



# Proceedings of

## The 8<sup>th</sup> BENJAMITRA NETWORK

National & International Conference

on From Research Through Sustainable Development

ISSUE 4

ISBN:978-616-8184-02-8

National & International Conference  
8<sup>th</sup>

# เบญจมิตรวิชาการ Benjamitra Vichakarn



30 May 2018

Thonburi University, Bangkok, Thailand

Proceedings of the 8<sup>th</sup> Benjamitra Network National & International Conference

Thonburi University

เอกสารรวบรวมบทความ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ  
เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8 การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างพอเพียงสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

เล่มที่ 4 (ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

วันที่ 30 พฤษภาคม 2561

เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 978-616-8184-02-8

ลิขสิทธิ์ของโรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

เลขที่ 248 เพชรเกษม 110 แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160

จัดพิมพ์โดย มหาวิทยาลัยธนบุรี

Proceedings of the 8th Benjamitra Network National & International  
Conference

เอกสารรวบรวมบทความ การประชุมวิชาการระดับชาตินานาชาติ  
เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8 การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างพอเพียงสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

เอกสารที่รวบรวมบทความวิจัยที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสภาพแวดล้อม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการบริหารและพัฒนา ประเทศด้วยเช่นกัน อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การบริหารจัดการและพัฒนาประเทศเกิดความไม่ แน่นนอน และไม่ชัดเจน ขาดประสิทธิภาพ และเข้าสู่กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วได้ช้าลง ดังนั้นการเรียนรู้ และการพัฒนาวิชาการ ให้เท่าเทียมนานาชาติประเทศ การวิจัย การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ จึงเป็นสิ่ง สำคัญที่จะช่วยให้ประเทศชาติพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## คำกล่าวเปิด

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8

โดย พล.ต.อ.ดร.วัชรพล ประสารราชกิจ ประธานกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ  
ณ หอประชุมใหญ่ ชั้น 5 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

กระผมรู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้รับเกียรติมากกล่าวเปิดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการ ครั้งที่ 8 ในวันนี้ สถานะการณ์ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสภาพแวดล้อม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อการบริหารและพัฒนาประเทศด้วยเช่นกัน อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การบริหารจัดการและพัฒนาประเทศเกิดความไม่แน่นอน และไม่ชัดเจน ขาดประสิทธิภาพ และเข้าสู่กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วได้ช้าลง ดังนั้นการเรียนรู้และการพัฒนาวิชาการ ให้เท่าเทียมนานาชาติประเทศ การวิจัย การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศชาติพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในวันนี้ ถือเป็นโอกาสดี ที่สถาบันเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการ ได้ตระหนักในภารกิจการวิจัยและการพัฒนานวัตกรรม จึงเกิดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาตินี้ขึ้นมา เพื่อช่วยทำให้เกิดการพัฒนาวิชาการให้เจริญก้าวหน้า มีความทันสมัย ทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ ผลวิจัยช่วยทำให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจปรากฏการณ์และพฤติกรรมต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น สามารถ บูรณาการองค์ความรู้ทางวิชาการ วิจัย และการบริการวิชาการ เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ ให้เป็นที่ประจักษ์ต่อสังคม

บัดนี้ถึงเวลาอันสมควรแล้วกระผมขอเปิดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการ ครั้งที่ 8 ประจำปีการศึกษา 2561 ณ บัดนี้ และขออำนวยการพรให้ท่านทั้งหลายจงประสบแต่ความสุข ความเจริญในชีวิตตลอดไป และขอให้การจัดประชุมวิชาการ ในครั้งนี้ สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ.

## คำกล่าวรายงาน

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8

โดย ดร.บัญชา เกติมณี อธิการบดี มหาวิทยาลัยธนบุรี

ณ หอประชุมใหญ่ ชั้น 5 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วันที่ 30 พฤษภาคม 2561

กระผม ดร.บัญชา เกติมณี อธิการบดีมหาวิทยาลัยธนบุรี ในนามคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8 รู้สึกซาบซึ้งและเป็นเกียรติอย่างยิ่ง ที่ท่านประธานกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ พล.ต.อ.ดร.วัชรพล ประสารราชกิจ ได้กรุณาให้เกียรติมาเป็นประธานเปิดงาน และแสดงปาฐกถาพิเศษ ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ในวันนี้ วัตถุประสงค์ในการจัดการประชุมวิชาการ

1. เพื่อเป็นเวทีให้นักวิจัย และนักวิชาการ ได้ติดตามข้อมูล ทิศทาง และการเปลี่ยนแปลง ในการพัฒนาทางด้านการวิจัยและพัฒนาทางวิชาการของประเทศ

2. เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิจัย คณาจารย์ นิสิต/นักศึกษา ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงาน ทางวิจัย และได้รับฟังแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์วิจัย

3. เพื่อสร้างพลังร่วมในการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศไทย บูรณาการ องค์ความรู้ ทางวิชาการวิจัย และก่อให้เกิดนวัตกรรม

4. เพื่อเกิดประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนความรู้และเกิดเครือข่ายความร่วมมือทางวิจัยทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ

จากความตระหนักในภารกิจการวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมการ สถาบันอุดมศึกษาเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการซึ่งประกอบด้วย 8 สถาบัน ได้แก่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทิร์น วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง และมหาวิทยาลัยธนบุรี จึงได้ร่วมมือร่วมใจกันจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติในวันนี้ เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือของเครือข่ายในด้านผลงานวิจัยและเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายวิชาการสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

ในการประชุมวิชาการครั้งนี้ มีนักวิชาการ และนักวิจัย จากสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ส่งบทความเข้าร่วมนำเสนอ จำนวน 446บทความ

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณท่านประธานกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ คณะกรรมการกลั่นกรองบทความวิชาการ ประธานผู้ดำเนินการประจำกลุ่ม คณะทำงาน และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ช่วยให้การจัดงานครั้งนี้ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ขอขอบพระคุณครับ

## การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8

“การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างพอเพียงสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน”

วันที่ 30 พฤษภาคม 2561 มหาวิทยาลัยธนบุรี กรุงเทพมหานคร

ที่มาและความสำคัญ

ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนางานวิจัยเพื่อสร้างความรู้ นวัตกรรม สำหรับการประยุกต์ใช้ใน ระดับต่างๆ โดย สถาบันการศึกษา ระดับอุดมศึกษา จำนวน 8 แห่ง ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยธนบุรี มหาวิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ วิทยาลัยอินเตอร์เทคโนโลยี และวิทยาลัยเซาอีสบางกอก ซึ่งรวมกันเป็น เครือข่ายทางวิชาการ “เบญจมิตร วิชาการ” เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2554 โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาการเรียนการสอน ให้กับนักศึกษา นักวิจัย เพื่อเพิ่มขีด ความสามารถในการดำเนินงานวิจัยและนำเสนอผลงานทางวิชาการ สำหรับการประชุมวิชาการมีเป้าหมายในแลกเปลี่ยน ความรู้และประสบการณ์ในการดำเนินงานวิชาการต่อไปในอนาคต โดยการการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8 ได้จัดขึ้นวันที่ วันที่ 30 พฤษภาคม 2561 โดยมีมหาวิทยาลัยธนบุรีเป็นเจ้าภาพหลักในการดำเนินงาน วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอผลงานทางวิชาการให้กับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา
2. เพื่อสร้างโอกาสให้นักวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และแสวงหาความร่วมมือด้านวิชาการของสถาบันในเครือข่าย
3. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการดำเนินงานร่วมกันของเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการดำเนินงานวิจัยและวิชาการ

กลุ่มเป้าหมาย

1. นักวิจัยและนักวิชาการ
2. นักศึกษาระดับบัณฑิต
3. นักวิชาการทั่วไป

ผู้ดำเนินงาน

มหาวิทยาลัยธนบุรี

ผู้เข้าร่วมงานในนามเครือข่ายเบญจมิตร

- มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
- มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
- มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
- มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
- มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
- วิทยาลัยอินเตอร์เทคโนโลยี
- วิทยาลัยเซาอีสบางกอก



**กำหนดการ**  
**การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8”**  
**ณ มหาวิทยาลัยธนบุรี วันพุธที่ 30 พฤษภาคม 2561**

เวลา	รายการ
7.30-8.30 น.	ลงทะเบียน ณ อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ บริเวณโถงกลางชั้น 1 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์
8.30-8.45 น.	กล่าวรายงาน การจัดประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการครั้งที่ 8” โดย ดร.บัญชา เกิดมณี อธิการบดีมหาวิทยาลัยธนบุรี ณ ห้องประชุมชั้น 5 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์
8.45-9.00 น.	พิธีเปิด โดย พล.ต.อ.ดร.วัชรพล ประสารราชกิจ ประธานกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ
9.00-10.00 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง ธรรมเนียมบาลในสถาบันอุดมศึกษาในการพัฒนาประเทศ โดย พล.ต.อ.ดร.วัชรพล ประสารราชกิจ ประธานกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ
10.00-10.45 น.	พิธีมอบเกียรติบัตร / มอบรางวัล
10.45-12.00 น.	- นำเสนอผลงานวิจัย ในรูปแบบโปสเตอร์ ณ บริเวณโถงกลาง ชั้น 1 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ - นำเสนอผลงานวิจัย ภาคบรรยาย ณ ห้องนำเสนอ ชั้น 2-4 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยธนบุรี
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหาร
13.00-16.30 น.	นำเสนอภาคบรรยาย (ต่อ) ณ ห้องนำเสนอ ชั้น 2-4 อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

## คณะกรรมการประเมินให้ข้อเสนอแนะบทความ (Peer Review)

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
1	ผศ.ดร.อุไรรัตน์ แยมชุตติ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
2	ดร.ปฐมพร อินทรางกูร ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยธนบุรี
3	ดร.ธนิต แต่งศรี	มหาวิทยาลัยธนบุรี
4	ผศ.ดร.อนุพงษ์ อินฟ้าแสง	มหาวิทยาลัยธนบุรี
5	ดร.สมชาย เลิศภิรมย์สุข	มหาวิทยาลัยธนบุรี
6	ดร.ฐิติพร กรัยวิเชียร	มหาวิทยาลัยธนบุรี
7	ดร.พฤกษ์ จิรสัตยาภรณ์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
8	ดร.พนัส อุณหบัณฑิต	มหาวิทยาลัยธนบุรี
9	ดร.สมศักดิ์ ตันตาศน์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
10	ดร.ชัยญ์ญาณ คำบุญ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
11	ผศ.ยีน ปาระเคน	มหาวิทยาลัยธนบุรี
12	ผศ.ดร.สำราญ ผลดี	มหาวิทยาลัยธนบุรี
13	ผศ.ประสงค์ อุทัย	มหาวิทยาลัยธนบุรี
14	ดร.ฉัตรธาร ลิ้มอุปถัมภ์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
15	ดร.มาริษา เทศปลื้ม	มหาวิทยาลัยธนบุรี
16	ผศ.สมจินต์ อักษรธรรม	มหาวิทยาลัยธนบุรี
17	รศ.สุรัชย์ ธรรมทวีธิกุล	มหาวิทยาลัยธนบุรี
18	ดร.พรรณี บุญประกอบ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
19	ดร.มนัส บุญประกอบ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
20	ดร.นัทธ์หทัย อีออนอก	มหาวิทยาลัยธนบุรี
21	ดร.กมลภพ แก้วศรี	มหาวิทยาลัยธนบุรี
22	ดร.มยุขพันธ์ุ ไชยมั่นคง	มหาวิทยาลัยธนบุรี
23	รศ.สุณา สุทธิเกียรติ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
24	รศ.อรสา อร่ามรัตน์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
25	รศ.ดร.สมบัติ ชีชมทรัพย์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
26	ผศ.ดร.บดินทร์ชาติ สุขุบท	มหาวิทยาลัยธนบุรี

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
27	ดร.มังกร หิริรักษ์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
28	ดร.นิษฐ์สินี กู้ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
29	ผศ.ดร.นฤมล สุ่นสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยธนบุรี
30	ดร.วุฒิ วัชโรดมประเสริฐ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
31	ผศ.จุรีรัตน์ หล่อวิรัชสุธี	มหาวิทยาลัยธนบุรี
32	ผศ.สุภัต ทองอินทร์	ม.กรุงเทพสุวรรณภูมิ
33	ผศ.วัลลภ นิมมานนท์	ม.กรุงเทพสุวรรณภูมิ
34	ดร.ณัฐกาญจน์ สุวรรณธารา	ม.กรุงเทพสุวรรณภูมิ
35	ดร.นิวัตต์ น้อยมณี	ม.กรุงเทพสุวรรณภูมิ
36	ดร.เฉลิมพล นุชอุดม	ม.กรุงเทพสุวรรณภูมิ
37	ดร.ธัมมัญญิตตา อยู่เจริญ	ม.เกษมบัณฑิต
38	ดร.วัลยา ชูประดิษฐ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
39	ดร.อำพล นววงศ์เสถียร	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
40	ดร.ตรีวิทย์ อัครศิริศิลป์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
41	ดร.จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
42	ดร.ภูษิตย์ วงษ์เล็ก	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
43	พล.ต.ดร.อนุชาติ บุนนาค	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
44	ดร.โคจิลักษณ์ กมลศักดิ์วิกุล	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
45	ดร.อัมพร ศรีเสริมโภค	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
46	ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
47	พรศักดิ์ อรรถวานิช	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
48	ผ่องพรรณ รัตนธนาวัฒน์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
49	ดร.สุดาสวรรค์ งามมงคลวงศ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
50	ดร.ทรงพล นครเศสเรืองศักดิ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
51	ดร.สุริยะ พุ่มเฉลิม	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
52	ดร.รวมพร ทองรัมย์ โอนเนส	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
53	ดร.วไลพร ฉายา	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
54	ดร.รพีพัฒน์ โสอินทร์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
55	รศ.ศศนันท์ วิวัฒน์ชาติ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
56	ผศ.ดร. ญาณกร วรากุลรักษ์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
57	ผศ.ดร.ฉัตรยาพร เสมอใจ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
58	ผศ.ดร. ลักษณ์วาทิ บุญยะศิรินันท์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
59	ดร.ประภัสสร กิตติมนโนรม	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
60	ผศ.ศิริพร อ่วมมีเพียร	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
61	ผศ.ดร.เรวดี ศักดิ์ดุยธรรม	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
62	ผศ.วัลย์นุช สกกุลนัย	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
63	รศ.ศิริ ภู่งษ์วัฒนา	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
64	ผศ.ดร.กัณย์พัฒน์ อิ่มประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
65	รศ.ดร.ดวงตา สราญรมย์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
66	ดร.กฤษณา จิรทิวาวัช	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
67	ผศ.ดร.ชุมพล รอดแจ่ม	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
68	ผศ.ดร.ศิริรัตน์ พวงแสงสุข	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
69	รศ.อวยพร พานิช	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
70	ผศ.ดร.ณัฐกานต์ สุขชื่น	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
71	ดร.เสกสรรค์ มานวิโรจน์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
72	ผศ.นนทรี สัจจาธรรม	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
73	ผศ.พูลศักดิ์ พุ่มวิเศษ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
74	รศ.ดร.เยาวภา ตีอัสสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
75	รศ.ดร.ทิพย์สิริ กาญจนวาสี	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
76	รศ.สพญ.ดร.สุมาลี บุญมา	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
77	ผศ.ดร.พิชิต รัชตพิบูลภพ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
78	รศ.ดร.โกวิท กังสนันท์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
79	ผศ.ดร.อัมพร ปัญญา	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
80	ผศ.ดร.เสาวนารถ เล็กเลอสินธุ์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
81	ผศ.ดร.ฐิติมา โห้ถ้อยอง	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
82	รศ.ดร.ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
83	ดร.จักรกฤษณ์ สิริริน	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
84	รศ.พิศเพลิน เขียวหวาน	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
85	รศ.ดร.โกสุม สายใจ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
86	ผศ.ดร.อรุณี สำเภาทอง	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
87	รศ.ดร.วิรัช วรรณรัตน์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
88	รศ.ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
89	ผศ.ดร.ณัฐวดี วิเศษ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
90	ผศ.สมศักดิ์ ถิ่นขจี	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
91	ดร.วฤต ศิลป์ศรีกุล	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
92	ดร.นเรศ สุยะโรจน์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
93	ดร.สุรัชย์ สานตีสุขรัตน์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
94	ดร.ศุภากร ศิลาเกษ	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
95	ดร.ธรรมบุญ พ่อคำทอง	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
96	รศ.ดร.พิชารณ รัตนเบญจสิทธิ์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
97	ดร.กัลยา แก้วมา	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
98	ดร.สุธีรา ศรีเบญจโชติ	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
99	ดร.พัชราภรณ์ ลิ้มปิอังคนันต์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
100	ดร.ศิริพันธุ์ จุรีมาศ	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
101	ดร.สุกฤษฎี ลิ้มโพธิ์ทอง	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
102	ดร.จตุพร วงศ์มหาดเล็ก	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
103	ดร.ศิริพงษ์ มาณะศรี	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
104	ดร.ธีรภัทร ประสมสุข	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
105	รศ.ดร.นรินทร์ชัย พัฒนพงศา	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
106	ดร.ทรงสรรค์ อุดมศิลป์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
107	ผศ.ดร.จักรพันธ์ พรนิมิตร	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง
108	ดร.กรวิก พรนิมิตร	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง
109	รศ.นภาพร ณ เชียงใหม่	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง
110	ผศ.สุวิทย์ นามบุญเรือง	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
111	ดร.ฐิติมา พูลเพชร	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง
112	ดร.ดารณี เอื้อชนะจิต	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
113	ดร.ชลลดา เลิฟ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
114	ดร.วีระพงษ์ กิตติวงศ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
115	ดร.ดวงพร พุทธรังค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
116	ดร.เฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
117	ผศ. ดร.สมยศ อวเกียรติ	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
118	ดร.सानิต ศิริวิศิษฐ์กุล	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
119	รศ. ดร.เสาวณีย์ ลีขาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
120	รศ.ดร.สมศักดิ์ คงเที่ยง	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
121	ผศ.ดร.สุนันท์ ศลโกสุม	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
122	ดร.สุวพร เข้มเฮง	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
123	ดร.เพชรราวลัย ธีระวัฒน์พงศ์	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
124	ดร.สิริกาญจน์ ธนวุฒิปิพนิต	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
125	ดร.อุทัยวรรณสายพัฒนา	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
126	ผศ.ดร.คำเพชร ภูริปริญญา	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
127	ดร.ณรงค์ พิมสาร	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
128	ดร.เบญจรัตน์ ราชฉวาง	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
129	ดร.ทรงยศ แก้วมงคล	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
130	รศ.ดร.พิศมัย จารุจิตติพันธ์	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
131	ดร.อนันต์ ธรรมชาลัย	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
132	ดร.วิยะดา วรรณนทวัฒน์	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
133	ดร.พิศนีย์ อำไพ	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
134	ดร.ตระกูล จิตวัฒนาการ	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
135	ดร.วัชระ คำเขียว	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
136	ดร.พงษ์ศักดิ์ เพชรสถิต	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
137	ดร. ศรีนทร์รัศม์ เสริฐปัญญา	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
138	ดร. นภัสมน นันทมัจฉา	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	สังกัด
139	ดร.นิทัศน์ บุญไพศาลสถิตย์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
140	ดร.สุพัฒน์วรี ทิพย์เจริญ	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
141	ดร.พัชรวิพรรณ กิจมี	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
142	รศ.มานุญณ์ สุติศา	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
143	ดร.วนิดา วาตีเจริญ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
144	ผศ.ธนุตร์ เอี่ยมอร่าม	มหาวิทยาลัยหอการค้า
145	รศ.วราพร ศรีสุพรรณ	มหาวิทยาลัยมหิดล
146	รศ.ดร.รัชชานนท์ ศุภพงศ์พิเชฐ	มหาวิทยาลัยมหิดล
147	ดร.พนิดา มารุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
148	รศ.ดร.ทรงศรี สรณสถาพร	มหาวิทยาลัยมหิดล
149	ผศ.ดร.เศรษฐชัย ชัยสนิท	มหาวิทยาลัยศรีปทุม



ลำดับ	รหัสบทความ	เวลา	ชื่อผู้บรรยาย	หัวข้อเรื่อง
9	NLED216	13.30-13.45	สุนันท์ สุนโทย ปกรณ์ โรมมา	การทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ
10	NLSC222	13.45-14.00	ธัญญพงศ์ อินทรสอน วีรชัย พุทรวงศ์ ลาวัณย์ จันทร์โฮม สุบุชชา สุนทรารชุน ครศร ศรีกุลนาถ	การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดของยีนในนิวเคลียสสำหรับการระบุชนิดของงู 6 วงศ์
11	NLSC223	14.00-14.15	สุภวรรณ พันธุ์ วีรชัย พุทรวงศ์ เกษศิริรินทร์ เอกสินีท์กุล	การปรับปรุงอย่างง่ายในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์โมล
12	NLSC228	14.15-14.30	สุพัฒน์วีร ทิพย์เจริญ จารุณี ภัทรวงษ์ธนา สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท กรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางหนึ่ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่
13	NLSC317	14.30-14.45	กานต์ คงบรรทัด	การสำรวจรวบรวมเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบริการชีวิตออนไลน์ ของ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
14	NLSC243	14.45-15.00	พรพงศ์ ศิริสุขเจริญพร ศิริินญา ชาญตะกั่ว สหรับธุ์ บุญน้อม	ระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา อ.เมืองฉะเชิงเทรา
15	NLSC404	15.00-15.15	วรรณภา อิมะไชย์	การศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการของวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร
16	NLSC475	15.15-15.30	นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษา	จำลองการแข่งขันรถแข่งเพื่อพัฒนาทักษะทางเครื่องกล
17	NLSC476	15.30-15.45	ธัญญา พุ่มมะเตี นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษา วรภรณ์ ชนะพจน	การศึกษาคุณสมบัติงานเชื่อมในผลิตภัณฑ์โครงคร่าวกล้าวไนซ์เพื่อเพิ่มผลผลิต
18	NLSC368	15.45-16.00	พิมพ์นารา อาจคง กฤษณะ โพธิ์ศรี ดร.ปฎิภา แจ่มจำรัส	การพัฒนาแอปพลิเคชัน ระบบแจ้งเตือนการเรียน CE บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี

.....

**ห้องนำเสนอย่อยระดับชาติ (สาขาวิทยาศาสตร์) อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ ห้อง 1402 ชั้น 4**

**คณะกรรมการประจำห้อง :** ผศ.ดร.บดีนทร์ชาติ สุขบท

**ผู้ช่วยคณะกรรมการ :** อาจารย์ธัญญพัทธ์ ศักดิ์บุญญารัตน์ และอาจารย์สมเกียรติ คงคะชาติ

ลำดับ	รหัสบทความ	เวลา	ชื่อผู้บรรยาย	หัวข้อเรื่อง
1	NLSC230	10.45 -11.00	ศุภมิตร คูศรีสุวรรณ	การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา
2	NLSC231	11.15-11.30	เสฐียรพงษ์ ยอดนิล	การประเมินผลระบบแซทบอทปฏิทินการศึกษาด้วยการเรียนรู้ของเครื่องคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
3	NLSC241	11.30-11.45	ธณพิชญ์ เป็กเขียน	การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
4	NLSC242	11.45-12.00	ธณพิชญ์ เป็กเขียน	การพัฒนาระบบควบคุมสวนอัจฉริยะผ่านอุปกรณ์ไร้สาย
		12.00-12.30	<b>พักเที่ยง</b>	
5	NLSC403	12.30-12.45	จิรวินัญญ์ ดีเจริญชิตพงศ์ ธีรภัทร ประวัติรุ่งเรือง	การพัฒนาต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง
6	NLSC262	12.45-13.00	นายสมบุรณ์ สุภัทรกุลชัย	การพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด
7	NLSC271	13.00-13.15	นราวดี สมชาติ เจนจิรา สังฆพรหม บุผผา แพแสง	ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์กรณีศึกษา : ร้านสะดวกซื้อ
8	NLSC272	13.15.13.30	นราวดี สมชาติ กนกวรรณ มั่นชุนา บุผผา แพแสง	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า โดยใช้เทคนิค SLP
9	NLSC273	13.30-13.45	นราวดี สมชาติ ปภัศรา สีเฒ่า บุผผา แพแสง	กรณีศึกษา: แนวทางการพัฒนาเส้นทางการขนส่งโดยใช้เทคนิคฮิวริสติกส์
10	NLSC274	13.45-14.00	นราวดี สมชาติ นายวิโรจน์ เกตุกา บุผผา แพแสง	กรณีศึกษา : แนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการเดินรถ
11	NLSC276	14.00-14.15	นราวดี สมชาติ ดร.ภัทรารุณี แสงศิริ	แนวทางการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งเพื่อหาเส้นทางที่ประหยัด : กรณีศึกษาบริษัท เอกชน จำกัด

ลำดับ	รหัสบทความ	เวลา	ชื่อผู้บรรยาย	หัวข้อเรื่อง
12	NLSC282	14.15-14.30	ณัฐชฎา พิมพากรณ์ ศุภโชค เสมศรี วันทนา สุขอนุเคราะห์ เพียร โตท่าโรง ดุขฎิ แฉขุนทด พิเชษฐ์ ไพรินทร์ ไพศาล คันธศร	การพัฒนาและออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า
13	NLSC380	14.30-14.45	ดุขฎิ มุกดา	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบของกลุ่มรถบรรทุก : กรณีศึกษาทางหลวงกรุงเทพมหานคร
14	NLED448	14.45-15.00	เอกพล ทับพร นายพิพัฒน์ เลิศโกวิทย์ นายบัณฑิต วงษ์ทอง นายยอดนภา เกษเมือง	เครื่องบัดฝักตบชวา
15	NLSC062	15.00-15.15	วสันต์ ลีละธนาฤกษ์ สุวิทย์ อมรปิติกวิน	การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
16	NLSC363	15.15-15.30	เขมณัฎฐ์ กลิ่นโมริย์ ปณิต ศรีภักตร์ชด์ มีนา รัตนากร จิรศักดิ์ ส่องบุญแก้ว	เก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้พิการทางสมอง
17	NLSC213	15.30-15.45	เจนจิรา ว่องพรรณงาม สุธินี เกิดเทพ เกษศิริรินทร์ เอกสินทร์กุล	การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยนินไฮดริน/เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตบนกระดาษความร้อน
18	NLSC414	15.45-16.00	พัชรินทร์ ส่วยสิน	การพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
19	NLSC325	16.00-16.15	นพดล สิทธิเลิศ พรจิรา ผลเหม สมใจ รอดหลักดี	การเปรียบเทียบการวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาในการเทียบโอนรายวิชาวิธีแบบจำลองเวกเตอร์สเปซกับการใช้แนวทางด้านความหมาย

.....

**ห้องนำเสนอย่อยระดับชาติ (สาขาวิทยาศาสตร์) อาคารนวัตกรรมการเรียนรู้และวิเทศสัมพันธ์ ห้อง 1404 ชั้น 4**

**คณะกรรมการประจำห้อง** : ผศ.ดร.ประสพโชค โห้ทองคำ

**ผู้ช่วยคณะกรรมการ** : อาจารย์นตา เตชะบุญมาส และอาจารย์พิสุทธิ พรหมมา

ลำดับ	รหัสบทความ	เวลา	ชื่อผู้บรรยาย	หัวข้อเรื่อง
1	NLSH031	10.45 -11.00	เรืองยศ ใจวัง เขาวลิต เต็มปวน	การออกแบบและพัฒนารังเลี้ยงผึ้ง “แบบรังยาว” เพื่อเป็นรายได้เสริมของชาวสวนลำไย ใน เขตจังหวัดเชียงใหม่
2	NLSC034	11.15-11.30	วันชัย เขาว์กำเนิด	โปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel
3	NLSC038	11.30-11.45	ดุขตี มุกดา	การทำทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการกระจายสินค้าโดยใช้ทฤษฎี จุดศูนย์ถ่วงกรณีศึกษาบริษัทรับขนส่งแผ่นกระเบื้อง
4	NLSC100	11.45-12.00	ศุภลักษณ์ สุวรรณ ชินวร ชวสินธุ์ ปฐมพงษ์ ฝั้นสีบ อรรฐพล เขียนทอง	การลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยใช้เทคนิค RULA สำหรับสตรีผู้สูงอายุในการผลิตผางประทับ
		12.00-12.30	<b>พักเที่ยง</b>	
5	NLSC121	12.30-12.45	พิพัฒน์ เลิศโกวิทย์ เอกพล ทับพร ฐิตา พู่เฒ่า	การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับบรรจุยาเม็ด
6	NLSC124	12.45-13.00	ธนิต แดงศรี กริธาพล สุลีลายุทธพล เมืองแก้ว ยุตัน มุस्ताซหะห์ ยูโซะ	เครื่องปกกระเทียมระบบนิวแมติกส์
7	NLSC126	13.00-13.15	ธนิต แดงศรี กฤษณะ ภัลย์วรรณ มุस्ताซหะห์ ยูโซะ	เครื่องอบสีสายพานลำเลียง
8	NLSC128	13.15-13.30	สมบัติ เขียงคำ สายชล สิทธิพงศ์	การพัฒนาเตาเผาสำหรับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้กลไกของเลห์มาน
9	NLSC133	13.30-13.45	ไพลิน ท้อเพียร อรสา อร่ามรัตน์	การวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี : กรณีศึกษาบริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด

ลำดับ	รหัสบทความ	เวลา	ชื่อผู้บรรยาย	หัวข้อเรื่อง
10	NLSC150	13.45-14.00	มนัญญา เอี่ยมโรจน์เมธา จิรพันธ์ ม่วงเจริญ ประสาน ตั้งยีนยงวัฒนา	การเตรียมโลชั่นสารสกัดชะเอมเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลว
11	NLSC171	14.00-14.15	อาทิตยา ชาวเชียงขวาง นันทรัตน์ กลิ่นหอม พิชญา เจริญใจ	การออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซารัสอีส์ทบังกอก
12	NLSC185	14.15-14.30	นเรศ สุยะโรจน์ สิทธิชัย วงศ์หน่อ บัณฑิต พัทธ์พงษ์	ความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลาง ที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า
13	NLSC212	14.30-14.45	เพียงพิชญ์ ตรีศรี สุธินี เกิดเทพ เกษศิริรินทร์ เอกสินธุ์กุล	การหล่อรอยงานท้ายปลอกกระสุนปืนโดยใช้น้ำยาพาราเพื่อประยุกต์ใช้ในงาน นิติวิทยาศาสตร์
14	NLSC193	14.45-15.00	พลวัฒน์ ต่อตระกูล	การออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ
15	NLSC074	15.00-15.15	สุรัชย์ สานติสุขรัตน์ อุกฤษฏ์ ลายคำ ภาณุมาศ ไชยกาวิณ ชินวร ชวสินธุ์	การประยุกต์ใช้เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุและ ECRS เพื่อลดต้นทุนการผลิตยางรถยนต์

## สารบัญ

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
1	การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะ เพื่อส่งเสริมความสะอาดสุขภาพให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง	รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช	26
2	การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ต แวร์ คอมพิวเตอร์	ดุสิตา ปานสุวรรณ	36
3	การพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	พิมพ์นารา อาจคง นวกรณ์ กาละปุ สุรศักดิ์ ประชุมเกษร	45
4	การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการค้าในงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ	โกเมศ มะนาวหวาน พุทธินันท์ นาคสุข	52
5	ปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ที่มีผลต่อพฤติกรรมการความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง	ธวัชชัย รอดฤดี ดร.ตระกูล จิตวัฒนากร ดร.सानิต ศิริวิศิษฐ์กุล	60
6	ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางขุน ตำบลบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี	ปรียาภัทร ชัชวาลย์สิน	69
7	การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนการวิเคราะห์ข้อมูลสหวิทยาการ โดยการประมวลผลด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง	สมาน ลาภกระจ่าง ชนินท์ เอี่ยมสะอาด	80
8	การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล วิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยประยุกต์ใช้วิธีการสร้างต้นแบบโรบออะเวย์	ปิติพัฒน์ เจริญบุญธนะพงศ์	86
9	การทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ	สุนันท์ สุนโทย ปกรณ โรมา	95

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
10	การใช้ตีเอ็นเอบาร์โค้ดของยีนในนิวเคลียสสำหรับการระบุชนิดของงู 6 วงศ์	ฉัตรพงษ์ อินทรสอน วีรชัย พุทธวงค์ ลาวัณย์ จันทร์โสม สุนุชชา สุนทรารชุน ครุศร ศรีกุลนาถ	100
11	การปรับปรุงอย่างง่ายในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล	สุภวรรณ พันลิว วีรชัย พุทธวงค์ เกษศิริรินทร์ เอกสินธ์กุล	107
12	การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบทกรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่	สุพัฒน์วรี ทิพย์เจริญ จารุณี ภัทรวงษ์ธนา สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	116
13	การสำรวจรวบรวมเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบริการวีดิทัศน์ออนไลน์ ของ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น	กานต์ คงบรรทัด	125
14	ระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวกรณีศึกษา อ.เมืองฉะเชิงเทรา	พรพงศ์ ศิริสุขเจริญพร ศิริณญา ชาญตะแก้ว สพรัถ บุญน้อม	133
15	การศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการของวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร	วรรณภา อิมะไชย์	140
16	จำลองการแข่งขันรถแข่งเพื่อพัฒนาทักษะทางเครื่องกล	นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา	149
17	การศึกษาคุณสมบัติงานเชื่อมในผลิตภัณฑ์โครมคร่าวกล้าไนซ์เพื่อเพิ่มผลผลิต	ธัญญา พุ่มมะเตี นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา วรรณภรณ์ ชนะพจน	161
18	การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา	ศุภมิตร คูศรีสุวรรณ	173
19	การประเมินผลระบบแซททอปปฏิทินการศึกษาด้วยการเรียนรู้ของเครื่องคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่	เสฐียรพงษ์ ยอดนิล	182

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
20	การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ การทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	ธณพิชญ์ เป็กเขียน	190
21	การพัฒนาแบบจำลองสมรรถนะผ่านอุปกรณ์ไร้สาย	ธณพิชญ์ เป็กเขียน	197
22	การพัฒนาต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้ สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพ สิ่ง	จิรวินัญญ์ ดีเจริญชิตพงษ์ ธีรภัทร ประวัติรุ่งเรือง	201
23	การพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วย เทคโนโลยีบาร์โค้ด	นายสมบุญ สุกัทรกุลชัย	209
24	ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการ จัดการลูกค้าสัมพันธ์กรณีศึกษา : ร้านสะดวกซื้อ	นราวดี สมชาติ เจนจิรา สังฆพรหม บุผผา แพแสง	218
25	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ คลังสินค้า โดยใช้เทคนิค SLP	นราวดี สมชาติ กนกวรรณ มั่นชุนา บุผผา แพแสง	228
26	กรณีศึกษา: แนวทางการพัฒนาเส้นทางการขนส่ง โดยใช้เทคนิคฮิวริสติกส์	นราวดี สมชาติ ปภัตรา สีเฒ่า บุผผา แพแสง	237
27	กรณีศึกษา : แนวทางการแก้ปัญหาและการ จัดการเดินรถ	นราวดี สมชาติ นายวีโรจน์ เกตุกาง บุผผา แพแสง	247
28	แนวทางการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งเพื่อหา เส้นทางที่ประหยัด : กรณีศึกษาบริษัท เอกชน จำกัด	นราวดี สมชาติ ดร.ภัทรารุณี แสงศิริ	259
29	การพัฒนาและออกแบบเครื่องบิบัติดักกระป๋อง อลูมิเนียมระบบไฟฟ้า	ณัฐชฎา พิมพาภรณ์ ศุภโชค เสมศรี วันทนา สุขอนุเคราะห์ เพ็ญโรจน์ โตท่าโรง ดุชฎี แฉขุนทด พิเชษฐ ไพรินทร์ ไพศาล คันธศร	268

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
30	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับกิจกรรม การขนส่งวัตถุติดของกลุ่มรถบรรทุก : กรณีศึกษา ทางหลวงกรุงเทพมหานคร	ดุษดี มุกดา	278
31	เครื่องบดผักตบชวา	เอกพล ทับพร นายพิพัฒน์ เลิศโกวิทย์ นายบัณฑิต วงษ์ทอง นายยอดนภา เกษเมือง	287
32	การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง เชื้อเพลิงชีวมวล	วสันต์ ลีละธนาฤกษ์ สุวิทย์ อมรปติกวิน	297
33	เก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้พิการทางสมอง	เชมณัฐฐ์ กลิ่นโมรีย์ ปณต ศรีภักตร์ชต์ มีนา รัตนากร จิรศักดิ์ ส่องบุญแก้ว	308
34	การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยนินไฮดริน/ เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตบนกระดาษความร้อน	เจนจิรา ว่องพรรณงาม สุธินี เกิดเทพ เกษศิริรินทร์ เอกสินิทธิ์กุล	316
35	การพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วย เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดบนระบบปฏิบัติการแอน ดรอยด์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ	พัชรินทร์ ส่วยสิน	323
36	การเปรียบเทียบการวัดความคล้ายคลึงของ คำอธิบายรายวิชาในการเทียบโอนรายวิชาวิธี แบบจำลองเวกเตอร์สเปซกับการใช้แนวทางด้าน ความหมาย	นพดล สิทธิเลิศ พรจิรา ผลเหม สมใจ รอดหลักดี	332
37	การออกแบบและพัฒนาถังเลี้ยงผึ้ง “แบบรังยาว” เพื่อเป็นรายได้เสริมของชาวสวนลำไย ใน เขต จังหวัดเชียงใหม่	เรื่องยศ ใจวัง เขาวลิต เต็มปวน	338
38	โปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel	วันชัย เขาว์กำเนิด	347
39	การหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการ กระจายสินค้าโดยใช้ทฤษฎี จุดศูนย์ถ่วง กรณีศึกษาบริษัทรับขนส่งแผ่นกระเบื้อง	ดุษดี มุกดา	356

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
40	การลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยใช้เทคนิค RULA สำหรับสตรีผู้สูงอายุในการผลิตผางประทีป	ศุภลักษณ์ สุวรรณ ชินวร ขวสินธุ์ ปฐมพงษ์ พันสืบ อรรฐพล เขียนทอง	366
41	การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับบรรจุยาเม็ด	พิพัฒน์ เลิศโกวิทย์ เอกพล ทับพร ฐิตา พุฒเภา	374
42	เครื่องป้องกันกระแทกแบบนิวมेटิกส์	ธนิต แต่งศรี กริษาพล สุลีลายุทธพล เมืองแก้ว ยุตัน มูस्ताซซะห์ ยูโซะ	385
43	เครื่องอบสีสายพานลำเลียง	ธนิต แต่งศรี กฤษณะ ภิลัยวรรณ มูस्ताซซะห์ ยูโซะ	392
44	การพัฒนาเตาเผาสำหรับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้กลไกของเลห์มาน	สมบัติ เชียงคำ สายชล สิทธิพงศ์	401
45	การวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี : กรณีศึกษาบริษัท ดับบลิวที อินเทอร์เน็ต พูลส์ จำกัด	ไพลิน ท้อเพียร อรสา อร่ามรัตน์	408
46	การเตรียมโลชั่นสารสกัดชะเอมเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลว	มัญญา เอี่ยมโรจน์เมธา จิรพันธ์ ม่วงเจริญ ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา	416
47	การออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก	อาทิตยา ชาวเชียงขวาง นันทรัตน์ กลิ่นหอม พิชญา เจริญใจ	424
48	ความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า	นเรศ สุขะโรจน์ สิทธิชัย วงศ์หน่อ บัณฑิต พิทักษ์วงศ์	433
49	การหล่อรอยงานท้ายปลอกกระสุนปืนโดยใช้น้ำยางพาราเพื่อประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์	เพียงพิชณ ตรีศรี สุธินี เกิดเทพ เกษศิริพันธ์ เอกสินธุ์กุล	439

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	หน้า
50	การออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการงาน กิจกรรมทางวิชาการ	พลวัฒน์ ต่อตระกูล	444
51	การประยุกต์ใช้เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ และ ECRS เพื่อลดต้นทุนการผลิตยางรถยนต์	สุรัชย์ สานตีสุขรัตน์ อุกฤษฏ์ ลายคำ ภานุมาศ ไชยกาวิณ ชินวร ชวสินธุ์	452
52	การพัฒนาแอปพลิเคชัน ระบบแจ้งเตือนการเรียน CE บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับนักศึกษาสาขา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัย ธนบุรี	พิมพ์นารา อาจคง กฤษณะ โพธิ์ศรี ดร.ปฎิภา แจ่มจรรย์ส	462

.....

## การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

The development of plant caring system for elderly to encourage convenience with the Internet of Things (IoT) technology

รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ/สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, Rattikan.vi@northbkk.ac.th

### บทคัดย่อ

การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง 2. เพื่อประเมินผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเป็นผู้สูงอายุ จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1. ตัวต้นแบบระบบ 2. แบบประเมินความคิดเห็นของการออกแบบตัวต้นแบบ 3. แบบประเมินความเหมาะสมของการพัฒนาตัวต้นแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) การออกแบบตัวต้นแบบ ประกอบด้วย 5 โมดูล คือ โมดูลอุณหภูมิ โมดูลความชื้น โมดูลวัดความชื้นในดิน โมดูลพัดลม โมดูลปั้มน้ำ โดยใช้ NETPIE ที่เป็นแพลตฟอร์มให้บริการผ่านเทคโนโลยีคลาวด์ สำหรับเชื่อมต่อสื่อสารในรูปแบบอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง 2) ผลการประเมินความคิดเห็นของการออกแบบตัวต้นแบบ จากผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) รวมเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) รวมเท่ากับ 0.64 3) ผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนาตัวต้นแบบ จากผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) รวมเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) รวมเท่ากับ 0.51 แสดงว่าสามารถนำตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุอย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ :** ระบบโรงเรือนอัจฉริยะ, การส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ, เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

### ABSTRACT

The development of plant caring system for elderly to encourage convenience with the Internet of Things (IoT) technology aims to: 1) design prototype of the plant caring system with IoTs technology that can help promoting good health in the elderly; 2) evaluate the plant caring system with IoTs technology for promoting good health in the elderly. Research tools are following: 1) prototype of the plant caring system with IoTs technology that helps promoting good health among the elderly; 2) an evaluation form of the plant caring system with IoTs technology for promoting good health in the elderly, and; 3) suitability test of the plant caring system with IoTs technology for promoting good health in the elderly.

The result shows that 1) the prototype of the plant caring system with IoTs technology to encourage healthy living in the elderly was rated at the good level; 2) the plant caring system with IoTs technology to boost good health among the elderly was consisted of 5 modules which are temperature module, moisture module, soil moisture module, fan module, and water pump module. These modules were driven by NETPIE, the cloud platform for IoTs communication. 3)The suitability result of the experts was found at the very good level.

**Keywords:** The development of plant caring system for elderly to encourage convenience with the Internet of Things (IoT) technology

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ กำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยจากข้อมูลระบุว่า ประเทศญี่ปุ่น ได้เข้าสู่การเป็นประเทศของผู้สูงอายุ ตั้งแต่ปี 2549 ในขณะที่กลุ่มประเทศในระแวกอาเซียนและประเทศไทยนั้น ได้ก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุตั้งแต่ปี 2548 และกระทรวงสาธารณสุขได้ระบุว่า ไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ภายในปี 2568 ซึ่งจากคำจำกัดความของผู้สูงอายุตามการแบ่งขององค์การสหประชาชาติ ให้นิยามผู้สูงอายุ หมายถึงประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป โดยแบ่งผู้สูงอายุเป็น 3 ระดับคือ ระดับที่ 1 คือ ระดับการก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุในระดับนี้จะมีอายุประมาณ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรในประเทศ ระดับที่ 2 ระดับสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ โดยผู้สูงอายุในระดับนี้จะมีอายุประมาณ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20 และ ระดับที่ 3 โดยผู้สูงอายุในระดับนี้จะมีอายุประมาณ 65 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20 ทำให้เราต้องเตรียมความพร้อมในการดูแลผู้สูงอายุในอนาคตอันใกล้ [1] โดยจากข้อมูลเกี่ยวกับผู้สูงอายุ พบว่า หลังจากเกษียณอายุผู้สูงอายุโดยทั่วไปส่วนใหญ่ จะทำกิจกรรม ได้แก่ การพบปะกับเพื่อน ๆ เข้าวัดทำบุญ การพบแพทย์ รวมไปถึงการพักผ่อนหย่อนใจและการทำงานอดิเรก ซึ่งส่วนมากงานอดิเรกที่ผู้สูงอายุชื่นชอบคือการดูแล และเพาะปลูกต้นไม้ [2] ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อผู้สูงอายุในการทำงานอดิเรกนั้นคือ ความปลอดภัยในการใช้ชีวิตอยู่ในบ้านเพียงลำพัง เนื่องจากลูกหลานไปทำงาน ทำให้ในขณะที่ไม่มีคนอยู่บ้าน อาจเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน เช่น พลัดตกหกล้ม ลื่น หรือการยกของหนักแล้วทำให้เกิดอุบัติเหตุ และในบางกลุ่มของผู้สูงอายุอาจเกิดความเครียด เนื่องจากลูกหลานมักจะห้ามไม่ให้ทำอะไร เพราะกลัวจะเกิดอุบัติเหตุ งานอดิเรกอีกอย่างที่ผู้สูงอายุนิยมทำคือการเล่น Social Media เช่น การส่งข้อความผ่าน Line เพื่อทักทายยามเช้าในแต่ละวัน ทำให้จะเห็นว่า ผู้สูงอายุในยุคนี้ สามารถใช้งานเทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสารกับลูกหลานและเพื่อน ๆ ได้ จากความสำคัญของผู้สูงอายุในด้านของการใช้ชีวิต และการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวัน

ดังนั้น การพัฒนาตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้ชีวิตได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัย อีกทั้งยังส่งเสริมสุขภาพให้มีสุขภาพที่สมบูรณ์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งการดึงเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ภายในครัวเรือน [3] ทำให้สอดคล้องกับกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [3] ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย (ICT2020) [4] ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ให้เข้ากับผู้สูงอายุทุกครัวเรือนซึ่งตรงกับ ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาและประยุกต์ ICT เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสร้างความเสมอภาคของโอกาส ในการเข้าถึงทรัพยากรและบริหารสาธารณะ สำหรับประชาชนทุกกลุ่มโดยเฉพาะบริการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีสุขภาวะที่ดี ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาช่วยในการดูแลผู้สูงอายุในการดูแลต้นไม้ที่บ้าน ในราคาที่เหมาะสมกับทุกครัวเรือน ให้

.....

เหมาะสมกับนโยบาย Thailand 4.0 [5] ในการเปลี่ยนจากปัญหาการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ให้เป็น สังคมผู้สูงอายุที่มีพลัง (Active Aging)

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง
2. เพื่อประเมินตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเป็นผู้สูงอายุ  
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเป็นผู้สูงอายุ รวมทั้งหมดจำนวน 15 คน  
โดยการใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

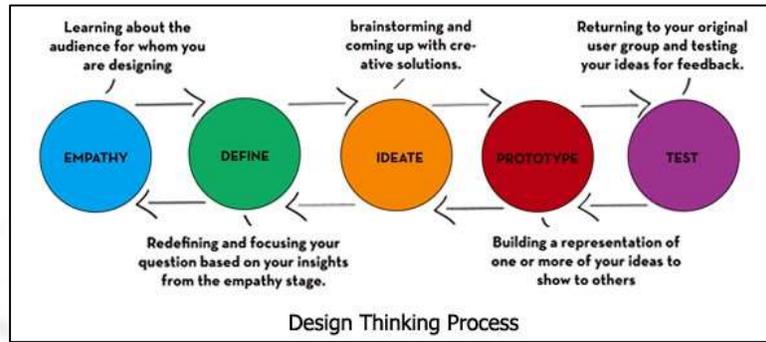
ตัวแปรตาม คือ ผลการประเมินความคิดเห็นการออกแบบตัวต้นแบบ และผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนาตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

### 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการพัฒนาตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

**ระยะที่ 1** การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง มีขั้นตอนดังนี้

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบตัวต้นแบบระบบ คือ กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการนำกระบวนการในการคิดที่ให้ความสำคัญกับบุคคล โดยคำนึงถึงธรรมชาติของผู้ใช้ประกอบกับการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ โดยมีกระบวนการดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

1.1 Empathy เป็นการทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อจะสร้างสรรค์ หรือแก้ไขสิ่งใดก็ตามจะต้องเข้าใจถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้

1.2 Define การสังเคราะห์ข้อมูล การตั้งคำถามปลายเปิดที่ผลักดันให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ไม่จำกัดกรอบของการแก้ปัญหา ซึ่งหลังจากการเรียนรู้และทำความเข้าใจต่อกลุ่มบุคคลเป้าหมายแล้ว ต้องวิเคราะห์ปัญหา กำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร เลือกและสรุปแนวทางการความเป็นไปได้

1.3 Ideate การระดมความคิดใหม่ ๆ อย่างไม่มีขีดจำกัด หรือการสร้างความคิดต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น โดยเน้นการหาแนวคิดและแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากที่สุด หลากหลายที่สุด โดยความคิดและแนวทางต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมานั้นเพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้น Define

1.4 Prototype การสร้างแบบจำลอง หรือการสร้างต้นแบบขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบและตอบคำถามหรือกระตุ้นให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อที่จะได้เข้าใจสิ่งที่อยากรู้อย่างยิ่งขึ้น และยังสร้างเร็วเท่าไรจะยิ่งได้ลองหาข้อผิดพลาด และเรียนรู้เกี่ยวกับไอเดียได้เร็วเท่านั้น

1.5 Test หรือการทดสอบ โดยเรานำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้ หรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสังเกตประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำผลตอบรับ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนคำแนะนำมาใช้ในการพัฒนา และปรับปรุงต่อไป (WhiteTofu, 2016) [8]

**ระยะที่ 2** ประเมินการความคิดเห็นการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเป็นผู้สูงอายุจำนวน 15 คน

#### 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

4.1 แบบประเมินความคิดเห็นการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

4.2 แบบประเมินความเหมาะสมของการพัฒนาตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scales) จำนวน 2 ข้อ ประกอบด้วย ความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความ

สะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง และความเหมาะสมในการนำผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งไปใช้จริง

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้ [7]

4.50-5.00	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
2.50-3.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
1.00-1.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปรับปรุง

## 6. ผลการวิจัย

การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง สามารถสรุปผลได้ตามลำดับ ดังนี้

**ระยะที่ 1** ผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 ผลการออกแบบภายนอกโรงเรือน มีลักษณะเป็นโรงเรือนแบบปิด โครงสร้างของโรงเรือนมีลักษณะที่เป็นกระจกทั้ง 4 ด้าน หลังคาโรงเรือนสามารถเปิดออกได้ มีลักษณะลาดเอียงเพื่อรองรับกรณีมีฝนตก มีประตูที่ใช้สำหรับการเข้า-ออก 1 บาน มีหน้าต่างรอบด้าน



ภาพที่ 1 ผลการออกแบบภายนอกโรงเรือน

1.2 ผลการออกแบบภายในโรงเรือน ประกอบด้วย 5 โมดูล ดังนี้

โมดูลปั๊มน้ำ โมดูลอุณหภูมิ โมดูลความชื้น โมดูลวัดความชื้นในดิน โมดูลพัดลม

1.2.1 โมดูลการรดน้ำโดยใช้น้ำ ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับ NETPIE ที่เป็นแพลตฟอร์มให้บริการผ่านเทคโนโลยีคลาวด์ สำหรับเชื่อมต่อสื่อสารในรูปแบบอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และควบคุมปั๊มน้ำสำหรับการรดน้ำ เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่ากำหนด

จะทำการสั่งเปลี่ยนค่าสถานะให้ปั้มน้ำทำงาน โดยจะทำการปล่อยน้ำออกมาตามจำนวนเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด และตรวจสอบอุณหภูมิอีกครั้งว่ามีอุณหภูมิอยู่ระหว่างค่าคงที่หรือไม่ ถ้าอุณหภูมิสูงอยู่ระบบจะทำการสั่งให้รดน้ำต้นไม้ต่ออีกครั้ง จนกว่าจะถึงอุณหภูมิปกติ



ภาพที่ 2 ผลการออกแบบภายในโรงเรือนของโมดูลการรดน้ำโดยใช้ปั้มน้ำ

1.2.2 โมดูลควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ร่วมกับโมดูลปั้มน้ำ โดยโมดูลแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือการสั่งโดยระบบอัตโนมัติ และผู้ทำการสั่งผ่านระบบ

1.2.3 โมดูลความชื้นและโมดูลพัดลม โดยใช้วิธีการวัดค่าความชื้นภายในโรงเรือน เมื่อความชื้นต่ำ ผู้สูงอายุที่อยู่ภายในโรงเรือน สามารถแสดงออกผ่านทางร่างกาย คือ อากาศหายใจไม่คล่อง รู้สึกอึดอัด ไม่สบายตัว ถ้าความชื้นสูงผิวจะเหนียว เหนอะหนะผิดปกติ แต่ถ้าความชื้นต่ำผิวก็จะแห้ง ผู้ที่อาศัยอยู่ภายในโรงเรือนจะปัญหาเรื่องความชื้นที่ไม่ว่าจะสูงหรือต่ำ จึงจำเป็นต้องสั่งให้โมดูลเปิดพัดลมระบายอากาศอัตโนมัติ ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับ NETPIE ที่ควบคุมการเปิดพัดลม เพื่อระบายอากาศและปรับค่าความชื้นภายในโรงเรือน

1.2.4 โมดูลความชื้นในดิน การใช้งานจะต้องเสียบแผ่น PCB สำหรับวัดลงดิน เพื่อให้วงจรแบ่งแรงดันทำงานได้ครบวงจร จากนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบกันระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดิน ใช้ควบคุมปั้มน้ำให้รดน้ำต้นไม้อัตโนมัติเพื่อให้มีน้ำไหลมารดต้นไม้ได้ เมื่อความชื้นในดินมีมากพอจะหยุดน้ำกระแส ทำให้ปั้มน้ำหยุดปล่อยน้ำ



.....

