
ผนังทาสี มีมุขทางเข้ายกสูงทรงปั้นหยา



ภาพที่ 4

ใช้หลังคาทรงจั่ว มีหลังคาชั้นกลาง  
ตกแต่งผนังด้วยไม้



ภาพที่ 5

ใช้หลังคาทรงจั่ว ซ้อนชั้น มีจั่วอง มีหลังคาชั้นกลาง  
ตกแต่งผนังด้วยไม้



ภาพที่ 6

ใช้หลังคาทรงจั่ว มีหลังคาชั้นกลาง  
มีมุขทางเข้ายกสูงทรงจั่ว ตกแต่งผนังด้วยไม้

รูปภาพที่ 11 รูปแบบลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นต้นแบบ ประเภทอาคารพักอาศัย





รูปภาพที่ 12 รูปแบบลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นต้นแบบ ประเภทอาคารสาธารณะ



รูปภาพที่ 13 รูปแบบลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นต้นแบบ ประเภทอาคารราชการ

## สรุปผลการศึกษา

การศึกษาและสร้างรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เป็นเอกลักษณ์ล้านนาของชุมชนเมืองเชียงราย เพื่อเป็นแนวทางการอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของชุมชน และลดผลกระทบต่อนิเวศวิทยาทางสภาพแวดล้อมในเขตเมืองเก่าเชียงราย โดยให้สถาปนิกผู้เชี่ยวชาญทางสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นล้านนา จำนวน 20 คน สร้างรูปแบบสถาปัตยกรรมต้นแบบ 6 รูปแบบใน 3 ประเภทอาคาร คือ รูปแบบอาคารประเภทที่พักอาศัย, รูปแบบอาคารประเภทพาณิชย์กรรม และรูปแบบอาคารประเภทราชการ ตามเอกลักษณ์เฉพาะล้านนาเชียงรายประเภทต่างๆ เพื่อนำเสนอต่อเทศบาลนครเชียงรายใช้เป็นแนวทางตามเทศบัญญัติท้องถิ่น เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับรายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมเชียงรายสำหรับผู้ประสงค์จะก่อสร้างอาคารได้พิจารณา รูปแบบทางเลือก ในการปรับปรุงทรงอาคารตามความต้องการพื้นที่ใช้สอย ก่อนการยื่นแบบเสนอต่อเทศบาลนครเชียงราย เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตเมืองเก่าที่เป็นพื้นที่อนุรักษ์ ทั้งนี้การออกแบบสถาปัตยกรรมที่เกิดจากการสรรค์สร้างควรเคารพต่อมรดกทางสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์วัฒนธรรมที่มีอยู่ดั้งเดิมในพื้นที่นั้นๆ ตั้งแต่องค์ประกอบทางกายภาพจนถึงที่ว่างและคติสัญลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม เชื่อมโยงของบริบททางสังคมวิทยาของชุมชนล้านนาที่มีต่อสถาปัตยกรรมเพื่อสร้างความชัดเจนของวัฒนธรรมท้องถิ่นชุมชนที่สำคัญ ที่คำนึงถึงประชาชนในเมืองเป็นหลัก ทั้งนี้การอนุรักษ์สภาพแวดล้อมทาง

วัฒนธรรมของชุมชน โดยการวางแผนระบบการอนุรักษ์เมือง ประกอบด้วย การศึกษาพื้นที่ตามกระบวนการวิเคราะห์สภาพภูมิทัศน์เมือง การค้นหาความสำคัญของพื้นที่ที่มีต่อชุมชนและการศึกษาคุณค่าของพื้นที่เพื่อแปลความหมายแสดงให้สังคมรับรู้ การกำหนดขอบเขตพื้นที่สงวนรักษาและพื้นที่พัฒนา และการกำหนดกลยุทธ์ในการอนุรักษ์พื้นที่ ส่วนการพัฒนาสภาพภูมิทัศน์เมือง โดยการออกแบบที่คำนึงถึงคุณค่าและความสำคัญของวัฒนธรรมดั้งเดิมให้คงอยู่และยั่งยืน เคารพสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและวัฒนธรรมของสังคม

รูปแบบการสถาปัตยกรรมที่ตอบรับกับสภาพภูมิประเทศ และสภาพทางวัฒนธรรมทั้งในเชิงสุนทรียภาพและประโยชน์ใช้สอย ควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมชุมชน และเพิ่มมูลค่าของของเมืองเก่าทางประวัติศาสตร์ด้วยการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม รวมทั้งสร้างการรับรู้ การร่วมคิดร่วมทำ เพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของชุมชน และรักษาวิถีชีวิตของชุมชนเมืองให้คงอยู่อย่างยั่งยืนและระมัดระวังผลกระทบทางสภาพแวดล้อม เช่น การการออกแบบสถาปัตยกรรมหรือ สิ่งปลูกสร้างที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในพื้นที่อนุรักษ์ โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นของโครงการพัฒนาเมืองตามสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างสรรค์ รวมทั้งการสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในเมือง ให้เป็นเจ้าของภูมิทัศน์วัฒนธรรม และหน่วยงานของรัฐและท้องถิ่นมีส่วนในการใช้งบประมาณเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมของชุมชน

ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการอนุรักษ์เมือง และปกป้องรักษามรดกทางสถาปัตยกรรมใน เขตเมืองเก่าเชียงรายทั้งนี้การอนุรักษ์ภูมิทัศน์ วัฒนธรรมของชุมชน โดยการรักษาคุณค่า และ ให้ความสำคัญของภูมิทัศน์วัฒนธรรมให้คงอยู่ อย่างยั่งยืน เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ทางธรรมชาติและลักษณะทางวัฒนธรรมของ สังคมในปัจจุบัน

### ข้อเสนอแนะ

แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ คำนึงถึงอัตลักษณ์ของพื้นที่นั้น ทำให้สภาพภูมิ ทัศน์วัฒนธรรมได้รับการอนุรักษ์และส่งเสริมให้ เมืองเกิดคุณค่าทางสุนทรียภาพเมือง และ สร้างสรรค์สภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กับวิถีชีวิต ท้องถิ่น เพื่อให้เมืองนั้น ๆ มีเสน่ห์ และสร้าง ลักษณะเฉพาะตัวของเมืองที่น่าดึงดูดใจ ดังนั้น การสร้างแนวทางการอนุรักษ์ภูมิทัศน์วัฒนธรรม เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาและอนุรักษ์สภาพ แวดล้อมของเชียงรายใน 4 แนวทาง ดังนี้

1. ควรรวบรวมฐานข้อมูลทางภูมิทัศน์ วัฒนธรรมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ สร้างแผนที่เชื่อมโยงวัฒนธรรมในเครือข่ายสังคม ทัวทั้งจังหวัดเชียงราย และประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ผู้คนในท้องถิ่นเกิดจิตสำนึกในคุณค่าของ มรดกทางสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์วัฒนธรรม ของเมือง

2. ควรดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานท้อง ถิ่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อควบคุม ดูแล และสร้าง แนวทางตามมาตรการดูแลรักษามรดกทาง สถาปัตยกรรม และจัดสรรงบประมาณในการ

สร้างสรรค์สภาพภูมิทัศน์ให้สวยงามและเหมาะสม กับบริบทของเมือง

3. เร่งสร้างความตระหนักการอนุรักษ์ภูมิ ทัศน์วัฒนธรรมให้กับชุมชน และเพิ่มมูลค่าของ ภูมิทัศน์วัฒนธรรมของชุมชน โดยให้ความสำคัญ กับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว และกิจกรรมใน ชุมชน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ของชุมชนให้เกิดรายได้ ที่มาจากนักท่องเที่ยว

4. สร้างความเป็นเจ้าของ โดยการมีส่วน ร่วมของผู้คนในชุมชน และจัดรูปแบบการศึกษา สำหรับประชาชนตามแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ให้ เกิดการอนุรักษ์และหวงแหนคุณค่าทางมรดก สถาปัตยกรรม และรักษาสภาพแวดล้อมทางภูมิ ทัศน์วัฒนธรรมของเมืองเชียงราย

### เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา เพิ่มท้นจิตร. (2536). **ทฤษฎีและแนวความคิดเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเมือง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศรีเอทีพี พลับปลิงซิง.
- กฎกระทรวงฉบับที่ 124 พ.ศ. 2550. (2550). **ผังเมืองรวมเชียงราย.** กรุงเทพฯ : กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.
- เกรียงไกร เกิดศิริ. (2551). **ชุมชนกับภูมิทัศน์วัฒนธรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อุษาคเนย์.
- ต้นข้าว ปาณินท์. (2553). **คนและความคิดทางสถาปัตยกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สมมติ.
- บุญช่วย ศรีสวัสดิ์. (2547). **30 ชาติในเชียงราย.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สยาม.
- วิวัฒน์ เตมียพันธ์. (2540). **การอนุรักษ์**



- สถาปัตยกรรมและชุมชน : เอกสาร  
ประกอบการสัมมนาทาง  
วิชาการ เนื่องในวาระครบรอบสถาปนา  
80 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ภาค  
วิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะ  
สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ศรีศักร วัลลิโภดม. (2525). **โบราณคดีไทยใน  
ทศวรรษที่ผ่านมา**. กรุงเทพฯ : เมือง  
โบราณ.
- สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.  
(2529). **อนุสรณ์การสมโภชเมือง  
เชียงใหม่ 725 ปี**.  
เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เชียงใหม่สหกิจ.
- สันติชาติ ชัยภมรฤทธิ์. (2553). **การพัฒนาดน  
ธนาลัย ให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิง  
วัฒนธรรมในเมืองเชียงใหม่**.คณะ  
สถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา และ บริษัท SJA3D.  
(2545). **โครงการฟื้นฟูเอกลักษณ์  
สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น  
ล้านนาจังหวัดเชียงใหม่**.รายงานฉบับ  
สมบูรณ์ เสนอต่อเทศบาลนครเชียงใหม่.
- อรศิริ ปาณินท์. (2543). **ปัญญาสร้างสรรค์ใน  
เรือนพื้นถิ่นอุษาคเนย์**.คณะ  
สถาปัตยกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อนุวิทย์ เจริญศุภกุล และวิวัฒน์ เตมีย์พันธ์.  
(2521). **เรือนล้านนาไทยและประเพณี  
การปลูกเรือน**.  
กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์.
- Gordon Cullen. (1961). **The Concise  
town scape**. New York : Van Nos  
trand Reinhold.
- Haber, W. (1995). **Concept Origin and  
Meaning of Landscape**. New York  
: UNESCO.
- Kevin Lynch. (1977). **The image of the  
city**. Cambridge : The MIT Press.
- Williams, S.H. (1954). **Urban Aesthetics**.  
Town Planning Review 25 : 95 – 113.

## วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นวารสารตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการในด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบทความที่พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ของวารสารอื่น บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารฉบับนี้จะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 ท่านต่อหนึ่งบทความ และได้รับความเห็นชอบจากบรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขต้นฉบับและการพิจารณาตีพิมพ์ตามลำดับก่อนหลัง โดยมีข้อเสนอแนะในการส่งบทความดังนี้

### การเตรียมต้นฉบับบทความ

- ขนาดกระดาษ A4
- ขอบกระดาษ ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1.25 นิ้ว ขอบขวา 1 นิ้ว
- ระยะระหว่างบรรทัด หนึ่งเท่า (Single Space)
- จัดหน้ากระดาษในส่วนขอบความเป็น 2 คอลัมน์
- ภาพประกอบ ควรแนบไฟล์ภาพต้นฉบับพร้อมเขียนคำอธิบายภาพ และหมายเลขกำกับภาพ
- ตัวอักษร ใช้ TH SarabunPSK ตามที่กำหนดดังนี้

#### ○ ชื่อเรื่อง (Title)

- ภาษาไทย ขนาด 18 point, กำหนดกึ่งกลาง, ตัวหนา
- ภาษาอังกฤษ ขนาด 18 point, กำหนดกึ่งกลาง, ตัวหนา

#### ○ ชื่อผู้เขียน (ทุกคน)

- ชื่อผู้เขียน ภาษาไทย – อังกฤษ ขนาด 16 point , กำหนดกึ่งกลาง , ตัวหนา
- ที่อยู่ผู้เขียน ขนาด 14 point , กำหนดกึ่งกลาง