**ภาพที่ 3** ผลการออกแบบส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

**ระยะที่ 2** ผลการประเมินผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินความคิดเห็นของตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1) ผลการออกแบบภายนอกของตัวต้นแบบ	4.21	0.70	ดี
2) ผลการออกแบบภายในของตัวต้นแบบ ประกอบด้วย	4.62	0.51	ดีมาก
2.1 โมดูลโมดูลปั้มน้ำ			
2.2 โมดูลอุณหภูมิ	4.21	0.70	ดี
2.3 โมดูลความชื้น	4.38	0.65	ดี
2.4 โมดูลวัดความชื้นในดิน	4.31	0.85	ดี
2.5 โมดูลพัดลม	4.26	0.61	ดี
3) ผลการออกแบบส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายในตัวต้นแบบ	4.50	0.52	ดีมาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.38</b>	<b>0.64</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินความคิดเห็นของตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D.=0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความสามารถในการทำงานของโมดูลปั้มน้ำ อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.62$ , S.D.=0.51) รองลงมา คือ ผลการออกแบบส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายในตัวต้นแบบ อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D.=0.52) และด้านความสามารถในการทำงานของโมดูลความชื้น อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D.=0.85) ตามลำดับ

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินความเหมาะสมของตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1) ความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ ระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง	4.43	0.51	ดี
2) ความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ ระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยี	4.58	0.51	ดีมาก

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งไปใช้งานจริง			
ค่าเฉลี่ยรวม	4.50	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินผลการประเมินความเหมาะสมของตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ ระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งไปใช้งานจริง อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.58$ , S.D.=0.51) รองลงมา คือ ความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ ระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.43$ , S.D.=0.51) ตามลำดับ

## 7. สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินความคิดเห็นของผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D.=0.51) และผลการประเมินความเหมาะสมของการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ค่าของข้อมูลมีความกระจายน้อย (น้อยกว่า 1.00) แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นสอดคล้องและคะแนนการประเมินอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการออกแบบมีตัวต้นแบบระบบมีความเหมาะสมกับโมดูล 5 โมดูล ได้แก่ โมดูลปั้มน้ำ โมดูลอุณหภูมิ โมดูลความชื้น โมดูลวัดความชื้นในดิน โมดูลพัดลม ซึ่งจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ โดยเลือกใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง สอดคล้องกับแนวคิดของ (ณัฐพล ธนเขวงสกุล ธีระพงศ์ ฤทธิ์มาก และปรีชา โคตะพัฒน์, 2559) ดังนี้

6.1 การออกแบบตัวโรงเรือน เนื่องจากปัจจุบันสภาวะอากาศมีความแปรปรวนตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นปัจจัยส่งผลต่อพืช จึงเห็นว่า โรงเรือนมีความสำคัญต่อการควบคุมสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับพืชได้ ช่วยป้องกันลมและฝน ที่อาจจะทำให้เสียหายต่อพืช และยังเป็น การป้องกันศัตรูพืชได้อีกด้วย จึงทำการเลือกรูปร่างของโรงเรือนให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ โดยใช้การคำนวณแบบพลศาสตร์เพื่อออกแบบรูปแบบโรงเรือน ซึ่งโรงเรือนที่น่าสนใจ ได้แก่ โรงเรือนหลังคาจั่วแบบไม่สมมาตร และคำนึงถึงการติดตั้งให้ไม่ลำบากมากเกินไป แต่ยังคงความแข็งแรง

6.2 โมดูลควบคุมการให้น้ำโดยใช้ปั้มน้ำ เป็นส่วนงานที่ทำงานโดยอัตโนมัติผ่านระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่มีชื่อว่า NETPIE กับอุปกรณ์ปั้มน้ำ ที่หาซื้อได้ทั่วไปโดยที่เลือกใช้จะเป็นปั้มน้ำที่ใช้สำหรับตู้ปลาขนาดใหญ่เนื่องจากว่า จะมีราคาถูกเมื่อติดตั้งหลายตัวในกรณีพื้นที่โรงเรือนมีขนาดกว้าง อีกทั้งต้นไม้อ่างชนิดไม่ชอบน้ำ บางชนิดชอบน้ำมาก ในเวลาลดน้ำจึงต้องใช้ปั้มหลายตัว เพราะปริมาณน้ำที่ใช้น้ำไม่เท่ากัน ซึ่งโมดูลนี้จะสามารถประยุกต์ใช้กับการให้ปุ๋ยชนิดน้ำได้ การควบคุมโมดูลนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อโรงเรือนมีความร้อนสูง โมดูลนี้จะทำงานอัตโนมัติ และผู้ใช้สามารถเปิด-ปิดด้วยตัวเองได้

6.3 โมดูลควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) รุ่น DHT22 อุณหภูมิ มีส่วนช่วยในการงอกและเจริญเติบโตของพืช จะเห็นได้ว่าพืชบางชนิดชอบชื้น

ในที่มีอากาศหนาวเย็น แต่พืชบางชนิดก็ชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศร้อน การนำพืชมาปลูกจึงควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป หากความชื้นในอากาศต่ำ จะทำการระบายความร้อนออกโดยใช้ไมคูลพัลตัมเป็นหลัก โดยจะทำหน้าที่ดูดอากาศที่เย็นเข้าไปทดแทนอากาศที่ร้อนภายในโรงเรือน อุณหภูมิที่สมควรจะประมาณ 28 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนอยู่ที่ 75-85 %

6.4 ไมคูลควบคุมความชื้นในดิน เช่น เซอร์ที่ใช้สำหรับการวัดความชื้นในดิน และเมื่อดินมีความแห้งมากจะทำการส่งไมคูลปั้มน้ำ เพื่อให้ทำการรดน้ำพืชอัตโนมัติ เนื่องจากปัจจัยส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ยังช่วยให้ดินมีความชุ่มชื้น พืชสดชื่นและการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ในพืชจะเป็นไปอย่างปกติ

6.5 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีการติดตั้ง IP Address สามารถติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดยควบคุมและสั่งการผ่านการตรวจจับของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ (ประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย, 2559) พบว่าการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในชีวิตประจำวันสามารถอำนวยความสะดวกให้กับงานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบบ้านอัจฉริยะ และระบบฟาร์มอัจฉริยะ

อย่างไรก็ตาม การนำเอาตัวต้นแบบไปใช้จริง ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ในการติดตั้ง และความปลอดภัยในการใช้อินเทอร์เน็ต รวมถึงแพลตฟอร์มที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ที่ให้ทุนสนับสนุนการจัดทำวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าของบทความวิชาการ บทความวิจัย เอกสาร ตำรา รวมถึงแหล่งสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในเอกสารอ้างอิงทุกท่าน ที่ได้ให้ศึกษาและนำมาอ้างอิงเพราะผลงานของท่านทำให้บทความวิจัยเรื่องนี้ เกิดความสมบูรณ์ในด้านของเนื้อหาและสำเร็จไปได้ด้วยดี

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรุงเทพฯ ธุรกิจ. (2016). สังคมผู้สูงวัยกับอาหารสุขภาพ ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก <http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/640976>.
- [2] ดร.วีรณัฐ วิจารณ์ประภา. (2559). สังคมสูงวัยกับยุค Thailand 4.0 ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก [goo.gl/6ivLww](http://goo.gl/6ivLww)
- [3] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559) **แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- [4] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554) กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระยะ พ.ศ.2554-2560 ของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- [5] ดร.สุวิทย์ เมษินทรีย์ (2559). ประเทศไทย 4.0 Thailand 4.0 คือ ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก <https://www.admissionpremium.com/content/1377>
- [6] ธีรพล ธนแขวงสกุล ธีระพงศ์ ฤทธิมาก และปรีชาโคตะพัฒน์. (2559). **การออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง.** วารสารแม่ใจเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่ใจ ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 (16-29)
- [7] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- .....
- [8] WhiteTofu. (2016). คิด ... อย่างนักออกแบบ (Design Thinking) ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก <http://www.appicadthai.com/articles/คิด-อย่างนักออกแบบ-Design-Thinking>.
- [9] อรพรรณ แซ่ตั้ง นิสาทพธนาวงศ์ ณิชฐพล ธนเชวงสกุล, 2560 การออกแบบโรงเรียนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ด 87-97

## การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality)

### เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

Development of Learning Media Application with Augmented Reality  
in Topic of Computer Hardware

ดุสิตา ปานสุวรรณ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, dusita.pa@northbkk.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) สื่อการเรียนรู้เสมือนจริง เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ สามารถแสดงภาพเสมือนจริงในส่วนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และฟังเสียงเนื้อหาได้ 2) แบบฝึกหัด จะทำการสุ่มคำถามและคำตอบจำนวน 10 ข้อ และแสดงคะแนนที่ผู้ใช้ทำได้ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันประกอบด้วย Unity3D, Microsoft Visual Studio 2015, ภาษา C# และโปรแกรม Vuforia สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง และ MySQL สำหรับฐานข้อมูล

ผลการพัฒนาและประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และนักศึกษามหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.44 ในส่วนของนักศึกษา ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.56

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้, ภาพสื่อเสมือนจริง, ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

Abstract

The purpose of this research were to develop the learning media application with Augmented Reality in Topic of Computer Hardware and study the users' satisfaction with application. The application will project a content data display and make a exercise 10 questions randomly selected for the user to answer, As the quiz is finished, the user will be provided a rating score for that section. The developed learning media application consisted of Unity3 D, Microsoft Visual Studio 2015, C# language and Vuforia, which is used to develop the application with Augmented Reality, and MySQL, which is used to manage the database. The users' satisfaction using a questionnaire collected from 5 experts and 30 students of North Bangkok University. The findings indicated that the average of experts' satisfaction was 4.50 and the standard deviation (S.D.) was 0.44, and the average of student' satisfaction was 4.37 and the standard deviation (S.D.) was 0.56.

Keyword: Learning Media, Augmented Reality, Computer Hardwar

## บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยี Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีเสมือนจริง ได้ถูกรวมเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมประจำวัน มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ ทั้ง ด้านศิลปะ การแพทย์การศึกษา และการพาณิชย์บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกล่าวถึงเทคโนโลยีเสมือนจริง และแสดงถึงประโยชน์ จากการนำ เทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้กับธุรกิจในด้านต่างๆ (พินดา ต้นศิริ, 2553) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน ไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (รักษพล ธนาณรงค์, 2556) โดยนำสื่อข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น ภาพกราฟิก รูปทรงสามมิติ และข้อความ ตัวอักษรให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง ซึ่งใช้ภาพสัญลักษณ์ กำหนดพิกัดในการแสดงข้อมูล เมื่อซอฟต์แวร์ได้ประมวลผลภาพสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงสื่อข้อมูลต่างๆ ที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรม และสามารถที่จะหมุนดูสื่อข้อมูลได้ทุกมุมมอง

สื่อการเรียนรู้ เป็นการนำวัสดุ เครื่องมือ วิธีการ มาเป็นสะพานเชื่อมโยงความรู้ไปยังผู้เรียน สามารถนำทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเน้นสื่อที่ใช้สำหรับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทั้งผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์อาจจะยากสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และในปัจจุบันส่วนใหญ่การใช้งานคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะน้อยลง ทั้งนี้เพราะมีคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้และสะดวกให้การซื้อมาใช้งานกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถพกพาได้ แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเป็นเครื่องที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผลิต ดังนั้นจึงไม่เห็นส่วนประกอบภายใน การศึกษาเรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ จึงต้องใช้จินตนาการ ซึ่งบางคนอาจจะมองไม่เห็นเป็นรูปร่างที่ชัดเจน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถแสดงสื่อข้อมูลออกมาในโลกเสมือนจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพได้แบบ 360 องศา อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพงศ์ พลสยม และสุพจน์ สุทธารธรรม (2559) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ที่มีคุณภาพ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแกเปะราษฎร์นิยม อาเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) สื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยการใช้ งาน marker ร่วมกับโปรแกรม flash cs6 2) สื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality โดยรวมมีความ

เหมาะสมในระดับมากที่สุด และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality โดยรวมอยู่ในระดับมาก

อนุภาค แสงสว่าง และเฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ (2560) ได้พัฒนาระบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อใช้ในการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีรูปแบบในการเรียนการสอนที่ทันสมัย ดึงดูดใจผู้เรียน ในการพัฒนาระบบได้นำเอาเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วยโปรแกรม Blender เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติโปรแกรม Unity 3D และโปรแกรม Vuforia ผลการพัฒนาและประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และอาจารย์ผู้สอน 20 คน จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06 ในส่วนของอาจารย์ผู้สอนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.03 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้นี้ช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

### วิธีการดำเนินการวิจัย

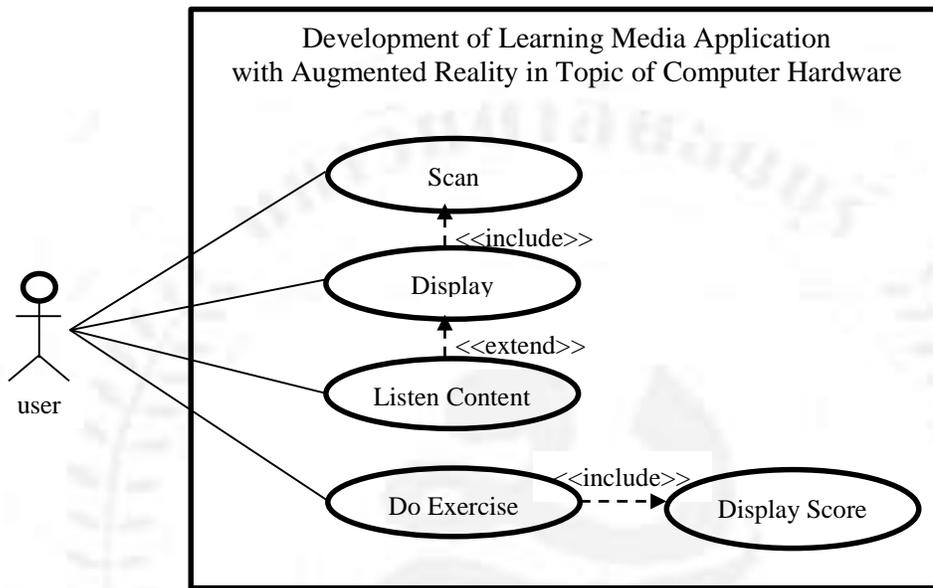
ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 1. การกำหนดเนื้อหาและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- 1.1 ผู้วิจัยได้คัดเลือกเนื้อหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเป็น 4 หมวด ได้แก่ อุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (Input Device) อุปกรณ์ประมวลผล (Process Device) อุปกรณ์แสดงผล (Output Device) และ อุปกรณ์เก็บข้อมูลสำรอง (Secondary Storage Device)
- 1.2 ผู้วิจัยศึกษาและเลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ได้แก่ Unity3D, Microsoft Visual Studio 2015, ภาษา C#, โปรแกรม Vuforia และ MySQL

#### 2. การวิเคราะห์

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้ภาษา UML (Unified Modeling Language) อธิบายแบบจำลองของแอปพลิเคชันตามแนวคิดเชิงวัตถุ โดยใช้ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและแอปพลิเคชัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม

### 3. การออกแบบ

- 3.1 การออกแบบบัตรภาพและโมเดลสามมิติ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบบัตรภาพ AR โดยแบ่งเป็น 4 บัตรภาพ ตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ และแต่ละบัตรภาพจะประกอบด้วยภาพของฮาร์ดแวร์แต่ละประเภท และข้อมูลรายละเอียดของฮาร์ดแวร์ และการกำหนดมาร์คเกอร์ของฮาร์ดแวร์แต่ละประเภทเพื่อแสดงโมเดลสามมิติ
- 3.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย การออกแบบหน้าจอในส่วนเนื้อหาของเนื้อหา และแบบฝึกหัด รวมถึงการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลคำถาม และคำตอบของแบบฝึกหัด

### 4. การพัฒนาแอปพลิเคชัน

- 4.1 การแสดงเนื้อหา จะใช้โปรแกรม Unity3D สำหรับสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้และแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2015 และภาษา C# ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ร่วมกับ โปรแกรม Vuforia เพื่อเชื่อมโยงมาร์คเกอร์ และกล้องดิจิทัลในสมาร์ตโฟน สำหรับแสดงภาพสามมิติ ของฮาร์ดแวร์แต่ละประเภท
- 4.2 การทำแบบฝึกหัด จะทำการสร้างฐานข้อมูลด้วย MySQL ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2015 และภาษา C#
- 4.3 แปลงไฟล์ (Export) ออกมาเป็นไฟล์นามสกุล .apk เพื่อนำไปใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชัน

### 5. การทดสอบและประเมินผล

ในการทดสอบและประเมินผลระบบ จะประเมินผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยการทดสอบการใช้งานของผู้เชี่ยวชาญ ด้านคอมพิวเตอร์ 5 คน และนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ 30 คน เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบวัดความ

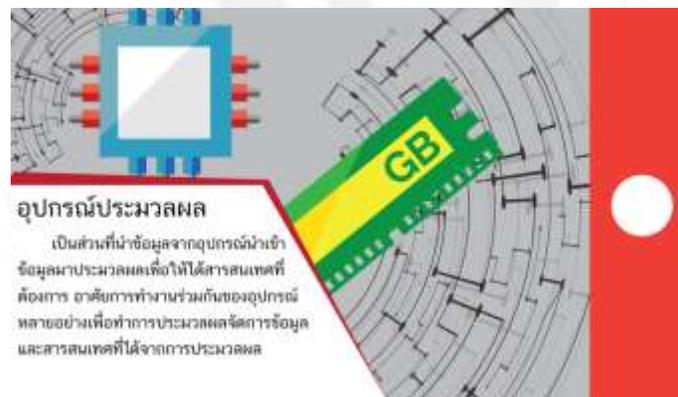
พึงพอใจสำหรับแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ จะใช้เกณฑ์ในการประเมินโดยแบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับโดยทำการกำหนดช่วงของการวัดดังนี้

- |   |         |                           |
|---|---------|---------------------------|
| 5 | หมายถึง | ระดับที่เห็นด้วยมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | ระดับที่เห็นด้วยมาก       |
| 3 | หมายถึง | ระดับที่เห็นด้วยปานกลาง   |
| 2 | หมายถึง | ระดับที่เห็นด้วยน้อย      |
| 1 | หมายถึง | ระดับที่เห็นด้วยน้อย      |

## ผลการวิจัย

### 1. บัตรภาพที่ใช้ในการแสดงโมเดลสามมิติ

บัตรภาพที่ใช้ในการแสดงโมเดลสามมิติของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเป็น 4 หมวด ได้แก่ อุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (Input Device) อุปกรณ์ประมวลผล (Process Device) อุปกรณ์แสดงผล (Output Device) และอุปกรณ์เก็บข้อมูลสำรอง (Secondary Storage Device) ดังภาพที่ 2



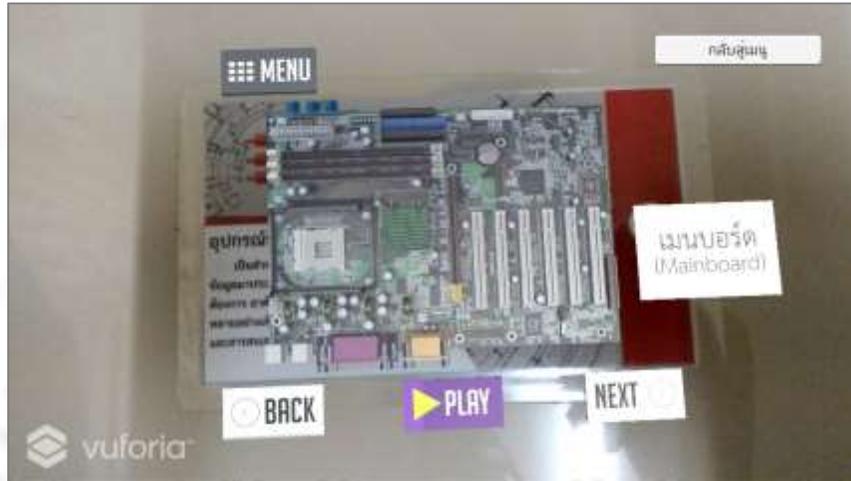
ภาพที่ 2 ตัวอย่างบัตรภาพที่ใช้ในการแสดงโมเดลสามมิติ

### 2. แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

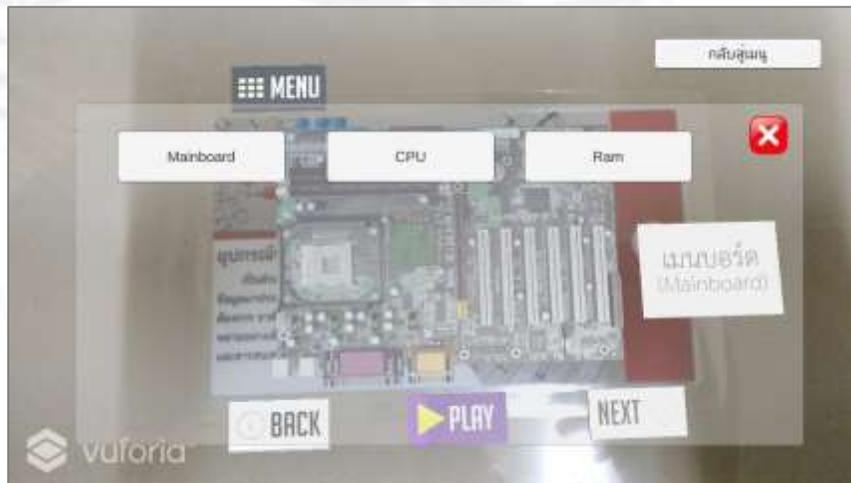
แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เนื้อหา และแบบฝึกหัด ดังนี้

#### 2.1 เนื้อหา

เมื่อผู้ใช้สแกนหรือส่องกล้องดิจิทัลของสมาร์ทโฟนไปที่บัตรภาพ จะปรากฏภาพเสมือนจริงขึ้นมา ซึ่งจะมีชื่อของอุปกรณ์ที่ปรากฏขึ้น ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม PLAY เพื่อฟังคำอธิบายรายละเอียดอุปกรณ์นั้นๆ ได้ และสามารถเลือกอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่หมวดเดียวกันได้ เช่น หมวดอุปกรณ์ประมวลผล (Process Device) ประกอบด้วย Mainboard, CPU และ RAM ดังภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4



ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอภาพเสมือนจริงของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอ MENU เพื่อให้ผู้ใช้เลือกดูรายละเอียดของอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ในหมวดเดียวกัน

## 2.2 แบบฝึกหัด

แอปพลิเคชันจะทำการสุ่มคำถามและคำตอบจำนวน 10 ข้อ และเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามครบ 10 ข้อแอปพลิเคชันจะแสดงคะแนนที่ผู้ใช้ทำได้



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอแบบฝึกหัด และคะแนนที่ผู้ใช้ทำได้

## 3. การประเมินจากความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

### 3.1 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง

รายการ	ระดับความคิดเห็น	
	$\bar{X}$	S.D.
1. ความเหมาะสมของบัตรภาพในการแสดงโมเดลสามมิติ	4.40	0.49
2. ความสามารถในการแสดงภาพสื่อเสมือนจริง	4.20	0.40
3. ความถูกต้องในการทำงานของแอปพลิเคชันในเรื่องเนื้อหา	4.60	0.49
4. ความถูกต้องในการทำงานของแอปพลิเคชันในเรื่องแบบฝึกหัด	4.80	0.40
<b>สรุปความคิดเห็นโดยรวมมีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง</b>	<b>4.50</b>	<b>0.44</b>

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = 0.44) โดยมีรายละเอียด ดังนี้ ความเหมาะสมของบัตรภาพในการแสดงโมเดลสามมิติ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.49) ความสามารถในการแสดงภาพสื่อเสมือนจริงมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.20$ , S.D. = 0.40) ความถูกต้องในการทำงานของแอปพลิเคชันในเรื่องเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.49) และ ความถูกต้องในการทำงานของแอปพลิเคชันในเรื่องแบบฝึกหัดค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.40)

### 3.2 จากนักศึกษา 30 คน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง

รายการ	ระดับความคิดเห็น	
	$\bar{X}$	S.D.
ด้านความต้องการในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Function Requirement Test)	4.43	0.55
1. แอปพลิเคชันสามารถแสดง ภาพสื่อเสมือนจริง เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ได้	4.40	0.56
2. แอปพลิเคชันสามารถแสดงเนื้อหาโดยการฟังเสียงข้อมูลของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ได้	4.43	0.57
3. แอปพลิเคชันสามารถแสดงแบบฝึกหัด เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ได้	4.40	0.50
4. แอปพลิเคชันสามารถแสดงคะแนนของผู้ใช้ได้	4.50	0.57
ด้านฟังก์ชันงาน (Function Test)	4.38	0.57
1. ความถูกต้องในการสแกนเออาร์โค้ด	4.40	0.56
2. ความถูกต้องในการแสดงภาพสื่อเสมือนจริงของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	4.27	0.58
3. ความถูกต้องที่แอปพลิเคชันสามารถแสดงเสียงข้อมูลฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	4.47	0.57
4. ความถูกต้องในการแสดงเมนูย่อยของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ได้	4.33	0.55
5. ความถูกต้องในการแสดงแบบทดสอบ	4.43	0.57
6. ความถูกต้องในการแสดงคะแนนที่ผู้ใช้ทำได้	4.40	0.56

ด้านการใช้งาน (Usability Test)	4.29	0.57
1. แอปพลิเคชันมีความง่ายต่อการใช้งาน	4.33	0.61
2. ความเหมาะสมในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน	4.40	0.56
3. ความเหมาะสมของบัตรภาพในการแสดงโมเดลสามมิติ	4.33	0.55
4. ความชัดเจนของโมเดล 3 มิติ ที่นำเสนอในส่วนหน้าจอเนื้อหา	4.23	0.57
5. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.17	0.59
6. ความชัดเจนของเสียงที่ใช้ในการบรรยายเนื้อหา	4.27	0.52
สรุปความพึงพอใจในภาพรวมที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง	4.37	0.56

จากตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.37$ , S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความต้องการในการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.43$ , S.D. = 0.55) ด้านฟังก์ชันงานมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.57) และด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.29$ , S.D. = 0.57)

### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) เนื้อหา สามารถแสดงภาพสื่อเสมือนจริงของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 หมวดตามประเภทการใช้งาน และฟังเสียงรายละเอียดของฮาร์ดแวร์แต่ละประเภทได้ 2) แบบฝึกหัด โดยจะทำการสุ่มคำถามและคำตอบจำนวน 10 ข้อ จากนั้นแสดงคะแนนที่ผู้ใช้ได้

หลังจากพัฒนาแอปพลิเคชันได้นำไปทดสอบและประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบ โดยสถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแปลความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 –5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 –4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 –3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 –2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 –1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

โดยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44

และความคิดเห็นจากนักศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ 30 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

### อภิปรายผล

การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนการสอน ทำให้ผู้ใช้หรือผู้เรียนมีความรู้สึกสนใจกับสื่อที่มากขึ้น และช่วยให้ผู้สอนมีวิธีการเรียนรู้แบบใหม่ๆ ในการเรียนการสอน สอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐพงศ์ พลสมย และสุพจน์ สุทธารธรรม ที่ได้

นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ที่มีคุณภาพ ซึ่งเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ในการช่วยเพิ่มความน่าสนใจในการเรียนรู้ และนักเรียนยังได้รู้จักเทคโนโลยี Augmented Reality ไปด้วย และอนุภาค แสงสว่าง และเฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ ที่ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีรูปแบบในการเรียนการสอนที่ทันสมัย และช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

#### ข้อเสนอแนะ

1. อาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอข้อมูลต่างๆ เช่น แจ้งผู้ใช้งานว่าการทำแบบฝึกหัดข้อใดถูกต้องและไม่ถูกต้อง หรือ การแสดงคะแนนอาจนำเสนอเป็นกราฟแท่งหรือกราฟเส้น เพื่อให้มีความน่าสนใจเพิ่มขึ้น
2. แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้สำหรับสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น ข้อเสนอแนะในการพัฒนาครั้งต่อไปควรพัฒนาให้สามารถใช้งานได้กับสมาร์ตโฟนทุกระบบปฏิบัติการ
3. แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานแบบออฟไลน์ ข้อเสนอแนะในการพัฒนาครั้งต่อไปควรพัฒนาให้สามารถทำงานออนไลน์ได้

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้เป็นเพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ได้มอบทุนสนับสนุนการวิจัย คณาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ และนายศุภกาญจน์ ประดุกกาญจนา ที่ให้คำแนะนำรวมถึงความช่วยเหลือในทุกด้าน ขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสาร ตำราต่างๆ รวมไปถึงแหล่งรวบรวมความรู้ต่างๆ ทางเว็บไซต์ ที่ได้ให้ผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาและนำมาอ้างอิง

#### เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ พลสมย และสุพจน์ สุทาธรรม. (2559). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*. ปีที่ 3, ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2559, หน้า 32 – 37.
- พนิดา ดันศิริ. (2553). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented reality). *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, หน้า 169-175.
- รักษพล ธนาบุญวงศ์. (2556). *สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือน ผสมโลกจริง*. นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4 .กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- อนุภาค แสงสว่าง และเฉลิมชัย วิโรจน์วรรณ. (2560). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality: AR) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์. *เอกสารรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ 2560*, หน้า 467 – 473.

## การพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

### Development of Household Account Application For Mobile Device

พิมพ์นารา อาจคง<sup>1</sup>, นวกรณ์ กาละปุก<sup>2</sup>, สุรศักดิ์ ประชุมเกษร<sup>3</sup>

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, phimnara@stech.ac.th

<sup>2</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาการบัญชี, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ fon\_phim@gmail.com

<sup>3</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาการตลาด, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, surasuk@stech.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วย Android Studio สำหรับ บันทึกข้อมูลรายรับ รายจ่าย และผู้ใช้สามารถเรียกดูสรุปข้อมูลของตนเองได้ โดยแอปพลิเคชันนี้ จะรองรับการทำงานทั้งจากอุปกรณ์มือถือหรือแท็บเล็ตพกพา

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สามารถให้ผู้ใช้ทั่วไปสะดวก รวดเร็วต่อการบันทึกรายรับ-รายจ่ายของตนเอง และสามารถเรียกดูรายงานรายรับ-รายจ่ายของตนเอง ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจของผู้ใช้จากการนำระบบไปใช้งาน จำนวน 30 คน วัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี (4.38) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.22) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.24) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(3.65)

**คำสำคัญ:** บัญชีครัวเรือน , ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, แอปพลิเคชันแอนดรอยด์

#### Abstract

This research aims to develop a mobile household account application. Using the Android operating system with Android Studio, user can view your data, save your revenue and expenses. This app is compatible with either a mobile device or a tablet.

Development of mobile household account applications can give users the convenience. Quick to record your income - expenses. User can also view your revenue and expenditure reports. The researcher measured the user satisfaction from the system implementation to 30 users. 4. Satisfaction of the users in the system. Satisfaction is good (4.38). Functional function of the system Satisfaction. At a good level (4.22), the ease of use was satisfactory (4.24). The security of the information in the system satisfaction was good (3.65).

**Keywords:** Household Account, Android Operating System, Android Applica

## 1. ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ปัญหาภาวะเศรษฐกิจ การเมืองเข้ามารุมล้อมการดำรงชีวิตให้อยู่รอดภายใต้สังคมเศรษฐกิจในขณะนี้ แนวทางหนึ่งที่ประชาชนไทยควรยึดถือคือการพึ่งตนเอง รู้จักความพอประมาณ และไม่ประมาท ซึ่งเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับค่านิยมใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาความยากจนโดยเน้นหลักการทางสายกลาง ประกอบด้วย ความพอประมาณ ความมีเหตุผล ภูมิคุ้มกัน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมในการออม ซึ่งเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับประชาชนตามแนวปรัชญาของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ที่ทรงมองเห็นถึงความสำคัญของการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับตัวเอง รู้จักความพอมีพอกิน พอมีพอใช้ คำนึงถึงหลักเหตุผลและการประมาณตนเอง พร้อมกับทรงเตือนสติประชาชนคนไทยไม่ให้ประมาท โดยเฉพาะการใช้จ่ายเงินอันเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิต ซึ่งหากคนเราวางแผนการรับการเงินของตนเองได้ เท่ากับว่า รู้จักความเป็นคนได้พัฒนาตนเองให้เป็นคนมีเหตุมีผล เป็นคนรู้จักพอประมาณ เป็นคนรักตนเอง รักครอบครัว รักชุมชน และรักประเทศชาติมากขึ้น จึงเห็นได้ว่าการทำบัญชีครัวเรือน ในเรื่องรายรับรายจ่ายก็คือวิถีแห่งการเรียนรู้เพื่อพัฒนา 3 ชีวิต ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนั่นเอง เพราะปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง คือ ปรัชญาชีวิตที่ถูกต้องเหมาะสมพอดีสอดคล้องถูกต้องตามกฎธรรมชาติที่มีทั้งความเป็นเอกภาพและดุลยภาพอยู่เสมอ

การทำบัญชีครัวเรือนเป็นการจัดบันทึกรายรับรายจ่ายประจำวันของครัวเรือน และสามารถนำข้อมูลมาวางแผนการใช้จ่ายเงินในอนาคตได้อย่างเหมาะสม ทำให้เกิดการออม การใช้จ่ายเงินอย่างประหยัดคุ้มค่า ไม่ฟุ่มเฟือยและหลีกเลี่ยงการกู้ยืมเงินที่ไม่ใช่แนวทางแก้ไขปัญหาก็ยังส่งผลให้ครอบครัวมีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้น ซึ่งการทำบัญชีครัวเรือนเปรียบเสมือนการสร้างภูมิคุ้มกันต่อครอบครัว และช่วยลดสถานะความยากจนที่เกิดขึ้นจากการเป็นหนี้สินหรือรายจ่ายมากกว่ารายรับ การทำบัญชีครัวเรือนจึงถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อแนวทางสู่ความพอเพียง รู้จักประมาณตนเอง มีการวางแผนในการใช้จ่ายอย่างรอบคอบมีสติ ทั้งนี้จำเป็นที่จะมีการจัดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับรายรับและรายจ่ายของครัวเรือน เพื่อจัดทำเป็นบัญชีครัวเรือน และนำข้อมูลที่ได้นำมาพิจารณาหาวิธีการรายจ่ายที่ไม่จำเป็นและเพิ่มรายรับให้เกิดความพอดี หากมีส่วนที่เหลือก็เก็บออมเพื่ออนาคตซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาความยากจนของชาวบ้านที่ประสบกับปัญหา รายได้ไม่พอรายจ่าย การใช้จ่ายเงินเกิน หรือการชำระหนี้ต่างๆ ซึ่งการใช้บัญชีครัวเรือนนอกจากจะแก้ไขในเรื่องดังกล่าวแล้ว ยังเป็นการสร้างระเบียบวินัยในการใช้จ่ายในแต่ละครอบครัว อีกทั้งยังเป็นการวางแผนค่าใช้จ่ายในอนาคตอีกด้วยนับว่าเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่น่าสนใจ

ในยุคปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นมากมาอย่างมากมายที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานต่างๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรมและแอปพลิเคชันต่างๆซึ่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การบันทึกข้อมูลในปัจจุบันก็สามารถปรับจากการจดบันทึกลงในสมุดเป็นการบันทึกใส่ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆ หรือจะเป็นการคำนวณต่างๆ ซึ่งในอุปกรณ์เคลื่อนที่ก็มีแอปพลิเคชันเครื่องคิดเลขซึ่งสะดวกในการคำนวณ ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกโดยรวมสิ่งที่จะต้องใช้อย่างมากมายอยู่ในอุปกรณ์เคลื่อนที่

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือน บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อนำผลวิจัยนำไปพัฒนาและต่อยอดให้เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

### 3. ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น สามารถคำนวณรายรับรายจ่าย

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 ศึกษาข้อมูลในการทำวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาทฤษฎี ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำความเข้าใจการบันทึกบัญชีครัวเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา หลังจากนั้นกำหนดความต้องการของระบบ โดยการสอบถาม เก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลของระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดขอบเขตและมาตรฐานของระบบที่ใช้ในการพัฒนา

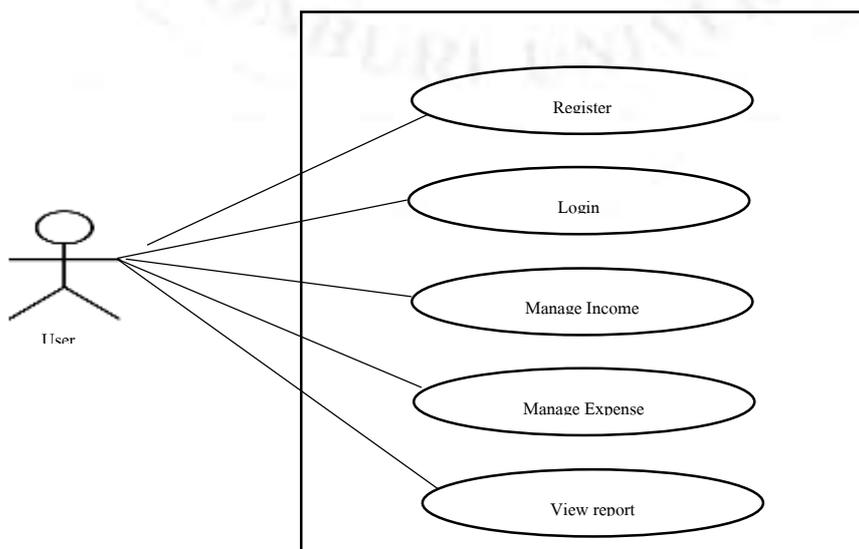
### 4.2 วิเคราะห์ระบบ

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ระบบงานในแต่ละส่วนเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลของระบบงานทั้งหมด โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ดังนี้ 1) ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาโปรแกรม 2) วิธีการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้สอบถามความต้องการของผู้ใช้ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลเพื่อดำเนินการออกแบบระบบ

### 4.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ

#### ผู้วิจัยออกแบบระบบ

4.3.1 การออกแบบขอบเขตของฟังก์ชันของโปรแกรม โดยมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ และสามารถทำอะไรได้บ้างสำหรับระบบนี้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ ผู้ใช้ (User) มีความต้องการใช้ระบบบันทึกรายรับ-รายจ่าย โดยภาพรวมและการทำงานหลัก ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ โดยมีฟังก์ชันการใช้งานเป็นไป แสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพ Use case ของระบบ

4.3.2 จากแผนภาพในรูปที่ 1 มีรายละเอียดการทำงานในแต่ละยูสเคสดังต่อไปนี้

4.3.2.1 Use case Register สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการใช้งานระบบ ให้ทำการลงทะเบียนเพื่อใช้งาน โดยกรอกข้อมูล

ส่วนตัว ได้แก่ ชื่อ นามสกุล ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน เพศ และ อีเมล ตามรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: Use case Register

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะใช้งานระบบบนที่กรายรับรายจ่าย
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	ผู้ใช้สามารถสร้างบัญชีผู้ใช้สำเร็จ มีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของตนเอง
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม Register ที่หน้าจอสัมผัสสมาชิก
Basic flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่ระบบต้องการลงบนหน้าจอ</li> <li>2. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผู้ใช้</li> <li>3. ระบบบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ลงฐานข้อมูล</li> <li>4. ระบบแสดงข้อความแจ้งผลการสมัครสมาชิก</li> </ol>
Extensions:	<p>กรณีผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน</p> <p>a1. หน้าจอแสดงข้อความบอกตำแหน่งที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบ</p> <p>a2. กลับไปยังหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขแบบฟอร์ม</p> <p>กรณีที่ชื่อผู้ใช้งานมีการใช้งานอยู่แล้ว</p> <p>b1. ระบบแจ้งผู้ใช้งานว่าชื่อผู้ใช้งานมีการใช้งานแล้ว</p> <p>b2. กลับไปยังหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขแบบฟอร์ม</p>

4.3.2.2 Use case Login สำหรับผู้ใช้งานที่ได้ลงทะเบียนชื่อผู้ใช้แล้ว ต้องการเข้ามาใช้งานระบบบนที่กรายรับรายจ่าย โดยระบบจะตรวจสอบข้อมูลชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ว่ามีในระบบและยืนยันตัวตน ได้ถูกต้องหรือไม่รายละเอียดจะอยู่ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: Use case Login

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์เข้าสู่ระบบ
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องสมัครสมาชิก มีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน สำหรับเข้าระบบ
Post-conditions:	ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม Login
Basic flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน</li> <li>2. ระบบตรวจสอบข้อมูลกับฐานข้อมูล</li> <li>3. ระบบส่งผู้ใช้งานไปยังหน้าจอเข้าสู่ระบบ</li> </ol>
Extensions:	<p>กรณีที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ตรงกับข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล</p> <p>a1. หน้าจอแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้งานว่าข้อมูลชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง</p>

4.3.2.3 Use case Manage Income

.....

สำหรับผู้ใช้งานที่ได้เข้าระบบเรียบร้อยแล้ว สามารถบันทึกข้อมูลรายรับตัวเอง และ ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลรายรับที่ตนเองบันทึกได้ ตารางที่ 3 จะเป็นรายละเอียดของการบันทึก ข้อมูลรายรับของผู้ใช้

ตารางที่ 3: Use case Manage Income

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะบันทึกข้อมูลรายรับ
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	ข้อมูลรายรับของผู้ใช้ถูกบันทึก
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม Add ที่หน้าจอบันทึกข้อมูลรายรับ
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรายรับ จำนวนเงิน และข้อความ บันทึก 2. ระบบเพิ่มข้อมูลรายรับลงในฐานข้อมูล
Extensions:	กรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้กรอกข้อมูลรายรับที่เป็นตัวเลข a1. หน้าจอแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ให้ระบบจำนวนเงินเป็นตัวเลข เท่านั้น

#### 4.3.2.4 Use case Manage Expense

ผู้ใช้งานบันทึก แก้ไข หรือลบ ข้อมูลรายจ่ายของตนเอง ได้ตามตารางที่ 4 จะเป็นรายละเอียดการบันทึกข้อมูลรายจ่ายของผู้ใช้

ตารางที่ 4: Use case Manage Expense

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะบันทึกข้อมูลรายจ่าย
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	ข้อมูลรายจ่ายของผู้ใช้ถูกบันทึก
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม Add ที่หน้าจอบันทึกข้อมูลรายจ่าย
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรายจ่าย จำนวนเงิน และข้อความ บันทึก 2. ระบบเพิ่มข้อมูลรายจ่ายลงในฐานข้อมูล
Extensions:	กรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้กรอกข้อมูลรายจ่ายที่เป็นตัวเลข a1. หน้าจอแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้ให้ระบบจำนวนเงินเป็นตัวเลข เท่านั้น

#### 4.3.2.5 Use case View Report

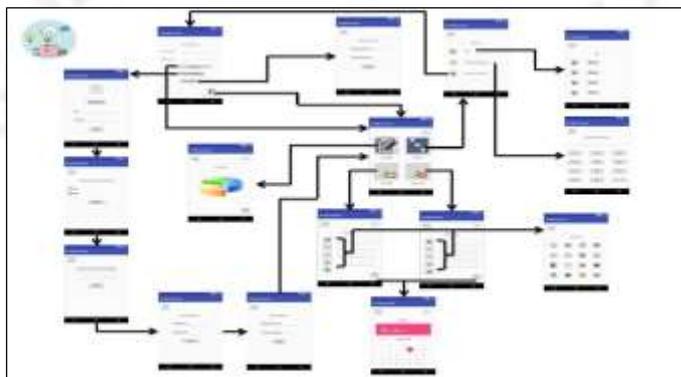
ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะดูข้อมูลสรุปรายรับ-รายจ่าย ของตนเองเพื่อดูเงินออมของ ตน โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกดูได้ทั้งแบบรายเดือน และรายปีโดยรายละเอียดของ ข้อมูลรายงานจะอยู่ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: Use case View Report

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะดูข้อมูลสรุปรายรับ รายจ่าย
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	หน้าจอแสดงข้อมูลรายรับ รายจ่าย ตามขอบเขตเดือน และปี ที่ผู้ใช้งานกำหนด
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม View Report ที่หน้าจอสรุปข้อมูล

Basic flow:	1. ผู้ใช้เลือกเดือน และปีที่ต้องการดูข้อมูลสรุป 2. ระบบเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผลและแสดงผลไปยัง หน้าจอ
Extensions:	-

4.3.2.5 หน้าจอการทำงานของระบบทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้ ตามรูปภาพที่ 2 จะเป็นหน้าจอการทำงานตั้งแต่เริ่มเข้าสู่ระบบ สำหรับผู้ใช้งานที่กรายรับ - รายจ่าย ของตนเอง สามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลดังกล่าวได้ ผู้ใช้สามารถดูรายงานสรุปรายรับ-รายจ่ายได้



รูปที่ 2 หน้าจอการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมที่ได้พัฒนาทั้งหมด

## 5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนา การพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับผู้ใช้งานทั่วไปสามารถบันทึกรายรับ-รายจ่ายของตนเองได้อย่างสะดวก ทุกเวลา ที่ต้องการบันทึกข้อมูลรายรับ-รายจ่าย ที่สามารถสมัครใช้งานในระบบด้วยตนเอง และสามารถดูรายงานรายรับ - รายจ่ายของตนเองได้ ทางผู้วิจัยทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนา แล้ววัดความพึงพอใจจากบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน มีผลดังนี้

### 5.1 ทดสอบโปรแกรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อทดสอบกระบวนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม โดยอินพุตข้อมูลเข้าไปในระบบ เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบความถูกต้องหรือไม่ รวมทั้งระบุว่ามีข้อผิดพลาดที่ทำการให้เกิดความผิดพลาดมีอะไร และทำการทดสอบว่าเกิดความผิดพลาดตามที่คาดไว้หรือไม่ เมื่อทำการทดสอบโดยการป้อนข้อมูลที่ถูกต้องและป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง ซึ่งการทดสอบโปรแกรมทำโดยผู้ใช้งานทั่วไป ที่ ทำการทดสอบตั้งแต่ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันไปใช้งาน เริ่มการใช้งานทุกหน้าจอ เพื่อทดสอบข้อมูลเข้า เมื่อผ่านการประมวลผลมีความถูกต้อง ทดสอบการบันทึกรายรับ-รายจ่าย ตรวจสอบความถูกต้องผลที่ได้จากการคำนวณสรุปรายรับ-รายจ่าย ตรวจสอบว่าข้อมูลสามารถบันทึกลงไปในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด

5.2 การประเมินผล ผู้วิจัยนำวัดความพึงพอใจของผู้ใช้จากการนำระบบไปใช้งาน จำนวน 30 คน วัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.38) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.22) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.24) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(3.65)

การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินคะแนนเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด : 2543)

ดีมาก มีค่าระดับเท่ากับ 4.51 – 5.00

ดี	มีค่าระดับเท่ากับ	3.51 – 4.50
ปานกลาง	มีค่าระดับเท่ากับ	2.51 – 3.50
น้อย	มีค่าระดับเท่ากับ	1.51 – 2.50
ควรปรับปรุง	มีค่าระดับเท่ากับ	1.01 – 1.50

## 6. ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อในอนาคต

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ในอนาคต หากมีผู้ใช้งานโปรแกรมอย่างแพร่หลายข้อมูลรายรับรายจ่ายของผู้ใช้จะมีเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพการเรียกดูข้อมูลจากฐานข้อมูลอาจช้าลงเนื่องด้วยมี ข้อมูลจำนวนมาก อาจต้องมีการลบข้อมูลเก่า หรือสำรองข้อมูลเก่า ไว้ในคลังข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลสรุปย้อนหลังทางผู้วิจัยต้องศึกษาเรื่องของคลังข้อมูล สำหรับไว้เก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และเกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคต สำหรับใช้สนับสนุนการตัดสินใจ การลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

## 7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากคณะผู้บริหาร คณาจารย์ นักศึกษา ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ จนการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธนบุรีที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

## บรรณานุกรม

กรรณิการ์ ห่อหุ้ม. (2556). แอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติ”ในประเทศไทย สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ชนิดา โชติเสถียรกุล (2551) ศึกษาสภาพปัญหาการจัดทำบัญชีครัวเรือนของ ผู้ปกครองนักศึกษาสาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพเชียงใหม่ .เชียงใหม่

ทิศนา ขมณี. (2550) รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. สนพ.แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . กรุงเทพฯ

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

บุษยา มั่นฤกษ์ (2556) การนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการของผู้บริหารองค์การ การบริหารส่วนตำบลจังหวัดนครปฐม

วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา . (2547) ปัจจัยระดับครูและระดับโรงเรียนที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมด้านการประกันคุณภาพการศึกษาของครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 1 สืบค้นจาก <https://www.kmutt.ac.th/rippc/reraj2.html> เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2560

สายสมร สังข์เมฆ (2559) การจัดทำบัญชีครัวเรือนของประชาชนในชุมชนเกาะยาวใหญ่จังหวัดพังงา. สาขาการบัญชี. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ศูนย์ฯ ภูเก็ต

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร (2559) คู่มือเขียนแอป Android ด้วย Android Studio. บริษัท โปรวิชัน จำกัด

ผศ.ดร. จักรชัย โสอินทร์ และคณะ (2559) คู่มือพัฒนาโปรแกรม Android ฉบับสร้างสื่อการสอน. บริษัท โปรวิชัน จำกัด

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายใน  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

A Development of mobile application for promotes internal operations,

Faculty of information technology, North Bangkok University

โกเมศ มนะวหวน<sup>1</sup>, พุทธินันท์ นาคสุข<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ Email :

*gomes.ma@northbkk.ac.th*

<sup>2</sup>สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ Email :

*puttinun.na@northbkk.ac.th*

### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของโมบายแอปพลิเคชัน และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้บริหาร คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 30 คน โดยพัฒนาด้วยโปรแกรมแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน (Android Studio) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย 1) โมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) แบบวัดความพึงพอใจในการใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน ผลการวิจัยพบว่า โมบายแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.48 และจากการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันพบว่าอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.49 สรุปได้ว่าโมบายแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่สามารถใช้ส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศได้

**คำสำคัญ :** การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน, ส่งเสริมการดำเนินงาน, แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน

### Abstract

The research on A Development of mobile application for promotes internal operations, Faculty of information technology, North Bangkok University aims : 1) to develop mobile application for Promote Internal Faculty of Information Technology North Bangkok University 2) to study the efficiency of mobile application, and 3) to study mobile application users' satisfaction. By doing the research, the sample size based on manager, teacher and officer that 30 people. Develop by Android Application. The research instruments were 1) mobile application for promote Internal Faculty of Information Technology North Bangkok University, 2) measurement tool such efficiency assessment from experts' opinion, and 3) users satisfaction assessment scale of obtaining application usage. The results revealed that mobile application for promote internal Faculty of Information Technology, North Bangkok University have had its efficiency is assessed by experts. The mean was 4.36 and 0.48 standard deviation. In term of users' satisfaction view point found that the level of satisfaction was good with the mean 4.56 and 0.49 standard deviation. In

conclusion, it is generally speaking that the mobile application, which was developed provide good quality and can be used to promote internal operations the Faculty of Information Technology.

**Keywords :** Mobile application, promotes internal operations, Android application

## 1. บทนำ

### 1.1) ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากความเจริญของเทคโนโลยีในปัจจุบันส่งผลทำให้เกิดปริมาณข้อมูลจำนวนมากกับผู้ใช้งาน ซึ่งในขณะเดียวกันผู้ใช้งานจะต้องมีวิธีการบริหารจัดการข้อมูลที่ได้รับจากช่องทางต่างๆ และนำมาใช้ในการดำเนินงาน โดยผู้ใช้ควรจะต้องได้รับข้อมูลในปริมาณที่เหมาะสม ถูกต้อง มีประโยชน์ และที่สำคัญควรอยู่ในรูปแบบของการสรุปผลเพื่อช่วยลดเวลาในการบริหารจัดการ

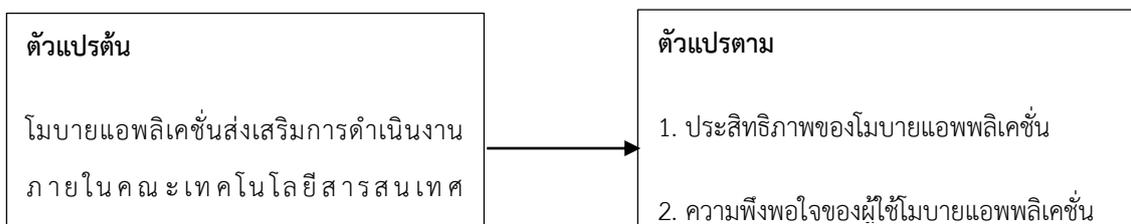
จากปริมาณข้อมูลที่มีมากมาย และความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกัน ทำให้คณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศต้องสืบค้นข้อมูลจากหลายแห่งเพื่อใช้ในการดำเนินงาน อาทิเช่น การตรวจสอบกิจกรรมจากบอร์ดประชาสัมพันธ์ ภายในคณะ การตรวจสอบข้อมูลที่ถูกส่งมาทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารรับเข้าจากหน่วยงานต่างๆ เป็นต้น ซึ่งส่งผลทำให้คณาจารย์ต้องใช้เวลากับการตรวจสอบภาระงาน หรือกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะ เพื่อตอบสนองการดำเนินงานในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณาจารย์แต่ละสาขาวิชา โดยพัฒนาด้วยแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ซึ่งภายในระบบจะประกอบไปด้วยเมนูหลักที่สำคัญ คือ ข้อมูลการติดต่อคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ การแสดงผลงานทางวิชาการของคณาจารย์ กิจกรรมต่างๆ ภายใน และภายนอกคณะที่เกี่ยวข้อง และการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานของคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยคณาจารย์สามารถใช้งานระบบได้ผ่านทางอุปกรณ์เทคโนโลยีสมัยใหม่ทั้งสมาร์ตโฟน และ แท็บเล็ตพีซีได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็วต่อการดำเนินงานภายในคณะ และคณาจารย์ทุกท่านอย่างมาก

### 1.2) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

### 1.3) กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### 1.4) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



2) พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันให้มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับระบบปฏิบัติการที่หลากหลายได้ด้วยระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างสมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตที่มีอย่างหลากหลาย ผู้ประกอบการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันจึงควรพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันให้มีความยืดหยุ่น และสามารถรองรับกับระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันได้ เพื่อเป็นการขยายฐานลูกค้าให้มากขึ้น

3) ร่วมมือกับสถานศึกษาในการพัฒนานักพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันถึงแม้ว่า ในปัจจุบัน จะมีหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ ของไทย สนใจทำโมบายแอปพลิเคชันมากขึ้น แต่ก็ยังถือว่าเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัฒนา ส่งผลให้บุคลากรที่มีความรู้ และความเชี่ยวชาญในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันยังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการที่อยู่ในระดับสูง ผู้ประกอบการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันอาจทำการร่วมมือกับสถานศึกษาในการเปิดหลักสูตรการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อเตรียมพัฒนาและเตรียมความพร้อมของบุคลากรให้ตรงกับความต้องการของตลาดให้มากที่สุด

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยเรื่อง โมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1) ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหารวบรวมปัญหา และความต้องการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานภายในคณะจากผู้บริหาร คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่

2) วิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวกับการดำเนินงาน และทำการคัดเลือกปัญหาที่จะนำมาใช้ในการออกแบบระบบ

3) การออกแบบระบบโดยใช้เทคโนโลยีบนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของผู้ใช้งานในส่วนต่างๆ

4) การพัฒนาระบบตามการออกแบบระบบที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้เครื่องมือพัฒนา แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน (Android Studio) ซึ่งได้มีการทดสอบการใช้งานเพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานน้อยที่สุด

5) การทดสอบระบบโดยนาระบบที่ได้พัฒนาขึ้นให้กลุ่มตัวอย่างใช้งาน จำนวน 30 ท่าน จากคณาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับการทดสอบการทำงานจริงของระบบ หากมีข้อผิดพลาดใดๆ หรือมีข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจาก การใช้งานระบบจะได้ดำเนินการแก้ไขระบบเพื่อให้ความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6) การติดตั้งใช้งาน หลังจากได้ทดสอบระบบแล้ว และมีการแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ รวมไปถึงข้อเสนอแนะในการใช้งานระบบ ผู้วิจัยได้ติดตั้ง และจัดเก็บระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้จริงตามวัตถุประสงค์

7) การบำรุงรักษา ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งานระบบ กำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษา และปรับปรุงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้เกิดความทันสมัย และมีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด

8) หาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ หลังจากทีกลุ่มตัวอย่างได้ใช้งานระบบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยได้แจกแบบวัดความพึงพอใจในการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบในด้านต่างๆ

#### 3.2) ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้บริหาร คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการพัฒนา จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญภายในคณะ 3 ท่าน และภายนอกคณะ 2 ท่าน

ส่วนที่ 2 ผู้ใช้ระบบ ซึ่งได้แก่ผู้บริหาร คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยี จำนวน 30 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1) ตัวแปรต้น ได้แก่ โอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของโอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพ และความพึงพอใจของผู้ใช้โอบาย แอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

### 3.3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบไปด้วย

ส่วนที่ 1 โอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ซึ่งมีการนำให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพของโอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพจากผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 แบบวัดความพึงพอใจในการใช้โอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

### 3.4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำโอบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และมีระยะเวลาในการทำงานเพื่อเก็บข้อมูลตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน 2560 – มีนาคม 2561 ซึ่งเป็นภาคเรียนที่ 2/2560 ตลอดทั้งภาคเรียนเพื่อทำการเก็บข้อมูลโดยการติดตั้งระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสมาร์ทโฟนของผู้ใช้งาน

### 3.5) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของระบบ 2 ส่วนจากผู้เชี่ยวชาญ และวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งานโอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยใช้สถิติ การหาค่าเฉลี่ย ( ) และการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

โดยในแต่ละหัวข้อมีข้อคำถามให้พิจารณา และตอบโดยเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน และการให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	เกณฑ์คะแนนที่ได้	เกณฑ์การประเมิน
พึงพอใจมากที่สุด	5	4.21 – 5.00
พึงพอใจมาก	4	3.41 – 4.20
พึงพอใจปานกลาง	3	2.61 – 3.40
พึงพอใจน้อย	2	1.81 – 2.60
พึงพอใจน้อยที่สุด	1	1.00 – 1.80

## 4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโอบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ได้ผลการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. โมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยจะประกอบไปด้วยรายการเมนู 4 ส่วน คือ

- 1.1) Activity : แสดงรายการกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งภายใน และภายนอกคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.2) Academic Paper : แสดงรายการผลงานทางวิชาการของคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.3) Contact : แสดงข้อมูลการติดต่อคณาจารย์ภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.4) Links : แสดงจุดเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานของคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ



รูปที่ 2 หน้าจอหลักของโมบายแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3 หน้าจอแสดงกิจกรรมต่างๆ

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ซึ่งมีการประเมินรายละเอียดทั้งหมด 5 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ดังสรุปในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

รายการ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบน (S.D.)	การแปลผล
1. แอปพลิเคชันใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.40	0.55	มากที่สุด
2. แอปพลิเคชันมีความทันสมัยสะดวกต่อการใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
3. แอปพลิเคชันแสดงข้อมูลที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้	4.20	0.45	มากที่สุด

4. แอปพลิเคชันช่วยสนับสนุน และส่งเสริมการดำเนินงาน	4.60	0.55	มากที่สุด
5. แอปพลิเคชันมีการออกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.48	0.57	มากที่สุด

3. ผลการวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพ ซึ่งมีการประเมินรายละเอียดจากผู้ใช้งานทั้งหมด 30 ท่าน ดังสรุปในตารางที่ 2 ตารางที่ 2 ผลการวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

รายการ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบน (S.D.)	การแปลผล
1. แอปพลิเคชันใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.27	0.45	มากที่สุด
2. แอปพลิเคชันมีความทันสมัยสะดวกต่อการใช้งาน	4.43	0.50	มากที่สุด
3. แอปพลิเคชันทำให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ	4.47	0.51	มากที่สุด
4. แอปพลิเคชันช่วยสนับสนุน และส่งเสริมการดำเนินงาน	4.40	0.50	มากที่สุด
5. แอปพลิเคชันมีการออกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.23	0.43	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.36	0.48	มากที่สุด

## 5. สรุปผลการวิจัย

### 5.1) ผลการวิจัย

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยสร้างโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. โมบายแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองการทำงานต่างๆ ภายในคณะได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน
2. ประสิทธิภาพของโมบายแอปพลิเคชันตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และมีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.57 โดยในหัวข้อแอปพลิเคชันมีความทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน และแอปพลิเคชันมีการออกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าการประเมินสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และ ส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.45
3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น พบว่ามีความพึงพอใจในระดับที่ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.48 โดยในหัวข้อแอปพลิเคชันทำให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ได้รับความพึงพอใจสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.51

### 5.2) อภิปรายผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของโมบายแอปพลิเคชัน จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งในหัวข้อ แอปพลิเคชันมีความทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน และแอปพลิเคชันมีการออกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าการประเมินสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.45 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพงศ์ จันทร์พันธ์ และคณะ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง แอนดรอยด์แอปพลิเคชันข่าวประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวประชาสัมพันธ์ได้รวดเร็วขึ้น สะดวกต่อการใช้งานโดยผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่

2. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ในหัวข้อแอปพลิเคชันทำให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ได้รับความพึงพอใจสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.51 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปุริม ชฎารัตนฐิติ และคณะ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการค้นหาร้านอาหารด้วยระบบแอนดรอยด์ผ่านจีพีเอส ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นหา และทำให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง

จากการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการค้าดำเนินงานภายในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ และคุณภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ส่งเสริมการค้าดำเนินงานภายในคณะได้ และยังสามารถเข้าถึงการใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว โดยผ่านทาง Smart Phone หรือ Tablet PC ได้อีกด้วย

### 5.3) ข้อเสนอแนะ

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำเพื่อการพัฒนาในระบบในครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรมีการเพิ่มเติมข้อมูลซึ่งอาจมีการอ้างอิงภาระการทำงานของคณาจารย์ และควรมีระบบการแจ้งเตือนเมื่อถึงกำหนดการที่เกี่ยวข้องของแต่ละบุคคล

2. อาจมีส่วนของการเผยแพร่องค์ความรู้ของคณาจารย์เพื่อเป็นประโยชน์ในภาพรวม

นอกจากนี้แล้วผู้ใช้งานในระบบยังเสนอแนะให้มีการเชื่อมต่อกับ Google Application เช่น Google Calendar เพื่อเป็นประโยชน์ในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ที่มีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการ  
ทำงานของพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง

Factors of perception safety in work and affecting to safety behavior of Employee at A car  
manufacturing company in Eastern Seaboard Industrial Estate Rayong Province

ธวัชชัย รอดฤดี<sup>1</sup>, ดร.ตระกูล จิตวัฒนาการ<sup>2</sup>, ดร.सानิต ศิริวิศิษฐ์กุล<sup>3</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงานที่มีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานระดับปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ดจังหวัดระยอง จำนวน 400 ตัวอย่าง ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Chi-Square และการหาค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงานของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งในภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับดีโดยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน มีความสัมพันธ์กับการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน ที่ประกอบด้วย นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทักษะที่มีต่อความปลอดภัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**คำสำคัญ** ปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัย พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

#### Abstract

The objectives of this research were: to study of perceived safety management factors in workplace. Affecting safety behaviors of the operational staff at A car manufacturing company in Eastern Seaboard Industrial Estate, Rayong, Province The sample was 400 Employee at A car manufacturing company in Eastern Seaboard Industrial Estate Rayong Province selected by Simple random sampling. The tool used in this study was a questionnaire. The statistics used to analyze data including the percentage, mean, standard deviation, Chi-Square and Pearson correlation coefficient.

The results of this study showed that Perception of safety management in the work of the respondents in both overall and individual aspects, were good with an average of 3.92. The hypothesis testing found that different Safety behavior in a relationship with Perception of safety management in work. Consisting of Security Policy Security Knowledge Information security awareness Attitude towards safety significant at the 0.01 level.

**Keywords** Factors of perception safety, safety behavior

## 1. ความนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย มีการขยายตัว พัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมาใช้ในอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมระดับต้นที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ การจ้างงาน การสร้างมูลค่าเพิ่ม การพัฒนาด้านเทคโนโลยีด้านยานยนต์ โดยประเทศไทยมีนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้อย่างต่อเนื่อง เริ่มต้นตั้งแต่ปี 2504

เป็นที่ทราบกันว่าการผลิตรถยนต์เป็น “อุตสาหกรรมหนัก” เพราะเนื่องด้วยส่วนใหญ่ขึ้นส่วนในการผลิตนั้นเป็นโลหะที่ต้องมีการ ปั้น เชื่อม ตัด เจาะ ถึงแม้ว่าการเข้าทำงานใหม่ในองค์การต่างๆจะมีการฝึกอบรมเรียนรู้เทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งการอบรมด้านความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังคงมีการประสบอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการทำงานเป็นจำนวนมากเกิดขึ้น

ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า “ปัจจัยอะไรที่มีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน” เพื่อเป็นการปลูกฝังรวมทั้งสร้างทัศนคติที่ดีและถูกต้องต่อความปลอดภัยในการทำงาน ปรารถนาจากอุบัติเหตุหรืออุบัติภัย

## 2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลของพนักงานกับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A

2.2 เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เรื่องการจัดความปลอดภัยในการทำงาน กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A

## 3. ขอบเขตในการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลของพนักงาน ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุ งาน ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ประสบการณ์การฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัย

การรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทัศนคติที่มีต่อความปลอดภัย

ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ดจังหวัดระยอง จำนวนทั้งหมด 7,895 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

กำหนดตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโรยามาเน่ (Taro Yamane) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง ทำการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling)

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



## 4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 บริษัทฯ หมายถึง บริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง

4.2 พนักงาน หมายถึง พนักงานระดับปฏิบัติการของบริษัทผลิตรถยนต์ A ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง ที่ผ่านการทดลองงานแล้ว และได้รับการบรรจุแต่งตั้งเป็นพนักงานของบริษัทฯ เป็นการถาวร

4.3 ปัจจัยส่วนบุคคล หมายถึง ลักษณะส่วนบุคคลของแต่ละคน เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุงาน แผนก ประสบการณ์การฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัย ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน

4.4 ปัจจัยการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน หมายถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพล ที่ทำให้พนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้านความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งได้แก่ นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทัศนคติที่มีต่อความปลอดภัย การมุ่งใจด้านความปลอดภัย

4.5 พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของพนักงาน โดยอยู่ในสภาวะที่ปราศจากอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ พิการ ตาย เกิดโรคจากการทำงาน ทรัพย์สินเสียหาย และมีสุขภาพอนามัยที่ดี แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

4.5.1 การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน หมายถึง การที่พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอนและวิธีการในการทำงานที่ปลอดภัย โดยปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับที่บริษัทได้กำหนดขึ้นอย่างเคร่งครัด

4.5.2 การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย หมายถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การเลือกใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะงาน การตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ก่อนการใช้งาน การดูแลรักษาและเก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานเสร็จแล้วให้เรียบร้อย

4.5.3 ความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจของพนักงาน หมายถึง การที่พนักงานทำงานโดยมีสมาธิ ไม่ประมาท ไม่คิดถึงเรื่องอื่นในขณะที่ทำงาน ไม่หยอกล้อกันระหว่างการทำงาน ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง มีการพักผ่อนที่เพียงพอ

## 5. สมมติฐานในการวิจัย

5.1 ปัจจัยส่วนบุคคล มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน ของพนักงาน

5.2 การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงานมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน

## 6. ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพนักงานบริษัทผลิตรถยนต์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ดจังหวัดระยอง จำนวนทั้งหมด 7,985 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างไว้ที่ 400 ตัวอย่างตามสูตรของยามาเน่ ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีแบบง่าย (Simple random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 4 ตอนดังนี้ ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับ ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ (Check List) จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุงาน ประสบการณ์การฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัย ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัย ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ทั้งหมดจำนวน 23 ข้อ โดยมีคำถามเกี่ยวกับปัจจัยการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยโดยมีเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึงเห็นด้วยระดับ	มากที่สุด
4	หมายถึงเห็นด้วยระดับ	มาก
3	หมายถึงเห็นด้วยระดับ	ปานกลาง
2	หมายถึงเห็นด้วยระดับ	น้อย
1	หมายถึงเห็นด้วยระดับ	น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมในการทำงาน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ทั้งหมดจำนวน 18 ข้อ โดยมีคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึงระดับการปฏิบัติ	ทุกครั้ง
4	หมายถึงระดับการปฏิบัติ	เกือบทุกครั้ง
3	หมายถึงระดับการปฏิบัติ	ปานกลาง
2	หมายถึงระดับการปฏิบัติ	บางครั้ง
1	หมายถึงระดับการปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติเลย

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ reliability coefficient alpha ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.875

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Chi-Square และ การหาค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

## 7. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ใน 2 ประเด็นดังนี้

7.1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงานและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานระดับ

### 7.1.1 การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ทั้งในภาพรวมและรายด้าน มีผลการวิเคราะห์อยู่ในระดับดีทั้งในระดับภาพรวมและรายด้าน โดยในภาพรวมมีความคิดเห็นระดับดีมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.92 เมื่อพิจารณารายด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีทุกด้านโดยการรับรู้ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัยส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือทัศนคติที่มีต่อความปลอดภัยรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน

รับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
นโยบายด้านความปลอดภัย	3.89	.356	ดี
การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย	4.02	.428	ดี
ความรู้ด้านความปลอดภัย	4.01	.460	ดี
ทัศนคติที่มีต่อความปลอดภัย	3.75	.587	ดี
รวม	3.92	.339	ดี

### 7.1.2 พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ทั้งในภาพรวมและรายด้าน มีผลการวิเคราะห์อยู่ในระดับดีทั้งในระดับภาพรวมและรายด้าน โดยในภาพรวมมีความคิดเห็นระดับดีมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.87 เมื่อพิจารณารายด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีทุกด้านโดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัยส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงานรายละเอียดดังตารางที่ 2

.....

ตารางที่ 2 พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย	3.97	.535	ดี
การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน	3.73	.635	ดี
ความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจของพนักงาน	3.92	.491	ดี
รวม	3.87	.480	ดี

7.2

ผลการ

ทดสอบสมมติฐาน

## 7.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล และพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

7.2.1.1 พฤติกรรมในการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย มีความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคลคือ ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคล คือ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุงาน ประสบการณ์การอบรมเรื่องความปลอดภัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Chi-Square รายละเอียดดังตารางที่ 3

## ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล และพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

ปัจจัยส่วนบุคคล	ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย		
	Chi-Square	Sig. (2-tailed)	การแปลผล
เพศ	8.875	.944	ไม่มีความสัมพันธ์
อายุ	37.869	.914	ไม่มีความสัมพันธ์
ระดับการศึกษา	63.030	.648	ไม่มีความสัมพันธ์
สถานะภาพ	41.716	.820	ไม่มีความสัมพันธ์
อายุงาน	29.032	.994	ไม่มีความสัมพันธ์
ประสบการณ์การฝึกอบรม	16.020	.522	ไม่มีความสัมพันธ์
ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุ	55.128*	.000	มีความสัมพันธ์

7.2.1.2 พฤติกรรมในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคล ที่ประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุงาน ประสบการณ์การอบรมเรื่องความปลอดภัย ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุ

7.2.1.3 พฤติกรรมในด้านความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจของพนักงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคล ที่ประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อายุงาน ประสบการณ์การอบรมเรื่องความปลอดภัย ประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุ

7.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน และพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

7.2.2.1 พฤติกรรมในการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย มีความสัมพันธ์กับ การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงานที่ประกอบด้วย นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทศนคติที่มีต่อความปลอดภัยหาค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน และพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน	ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	การแปลผล
1. นโยบายด้านความปลอดภัย	.197**	.000	มีความสัมพันธ์
2. ความรู้ด้านความปลอดภัย	.427**	.000	มีความสัมพันธ์
3. การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย	.527**	.000	มีความสัมพันธ์
4. ทศนคติที่มีต่อความปลอดภัย	.559**	.000	มีความสัมพันธ์

7.2.2.2 พฤติกรรมในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน มีความสัมพันธ์กับ การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน ที่ประกอบด้วย นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทศนคติที่มีต่อความปลอดภัย

7.2.2.3 พฤติกรรมในด้านความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจของพนักงานมีความสัมพันธ์กับ การรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน ที่ประกอบด้วย นโยบายด้านความปลอดภัย ความรู้ด้านความปลอดภัย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัย ทศนคติที่มีต่อความปลอดภัย

## 8. อภิปรายผล

จากการศึกษา เรื่อง “ปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ที่มีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน ของพนักงานบริษัทผลิตภัณฑ์ A ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง”

จากการศึกษาปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานนั้น พนักงานระดับปฏิบัติการมีการรับรู้อยู่ในระดับดี จากผลการวิจัยดังกล่าว อาจเนื่องมาจาก การให้ความสำคัญในเรื่องที่เกี่ยวกับงานด้านความปลอดภัยของผู้บริหารนั้นมีมาก แม้ว่าภารกิจหลักขององค์กร คือการผลิตยนต์ที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็วทันต่อความต้องการของลูกค้า แต่ก็มีได้ทำให้ผู้บริหารและพนักงานทุกระดับ ละเลยในเรื่องของความปลอดภัยในการทำงาน อีกทั้งยังมีผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยอย่างจริงจัง ซึ่งไม่สอดคล้องกับ สุชาติพิทย์ รองสวัสดิ์ [12] ศึกษา เรื่อง “ปัจจัยการรับรู้เรื่องการจัดการความปลอดภัยในการทำงาน ที่มีผลต่อพฤติกรรมในการทำงาน ของพนักงานระดับปฏิบัติการ ประจำการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จ.เชียงใหม่” ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยังคงมีความแตกต่างระหว่างองค์ภาครัฐและเอกชนในการให้ความสำคัญทางด้านความปลอดภัยเพราะผลกระทบของการเกิดอุบัติเหตุคือต้นทุนที่สำคัญตัวหนึ่งของการดำเนินองค์กรธุรกิจ ธุรกิจเอกชนที่แสวงหาผลกำไรเป็นหลักจึงต้องควบคุมต้นทุน ซึ่งต่างจากองค์กรภาครัฐที่มุ่งตอบสนองความต้องการของประชาชนเป็นหลักจึงอาจเห็นความสำคัญประเด็นเรื่องความปลอดภัยน้อยกว่าภาคเอกชนการศึกษาถึงพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมการ

ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย พฤติกรรมการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน และความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจของพนักงาน พบว่า พฤติกรรมการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ เกี่ยวกับความปลอดภัย พนักงานมีพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน พนักงานมีพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี ความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจของพนักงาน พนักงานมีพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี ซึ่งสอดคล้องกับ สมถวิล เมืองพระ [11] ที่กล่าวว่า การที่บุคคลต่าง ๆ มีโอกาสที่จะใช้บริการหรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บริษัทมีอยู่และจัดหาไว้ให้ได้อย่างทั่วถึง เช่น สถานพยาบาล อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย จะเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมความปลอดภัย บริษัทยังมีการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยทำให้พนักงานรู้จักวิธีการทำงานที่ปลอดภัยทำให้พนักงานเรียนรู้ที่จะสังเกตอันตราย และรู้จักหลีกเลี่ยงอันตราย การเรียนรู้เหล่านี้จึงนำไปสู่พฤติกรรมการทำงานที่เหมาะสมและปลอดภัย นอกจากนี้พนักงานยังได้รับคำแนะนำในเรื่องของการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยจากหัวหน้างาน เพื่อนร่วมงานหรือผู้ที่อาวุโสกว่าอยู่เสมอและมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยช่วยตรวจสอบการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ปลอดภัยในการทำงาน

### กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีทางผู้วิจัย ต้องขอขอบพระคุณ ดร.ตระกูล จิตวัฒนากร อาจารย์ที่ปรึกษา และจากดร.สานิต ศิริวิศิษฐ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำ ปรึกษา แนะนำ ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยได้รับทราบแนวทางในการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ อวเกียรติ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำรวมทั้งข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบริษัทผลิตรถยนต์ A ที่เป็นประโยชน์โดยเปิดโอกาส ให้ผู้วิจัยสามารถเข้าไปแจกแบบสอบถาม และเพื่อนพนักงานบริษัท A ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดีความดีอันเกิดคุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอมอบให้คณาจารย์ผู้ให้วิชาความรู้และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ส่วนความบกพร่องที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กรุณา วรภักดิ์ภมร. (2544). *ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยและ สภาพแวดล้อมในการทำงาน ของ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.*
- [2] กองตรวจความปลอดภัย. (2547). *พระราชบัญญัติแรงงานรัฐวิสาหกิจสัมพันธ์ พ.ศ.2543 และกฎหมายความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานสำหรับหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ. ม.ป.ท.: บพิธการพิมพ์.*
- [3] กัญญา สุวรรณแสง. (2544). *จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : รวมสาสน์ (1977).*
- [4] กิตติ อินทรานนท์. (2544). *วิศวกรรมความปลอดภัย: พื้นฐานของวิศวกร. กรุงเทพมหานคร:สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.*
- [5] จักรพันธ์ โสมเกษตริน. (2544). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมบริหารความปลอดภัย ของ คณะกรรมการความปลอดภัยของโรงงานผลิตภัณฑ์จากโลหะ. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สถาบันราชภัฏพระนคร.*
- [6] จิตรา วิมลธำรง. (2538). *ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพ ทักษะ ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย กับการจัดการความปลอดภัยของผู้ควบคุมงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยาง รถจักรยานยนต์ ในจังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- [7] เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์. (2540). *ปรัชญาและแนวคิดเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*

- .....
- [8] ขวลิต หมิ่นนุช. (2540). ปัญหาสิ่งแวดล้อมในไทย แนวทางแก้ไขระดับนโยบาย. วารสารกฎหมายจุฬา, มกราคม-มีนาคม (5), 85.
- [9] เทพนม เมืองแมน และสวิง สุวรรณ. (2540). พฤติกรรมองค์การ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- [10] อีระ รามสูตร. (2535). แนวคิดและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับพฤติกรรมสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- [11] สมถวิล เมืองพระ. (2537). การศึกษาพฤติกรรมอนามัยของคณงานในระดับปฏิบัติการ เรื่องการป้องกันอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงาน : ศึกษาเฉพาะกรณีอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ โลหะเครื่องจักรและอุปกรณ์ เขตอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [12] สุชาติพิทย์ รองสวัสดิ์. (2554). ปัจจัยการรับรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ที่มีผลต่อพฤติกรรมในการทำงานของพนักงานระดับปฏิบัติการประจำการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จ.เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

**ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชน****บางขุน ตำบลบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี**

Factors Affected to the Awareness of Morality towards Environment of People in Bangkhanun

Community Bangkhanun subdistrict Bangkruay district

Nonthaburi province

ปรียาภัทร ชัชวาลย์สิน

คณะศิลปศาสตร์/หมวดศึกษาทั่วไป, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ Email: prchat@rpu.ac.th

**บทคัดย่อ**

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางขุน นนทบุรีและ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางขุน นนทบุรี ซึ่งมีประชากรจาก 5 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 ถึงหมู่ที่ 5 จำนวน 4,543 คนที่มีอายุตั้งแต่ 15-69 ปี มีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane และสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sample) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 367 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการศึกษาใน 2 ด้าน พบว่า (1) ด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ด้านดิน มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาตามลำดับคือ ด้านน้ำ ด้านต้นไม้ และด้านขยะมูลฝอย ตามลำดับ และ (2) ด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้านต้นไม้ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก รองลงมาตามลำดับคือ ด้านดิน ขยะมูลฝอย และด้านน้ำ
2. ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก ซึ่งมี 2 ประเด็น โดยประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูง อยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก ได้แก่ รูปแบบการรับรู้ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม รองลงมาได้แก่ ประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่ากับสิ่งแวดล้อม
3. ความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณระหว่างความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**คำสำคัญ:** จริยธรรมสิ่งแวดล้อม, ปัจจัย, ความตระหนัก**Abstract**

The purposes of this research were aimed to study 1) the level of awareness on the aspects of environmental ethics of people in Bangkhanun community, Nonthaburi province; and 2) the factors affected to the awareness on the aspect of environmental ethics of people in Bangkhanun community, Nonthaburi province. The sampling was selected from 4,543 of the people who live in the community

both men and women aged between 15-59 years. The accidental sample and the Taro Yamane were used with 367 people in 5 villages of the community. The tool used in this research was the questionnaire and the data were analyzed by the frequency, percentage, standard deviation, and the correlation and the multiple coefficient. The results showed that:

1) the level of awareness on the aspects of environmental ethics divided into 2 aspects; first, the cognition of the environmental ethics in the overall picture. The sample had a high level of the cognition. When considering in every aspect, found that the sample group had the highest average cognition of soil, then water, trees, and solid wastes respectively. Second, the participation of preserving and realizing the value and importance of awareness, the overall picture, the sample group did the participation occasionally depending on their convenient. When considering in every aspect, the sample group answered about the environment on trees aspect, the highest average was in the level of participating occasionally and then the aspect of soil, solid wastes, and water respectively.

2) The results also showed factors effected to the environmental ethics, the overall picture was in the level of participating occasionally. The factors had the highest average were the participation occasionally which are: the cognitive pattern about the environmental, then experiences of cognition, and the attention and value of environment.

3) The correlation and the multiple coefficient between the awareness of environmental ethics on the aspects of the value and the importance of the participation to preserve all-natural resources sustainably and factors affected to the awareness of the environmental ethics were statistical significantly similar at .01.

**Keywords:** environmental ethics, factors, awareness

## 1.บทนำ

ปัจจุบันมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในหลายด้านและนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ จากปัญหาที่เป็นผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ปริมาณขยะที่มีจำนวนมากขึ้น น้ำท่วม หรือความแห้งแล้ง และยังคงเผชิญกับปัญหาความเสื่อมโทรมทางธรรมชาติ ปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่ส่งผลให้กับคนในสังคมต้องประสบกับปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรม ที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549) อย่างไรก็ตาม การดำเนินการดังกล่าวต้องคำนึงถึงการพิจารณาถึงผลเสียที่เกิดขึ้นตามมา ความตระหนักในความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม การเคารพกฎหมายหรือให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมในการรักษา ตลอดจนการเสริมสร้างทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นสิ่งแวดล้อมไว้เพื่อให้ดำรงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2545)

นอกจากนี้ วิกฤติการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเป็นผลจากการที่มนุษย์หรือคนในชุมชนขาดจริยธรรม เนื่องจากการเปลี่ยนของสังคมและวัฒนธรรม ได้หล่อหลอมให้เห็นความสำคัญกับค่านิยมทางด้านวัตถุ รวมทั้งการพัฒนาด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้มีการให้คุณค่า ด้านคุณธรรมและจริยธรรมลดน้อยลง เช่น มีความรู้สึกที่เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนมากกว่าประโยชน์ส่วนรวม มีการกอบโกยผลตอบแทนมากมายเกินสมควร ความฟุ่มเฟือยและขาดการนึกถึงผู้อื่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นภัยต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชน และกระทบต่อความเจริญรุ่งเรือง ตลอดจนความสงบเรียบร้อย ในการอยู่ร่วมกัน ซึ่งส่งผลต่อศีลธรรมอันดีงามของสังคม (ประยูร วงศ์จินตนา, 2550) ซึ่งในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้มีแนวคิดที่กล่าวถึงการสร้างลักษณะนิสัยให้มี “ความตระหนักในสิ่งแวดล้อม” ให้คนในชุมชนมีจิตสำนึก



4.1.1.2 ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรเกี่ยวกับ ความตระหนักที่มีต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมในชุมชนบางขุน  
ได้แก่ (1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พืช น้ำ ดิน และขยะมูลฝอย (2) การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของ  
การมีจริยธรรมสิ่งแวดล้อม และ (3) การมีส่วนร่วมในการปลูกฝังจริยธรรมสิ่งแวดล้อม

4.1.2 ด้านประชากร เก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด คือ ประชาชนหรือชาวบ้านในชุมชนบางขุน อ.บางกรวย  
จ.นนทบุรี จำนวน 5 หมู่บ้าน ทั้งหญิงและชายที่มีอายุตั้งแต่ 15 – ไม่เกิน 69 ปี จำนวน 4,543 คน นำมาสุ่มตัวอย่างโดยเลือก  
แบบบังเอิญ (Accidental sample) และหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ  
Taro Yamane ที่แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$  ได้กลุ่มตัวอย่าง  
367 คน (ข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางกรวย โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ หรือ รพ.สต.บางขุน 3 กรกฎาคม  
2558)

4.1.3 ด้านพื้นที่ งานวิจัยนี้ศึกษาข้อมูลจากประชาชนในชุมชนบางขุน อ.บางกรวย จ.นนทบุรี จำนวน 5  
หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านบางขุน หมู่ที่ 2 บ้านตากแดด หมู่ที่ 3 บ้านหมู่ใหญ่ หมู่ที่ 4 บ้านคลองวัดสัก และหมู่ที่ 5 บ้าน  
พระธาตุ

#### 4.2 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการตรวจเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักต่อจริยธรรม  
สิ่งแวดล้อม โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ ความตระหนักและจริยธรรมสิ่งแวดล้อมแล้วนำมาสร้างเครื่องมือเป็น  
แบบสอบถาม ให้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม โดย เนื้อหาของแบบสอบถาม  
แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีข้อ ได้แก่ (1) เพศ (2) อายุ (3) ระดับ  
การศึกษาสูงสุด (4) อาชีพ และ (5) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ส่วนที่ 2 ข้อคำถามที่เกี่ยวกับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม  
แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ (1) ด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม (2) ด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการ  
มีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนมี ส่วนที่ 3 ข้อคำถามที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริย  
ธรรมสิ่งแวดล้อม

การหาคุณภาพของเครื่องมือ มีวิธีการคือนำเครื่องมือมาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity)  
แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC: Item Objective Congruence Index) โดยผ่าน  
ความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อแก้ไขเพิ่มเติมข้อคำถามให้มีความชัดเจนเหมาะสมยิ่งขึ้น  
ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งคัดเลือกจากข้อคำถามที่มีค่า IOC รายข้ออยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1 จำนวนทั้งหมด 80 ข้อคำถาม ได้ค่า  
0.96 แสดงถึงข้อคำถามนี้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จากนั้นนำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out)  
กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งกำหนดเป็นประชากรในชุมชนบางขุนกอง อำเภอบาง  
กรวย จังหวัดนนทบุรี จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยการหาอำนาจจำแนกรายข้อ และหาความเชื่อมั่น  
(Reliability) ของความรู้ การเห็นคุณค่าและการมีส่วนร่วม โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ Cronbach (Coefficient  
Alpha ของ Cronbach) ซึ่งผลของการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามตามตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.94  
แสดงถึงข้อคำถามนี้มีความเชื่อมั่นสูงและนำเครื่องมือที่ได้ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

#### 4.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ประสานงานกับนายกองค์การบริหารส่วนตำบล  
บางขุน เพื่อขอความร่วมมือช่วยประสานงานในการเก็บรวบรวม และดำเนินการนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างตอบ  
แบบสอบถามด้วยตนเอง ได้กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้นจำนวน 367 คน

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติโดยแยกวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้ 1) คำนวณค่าสถิติต่าง ๆ เช่น ความถี่ ร้อยละ ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 2) คำนวณค่ามัธยฐานเลขคณิต ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและความถี่ของความตระหนักด้านความรู้ ความเข้าใจ การเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน 3) วิเคราะห์ระดับความตระหนักวัดจากระดับความรู้ ความเข้าใจ การเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ดังนี้ (3.1) การวัดระดับความรู้ความเข้าใจ โดยใช้ค่ามัธยฐานเลขคณิต คือค่าเฉลี่ย นำมาแปลผลเป็น 3 ระดับ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.00 – 0.30 คะแนน แปลว่า ไม่รู้ คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.31 – 0.70 คะแนน แปลว่า รู้บ้าง และคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.71 – 1.00 คะแนน แปลว่า รู้มาก (3.2) การวัดการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยวัดแบบ Rating Scale 5 ระดับ เรียงจากมากไปหาน้อย คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และไม่มีเลย จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วแปลผลดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 1.00 -1.80 คะแนน แปลว่า ไม่ปฏิบัติเลยหรือไม่เคยปฏิบัติหรือปฏิบัติต่ำกว่าร้อยละ 50 คะแนนเฉลี่ย 1.81 -2.60 คะแนน แปลว่า มีการปฏิบัติเพียงเล็กน้อยหรือน้อยครั้งหรือปฏิบัติร้อยละ 51-59 คะแนนเฉลี่ย 2.61 -3.40 คะแนน แปลว่า มีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวกหรือปฏิบัติร้อยละ 61-69 คะแนนเฉลี่ย 3.41 -4.20 คะแนน แปลว่า มีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอแต่อาจจะมีขาดอยู่บ้างบางครั้งหรือปฏิบัติร้อยละ 71-79 และคะแนนเฉลี่ย 4.21 -5.00 คะแนน แปลว่า มีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอหรือปฏิบัติตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป 4) การวัดปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมมีคำถามที่ใช้วัดแบบ Rating Scale 5 ระดับ และแปลผลเช่นเดียวกับข้อ 3.2 5) นำผลจากข้อ 1 ถึง ข้อ 4 มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เป็นเครื่องวัดระดับความสัมพันธ์ 3 กรณี คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม กับ การเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กับ ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม กับ ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม

## 5.ผลการวิจัย

### ผลการวิจัย พบว่า

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 51.2 ผู้ตอบส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 36.06 ปี มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 2.11 อายุระหว่าง 15-23 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.9 รองลงมา มีอายุระหว่าง 33-41 ปี คิดเป็นร้อยละ 20.4 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 45.2 รองลงมา จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 17.2 ผู้ตอบส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 31.6 รองลงมา ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 16.2 มีรายได้สูงกว่า 18,000 บาท ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 30.8 รองลงมา มีรายได้ต่ำกว่า 3,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 15.5

### 2. ระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า

2.1 ผู้ตอบแบบสอบถามความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีความรู้มาก หากแยกพิจารณาเป็นประเด็นคำถามเกี่ยวกับต้นไม้ มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีความรู้มาก คิดเป็นร้อยละ 87.71 ประเด็นคำถามเกี่ยวกับดิน มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีความรู้มาก คิดเป็นร้อยละ 100 ประเด็นคำถามเกี่ยวกับน้ำ มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมีความรู้มาก คิดเป็นร้อยละ 100 และประเด็นคำถามเกี่ยวกับขยะมูลฝอย มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีความรู้มาก คิดเป็นร้อยละ 77.78

2.2 ผู้ตอบแบบสอบถามความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก หากแยกพิจารณาข้อคำถามเป็นประเด็นคำถามเกี่ยวกับต้นไม้ มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอแต่อาจจะมีขาดอยู่บ้างบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 57.14 และผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 42.86 ประเด็นคำถามเกี่ยวกับน้ำ มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 83.33 และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติเพียงเล็กน้อยหรือน้อยครั้ง คิดเป็นร้อยละ 16.67 อีกทั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับขยะมูลฝอย มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอแต่อาจจะมีขาดบ้างบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 66.67 และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติเพียงเล็กน้อยหรือน้อยครั้ง คิดเป็นร้อยละ 11.11

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่มีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก หากพิจารณาข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) ประเด็นข้อคำถามเกี่ยวกับรูปแบบของการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (2) ประเด็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่า ซึ่งประเด็นข้อคำถามเกี่ยวกับรูปแบบของการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอแต่อาจจะมีขาดอยู่บ้างบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 40 และข้อคำถามที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนประเด็นข้อคำถามเกี่ยวกับประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่า มีผู้ตอบแบบสอบถามที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 100

#### 4. ความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคูณระหว่าง

4.1 ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน มีความสัมพันธ์ กับ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 6. สรุปและอภิปรายผล

1. ระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการศึกษาใน 2 ด้าน คือ (1) ด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม และ (2) ด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ปรากฏผลดังนี้

ระดับความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านความรู้ ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ในระดับมาก สำหรับระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ในภาพรวมอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก หากพิจารณาข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) ประเด็นคำถามเกี่ยวกับรูปแบบการรับรู้ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (2) ประเด็นคำถามเกี่ยวกับ ประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่า กับสิ่งแวดล้อม หากพิจารณาจากค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก พบว่า เป็นประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบการรับรู้ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม รองลงมา พบว่า เป็นประเด็นเกี่ยวกับประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่ากับสิ่งแวดล้อม

3. ความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน มีความสัมพันธ์กับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม มีการวัดระดับความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม 2 ประเด็น ดังนี้

1.1) ประเด็นความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ประชาชนในชุมชนบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี มีความรู้ความเข้าใจในระดับมีความรู้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรเจิด ปานเงิน (2550) ที่ว่าบุคลากรสาธารณสุขประจำสถานีอนามัยในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีจริยธรรมสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับสูงมาก และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พระครูวาปีพิพรรธน์ (2554) ที่ว่าพระนิสิตมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยมีจริยธรรมสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่า ประชาชนในชุมชนบางขุนมีความสนใจ และเอาใจใส่ต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยผ่านการเรียนรู้ในห้องเรียน สำหรับประชาชนช่วงอายุ 15 – 23 ปี ส่วนในช่วงอายุตั้งแต่ 24 ปีขึ้นไป อาจได้รับความรู้ ผ่านช่องทางต่างๆ มากมาย เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร วิทยุ และทางอินเทอร์เน็ต หรือแม้กระทั่งการเรียนรู้โดยตรงจากประสบการณ์ในการทำงานหรือการประกอบอาชีพ ทั้งนี้หากพิจารณาความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมจากค่าเฉลี่ยเป็นด้าน จากแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยด้านต้นไม้ ด้านดิน ด้านน้ำและด้านขยะมูลฝอย พบว่า ประชาชนในชุมชนบางขุนมีความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ด้านดินมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากประชาชนในชุมชนบางขุนส่วนใหญ่เป็นชาวสวน จึงความสนใจและเอาใจใส่กับดินเพราะสำคัญต่อการเพาะปลูกพืชสวน ซึ่งเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับครอบครัว รองลงมาได้แก่ด้านน้ำ แสดงให้เห็นว่าประชาชนในชุมชนบางขุนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการมีน้ำหรือแหล่งน้ำที่สะอาด เนื่องจากชุมชนบางขุนบางส่วนอยู่ริมน้ำและมีคลองตัดผ่าน ประชาชนจึงนำน้ำมาใช้ประกอบอาชีพทำสวน ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม นำมาอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน เป็นแหล่งอาหาร เช่น ปลา จะมีจำนวนมากขึ้นหากน้ำสะอาดรวมทั้งเป็นแหล่งคมนาคมในชุมชนอีกด้วย และอันดับสุดท้ายได้แก่ ด้านขยะมูลฝอย เนื่องจากชุมชนบางขุนได้รับผลกระทบจากการมีถนนใหญ่ตัดผ่านที่ดินที่เป็นที่ตั้งของชุมชนคือถนนพระราม 5 จึงทำให้สภาพแวดล้อมของชุมชนมีการพัฒนาทำให้เปลี่ยนแปลงชีวิตความเป็นอยู่จากเดิมเป็นชุมชน ชนบทกลายเป็นการค้าเงินชีวิตแบบชุมชนเมืองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีจำนวนห้องเช่าราคาถูกเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับจำนวนประชาชนที่มีมากขึ้นตามจำนวนบ้านจัดสรรและคนจากนอกชุมชนเข้ามาอยู่อาศัย ส่งผลให้มีขยะปริมาณมากขึ้นและขาดการจัดการขยะที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการมีความรู้ด้านขยะมูลฝอยของคนในชุมชนจึงมีส่วนช่วยในการดูแลรักษาความสะอาด รวมทั้งการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีระบบ เพื่อให้ชุมชนน่าอยู่

1.2) ประเด็นการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน พบว่าประชาชนในชุมชนบางชุมชนอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก ในส่วนของประเด็นนี้จะเน้นในเรื่องของการปฏิบัติหรือการลงมือกระทำในชีวิตประจำวันนับถอยหลัง 1 ปี จากวันที่ตอบแบบสอบถาม เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า ประชาชนในชุมชนบางชุมชนเห็นคุณค่า และความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มจากตนเอง และคนในครอบครัว เพื่อทำให้สิ่งแวดล้อมในชุมชนที่อาศัยอยู่พัฒนาขึ้น ซึ่งหากพิจารณาการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ทั้ง 4 ด้าน ดังที่กล่าวมาข้างต้น ด้านที่มีการปฏิบัติเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ ด้านต้นไม้ แสดงให้เห็นว่าประชาชนในชุมชนบางชุมชนเห็นคุณค่าและความสำคัญของการปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ให้เจริญเติบโต สร้างอากาศที่บริสุทธิ์สดชื่น ให้ร่มเงา รวมทั้งการไม่ทำลายต้นไม้ด้วยการเด็ด ตีง เตะ ต้นไม้ หรือกำจัดต้นไม้ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสาธารณะ รองลงมาได้แก่ ด้านดิน เพราะดินมีความสำคัญต่อการปลูกพืชของประชาชนในชุมชนบางชุมชน ฉะนั้นจึงมีการดูแลเอาใจใส่ดินเป็นอย่างดีด้วยการนำไปหมักแห้ง หย้าแห้ง มาผสมในดิน เพื่อเพิ่มแร่ธาตุให้กับดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปลูกพืชเจริญเติบโตดี ทั้งนี้เนื่องมาจากปี พ.ศ. 2554 จังหวัดนนทบุรี ประสบกับปัญหาอุทกภัย (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางกรวย, 2554) พื้นที่ของชุมชนได้รับผลกระทบกับปัญหาคุณภาพดินที่ใช้ปลูกพืชสวน ขาดความอุดมสมบูรณ์ เพราะกระแส น้ำได้พัดพาหน้าดินที่มีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์ที่เหมาะสมกับพืชสวนไป และการปลูกพืชคลุมดินก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการป้องกันไม่ให้เกิดสูญเสียความอุดมสมบูรณ์จากนั้นเป็นด้านขยะมูลฝอย สืบเนื่องจากการขยายตัวของชุมชนและการเพิ่มจำนวนประชากรในชุมชน ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ปริมาณขยะของเสียมีจำนวนมาก ประชาชนในชุมชนบางชุมชนมีความตระหนักและเห็นความสำคัญของการทำให้ชุมชนสะอาดปราศจากขยะสิ่งปฏิกูลต่างๆ โดยเริ่มจากตนเอง สมาชิกในครอบครัว รวมไปถึงชุมชน ด้วยการคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้งลงถังขยะ แยกประเภทขยะก่อนนำไปขาย ขยะเศษอาหารจะคัดแยกบางส่วนที่เป็นประโยชน์นำไปเลี้ยงสัตว์ และลดการใช้ถุงพลาสติก ซึ่งจะกลายเป็นขยะต่อไป เมื่อไปตลาดด้วยการใช้ตะกร้าหรือถุงผ้า และสุดท้ายเป็นดำนน้ำ แสดงให้เห็นว่าประชาชนในชุมชนบางชุมชน เห็นคุณค่าและความสำคัญของน้ำ ดูแลรักษาให้สะอาดด้วยการไม่ปล่อยของเสียหรือทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจจะเป็นน้ำทิ้งจากบ้านเรือน เศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานแยกใส่ถังเพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งการปลูกฝังให้สมาชิกในครอบครัวใช้น้ำอย่างประหยัดและรู้คุณค่าเพื่อจะได้มีน้ำที่สะอาดใช้ตลอดไป (สุรัชย์ ท้วมสมบูรณ์ และ นงพงา สุวานิช, 2541: 73)

## 2. ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม

จากศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางชุมชน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมีการปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก โดยพิจารณา 2 ประเด็น ดังนี้

2.1) ประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบของการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามสูงสุด แสดงให้เห็นว่าประชาชนในชุมชนบางชุมชนได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่างๆเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากการดูโทรทัศน์ การอ่านหนังสือพิมพ์ และอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นช่องทางในการเข้าถึงความรู้ได้ง่ายเหมาะกับคนทุกเพศและทุกวัย โดยเฉพาะสื่ออินเทอร์เน็ต ที่มีอยู่ในสมาร์ตโฟน ที่คนตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปมีใช้กันอยู่แล้วนั้นทำให้การเข้าถึงข้อมูลง่ายขึ้น สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น จึงทำให้ประชาชนได้รับข้อมูลที่ถูกต้องสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่อาศัยอยู่

2.2) ประเด็นเกี่ยวกับประสบการณ์การรับรู้ การเอาใจใส่และการให้คุณค่าเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถาม แสดงให้เห็นว่าประชาชนในชุมชนบางชุมชนมีการเอาใจใส่และเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่ตนอยู่ โดยการนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้กับตนเองมาถ่ายทอดและปลูกฝังกับคนในครอบครัว ได้ตระหนักถึงการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่ชุมชนจัดขึ้นตามโอกาส เช่น การเก็บขยะที่สาธารณะ การปลูกต้นไม้ในวันสำคัญต่างๆ การไม่ทิ้งน้ำจากการทำอาหาร การซักล้าง ลงในแหล่งน้ำ การปัสสาวะหรือถ่มน้ำลายลงในแหล่งน้ำ

รวมทั้งคอยเป็นหูเป็นตาให้กับชุมชน หากพบเห็นการกระทำที่จะทำให้เกิดปัญหาหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมก็จะแจ้งหรือร้องเรียนต่อผู้นำชุมชน ซึ่งถือเป็นหน้าที่ของพลเมืองที่ดีในการร่วมกันดูแลสิ่งแวดล้อมในชุมชนให้ยั่งยืนต่อไป (ทงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ, 2534: 22-23)

### 3. ประเด็นความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

3.1) ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมกับ ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่า การที่คนมีความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมในระดับดี มีความรู้มาก แต่หากไม่เห็นคุณค่าและความสำคัญของสิ่งแวดล้อมก็ไม่สามารถเกิดความตระหนักได้

3.2) ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อม กับ ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่า การที่คนมีความรู้ความเข้าใจต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมในระดับดีมีความรู้มาก แต่หากไม่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมใหม่ๆอย่างต่อเนื่องและไม่เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ก็ไม่สามารถเกิดความตระหนักได้

3.3) ความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านการเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการสงวนรักษาไว้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กับ ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แสดงให้เห็นว่า การจะเกิดความตระหนักต่อจริยธรรมสิ่งแวดล้อมได้นั้น ต้องประกอบด้วย การเห็นคุณค่าและความสำคัญในการมีส่วนร่วม การประพุดิ ปฏิบัติ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอ และการได้รับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากสื่อต่างๆเป็นประจำ สนทนาพูดคุยและเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมบ้างหากมีโอกาส (สุรเชษฐ์ ชีระมณี, 2534) ซึ่งสอดคล้องกับ พระครูวาปีพิพัทธภรณ์ (2554) ที่ว่า พระนิสิตพึงประพุดิ ปฏิบัติและช่วยกันปลูกป้องกัน ดูแล รักษา อนุรักษ์และเผยแพร่จริยธรรมสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรป่าไม้ ประกอบกับการที่พระนิสิตได้รับการศึกษาปลูกฝังงานด้านสิ่งแวดล้อม ในศาสนาก่อนลงปฏิบัติงานและพระนิสิตเป็นผู้มีหน้าที่มีบทบาทด้านเป็นผู้นำทางศาสนาและสิ่งแวดล้อมในชุมชน เป็นแบบอย่างที่ดีในการประพุดิ ปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการได้รับรู้ข่าวสารที่มีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลที่เปิดกว้างทั่วไป

## 7. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชนบางขนุน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเอาใจใส่ ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่มีค่าอย่างยิ่งจาก รศ.ดร.บุญเสริม หุตะแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษา งานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณนายกองค์การบริหารส่วนตำบลบางขนุน ที่ได้อนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณประชาชนในชุมชนบางขนุนกลุ่มตัวอย่างที่ได้กรุณาตอบแบบสอบถามทุกท่าน ที่ได้สละเวลาในการให้ข้อมูล

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์เบญจมาศ สายสุต ที่กรุณาตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษ และขอขอบคุณ อาจารย์ จุฑามาศ ชูจินดา ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับสถิติที่ใช้ในการวิจัย ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้เขียนบทความ ตำรา รายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าประกอบการทำรายงานวิจัยเรื่องนี้ ซึ่งล้วนเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยได้สำเร็จด้วยดี

## 8. ข้อเสนอแนะ

### 8.1 ในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า ประชาชนในชุมชนบางชุมชนมีระดับความตระหนักรู้ด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับปฏิบัติบ้างแล้วแต่โอกาสและความสะดวก กับ ประสบการณ์การรับรู้ การใส่ใจและการให้คุณค่า รวมทั้งรูปแบบของการรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักรู้ด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม ฉะนั้น องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีและองค์การบริหารส่วนตำบลบางขุน สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งในเชิงนโยบาย และเชิงปฏิบัติการ เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

เชิงนโยบาย ได้แก่

ส่งเสริมและสร้างความตระหนักและจิตสำนึกทางด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้กับประชาชนในจังหวัดนนทบุรี โดยมีกองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน กำหนดเป็นนโยบายลงไปสู่ องค์การบริหารส่วนตำบลทุกองค์การบริหารส่วนตำบล ในจังหวัดนนทบุรี นำไปใช้กับชาวบ้านในตำบล

เชิงปฏิบัติการ ได้แก่

องค์การบริหารส่วนตำบลบางขุน มีการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม ให้กับชาวบ้านในตำบลบางขุน โดยการจัดกิจกรรมดังนี้

- 1) การประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยการใช้เสียงตามสาย แพนพับ ใบปลิว อย่างต่อเนื่อง
- 2) อบรมให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมกับผู้นำชุมชน เพื่อนำไปถ่ายทอดให้กับประชาชนในชุมชน
- 3) สรรหาอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมประจำองค์การบริหารส่วนตำบล หรือชุมชนละ 5-10 คน ในการสอดส่อง ดูแลและเฝ้าระวังเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในชุมชน
- 4) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชน โดยใช้วันสำคัญต่างๆในการจัดกิจกรรมความร่วมมือ เช่น การปลูกต้นไม้ครอบครัวหรือคนละ 1 ต้น ในวันแม่แห่งชาติ การเก็บขยะในแหล่งน้ำและการขุดลอกคูคลอง ในวันพ่อแห่งชาติ

### 8.2 ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ได้แก่

ควรทำวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกิจกรรมที่ส่งเสริมปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักรู้ด้านจริยธรรมสิ่งแวดล้อม เพื่อนำความรู้จากการวิจัยมาจัดกิจกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของประชาชนในชุมชน ให้ประชาชนในชุมชนได้รับรู้ เข้าใจและเข้าถึง ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. (2534). การประเมินค่าความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] บรรเจิด ปานเงิน. (2549). จริยธรรมสิ่งแวดล้อมของบุคลากรสาธารณสุข ในจังหวัดเพชรบูรณ์.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [3] ประยูร วงศ์จันทร์. (2550). การพัฒนากระบวนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยการสอดแทรกจริยธรรมสำหรับ นิสิตปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [4] พระครูวาปีพิฆาภรณ์. (2554). การศึกษาจริยธรรมสิ่งแวดล้อมของพระนิสิตมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์การศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์,ปีที่ 1 (ฉบับที่ 1),หน้า 52-58. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

- [5] สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2545). *ความเป็นมาของการจัดการลุ่มน้ำแนวทางการบริหารด้านสิ่งแวดล้อมระดับเจ้าคณะผู้ปกครองสงฆ์ ในพระราชดำริสมเด็จพระญาณสังวร สมเด็จพระสังฆราชสกลมหาสังฆปริณายกองค์สังฆานุรักษ์สิ่งแวดล้อมอุปถัมภ์และความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ:คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- [6] สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี[ม.ป.ป.].*รายงานการพัฒนาหมู่บ้าน บ้านคลองวัดลึก หมู่ที่ 4 ตำบลบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี:สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางกรวย จังหวัด นนทบุรี*.
- [7] สุรชัย ท้วมสมบูรณ์และนางพาง สุขวานิช. (2541). *การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากร*. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- [8] สุรเชษฐ์ ชีระมณี. (2534). *พฤติกรรมองค์กรสงขลา:โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่* สงขลา.