#### ○ บทคัดย่อ

- ชื่อ “บทคัดย่อ” และ “Abstract” ขนาด 16 point , กำหนดกึ่งกลาง , ตัวหนา
- เนื้อหาบทคัดย่อภาษาไทย ขนาด 16 point , กำหนดชิดขอบ , ตัวธรรมดา
- เนื้อหา บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point , กำหนดชิดขอบ
- ย่อหน้า 0.5 นิ้ว

#### ○ คำสำคัญ ให้พิมพ์ต่อจากส่วนบทคัดย่อ ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ ประมาณ

4-5 คำ ใช้ตัวอักษร ภาษาไทย หรือ อังกฤษ ขนาด 16 point

o **Keyword** ให้พิมพ์ต่อจากส่วน Abstract ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ  
ภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point

o **รายละเอียดบทความ (Body)**

- คำหลักบทความ 16 point , กำหนดขีดซ้าย , ตัวหนา
- หัวข้อย่อยขนาด 16 point , กำหนดขีดซ้าย , ตัวหนา
- ตัวอักษรขนาด 16 point , กำหนดขีดขอบ , ตัวธรรมดา
- ย่อหน้า 0.5 นิ้ว

**รายละเอียดบทความประกอบด้วย** บทนำ วัตถุประสงค์ของการวิจัย อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

■ **คำศัพท์** ให้ใช้ศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน

■ **รูปภาพและตาราง** กรณีรูปภาพและตาราง หัวตารางให้จัดชิดซ้ายของคอลัมน์ คำบรรยายรูปภาพให้อยู่ใต้รูปภาพ และจัดกึ่งกลางคอลัมน์ เนื้อหา และคำบรรยายภาพ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 point ตัวปกติ ให้ขนาดของรูปภาพและตารางอยู่ในคอลัมน์ (ในกรณีที่ขนาดของรูปภาพและตารางมีขนาดใหญ่เกินคอลัมน์สามารถขยายได้เต็มหน้ากระดาษ)

■ **การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้ใช้รูปแบบของ American Psychological Association (APA)**

การอ้างอิงท้ายบทความ เป็นการรวบรวมเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนบทความได้ใช้อ้างอิงในการเขียนบทความ และจัดเรียงรายการตามลำดับอักษรชื่อผู้แต่ง ตัวอย่าง เช่น

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อหนังสือ**. (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อบทความ**. ใน **ชื่อบรรณาธิการ**, **ชื่อหนังสือ**. (เลขหน้าบทความ).  
เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อบทความ**. **ชื่อวารสาร**, ปีที่พิมพ์ (ฉบับที่), เลขหน้าบทความ.

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์. (ปีที่วิจัยสำเร็จ). **ชื่อวิทยานิพนธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญา(ระดับ) ชื่อ  
สาขาวิชา สังกัดของสาขาวิชา มหาวิทยาลัย.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่เผยแพร่). **ชื่อเรื่อง**. ค้นเมื่อ [วัน เดือน ปี] จาก แหล่งสารสนเทศ.[หรือ URL]

### การส่งต้นฉบับบทความ

การส่งบทความต้องทำการส่งผ่านระบบ <http://www.journal.fit.ssru.ac.th> เท่านั้น หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทัยนอก เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 email : fit@ssru.ac.th



แบบฟอร์มส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการเพื่อพิจารณาตีพิมพ์  
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชื่อบทความ (ภาษาไทย) .....

(ภาษาอังกฤษ) .....

ประเภทบทความ ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ

ชื่อ-สกุล ผู้เขียนบทความ .....

สถานที่ติดต่อผู้เขียนบทความ

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล .....

เขต/อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์ ..... โทรศัพท์มือถือ ..... โทรสาร .....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (1) .....

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล .....

เขต/อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์ ..... โทรศัพท์มือถือ ..... โทรสาร .....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (2) .....

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล .....

เขต/อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์ ..... โทรศัพท์มือถือ ..... โทรสาร .....

E-mail.....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อน

ลงชื่อ ..... ผู้ส่งบทความ  
(.....)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....



จัดพิมพ์โดย : สำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

เลขที่ 1 ถนนอุทัยนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทร 0 2160 1438 ต่อ 22 ,โทรสาร 0 2160 1440 เว็บไซต์ <http://www.fit.ssru.ac.th>