.....

## การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนการวิเคราะห์ข้อมูลสหวิทยาการ โดยการประมวลผลด้วย การเรียนรู้ของเครื่อง

Application Development of Interdisciplinary Data Analytical Instructional Media with Machine Learning

สมาน ลากกระจ่าง<sup>1\*</sup>, ชรินทร์ เอี่ยมสะอาด<sup>2\*</sup>

มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีมีเดีย

มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

<sup>1</sup>(ชื่อผู้เขียนบทความ/นักวิจัย) หลักสูตร เทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน .คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

<sup>2</sup>(ชื่อผู้เขียนบทความ/นักวิจัย) หลักสูตร เทคโนโลยีสารสนเทศ .คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

### บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนการวิเคราะห์ข้อมูลสหวิทยาการโดยการประมวลผลด้วยจักรกลการเรียนรู้ แอปพลิเคชันนี้ให้ความรู้ในการวิเคราะห์สารสนเทศโดยใช้เทคโนโลยีโปรแกรม Machine Learning ซึ่งใช้อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ งานวิจัยนี้เป็นเครื่องมือในการตอบสนองจุดมุ่งหมายของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือ สกอ. ซึ่งเน้นในหัวเรื่องการพัฒนาศึกษาด้านเทคโนโลยีตามความสำคัญในลำดับหลักของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ กลุ่มเป้าหมายได้แก่นักศึกษาชั้น ปีที่ 4 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งหมดจำนวน 30 คน ระบบใช้เครื่องมือ JDK และ Android Studio ผลการวิจัย ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สื่อการสอนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนหลังการใช้สื่อการสอนสูงกว่าก่อนใช้สื่อสอน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** สื่อการสอน Machine Learning , การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอน , การเรียนรู้ของเครื่อง

### ABSTRACT.

The purpose of this study was to develop Mobile Application for Instructional Media of Interdisciplinary Data Analytic System with Machine Learning by providing system which support education in Machine Learning Technology that use android mobile phone to view the interested topic learned by North Bangkok University's Student. The research project was an instrument which can response to the orientation of Office of the Higher Education Commission which concentrate in technology topic with the major priority of TQF (Total Quality Framework) . Samples came from the population of 30 senior year students from information technology department. System use JDK and Android Studio. The experimental results, It was found that when we use achievement test, there was improvement of learning outcome from the results , comparing in achievement test after using instructional media higher than before using instructional media by aspects is significantly different at .05

**Key Words:** Instructional Media, Machine Learning

## คำนำ

แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่มีความจำเป็นในสังคมไทยเพิ่มขึ้นเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเป็นประโยชน์ เช่น กิจกรรมทางธุรกิจ การเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมการศึกษา ถูกเชื่อมโยงให้เข้าถึงกัน การสอนผ่านอุปกรณ์พกพา จึงมีความสำคัญกับบุคคลทุกวงการและทุกสาขาอาชีพ โดยสามารถทำให้คนทั่วโลก ต่างเพศ ต่างวัย ต่างเชื้อชาติ สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้โดยไม่ข้อจำกัด ปัจจุบันมีแอปพลิเคชันที่สนับสนุนการสอนด้านการเรียนรู้ของ Machine Learning มีอยู่ไม่มากเช่นแอปพลิเคชันของโครงการต่างประเทศซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ธุรกิจขนาดใหญ่ เนื่องจาก Machine Learning ช่วยให้สามารถประมวลผลในแหล่งความรู้ขนาดใหญ่ได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของงานวิจัยนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างการขาดแอปพลิเคชันที่สนับสนุนการสอนด้าน Machine Learning สำหรับคนไทย และความจำเป็นของประเทศที่จะต้องมีความรู้ในการเรียนรู้เพื่อสามารถรองรับการใช้งานตามความต้องการได้เป็นอย่างดี โดยทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลมีผลต่อเศรษฐกิจของไทยมากโดยเฉพาะการเรียนรู้เข้าใจวิทยาการใหม่ๆ จากต่างประเทศ และช่วยเข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ โดยที่ประชากรไทยจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมด้านการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อน เนื่องจากคนไทยยังคงต้องเสริมด้านเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมและยังมีเหตุผลด้านอื่นๆ เช่นความต้องการเวลาและระยะเวลาในการเรียนรู้เทคโนโลยีของคนไทยในแต่ละครั้งมีมากขึ้น รวมทั้งมีความจำเป็นในการบูรณาการระบบที่คนไทยควรจะนำเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบของคร่อมอย่างคล่องแคล่วรวมทั้งการเข้ามาลงทุนด้านเศรษฐกิจจากต่างชาติซึ่งมีปัจจัยร่วมการตัดสินใจในด้านของความสามารถวิเคราะห์ข้อมูลของคนไทยในซอฟต์แวร์ที่ได้มาตรฐานและการทำงาน Machine Learning นับวันจำเป็นมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นการทำงานในระบบสารสนเทศสมัยใหม่ ในโปรแกรมระบบสารสนเทศ

จากความสำคัญและปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบแอปพลิเคชันสื่อการสอนสหวิทยาการด้วย Machine Learning บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการวิเคราะห์ข้อมูลของคนไทยให้มีทักษะประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของการเรียนรู้วิทยาการใหม่ๆ บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของประเทศไทย

## วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่
2. แหล่งถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยี Machine Learning ให้กับบุคคลที่ใช้เทคโนโลยีนี้ในภารกิจต่างๆ

## แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดการพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์เทคโนโลยีแอนดรอยด์ ซึ่งสาเหตุที่ไม่ได้พัฒนาบนระบบไอโอเอส เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ใช้ระบบแอนดรอยด์ และผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะขยายระบบเพื่อรองรับระบบปฏิบัติการไอโอเอสในงานวิจัยถัดไป โดยในงานวิจัยนี้ มีการใช้เทคนิคโปรแกรมที่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีทรัพยากรจำกัด เช่น โปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้สามารถเข้าถึงการใช้งานของบุคคลทั่วไปที่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยโปรแกรมจะเสนอหัวข้อทาง Machine Learning งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประยุกต์ที่ศึกษาประเด็นปัญหาที่มีอยู่ คือประเด็นการเข้าถึงเทคโนโลยีของประชาชนที่อาจไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่ และต้องการพัฒนาทักษะผ่านการใช้โปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมีแนวทางแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีต่างๆ ที่มีอยู่แล้ว คือ เทคโนโลยีแอนดรอยด์ ที่ปัจจุบันมีบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งได้รับความนิยมสูงในขณะนี้ โดยสามารถทำงานได้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ต เพื่อเสนอหลักการที่พัฒนาความคิดของผู้ใช้ โดยเน้นการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้กับกลุ่มผู้เรียน

แนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ มีแนวคิดการพัฒนาระบบแบบ Agile เน้นความพอใจให้ลูกค้า มีการส่งมอบ software อย่างต่อเนื่องและยอมรับความต้องการระบบ (requirement) ที่เปลี่ยนแปลง และมีการส่งมอบงานบ่อยครั้ง

รวมถึงการทำงานต้องปล่อยให้ทีมงานมีอำนาจการตัดสินใจเองได้ ปล่อยให้โปรแกรมเมอร์ทำงานไว้ใจซึ่งกัน กระบวนการทำงานอาจช่วยลดความเครียดของผู้พัฒนาได้ ทีมงานต้องให้ความสนใจกับเทคนิคต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน เน้นความง่าย ออกแบบง่ายๆ ฟังก์ชันไม่ซับซ้อน ทำให้ดูแลแก้ไขง่ายเมื่อพบความเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยนี้ใช้การออกแบบ OOD(Object oriented Design) ภาษา UML (Unified Modeling Language)จะมี Notation (Kendall,1998) ซึ่งเป็นสัญลักษณ์นำไปใช้ใน Model UML มีรูปแบบหรือหน้าตาที่โปรแกรมเมอร์สามารถที่จะทำดำเนินการพัฒนาส่วนโปรแกรม (Coding) ได้อย่างเร็วและง่ายขึ้น UML จัดองค์ประกอบต่างๆ ของซอฟต์แวร์ที่จะทำการพัฒนาขึ้นมาในรูปของออบเจกต์(Object) และออบเจกต์แต่ละตัวมีความเกี่ยวข้องกันโดยอาศัยในความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นตัวเชื่อมโยง อีกทั้งออบเจกต์เหล่านั้นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างออบเจกต์นี้เองเป็นกลไกภายในซอฟต์แวร์ที่ทำให้ซอฟต์แวร์ทำงานตามที่ผู้ใช้ต้องการได้จากการมองซอฟต์แวร์เป็นวัตถุใน UML จึงช่วยให้การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ(Object-Oriented Programming) เป็นไปได้สะดวกขึ้น การจัดการระบบเชิงวัตถุนี้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบอย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองการทำงานและจัดการระบบทั้งหมดที่กล่าวมาได้ โดยมีการออกแบบและวิเคราะห์ระบบโดยอาศัยหลักการของ UML (Unified Modeling Language)เข้ามาช่วยในการออกแบบ(โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์,2549)

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (จินตวีร์ คล้ายสังข์) เป็นเนื้อหาสาระที่นำเสนอในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสื่อประสม โดยเน้นการออกแบบที่ใช้วิธีการ กลยุทธ์ และการใช้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนทันทีที่เสนอ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามต้องการ ตลอดจนอาจมีแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจ ทั้งนี้อาจยึดแนวทางของวัตถุเพื่อการเรียนรู้ (Learning Object) โดยองค์ประกอบคือ (1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (2) หน่วยการเรียนรู้ (3) แบบทดสอบ ภาษาจาวา เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุที่พัฒนาขึ้นโดยเจมส์กอสลิง ทีมวิศวกรของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม ต้องการนำภาษาจาวามาใช้แทนภาษา C++ โดย Java ถูกคิดค้นและสร้างโดยบริษัท Sun Microsystems (วีระศักดิ์ ชิงถาวร,2549) ซึ่งเป็นบริษัทผู้จำหน่ายเซิร์ฟเวอร์ระบบ Unix ชื่อSolaris ซึ่งจุดเด่นของภาษา Java คือผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมด้วย Java ได้ โดยไลบรารีพัฒนาโดยทีมวิจัยของบริษัทซันไมโครซิสเต็มซึ่งมีโครงการที่ต้องการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์เพื่อนำมาควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่ภายในบ้านชื่อเดิมคือภาษา Oak ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นภาษาจาวาเป็นที่นิยมแพร่หลายในระดับโลก ภาษาจาวาเป็นภาษาที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม (platform independent) และชุดพัฒนา JDK เวอร์ชันปัจจุบันคือ Java

### วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ประจำปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้า (Inclusion criteria) คือ เป็นผู้ที่อยู่สังกัดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออก (Exclusion criteria) คือเป็นผู้ที่ไม่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัยจนเสร็จสิ้นการทำวิจัย

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ได้การพัฒนาสื่อได้แก่ โปรแกรม Android Studio , JDK และเครื่องคอมพิวเตอร์พัฒนา ในส่วนเนื้อหาในสื่อการสอนอ้างอิงจากหนังสือต่างประเทศตามอ้างอิงตอนท้ายและผู้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาในสื่อคือ ผู้เชี่ยวชาญทางบิกดาต้าและคลาวด์

ส่วนแบบสอบถาม และ แบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับอายุ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามหลังการสอนปกติเกี่ยวกับเทคโนโลยี ของ Machine Learning

ลักษณะข้อคำถามแบบให้เลือกคำตอบ จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นข้อคำถามหลังใช้สื่อการสอนบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี Machine Learning

ลักษณะข้อคำถามแบบให้เลือกคำตอบ จำนวน 10 ข้อ

ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องและความตรงเชิงเนื้อหาและนำแบบสอบถามจำนวน 30 ชุด ไปทดลองใช้(Tryout)กับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา( $\alpha$ Coefficient) โดยวัดค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ค่า 0.83 จากเกณฑ์ที่กำหนดที่ 0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.ผู้วิจัยทำหนังสือจากมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพเพื่อส่งไปยังกลุ่มตัวอย่างโดยส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยพร้อมกับแบบสอบถามที่ลงรหัสเรียบร้อยแล้วไปยังนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้กรอกข้อมูล แล้วผู้วิจัยไปรับคืนมา

2.เมื่อได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนทั้งข้อมูลในส่วนของแบบสอบถามและจำนวนของแบบสอบถาม แล้วนำแบบสอบถามที่ได้มาจัดหมวดหมู่

4. คีย์ข้อมูลของแบบสอบถาม แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการบรรยายข้อมูล และนำเสนอ ได้แก่ ความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลคะแนนแบบทดสอบ ที่เป็นแบบการสอนปกติกับแบบการสอนผ่านสื่อการสอนบิกิตต้า โดยใช้กลุ่มผู้ทดสอบกลุ่มเดียวกัน ทั้งแบบสอนปกติและแบบการสอนผ่านสื่อบิกิตต้า

บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์ ด้วยสถิติ Paired T-test โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับแอลฟาเป็น 0.05

ผลการวิจัย

1. ขั้นตอนการออกแบบโดยมีการออกแบบและวิเคราะห์ระบบโดยอาศัยหลักการของ Agile

ใช้แผนภาพUML (Unified Modeling Language) เข้ามาช่วยในการออกแบบ

2. สื่อการสอน สอนคำสั่งทำงาน Machine Learning และโมดูลการทำงาน



3. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 20 – 23 ปีจำนวน 27 คนจาก 30 คน คิดเป็นร้อยละ 90 และผู้ตอบแบบสอบถามที่อายุเกิน 23 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 รวมกันได้ 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100

4. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลคะแนนแบบทดสอบ ที่เป็นแบบการสอนปกติกับแบบการสอนแบบการเรียนรู้ผ่านสื่อการสอนโปรแกรมของ Machine Learning บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบแอนดรอยด์มีความแตกต่างกัน ด้วยสถิติ Paired T-test (ชานินทร์ ศิลป์จารุ, 2551) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับแอลฟา 0.05 และโดยการใช้สูตรจะได้ค่า t จากการคำนวณ เป็น -9.77

โดย  $sd = 1.95$  ,  $n = 30$  ,  $\bar{x} = 4.10$  เมื่อทดสอบกับการสอนปกติ

และ  $sd = 1.30$  ,  $n = 30$  ,  $\bar{x} = 8.40$  เมื่อทดสอบกับการสอนด้วยแอปพลิเคชันสื่อการสอน

และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จากสมมติฐานสองทางทำให้ได้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.025, ค่าชั้นของความอิสระ เท่ากับ 29 ทำให้ได้ค่า t จากตารางและการคำนวณ ซึ่งจากสมมติฐานสถิติ ค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในเขตยอมรับ  $H_1$  คือมีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเดียวกัน แต่แยกสถานการณ์ในการทดสอบ โดยใช้ paired samples t test ซึ่งทดสอบข้อมูล 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน

โดยค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เมื่อเรานำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t-test เท่ากับ -9.77 และเมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับตาราง t-test ที่เป็น 2.045 จากการทดลองนี้แสดงว่าสมรรถนะทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะ สูงกว่ากลุ่มที่มีเรียนด้วยวิธีปกติ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นส่งผลต่อผู้เรียนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากบทเรียนช่วยฝึกทักษะได้ออกแบบมาสำหรับให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยเทคโนโลยีเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเป็นอิสระ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถและสามารถทบทวนการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ดังนั้นสรุปได้ว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะเรื่องเทคโนโลยี Machine Learning ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบ

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
X	30	4.10	1.95	-9.77	0.76
y	30	8.40	1.30		

## อภิปรายผลการวิจัย

อภิปรายผลงานวิจัยโดยมีการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีพัฒนาระบบทุกขั้นตอนผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยมีการวัดผลการวิจัยนี้ โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะทางการเรียนซึ่งได้ผลการวิจัยแสดงว่าสมรรถนะทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะ สูงกว่ากลุ่มที่มีเรียนด้วยวิธีปกติ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นส่งผลต่อผู้เรียนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น รวมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำ ซึ่งส่งผลให้สื่อแอปพลิเคชันโทรศัพท์มือถือมีประสิทธิภาพ และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น

พบว่างานวิจัยในหัวข้อ Machine Learning มีความโดดเด่นมาก เนื่องจากประเทศไทยต้องการกำลังคนด้านงาน

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0

## สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการสอนเทคโนโลยี Machine Learningสามารถอภิปรายผลดังนี้ ผลการวิเคราะห์จากการประเมินผู้เรียน เรื่องการเขียนแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ทำให้กลุ่มผู้เรียนมีผลการวัดคะแนนสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างจากผลการวัดเมื่อใช้การสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าบทเรียนช่วยฝึกหัดทักษะเรื่องMachine Learning ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพสามารถนำบทเรียนช่วยฝึกทักษะและนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะในด้านความสวยงามของแอปพลิเคชันที่สามารถพัฒนาให้มีกราฟิกของแอปพลิเคชันที่สวยงามมากขึ้นและเพิ่มการทำงานบนระบบไอโอเอสในการปรับปรุงระบบต่อไป

1. จากงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะในด้านความสวยงามของแอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาให้มีกราฟิกดีขึ้น
2. แอปพลิเคชันนี้อาจมีการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานบนระบบปฏิบัติการอื่นมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2551). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น

โอบาส อียมสิริวงศ์.(2545).*การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*.กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

วีระศักดิ์ สิงถาวร.(2549). *Java Programming Vol.1* . กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

Kendall, K.E. and Kendall, J.E. (1998). *System analysis and design*. 4th ed., Prentice Hall

**การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล กรณีศึกษา มหาวิทยาลัย****นอร์ทกรุงเทพ โดยประยุกต์ใช้วิธีการสร้างต้นแบบโร้วอะเวย์**

Design and Development of Infirmery Room Management System in North Bangkok University by Using  
Throw Away Prototyping Methodology

**ปิติพัฒน์ เจริญบุญระณะพงศ์**

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, pitiphat.jo@northbkk.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยประยุกต์ใช้วิธีการสร้างต้นแบบโร้วอะเวย์ และเพื่อทดสอบและประเมินคุณสมบัติทางการใช้งานระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล ซึ่งระบบได้มีการแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาล โดยระบบสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ระบบงานย่อย คือ ระบบงานจัดการผู้ป่วย ที่มีระบบสืบค้นข้อมูลประวัติและจัดการการเข้ารับการรักษาผ่านการสแกนบาร์โค้ด ระบบแนะนำแนวทางการรักษาและการจ่ายยาแก่ผู้ป่วย ระบบจัดการคลังยา และระบบจัดการเตียงผู้ป่วย ซึ่งใช้โปรแกรมภาษา JAVA 7 ในการพัฒนาใช้ MySQL 5.0 เป็นโปรแกรมฐานข้อมูล และประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมความต้องการในการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ หลักการทดสอบซอฟต์แวร์โดยใช้ค่าขอบเขตในการค้นหาข้อผิดพลาดของระบบ และใช้แบบจำลองเคแอลเอ็มในการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบต้นแบบ จากการทดสอบระบบ พบว่า ผ่านทุกการทดสอบกรณี และจากการประเมินคุณสมบัติทางการใช้งาน ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการใช้งานระบบ รายการเชิงคุณภาพระบบ ลักษณะการออกแบบระบบ และความปลอดภัยของระบบ โดยเก็บรวบรวมจากผู้ใช้งานจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ เจ้าหน้าที่ประจำห้องพยาบาล เภสัชกร โปรแกรมเมอร์ นักศึกษา อาจารย์ และบุคลากร พบว่า ภาพรวมของระบบมีคุณสมบัติทางการใช้งานอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยโดยรวมของกลุ่มผู้ใช้งานมีค่า = 4.40, SD=0.53 แสดงว่าระบบมีการตอบสนองต่อการใช้งานจริงและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

**คำสำคัญ:** มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล การสร้างต้นแบบโร้วอะเวย์

**Abstract**

The objectives of this research were to design, develop, test, and evaluate an infirmery room management system in North Bangkok University at Sapanmai Campus by using throwaway prototyping methodology. The system divided users 2 groups, that is, admin and nursing staff. The developed system consists of 4 subsystems those are Patient management system with the integration system between barcode system, medical history and service order system, medical treatment introduction and medicine giving system, medicine store management system and bed management system. This research applied JAVA7 in system development, MySQL 5.0 as the database program and apply software requirements engineering principle to requirements analysis and definition, software testing using by boundary value analysis testing to search for defect and keystroke level model.

The system test showed that the system passed all test cases and according to the test on four aspects, that is, functional requirement test, non-functional test, usability test and security test, the result collected from five groups of users: nursing room staff, pharmacist, programmer, student and officers found the efficiency of the overall system is in the good level, the mean is 4.40 and S.D. = 0.53. It can be concluded that the developed system can be used practically and conform the objective of the development.

**Keyword:** North Bangkok University, infirmery room management system, throw away prototype



3.4.2 ใช้ภาษา JAVA และฐานข้อมูล MySQL 5.0 ในการพัฒนา

3.5 ทดสอบระบบโดยใช้หลักการทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing) ดังนี้

3.5.1 ทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานแต่ละหน้าที่ว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

3.5.2 ทดสอบระบบ (System Testing) โดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis Testing) หลังจากการพัฒนาระบบเสร็จสิ้นครบทุกหน้าที่การทำงานแล้ว

3.6 ใช้แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีการของ Likert แบบ 5 ระดับ ในการประเมินคุณสมบัติทางการใช้งาน ดังนี้ โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถาม 10 คน

3.6.1 ความสามารถในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)

3.6.2 รายการเชิงคุณภาพระบบ (Non-Functional Test)

3.6.3 ลักษณะการออกแบบระบบ (Usability Test)

3.6.4 ความปลอดภัยของระบบ (Security Test)

#### 4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความรู้เกี่ยวกับระบบงาน

4.1.1 ความรู้เกี่ยวกับระบบงานห้องพยาบาลของมหาวิทยาลัยธนบุรี กรุงเทพมหานคร วิทยาเขตสะพานใหม่ [1]

4.1.2 ความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองเคแอลเอ็ม (Keystroke level model) [5] ใช้สำหรับประเมินระบบต้นแบบ

4.1.3 ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ [4] สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบ

4.1.4 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสร้างต้นแบบโธรว์อะเวย์ [3] (Throwaway Prototyping Methodology) เป็นการสร้างระบบต้นแบบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานยืนยันสอบการใช้งานได้จริง (Validate) ของความต้องการ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการสร้างต้นแบบโธรว์อะเวย์เพื่อทดสอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เมื่อทดสอบเสร็จแล้วก็ทิ้งไป

4.1.5 ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing) [9] ใช้สำหรับการทดสอบด้วยเทคนิคค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis Testing)

4.1.6 ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมความต้องการ (Requirements Engineering) [7] สำหรับวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 Usability Engineering at a Discount [8] ใช้เป็นแนวคิดในงานวิจัยนี้สำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ใช้เวลานั้นและเสียค่าใช้จ่ายน้อยใน

4.2.2 Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times [6] ใช้สำหรับประเมินระบบต้นแบบของงานวิจัยนี้ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้เสนอวิธีการประเมินระบบต้นแบบตั้งแต่ช่วงของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

4.2.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานระบบสารสนเทศห้องพยาบาล [2] เป็นงานวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัย ซึ่งได้วิเคราะห์และออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสารสนเทศห้องพยาบาล โดยประยุกต์ใช้วิธีศึกษาสำนึก การวิเคราะห์งานและผู้ใช้ และการประเมินเวลาในการทำการกิจงานด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม ซึ่งผลวิจัย พบว่า เวลาในการทำการกิจงานการทำประวัติผู้ป่วยลดลง 37.90% และเวลาในการทำการกิจงานการตรวจสอบคลังยาลดลง 42.86% ผู้วิจัยจึงใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบ สาสนเทศห้องพยาบาลที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าวมาพัฒนาเป็นระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาลในงานวิจัยนี้

#### 5. ระเบียบวิธีวิจัย

5.1 ศึกษากระบวนการดำเนินงานที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

5.1.1 ภาพรวมระบบงานห้องพยาบาลในปัจจุบัน

เมื่อมีผู้ป่วยต้องการเข้ารับการรักษาเจ้าหน้าที่จะทำการสอบถามประวัติประจำตัวผู้ป่วย อาการป่วย และประวัติการแพ้ยาทุกครั้งทุกคน แล้วทำการจดบันทึกประวัติการเข้ารับการรักษา ยาที่ใช้ในการรักษา ในสมุดบันทึกการเข้ารับการรักษา หากผู้ป่วยต้องเข้าพักรักษาที่เตียงนอน เจ้าหน้าที่จะต้องเป็นผู้จัดการและจำว่าผู้ป่วยอยู่ที่เตียงนอนใด และเจ้าหน้าที่มี

หน้าที่ที่ต้องทำการตรวจสอบจำนวนยาคลังประจำหอพักการศึกษา นับจำนวนยาในคลัง หรือตรวจสอบจากการคำนวณยอดการใช้ยาจากสมุดบันทึกการเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยและจัดทำเอกสารการจัดซื้อยา

#### 5.1.2 ปัญหาของระบบงานห้องพยาบาลเดิม

ห้องพยาบาลมหาวิทยาลัยธนบุรีกรุงเทพฯ วิทยาเขตสะพานใหม่ มีการจัดการระบบการจ่ายยาและการให้บริการโดยการเขียนบันทึกด้วยลายมือ ทำให้ยากต่อการจัดการ และไม่สามารถจ่ายยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานล่าช้าและเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูลในการจัดเก็บ ไม่มีระบบจัดทำประวัติบุคคลที่เข้าใช้งานห้องพยาบาล จึงทำให้ยากต่อการสืบค้นประวัติของบุคคลที่เข้ามารับการรักษาว่าเคยได้รับการรักษาแบบใดมาก่อน หรือแพ้ยาอะไรบ้าง

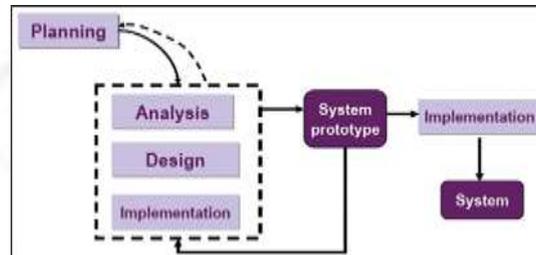
#### 5.2 การตรวจสอบปัญหาการใช้งานของระบบเดิม

ตรวจสอบปัญหาการใช้งานของระบบเดิม เพื่อนำปัญหาและแนวทางแก้ไขที่ได้มาปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาลขึ้นใหม่ โดยจะใช้วิธีการประเมินดังนี้

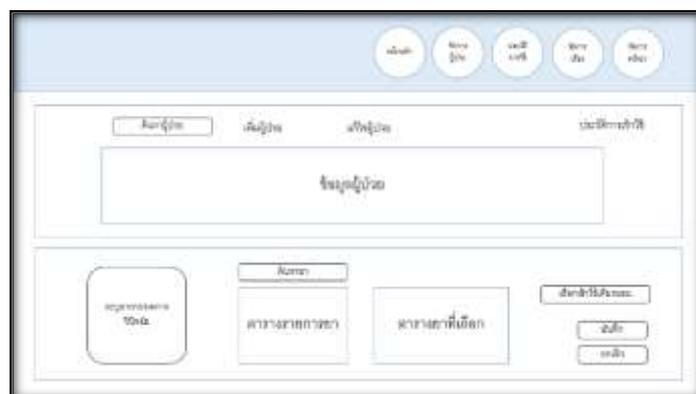
5.2.1 วิเคราะห์งานและความต้องการของผู้ใช้ เพื่อรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์งานที่มีความสำคัญในระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล กำหนดชนิดของงาน และกำหนดกลุ่มผู้ใช้เพื่อการทดสอบ

5.2.2 การสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล เพื่อรวบรวมความต้องการจากผู้ใช้งาน โดยการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์ทำให้ได้ความต้องการจากผู้ใช้งานจริง

5.3 พัฒนาระบบต้นแบบด้วยวิธีการสร้างต้นแบบโร้วอะเวย์ ดังรูปที่ 1 และสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 2 จากนั้นประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม จำนวน 3 คน ซึ่งจุดประสงค์หลักของการประเมินวิธีนี้ คือการทราบเวลาในการทำภารกิจหรืองานใดๆ ของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน เพื่อนำผลการประเมินเวลาในการทำภารกิจไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการทำงานนั้นๆ ในเชิงของเวลา เพื่อพิจารณาว่างานย่อยใดมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด และควรเพิ่มหรือลดงานย่อยอย่างไรเพื่อที่จะให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ผลการประเมินที่ใช้เวลาในการทำภารกิจงานน้อยกว่าการทำงานจากระบบเดิมที่ได้ศึกษา [2] ผู้วิจัยจึงใช้ส่วนต่อประสานดังกล่าวเป็นต้นแบบในการพัฒนาเป็นระบบจริง

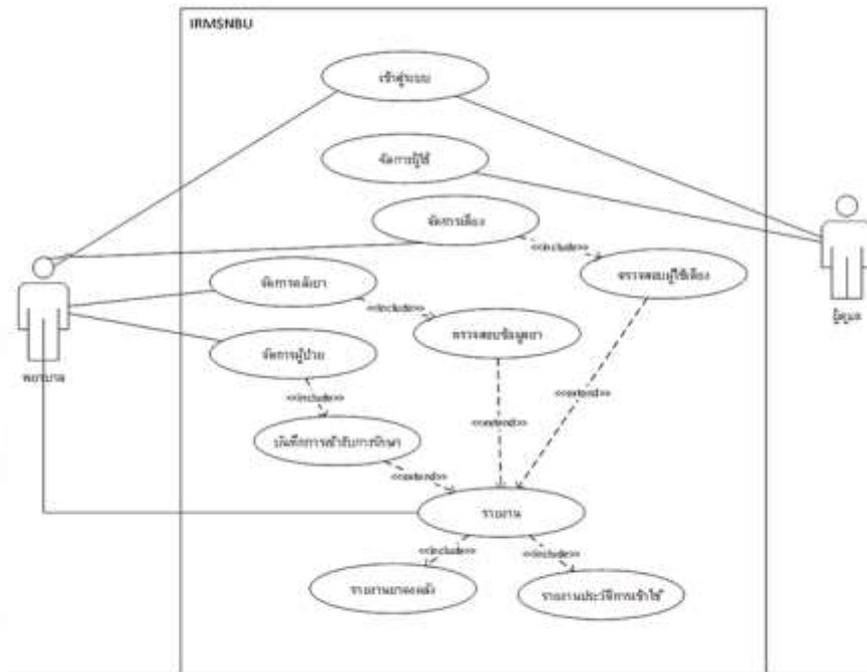


รูปที่ 1 ระเบียบวิธีการสร้างต้นแบบโร้วอะเวย์ (Throw-away Prototype)



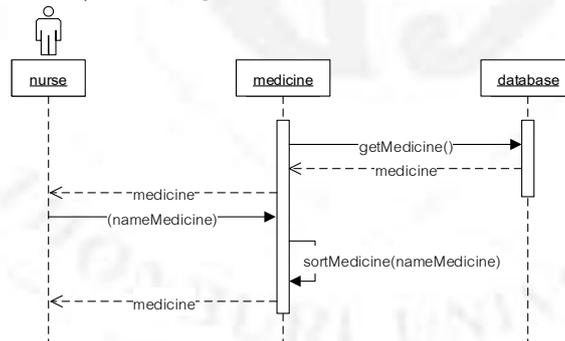
#### 5.4 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

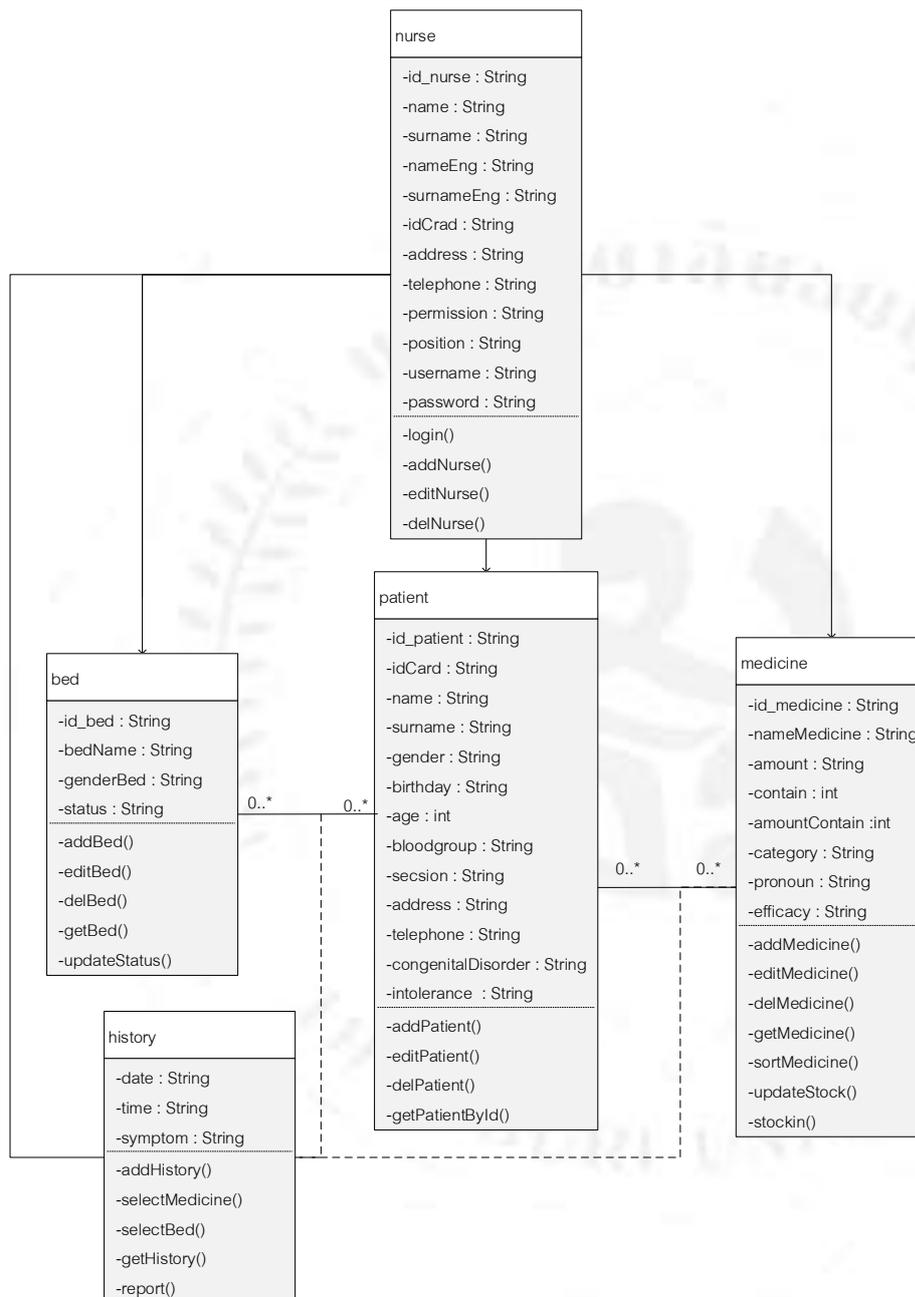
5.4.1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ (Use-case Diagram) ซึ่งความสามารถของระบบดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ (Use-case Diagram)

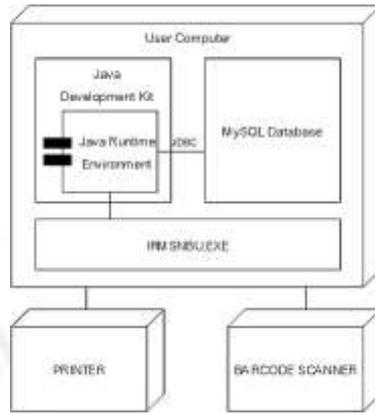
5.4.2 แผนภาพแสดง Sequence Diagram ในการตรวจสอบยงคังคั้งมีลำดับการทำงานดังรูปที่ 4





รูปที่ 5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Class Diagram)

5.4.4 การออกแบบ Deployment Diagram โดยระบบพัฒนาในรูปแบบวินโดวส์แอปพลิเคชันด้วยภาษาจาวา ทำให้จำเป็นต้องติดตั้ง Java Development Kit หรือ Java Runtime Environment สำหรับการใช้งานระบบ Java Runtime Environment จะทำการแปลโค้ดของระบบให้สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ โดยใช้โปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล และระบบมีการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอย่างเครื่องพิมพ์ และเครื่องแสกนบาร์โค้ด ดังรูปที่ 6

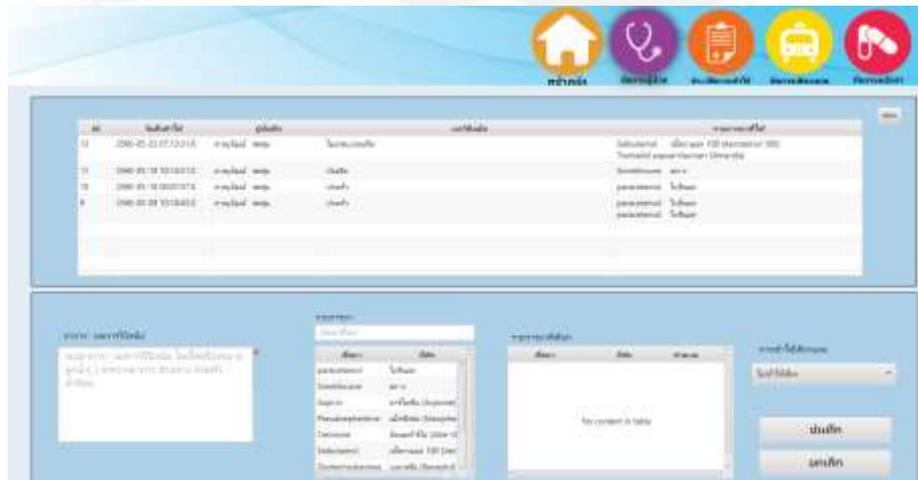


รูปที่ 6 Deployment Diagram

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาระบบ

6.1.1 หน้าจอแสดงข้อมูลประวัติการเข้ารับการรักษาของผู้ป่วย โดยแสดงรายละเอียดประวัติผู้เข้ารับการรักษา และใช้บริการห้องพยาบาล ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอจัดการผู้ป่วย

6.1.2 หน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลการเบิกจ่ายยา โดยแสดงรายงานสรุปรายการเบิกจ่าย ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 หน้าแสดงข้อมูลการเบิกจ่ายยา

## 6.2 ผลการทดสอบระบบ

การทดสอบระบบมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบและค้นหาข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบ ซึ่งการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต หลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้นมีผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล

รหัสกรณีทดสอบ	ชื่อกรณีทดสอบ	ฟังก์ชันที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ		หมายเหตุ
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	
TA-001	การล็อกอินเข้าใช้งาน	FA-001	✓		
TA-002	เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน	FA-002	✓		
TU-001	แก้ไขรหัสผ่าน	FU-001	✓		
TU-002	เพิ่มข้อมูลผู้ป่วย	FU-002	✓		
TU-003	เพิ่มประวัติการเข้ารับการรักษา	FU-003	✓		
TU-004	เพิ่มข้อมูลยา	FU-004	✓		
TU-005	เพิ่มจำนวนยา	FU-005	✓		
TU-006	เพิ่มข้อมูลเตียงนอน	FU-006	✓		

จากตารางที่ 1 เป็นการรายงานผลการทดสอบเพียงส่วนหนึ่งของการสอบจริง เนื่องจากในบางกรณีทดสอบมีวัตถุประสงค์เดียวกันและอาจมีการทดสอบหลายชุด ซึ่งจากการทดสอบพบว่าผ่านทุกฟังก์ชันที่ทดสอบ

## 6.3 ผลการประเมินคุณสมบัติทางการใช้งาน

การประเมินประคุณสมบัติทางการใช้งานระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล ในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อคิดเห็นโดยอาศัยการทดลองการใช้งานระบบในรูปแบบต่างๆ ในการชี้วัดปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยในการใช้งาน และระบบสอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถาม 10 คน ได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องพยาบาล 1 คน เภสัชกร 1 คน โปรแกรมเมอร์ 1 คน นักศึกษา/อาจารย์/บุคลากร 7 คน โดยมีผลการประเมิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินคุณสมบัติทางการใช้งานระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาล

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสามารถในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	4.38	0.49	มาก
2. รายการเชิงคุณภาพระบบ (Non-Functional Test)	4.25	0.56	มาก
3. ลักษณะการออกแบบระบบ (Usability Test)	4.24	0.48	มาก
4. ความปลอดภัยของระบบ (Security Test)	4.77	0.43	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.40	0.53	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณสมบัติทางการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.40 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53

## 7. อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบและประเมินคุณสมบัติทางการใช้งานระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาลในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ระบบผ่านการทดสอบทุกฟังก์ชันที่ทดสอบและมีผลการประเมินคุณสมบัติทางการอยู่ในระดับมาก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบจัดการข้อมูลห้องพยาบาลที่พัฒนาขึ้นบรรลุวัตถุประสงค์ มีความสอดคล้องกับสมมุติฐานของผู้วิจัยในการพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้จริงและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของเดวิด คีแรส ในการประเมินระบบต้นแบบตั้งแต่ช่วงของการออกแบบ จะให้ผลลัพธ์ที่ตรงตามลักษณะของผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปี

.....  
ตีพิมพ์ เจิมบุญธนะพงศ์ ที่การวิเคราะห์ภารกิจงานและการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานระบบสารสนเทศห้องพยาบาล ก่อนการพัฒนาเป็นระบบงานจริง

#### 8. ข้อเสนอแนะ

ควรพัฒนาระบบให้สามารถทำงานได้กับทุกสภาพแวดล้อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และพัฒนาระบบให้สามารถเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยเป็นจำนวนมากในครั้งเดียว

#### 9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะด้วยความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัย นอร์ทกรุงเทพ ขอขอบพระคุณ ผศ.เชษฐ พัฒโนทัย ที่ได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์แก่ผู้วิจัย

#### 10. เอกสารอ้างอิง

- [1] ณภัตรา พิศณุ. (2560, 2 กันยายน). เจ้าหน้าที่พยาบาลประจำห้องพยาบาลมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ. สัมภาษณ์.
- [2] ปิติพัฒน์ เจิมบุญธนะพงศ์. (2559) การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานระบบสารสนเทศห้องพยาบาล. ในรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 4. หน้า 1008-1016. โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่าและคอนเวนชันเซ็นเตอร์, แจ้งวัฒนะ.
- [3] David Tegarden, Alan Dennis and Barbara Haley Wixom. (2005). System Analysis and Design with UML version 2.0. English : Jonh Wiley & Sons, Inc.
- [4] Denis A., Wixom, B.H., and Tegarden, D. "System Analysis and Design an Object-Oriented Approach with UML". 4th,Wiley, 2013.
- [5] Kieras,E.D. 1993. Using the keystroke-level model to estimate execution times. University of Michigan.
- [6] Kieras,E.D. 1993. Using the keystroke-level model to estimate execution times. University of Michigan.
- [7] Kotonya, G., and Sommerville, I. 1997. "Requirements Engineering Processes and Techniques".
- [8] Nielsen, J. 1994. Usability Engineering at a discount. In Salvendy, G., and Smith, M. J. (Eds.), Designing and Using Human-Computer Interfaces and Knowledge Based System. Pp. 394-401.
- [9] Paul C. Jorgensen. 2008. Software Testing. Taylor & Francis Group.

## การทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ

The Fuel Consumption Test of Four Stroke Engine Motorcycle on a Test platform

นายสุนันท์ สุนโทย Sunun Soonhoey

นายปรกรณ์ โรม่า Pakorn Roma

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อทำการทดสอบจักรยานยนต์ 4 จังหวะได้ทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงกับรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะได้ทำการควบคุมอัตราเร็ว 50 – 100 km/h ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E-85, E-20, 91 และ 95 จากผลการทดสอบพบว่าน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ให้ระยะทางสูงที่สุด ซึ่งมีระยะเฉลี่ยเท่ากับ 95.15 km/l ที่อัตราเร็ว และปริมาณเชื้อเพลิงที่เท่ากัน นอกจากนี้ น้ำมันที่ให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่ำสุด คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E-85 เฉลี่ย 0.301 บาทต่อกิโลเมตร และยิ่งพบอีกว่าแรงเสียดทานมีผลต่ออัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน พบว่าการใช้ความเร็วที่ 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 km/h ให้ความเร็วที่วัดได้จริงเท่ากับ 46.3, 59.0, 67.8, 79.8, 85.4 และ 97.6 km/h ซึ่งความเร็วที่วัดได้ไม่ใกล้เคียงกับความเร็วที่กำหนด

**คำสำคัญ:** การทดสอบ, จักรยานยนต์ 4 จังหวะ, อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

### Abstract

This research aims to find lowest oil consumption on 4 stroke engine via the controlling of velocity 50 – 100 km/h, oil prices and kinds of oil. The kinds of oil are Gasohol E-85, 91 and 95. It was found that Gasohol 95 giving the highest distances with same velocity and oil dosages. And Gasohol E-85 gave the lowest oil consumption at 0.301 Baht/km. It also found that friction affect to oil consumption with the manipulate velocity at 50, 60, 70, 80, 90 and 100 km/h. But the actual measured velocity was 46.3, 59.0, 67.8, 79.8, 85.4 and 97.6 km/h.

**Keywords:** Testing, 4 stroke motorcycles, oil consumption

### บทนำ

รถจักรยานยนต์ในประเทศไทยมีจำนวนมากใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้คือ น้ำมันเบนซิน เชื้อเพลิงในปัจจุบันราคาน้ำมันเบนซินยิ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนภายในประเทศเพื่อนำก๊าซชีวภาพใช้เป็นพลังงานทดแทน เป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตจากฟอสซิลจึงเป็นแนวทางสำคัญที่จะนำพาประเทศไปสู่การพึ่งพาพลังงานภายในประเทศได้อย่างยั่งยืน

น้ำมันแก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันที่ได้จากการผสมกันระหว่างน้ำมันเบนซินกับเอทานอลหรือที่เรียกว่าเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ที่ได้จากการแปรรูปจากพืชจำพวกแป้งและน้ำตาล เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ฯลฯ ด้วยกระบวนการหมักและกลั่นซึ่งจะได้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์สามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินมาตรฐานทั่วไป น้ำมันแก๊สโซฮอล์สำหรับรถจักรยานยนต์ที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน อาทิเช่น น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91 แก๊สโซฮอล์ 95 น้ำมัน E-20 และ แก๊สโซฮอล์ E-85 น้ำมันจะมีส่วนผสมของน้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ไม่เท่ากันทำให้มีราคาคุณสมบัติและอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแตกต่างกัน

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้คิดสร้างเครื่องทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะขึ้น เพื่อใช้ในการทดลองเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน

### อุปกรณ์และวิธีการ

- อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดสอบ(ภาพที่1) แทนทดสอบ (ภาพที่2) 2.จักรยานยนต์ 3.เซ็นเซอร์วัดความเร็ว3.(ภาพที่3)
- 1.นำรถจักรยานยนต์ขึ้นแทนทดสอบและทำการยึดรถจักรยานยนต์ให้คงที่เพื่อที่จะทำการทดลอง
  - 2.ต่อท่อน้ำมันจากแผงทดสอบไปยังรถจักรยานยนต์และเติมน้ำมันใสในหลอดแก้วที่แผงทดสอบให้เต็มและต่อระบบไฟของไมล์ที่จะอ่านค่า เพื่อเตรียมการทดลอง
  - 3.ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์แล้วเริ่มเร่งเครื่องให้ได้รอบที่กำหนดแล้วเริ่มการจดบันทึกค่าโดยที่เมื่อน้ำมันลดลงทุกๆ 5 cc จะทำการจดบันทึกข้อมูล 1 ครั้งและทดลองไปจนกระทั่งน้ำมันหมดไปรวม 45 cc
  - 4.นำค่าที่บันทึกจากการทดลอง นำไปคำนวณหาค่าความสิ้นเปลืองของน้ำมันแต่ละชนิด โดยค่าที่ได้จะต่างกันมากเท่าไร
  - 5.เมื่อได้ค่าในการทดลอง จึงนำมาคิดคำนวณหาค่าของอัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันแต่ละชนิดและทำการเก็บข้อมูล



ภาพที่1 แทนทดสอบอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง



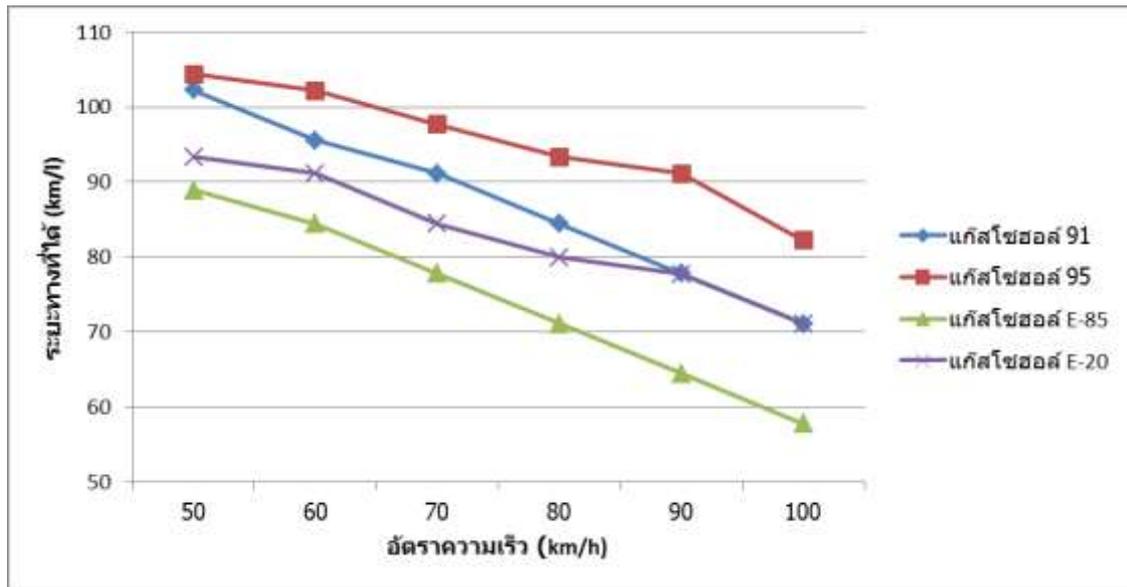
ภาพที่2 การยึดล้อหน้าให้ติดกับเครื่องทดลอง



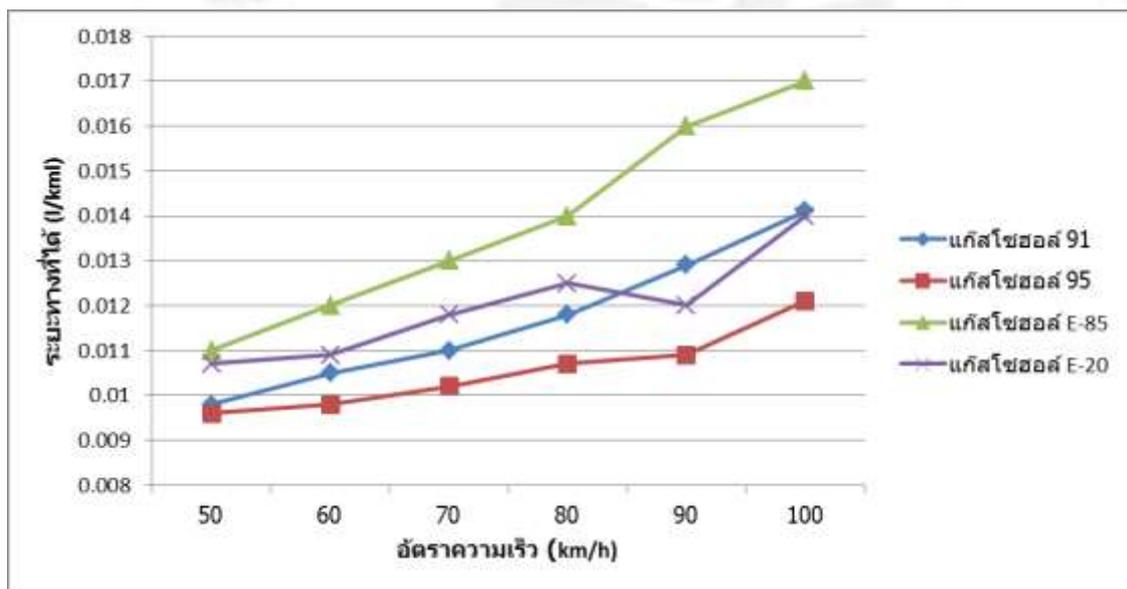
ภาพที่3 ตำแหน่งการติดตั้งของเซ็นเซอร์วัดความเร็ว

#### ผลการทดลอง

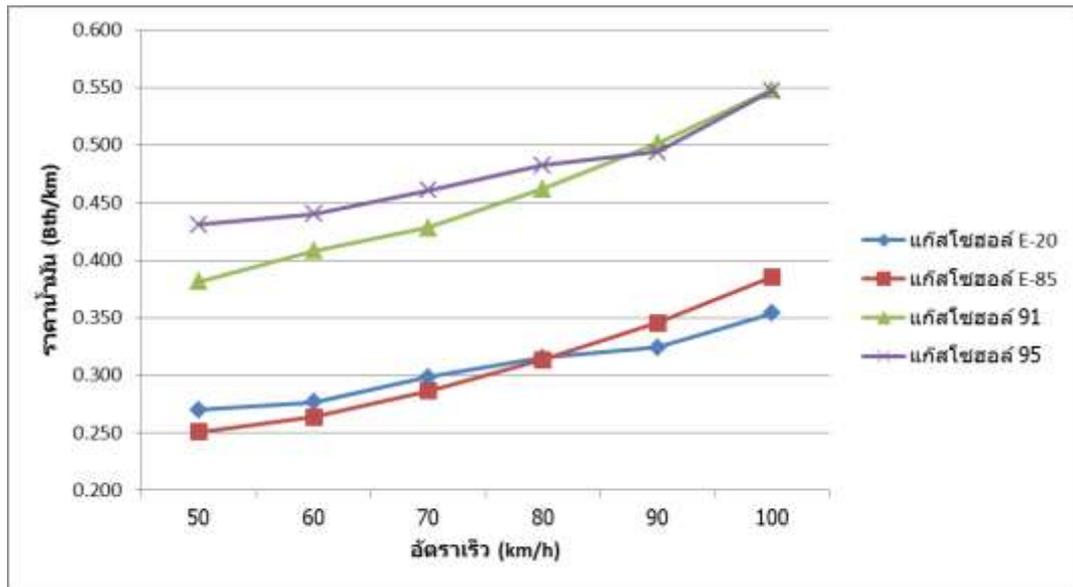
ในการทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 6 ครั้งของน้ำมันแต่ละชนิดโดยการทดสอบที่อัตราความเร็วที่ต่างกันคือ 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h, 90 km/h, 100 km/h และทดสอบในแต่ละความเร็ว จะทำการทดสอบจำนวน 9 ครั้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลว่าที่อัตราความเร็วเท่าไร เวลาที่อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันทั้ง 4 ชนิด คือ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ 91, 95 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E-85, E-20 โดยกำหนดในการทดลองใช้เวลา ความเร็ว ซึ่งทำให้ได้ระยะทางต่อปริมาณลิตรน้ำมันออกมาที่ต่างกันดังต่อไปนี้



4. ระยะทางที่ได้ต่อการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลิตรของน้ำมันทั้ง 4 ชนิด



ภาพที่ 5 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใช้ไปต่อระยะทาง 1km



การคำนวณความผิดของโหลดที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมัน

จากสูตร  $F = \frac{\mu_R R}{h}$

โดยที่ F คือ แรงเสียดทานหมุน

$\mu_R$  คือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่เกิดจากการหมุน

R คือ แรงที่เกิดจากอัตราเร่งภายใต้แรงโน้มถ่วงโลก

h คือ รัศมีของล้อที่ใช้ในการหมุนจาก  $\mu_R$  ของยางรถยนต์กับถนนเรียบ มีค่าเท่ากับ 0.02cm (Roma, 2011)

R คือ น้ำหนักของคนขับรถ กำหนดให้น้ำหนักคนขับ 55 kg และรถจักรยานยนต์ 91 kg มีแรงเท่ากับ 1,460 N

H คือ ความสูงของรถจักรยานยนต์ 30 เซนติเมตร

ดังนั้น จะได้แรงเสียดทานหมุนเท่ากับ 0.973 N

และสามารถคำนวณแรงเสียดทานเลื่อนได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$F = \mu_k N$$

โดยที่

$\mu_k$  คือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่เกิดจากการเคลื่อนที่

N คือ แรงที่เกิดจากอัตราเร่งภายใต้แรงโน้มถ่วงโลก

จาก  $\mu_k$  ของล้อยางรถยนต์กับถนนแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.65 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์, 2544)

N ของคนขับรถ กำหนดให้น้ำหนักคนขับ 55 kg และรถจักรยานยนต์ 91 kg มีแรงเท่ากับ 1,460 N

ดังนั้น จะได้แรงเสียดทานเลื่อนเท่ากับ 949 N

สรุป

งานวิจัยการทดสอบหาอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E-20, E-85, 91 และ 95 ด้วยการควบคุมอัตราความเร็วและระยะทาง

ผลการทดลองความเร็วที่เท่ากัน และปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่เท่ากัน พบว่า น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เท่ากับ 95.15 km/l แก๊สโซฮอล์ 91, E-20 และ E-85 ให้ค่าเฉลี่ยระยะทางเท่ากับ 87.04, 82.91 และ 74.07 km/l ตามลำดับ สิ้นเปลืองมากที่สุดคือ น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E-85 เท่ากับ 0.014 l/km ส่วนชนิดที่ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E-20, 91 และ 95 ให้ค่าสิ้นเปลืองน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 0.0121, 0.0117 และ 0.0105 ตามลำดับ

#### บรรณานุกรม

คนเก่งคนดี. (2556). แก๊สโซฮอล์ น้ำมันดีที่คนไทยควรใช้. 14 สิงหาคม 2556, [www.คนเก่งคนดี.com/แก๊สโซฮอล์-gasohol/](http://www.คนเก่งคนดี.com/แก๊สโซฮอล์-gasohol/)หน่วยงานวิจัย MFlex. (2555) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E-85. 14 สิงหาคม 2556, [www.mflexe\\_85.com/th/E-85.php](http://www.mflexe_85.com/th/E-85.php)

บริษัท พีทีจี เอ็นเนอยี จำกัด (มหาชน). (2555). น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ 20 ตุลาคม 2556, [www.ptgenegy.co.th/product/fuel/th](http://www.ptgenegy.co.th/product/fuel/th)

วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ดดี้. (2555). เครื่องยนต์. 20 ตุลาคม 2556, [http://www.tatc.ac.th/external\\_newsblog.php?links=4453](http://www.tatc.ac.th/external_newsblog.php?links=4453)

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2548). งานจักรยานยนต์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

อำพล ชี้อตรง และชาญชัย ทองประสิทธิ์. (ม.ป.ป.). งานจักรยานยนต์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ในนามผู้จัดทำวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ได้กรุณาให้ทุนการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อทำการทดลองหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจนงานวิจัยนี้เป็นผลสำเร็จ

## การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดของยีนในนิวเคลียสสำหรับการระบุชนิดของงู 6 วงศ์

### Snake DNA Barcode Using Nuclear Gene for Species Identification

#### 6 Families

ธัญญพงศ์ อินทรสอน<sup>1\*</sup>, วีรชัย พุทรวงศ์<sup>2</sup>, ลาวัญญ์ จันทร์โฮม<sup>3</sup>, สุนุชชา สุนทรารชุน<sup>3</sup>, ครุคร ศรีกุลนาถ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

taywinp53@gmail.com

<sup>2</sup>สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>3</sup>สวนงู สถานเสาวภา สภากาชาดไทย

<sup>4</sup>ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

#### บทคัดย่อ

การระบุชนิดสัตว์ (Species Identification) เป็นหนึ่งในงานที่มีความสำคัญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า เนื่องจากชิ้นส่วนที่พบมีปริมาณน้อย เป็นเศษชิ้นส่วนหรือถูกแปรรูปทำให้ไม่สามารถระบุได้ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด ในการตรวจพิสูจน์จึงมีความสำคัญในการสืบสวน การศึกษานี้เป็นการใช้ฐานข้อมูลรหัสดีเอ็นเอสำหรับการระบุชนิดของงูทั้ง 6 วงศ์ จากการใช้ยีน *BDNF* (brain-derived neurotrophic factor precursor) ที่อยู่บนนิวเคลียสเทียบกับการใช้ยีน *COI* (cytochrome c oxidase subunit I) ที่อยู่บนไมโทคอนเดรียโดยใช้ตัวอย่างจากงูทั้งหมด 20 ตัวอย่าง 10 ชนิด โดยพบว่าค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันและระหว่างชนิดกันมีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากเป็นยีนที่อยู่คนละตำแหน่งแต่ยังคงเป็นไปในแนวทางเดียวกันและแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศาวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ที่สร้างขึ้นสามารถจัดกลุ่มเพื่อจำแนกชนิดได้ไปในแนวทางเดียวกัน

**คำสำคัญ:** นิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า, ฐานข้อมูลรหัสดีเอ็นเอ, แผนภูมิต้นไม้เชิงวงศาวิวัฒนาการ

#### Abstract

The Species Identification is one of the important tasks of forensic wildlife because the pieces that found have few quantities, fragmented or processed so it cannot be identified by the morphology. Then, DNA Barcode usage in the examination is important thing for the investigation. This study used the DNA database to identify six families of snakes from the brain-derived neurotrophic factor precursor gene (*BDNF* gene) that located on the nucleus and compared to the use of the cytochrome c oxidase subunit I gene (*COI* gene) on the mitochondria by using 20 samples of 10 species of the snakes. The results revealed that the genetic distance within the same species and between species was different due to the different genes location but remained on the same pace including the Phylogenetic tree that be created from the results of this study to group the species.

**Keyword:** wildlife forensic science, DNA Barcode, Phylogenetic tree

#### 1. บทนำ

นิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า เป็นสาขาที่ได้รับความสนใจและมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย[1], [2] ลักษณะของงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่าส่วนมากเป็นการระบุชนิดของสัตว์จากชิ้นส่วนวัตถุพยานของสัตว์ป่าซึ่งรวบรวมได้จากสถานที่เกิดเหตุหรือที่ตรวจยึดได้จากผู้ต้องสงสัย เพื่อใช้ประโยชน์ในการบังคับใช้กฎหมายหรืออนุสัญญาคุ้มครองสัตว์ป่าทั้งในและระหว่างประเทศ เช่น อนุสัญญาไซเตส (CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna

and Flora) [3] เนื่องจากวัตถุพยานที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ป่านั้นโดยทั่วไปมีปริมาณน้อยและเป็นเศษชิ้นส่วนเสื่อมสภาพ หรือถูกแปรสภาพ จึงไม่สามารถทำการระบุชนิดของสัตว์ป่านั้น ๆ ได้ ซึ่งในปัจจุบันสัตว์ป่าจำพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ถูกล่าและค้าในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นอย่างมาก เพื่อเป็นอาหาร ยา และเพื่อความเชื่อต่าง ๆ ทำให้จำนวนของสัตว์ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว

งูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไม่มีขา ไม่มีเปลือกตา มีเกล็ดปกคลุมผิวหนังทั่วทั้งลำตัว [4] ลักษณะลำตัวยาวซึ่งโดยขนาดของความยาวนั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของงู ปราดเปรียวและว่องไวในการเคลื่อนที่มีลิ้นสองแฉกเพื่อใช้สำหรับรับความรู้สึกทางกลิ่น จัดอยู่ในชั้น Reptilia, ตระกูล Squamata, ตระกูลย่อย Serpentes ในประเทศไทยนั้นสามารถพบเห็นได้ทั่วไป แต่ในปัจจุบันได้มีจำนวนลดลงซึ่งเกิดมาจากการลักลอบค้าเป็นสัตว์เลี้ยง เนื้อชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ [5] การวินิจฉัยให้ทราบถึงชนิดต่าง ๆ ของงูจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการระบุความผิดและลงโทษผู้กระทำความผิดนั้น ๆ

ในการศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาการใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA Barcode) ในงูทั้ง 20 ตัวอย่าง 10 ชนิด โดยศึกษาจากยีนบนไมโทคอนเดรียได้แก่ *COI* และศึกษาจากนิวเคลียสได้แก่ *BDNF* เพื่อเพิ่มความสามารถในการจำแนก (power of discrimination) ในการระบุชนิดของงู

## 2. วิธีการศึกษา

### การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากงูที่ใช้ในงานวิจัย 20 ตัวอย่าง 10 ชนิดได้แก่ งูเขียวหัวจิ้งจก (*Ahaetulla prasina*), งูทับสมิงคลา (*Bungarus candidus*), งูปล้องทอง (*Boiga dendrophila*), งูทางมะพร้าวดำ (*Coelognathus flavolineatus*), งูสายรุ้ง (*Enhydryis enhydryis*), งูทางมะพร้าวลายขีด (*Coelognathus radiatus*), งูหลาม (*Python bivittatus*), งูแสงอาทิตย์ (*Xenopeltis unicolor*), งูเขียวหางไหม้ (*Trimeresurus albolabris*), งูเห่าพันพิชสยาม (*Naja siamensis*) (ตารางที่ 1) โดยมีทั้งหมด 6 วงศ์ ได้แก่ Colubridae, Elapidae, Homalopsidae, Pythonidae, Xenopeltidae และ Viperidae ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างโดยการเจาะเลือด บริเวณเส้นเลือดดำจากปลายหางด้านล่าง โดยใช้เข็มขนาด 25G (EuroMed©) ที่ผสม 10 mM EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) ดูดใส่กระบอกฉีดยาขนาด 1 ml โดยขั้นตอนการดูแลและการใช้สัตว์ในการทดลองได้รับการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (คกส.มก.) (โดยได้รับเลขที่การรับรอง เลขที่ ACKU00359)

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทของงูชนิดที่ใช้ในการศึกษานี้

ชนิด	ชื่อไทย	วงศ์	ตัวย่อ	จำนวน
<i>Ahaetulla prasina</i>	งูเขียวหัวจิ้งจก	Colubridae	APR	2
<i>Bungarus candidus</i>	งูทับสมิงคลา	Elapidae	BCA	2
<i>Boiga dendrophila</i>	งูปล้องทอง	Colubridae	BDE	2
<i>Coelognathus flavolineatus</i>	งูทางมะพร้าวดำ	Colubridae	CFL	2
<i>Enhydryis enhydryis</i>	งูสายรุ้ง	Homalopsidae	EEN	2
<i>Coelognathus radiatus</i>	งูทางมะพร้าวลายขีด	Colubridae	CRA	2
<i>Python bivittatus</i>	งูหลาม	Pythonidae	PBI	2
<i>Xenopeltis unicolor</i>	งูแสงอาทิตย์	Xenopeltidae	XUN	2
<i>Trimeresurus albolabris</i>	งูเขียวหางไหม้	Viperidae	TAL	2
<i>Naja siamensis</i>	งูเห่าพันพิชสยาม	Elapidae	NSI	2

การสกัดดีเอ็นเอและการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR

สกัดสารพันธุกรรมจากตัวอย่างเลือดตามวิธี salting-out method [6] ตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธี 1% agarose gel electrophoresis จากนั้นเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมโดยใช้ PCR primer ของยีน *COI* [7] และ PCR primer ของยีน *BDNF* [8] ซึ่งจะถูกเพิ่มปริมาณโดยใช้ PCR primer ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลำดับ Primer ของยีน *COI* และยีน *BDNF* ที่ใช้ในการศึกษา

Primer	Gene	primer	Reference
COI F	<i>COI</i>	TCAGCCATACTACCTGTGTTCA	Makowsky <i>et al.</i> , 2010
COI R	<i>COI</i>	TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA	Makowsky <i>et al.</i> , 2010
BDNF F	<i>BDNF</i>	CAGCTTGGCTTATCCTGGTC	Tawichasri <i>et al.</i> , 2017
BDNF R	<i>BDNF</i>	CTTTGTGCTGCACTTGGTCTC	Tawichasri <i>et al.</i> , 2017

ในแต่ละตัวอย่างจะทำปฏิกิริยา PCR ในปริมาตรรวม 15  $\mu$ l ประกอบไปด้วย 10X PCR buffer 2  $\mu$ l, DNA template 1  $\mu$ l, Forward Primer (10  $\mu$ M) 1  $\mu$ l, Reverse Primer (10  $\mu$ M) 1  $\mu$ l, dNTPs (4 mM) 2  $\mu$ l, Taq polymerase (2.5 U) 0.2  $\mu$ l, น้ำกลั่นไร้เชื้อ 12.8  $\mu$ l จากนั้นนำหลอด PCR ที่เตรียมไว้ในเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม Thermocycler โดยกำหนดอุณหภูมิและเวลาของแต่ละขั้นตอนโดย เริ่มต้นที่ Pre-denaturation 94°C เป็นเวลา 3 นาทีในแต่ละรอบของปฏิกิริยา PCR กำหนดอุณหภูมิและเวลา ดังนี้ Denaturation 94°C เป็นเวลา 30 วินาที, Annealing 56°C (สำหรับ *COI*) 55°C (สำหรับ *BDNF*) เป็นเวลา 30 วินาที, Extension 72°C เป็นเวลา 45 วินาที ทำซ้ำ 35 รอบ เมื่อครบรอบสุดท้ายตามด้วยอุณหภูมิ 72°C เป็นเวลา 7 นาที

#### การทำลำดับนิวคลีโอไทด์และการวิเคราะห์

จากนั้นทำการถ่ายฝากยีนที่เชื่อมต่อกับ pTG19-T vector แล้ว เข้าสู่แบคทีเรีย *Esherichia coli* สายพันธุ์ DH5 $\alpha$  นำไปสกัดเพื่อแยกส่วนที่เราต้องการมาทำลำดับนิวคลีโอไทด์โดยถูกส่งไปที่ 1st Base DNA sequencing service (Seri Kembangan, Malaysia) สำหรับตำแหน่งที่จัดเรียงไม่ได้ (unalignable) และตำแหน่งที่เป็นช่องว่าง (gap) จะถูกนำออกจากข้อมูลทั้งหมด ลำดับนิวคลีโอไทด์จะถูกจำแนกชนิดทำการวิเคราะห์และการสร้างแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศวานวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) โดยวิธี Maximum Likelihood และใช้ Model ในการหาด้วย Kimura 2-parameter model สุ่มค่า bootstrap ซ้ำเป็นจำนวน 1,000 ซ้ำต่อการสร้างแผนภูมิต้นไม้ที่แสดงความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม MEGA 6 [9]

Maximum Likelihood จะใช้หลักการการค้นหา tree ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต โดยที่วิธีนี้จะประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัวคำนวณกับแบบจำลอง (model) เพื่อใช้ในการบ่งบอกว่า tree ใดควรเป็น tree ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุดในการที่จะบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริงจากลำดับดีเอ็นเอที่เรากำลังศึกษาอยู่จะเกิดขึ้นได้

K2P model (Kimura 2-parameter model) เป็นหนึ่งในแบบจำลองวิวัฒนาการเพื่อประเมินว่ามีความแปรผันของลำดับนิวคลีโอไทด์มากน้อยเพียงใด เหมาะที่จะนำมาใช้หรือไม่

MEGA 6 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis 6) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการทำการเทียบเคียง (Multiple sequence alignment) การสร้างแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศวานวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) การวิเคราะห์ข้อมูลวิวัฒนาการของลำดับนิวคลีโอไทด์ และการทดสอบสมมติฐานทางวิวัฒนาการ

### 3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

#### การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

จากการศึกษาค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันโดยใช้ K2P model ตามหลักใน The Phylogenetic Handbook 2009 [17] พบว่างูแสงอาทิตย์ (*Xenopeltis unicolor*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเท่ากับ 0.0540 เป็นค่าที่สูงที่สุดที่พบจากยีน *BDNF* งูเขียวหัวจิ้งจก (*Ahaetulla prasina*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเท่ากับ 0.0821 เป็นค่าที่สูงที่สุดที่พบจากยีน *COI* งูทับสมิงคลา (*Bungarus candidus*) และ งูปล้องทอง (*Boiga dendrophila*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเท่ากับ 0.0014 เป็นค่าต่ำสุดที่พบจากยีน *BDNF* และงูเห่าพ่นพิษสยาม (*Naja siamensis*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเท่ากับ 0.0000 เป็นค่าต่ำสุดที่พบจากยีน *COI* (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า ยีน *BDNF* และยีน *COI* นั้นให้ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันได้หลากหลายและแตกต่างกันภายในชนิดเดียวกันเนื่องจากยีนสองชนิดอยู่คนละตำแหน่งคือ บนไมโทคอนเดรียและบนนิวเคลียส แต่ว่าค่าที่ได้นั้นยังคงให้ความแตกต่างภายในชนิดต่ำ จึงทำให้สามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตต่างชนิดออกจากกันได้ นอกจากนี้จากการศึกษาค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดโดยใช้ K2P model พบว่า งูเห่าพ่นพิษสยาม (*Naja siamensis*) และ งูทับสมิงคลา (*Bungarus candidus*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดน้อยที่สุดที่พบจากยีน *BDNF* และยีน *COI* มีค่าเท่ากับ 0.0089 และ 0.1733 ตามลำดับ ในขณะที่งูเขียวหางไหม้ (*Trimeresurus albolabris*) และงูแสงอาทิตย์ (*Xenopeltis unicolor*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดมากที่สุดที่พบจากยีน *BDNF* มีค่าเท่ากับ 0.0405 งูหลาม (*Python bivittatus*) และงูเขียวหัวจิ้งจก (*Ahaetulla prasina*) มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดมากที่สุดที่พบจากยีน *COI* มีค่าเท่ากับ 0.2892 ซึ่งจะเห็นว่าค่าที่ได้จากยีน *COI* จะได้ค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากยีนบนยีน *BDNF* ทำให้เห็นว่าการใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ บนยีน *COI* นั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่า [10] แต่การใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์บนยีน *BDNF* นั้นก็ยังคงใช้ได้และสามารถแยกชนิดได้เช่นกัน [11]

ตารางที่ 3 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันและระหว่างชนิด (Genetic distance within and between) ของงูทั้ง 10 ชนิด ในยีน *BDNF* โดยใช้ K2P model

	APR	BCA	BDE	CFL	EEN	CRA	PBI	XUN	TAL	NSI
APR	0.0068									
BCA	0.0193	0.0014								
BDE	0.0208	0.0137	0.0014							
CFL	0.0172	0.0130	0.0130	0.0027						
EEN	0.0215	0.0145	0.0187	0.0152	0.0027					
CRA	0.0194	0.0124	0.0138	0.0131	0.0173	0.0180				
PBI	0.0306	0.0263	0.0278	0.0270	0.0314	0.0278	0.0041			
XUN	0.0394	0.0365	0.0365	0.0336	0.0372	0.0365	0.0329	0.0540		
TAL	0.0278	0.0208	0.0250	0.0222	0.0236	0.0243	0.0342	0.0405	0.0321	
NSI	0.0215	0.0089	0.0158	0.0151	0.0166	0.0145	0.0270	0.0364	0.0166	0.0027

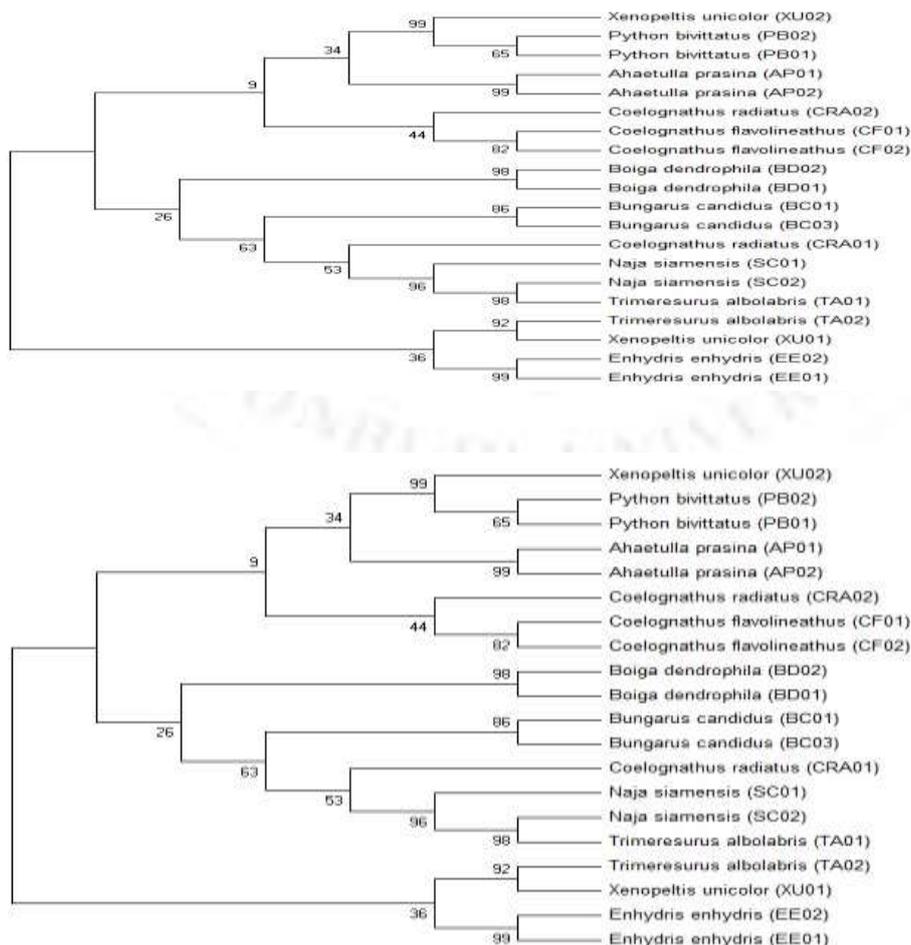
ตารางที่ 4 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันและระหว่างชนิด (Genetic distance within and between) ของงูทั้ง 10 ชนิด ในยีน *COI* โดยใช้ K2P model

	APR	BCA	BDE	CFL	EEN	CRA	PBI	XUN	TAL	NSI
APR	0.0821									
BCA	0.2282	0.0110								
BDE	0.2405	0.2010	0.0016							
CFL	0.2330	0.1916	0.1930	0.0016						

EEN	0.2528	0.2257	0.2295	0.2129	0.0062					
CRA	0.2426	0.2190	0.2091	0.1798	0.2256	0.0047				
PBI	0.2892	0.2419	0.2510	0.2321	0.2391	0.2451	0.0047			
XUN	0.2634	0.2214	0.2061	0.2103	0.2342	0.2387	0.2106	0.0078		
TAL	0.2530	0.2148	0.2087	0.2078	0.2242	0.2306	0.2430	0.2192	0.0126	
NSI	0.2460	0.1733	0.2269	0.1896	0.2275	0.2284	0.2263	0.2288	0.2113	0.0000

### การสร้างแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศ์วานวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree)

การเปรียบเทียบแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศ์วานวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) จากตัวอย่างที่วิเคราะห์โดยใช้ยีน *BDNF* และยีน *COI* จำนวน 20 ตัวอย่าง 10 ชนิด (ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3) พบว่าแผนภูมิต้นไม้ที่ได้ทั้งสองแบบนี้มีความแตกต่างกันแต่เป็นไปในแนวทางเดียวกันสามารถทำการจำแนกชนิดของงูได้เช่นกันแต่จะได้ลักษณะความสัมพันธ์ที่ต่างกันบางส่วน โดยที่ความแตกต่างกันนั้นเกิดจากการใช้บาร์โค้ดที่ได้จากยีนคนละแบบโดยเป็นยีนบนไมโทคอนเดรียและยีนบนนิวเคลียสซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิต้นไม้เชิงวงศ์วานวิวัฒนาการที่ประกอบด้วยหลายความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันตามแต่ยีนที่ใช้ในการศึกษา [12] แต่ความสามารถในการจำแนกชนิดนั้นยังคงสามารถทำได้เช่นเดียวกัน



รูปภาพที่ 1 Phylogenetic tree วิเคราะห์โดยใช้ยีน *COI* จำนวน 20 ตัวอย่าง 10 ชนิด ด้วยวิธี Maximum Likelihood และใช้ Model ในการหาต้นไม้ที่แท้จริงด้วย Kimura 2-parameter model โดยใช้โปรแกรม MEGA 6

รูปภาพที่ 2 Phylogenetic tree วิเคราะห์โดยใช้ยีน *BDNF* จำนวน 20 ตัวอย่าง 10 ชนิด ด้วยวิธี Maximum Likelihood และใช้ Model ในการหาต้นไม้ที่แท้จริงด้วย Kimura 2-parameter model โดยใช้โปรแกรม MEGA 6

#### 4. วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการศึกษาพบว่าการใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดบนยีนทั้งสองยีนนั้นสามารถทำได้ถึงแม้ผลจะออกมาต่างกันแต่ยังคงไปในแนวทางเดียวกันซึ่งยีน *BDNF* แม้ว่าจะไม่ใช่ยีนที่นิยมใช้ในการสร้างแผนภูมิต้นไม้เชิงวิวัฒนาการโดยทั่วไปแต่ยีน *BDNF* นั้นก็มีความสามารถในการสร้างแผนภูมิต้นไม้ที่แยกแต่ละชนิด ออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ [13] แม้ว่าการใช้ยีน *COI* บนโมโทคอนเดรียจะให้ผลที่ดีกว่าแต่ก็จะมีการใช้ยีนบนนิวเคลียสควบคู่เพื่อเพิ่มความสามารถในการจำแนกไปอีกด้วย [14] ซึ่งในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่านั้นการใช้งานด้านดีเอ็นเอเพื่อตรวจพิสูจน์ชนิดของสัตว์เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการบังคับใช้กฎหมาย ทั้งในด้านการระบุอนุกรมวิธานหรือนำไปช่วยจัดหมวดหมู่เพื่อลดการค้าสัตว์ป่า [15] และสามารถใช้เพื่อป้องกันสิ่งมีชีวิตที่ใกล้สูญพันธุ์ได้อีกทางหนึ่ง [16] แต่การที่จะระบุชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องขยายและเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลลำดับเบส [5] งานทางด้านดีเอ็นเอบาร์โค้ดสำหรับฐานข้อมูลจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาและพัฒนาในอนาคต

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสูง สถานเสาวภา สภากาชาดไทย และเรียลซู สวนสัตว์แปลก (REAL Zoo) สำหรับการเก็บตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณหัวหน้าห้องปฏิบัติการเซลล์พันธุศาสตร์และภาควิชาพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อต่อสถานที่

#### เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] พัชรา สิ้นลอยมา. (2560). เอกสารประกอบการบรรยายหัวข้อการแก้ไขปัญหาอาชญากรรมด้วยนิติวิทยาศาสตร์. โครงการฝึกอบรมหลักสูตร การบริหารงานยุติธรรมระดับสูง รุ่นที่ 8, วิทยาลัยกิจการยุติธรรม สำนักกิจการยุติธรรม.
- [2] อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, และคณะ. (2546). นิติวิทยาศาสตร์ 1 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีจีพีริ้นติ้ง จำกัด.
- [3] Bentwal, N. (June 25, 2014). Snake Identification by Characteristics. Retrieved from <https://animalsake.com/snake-identification-by-characteristics>
- [4] Yi-Ming, L., G. Zenxiang, L. Xinhai, W. Sung and J. Niemelä (2000). Illegal wildlife trade in the Himalayan region of China. *Biodiversity & Conservation* 9(7): 901-918.
- [5] Renctas (2001). 1st National Report on the Traffic of Wild Animals. Brasilia - Brazil, Renctas.
- [6] Supikamolseini, A., S. Suntrarachun, L. Chanhom, M. Sumontha, S. Piyachokanakul and K. Srikulnath. (2012). DNA markers for identification of some venomous snakes in Thailand. *The Current Sciences of snakes and Snake Venoms in Thailand*.
- [7] Makowsky, R., J. C. Marshall, Jr., J. McVay, P. T. Chippindale and L. J. Rissler (2010). Phylogeographic analysis and environmental niche modeling of the plain-bellied watersnake (*Nerodia erythrogaster*) reveals low levels of genetic and ecological differentiation. *Mol Phylogenetic Evol* 55(3): 985-995.
- [8] Tawichasri, P., N. Laopichienpong, L. Chanhom, R. Phatcharakullawarawat, W. Singchat, T. Koomgun, T. Prasongmaneerut, W. Rerkamnuaychoke, S. Sillapaprayoon, N. Muangmai, S. Suntrarachun, S. Baicharoen, S. Peyachoknagul and K. Srikulnath (2017). Using blood and non-invasive shed skin samples to identify sex of caenophidian snakes based on multiplex PCR assay. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* 271: 6-14.
- [9] Tamura, K., J. Dudley, M. Nei and S. Kumar (2007). MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Mol Biol Evol* 24(8): 1596-1599.



## การปรับปรุงอย่างง่ายในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

### Facial Improvement in Latent Fingerprint Detection on Thermal Paper

สุภวรรณ พันธุ์, วีรชัย พุทธรังค์, เกษศิริพันธ์ เอกสินธุ์กุล\*

หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\* faasgre@ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

กระดาษความร้อน หรือกระดาษเทอร์มอล (Thermal paper) เป็นกระดาษชนิดพิเศษที่มีการเคลือบด้วยชั้นสารเคมีในชั้นกระดาษ เมื่อต้องการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยน้ำยาเคมี เช่น สารละลายนินไฮดริน จะส่งผลให้พื้นผิวกระดาษความร้อนเปลี่ยนเป็นสีดำ ทำให้บ่งรอยลายนิ้วมือแฝงจึงไม่สามารถตรวจพบได้หรือไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปรับปรุงอย่างง่ายโดยใช้สารละลายนินไฮดริน (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione solution) ที่ผสมกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนต่างๆ (0.30, 0.35, 0.40, 0.45 และ 0.50 กรัม) โดยให้อาสาสมัครประทับนิ้วลงบนกระดาษความร้อน แล้วจุ่มลงในสารละลายนินไฮดรินที่ผสมด้วยกาวลาเท็กซ์ จากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจหาและเก็บภาพรอยลายนิ้วมือแฝง (DCS4) ตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นด้วยเครื่องตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) และเปรียบเทียบความสามารถในการลดคราบสีดำของพื้นหลังกระดาษ ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายนินไฮดริน 10 มิลลิลิตร กับกาวลาเท็กซ์ 0.50 กรัม สามารถลดคราบสีดำของพื้นหลังกระดาษความร้อนได้ดีที่สุด สามารถตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

**คำสำคัญ:** รอยลายนิ้วมือแฝง, กระดาษความร้อน, นินไฮดริน, กาวลาเท็กซ์

#### Abstract

Thermal paper is a special type of paper; of which is coated with a chemical layer in the paper. When discover fingerprints by using chemical reagents such as ninhydrin solution with thermal paper shows background black staining on the heat-sensitive front side. Unclear fingerprints can't be discovered, or seen. The researcher has to study how to find better ways, for the improvement of finding fingerprints; by using ninhydrin (2,2-Dihydroxyindane-1,3-Dione solution) mixed with latex glue in different ratios (0.30, 0.35, 0.40, 0.45 and 0.50 g). Afterwards, the fingerprint is applied to the thermal paper, and dipped with the ninhydrin solution. In addition, the sample is kept for 24 hours, and imaging is done with the DCS4, detectable minutiae can be used for identification of latent prints; by using an Automated Fingerprint Identification System (AFIS); in order to compare the results. This assist in the reduction of the black stain on the paper background. The outcome that was presented, showed the optimum ratio of 10 ml of ninhydrin solution with 0.50 g of latex glue could. In summary, this can be done to verify personal identification

**Keywords:** latent fingerprint, Thermal paper, Ninhydrin, Latex glue

## 1. บทนำ

กระดาษความร้อน หรือกระดาษเทอร์มอล (Thermal paper) เป็นกระดาษชนิดพิเศษที่มีการเคลือบชั้นสารเคมี (Thermal reactive layer) ในชั้นกระดาษ เมื่อกระบวนการพิมพ์เริ่มขึ้นหัวพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ความร้อน (Thermal printer) จะให้ความร้อนลงไปบนชั้นสารเคมี ทำให้สารเคมีเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันได้สารประกอบที่มีสีเกิดขึ้นด้วยคุณสมบัติพิเศษของกระดาษชนิดนี้ที่ไม่ต้องใช้หมึกพิมพ์ สามารถพิมพ์ได้คมชัดมีจำหน่ายทั่วไป และราคาถูก ทำให้นิยมนำกระดาษความร้อนมาใช้กันอย่างแพร่หลาย พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น กระดาษใบเสร็จจากห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้า กระดาษจากตู้เอทีเอ็ม กระดาษจากเครื่องรูดบัตรเครดิต กระดาษจากเครื่องกดบัตรคิว กระดาษแฟกซ์ เป็นต้น

แต่ด้วยองค์ประกอบพิเศษในกระดาษ ความร้อนนี้ทำให้การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ สารละลายนินไฮดริน (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione solution) สารละลาย 1,2 อินเดนไดโอน (1,2 Indanedione solution) สารละลาย DFO (1,8-Diazafluoren-9-onesolution) ประสบกับปัญหาจากการทำปฏิกิริยาของสารเคมีเหล่านี้กับสารเคมีในชั้นสารเคมี (Thermal reactive layer) ของกระดาษสีพื้นของกระดาษความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสีดำทันทีที่เกิดปฏิกิริยารอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏจะถูกบดบังด้วยสีพื้นกระดาษทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ หรืออาจมองเห็นได้แต่ไม่ชัดเจน มีผลต่อการนำไปตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล เช่นอาจทำให้การตรวจหาจำนวนรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏได้ลดลง ลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ไม่ชัดเจนความยุ่งยากในการปรับคุณภาพของภาพรอยลายนิ้วมือแฝงการใช้ระยะเวลาและความยากในการตรวจพิสูจน์และที่เพิ่มมากขึ้นเป็นต้น<sup>[1]</sup>

ในงานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา เคยมีการศึกษาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนด้วยวิธีการรมด้วย ไอโอดีน การใช้เทคนิคการเรืองแสงโดยให้พลังงานแสงที่เหมาะสม การผสมสารละลายนินไฮดริน (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione solution) สารละลาย 1,2 อินเดนไดโอน (1,2 Indanedione solution) สารละลาย DFO (1,8-Diazafluoren-9-onesolution) เข้ากับสารพอลิเมอร์หรือสารต่างๆ เพื่อให้ได้สารละลายที่มีประสิทธิภาพในการทำงานกับกระดาษความร้อน<sup>[1]-[8]</sup>

ในงานวิจัยนี้ ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ ความร้อนอย่างง่ายเพื่อลดหรือการเปลี่ยนคราบสีดำของกระดาษความร้อนที่เกิดขึ้นหลังทำปฏิกิริยากับสารละลายนินไฮดริน โดยการเตรียมสารละลายผสมระหว่างสารละลายนินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถหาได้ง่าย ในอัตราส่วนต่างๆ หาช่วงความเข้มข้นที่สามารถลดและเปลี่ยนสีดำบนกระดาษความร้อน และยังคงให้คุณภาพของลายเส้นรอยลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจนเพื่อให้ได้สารละลายที่เหมาะสมนำไปใช้งาน เป็นเทคนิคที่ทำได้ง่ายในขั้นตอนเดียว ใช้ปริมาณน้อย รวดเร็ว และราคาถูก โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้สารละลายนินไฮดรินซึ่งเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มากที่สุดในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษทั่วไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้กาวลาเท็กซ์ในการเปลี่ยนคราบสีดำของกระดาษความร้อนหลังการทำปฏิกิริยากับสารละลายนินไฮดรินหาอัตราส่วนผสมของสารละลายนินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ ที่เหมาะสมจะนำไปใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือและฝ่ามือแฝงบนกระดาษความร้อน

## 3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงเตรียมกระดาษความร้อนเพื่อประทับรอยลายนิ้วมือใช้อาสาสมัครในการทดลอง 1 คน ให้อาสาสมัครล้างมือและใบหน้าให้สะอาด หลังจากนั้น 1 ชั่วโมง ให้อุณหภูมิห้องทั้งสองข้างเข้าด้วยกัน แตะนิ้วบนหน้าผากแล้ว

ประทับลงบนกระดาษความร้อนบนกระดาษความร้อน เก็บตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่ได้ในถุงพลาสติกแบบมีซิปล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายนินไฮดริน(Ninhydrin working solution) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2.1 ละลายนินไฮดริน 36.50 กรัม ลงใน ตัวทำละลายเอทานอล 425 มิลลิลิตร

2.2 เติมนิเอทิลอะซิเตท (Ethyl acetate) 35 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2.3 เติมนิเอทิลอะซิติก (Glacial acetic acid) 40 มิลลิลิตร คนสารให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาที หรือจนกว่าของแข็งนินไฮดรินจะละลายหมด

2.4 ได้สารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin stock solution) 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดสีชา

2.5 เติมนิวเมทิลอะซิเตท HFE-7100 935 มิลลิลิตร ลงในสารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin stock solution) 65 มิลลิลิตร (เตรียมจากข้อ 2.4) ได้สารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin working solution) 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดสีชา พร้อมนำไปใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin working solution) (จากข้อ 2.5) ก่อนและหลังการผสมด้วยกาวลาเท็กซ์

ขั้นตอนที่ 4 เตรียมสารละลายผสมนินไฮดริน(Ninhydrin working solution) กับกาวลาเท็กซ์ที่อัตราส่วนต่างกันโดยการชั่งกาวลาเท็กซ์ผสมกับสารละลายนินไฮดรินอัตราส่วนต่างๆ คนให้เข้ากันเป็นเวลา 20 นาที กรองสารละลายผสมที่ได้ จากนั้นจุ่มกระดาษความร้อนที่เตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1 ลงในสารละลายผสมให้ทั่วทั้งแผ่นแล้วยกขึ้นวางให้แห้ง เก็บใส่ถุงซิปล ให้พ้นแสง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 5 ถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจหาและเก็บภาพรอยลายนิ้วมือแฝง (DCS4) นำตัวอย่างภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไปหาจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้น โดยใช้เครื่องตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายนินไฮดรินก่อนและหลังการทาด้วยกาวลาเท็กซ์

เปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนของสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีพื้นหลังกระดาษความร้อนบันทึกจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้น โดยการให้คะแนนความสามารถของสารละลายผสมที่ลดคราบสีดำของกระดาษความร้อนได้ และความชัดเจนของลายเส้น ดังนี้

คะแนนความสามารถของสารละลายผสม นินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ที่ลดคราบสีดำของกระดาษความร้อนได้ โดยกำหนดค่าคะแนนดังนี้

- A ลดคราบสีดำได้ดีมาก
- B ลดคราบสีดำได้ดี
- C ลดคราบสีดำได้ปานกลาง
- D ลดคราบสีดำได้น้อย
- E ลดคราบสีดำได้น้อยที่สุด

คะแนนความชัดเจนของลายเส้น

- A ชัดเจนมากที่สุด
- B ชัดเจนมาก

- C ชัดเจนปานกลาง
- D ชัดเจนน้อย
- E ชัดเจนน้อยที่สุด

#### 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายนินไฮดรินก่อนและหลังการทำด้วยกาวลาเท็กซ์

จากรูปที่ 1(ก) กระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายนินไฮดริน จะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีดำทันที ส่วนรูปที่ 1(ข) คือ หลังจากนำกระดาษใน รูปที่ 1(ก) ทาด้วยกาวลาเท็กซ์ ทำให้กระดาษเปลี่ยนคืนจากสีดำเป็นขาว

แสดงให้เห็นว่ากาวลาเท็กซ์ สามารถเปลี่ยนสีพื้นหลังกระดาษความร้อนได้ จึงนำไปสู่การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกาวลาเท็กซ์ในสารละลายนินไฮดรินที่สามารถลดคราบสีดำของพื้นหลังกระดาษความร้อน โดยไม่ทำลายลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง สามารถนำไปตรวจพิสูจน์ยืนยัน ตัวบุคคลได้



(ก)

รูปที่ 1 (ก) กระดาษความร้อนที่จุ่มใน  
นินไฮดริน หลังทาด้วยกาวลาเท็กซ์

สารละลายนินไฮดริน (ข) กระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลาย

4.2 การศึกษาตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยสารละลายนินไฮดริน/กาวลาเท็กซ์บนกระดาษความร้อน

การถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องตรวจหาและเก็บภาพรอยลายนิ้วมือแฝง (DCS4) ดังรูปที่ 2 แล้วนำไป การตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นโดยใช้เครื่องตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ตัวอย่างภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงจากเครื่องเครื่องตรวจหาและเก็บภาพรอยลายนิ้วมือแฝง (DCS4)



รูปที่ 3 ตัวอย่างการให้จุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นด้วยเครื่องตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคราบสีดำบนกระดาษความร้อนหลังทดสอบด้วยสารผสมของสารละลายนินไฮดริน 10 มิลลิลิตร กับกาวลาเท็กซ์ที่อัตราส่วน 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 และ 0.50 กรัม พบว่าเมื่ออัตราส่วนเปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงของสีพื้นหลังกระดาษความร้อนจะค่อยเปลี่ยนเป็นขาวขึ้นตามลำดับ ทำให้ลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝงไม่มี สีพื้นหลังรบกวน



รูปที่ 4 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาลาเท็กซ์ 0.30 กรัม



รูปที่ 5 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาลาเท็กซ์ 0.35 กรัม



รูปที่ 6 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาลาเท็กซ์ 0.40 กรัม



รูปที่ 7 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาลาเท็กซ์ 0.45 กรัม



รูปที่ 8 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนที่จุ่มในสารละลายผสมนินไฮทรินกับกาวลาเท็กซ์ 0.50 กรัม

ตารางที่ 1 ค่าคะแนนของตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงใน แต่ละอัตราส่วนของสารละลายผสมนินไฮทรินกับกาวลาเท็กซ์

อัตราส่วนกาว ลาเท็กซ์ (g)/ สารละลายนิน ไฮทริน (10 มิลลิลิตร)	คะแนนความสามารถ ในการลดคราบสีดำ ของกระดาษความ ร้อน	คะแนน ความ ชัดเจน ลายเส้น	จำนวนจุด ลักษณะ สำคัญ พิเศษ
0.30	D	C	72
0.35	C	B	83
0.40	C	C	70
0.45	B	B	79
0.50	A	C	56

คะแนนความสามารถของสารละลาย  
ผสม นินไฮทรินกับกาวลาเท็กซ์ที่ลดคราบสีดำ  
ของกระดาษความร้อนได้ โดยกำหนดค่าคะแนน  
ดังนี้ A : ลดคราบ สีดำได้ดีมาก B : ลดคราบสี  
ดำได้ดี C : ลดคราบสีดำได้ปานกลาง D : ลด  
คราบสีดำได้น้อย E : ลดคราบสีดำได้น้อยที่สุด

คะแนนความชัดเจนของลายเส้น  
A : ชัดเจนมากที่สุด B : ชัดเจนมาก C : ชัดเจน  
ปานกลาง D : ชัดเจนน้อย E : ชัดเจนน้อย  
ที่สุด

## 5. วิจัยและสรุปผลการวิจัย

การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานที่มีรูพรุน เช่น กระดาษ สามารถใช้สารละลายนินไฮทริน (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione solution) สารละลาย 1,2 อินเดนไดโอน (1,2 Indanedione solution) และสารละลาย DFO (1,8-Diazafluoren-9-onesolution) แต่เนื่องจากสารละลายนินไฮทริน มีราคาไม่แพง ใช้งานง่ายในขั้นตอนเดียว รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไม่ต้องใช้เครื่องกำเนิดแสงเหมือนเช่นสารละลาย 1,2 อินเดนไดโอน (1,2 Indanedione solution) และสารละลาย DFO

(1,8-Diazafloren-9-onesolution) เพื่อให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏ การประยุกต์โดยการผสมสารละลายนินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ เป็นการปรับปรุงอย่างง่าย ที่สามารถใช้สารเคมีที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำให้ได้อัตราสารละลายผสมนินไฮดรินกับกาวลาเท็กซ์ที่ลดคราบสีดำของกระดาษความร้อนได้ดีที่สุด คือ กาวลาเท็กซ์ 0.50 กรัม ในสารละลายนินไฮดริน 10 มิลลิลิตร

ส่วนความชัดเจนของลายเส้นและจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นรอยลายนิ้วมือแฝง ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณเหงื่อ สารประกอบภายในเหงื่อ สภาวะ อุณหภูมิ ความผิดปกติในร่างกาย สิ่งแวดล้อม ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนเท่าใดจะยังคงให้ลายเส้นที่ชัดเจนที่สุดในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นในการพิจารณาเปรียบเทียบระดับการลดลงของคราบสีดำของกระดาษความร้อนที่เพียงพอต่อการมองเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏ ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง นำไปสู่การได้ซึ่งวัตถุพยานรอยลายนิ้วมือแฝงที่เพียงพอ และชัดเจน เข้าสู่ตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Modica, G.M. Aprea, A. Chiuri, F. Zampa and G. Lago. (2014). NIR luminescence for the inspection of thermal paper: A novel tool for fingermarks detection. *Forensic Science International*. 2014, 244, 50-56.
- [2] Om Prakash Jasuja, Gagandeep Singh. (2009). Development of latent fingermarks on thermal paper. *Forensic Science International*. 2009, 192, e11-e16.
- [3] Fitz, T., R. Fischer, S. Moret and A. Bécue. (2014). Fingermark detection on thermal paper proposition of an updated processing sequence. *Journal of Forensic Identification*. 2014, 64, 329-350.
- [4] Schwarz, L., Phil N. and Inga K. (2009). Improvement in latent fingerprint detection on thermal paper using a one-step Ninhydrin treatment with Polyvinylpyrrolidones (PVP) *Journal of Forensic Sciences*. 2010, 55, 1076-1079.
- [5] Ya-Ping Luo, Ya-Bin Zhao and Sai Liu. (2013). Evaluation of DFO/PVP and its application to latent fingermarks development on thermal paper. *Forensic Science International*. 2013, 229, 75-79.
- [6] Schwarz, L., Phil N. and Inga K. (2006). Enhancement of Ninhydrin- or DFO- Treated Latent Fingerprints on Thermal Paper *Journal of Forensic Sciences*. 2007, 52, 649-655.
- [7] Kelly, P.F., R.S.P. King, S.M. Bleay and T.O. Daniel. (2011). The recovery of latent text from thermal paper using a simple iodine treatment procedure. *Forensic Science International*. 2012, 217, e27-e30.
- [8] พ.ต.ต.หญิง นันทกาล ตาลจินดา. (2555). การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2 อินแดนไดโอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

## การพัฒนากระบวนข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุน

### การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท

#### กรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเน็ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่

Database System Development for Local Technology and Local Wisdom to Support Cultural-  
Tourism in Rurban Area with the Case Study

in Tambol Nong Phueng, Tambol Yang Noeng, Tambol Saraphi,

Saraphi District, Chiang Mai Province

สุพัฒน์วี ทิพย์เจริญ<sup>1</sup>, จารุณี ภัทรวงษ์ธนา<sup>2</sup>, สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, Supattanawaree@feu.edu

<sup>2</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, Jarunee@feu.edu

<sup>3</sup>ภาควิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, Subpong@feu.edu

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพัฒนากระบวนข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเน็ง และตำบลสารภี และ เพื่อสร้างฐานข้อมูลชุมชนต้นแบบด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม งานวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ส่วนของข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นจากพื้นที่ ใน 3 ตำบลที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมได้ จำนวน 16 ภูมิปัญญา 2) กลุ่มผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่เทศบาลใน 3 ตำบล, ประชาชนชุมชนหรือเจ้าของภูมิปัญญาท้องถิ่น, นักวิจัย และ ประชาชนในชุมชน จำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้ 1) การศึกษาการจัดการข้อมูลเทคโนโลยี และ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม 2) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเชิงระบบ 3) การออกแบบและใช้เครื่องมือในการจัดระบบข้อมูลด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม (PAR) 4) การพัฒนากระบวนสารสนเทศ (SDLC) 5) พัฒนาระบบฐานข้อมูลซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันด้วย ภาษา PHP เวอร์ชัน 5.3 และ ฐานข้อมูล เวอร์ชัน 5.5 และ 6) การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่าระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง และเป็นแหล่งข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาที่สำคัญในการนำไป อ้างอิง และสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมได้ ทั้งนี้ในส่วนของผลประเมินความพึงพอใจการใช้งานอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเห็นถึงความสำคัญของระบบฐานข้อมูลอันจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ชุมชนสามารถมีเครื่องมือสนับสนุนในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ:** เทคโนโลยีท้องถิ่น ภูมิปัญญาท้องถิ่น ระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่น การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม การท่องเที่ยวพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท

#### Abstract

The aims of this research were to develop the local technology and local wisdom database system in order to support cultural-tourism in rurban area, Tambol Nong Phueng, Tambol Yang Noeng, Tambol Saraphi and to construct the database system prototype for cultural-tourism. This research had 2 sample groups, 1) 16 local technology and local wisdom which can develop to be cultural-tourism

attractions from 3 tambols. 2) 30 users composed of municipal officials from 3 tambols, philosophers or folk wisdom, researchers and people in area. The research processes were 1) to study the management of local technology and local wisdom for cultural-tourism 2) data system analytic and synthetic 3) tools designing for management with PAR 4) system development life cycle (SDLC) 5) database system was implemented by using PHP 5.3 and MySQL 5.5 6) result discussion and conclusion. The results of the research showed that the database system can store the data correctly, be the reference source and support cultural-tourism. For the user's satisfaction evaluation revealed the excellent rate (4.65) and SD (0.48) which indicated the necessity of the database system to be the tool for the sustainable cultural-tourism for rurban in the future.

**Keywords :** Local Technology, Local Wisdom, Technology and Local Wisdom Database System, Cultural Tourism, Rurban Tourism

## 1. บทนำ

เทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่น จัดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญค่า ศิลปะ เครื่องมือ ที่มีความสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น ก่อให้เกิดแบบแผน องค์ความรู้ โดยแต่ละแห่งอาจมีเอกลักษณ์มีเทคโนโลยีท้องถิ่นเป็นของตนเองหรือลักษณะมีความคล้ายกัน ด้วยเหตุนี้ในส่วนของภาครัฐจึงได้มีแนวทางพัฒนาประเทศตามแนวคิด Thailand 4.0 โดยต่างๆ เน้นไปทางการนำเทคโนโลยี เข้ามาปรับใช้ ผสมกับภูมิปัญญาต่างๆในท้องถิ่น ให้ชุมชนมีความเข้มแข็ง และมีการต่อยอดด้วยการท่องเที่ยว มีการสนับสนุน ให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมทางด้านเศรษฐกิจผ่านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของภาครัฐในระดับประเทศ ทำให้เกิดนโยบาย ในการบริหารจัดการในระดับจังหวัดได้มีการวางแผนยุทธศาสตร์ที่สอดคล้องกันและถ่ายทอดนโยบายไปยังระดับของอำเภอ และท้องถิ่น เช่นเดียวกับจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ความหลากหลายของบริบทพื้นที่ แต่มีความโดดเด่นมีความเป็น เอกลักษณ์ ประเพณีที่สืบทอดมาแต่โบราณ รวมถึงภูมิปัญญามากมาย ถือเป็นวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่า เป็นที่นิยมของ นักท่องเที่ยวซึ่งมีแนวโน้มที่มากขึ้นทั้งจากในและนอกประเทศ เช่นเดียวกับได้แก่ ตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง และตำบล สารภี อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความน่าสนใจอันเนื่องมาจากสภาพบริบทที่เป็น พื้นที่ชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบท [1] ทำให้มีเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นอันเกิดจากการผสมผสานก่อให้เกิดอัตลักษณ์เป็นของ ตนเอง อันเป็นสิ่งที่ชุมชนให้คุณค่า ทางจิตใจและความรู้สึก มีการถ่ายทอดผ่านวัฒนธรรม กิจกรรมและประเพณีต่างๆ ทั้งนี้ใน การจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในชุมชนจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง และอ้างอิงได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการ กำหนดแนวทางกลยุทธ์หรือเป็นการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวที่รวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อช่วย ในการสนับสนุนการทำงานของทั้งชุมชนรวมไปถึงผู้ที่สนใจข้อมูล ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยที่จะทำการพัฒนา ระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กึ่งเมืองกึ่งชนบท กรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ให้สอดคล้องและเชื่อมโยงกับแนวคิดในการพัฒนา ประเทศในระดับจังหวัดและประเทศ โดยมีการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาความต้องการของพื้นที่ สสำรวจทุนเดิมของมหาวิทยาลัย หรือทีมงานในการทำงานร่วมกับหน่วยงาน ภาคในพื้นที่ หรือเครือข่าย ตลอดจนศึกษาบริบทของพื้นที่เพื่อเชื่อมโยงของ งานวิจัย ของมหาวิทยาลัย [2] และนำมาซึ่งการพัฒนาโจทย์โครงการวิจัยนี้

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง และตำบลสารภี และเพื่อสร้างฐานข้อมูลชุมชนต้นแบบด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

## 3. การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท กรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ต้องอาศัยการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี รวมถึงการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในด้านการพัฒนาระบบฐานข้อมูล และด้านข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องสำหรับการสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในสภาพบริบทต่างๆ ซึ่งพบว่าการพัฒนาฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมนั้นมีความน่าสนใจและเป็นที่ยอมรับมาตลอด ดังเช่น งานวิจัยเรื่องการพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของท้องถิ่น จังหวัดเชียงใหม่ [3] ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่เหมาะสมที่สุดของท้องถิ่น จังหวัดเชียงใหม่คือการท่องเที่ยวเพื่อสัมผัสและเที่ยวชมศิลปะ ประเพณีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์และเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาเที่ยวชมทำกิจกรรมร่วมกับคนในท้องถิ่น นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยเรื่องการค้นหามรดกภูมิปัญญาอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ [4] ผลจากการศึกษาพบว่า มรดกทางภูมิปัญญาของชุมชนแม่แจ่มล้วนมีความสำคัญสำหรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวยั่งยืน ทั้งนี้การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่มีความถูกต้องในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวและการประชาสัมพันธ์ จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพิ่มมากขึ้น [5] โดยฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้นจำเป็นต้องตอบสนองผู้ใช้ มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีการจัดหมวดหมู่ที่ชัดเจน ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านการใช้ประโยชน์ของข้อมูล ตลอดจนสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท กรณีศึกษาตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง ตำบลสารภี จังหวัดเชียงใหม่ นั้น ต้องมีการวางแผนพัฒนาที่มุ่งเน้นให้ระบบมีการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน สามารถตอบสนองผู้ใช้ในด้านความต้องการ และความสะดวกรวดเร็ว รวมไปถึงการตรวจสอบการได้มาซึ่งข้อมูลเทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ถูกต้อง ผ่านเครื่องมือการทำวิจัยที่เหมาะสม และกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ระบบฐานข้อมูลเป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ และสะท้อนถึงอัตลักษณ์ของชุมชนได้อย่างชัดเจน

## 4. กรอบแนวคิด ขอบเขต และ ระเบียบวิธีวิจัย

### 4.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัยนี้ ได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงส่วนของ Input Process Output รวมไปถึง Impact ดังแสดงได้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

โดยกรอบแนวคิดงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยในระยะแรกจะเป็นระยะที่มุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อให้เกิดระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพ จากนั้นเป็นการนำระบบฐานข้อมูลมาใช้ประโยชน์และเกิดแนวคิดระบบฐานข้อมูลต้นแบบ

#### 4.2 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตพื้นที่ที่มีบริบทเป็นชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบทที่มีพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลสารภี ตำบลยางน่อง และ ตำบลหนองผึ้ง ในอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ขอบเขตทางด้านเนื้อหาเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นจากพื้นที่ 3 ตำบลที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมได้ จำนวน 16 ภูมิปัญญา ขอบเขตผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ กลุ่มผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่เทศบาลใน 3 ตำบล, ภาครัฐชุมชนหรือเจ้าของภูมิปัญญาท้องถิ่น, นักวิจัย และ ประชาชนในชุมชน จำนวน 30 คน

#### 4.3 ระเบียบวิธีวิจัย

##### 1) การศึกษาการจัดการข้อมูลเทคโนโลยี และ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ทำการศึกษาสภาพบริบทของพื้นที่ สืบเนื่องมาจากงานวิจัยในระยะแรก เกี่ยวกับข้อมูลผู้สูงอายุ [6] และ ระยะที่สอง แผนการพัฒนา [7] สอดคล้องกับผลของการวิจัย [8] ที่พบว่าในพื้นที่ตำบลสารภีนั้นมีความหลากหลายทางด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น และมีความเป็นอัตลักษณ์ รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงอันได้แก่ตำบลยางน่องและตำบลหนองผึ้ง ที่มีบริบทใกล้เคียงกัน

##### 2) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเชิงระบบ

ดยการพิจารณาถึงต้นทุนชุมชนในด้านเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่น จาก 3 ชุมชน เพื่อจะได้นำไปออกแบบในขั้นตอนถัดไป

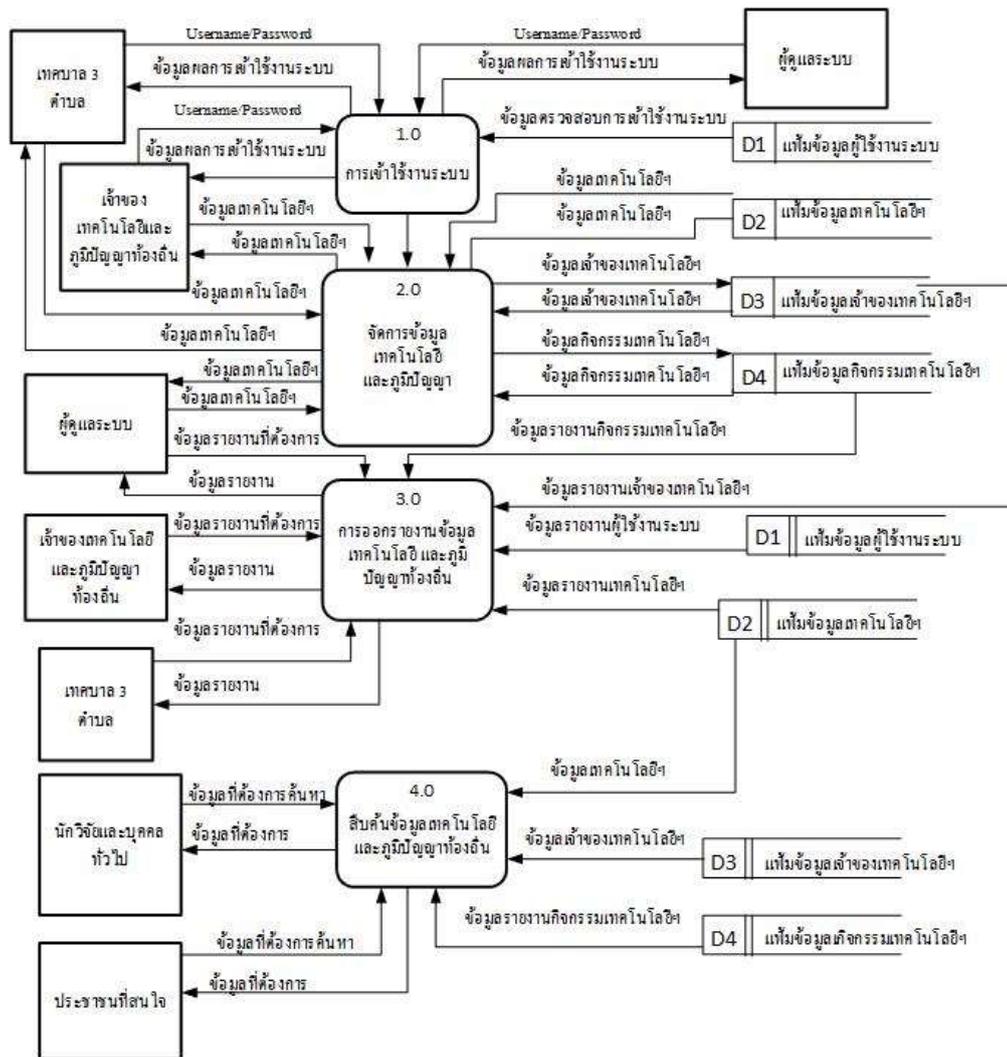
##### 3) การออกแบบและใช้เครื่องมือในการจัดระบบข้อมูลด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม (Participatory)

*Action Research*) [9] ในขั้นตอนนี้ได้ทำการออกแบบแบบฟอร์มการสำรวจร่วมกับชุมชนโดยอาศัยหลักการมีส่วนร่วม เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่มีความถูกต้องและสามารถใช้เป็นประโยชน์ ช่วยสนับสนุนการจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมได้จริงโดยใช้แนวทางการวิชาการเพื่อสังคม [10]

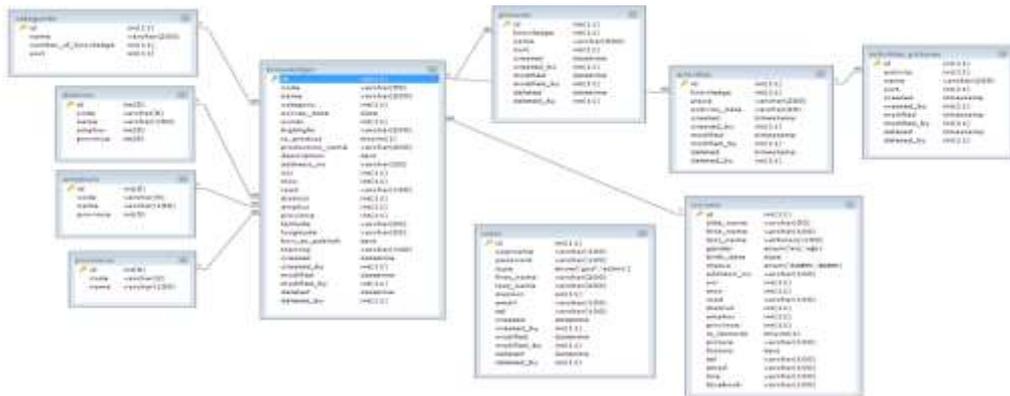
4) *การพัฒนากระบวนทัศน์ (System Development Life Cycle)*

ภายหลังจากการออกแบบฟอร์มเพื่อเก็บข้อมูลแล้ว นักวิจัยได้ทำการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) [11] ได้แก่ กระบวนการศึกษาสภาพบริบทต้นไม้อันเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Problem Recognition) จากนั้นทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ (Feasibility Study) และทำการวิเคราะห์ (Analysis) ออกแบบ (Design) ด้วยการออกแบบผังการไหลของข้อมูลในระดับ Level 0 ดังรูปที่ 2 จากนั้นทำการพัฒนาส่วนของฐานข้อมูลโดยมีการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลผ่าน E-R Diagram ดังรูปที่ 3

5) *การประเมินและสรุปผลการดำเนินงานวิจัย* ภายหลังจากได้ทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเรียบร้อยแล้วก็ได้มีการทดสอบการทำงาน พร้อมทั้งทำการนำเสนอระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้จัดทำขึ้นแก่ผู้ใช้ทั้ง 3 ตำบลโดยผลการศึกษาถูกอธิบายในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2 ผังการไหลข้อมูล Level 0



รูปที่ 3 การออกแบบฐานข้อมูล

5. ผลการศึกษา

ในส่วนของผลการดำเนินการการศึกษา สามารถอธิบายได้เป็นสองส่วน

5.1 ผลการพัฒนากระบวนการฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ผู้ดูแลระบบ สามารถ เพิ่ม ลบ และ แก้ไข รวมถึงจัดการข้อมูลต่างๆเรียกดูรายงานได้ทั้งหมดในขณะที่ ผู้ดูแลระบบในระดับ ตำบล ได้แก่ หน่วยงาน เทศบาลทั้ง 3 ตำบล สามารถจัดการข้อมูลของตนเองได้ ประชาชนชุมชนหรือภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่สามารถจัดการข้อมูลของตนเอง สามารถระบุช่องทางติดต่อ และการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่น ตลอดจนสามารถประชาสัมพันธ์ช่วงเวลาที่มีการจัดกิจกรรมภายใต้ภูมิปัญญานั้นๆแก่ผู้ที่สนใจผ่านระบบได้ นักวิจัย และ ประชาชนทั่วไปที่สนใจการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมสามารถเข้ามาเพื่อค้นหาข้อมูลการท่องเที่ยว เทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่น หรือใช้ข้อมูลในการอ้างอิงได้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าจอหลักระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่นตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางเนิ้ง และตำบลสารภี โดยรายงานสามารถแสดงในรูปแบบผ่านแผนที่ตามแนวคิดที่ได้นำเสนอผลงาน [8] ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงรูปแบบการนำเสนอรายงานเทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่นผ่านแผนที่

ทั้งนี้ระบบสามารถทำการเลือกแสดงรายงานในรูปแบบสัดส่วนของกราฟ เพื่อนำไปสนับสนุนและวางแผนการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในชุมชนได้ สำหรับการประเมินผลในส่วนของความพึงพอใจ ที่วิจัยได้ทำการสำรวจจากผู้ใช้งาน 30 คน ผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมินความพึงพอใจ จากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน	ค่าความพึงพอใจ				
	เจ้าของภูมิ ปัญญา (7)	เทศบาล 3 ตำบล (6)	นักวิจัย ภายใต้ โครงการ หลัก(7)	ประชาชน ที่สนใจ (10)	เฉลี่ยรวม ทั้งหมด
<b>1. ส่วนของการออกแบบและพัฒนาระบบ</b>					
1.1 เมนูการทำงานใช้งานง่าย	มากที่สุด (4.71)	มากที่สุด (4.67)	มากที่สุด (4.57)	มากที่สุด (4.80)	มากที่สุด (4.80)
1.2 มีความสวยงามและน่าสนใจของระบบ	มาก(4.43)	มาก(4.00)	มากที่สุด (4.71)	มากที่สุด (4.60)	มากที่สุด (4.60)
1.3 มีความรวดเร็วในการแสดงผล และ เข้าถึงข้อมูล	มาก(4.43)	มาก (4.50)	มากที่สุด (4.57)	มากที่สุด (4.80)	มากที่สุด (4.80)
1.4 รายงานมีความเหมาะสม	มาก(4.14)	มาก(4.17)	มากที่สุด (4.71)	มากที่สุด (4.60)	มากที่สุด (4.60)
1.5 มีการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน ช่วยทำให้ระบบมีความปลอดภัย	มาก(4.14)	มากที่สุด (5.00)	มากที่สุด (4.71)	มาก (4.50)	มาก (4.50)
<b>2. ส่วนการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านการสนับสนุนการท่องเที่ยว</b>					
2.1 ระบบตรงตามความต้องการของผู้ใช้	มาก(4.43)	มากที่สุด (4.67)	มากที่สุด (4.57)	มากที่สุด (4.60)	มากที่สุด (4.60)
2.2 การประมวลผล และ แสดงข้อมูลมีความถูกต้อง	มากที่สุด (4.57)	มาก (4.33)	มากที่สุด (4.86)	มากที่สุด (4.80)	มากที่สุด (4.80)
2.3 ระบบสามารถช่วยสนับสนุนการทำงานขององค์กร	มากที่สุด (4.57)	มากที่สุด (5.00)	มากที่สุด (4.57)	มาก (4.50)	มาก (4.50)

เฉลี่ยรวม	มาก (4.43)	มากที่สุด (4.54)	มากที่สุด (4.66)	มากที่สุด (4.65)	มากที่สุด (4.65)
-----------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

## 5.2 การสร้างฐานข้อมูลชุมชนต้นแบบด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

การพัฒนากระบวนการข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ได้มีการนำเสนอข้อมูลเพื่อการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมร่วมกับโครงการวิจัยภายใต้โครงการหลักเพื่อเป็นต้นแบบในการใช้ข้อมูลเพื่อสร้างเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

## 6. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ 3 ตำบล ซึ่งเป็นพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบท และ เพื่อสร้างฐานข้อมูลชุมชนต้นแบบด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม โดยมีกระบวนการในการดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (PAR) กับชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้อง และ ใช้หลักวิชาการทางด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ (SDLC) ซึ่งจากผลการดำเนินงานวิจัย ในช่วงของการเตรียมการ สสำรวจสภาพต้นทุนชุมชนด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมพบว่ามีความสอดคล้องกับงาน กาญจนา สุระ [3] ที่พบว่ารูปแบบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่เหมาะสมที่สุดของท้องถิ่น จังหวัดเชียงใหม่คือการท่องเที่ยวเพื่อสัมผัสและเที่ยวชมศิลปะ ประเพณีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์และเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาเที่ยวชมทำกิจกรรมร่วมกับคนในท้องถิ่น เนื่องจากการสำรวจต้นทุนชุมชนด้านเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นในเขตตำบลหนองผึ้ง ตำบลยางน่อง และ ตำบลสารภีนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นมีความโดดเด่นและอัตลักษณ์ทางด้านเกษตรกรรมและหัตถกรรมซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยที่เปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้ทำกิจกรรมและท่องเที่ยวผ่านการเรียนรู้ร่วมกับชุมชน นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เดชดนัย จุ้ยชุม และ ดิษิตชัย เมตตาริกานนท์ [5] ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนาฐานข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และพัฒนา (Survey and Development Research) ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพการจัดการแหล่งการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อรวบรวมแหล่งการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งการเรียนรู้ภูมิปัญญา ผลการวิจัยพบว่า สภาพการจัดการแหล่งการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ต้องมีระบบฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถตอบสนองผู้ใช้ มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีการจัดหมวดหมู่ที่ชัดเจน ครบถ้วน ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านการใช้ประโยชน์ของข้อมูล ตลอดจนสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับการออกแบบระบบฐานข้อมูลของงานวิจัยนี้ ที่พบว่ามีความต้องการที่จะใช้งานระบบฐานข้อมูล เพื่อที่จะใช้เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ มีความน่าเชื่อถือด้านเทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้ต่อยอดในด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมต่อไปได้

## 7. ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว ควรมีการศึกษาในด้านของการทำเหมืองความคิดเห็น (Opinion Mining) รวมถึงการปรับปรุงการจัดกิจกรรมเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นผ่านการวิเคราะห์ความรู้สึกของนักท่องเที่ยว (Sentiment Analysis) เพื่อให้ทราบถึงความคาดหวังของนักท่องเที่ยวอันจะนำมาซึ่งเพิ่มศักยภาพในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่เหมาะสมต่อไป

## 8. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการวิจัยหลัก นวัตกรรมพัฒนาพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากและหนุนเสริมผู้ประกอบการชุมชนด้านการเกษตรในเขตพื้นที่กิ่งเมืองกิ่งชนบทจังหวัดเชียงใหม่ ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ

วิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์นที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณ เทศบาลตำบลหนองผึ้ง เทศบาลตำบลยางน่อง และเทศบาลตำบลสารภี สำหรับการให้คำปรึกษาและนำทางในการเก็บข้อมูลเทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่น

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] ทักษนา พุดติการกิจ. (2558). บริบทชุมชนภายใต้สังคมกึ่งเมืองกึ่งชนบท. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*. 9(1), 7-15.
- [2] อภิชาติ เทพชา โภศล ทองสว่าง และ ธรรมศักดิ์ พุดทอง. (2559, 1 ตุลาคม). ปลัดเทศบาลตำบล. สัมภาษณ์.
- [3] กาญจนา สุระ. (2558). *การพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของท้องถิ่นจังหวัดเชียงใหม่ ปีที่ 3*. เชียงใหม่: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- [4] สุวิชา ศรีถาน และ ปรีดา ไชยา. (2559). การค้นหาโรคภูมิปัญญาอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*. 10(1), 12-22.
- [5] เดชดนัย จุ้ยชุม และ ดิษิตชัย เมตตาริกานนท์. (2560). การพัฒนาฐานข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*. 11(1), 187-201. *มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*. 10(1), 35-48.
- [6] พงศ์กร จันทราช จารุณี ภัทรวงษ์ธนา และ สุพัฒน์วี ทิพย์เจริญ. (2558). *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้สูงอายุแบบมีส่วนร่วม สำหรับการบริหารจัดการชุมชนกึ่งเมืองในพื้นที่ตำบลสารภี อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- [7] จารุณี ภัทรวงษ์ธนา สุพัฒน์วี ทิพย์เจริญ และ พงศ์กร จันทราช. (2559). *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ สำหรับการจัดทำแผนพัฒนาชุมชนในพื้นที่ชุมชนกึ่งเมืองตำบลสารภี อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อรองรับการบริหารจัดการชุมชนแบบมีส่วนร่วมสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน*. เชียงใหม่: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- [8] Thipcharoen S. (2016). The Establishment of GIS for Local Wisdom Knowledge Base in Rurban Area, Case Study: Sarapee District, Chiang Mai Province. *The 6 th Benjamitra Network, National and interational Conference on Local Wisdom and Sustainable Development*, Page.427, 26 May 2016)
- [9] วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). *การวิจัยแนวทางการบริหารการศึกษา: แนวคิดและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธ์.
- [10] ปิยะวัตติ บุญ-หลง กาญจนา แก้วเทพ และ บวร ปภัสราทร. (2559). *งานวิชาการเพื่อสังคม: หลักการและวิธีการ*. กรุงเทพฯ: สถาบันคลังสมองของชาติ.
- [11] โอบาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2555). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*. กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น. 50.

## การสำรวจรวบรวมเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบริการวิดีโอออนไลน์ ของ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น

The survey gathering for information system development on online video of The Far Eastern  
University

กานต์ คงบรรทัด<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คอมพิวเตอร์ธุรกิจ, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, Karn@feu.edu

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการสำรวจรวบรวมเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบริการวิดีโอออนไลน์ของมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์นนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาความต้องการเรียนในรูปแบบวิดีโอ-ทัศน์ในลักษณะต่าง ๆ ของศิษย์เก่าในแต่ละหลักสูตรของมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น และเพื่อหาแนวทางในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนในลักษณะวิดีโอทัศน์ออนไลน์ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนแบบออนไลน์ของศิษย์เก่า โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากศิษย์เก่าในแต่ละหลักสูตรของมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น จำนวน 200 คน

ผลการศึกษา พบว่า ศิษย์เก่าส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานเอกชนและเจ้าของธุรกิจที่มีรายได้อยู่ในช่วงระหว่าง 10,000 – 30,000 บาท และใช้โซเชียลมีเดียในการติดต่อสื่อสารและแสวงหาความรู้ในหมวดของ Facebook, Line, Youtube และ Instagram ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) มีความต้องการเรียนคอร์สออนไลน์ในรูปแบบของคลิปสาธิต, การถ่ายทอดสดและคลิปบรรยายการสอน และมีความเต็มใจจ่ายค่าเรียนในแต่ละคอร์สในราคาไม่เกิน 2,000 บาท

**คำสำคัญ :** วิดีทัศน์ออนไลน์, ระบบสารสนเทศบริการ

### Abstract

The survey gathering for information system development on online video of the Far Eastern University is a survey research to study the online course needed of alumni of the Far Eastern University curricula and to find out how to design a teaching style in an online video type.

The study found that most of the alumni work as private employees and business owners with income between 10,000 - 30,000 Baht. They mostly used social media to communicate and sought for knowledge via Facebook, Line, Youtube. And Instagram via smartphone. The preferred online courses were in the types of demonstration clips, live broadcasts, and lecture clips. They are willing to pay for each course not over than 2,000 Baht.

**Keywords :** Online video, the service information system

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญ

การพัฒนาศักยภาพของศิษย์เก่า เป็นเรื่องที่มีมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์นให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อสนับสนุนความต้องการของนายจ้าง หรือบริษัทและองค์กร ที่ศิษย์เก่าทำงานอยู่ อีกทั้งยังเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการส่งเสริมให้เกิดการเผยแพร่ความรู้ในรูปแบบที่จัดการง่าย ฉะนั้นเทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนการเข้าถึงทางด้านการพัฒนาศักยภาพของศิษย์เก่าให้ตรงตามความต้องการมากที่สุด

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพื่อสำรวจความต้องการของศิษย์เก่าเพื่อจัดคอร์สอบรมที่เหมาะสมให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนให้มากที่สุด และเนื่องจากศิษย์เก่าส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีงานประจำทำอยู่แล้วจึงเป็นการยากที่จะจัดให้มีการอบรมแบบเข้าห้องเรียน จึงได้จัดบริการวีดิทัศน์ออนไลน์ขึ้นเพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้เข้าอบรมอีกด้วย

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสำรวจความต้องการการเรียนรู้วีดิทัศน์ออนไลน์ของศิษย์เก่า มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
- 2.2 เพื่อหาแนวทางในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนในลักษณะวีดิทัศน์ออนไลน์ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนแบบออนไลน์ของศิษย์เก่า

## 3. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องความต้องการในการพัฒนาศักยภาพตนเองด้วยวีดิทัศน์ออนไลน์ของศิษย์เก่า มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์นนั้นได้ใช้ทฤษฎีและแนวคิดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

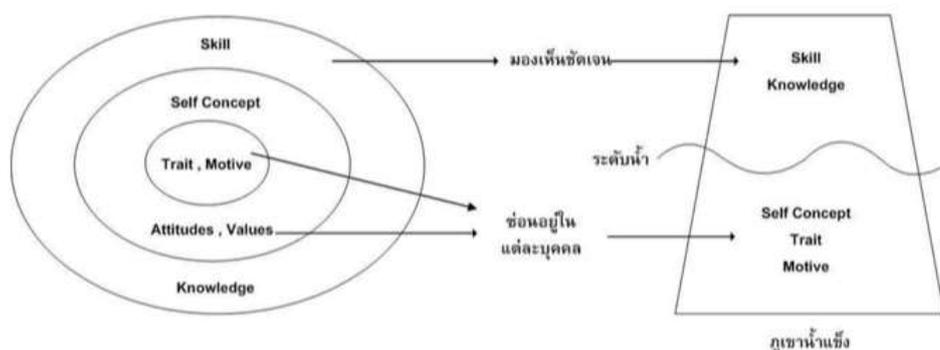
### 3.1 แนวคิดการพัฒนาศักยภาพ

แนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพเริ่มจากการนำเสนอบทความทางวิชาการของเดวิด แมคเคลแลนด์ (David C. McClelland) [24] นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด เมื่อปี ค.ศ. 1960 มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ศักยภาพไว้หลายคำ และมีที่เรียกแตกต่างกันออกไป เช่น “ขีดความสามารถ” หรือ “สมรรถนะ” ซึ่งล้วนมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษคำว่า “Competency” ซึ่งหมายถึง ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic or Attributes) ที่ทำให้บุคคลนั้นทำงานในความรับผิดชอบของตนได้ดีกว่าผู้อื่น [17] และ David C. McClelland ได้ให้ความหมายของคำว่าศักยภาพ (Competency) ไว้ว่า คือ บุคลิกลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในปัจเจกบุคคลซึ่งสามารถผลักดันให้ปัจเจกบุคคลนั้นสร้างผลการปฏิบัติงานที่ดี หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดในงานที่ตนรับผิดชอบ [3]

ศักยภาพที่จำเป็นและมีผลทำให้บุคคลนั้นปฏิบัติงานในความรับผิดชอบได้ดีกว่าผู้อื่นเกิดได้ 3 ทาง คือ [4]

1. เป็นพรสวรรค์ที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิด
2. เกิดจากประสบการณ์การทำงาน
3. เกิดจากการฝึกอบรมและพัฒนา

#### 3.1.1 องค์ประกอบของการพัฒนาศักยภาพ



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหมายและองค์ประกอบของศักยภาพของ David C. McClelland. [19]

จากภาพ แสดงให้เห็นว่า ส่วนที่เป็นความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skill) นั้นเป็นสิ่งที่แต่ละคนสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ไม่ยากนัก ด้วยการศึกษาค้นคว้าทำให้เกิดความรู้ และการฝึกฝนปฏิบัติทำให้เกิดทักษะ เป็นส่วนที่สามารถมองเห็นได้ชัด นักวิชาการบางท่านเรียกส่วนนี้ว่า Hard Skills สำหรับส่วนที่เป็น Self-concept (เจตคติ ค่านิยม และความเห็นเกี่ยวกับ

ภาพลักษณ์ของตนเอง) Trait (บุคลิกลักษณะประจำของแต่ละบุคคล) และ Motive (แรงจูงใจหรือแรงขับภายในของแต่ละบุคคล) เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ยากเพราะเป็นสิ่งที่ซ่อนอยู่ภายในแต่ละบุคคล นักวิชาการบางท่านเรียกส่วนนี้ว่า Soft Skill เช่น ภาวะผู้นำ (Leadership) ความอดทนต่อความกดดัน (Stress tolerance) เป็นต้น

สุชาติ ธิ หนองคาย [20] กล่าวว่า David C. McClelland ได้อธิบายความหมายขององค์ประกอบทั้ง 5 ส่วนไว้ ดังนี้

1. ทักษะ (Skills) คือ สิ่งที่บุคคลกระทำได้ดี และฝึกปฏิบัติเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ
2. ความรู้ (Knowledge) คือ ความรู้เฉพาะด้านของบุคคล
3. อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) คือ เจตคติ ค่านิยมและความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตน หรือสิ่งที่บุคคล

เชื่อว่าตัวเองเป็น

4. ลักษณะนิสัย (Trait) คือ บุคลิกลักษณะประจำตัวของบุคคล เป็นสิ่งที่อธิบายถึงบุคคลผู้นั้น
5. แรงจูงใจ (Motive) คือ แรงจูงใจหรือแรงขับภายใน

### 3.1.2 ประเภทของศักยภาพ

จากการให้นิยามดังกล่าวจึงได้มีการแบ่งประเภทของศักยภาพของแต่ละบุคคลออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชีตความสามารถหลัก (Core Competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะหรือการแสดงออกของพฤติกรรมของพนักงานทุกคนในองค์กรที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อและอุปนิสัยของคนในองค์กรโดยรวม ถ้าพนักงานทุกคนในองค์กรมีชีตความสามารถประเภทนี้จะมีส่วนช่วยสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายตามวิสัยทัศน์ได้ ชีตความสามารถชนิดนี้จะถูกกำหนดจากวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายหลัก หรือกลยุทธ์ขององค์กร

2. ชีตความสามารถด้านการบริหาร (Managerial Competency) คือ ความรู้ความสามารถด้านการบริหารจัดการ เป็นชีตความสามารถที่มีได้ทั้งในระดับผู้บริหารและระดับพนักงาน โดยจะแตกต่างกันตามบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบ (Role-based) แตกต่างตามตำแหน่งทางการบริหาร งานที่รับผิดชอบ ซึ่งบุคลากรในองค์กรทุกคนจำเป็นต้องมีในการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จและสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ วิสัยทัศน์ พันธกิจขององค์กร

3. ชีตความสามารถตามตำแหน่งงาน (Functional Competency) คือ ความรู้ ความสามารถในงานซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเฉพาะของงานต่าง ๆ (Job-based) จากหน้าที่งานที่ต่างกัน ความสามารถในงานย่อมจะแตกต่างกันตามอาชีพ ซึ่งอาจจะเรียกชีตความสามารถนี้ว่า Functional Competency หรือ Job Competency เป็น Technical Competency ได้

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาศักยภาพของตนเป็นสิ่งที่สามารถจะช่วยให้บุคคลมีความสามารถที่เพิ่มขึ้นทั้งในด้าน Hard Skills และ Soft Skills โดยผ่านการพัฒนาที่เหมาะสมในด้านต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะของตน เพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพและประสบความสำเร็จในชีวิต การพัฒนาศักยภาพจึงเป็นแนวคิดหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้เกิดความต้องการในการพัฒนาตนเองของแต่ละบุคคล

### 1.2 แนวคิดการพัฒนาตนเอง

จากหลักทฤษฎีของมาสโลว์ [23] ในเรื่องความต้องการพัฒนาของมนุษย์ ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ ได้แก่ ความต้องการทางร่างกายขั้นพื้นฐาน ความต้องการในความมั่นคงและปลอดภัย ความต้องการมีพวกพ้อง ความต้องการมีเกียรติยศชื่อเสียงและความต้องการความสำเร็จสมหวังในชีวิตนั้น ความต้องการประการหลังสุดคือ ความต้องการขั้นสูงสุดที่มนุษย์พึงมีพึงได้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า โดยธรรมชาติและความเป็นจริงแล้ว มนุษย์ทุกคนมีความต้องการที่จะอยากเห็นตนเองก้าวไปสู่

ความสำเร็จ และต้องการที่จะปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้าและประสบความสำเร็จในชีวิต การพัฒนาตนเองจึงเป็นพื้นฐานและเป็นสิ่งแรกที่มีมนุษย์ต้องมีก่อนการพัฒนาสิ่งอื่น

การพัฒนาตนเองคือ การพัฒนาทั้งหมด (Self development is all development) และถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องซึ่งจะต้องดำเนินการไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะเป้าหมายหลักคือ ความสุข ซึ่งได้แก่ การกินดีอยู่ดี ความสำเร็จในหน้าที่การงาน และได้รับการยกย่องจากสังคมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายจะต้องเริ่มต้นจากการสร้างฐานะของตนเองให้มีครบ อยู่ดี กินดี จากนั้นคือการทำงาน เพื่อให้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน สิ่งที่ตามมาคือความเชื่อถือและการได้รับการยอมรับของสังคม ดังนั้นการพัฒนาตนเองจึงต้องเริ่มจากการตระหนักในคุณค่าของตน ความมั่นใจหรือพอใจและภูมิใจในตนเอง มีความเป็นตัวของตัวเอง ซึ่งจะต้องหมั่นศึกษาเรียนรู้ให้เท่าทันตนเองและเลือกหาหนทางที่เหมาะสมกับตัวเองมากที่สุด ซึ่งผู้ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตคือผู้ที่สามารถเลือกทางชีวิตที่เหมาะสมกับตัวเอง [14]

### 3.2.1 ความหมายการพัฒนาตนเอง

การพัฒนาตนเอง หมายถึง การปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้นในด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ความสามารถในตำแหน่งหน้าที่การงานที่ทำอยู่ การเสริมสร้างศักยภาพของบุคคลโดยการเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์ ความสามารถที่จะปรับปรุงปฏิบัติงานและคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอย่างสอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ ความสามารถ ทักษะและเจตคติ ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ตน สังคมและประเทศชาติ ซึ่งการพัฒนาตนเองดังกล่าวอาจเป็นการริเริ่มของบุคคล หรือได้รับความสนับสนุนจากองค์กรก็ได้ ([8], [12], [16], [18],[22])

### 3.2.2 ขั้นตอนในการพัฒนาตนเอง

ธงชัย สันติวงษ์ [5] กล่าวว่า การพัฒนาความก้าวหน้าของแต่ละคนประกอบด้วยขั้นตอนของกิจกรรมด้านต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินตนเอง (Self-Appraisal) การรู้จักตนเองให้ดีอาจทำได้โดยการขอคำปรึกษาแนะนำและการแนะแนว หรืออาจจะกระทำด้วยการทดสอบเพื่อที่แต่ละคนจะได้รู้จักประเมินถึงความสามารถ ตลอดจนจุดอ่อนจุดแข็งของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้บุคคลนั้นได้มีการตระหนักถึงตนเองในแง่ที่เป็นจริงมากขึ้น ก่อนที่จะกำหนดแผนงานพัฒนาความก้าวหน้าในอาชีพของตนต่อไป
2. การเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ (Information Gathering) คือ การต้องรู้จักค้นคว้าและเสาะหาข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่และที่เป็นโอกาสในปัจจุบัน ซึ่งสามารถช่วยให้เรามองเห็นจุดของตนจะมีทิศทางเติบโตในทิศทางใดบ้าง
3. การกำหนดเป้าหมาย (Goal Selection) ภายหลังจากทำการรวบรวมข้อมูลและได้ประเมินถึงโอกาสต่าง ๆ ในความก้าวหน้า ก็ควรมีการกำหนดเป้าหมายที่พึงประสงค์ในอาชีพของตนเอาไว้
4. การวางแผนความก้าวหน้าของอาชีพและการดำเนินการตามแผน หลังจากที่มีการกำหนดเป้าหมายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวางแผนที่จะให้มีทางสำเร็จตามเป้าหมาย โดยมีการดำเนินการตามแผนและมีการตรวจสอบความสำเร็จเป็นขั้น ๆ จนถึงเป้าหมายที่ต้องการ

### 3.2.3 วิธีการพัฒนาตนเองให้เกิดความสำเร็จ

นิรันดร์ วัชรินทร์รัตน์ [6] ได้สรุปวิธีการพัฒนาตนเองดังนี้

1. การสำรวจประเมินตนเอง
2. การศึกษาเอกสารและคู่มือการปฏิบัติงาน
3. การเข้าร่วมเป็นสมาชิกองค์กรวิชาชีพ
4. การแสวงหาข้อมูลข่าวสารจากสื่อมวลชน

5. การศึกษาค้นคว้าและจัดทำผลงานทางวิชาการ
6. การศึกษาต่อ
7. การศึกษาดูงาน
8. การเข้ารับการอบรม
9. การเข้าร่วมประชุม สัมมนาทางวิชาการ
10. การพัฒนาตนเองในลักษณะอื่น ๆ

### 3.2.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาตนเอง

บอยเดิลล์, ทอม [2] กล่าวว่า ประโยชน์หรือผลที่เกิดจากการพัฒนาตนเองโดยจำแนกเป็น 2 ด้านใหญ่ ๆ คือ ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นแก่ตนเองและประโยชน์ที่เกิดขึ้นแก่องค์กรจากการที่บุคคลมีการพัฒนาตนเอง

ประโยชน์ที่จะเกิดแก่ตนเอง ได้แก่

1. บุคคลจะได้เรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ และมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มมากขึ้น
2. ได้ปรับปรุงบทบาทการทำงานให้ดีขึ้น
3. บุคคลสามารถทำงานได้เต็มความสามารถมากขึ้น
4. ก่อให้เกิดความก้าวหน้าในอาชีพ
5. เกิดความพอใจตนเองมากยิ่งขึ้น
6. เป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่นมากยิ่งขึ้น

ประโยชน์ที่จะเกิดต่อองค์กรจากการที่มีบุคคลมีการพัฒนาตนเอง ได้แก่

1. จะทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
2. แผนการบริหารขององค์กรได้ผลอย่างต่อเนื่อง
3. ทำให้พนักงานมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ
4. สามารถดึงดูดใจผู้ที่มีความสามารถระดับสูงให้ทำงานอยู่ได้นาน
5. สามารถตอบสนองได้อย่างฉับไวต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนแบบออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะและความรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างและพัฒนาตนเองของทั้งนักศึกษาและบุคลากร สุวิมล วงศ์สิงห์ทอง [21] ได้เสนอถึงข้อดีของการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเพิ่มศักยภาพให้กับทรัพยากรมนุษย์ เนื่องจากเป็นวิธียุทธศาสตร์ทางการศึกษาที่ง่ายและลงทุนต่ำ และพบว่าในต่างประเทศก็มีการใช้ระบบการเรียนแบบออนไลน์เพื่อเพิ่มศักยภาพของคนในองค์กร นอกจากนั้นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการพัฒนาตนเองในรูปแบบต่าง ๆ ในแบบออนไลน์นั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลหรือแหล่งเรียนรู้ได้อย่างสะดวกและเหมาะสมกับการลักษณะการใช้ชีวิตของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถตอบสนองในด้านการเรียนรู้ส่วนบุคคลได้อย่างเหมาะสม ([10], [14]) นอกจากนั้น มาศโมหี จิตวิริยธรรม [13] เสนอเพิ่มเติมจากการศึกษาพบว่า การเข้าใช้งานในระบบการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ยังคงมีความต้องการสำหรับผู้ใช้งานเป็นอย่างมากเพื่อใช้ในการสอบถามในเรื่องต่าง ๆ ที่ยังคงมีข้อสงสัยอีกด้วย ดังนั้นหากต้องการให้การใช้งานระบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจถึงพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตและรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการ เพื่อนำเอาความต้องการเหล่านั้นมาใช้ในการออกแบบหลักสูตรหรือเนื้อหาการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้ ([7],[9],[11])

#### 4. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินงานวิจัยดังกล่าว เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาความต้องการพัฒนาตนเองของศิษย์เก่า เพื่อเป็นแนวทางในการจัดพัฒนาระบบบริการวีดิทัศน์ออนไลน์ ที่ตรงกับความต้องการของผู้อบรมให้เหมาะสมมากที่สุด โดยทำการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือจำนวน 200 ชุด จากศิษย์เก่าทุกหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทอร์น ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 - 2560 จำนวนทั้งสิ้น 17 หลักสูตร ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบตามสะดวก (Convenience Sampling) [1]

การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

#### 5. ผลการศึกษา

มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 200 คน แบ่งเป็นชาย 87 คน (คิดเป็น 43.30%) หญิง 110 คน (คิดเป็น 54.70%) และเพศทางเลือก 4 คน (คิดเป็น 2.0%)

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 31 – 40 ปี จำนวน 88 คน (คิดเป็น 43.8%) รองลงมาคือช่วงอายุ 31 – 30 ปี จำนวน 85 คน (คิดเป็น 42.3%) อายุ 41 – 50 ปี จำนวน 22 คน (คิดเป็น 10.9%) และที่เหลืออยู่ในช่วงอายุ 20 ปี หรือน้อยกว่าและช่วงอายุ 51-60 ปี หรือมากกว่า สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คือ โสด จำนวน 133 คน (คิดเป็น 66.2%) เป็นศิษย์เก่าในหลักสูตรระยะสั้น (NEC, มัคคุเทศก์) จำนวน 111 คน (คิดเป็น 55.2%) รองลงมาคือศิษย์เก่าในระดับปริญญาตรี จำนวน 68 คน (คิดเป็น 33.8%) โดยแบ่งเป็น หลักสูตรมัคคุเทศก์ จำนวน 72 คน (คิดเป็น 38.5%) หลักสูตร NEC จำนวน 31 คน (คิดเป็นร้อยละ 16.58 คน) สาขาการเป็นผู้ประกอบการ จำนวน 15 คน (คิดเป็นร้อยละ 8.02)

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานเอกชน จำนวน 52 คน (คิดเป็น 25.9%) รองลงมาคือเจ้าของธุรกิจ/ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย จำนวน 49 คน (คิดเป็น 24.4%) และอันดับสามคือมัคคุเทศก์ จำนวน 36 คน (คิดเป็น 17.9%) มีรายได้อยู่ในช่วง 15,001 – 30,000 บาท จำนวน 86 คน (คิดเป็น 42.8%) รองลงมาคือ 10,000 – 15,000 บาท จำนวน 48 คน (คิดเป็น 23.9%)

ในด้านการใช้โซเชียลมีเดียพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ Facebook, Line, Youtube, Instragram มากที่สุดคิดเป็น 26.9% และส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ในการเข้าใช้อินเทอร์เน็ต คิดเป็น 8.0%

ในด้านความต้องการในเรื่องรูปแบบการเรียนวีดิทัศน์ออนไลน์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามสนใจการเรียนในรูปแบบของคลิปสไลด์ ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.05$ , std. = 1.21) รองลงมาคือคลิปการถ่ายทอดสด ( $\bar{X} = 3.73$ , std. = 1.25) อันดับสามคือคลิปบรรยายการสอน ( $\bar{X} = 3.70$ , std. = 1.32) คลิปสนทนา ( $\bar{X} = 3.42$ , std. = 1.31) คลิปสัมภาษณ์ ( $\bar{X} = 3.31$ , std. = 1.29) และคลิปอภิปราย ( $\bar{X} = 3.01$ , std. = 1.29) ในราคาการเรียนคอร์สออนไลน์ไม่ควรเกิน 1,000 บาท คิดเป็น 29.78% รองลงมาคือ ระหว่าง 1,000 – 2,000 บาท คิดเป็น 13.48%

#### 6. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาความต้องการในการหาความรู้เพิ่มเติมของศิษย์เก่าหลังจากจบการศึกษาในหลักสูตรต่างๆ สำหรับการเพิ่มศักยภาพของตนให้ประสบความสำเร็จในอาชีพ ซึ่งการสำรวจครั้งนี้จะทำให้มหาวิทยาลัยสามารถจัดทำหลักสูตรที่เหมาะสมและสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้และความต้องการของศิษย์เก่าในการเรียนด้วยรูปแบบวีดิทัศน์ออนไลน์ จากผลการศึกษาพบว่าศิษย์เก่าส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานเอกชนและเจ้าของธุรกิจที่มีรายได้อยู่ในช่วงระหว่าง 10,000 – 30,000 บาท และใช้โซเชียลมีเดียในการติดต่อสื่อสารและแสวงหาความรู้ในหมวดของ Facebook, Line, Youtube และ Instragram ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน (Smart Phone) มีความต้องการเรียน

คอร์สออนไลน์ในรูปแบบของคลิปสไลด์, การถ่ายทอดสดและคลิปบรรยายการสอน และมีความเต็มใจจ่ายค่าเรียนในแต่ละคอร์สในราคาไม่เกิน 2,000 บาท

จึงทำให้เห็นว่าศิษย์เก่าหลังจากจบการศึกษาในหลักสูตรต่าง ๆ ไปแล้วมีความสนใจและมีความต้องการในการพัฒนาตนเองเพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพของตนเองให้เหมาะสมกับอาชีพของตนในลักษณะวีดิทัศน์ออนไลน์ สอดคล้องกับ น้ามนต์ เรื่องฤทธิ์ [7] การเรียนแบบวีดิทัศน์ออนไลน์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนทั้งที่ยังเรียนอยู่และจบการศึกษาแล้ว ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาถึงเนื้อหาและหัวข้อที่ศิษย์เก่าต้องการเพื่อนำมาออกแบบการเรียนการสอนให้เกิดการเผยแพร่และใช้งานจริง โดยมีการวัดและประเมินผลให้เกิดประสิทธิภาพให้สอดคล้องกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กัลยา วานิชย์บัญชา.(2546). การ ใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาสถิติและการบัญชี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [2] บอยเดิลล์, ทอม. (2553). *พัฒนาผู้จัดการ พัฒนาตน แนะนำแนวทางเพื่อผู้จัดการองค์การและสถาบันการศึกษา*. แปลจาก Management Self-Development : A Guide for Manager, Organization and Institutions โดย สุนันทา ธีระวงษ์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สาขารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์.
- [3] ชัญญาณัญญ์ จินณณัฐชา.(2554). *การพัฒนาบุคลากรโดยใช้แนวทางสมรรถนะ*. วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- [4] ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2547). *มารู้จัก Competency กันเถอะ*. กรุงเทพฯ ฯ : เอช อาร์ เซ็นเตอร์.
- [5] ธงชัย สันติวงษ์. (2539). *การบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- [6] นรินทร์ วัชรินทร์รัตน์. (2540). *การศึกษาการพัฒนาตนเองของผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์บริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] น้ามนต์ เรื่องฤทธิ์. (2015). *สภาพและความต้องการแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ออนไลน์ในระบบเปิดสำหรับมหาชน “ด้านครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์”*. ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ International Humanities, Social Sciences and arts. 8, 2, 124-140.
- [8] ปรียามาลย์ บุญมาก. (2540). *ความต้องการพัฒนาตนเองในการปฏิบัติหน้าที่ของครูผู้สอนวิชาศิลปศึกษา ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [9] พนิดา หนูทวี. (2017). *ความต้องการ ในการ ใช้ งาน e-learning ใน การ เรียน การ สอน ของ นักศึกษา และ อาจารย์ ระดับ มหาวิทยาลัย*. วารสาร วิชาการ มหาวิทยาลัย ธนบุรี.
- [10] พรพรรณ ไทเที่ยงกูร. (2546). *การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนกับการพัฒนาครู*. วารสาร การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 31,123, 7-11.
- [11] พิเชษฐ เพียรเจริญ. (2006). *E-Learning: การใช้และความต้องการของอาจารย์และนักศึกษา*

- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์/ Academic Services Journal, Prince of Songkla University.* 17, 3.
- [12] เพ็ญศิริ จารุจินดา. (2539). *การศึกษาค้นคว้าความต้องการพัฒนาตนเองในด้านการนิเทศของครูผู้นิเทศในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาบริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- [13] มาศโมฬี จิตวิริยธรรม.(2013). ความต้องการสารสนเทศเพื่อการพัฒนาของบุคลากรศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล Information requirements for personal development in Golden Jubilee Medical Center, Mahidol University. *Journal of Health Science Research (วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ).* 7,1.
- [14] ศิริจันทร์ญา เปี้ยกัณ. (2015). การศึกษาการใช้และความต้องการสื่ออินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนอักษรคณิศร ระดับอุดมศึกษา. *วารสารปาริชาติ (Parichart Journal, Thaksin University).* 28,1, 10-27.
- [15] ศิริรัตน์ ตรีภูมิตถ์มัย. (2553). *ความต้องการการพัฒนาตนเองของบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.*
- [16] สมิต อาชวนิจกุล.(2534). *การพัฒนาตนเอง. กรุงเทพฯ ฯ : ดอกหญ้า.*
- [17] สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ.(2548). *แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย Competency Based Learning. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ศิริวัฒนา อินเตอร์พรีนซ์ จำกัด (มหาชน).*
- [18] สุณี เชื้อสุวรรณ. (2542). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาตนเองของพยาบาล. วิทยานิพนธ์จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- [19] สุทธธัญญ์ โอบอ้อม.(2557). *การพัฒนาศักยภาพบุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามแนวพระพุทธศาสนา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาพุทธศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชา รัฐประศาสนศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย.*
- [20] สุรชาติ ณ หนองคาย.(มปป.). *แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเชิงกลยุทธ์ในการพัฒนาระบบสุขภาพ. เอกสารประกอบคำบรรยาย. ภาควิชาบริหารงานสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล, (อัครา), 11.*
- [21] สุวิมล วงศ์ สิงห์ ทอง. (2012). *ทิศทาง การ เรียน การ สอน ผ่าน สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) ในอาเซียน. วารสาร ร่มพฤกษ์ (ROMPHRUEK JOURNAL).* 30, 3, 125-148.
- [22] อ่ำภา บุญช่วย. (2537). *การบริหารงานวิชาการโรงเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ : โอเดียนสโตร์.*[23] Maslow, A. H. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review.* 50, 4, 370- 96.
- [24] McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for " intelligence". *American Psychologist.* 28, 1, 1.

## ระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว

### กรณีศึกษา อ.เมืองฉะเชิงเทรา

INFORMATION SYSTEM TO INTRODUCE TOURIST ATTRACTIONS CASE STUDY MUANG DISTRICT, CHACHOENG-SAO PROVINCE

พรพงศ์ ศิริสุขเจริญพร<sup>1</sup> ศรินญา ชาญตะแก้ว<sup>2</sup> และ สหรัถ บุญน้อม<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

E-mail rc\_bsu@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจแทนการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเก่าที่ยังคงใช้เป็นเพียงการติดป้ายประกาศ โดยทางอำเภอเมืองฉะเชิงเทรานั้นจะมีการประกาศประชาสัมพันธ์ไว้ที่สถานีรถไฟเพื่อให้บริการข้อมูลข่าวสาร สถานที่ท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวได้เข้ามาศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ต่างที่น่าสนใจภายในจังหวัด รวมทั้งการประกาศข่าวสารต่างๆภายในจังหวัดให้นักท่องเที่ยวได้ทราบ โดยใช้วิธีการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบ F-test อายุมีผลต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างง่ายมา 60 คน แบ่งการประเมินระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ การประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.16$ , S.D. = 0.64) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบโดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = 0.57) และการเปรียบเทียบความพึงพอใจของอายุกับการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**คำสำคัญ :** ระบบสารสนเทศ

#### Abstract

This research is to apply the information system. Introduction to interesting places. Instead of publicity, the old format is still used as the only label. The city of Chachoengsao will be announced at the railway station to provide information. Including announcements in the province to the tourists. Using computer technology to compare satisfaction. The statistics used in this study were mean, standard deviation, and F-test. And age affects system usage. A simple random sampling of 60 people divided the evaluation system into 2 parts. The results of the evaluation were at a good level. ( $\bar{x} = 4.16$ , S.D. = 0.64) The overall satisfaction of the users was at a good level. ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = 0.57) Comparison of age dependence with system usage. The difference was significant at 0.05 significance level.

**Keyword:** Information Systems

#### 1. บทนำ

ปัจจุบันในยุคที่มีการนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ามามีบทบาทในการทำงานในหน่วยงานต่างๆ ซึ่งมีส่วนช่วยในการทำงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพและความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากอำเภอเมือง

ฉะเชิงเทราได้มีการตั้งป้ายประชาสัมพันธ์เพื่อให้บริการข้อมูลข่าวสาร แก่นักท่องเที่ยวแต่ข้อมูลดังกล่าวมีมากเกินไป นักท่องเที่ยวจะทำความเข้าใจได้ ทั้งการแจกเอกสารยังต้องใช้เวลาในการแนะนำควบคู่ไป ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การนำเอา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำป้ายประชาสัมพันธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอข้อมูล ให้มีความสะดวกรวดเร็ว มากยิ่งขึ้น ทั้งยังอำนวยความสะดวกให้นักท่องเที่ยวในการสืบค้นข้อมูลต่างๆในจังหวัดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะแนะนำในรูปแบบโปรแกรมบริการข้อมูล ( PC Service Program ) ทำให้นักท่องเที่ยวได้เห็นเป็นภาพสีสดมากกว่าการบรรยายสถานที่ หรืออ่านป้ายประชาสัมพันธ์

## 2. ทฤษฎีและโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 วงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle :SDLC)

ขั้นตอนการพัฒนาระบบมีอยู่ด้วยกัน 7 ขั้นตอนคือ

1. เข้าใจปัญหา ( Problem Recognition)
2. ศึกษาความเป็นไปได้ ( Feasibility Study)
3. วิเคราะห์ ( Analysis)
4. ออกแบบ ( Design)
5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)
6. การปรับเปลี่ยน (Conversion)
7. บำรุงรักษา (Maintenance)

### 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Flash Professional

เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพกราฟิกที่มีความคมชัด เนื่องจากเป็นกราฟิกแบบเวกเตอร์(Vector) สามารถเล่นเสียงวิดีโอ แบบสตรีมโอโต้ สามารถสร้างงานให้โต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) มีฟังก์ชันสำหรับการเขียนโปรแกรม (Action Script) และยังทำงานในลักษณะ CGI โดยเชื่อมต่อการเขียนโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้มากมาย เช่น PHP, JSP, ASP, ASP.NET, C/C++, C#, C#.NET, VB, VB.NET, JAVA เป็นต้น

### 2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภาษา ActionScript

เป็น programming language ที่ใช้บน Flash ทำหน้าที่ ควบคุมต่างๆ จะทำงานบน ActionScript Virtual Machine(AVM) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ flash player จะถูก compile เป็น bytecode เพื่อเอาไปใช้ต่อไป และยังสามารถเขียนพัฒนาได้จากหลายโปรแกรมอื่นในปัจจุบัน เช่น AIR (ซึ่งสามารถพัฒนา application บน Desktop, Android ,iOS) , flex builder ,flashdeveloper ประโยชน์ ที่ได้ช่วยให้ผู้ชม flash สามารถทำการอินเตอร์แอคทีฟวัตถุต่างๆได้

## 3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว
2. เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของช่วงอายุมีผลต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ระบบงานเดิม

โดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สถานีรถไฟฉะเชิงเทราและสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวจำนวน 60 คน ทำให้ทราบว่าระบบงานประชาสัมพันธ์ของสถานีรถไฟ อ.เมืองฉะเชิงเทรามีรายละเอียดดังนี้

- ระบบการประชาสัมพันธ์ยังเป็นแบบป้ายประกาศประชาสัมพันธ์

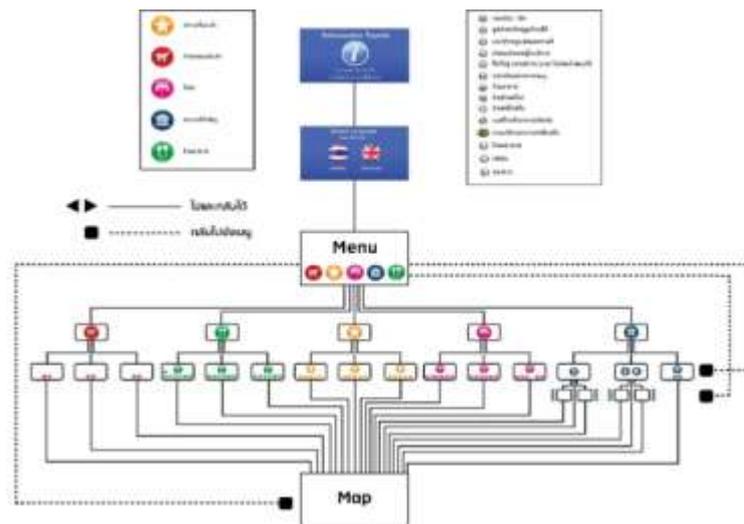
- การหาสถานที่สำคัญหรือร้านอาหารที่พิกัดต่างจะต้องหาจากป้ายประกาศหรือสอบถามจากเจ้าหน้าที่เท่านั้น

#### 4.1.1 ปัญหา ข้อจำกัด ในระบบงานเดิม สรุปได้ดังนี้

1. การค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวทำได้ยาก
2. การค้นหาที่พักให้กับนักท่องเที่ยวได้เข้าพักมีความล่าช้า
3. ข้อมูลต่างๆ มีความไม่น่าเชื่อถือความถูกต้อง เช่น ป้ายประกาศข้อมูลไม่ได้มีการอัปเดต  
ข้อมูล ทำให้เกิดความผิดพลาด

#### 4.2 การพัฒนาและออกแบบสารสนเทศ

- 1.ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศนี้คือ ระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ Adobe Flash Professional CS6, Adobe Action script 3.0
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้กับการพัฒนาระบบงาน
3. ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบความสัมพันธ์ของระบบงานจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบงานภายในและสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ การสร้างไดอะแกรมจากการวิเคราะห์สามารถอธิบายการทำงานของระบบ



รูปที่ 1 แผนผังแสดงการทำงานของระบบ

#### 4.3 การทดสอบและประเมินผล

ใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) และประเมินระบบใช้แบบสอบถามเป็น

5 ระดับ เครื่องมือที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนคือ ประเมินประสิทธิภาพของระบบ มีการประเมินด้วยกัน 4 ด้านโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และประเมินความพอใจของผู้ใช้งาน จำนวน 60 คน

#### 5. ผลการดำเนินงาน

##### 5.1 ผลการทดสอบระบบ

- 5.1.1 หน้าแรกของโปรแกรมเป็นส่วนที่แสดงชื่อโปรแกรม



รูปที่ 2 หน้าแรกของโปรแกรมเป็นส่วนที่แสดงชื่อโปรแกรม

5.1.2 เลือกภาษา



รูปที่ 3 เลือกภาษา

5.1.3 หน้าจอเมนู



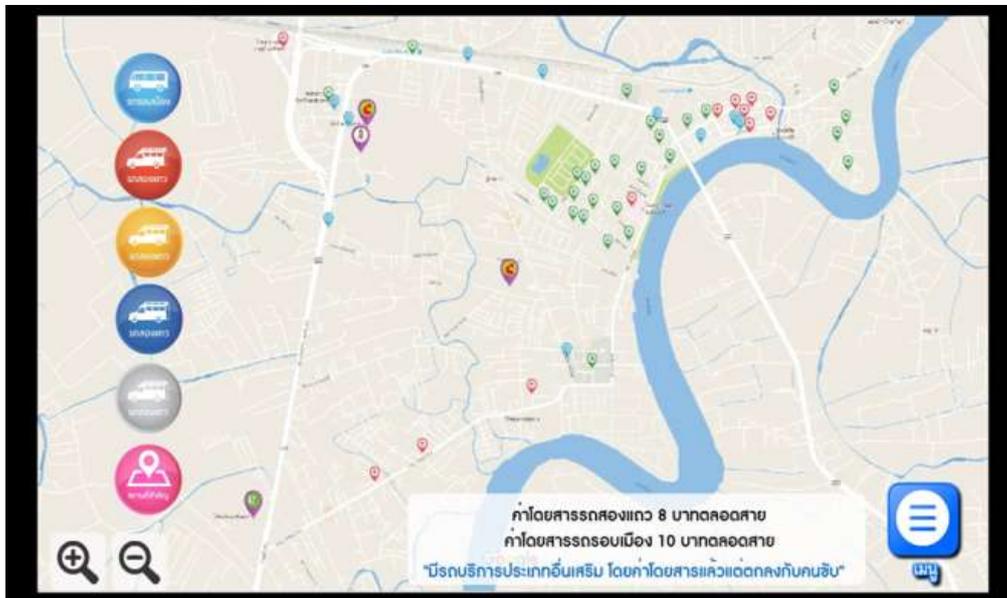
รูปที่ 4 หน้าจอเมนู

5.1.4 หน้าจอแสดงสถานที่ที่น่าสนใจ



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงสถานที่ที่น่าสนใจ

5.1.5 หน้าจอแสดงแผนที่การเดินทาง



รูปที่ 6 หน้าจอแสดงแผนที่การเดินทาง

5.1.6 ปรับปรุงทดลองการใช้งานระบบจนเป็นที่น่าพอใจ และนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 ผลการประเมินคุณภาพของสารสนเทศแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ทั้ง 4 ด้าน ได้ ค่าเฉลี่ย 4.16 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 ( $\bar{x} = 4.16$ , S.D. = 0.64) อยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินรายด้าน 4 ด้านโดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.ด้านการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.03	0.72	ดี
2.ด้านการทำงานตามหน้าที่ระบบ	4.09	0.67	ดี
3.ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.38	0.52	ดี
4.ด้านครบถ้วนและชัดเจนของข้อมูล	4.15	0.65	ดี
สรุปรายการประเมิน	4.16	0.64	ดี

ผลจากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของสารสนเทศแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว โดยผู้ใช้งานจำนวน 60 คน โดยทดสอบกับกลุ่มผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 18 - 28 ปี กลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 29 - 39 ปี และกลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 40 ปีขึ้นไป กลุ่มละ 20 คน ประเมินทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยรวม 4.16 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 ( $\bar{x} = 4.16$  S.D. = 0.64) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ 3 กลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.กลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 18 - 28 ปี	4.14	0.64	ดี
2.กลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 29 - 39 ปี	4.47	0.54	ดี
3.กลุ่มนักท่องเที่ยวอายุ 40 ปีขึ้นไป	4.38	0.52	ดี
สรุปรายการประเมิน 3 กลุ่ม	4.33	0.57	ดี

ผลจากตารางที่ 2 พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มที่ทำการประเมินมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 4.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ซึ่งอยู่ในระดับดีเมื่อพิจารณารายการกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.47 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ตามลำดับ

## 6.สรุปผลการวิจัย

6.1 ในการพัฒนาสารสนเทศแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา อ.เมืองฉะเชิงเทรา การประเมินประสิทธิภาพของสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ซึ่งได้ผลการประเมินในระดับดี ( $\bar{x} = 4.16$ , S.D. = 0.64)และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสารสนเทศ ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = 0.57) ดังนั้นจึงสรุปว่า สารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถแนะนำและให้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างเหมาะสม

6.2 การเปรียบเทียบช่วงอายุผู้มาใช้งานระบบสารสนเทศพบว่าอายุกับการใช้งานระบบสารสนเทศแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

	SS	df	Ms	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	7.66	2	3.83	36.37	0.00
ภายในกลุ่ม	10.32	59	0.105		
รวม	17.98	61			

**7.อภิปรายผล**

จากการทดสอบระบบสารสนเทศเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวพบว่า ในการพัฒนาสารสนเทศแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา อ.เมืองฉะเชิงเทรา การประเมินประสิทธิภาพของสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ซึ่งได้ผลการประเมินในระดับดี ( $\bar{x} = 4.16$ , S.D. = 0.64) และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสารสนเทศ ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = 0.57) ดังนั้นจึงสรุปว่า สารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถแนะนำและให้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างเหมาะสม จากการทำงานวิจัยของผู้วิจัยครั้งนี้พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของนางสาวเสาวนีย์ เตือนเด่น ซึ่งทำการวิจัยเรื่องความพึงพอใจของอาจารย์ต่อการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของห้องบรรยายสรุปนักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิทยบริการ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยรามคำแหงในปี 2559 ซึ่งตรงกับงานวิจัยของผู้วิจัยเช่นกัน

**8 ข้อเสนอแนะ**

- 8.1. แนวโน้มด้านการพัฒนาต่อควรจะมีฐานข้อมูล เพื่อสะดวกต่อการอัปเดตและแก้ไขข้อมูลในอนาคต
- 8.2. แนวโน้มด้านการพัฒนาครั้งต่อไป สามารถใช้งานโปรแกรมโดยใช้ระบบ Touch Screen

**9.เอกสารอ้างอิง**

- [1] ธันยพัฒน์ วงศ์รัตน์.2555. สร้างงานแอนิเมชันด้วย Flash CS5. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทสวัสดี ไอที จำกัด.
- [2] วสันต์ พึ่งพูลผล. 2556.คู่มือ ILLUSTRATOR CS6. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี:บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด.
- [3] ศูนย์วิจัยด้านตลาดการท่องเที่ยว <http://intelligencecenter.tat.or.th/>
- [4] สุดา เขียวมนตรี.2555. คู่มือเรียนเขียนโปรแกรมภาษา Java ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด.
- [5] เอกเทพ ภัคศิริมงคล. 2554. เรียนรู้เทคนิคการแต่งภาพขั้นเขียน Photoshop. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท เน็ต ดีไซน์ พับลิชชิง จำกัด.
- [6] The official website of tourism authority of thailand <https://thai.tourismthailand.org/>

**การศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการของวิสาหกิจ****ขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร**

Study the Using Accounting Information System for Corporate

Management of Medium and Small Enterprises in Bangkok

วรรณภา อิมะไชย์

สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร เพื่อเสนอแนะแก่ผู้สนใจนำผลการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลทางบัญชีในการบริหารกิจการให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งมหาวิทยาลัยธนบุรีกรุงเทพฯ นำผลการศึกษาใช้ในการกำหนดการเรียนการสอนของสาขาการบัญชีของ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดการศึกษา กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้เป็นผู้ประกอบการ SME ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งจดทะเบียนเป็นนิติบุคคล จำนวน 400 ราย โดยได้จัดส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างข้างต้น นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติร้อยละ ระดับค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบข้อสมมุติฐานโดยใช้ One Way ANOVAs

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง ดำเนินธุรกิจสูงสุดประเภทการขายปลีกและขายส่ง ระยะเวลาในการดำเนินธุรกิจส่วนใหญ่ยาวนาน 5 - 15 ปี ขนาดธุรกิจจำแนกตามจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ส่วนใหญ่มีจำนวน 10,000,001 – 40,000,000 บาท จำนวนพนักงานส่วนใหญ่มีน้อยกว่า 10 คน การจัดทำบัญชีของกิจการจัดทำด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางบัญชีสูงสุดคือโปรแกรม Express และพบว่ากลุ่มตัวอย่างได้ให้ความสำคัญในการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการตามกระบวนการบริหารใน 4 ด้าน ที่สำคัญมากที่สุดอันดับแรกและอันดับรองลงมาได้แก่ ด้านการวางแผนคือ การวางแผนเป้าหมายกำไร และการวางแผนระบบบริการลูกค้าเพื่อสร้างความพึงพอใจ ด้านการสั่งการคือ การกำหนดการเปลี่ยนแปลงขบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุน และการกำหนดวิธีการกระจายความรับผิดชอบในการบริหารกิจการตามสายงาน ด้านการควบคุมคือ การควบคุมและการวัดผลความสามารถในการทำกำไร และการควบคุมกระแสเงินสดรับจ่ายตามงบประมาณรายรับจ่าย ด้านการตัดสินใจคือ การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงธุรกิจเมื่อมีความจำเป็นทางเศรษฐกิจ และการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงราคาขาย

**คำสำคัญ :** การใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชี การบริหารกิจการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

**Abstract**

This research was to study the using accounting information system for corporate management of medium and small enterprises in Bangkok. The result of this study could be suggested to any interest in finding the most appropriate and efficient in using accounting information system for corporate management in all aspects. It also could be suggested to any educational institution to develop courses and teaching methods in order to produce skilled accountants to meet the market requirements. The sampling group of this research was 400 medium and small enterprises in Bangkok. The questionnaires

were send to the sampling group. The collected data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation, and One Way ANOVAs.

The results of the research were indicated that most of the sampling group were whole sales and retail sales business, period of doing business in 5 – 15 years, size of business which in accordance with fixed assets amount of million baht 10,000,001 – 40,000,000, employment less than 10 persons, used Express accounting software. The results of the research were indicated that the highest desirable opinions and the second highest desirable opinions in using accounting information system of four corporate management processes were as follow. The planning process was the profit targets, and customers' satisfaction services planning. The directing process was prescribing change in production process in order to reduce costs, and prescribing the mechanism of decentralize functional management. The controlling process was to control and measure the profitability, and control cash flow in according to corporate budget. The decision making process was to decide to change business operation whenever the enforcement of economic change, and change the selling price.

**Keywords:** Using accounting information system, Corporate management, Medium and small enterprises.

#### คำนำ

สภาพเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และสภาพการแข่งขันรุนแรง ส่งผลกระทบต่อธุรกิจทุกภาคส่วนทั้งขนาดใหญ่ และกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(SMEs) ดังนั้นธุรกิจทุกภาคส่วนจึงจำเป็นต้องปรับตัว ทั้งทางด้านประสิทธิภาพการจัดการ การตลาด การผลิต และระบบสารสนเทศ ให้ทันกับสภาพเหตุการณ์ และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบัน สิ่งสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อความสำเร็จในการดำเนินงานขององค์กร ภายใต้สภาวะโลกาภิวัตน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากมาย การปรับตัวให้ทันกับเหตุการณ์เป็นความจำเป็นโดยเฉพาะกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ต้องเร่งปรับตัวบริหารองค์กรให้มีประสิทธิภาพเพื่อผลิตสินค้าที่สร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าได้มากที่สุด สิ่งสำคัญที่จะสนับสนุนการบริหารจัดการองค์กรให้มีประสิทธิภาพคือ การมีระบบสารสนเทศทางการบัญชีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการภายในองค์กร เพื่อเป็นปัจจัยที่สนับสนุนการปฏิบัติงานและเป็นตัวผลักดันกลยุทธ์ ช่วยสนับสนุนให้ผู้บริหารตัดสินใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำบนพื้นฐานของข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้ผู้บริหารบริหารงานตรงตามวัตถุประสงค์ของกิจการ

ในการบริหารงานนั้น ผู้บริหารต้องมีการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) ซึ่งความสามารถในการทำหน้าที่ทางการบริหารจะสมบูรณ์อยู่ในระดับใดนั้น ขึ้นอยู่กับความพร้อม ตลอดจนความสามารถในการจัดหาและใช้ข้อมูลได้ดี ดังนั้น การที่ผู้บริหารจะสามารถทำหน้าที่ทางการบริหารได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องมีข้อมูลที่มีคุณภาพและให้ประโยชน์ต่อการทำหน้าที่ทางการบริหารได้อย่างแท้จริง แหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ ครบถ้วนของผลการดำเนินการในอดีตของกิจการจะแสดงไว้ใน ระบบสารสนเทศทางการบัญชี และรายงานงบการเงินของกิจการ ดังนั้นข้อมูลทางการบัญชี สามารถนำมาวิเคราะห์และพยากรณ์ เพื่อประกอบการตัดสินใจในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงาน อันจะก่อให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินงาน ซึ่งหมายถึง ความสามารถขององค์กรที่จะปรับตัว เพื่อให้อยู่รอดภายใต้สภาวะการณ์หรือสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไป

ธุรกิจวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ซึ่งเป็นธุรกิจที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ธุรกิจ (SMEs) ทั่วประเทศมีจำนวนทั้งสิ้น 3,004,639 ราย (ตามรายงานปี 2559 ของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม) เป็นธุรกิจที่สร้างมูลค่าเพิ่มแก่ระบบเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างมหาศาลทั้งในแง่การสร้างงาน สร้างรายได้ และเป็นได้ทั้งผู้ผลิต ผู้กระจายสินค้าและผู้ให้บริการก่อให้เกิดรายได้กับชุมชนและประเทศ เนื่องด้วยขนาดของกลุ่ม (SMEs) ดังนั้นความต้องการใช้งานในระบบสารสนเทศทางการบัญชีของกลุ่ม (SMEs) จึงมีความสำคัญต่อผู้ประกอบการวิชาชีพบัญชีในการตอบสนองความต้องการทั้งด้านรายงานการเงินและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ต้องจัดให้มีเพื่อใช้ในการบริหารกิจการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดกลุ่ม (SMEs) เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อการวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษา ในการจัดให้มีการเรียนการสอนที่ตรงกับความต้องการของตลาด และผู้ประกอบการวิชาชีพบัญชีจำเป็นต้องพัฒนาความรู้ ความสามารถให้ตรงกับความต้องการของตลาดเช่นกัน

### วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการวางแผน (Planning)
2. ด้านการสั่งการ (Directing)
3. ด้านการควบคุม (Controlling)
4. ด้านการตัดสินใจ (Decision Making)

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนทฤษฎีและความสำคัญการบริหาร ความสำคัญของข้อมูลบัญชีและรายงานทางการเงิน แนวคิดบุคคลที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลบัญชีและรายงานทางการบัญชี สามารถสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังต่อไปนี้

ตัวแปรต้น ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประสบการณ์ในการทำงานในตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน มีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงินพอเพียงเพื่อใช้ในการบริหารกิจการ ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ จำนวนนักบัญชีในปัจจุบันของกิจการ วุฒิการศึกษาของนักบัญชีของกิจการ และโปรแกรมสำเร็จรูปบัญชีที่กิจการใช้อยู่ในปัจจุบัน

ตัวแปรตาม คือ ระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการวางแผน (Planning)
2. ด้านการสั่งการ (Directing)
3. ด้านการควบคุม (Controlling)
4. ด้านการตัดสินใจ (Decision Making)

มณูญชัย ธีระอนันท์ (2552) ได้ศึกษาผลกระทบของประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้การบัญชีบริหารที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงาน จากผู้ประกอบการธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า สิ่งสำคัญในการบริหารงานขององค์กร คือการสร้างความสำเร็จในการบริหารจัดการองค์กร ท่ามกลางสภาพเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งการประยุกต์ใช้การบัญชีบริหารภายในองค์กรเป็นปัจจัยสำคัญ และจำเป็นสำหรับผู้บริหารใน

การวางแผน การสั่งการ การควบคุม และการตัดสินใจ จึงถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ทำให้องค์กรดำเนินงานได้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จต่อไป ดังนั้น ประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้การบัญชีบริหารมีความสัมพันธ์และผลกระทบต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควรให้ความสำคัญและนำข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านการวางแผนงาน ด้านการสั่งการ ด้านการควบคุม และด้านการตัดสินใจในการดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้การบัญชีบริหาร ก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจทั้งในระดับผู้ประกอบการผู้บริหารและภาระหน้าที่ของพนักงาน เพื่อพัฒนาองค์กรไปสู่ความสำเร็จเพื่อปรับปรุงวิสัยทัศน์ พันธกิจ และกลยุทธ์ขององค์กรให้มีความชัดเจนนำไปสู่แนวทางการดำเนินงาน เพื่อให้้องค์กร ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานสร้างความเจริญก้าวหน้า

จารุณี ทองจันทร์เทพ มยุรี เอื้อวีระวัฒน์ (2554) กล่าวว่า การใช้ข้อมูลทางบัญชีในการตัดสินใจของผู้บริหารกลุ่มธุรกิจผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรมลำพูน ผลของการศึกษาพบว่า การใช้ข้อมูลทางบัญชีในการตัดสินใจระยะสั้น ประกอบด้วย การรับหรือปฏิเสธคำสั่งซื้อพิเศษ การผลิตชิ้นส่วน เองหรือซื้อชิ้นส่วนจากบุคคลภายนอก การเพิ่มหรือยกเลิกสายการผลิต สาขาหรือเขตขาย การจำหน่ายหรือผลิตต่อ การปิดโรงงานชั่วคราว การกำหนดราคาสินค้าการส่งเสริมการขายสินค้าและการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ใช้ข้อมูลทางบัญชีในการตัดสินใจ การใช้ข้อมูลทางบัญชีในการตัดสินใจระยะยาว (จ่ายลงทุน) ประกอบด้วย การตัดสินใจลงทุนในสินทรัพย์ถาวร การขยายผลิตภัณฑ์ใหม่หรือตลาดใหม่ การลงทุนในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

สุรัชย์ กลางพระเนตร (2554) กล่าวว่า การใช้ประโยชน์จากรายงานทางการเงินในการบริหารงานของธุรกิจขนาดย่อมมีระดับการนำข้อมูลรายงานทางการเงินไปใช้ในด้านการวางแผนกำหนดเป้าหมาย การควบคุมและการตัดสินใจ สรุปได้ว่าธุรกิจส่วนใหญ่แก้ปัญหาโดยการเพิ่มเติมความรู้ให้กับผู้จัดทำรายงาน การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการพัฒนาด้านการเงินรวมถึงระบบบัญชี การใช้รายงานทางการเงินที่จัดทำขึ้นต้องเปิดเผยได้โปร่งใส ทันเวลา

### สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดสมมติฐานว่า กลุ่มตัวอย่างที่มี อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ ที่แตกต่างกัน ให้ระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) ที่แตกต่างกัน

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ กลุ่ม (SMEs) ในกรุงเทพมหานครซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 266,912 ราย (ตามรายงานปี 2559 ของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม) โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane, 1970 ประมาณ 500 ราย และคัดเลือกให้ครอบคลุมทุกประเภทธุรกิจของกลุ่ม (SMEs) อย่างทั่วถึง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบสอบถาม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการและแนวคิด จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างแบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1) ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2) ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง (SMEs)

ส่วนที่ 3) ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในแต่ละในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน

2.3 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha – Coefficients) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.80

2.4 แจกแบบสอบถาม จำนวน 500 ชุดถึงกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการแจกแบบสอบถามและคำชี้แจง ได้จัดส่งพร้อมซองตอบรับทางไปรษณีย์ และได้รับแบบสอบถามคืนจำนวน 400 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 80 ของแบบสอบถามที่ได้จัดส่ง

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามจะอภิปรายผลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) และใช้สถิติขั้นพื้นฐาน ในการหาค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยต่างๆ ส่วนการทดสอบมีดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ประชากร ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประสบการณ์ในการทำงาน ในตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน มีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงินพอเพียงเพื่อใช้ในการบริหารกิจการ ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ จำนวนนักบัญชีในปัจจุบันของกิจการ วุฒิการศึกษาของนักบัญชี ส่วนใหญ่ของกิจการ และโปรแกรมสำเร็จรูปบัญชีที่กิจการใช้อยู่ในปัจจุบัน แล้วนำมาแจกแจงความถี่และใช้สถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าสถิติร้อยละ

3.2 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) นำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยระดับความสำคัญของปัจจัยมีคะแนนมากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) น้อยที่สุด (1 คะแนน)

3.3 นำข้อมูลในข้อ 3.2 มาทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ กับระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยใช้วิธี One Way ANOVAs (F-test) ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 การทดสอบความแตกต่างรายคู่ (Post Hoc Test) โดยวิธีสถิติ Scheffe ในการทดสอบต่อไป

### ผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ราย เป็นเพศชายร้อยละ 38.0 และเพศหญิงร้อยละ 62.0 ส่วนใหญ่มีอายุ 30 - 40 ร้อยละ 37.8 วุฒิการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ระดับปริญญาตรีร้อยละ 62.8 ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ระดับผู้จัดการ ร้อยละ 51.3 ด้านประสบการณ์การทำงานในหน้าที่ปัจจุบันส่วนใหญ่มีอายุ 5 - 15 ปี ร้อยละ 45.3 ด้านมีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงินพอเพียงเพื่อใช้ในการบริหารกิจการส่วนใหญ่มีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงิน ร้อยละ 95.5

2. ข้อมูลเกี่ยวกับกิจการและการทำบัญชีของกิจการโดยประกอบธุรกิจประเภทธุรกิจขายส่งหรือขายปลีกร้อยละ 52.8 ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ส่วนใหญ่มีจำนวน 10,000,000 – 30,000,000 บาทร้อยละ 49.5 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการส่วนใหญ่ดำเนินการมา 5 - 15 ปี ร้อยละ 78.0 จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการส่วนใหญ่มีจำนวนน้อยกว่า 20 คน ร้อยละ 73.0 จำนวนนักบัญชีในปัจจุบันของกิจการส่วนใหญ่มีจำนวนต่ำกว่า 10 คน ร้อยละ 78.8 วุฒิการศึกษาของนักบัญชีส่วนใหญ่ของกิจการส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 66.5 และโปรแกรมสำเร็จรูปบัญชีที่กิจการใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ Express ร้อยละ 48.0

3. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) นำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังต่อไปนี้

3.1 ด้านการวางแผน (Planning) ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การวางแผนเป้าหมายกำไร ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.86 ความสำคัญรองลงมาคือ การวางแผนระบบบริการลูกค้าเพื่อสร้างความพึงพอใจ ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.77

3.2 ด้านการสั่งการ (Directing) ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การกำหนดการเปลี่ยนแปลงขบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุน ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.82 ความสำคัญรองลงมาคือ การกำหนดวิธีการกระจายความรับผิดชอบในการบริหารกิจการตามสายงาน ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.62

3.3 ด้านการควบคุม (Controlling) ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การควบคุมและการวัดผลความสามารถในการทำกำไร ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.78 ความสำคัญรองลงมาคือ การควบคุมกระแสเงินสดรับจ่ายตามงบประมาณรับจ่าย ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.76

3.4 ด้านการตัดสินใจ (Decision Making) ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงธุรกิจเมื่อมีความจำเป็นทางเศรษฐกิจ ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.83 ความสำคัญรองลงมาคือ การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงราคาขาย ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.78

3.4 ผลการวิเคราะห์ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานหลัก (Ho) ว่า กลุ่มตัวอย่างที่มี อายุ วุฒิ การศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิ ตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ ที่แตกต่างกัน ให้ระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) ที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยใช้วิธี One Way ANOVA (F-test) ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หากมีผลการทดสอบความแตกต่างรายคู่ (Post Hoc Test) ใช้วิธีสถิติ Schaeffer ในการทดสอบต่อไป ผลการทดสอบด้วยสถิติ One - Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 พบว่าค่า Sig. มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha$ : 0.05 ทุกประเด็น ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Ho) ดังกล่าวข้างต้นทุกประเด็น โดยกลุ่มตัวอย่างที่มี อายุ วุฒิ การศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิ ตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ ที่แตกต่างกัน ให้ระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) ที่ไม่แตกต่างกัน

### สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน คือการวางแผน (Planning) การสั่งการ (Directing) การควบคุม (Controlling) และการตัดสินใจ (Decision Making) โดยมีระดับความสำคัญมากที่สุดสองอันดับแรก ที่ระดับค่าเฉลี่ยที่ 4.6 – 4.8 มีดังต่อไปนี้ ด้านการวางแผน ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การวางแผนเป้าหมายกำไร ความสำคัญรองลงมาคือ การวางแผนระบบบริการลูกค้า เพื่อสร้างความพึงพอใจ ด้านการสั่งการ ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การกำหนดการเปลี่ยนแปลงขบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุน ความสำคัญรองลงมาคือ การกำหนดวิธีการกระจายความรับผิดชอบในการบริหารกิจการตามสายงาน ด้านการควบคุม ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การควบคุมและการวัดผลความสามารถในการทำกำไร ความสำคัญรองลงมาคือ การควบคุมกระแสเงินสดรับจ่ายตามงบประมาณรายรับจ่าย ด้านการตัดสินใจ ระดับความสำคัญสูงสุดคือ การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงธุรกิจเมื่อมีความจำเป็นทางเศรษฐกิจ ความสำคัญรองลงมาคือ การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงราคาขาย จากผลการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า การให้ระดับความสำคัญดังกล่าวข้างต้นเป็นผลกระทบโดยตรงกับกิจการทางด้าน รายได้ ค่าใช้จ่ายและกำไรทั้งสิ้น ซึ่งข้อมูลหลักๆจะมาจากระบบสารสนเทศทางการบัญชีนำมาใช้ในการบริหารจัดการกิจการโดยตรง ดังนั้นระบบสารสนเทศทางการบัญชี จึงเป็นสารสนเทศของกิจการที่ทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมและประมวลผลตามความต้องการของผู้ใช้งานในการบริหารจัดการ ในปัจจุบันนี้สารสนเทศทางการบัญชีจึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในธุรกิจได้ ซึ่งความได้เปรียบนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของรายงานทางการเงิน ความถูกต้อง ครบถ้วนและทันเวลาการใช้งาน

จากผลการวิจัย เพื่อทดสอบสมมติฐาน ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มี อายุ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน ประเภทธุรกิจของกิจการ ขนาดธุรกิจจำแนกตามขนาดของจำนวนสินทรัพย์ถาวรสุทธิตามราคาบัญชี ณ สิ้นปี 2559 ระยะเวลาในการดำเนินงานของกิจการ จำนวนพนักงานในปัจจุบันของกิจการ ที่แตกต่างกัน ให้ระดับความความสำคัญของการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารกิจการ ในกระบวนการบริหารจัดการกิจการใน 4 ด้าน ที่ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยพบว่าผลจากการทดสอบเป็นผลจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งผู้บริหารหรือผู้จัดการ ร้อยละ 91.5 และมีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงินพอเพียงเพื่อใช้ในการบริหารกิจการส่วนใหญ่มีความรู้หรือความเข้าใจเกี่ยวกับบัญชีและการเงิน ร้อยละ 95.5 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้งานโดยตรงในการบริหารจัดการกิจการ จึงให้ระดับความสำคัญในทิศทางเดียวกัน

**ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง** เกี่ยวกับการใช้สารสนเทศหรือช่องทางบัญชีในการบริหารกิจการ ได้สอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของ

สิทธิชัย บุญสร้าง (2550) ผู้ประกอบธุรกิจ SMEs มีความคิดเห็นด้วยเกี่ยวกับการมีศักยภาพการใช้ข้อมูลสารสนเทศทางการบัญชีโดยรวม ด้านการตัดสินใจลงทุนและการให้สินเชื่อ ด้านการประเมินกระแสเงินสด ด้านฐานะการเงิน ผลการดำเนินงานและการเปลี่ยนแปลงฐานะการเงินของกิจการ และด้านการบริหารทรัพยากรของกิจการ อยู่ในระดับมาก เนื่องจากข้อมูลสารสนเทศทางการบัญชีสามารถสนับสนุนการปฏิบัติงานประจำวันของพนักงาน สนับสนุนการตัดสินใจและวางแผนของผู้บริหาร และเป็นการปฏิบัติตามภาระหน้าที่ทางกฎหมาย ข้อมูลสารสนเทศทางการบัญชี จึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้องค์กรบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรได้

ทิพาพร ขวัญมา (2555) ได้ศึกษาผลกระทบของคุณภาพข้อมูลทางบัญชีบริหารที่มีต่อประสิทธิภาพการตัดสินใจของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า คุณภาพข้อมูลทางบัญชีบริหาร เป็นการจัดทำและนำเสนอข้อมูลทางการบัญชีที่ให้ประโยชน์แก่ ผู้บริหารในการวางแผน การสั่งการ การควบคุม และการตัดสินใจ ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังพิจารณา เป็นข้อมูลที่ทันเวลาที่ต้องการและสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และเป็นข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้อง

ได้ คุณภาพข้อมูลทางบัญชีบริหาร มีความสัมพันธ์และผลกระทบเชิงบวกกับประสิทธิภาพการตัดสินใจ ดังนั้น ผู้บริหารธุรกิจ SMEs ควรให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลทางบัญชีบริหาร ซึ่งก่อให้เกิดการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ และส่งผลให้กิจการมีศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจในอนาคต ผลลัพธ์ ที่ได้จากการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานทางการบัญชีและสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ข้อมูลทางการบัญชีให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิผลองค์กรในการดำเนินงานและมีศักยภาพในการแข่งขันได้ในอนาคต นอกจากนี้งานวิจัยยังให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้บริหารฝ่ายบัญชีธุรกิจ SMEs ควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำรายงานการเงิน เพื่อให้รายงานการเงินของธุรกิจ SMEs มีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานการบัญชีที่รับรองทั่วไป โปร่งใส และมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

พัชริน วิเศษประสิทธิ์ (2552) ได้ศึกษาผลกระทบของความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางการบัญชีที่มีต่อประสิทธิภาพการตัดสินใจ ของผู้บริหารธุรกิจ SMEs ในเขตภาคเหนือ พบว่า ความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางการบัญชี เป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพของข้อมูลทางการบัญชี ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ประกอบการตัดสินใจทางการบริหารขององค์กร ข้อมูลทางการบัญชีที่น่าเชื่อถือย่อมสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้ข้อมูลทุกกลุ่มที่จะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดส่งผลให้บรรลุตามเป้าหมาย สามารถพัฒนาองค์กรได้อย่างต่อเนื่อง และก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแก่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย โดยสรุป ความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางการบัญชี มีความสัมพันธ์ และผลกระทบเชิงบวกกับประสิทธิภาพการตัดสินใจของธุรกิจ

#### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้และในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เสนอแนะให้สถานการศึกษา พัฒนาหลักสูตร วิธีการสอน โดยมุ่งเน้นผลิตนักบัญชีที่มีความรู้ ความสามารถตรงตามความต้องการของตลาด
2. เสนอแนะให้นักศึกษาและนักบัญชี พัฒนาความรู้ ความสามารถ และพัฒนาจิตของตนเองให้มีจริยธรรมและคุณธรรมในการประกอบวิชาชีพบัญชี และมีทัศนคติว่า “นักบัญชีเป็นผู้ให้บริการข้อมูลที่ถูกต้องและทันเวลา”
3. เสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาเปรียบเทียบการใช้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีในการบริหารจัดการตามระบบบัญชีบริหาร และตามบัญชีมาตรฐานบัญชี มีความแตกต่างกันอย่างไร

#### เอกสารอ้างอิง

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม รายงานปี 2559 [www.sme.go.th](http://www.sme.go.th)

สิทธิชัย บุญสร้าง (2550) ผลกระทบของศักยภาพการใช้ข้อมูลสารสนเทศทางการบัญชีที่มีต่อความสามารถในการแข่งขัน

ของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริญญาบัญชัชมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม

ทิพาพร ขวัญมา (2555) ผลกระทบของคุณภาพข้อมูลทางบัญชีบริหารที่มีต่อประสิทธิภาพการตัดสินใจ

ของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วิทยานิพนธ์ บข.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พัชริน วิเศษประสิทธิ์ (2552) ผลกระทบความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางการบัญชีที่มีต่อประสิทธิภาพการตัดสินใจของธุรกิจ

SMEs ในเขตภาคเหนือ. วิทยานิพนธ์ บข.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มนุญชัย ชีระออกนิษฐ์ (2552) ผลกระทบของประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้การบัญชีบริหารที่มีต่อความสำเร็จในการ

ดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริญญาบัญชัชมหาบัณฑิต วิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
สุรัชย์ กลางพระเนตร (2554) ปัจจัยในการเพิ่มขีดความสามารถในการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาด  
ย่อมในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และจังหวัดมหาสารคาม. การศึกษาปัญหาพิเศษ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

จารุณี ทองจันทร์เทพ มยุรี เอื้อวีระวัฒน์. (2554) ผลกระทบของประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้การบัญชีบริหารที่มีต่อ  
ความสำเร็จในการดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สาขาวิชาการบัญชี คณะบัญชี  
มหาวิทยาลัยธนบุรี

## จำลองการแข่งขันรถแข่งเพื่อพัฒนาทักษะทางเครื่องกล

### Racing Competition Simulation for Developing Mechanical Skills

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษา

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี, Email :nara7569@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าสำหรับนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วย ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่ากลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ผู้ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 50 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง

**กลุ่มที่ 1** นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า จำนวน 25 คน

**กลุ่มที่ 2** นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าควบคุม จำนวน 25 คน

กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ที่ใช้ร่วมกับ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.80 และมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 แผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 และแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $E_1$  89.72 /  $E_2$  88.32
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เท่ากับ 0.8729
3. นักศึกษากลุ่มที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักศึกษากลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. ความพึงพอใจของนักศึกษามีต่อเกมการแข่งขันรถทามิย่าอยู่ในระดับมากที่สุด ( $M = 4.60$ ,  $SD = 0.60$ ).

**คำสำคัญ :** ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า

#### Abstract

This research aims to study the effectiveness of practical skill drills in Tamiya assembly kit for undergraduate students in major of industrial engineering, faculty of Engineering. The collection effectiveness index of practical skill drills in Tamiya assembly kit. The comparison of learning achievement between before and after studying by practical skill drills in Tamiya assembly kit achievement. The satisfaction of students toward studying by practical skill drills in Tamiya assembly kit. The sample consisted of 50 undergraduate students in major of industrial engineering, without vocational training, by purposive sampling technique. The subjects were divided into two groups.

Group 1: 25 students with lessons of practical skill drills in Tamiya assembly kit.

Group 2: 25 Students without lessons of practical skill drills in Tamiya assembly kit.

The tools used were practical skill drills in Tamiya assembly kit, learning achievement tests with difficulty values ranging from 0.33 to 0.80, discrimination power values ranging from 0.25 to 0.80 and a reliability value of 0.80, a competency-based learning management plan with a reliability value of 0.90, and a satisfaction questionnaire with a reliability value of 0.82. The Statistic used to analyze data were mean, standard deviation, and T-test.

The research results revealed the following :

1. Practical skill drills in Tamiya assembly kit had an efficiency index of E1 89.72 / E2 88.32
2. Value of efficiency index of Practical skill drills in Tamiya assembly kit was 0.8729
3. Students in Group 1 had higher mean score of learning achievement after lessons more than before lessons at the .05 level
4. Students in Group 1 had learning achievement more than students in group 2 at the .05 level
5. Satisfaction of students toward Tamiya model racing competition at the highest level ( $\bar{x} = 4.60$ )

**Keyword:** practical skill drills in Tamiya assembly kit

## 1.บทนำ

ปัจจุบันความต้องการกำลังคนด้านอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโครงสร้างทางเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไปมากจากการผลิตโดยใช้กำลังคน เปลี่ยนเป็นการผลิตด้วยเทคโนโลยี ส่งผลกระทบต่อการพัฒนากำลังคน ซึ่งจะต้องพัฒนาในอัตราส่วนที่เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้การผลิตกำลังคนยังต้องสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการผู้สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษายังขาดคุณลักษณะด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 กล่าวถึงยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศโดยเน้นพัฒนาคนให้มีทักษะชีวิต พัฒนาสมรรถนะ ทักษะกำลังแรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ พร้อมก้าวสู่โลกของการทำงาน และการแข่งขันอย่างมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันยานยนต์ซึ่งเป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ และเพิ่มศักยภาพทางการแข่งขันในตลาดโลกให้มีความคล่องตัวในการดำเนินงาน และเป็นอิสระในตัวเอง เท่าที่กฎหมายจะเอื้ออำนวย ความต้องการพัฒนากำลังคนของประเทศเพื่อรองรับการเปิดเสรีด้านยานยนต์และชิ้นส่วนตามกรอบประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งปัจจุบันประเทศไทย ประสบปัญหาและมีแนวโน้มขาดแรงงาน ขาดกำลังคน ขาดทักษะฝีมือ กำลังแรงงานใหม่เข้าสู่ตลาดแรงงานในอนาคต

การเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นักศึกษายังขาดสื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอนใหม่ที่จะกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากเทคโนโลยียานยนต์มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะรถยนต์สมัยใหม่ได้มีการนำเอาระบบ “เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” และระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์และกลไกระบบต่างๆ ภายในรถ จึงมีความจำเป็นยิ่งที่ต้องยกระดับศักยภาพฝีมือ แรงงานในสาขานี้ ให้มีความรู้ความสามารถเทียบเท่ากับวิทยาการของรถยนต์ ซึ่งนักศึกษามีความรู้ที่มีได้มาจากการศึกษาในบทเรียนด้วยเหตุนี้จึงกำหนดเป้าหมายให้มีการศึกษา

บทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นำมาประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่มีเนื้อหาสอดคล้องกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาจารย์ และการเรียนด้วยตนเองของผู้เรียนโดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการพัฒนาทักษะสมรรถนะ

วิชาชีพ (รัฐกรณ์ คิดการ, 2550) บทเรียนสำเร็จรูปชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่ามีการออกแบบและพัฒนาตามหลักการสร้างโปรแกรมบทเรียน สื่อการเรียนการสอนของ บทเรียนแบบสัมมนาเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “เทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน” ด้วยการลงมือศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับอย่างฉับพลัน (Immediate Feedback) หลักการให้ผู้เรียนมีประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successful Experiences) และหลักการให้ผู้เรียนได้เรียนไปตามลำดับขั้นทีละขั้น (Gradual Approximation) ระบบการจัดการเรียนการสอนบทเรียนสำเร็จรูปชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นั้นยังประกอบด้วยระบบสื่อดิจิทัลที่มีเป็นสื่อประสม (Multimedia) (พิมพ์พิชา ธรรมวงษ์, 2555) ด้วยเหตุนี้โปรแกรมบทเรียนจึงมีลักษณะที่ได้เปรียบสื่อสำเร็จรูป หรือสื่อโปรแกรมอื่นๆ มีการเสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว ผู้เรียนก็จะสามารถเข้าเรียนบทเรียนสื่อประสม และกิจกรรมการเรียนที่หลากหลายได้ตามต้องการ โปรแกรมบทเรียนมีสื่อที่เป็นสี เสียง วิดีโอ และภาพเคลื่อนไหวประกอบ เมื่อผู้เรียนคลิกที่ส่วนประกอบการโต้ตอบจะเป็นแบบกำหนดพื้นที่เฉพาะส่วน มีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน สามารถนำโปรแกรมบทเรียนติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่างๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ หรือสามารถเรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2554) ด้วยเหตุผลดังกล่าว

ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจในการศึกษาการใช้บทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะขึ้นมาพร้อมแทรกเนื้อหาของโปรแกรมบทเรียนลงไปเพื่อให้มีความสอดคล้องกับรายวิชา กระบวนการผลิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นพื้นฐานด้านทางวิศวกรรม ระดับปริญญาตรี นักศึกษาระดับอุดมศึกษา นักศึกษาที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้วยบทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอที่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้ผู้เรียนสนใจกิจกรรมการเรียน ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยผ่านการออกแบบเกมการแข่งขันรถทามิย่าตามหลักการของ ADDIE MODEL อันเป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้เพื่อการออกแบบสื่อการสอนได้ทุกประเภท และส่งผลดีต่อการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพัฒนาทักษะด้านฐานสมรรถนะวิชาชีพ

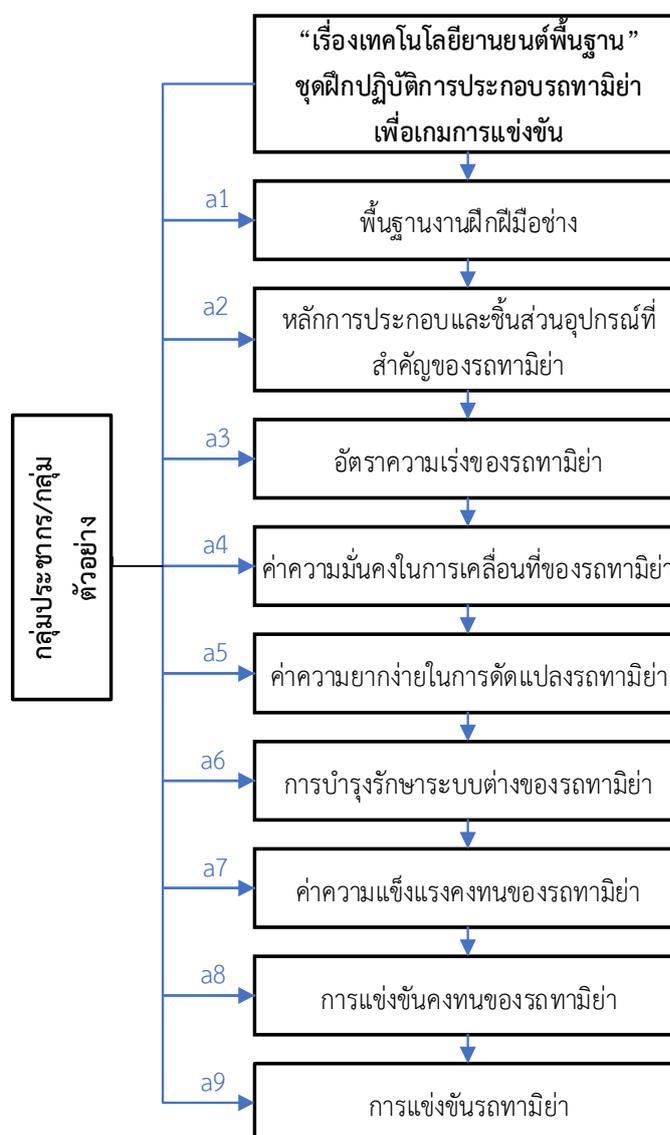
#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน มีตามเกณฑ์ 80/80 ด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการที่ จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานเรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษามีต่อเกมการแข่งขันรถทามิย่า ที่มีต่อการเรียนด้วย ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เพื่อเกมการแข่งขัน

#### สมมติฐานการวิจัย

1. นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เรียน “เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน” ด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐานที่เรียนด้วย “เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน” ด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการเรียนตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 1 โมเดลสมมติฐานการพัฒนาทักษะการประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า หมายถึง บทเรียนที่มีการนำเนื้อหาบางส่วนในบทเรียนสำเร็จรูปของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เข้ามาจัดไว้ในบทเรียนที่สร้างขึ้น เป็นการนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนมัลติมีเดีย ที่มีการออกแบบและพัฒนาเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาประยุกต์ใช้ เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับรายวิชา กรรมวิธีการผลิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นพื้นฐานด้านงานทางวิศวกรรม

## 2.วิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน จำนวน 50 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน จำนวน 50 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

**กลุ่มที่ 1** คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน ที่เรียนด้วย ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เพื่อในการแข่งขัน จำนวน 25 คน

**กลุ่มที่ 2** คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน ที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เพื่อในการแข่งขัน จำนวน 25 คน

3. เนื้อหาในบทเรียน ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ของนักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ประกอบด้วย

- 3.1) พื้นฐานงานฝึกฝีมือช่าง
- 3.2) หลักการประกอบและชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญของรถทามิย่า
- 3.3) อัตราความเร่งของรถทามิย่า
- 3.4) ความเร็วเข้าการเข้าโค้งของรถทามิย่า
- 3.5) ค่าความมั่นคงในการเคลื่อนที่ของรถทามิย่า
- 3.6) ค่าความยากง่ายในการดัดแปลงรถทามิย่า
- 3.7) การบำรุงรักษาอะไหล่ต่างๆของรถทามิย่า
- 3.8) ค่าความแข็งแรงคงทนของรถทามิย่า
- 3.9) การแข่งขันรถทามิย่า

4. ระยะเวลาในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 15 ชั่วโมง โดยไม่รวมเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

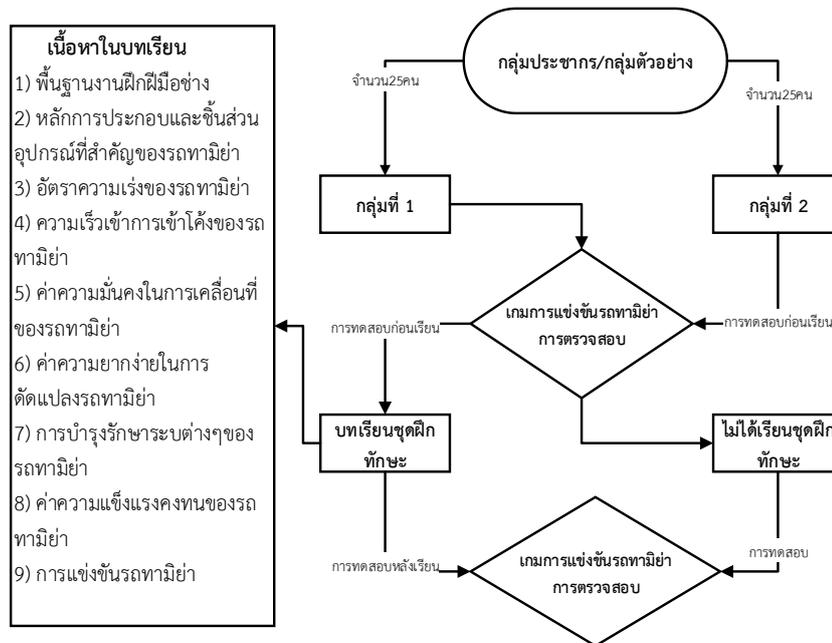
### 3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน ที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า จำนวน 15 ชั่วโมง ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยใช้แบบประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาชั้นพื้นฐาน ที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า จำนวน 15 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ส่วนประกอบของรถทามิย่า ด้านการจัดกิจกรรมเกมการแข่งขัน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.25

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดฐานสมรรถนะทักษะวิชาชีพของนักศึกษา เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบและผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลทั้ง 3 คน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 หมายความว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงในการวัดผลตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แบบทดสอบมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.80 และมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

4. แบบทดสอบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนสำเร็จรูปของผู้เรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า แบบทดสอบความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82 หลังจากเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป นักศึกษา **กลุ่มที่ 1** ให้คะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 4.74



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทดสอบชุด ฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า

#### 4.การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$
- 2) วิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนสำเร็จรูปโดยสูตร (Effectiveness Index : E.I.)
- 3) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป โดยใช้ t-test (Dependent Samples)
- 4) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนด้วย บทเรียนสำเร็จรูป กับการเรียนแบบปกติ โดยใช้ t-test (Dependent Samples)

5) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า โดยใช้ค่าเฉลี่ย

### 5.สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีประสิทธิภาพ  $E_1 89.72 - E_2 88.32$  ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า

จำนวนนักศึกษา (n)	ผลรวมของคะแนน				$E_1/E_2$
	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน	ร้อยละ	ทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ	
25	2,243	89.72	1,104	88.32	89.72/88.32

2. บทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.8729 แสดงว่านักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียน ร้อยละ 87.29 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนเรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า

จำนวนนักศึกษา (n)	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
25	50	416	1,104	0.8729

3. นักศึกษากลุ่มที่ 1 เรียนด้วยบทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 44.16 คิดเป็นร้อยละ 88.32 และนักศึกษาที่เรียนกลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 35.56 คิดเป็นร้อยละ 71.12 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ของกลุ่มที่ 2

ตัวแปร	จำนวน นักศึกษา	กิจกรรมการเรียน	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	25	เรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า	44.16	1.43	88.32
	25	ไม่ได้เรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า แบบปกติ	35.56	3.10	71.12

4. นักศึกษากลุ่มที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4

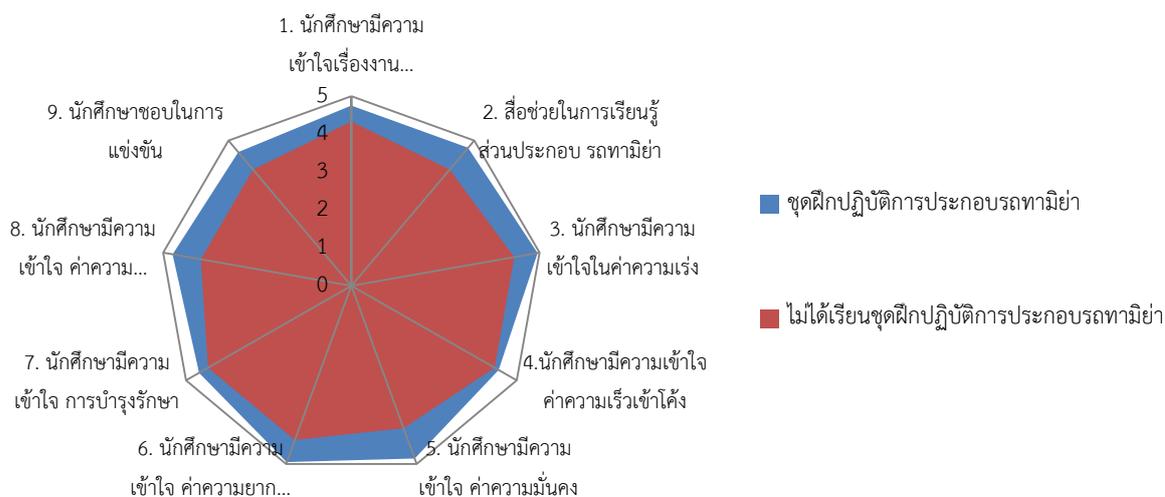
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มที่ 1 เรียนด้วย บทเรียน เรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า

การทดสอบ		n	$\bar{x}$	S.D.	df	t	sig
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ก่อนเรียน	25	16.64	4.07	30	31.88**	.00
	หลังเรียน	25	44.16	1.43			

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเกมการแข่งขัน โดยใช้บทเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่าอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.60$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักศึกษามีความเข้าใจในความเร่ง ทุกครั้ง ( $\bar{x} = 4.95$ ) และนักศึกษามีความเข้าใจค่าความยากง่ายในการดัดแปลง ( $\bar{x} = 4.95$ ) ดังกราฟเรดาร์แสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า เปรียบเทียบผู้ที่เรียนกับไม่ได้เรียนชุดปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า อยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} 42.65$  S.D.4.13 /  $\bar{x} 37.65$  S.D.2.9) ดังรูปภาพที่ 3

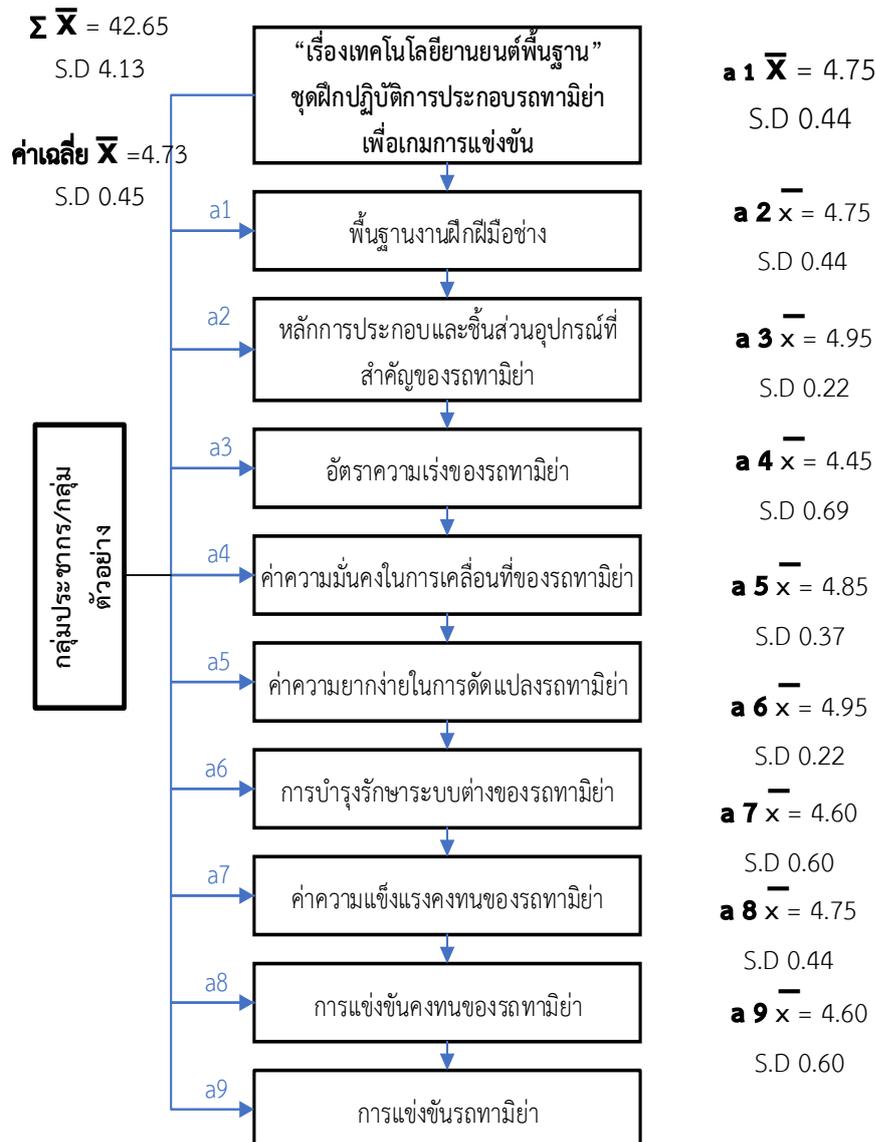
รูปภาพที่ 3 กราฟเรดาร์แสดงค่าความสัมพันธ์ต่างๆของชุดฝึกปฏิบัติ  
การประกอบรถทามิย่าเพื่อเกมการแข่งขัน



## 6.อภิปรายผลการวิจัย

บทเรียนเรื่องเทคโนโลยียานยนต์พื้นฐาน ด้วยชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ  $E_1 89.72$  /  $E_2 88.32$  หมายความว่า ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ทำให้นักศึกษาเกิดกระบวนการเรียนรู้เฉลี่ย 89.72 และสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมผลการเรียนของบทเรียนสำเร็จรูป เฉลี่ยร้อยละ 88.32 แสดงว่าชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพบว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ทำให้การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยข้างต้น 80 ตัว

แรก ( $E_1$ ) คือศึกษาทั้งหมดทำการประกอบรถทามิย่าตามคู่มือ ได้คะแนนร้อยละ 89.72 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือนักศึกษาทั้งหมดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 88.32 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ถือว่าทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นโปรแกรมบทเรียนได้



ภาพที่ 4 ค่าที่ปรากฏในโมเดลเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบนมาตรฐาน

1. นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.75$ ) ดังรูปภาพที่ 3
2. สื่อช่วยในการเรียนรู้ส่วนประกอบ รถทามิยานักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิย่า นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.75$ ) ดังรูปภาพที่ 3 กราฟเรด้าแสดงค่าความสัมพันธ์ต่างของชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิย่า นักศึกษามีความเข้าใจ ACCELERATION หรือค่าความเร่ง โดย Chassis ที่มีค่านีสูง จะสามารถเร่งความเร็วไปสู่ความเร็ว

สูงสุดได้อย่างรวดเร็ว นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.95$ ) ดังรูปภาพที่ 3 กราฟเรด้าแสดงค่าความสัมพันธ์ต่างของชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา

4. นักศึกษามีความเข้าใจ CORNERING ความเร็วเข้าโค้ง ยังมีค่ามาก รถจะสามารถเข้าโค้งได้อย่างรวดเร็ว (สังเกตได้ว่าเป็น Chassis ที่มีระยะห่างระหว่างล้อซ้ายและขวาที่แคบ) นักศึกษามีความเข้าใจในค่าความเร่ง ACCELERATION หรือค่าความเร่ง โดย Chassis ที่มีค่านี้นี้สูง จะสามารถเร่งความเร็วไปสู่ความเร็วสูงสุดได้อย่างรวดเร็ว นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยา นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.45$ ) ดังรูปภาพที่ 3

5. นักศึกษามีความเข้าใจ STABILITY ค่าความมั่นคง โดย Chassis ที่มีค่านี้นี้สูงจะหลุดออกจากรางได้ยาก เข้าโค้งได้อย่างมั่นคง (ซึ่งค่านี้นี้จะตรงกันข้ามกับ Cornering คือ Chassis ที่มีระยะห่างระหว่างล้อซ้ายและขวาที่กว้าง) นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.85$ ) ดังรูปภาพที่ 3

6. นักศึกษามีความเข้าใจ ADAPTABILITY ค่าความยากง่ายในการดัดแปลง ยิ่งค่ามากหมายถึงมีอะไหล่รองรับการดัดแปลงมาก (ค่านี้นี้แปรผันตรงกับรูเซ็คต์ตั้ง โดย Chassis ที่ออกมาใหม่ๆจะได้เปรียบ Chassis เก่าๆตรงหาอะไหล่ได้ง่าย) นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.95$ ) ดังรูปภาพที่ 3

7. นักศึกษามีความเข้าใจ EASE OF MAINTENANCE การดูแลรักษา โดย Chassis ที่ถอดประกอบ เปลี่ยนเกียร์ และมอเตอร์ได้ง่ายจะมีค่านี้นี้สูง (ค่านี้นี้ไม่มีผลเวลาแข่งขันความเร็วตามปกติปกติ ยกเว้นการแข่งขันแบบมาราธอน) นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน ชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.60$ ) ดังรูปภาพที่ 3

8. นักศึกษามีความเข้าใจ TOUGHNESS ค่าความแข็งแรงคงทน โดยมีค่านี้นี้มาก Chassis จะมีการบิดตัวและตกหักได้ยาก (การบิดตัวที่น้อย องศาโรลเลอร์ไม่เปลี่ยน จะส่งผลต่อการเข้าโค้งที่มั่นคงด้วย) นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องงานประกอบตัวถังและส่วนประกอบรถทามิยานักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.75$ ) ดังรูปภาพที่ 3

9. นักศึกษากลุ่มที่ 1 มีความพึงพอใจต่อเกมการแข่งขัน ต่อการจัดการเรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกปฏิบัติการประกอบรถทามิยา ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.60$ ) ดังรูปภาพที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษา ออกแบบเกมการแข่งขันโดยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ตามศักยภาพตนเอง นักศึกษาจะมีอิสระในการเรียนและคิดในการประกอบรถทามิยา เนื้อหา มีการออกแบบเกมการแข่งขันโดยการใช้ความเร็วในการตัดสินใจ

## 7. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

### ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนชุดฝึกสอนควรได้รับการเตรียมความพร้อมด้านต่างๆ ทั้งด้านการจัดสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีความเข้าใจถึงขั้นตอนการปฏิบัติและประโยชน์เพื่อให้เกิดการยอมรับก่อนการดำเนินการ เพื่อร่วมกันจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้และการปฏิบัติกิจกรรม

2. ควรให้ความรู้ และทักษะพื้นฐานในการเสริมการใช้คอมพิวเตอร์แก่นักศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนเพื่อการให้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และทันสมัย

3. เกมการแข่งขันต้องออกแบบให้มีปัญหาด้านทางเทคนิค และการแก้ไขปัญหา การทำงานเป็นทีม

#### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนรูปแบบอื่นๆ กับตัวแปรตามอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีระบบ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น
2. ควรศึกษาความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนชุดฝึกสอน
3. ควรศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้าน 3D เสริมในบทเรียน

#### บรรณานุกรม

Janthalert, Srisomphon. (2006).

**A Comparison of Learning Achievements on Information Technology, the Work, Career and Technology Learning Strand for Prathom Suksa 4 Students through Learning With Computer Lessons Accompanied by Project Learning Activity versus Learning as a Pair.** Mahasarakham : Mahasarakham University.

Khonyang, Nakhonthai. (2008).

**Development of a Lesson Program on a System of Bones and Joints, the Hygiene and Physical Education Learning Strand for Mathayom Suksa 4 Students.** An M.Ed. Thesis. Mahasarakham : Mahasarakham University.

Kidkan, Rathakorn. (2007).

**Educational Technology.** Nakhon Ratchasima Rajabhat University.

Kit-rakarn, Phachoen. (2011).

**Finding Effectiveness Indexes.** An M.Ed. Thesis. Mahasarakham : Mahasarakham University.

Non-asa, Nanthiya. (2008).

**A Comparison of Learning Achievements on Banana Leaf Work among Prathom Suksa 5 Students through Learning with a Lesson Program versus Learning with a Project.** An M.Ed. Thesis. Mahasarakham: Mahasarakham University.

Rueangsuwan, Chaiyot. (2011).

**Computer and Network-Lessons Design and Development.** 15<sup>th</sup> Ed. Mahasarakham : Mahasarakham University.

Thammasuna, Buddha and Others. (2011, September)

‘Development of a Competency-Based School Curriculum in the Motor Vehicle Technology Program of the Department of Machinery, Loei Technical College,’ **Academic and Research Journal, Phranakhon Rajabhat university.** 5(2) : 102-115

Thammawong, Phimpichha. (2012)

**A Comparison of Learning Achievements on Final Letter Sections for Prathom Suksa 2 Students through Learning with a New-Content-Offering Lesson Program versus Traditional Learning.**

An M.Ed. Thesis. Mahasarakham : Mahasarakham University.

Thao-chalee, Woraphong. (2008).

**Development of a Lesson Program Using Web-Technology for the Course d40204 on Additional Computer for Mathayom Suksa 5 Students.** An M.Ed. Thesis. Mahasarakham : Mahasarakham University.

Traiyothee, Sithichai. (2013, January-April).

“Development of Multi-Media Computer-Assisted Instruction Lessons, the Science Learning Strand, on the Wind, Sky and Weather Phenomena for Mathayom Suksa 1 Students,” **Nakhon Phanom University Journal**. 3(1) : 57-64.

## การศึกษาคุณสมบัติงานเชื่อมในผลิตภัณฑ์โครงคร่าวกัลวาไนซ์เพื่อเพิ่มผลผลิต

### Study on Welding of C-Line Product to increase productivity

ธัญญา พุ่มมะเดื่อ<sup>1</sup>, นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา<sup>2</sup>, วรภรณ์ ชนะพจน์<sup>3</sup>

<sup>1</sup> หมดศึกษาทั่วไป สาขาเคมี มหาวิทยาลัยธนบุรี, Email : thananya\_bee@hotmail.com

<sup>2-3</sup> วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี, Email : nara7569@gmail.com

#### บทคัดย่อ

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรีดเหล็กของผลิตภัณฑ์โครงคร่าวกัลวาไนซ์เกิดจากหลายสาเหตุได้แก่ กระบวนการผลิต การปรับแต่งเครื่อง การเปลี่ยนลูกเหล็ก ในกระบวนการนี้เกิดปัญหาหนักที่สุด ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการทดสอบแรงดึงผลิตภัณฑ์โครงคร่าวกัลวาไนซ์และ วิเคราะห์หาวิธีแก้ไขปรับปรุง เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และ เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงใหม่การดำเนินการโครงการได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิค และ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ QC 7 Tool ซึ่งได้วิธีในการแก้ไขปรับปรุง คือ การนำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมต่อหัวม้วนท้ายม้วนไปทำการทดสอบแรงดึงเพื่อนำข้อมูลการทดสอบแรงดึงที่ได้ไปเทียบกับมาตรฐาน มอก. และจะนำเอาผลที่ได้ไปนำเสนอลูกค้าเพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองแบบ ผลการดำเนินงานพบว่า การปรับปรุงโดยนำวิธีการการทำงานแบบใหม่มาใช้ ส่งผลให้ ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วสามารถนำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมต่อมาขายในเป็นผลิตภัณฑ์เกรด B ทั้งนี้การลดความสูญเสียจากการผลิตของเสีย และ การแก้ไขงานเสีย ยังสามารถช่วยลดเวลา และ ต้นทุนที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

**คำสำคัญ:** ของเสีย กระบวนการผลิต แก้ไข ปรับปรุง

#### Abstract

Waste of rolled steel C-line production line process affected many processes included production line, tuning machine and replacing steel coils, this process usually occurred. This project aims to study of the tensile test of C-line product to analyze and decrease waste in the production process and increase the value of products. The principle of this project was analyzed problems by using quality control techniques such as QC 7 Tools and improved by picked up a pieces from welded roll up the top part and the end part, then test the tensile strength compared with TIS standard and showed the results to the customer to compare between the two products. The results showed that often the revamp of this process it can decrease waste in production line of 90 percent, able to sell the product in grade B. The loss of manufacturing waste can decrease the time and useless waste.

Keywords: Waste, Process, Edit, Update.

#### 1. บทนำ

โครงกัลวาไนซ์ หรือโครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีกันสนิมซึ่งมีน้ำหนักเบาและแข็งแรง สามารถรองรับวัสดุแผ่นเบา เช่น แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์และแผ่นยิปซัมได้เป็นอย่างดี จากเครื่องรีดเหล็ก โดยกระบวนการรีดเย็นโดยวัตถุดิบที่นำมาผลิต คือ เหล็กแผ่นรีดเย็นชุบสังกะสี ในรูปแบบม้วน (Hot-dipped Galvanized cold-rolled coil) เหล็กดังกัลวา คือ เหล็ก ที่ผ่านการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-dipped Galvanized process) หรือทั่วไปมักเรียกว่าเหล็กชุบกัลวาไนซ์ โดยเมื่อชุบแล้วได้ชิ้น

เคลือบสังกะสีที่มีความหนาของชั้นเคลือบประมาณ 65 - 300 ไมครอน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะได้ชั้นเคลือบที่เกาะยึดกับเนื้อเหล็ก ผิวเหล็กที่ผ่านการชุบสังกะสีจะมีลักษณะผิวที่เงางาม คงทนป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตโครงคร่าว ผนัง โดยกระบวนการก่อนการรีดขึ้นรูป จะต้องนำวัสดุดิบมาสลิท ให้ได้ขนาดความกว้างที่ต้องการก่อน แล้วจึงนำเข้าเครื่องรีดเพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ โดยขั้นตอนการรีดจะดูเหมือนไม่ซับซ้อน เมื่อนำเข้าเครื่องรีด จะได้รูปร่างตามลูกรีดที่ออกแบบไว้ กระบวนการผลิตลูกรีดต่างหากที่มีความซับซ้อน ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการออกแบบและคำนวณอย่างดี ก่อนผลิตออกมาเป็นลูกรีดโดยลูกรีดแต่ละช่วงจะทำหน้าที่แปรรูปเหล็กสังกะสี ทีละขั้นตอน จนได้รูปร่างตามต้องการ

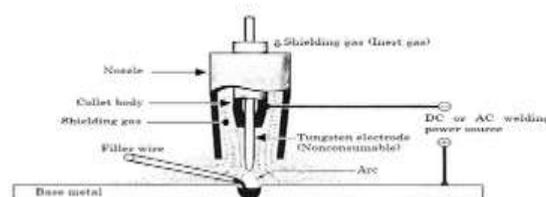
ในปัจจุบันบริษัทตัวอย่างได้เกิดปัญหาในเรื่องของเสียในขบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น เกิดในกระบวนการผลิต เกิดจากการปรับแต่งเครื่อง เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก (Coil) ซึ่งเมื่อนำปัญหามาทำการวิเคราะห์แล้ว ของเสียที่พบมากที่สุดคือ ของเสียจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก (Coil) ใหม่ นั่นเอง ผลิตภัณฑ์ โครงคร่าวกัลวาไนซ์ ของบริษัทตัวอย่าง 1 ม้วน (Coil) สามารถรีด โครงคร่าวกัลวาไนซ์ ได้ทั้งหมด ประมาณ 900 เส้น โดยแต่ละเส้นจะมีความยาวเส้นละ 4 เมตร แต่ในกระบวนการรีดแต่ละม้วนเมื่อลูกเหล็กใกล้หมด จะทำให้มีเศษหัว - ห้ายที่เหลื่อมมาจากของแต่ละม้วนจะมีเศษโดยประมาณ 2 เมตร ซึ่งเป็นเศษวัสดุที่ต้องทิ้งซึ่งของเสียที่มีการเก็บข้อมูลต่อเครื่องนั้นก็พบว่า มีของเสียอยู่ที่ประมาณ 30 kg. ต่อวัน

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การเชื่อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นงาน [1]

คำว่า TIG เป็นคำซึ่งย่อจาก Tungsten Inert Gas หรือในบางมาตรฐาน ประเทศใช้คำว่า Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) การเชื่อมโลหะด้วยวิธี TIG เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1935 และนำมาใช้ครั้งแรกในอุตสาหกรรมการบินในราว ค.ศ. 1940 รวมไปถึงในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1945) โดยใช้เชื่อมจำพวก แมกนีเซียม อลูมิเนียม และสแตนเลสปัจจุบันการเชื่อมแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมทั่วไปเช่น ใช้เชื่อมแม่พิมพ์ภาชนะบรรจุของเหลว และแก๊สงานประกอบโครงสร้างที่ต้องการความเที่ยงตรงและความแข็งแรงของรอยเชื่อมนอกจากนี้กรรมวิธีการเชื่อม TIG ยังเชื่อมได้ทั้งโลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metals) และโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) ซึ่งถือว่าเป็นโลหะพิเศษที่ใช้กระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้ยาก

**2.1.1 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบทิก (TIG - GTAW)** คือ ความร้อนที่ทำให้โลหะหลอมละลายนั้นเกิดจากการอาร์คระหว่างแท่งทังสเตนอิเล็กโทรด (Tungsten Electrode) กับชิ้นงาน แต่ขณะเดียวกันบริเวณที่เกิดการอาร์คจะมีแก๊สเฉื่อย (Inert gas) ปกคลุมบริเวณนั้นเพื่อป้องกันออกซิเจนไนโตรเจนและความชื้นในอากาศเข้ามาพร้อมกับโลหะที่กำลังหลอมละลาย ซึ่งเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาอ็อกซิเดชันจนกระทั่งความร้อนจากการอาร์คหลอมละลายโลหะชิ้นงานในบริเวณดังกล่าวจนเกิดเป็นบ่อหลอมละลาย ดังนั้นเมื่อบ่อหลอมละลายเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อใดๆ ก็จะทำให้ชิ้นงานนั้นหลอมติดกันแต่เนื่องจากแท่งทังสเตนอิเล็กโทรดเป็นวัสดุที่ไม่ละลายหรือไม่สิ้นเปลือง (Non Consumable Electrode) จึงจำเป็นต้องเติมเนื้อเข้าไปด้วยโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ลงไปในบ่อหลอมละลายนั้นด้วย กรณีที่ทำการเชื่อมโลหะบางๆ อาจไม่จำเป็นต้องเติมโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ก็ได้



รูปที่ 1 แสดงหลักการเชื่อมทิกที่มา : <http://www.sstc.ac.th/A.somchai/2.pdf>

### ข้อดีของการเชื่อมทิก

- 1) ไม่ต้องใช้ฟลักซ์ตั้งนั้นแนวเชื่อมที่ได้จึงไม่จำเป็นต้องเคาะสแลกออกซึ่งเป็นการตัดปัญหาในเรื่องสแลกฝังในแนวเชื่อมเพราะสแลกที่ฝังอยู่ในแนวเชื่อมจะทำให้แนวเชื่อมไม่แข็งแรงและเกิดการกัดกร่อนทั้งนี้โดยการใช้แก๊สเฉื่อยทำหน้าที่แทนฟลักซ์สำหรับปกคลุมแนวเชื่อมไม่ให้ออกซิเจนและไนโตรเจนจากบรรยากาศมาทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมหรือโลหะงานขณะหลอมเหลว
- 2) ส่วนผสมทางเคมีของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีส่วนผสมเหมือนลวดเชื่อมจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากแก๊สเฉื่อยที่ปกคลุมแนวเชื่อมจะไม่รวมตัวหรือทำปฏิกิริยากับโลหะตั้งนั้นแนวเชื่อมที่ได้จากกระบวนการเชื่อมทิกจึงแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนและเหนียวกว่าแนวเชื่อมที่ได้จากกระบวนการเชื่อมอื่นๆ
- 3) สามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม
- 4) สามารถมองเห็นแนวเชื่อมและบ่อหลอมเหลวได้อย่างชัดเจนเนื่องจากการอาร์คที่เกิดขึ้นสะอาดไม่มีควันและสแลกปกคลุม
- 5) การเชื่อมทิกให้ความร้อนสูงและเป็นบริเวณแคบจึงไม่ทำให้ความร้อนในงานเชื่อมแผ่กระจายกว้างเกินไปงานจึงมีโอกาสดัดตัวน้อย
- 6) ไม่มีสะเก็ดเชื่อม (Spatter) เกิดขึ้นที่บริเวณแนวเชื่อมเนื่องจากการเชื่อมทิกไม่มีการส่งผ่านน้ำโลหะลวดเชื่อมข้ามบริเวณอาร์คสู่บ่อหลอมเหลว
- 7) สามารถเชื่อมต่อโลหะที่มีความหนาแตกต่างกันได้

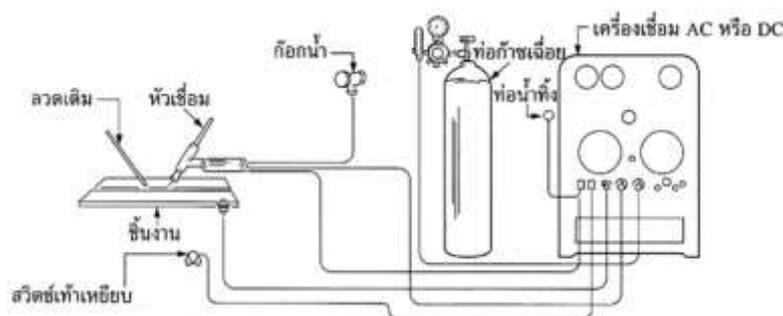
### อุปกรณ์เชื่อมทิก

อุปกรณ์สำคัญที่ต้องใช้กับการเชื่อมทิกประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

- 1) เครื่องเชื่อม
- 2) แก๊สปกคลุม
- 3) หัวเชื่อม
- 4) อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม

### 2.2 การทดสอบแรงดึง (Tension Test) [2]

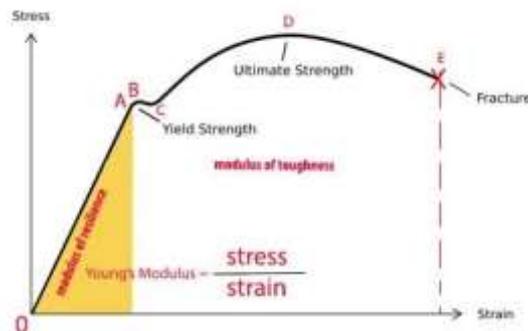
วิธีการทดสอบนั้น เราจะนำตัวอย่างที่จะทดสอบมาดึงอย่างช้าๆ แล้วบันทึกค่าของความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นไว้ แล้วมาพล็อตเป็นเส้นโค้ง ขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบมีต่างๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุนั้นๆ มาตรฐานต่างๆ ของการทดสอบ เช่น มาตรฐานของ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards)



รูปที่ 2 อุปกรณ์การเชื่อมทิกที่มา : <http://www.sstc.ac.th/A.somchai/2.pdf>

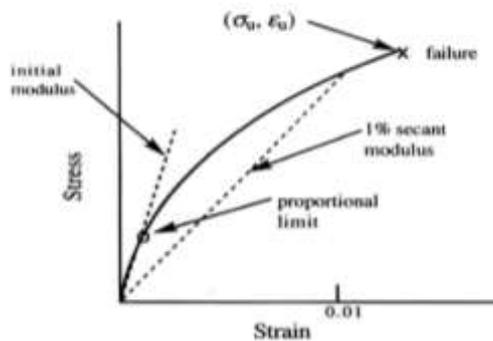
หรือแม้แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) ได้กำหนดขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลของการทดสอบเชื่อถือได้พร้อมกับกำหนดความเร็วในการเพิ่มแรงกระทำเอาไว้ด้วย

จากการศึกษาเส้นโค้งความเค้น - ความเครียด เราพบว่า เมื่อเราเริ่มดึงชิ้นทดสอบอย่างช้าๆ ชิ้นทดสอบจะค่อยๆ ยืดออกจนถึงจุดจุดหนึ่ง จุด A ซึ่งในช่วงนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของความเค้น - ความเครียด จะเป็นสัดส่วนคงที่ ทำให้เราได้กราฟที่เป็นเส้นตรงตามกฎของฮุก (Hook's Law) ซึ่งกล่าวว่าความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด จุด A นี้เรียกว่าพิกัดสัดส่วน (Proportional Limit) และภายใต้ค่าพิกัดของสัดส่วนนี้เมื่อวัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบอิลาสติก (Elastic Behavior) นั่นคือเมื่อปล่อยแรงกระทำ ชิ้นทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม



รูปที่ 3 เส้นโค้งความเค้น - ความเครียด (Stress - Strain Curve) แบบมีจุดคราก (Yield Point)

เส้นโค้งความเค้น - ความเครียดนั้นนอกจากจะใช้เพื่อบอกถึงค่าความแข็งแรงที่จุดคราก (Yield Strength) ความเค้นสูงสุด และความเค้นประลัย แล้วยังจะใช้บอกค่าต่างๆ ได้อีกดังนี้ คือ



รูปที่ 4 การหาค่ามอดุลัสในแบบต่างๆ

(ที่มา “Polymer Science and Technology” edited by J.R.Fried, Prentice Hall PTR, USA, 1995)

ค่าความเหนียว ค่าความเหนียวจากการทดสอบสมบัติด้านการรับแรงดึง (Tensile Toughness) สามารถหาได้จาก พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรง (N) กับระยะทางการยืดตัว (m) ซึ่งสัมพันธ์กับค่า Stress และ Strain ตามลำดับอย่างไรก็ตามข้อควรระวังในการพิจารณาความเหนียวจากวิธีดังกล่าวข้างต้น คือการที่ตัวเลขที่เท่ากันอาจจะได้จากวัสดุที่มีพฤติกรรมต่างกันก็ได้ เช่น วัสดุแข็งเปราะ (Area A รูปที่ 5) กับยางที่นิ่มยืดตัวสูงแต่ไม่แข็งแรง (Area C) อาจจะมีพื้นที่เท่ากัน มักจะใช้บอกเป็นเปอร์เซ็นต์ การยืดตัว (Percentage Elongation) และการลดพื้นที่ภาคตัดขวาง (Reduction of Area) โดยที่เปอร์เซ็นต์การยืดตัว

$$(\%EL) = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{สมการที่ 1})$$

เมื่อ  $L_f$  = ความยาวของเกจหลังจากดึงจนขาด

$L_o$  = ความยาวของเกจเริ่มต้น

$$\text{การลดพื้นที่ภาคตัดขวาง (\%R.A.)} = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100\% \dots\dots(\text{สมการที่ 2})$$

เมื่อ  $A_o$  = พื้นที่หน้าตัดก่อนดึง

$A_f$  = พื้นที่หน้าตัดหลังจากดึงขาด

ในทางปฏิบัติเรามักใช้ค่า % EL มากกว่าเพราะสะดวกในการวัด ความเหนียวของวัสดุนี้จะเป็นตัวบอกความสามารถในการขึ้นรูปของมัน คือถ้าวัสดุมีความเหนียวดี (% EL สูง) ก็สามารถนำไปขึ้นรูป เช่น รีด ตีขึ้นรูป ดึงเป็นลวด ฯลฯ ได้ง่าย แต่ถ้ามีความเหนียวต่ำ (เปราะ) ก็จะนำไปขึ้นรูปยาก หรือทำไม่ได้ เป็นต้น

2) Modulus of Elasticity or Stiffness ภายใต้อิทธิพลของแรงที่กระทำต่อวัสดุมีพฤติกรรมเป็นอิลาสติก อัตราส่วนระหว่างความเค้นต่อความเครียดจะเท่ากับค่าคงที่ ค่าคงที่นี้เรียกว่า Modulus of Elasticity (E) หรือ Young's Modulus หรือ Stiffness

$$E = \frac{\sigma}{e} = \frac{PL}{A\Delta L} \dots\dots(\text{สมการที่ 3})$$

มักมีหน่วยเป็น ksi (1 ksi = 1000 psi) หรือ kgf/mm<sup>2</sup> หรือ GPa (สังเกตว่าเป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของความเค้น) ถ้าแรงที่กระทำเป็นแรงเฉือนเราเรียกค่าคงที่นี้ว่า Shear Modulus หรือ Modulus of Rigidity (G)

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{Ph}{Aa} \dots\dots(\text{สมการที่ 4})$$

ค่า E และ G ของวัสดุแต่ละชนิดจะมีค่าเฉลี่ยคงที่ และจะเป็นตัวบอกความสามารถที่จะทำให้เกิดการขึ้นรูป (Stiffness, Rigidity) ของวัสดุ นั่นคือ ถ้า E และ G มีค่าสูง วัสดุจะเปลี่ยนรูปร่างอย่างอิลาสติกได้น้อย แต่ถ้า E และ G ต่ำ มันก็จะเปลี่ยนรูปร่างอย่างอิลาสติกได้มาก ค่า E และ G นี้มีประโยชน์มากสำหรับงานออกแบบวัสดุที่ต้องรับแรงต่างๆ ตารางที่ 1 จะแสดงตัวอย่างค่า E และ G ของวัสดุ

วัสดุ	Modulus of elasticity 10 <sup>6</sup>	Shear Modulus 10 <sup>6</sup>
	psi	psi
Aluminums alloy	10.5	4.0
Copper	16.0	6.0
Steel (plain carbon and low alloys)	29.0	11.0
Stainless Steel (18.8)	28.0	9.5
Titanium	17.0	6.5
Tungsten	58.0	22.8

ตารางที่ 1 ตัวอย่างค่าคงที่ E และ G ของวัสดุชนิดต่างๆ

### 3.วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ(Action research) โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในภาวะปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยการทำเนิกรวิจัยในการปฏิบัติงาน จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการลดความสูญเสีย

#### 3.1 การเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

3.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตโดยการที่ผู้วิจัยเข้าไปรวบรวมข้อมูลและสอบถามพนักงานหัวหน้าแผนกของบริษัทและเข้าสัมภาษณ์ขั้นตอนการทำงานของการผลิตสินค้าดังกล่าวด้วยตัวเอง

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการผลิตโดยการตรวจสอบผลการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากแผนก QC และรวบรวมข้อมูลย้อนหลังและปัจจุบันเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป

#### 3.1.3 ข้อมูลในกระบวนการผลิต โครงคร่าวกล่าวในซ์

- 1) การเบิกวัตถุดิบจากคลังวัตถุดิบนำเอกสารการเบิกจ่ายวัตถุดิบไปเบิกลูกเหล็กจากหน่วยงาน คลังวัตถุดิบ
- 2) การนำลูกเหล็กเข้าเครื่องรีดเมื่อได้วัตถุดิบที่จะรีดแล้ว จะต้องนำลูกเหล็กเข้าเครื่อง Uncoiled แล้วดึงปลายของลูกเหล็ก ผ่านไปยังของบังคับหน้าเหล็กท้ายเครื่อง
- 3) การรีดงานเปิดเครื่องจักร แล้วปล่อยให้แผ่นเหล็กผ่านลูกรีดทุกตัว แล้วทำการวัดขนาดของชิ้นงาน เพื่อตรวจความถูกต้องของงาน
- 4) การจัดเก็บเมื่อชิ้นงานได้ตามแบบมาตรฐานแล้ว เครื่องจะตัดชิ้นงานให้มีความยาว 4 เมตร แล้วชิ้นงานจะมารอที่ท้ายเครื่อง เพื่อให้พนักงานมัดและจัดเก็บ เพื่อรอส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป

3.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการผลิตการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียโดยการประสานงานกับแผนกตรวจสอบ (QC) โดยการจัดบันทึกข้อมูลสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ทุกอย่างทั้งของเสียและของดีทั้งน้ำหนักตามมาตรฐานข้อมูลลักษณะของเสียโดยจัดเก็บอยู่ในบันทึกของแผนกตรวจสอบเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

#### 3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลต่างๆและการนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อนำสู่การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานโดยการเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพต่างๆ ในการวิเคราะห์และปรับปรุงดังนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลของเสียทั้งหมดและจำนวนรวมถึงสัดส่วนทุกๆอย่างจากแผนก QC แล้วทำการแสดงผลข้อมูลโดยการนำเครื่องมือมาใช้คือแผนภูมิพาเรโตเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปหาน้อยและง่ายต่อการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการระดมสมอง ในขั้นตอนของการระดมความคิดเห็นจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผู้วิจัยจะใช้แผนภูมิ ก้างปลาในการมาแจกแจงสาเหตุต่างๆ ที่ต้องปรับปรุงเพื่อความชัดเจนต่อการนำไปวิเคราะห์

#### 3.2.3 วิเคราะห์เลือกสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้ก่อน

- 1) บุคลากรทำการฝึกอบรมพนักงานทุกแผนกเพื่อให้มีความรู้ความสามารถ
- 2) การตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอและการเตรียมวัตถุดิบเกรด A ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาหลังการผลิตภายหลังเนื่องมาจากอุปกรณ์ไม่พร้อมจึงต้องเลือกใช้ของเกรด B
- 3) ฝึกอบรมพนักงานเชิงลึกในส่วนของแต่ละแผนกให้มีความรู้ความเข้าใจในตัวอุปกรณ์วัตถุดิบและการปฏิบัติงานอย่างลึกซึ้ง

### 3.2.4 สรุปปัญหาที่มาของ ของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดในการผลิตโครคร่าวกัลวานไนซ์ที่มีดังต่อไปนี้

- 1) ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก
- 2) ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนความหนาเหล็ก
- 3) ของเสียที่เกิดจากการปรับแต่งลูกรีดระหว่างเปลี่ยนลูกเหล็ก
- 4) ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก มีจำนวนสูงสุดซึ่งเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำหนักมากถึง 316.25 kg. เมื่อนำไปขายเป็นเศษ จะขายได้เพียงในราคา 6บาท/kg. แต่ถ้านำมาเชื่อมต่อกันแล้วขายในราคาเกรด B จะสามารถขายได้เส้นละ 16 บาท (1 เส้นน้ำหนัก 1 kg.) ซึ่งหากนำของเสียทั้งหมดมารวมกันก็จะพบว่าของเสียมีปริมาณมากซึ่งบริษัทตัวอย่างนี้มีเครื่องจักรทั้งหมดจำนวน 20 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องจะสามารถรีดเหล็กได้เฉพาะบางความหนาเหล็กเท่านั้น เหล็กจะมีความหนา ตั้งแต่ 0.45 - 0.55 มม. ดังนั้นของเสียในแต่ละเดือนก็จะมีมากขึ้นเป็นหลักพันกิโล

ประเภทของเสีย	จำนวนของเสียต่อเดือน (Kg) ปี ค.ศ. 2550					
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ต.ค.	พ.ค.	เม.ย.
เหล็กการเปลี่ยนลูกเหล็ก	300.00	340.00	325.00	390.00	1,205.00	316.25
เหล็กการเปลี่ยนความหนา	55.00	46.00	47.00	42.00	190.00	47.50
เหล็กการปรับแต่งลูกรีด	40.00	43.00	35.00	33.00	151.00	37.75
เหล็กขึ้นกระบวนการ	25.00	17.00	13.00	9.00	64.00	16.00
รวมของเสีย	420.00	446.00	420.00	384.00	1,670	417.5

ตารางที่ 2 ข้อมูลของเสียจากการผลิต โครคร่าวกัลวานไนซ์

ชนิดเหล็ก	จำนวน (Kg.)	มูลค่าเศษเหล็ก (บาท)	สินค้าเกรด B
เหล็กการเปลี่ยนลูกเหล็ก	1,265.00	7,590.00	20,240.00
เหล็กการเปลี่ยนความหนา	190.00	1,140.00	
เหล็กการปรับแต่งลูกรีด	151.00	906.00	
เหล็กขึ้นกระบวนการ	64.00	384.00	
รวม	1,670.00	10,020.00	

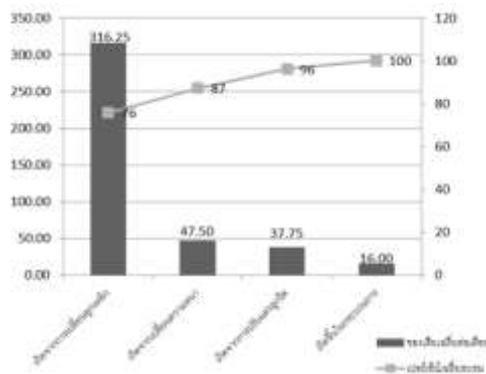
ตารางที่ 3 การแจกแจงข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น และมูลค่าของเศษจากของเสีย

ของเสีย	ของเสียเฉลี่ยต่อเดือน (Kg.)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	316.25	76
เกิดจากการเปลี่ยนความหนา	47.50	11
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	37.75	9
เกิดขึ้นในกระบวนการ	16.00	4
รวม	417.50	100

ตารางที่ 4 ข้อมูลของเสียเฉลี่ยสะสมจากการผลิต โครคร่าวกัลวานไนซ์ ก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 3 ข้อมูลรายงานข้อบกพร่องของการผลิตก่อนการปรับปรุงในเดือนมิถุนายน 2558 ถึงเดือนกันยายน 2558 จากการเก็บข้อมูลต่างๆ จะมีทั้งด้านวิธีการทำงานและข้อมูลบันทึกของเสียข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นโดยการนำข้อมูลจากแผนก QC มาวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไขโดยเลือกใช้เครื่องมือด้านคุณภาพต่างๆ เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไข จึงจำเป็นต้องทำการจำแนกข้อมูลต่างๆที่รวบรวมมาได้และนำข้อมูลเหล่านั้นจัดทำในรูปแบบของแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆซึ่งจำแนกตามกระบวนการของการเกิดปัญหาสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสะสมดังตารางที่ 4

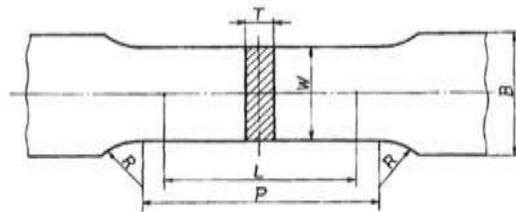
ตารางที่ 3 จึงนำข้อมูลจากตารางที่เป็นการทำการหาผลเฉลี่ยสะสมของขั้นตอนกระบวนการผลิต โครงคร่าวกัลวาไนซ์ และนำมาวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือด้านการควบคุมคุณภาพคือการจัดทำแผนภูมิพาเรโตดังภาพที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิพาเรโตของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น

### 3.3 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.1 ข้อกำหนดในการทดสอบแรงดึงหลังจากกำหนดวัสดุที่จะทำการทดสอบ โดยจะมีวัสดุที่ไม่มีรอยเชื่อมต่อ และวัสดุที่มีรอยเชื่อมต่อ จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปตัดเป็นรูปร่างตามลักษณะชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานของ มอก. ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ชิ้นทดสอบรอยเชื่อมตามมาตรฐาน มอก. 2223 – 2548

3.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ วัสดุที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมวัสดุที่จะใช้ในการทดลอง โดยเป็นวัสดุเหล็กชุบสังกะสี (SGCC) ความหนาที่ 0.50 มม. อย่างละ 5 ชิ้นงาน ทั้งแบบที่ไม่มีรอยเชื่อมและแบบที่มีรอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 รูปชิ้นงานที่เตรียมทดสอบแรงดึง

ข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อม				
ความหนา	ขนาดท่อ	เกรดไฟ	อัตราไหล	อำนาจ
(mm.)	(mm.)	(A)	(ลิตร/ชม)	วัตต์
0.50	1.00	29.00	15-20	5.00

ตารางที่ 5 การตั้งค่าเครื่องเชื่อมเพื่อให้เหมาะกับงานที่เชื่อม

ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงดึง					
หมายเลข	ความหนา	มาตรฐานเหล็ก	ชนิดข้อต่อ	ชนิดข้อต่อ	ขีดจำกัด
	(mm.)		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
1	0.50	SECC			270
2	0.50	SECC			270
3	0.50	SECC			270
4	0.50	SECC			270
5	0.50	SECC			270
กำหนด (N/mm <sup>2</sup> )					

ตารางที่ 6 ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงดึง

### 3.3.3 การเชื่อมชิ้นงานเพื่อใช้ทดสอบแรงดึง

เงื่อนไขการทดลอง มีตัวแปรทดลองที่ต้องควบคุม และตัวแปรที่ต้องปรับเพื่อหาสภาวะ การเชื่อมที่เหมาะสมที่สุดโดยทางผู้วิจัยใช้เครื่องเชื่อมงานที่เชื่อม

3.3.4 Universal Testing Machine พร้อมชุดทดสอบแรงดึง เครื่องมือที่ใช้ทดสอบแรงดึง เรียกว่า เครื่องทดสอบยูนิเวอร์แซล (Universal Testing Machine) เครื่องมือดังกล่าวนี้ จะมีปากสำหรับจับชิ้นตัวอย่างอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ยึดติดกับแท่นเครื่อง ส่วนที่ 2 ยึดติดกับตัววัดแรง (Load Cell) และสามารถเคลื่อนที่ได้ ในการทดสอบนั้นจะต้องนำชิ้นตัวอย่างที่เตรียม ใส่ระหว่างปากจับทั้งสองข้าง โดยจับที่ส่วนปลายของชิ้นตัวอย่าง แล้วล็อกให้แน่น หลังจากนั้นจึงดึงให้ปากจับส่วนที่ 2 เคลื่อนที่ห่างออกไป โดยปลายอีกข้างหนึ่งของชิ้นตัวอย่าง ยังอยู่กับที่ ชิ้นตัวอย่างที่กำลังยืดออกจะมีแรงต้าน ซึ่งแรงต้านของชิ้นตัวอย่างที่หักเห Falcon ECO ARC 250 ระบบอินเวอร์เตอร์ MOSFET โดยมีเงื่อนไขเบื้องต้นดังตารางที่ 5 นี้ มีผลทำให้ตัววัดแรงสามารถวัดแรงออกมา ได้แรงที่วัดออกมา มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg.) หรือ นิวตัน (N) การทดสอบจะต้องดึงชิ้นตัวอย่างจนขาดออกจากกัน แรงต้านสูงสุดของชิ้นตัวอย่างได้เท่าไร ผลที่ได้จากตัววัดแรงก็จะได้เท่านั้น นั่นก็หมายความว่าชิ้นตัวอย่างทนแรงดึงสูงสุดเท่ากับแรงต้าน ของตัวเองที่ทนได้ก่อนขาดจากกัน

### 3.4 ผลการวิเคราะห์การทดลอง

หลังจากที่ดำเนินการทดสอบวัสดุโดยการเปรียบเทียบค่าความเค้น และความเครียดตามมาตรฐานการทดลองแรงดึงของชิ้นงาน และการทดสอบรอยเชื่อมตามมาตรฐานมาตรฐานของ ระบบ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards) หรือ แม้ แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) และโดยหลังการของการเปรียบเทียบกับวัสดุประสงค์ที่กำหนดไว้หากผลที่ได้ไม่ได้ตามวัสดุประสงค์ให้ทำการทิ้งวัสดุ แต่หากเป็นไปตามวัสดุประสงค์ให้นำข้อมูลที่ได้ไปทำการยืนยันผลการดำเนินงานต่อไป

### 4. ผลการศึกษา

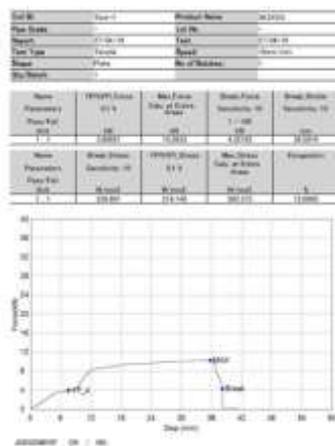
สรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดโดยเปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่าย ก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการดำเนินงานครั้งนี้ นำเทคนิคการใช้วัสดุ และเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อทำการลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต โดยหัวข้อที่สรุปผลจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานที่วิจัยที่ได้กำหนดไว้ สรุปข้อเสนอแนะและปัญหาต่างๆที่พบในงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงในการลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตต่อไป

4.1 ผลของชิ้นงานตัวอย่าง โครงคร่าวกัลวาไนซ์ แบบเชื่อมต่อและแบบไม่เชื่อมต่อ ที่ได้ทำการทดสอบแรงดึงให้เกิดความเครียดในชิ้นงาน แล้วจะทำการดึงจนชิ้นงานตัวอย่างขาดออกจากกัน เพื่อที่จะหาคุณสมบัติทางกล

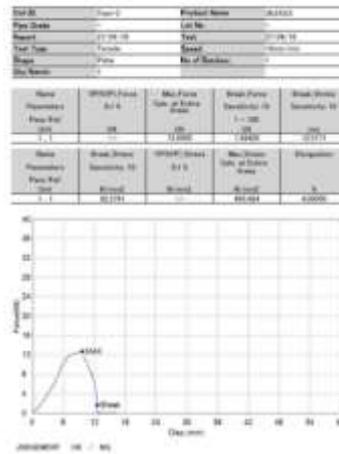


รูปที่ 8 ภาพการดึงชิ้นงาน

ผลจากการทดลองพบว่า เหล็กที่นำมาทดสอบมีค่าความต้านทานแรงดึงที่เกินค่ามาตรฐานของ มอก. ที่ได้กำหนดไว้ทั้งชิ้นงานแบบเชื่อมและแบบไม่เชื่อม โดยมีค่าต่ำสุด คือ  $270 \text{ N/mm}^2$  แต่ชิ้นงานตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบกลับมีค่าที่ทนต่อการต้านแรงดึงเกินค่าที่ มอก. กำหนด



รูปที่ 9 ผลของการทดสอบแรงดึง(ไม่เชื่อม)



รูปที่ 10 ผลของการทดสอบแรงดึง (เชื่อมต่อ )

4.2 วัดผลและเปรียบเทียบผลกับการปรับปรุงงาน หลังจากได้มีการปรับปรุงในแนวทางที่ทำการดำเนินการโดยการเชื่อมต่อเหล็กหัวม้วน - ท้ายม้วน โดยใช้เครื่องเชื่อมแบบทิก ผู้ทำวิจัยในเรื่องของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โครงคร่าวกัลวาไนซ์พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงไปในด้านที่ดีเยี่ยมอย่างเห็นได้ชัดโดยสามารถแจกแจงรายละเอียดดังตารางที่ 8 ดังนี้

ชั้นหนาที่	ตารางบันทึกค่าการบดไหมเหล็ก (มอก. 2223 - 2548)				
	ความหนา (mm.)	มาตรฐานเหล็ก	แบบไม่เชื่อมต่อ (N/mm <sup>2</sup> )	แบบเชื่อมต่อ (N/mm <sup>2</sup> )	ข้อบกพร่อง (N/mm <sup>2</sup> )
1	0.50	SECC	562.373	695.884	270
2	0.50	SECC	573.036	597.241	270
3	0.50	SECC	575.416	674.338	270
4	0.50	SECC	581.093	661.433	270
5	0.50	SECC	593.331	597.078	270
ค่าเฉลี่ย (N/mm <sup>2</sup> )			577.050	645.195	

ตารางที่ 7 ข้อมูลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงดึง

การสูญเสียเหล็ก	จำนวนขี้เหล็กที่เสียออก (ม.ก. 2558)					
	ป.ล.	ร.ล.	ร.ก.	ร.ค.	รวม	เฉลี่ย
ขี้เหล็กที่เสียออกเหล็ก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ขี้เหล็กที่เสียออก รวมรวม	25.00	28.00	23.00	16.00	92.00	23.00
ขี้เหล็กที่เสียออก รวบรวม	17.00	9.00	15.00	14.00	55.00	13.75
ขี้เหล็กที่เสียออก รวบรวม	14.00	10.00	17.00	16.00	57.00	14.25
รวมขี้เหล็ก	56.00	47.00	55.00	46.00	204.00	51.00
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	27.45%	23.04%	26.96%	22.55%	100.00%	

ตารางที่ 8 ข้อมูลของเสียจากการผลิต โครงคร่าวกัลวาไนซ์ หลังการปรับปรุง (kg.)

ขี้เหล็ก	ขี้เหล็กปรับปรุง	ขี้เหล็กปรับปรุง
ขี้เหล็กที่เสียออกเหล็ก	916.25	0.00
ขี้เหล็กที่เสียออก รวบรวม	45.5	23.00
ขี้เหล็กที่เสียออก รวบรวม	88.5	13.75
ขี้เหล็กที่เสียออก รวบรวม	16	14.25
รวม	466.25	51.00

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบของเสียเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง

## 5. สรุป

จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจนออกมาเป็นการศึกษางาน การลดของเสียในกระบวนการผลิตโครงคร่าวกล่องกระดาษแข็งที่มีของเสียเป็นจำนวนมากจึงส่งผลให้มีต้นทุนเสียเปล่าอย่างมากและเวลาที่ผลิตก็เสียเปล่าไปด้วย ผู้วิจัยจึงค้นคว้าระดมความคิดร่วมกับพนักงานและบุคลากรภายในองค์กรเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

5.1 การศึกษาสาเหตุการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตโครงคร่าวกล่องกระดาษแข็งพบว่าสาเหตุของการเกิดของเสียในส่วนใหญ่เป็นสาเหตุมาจากการเปลี่ยนลูกเหล็กซึ่งพบว่าเมื่อรีดงานไปจนถึงส่วนท้ายของละแต่ละม้วนของลูกเหล็ก (Coil) แล้วจะพบว่ามีเศษที่ไม่ได้ตามขนาดซึ่งจะมีความยาวไม่ถึง 4 เมตร/เส้น ตามขนาดมาตรฐาน และเมื่อนำม้วนเหล็ก (Coil) ลูกใหม่มาเปลี่ยนก็จะมีเศษหัวม้วนที่ไม่ได้ขนาดเช่นกัน ดังนั้นผู้ทำปริญญาโทจึงได้นำวิธีการเชื่อมต่อกันในส่วน หัวม้วนและท้ายม้วน โดยวิธีการเชื่อมทิก (Tig)

5.2 หลังจากการปรับปรุงการลดของเสียในกระบวนการผลิต โครงคร่าวกล่องกระดาษแข็ง และแนวทางการแก้ไขซึ่งถึงแม้การแก้ไขจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายบางส่วนแต่ก็สามารถลดของเสียได้ในระดับที่พึงพอใจอย่างมากซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเดิมที่นำของเสียมาขายเป็นเศษเหล็กซึ่งขายได้ในราคาน้อย แต่เมื่อส่งขายในราคาของเกรด B ซึ่งไม่ได้ทำให้คุณภาพของสินค้าลดน้อยลงจึงเป็นการดีหากนำสินค้าเกรด B สามารถนำไปขายได้ คุณภาพเดียวกันกับสินค้าเกรด A ซึ่งชิ้นงานที่ทำมาจากการเชื่อมต่อกัน - ท้าย ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก มีจำนวนสูง ซึ่งเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำหนักมากถึง 316.25 kg. เมื่อนำไปขายเป็นเศษ จะขายได้เพียงในราคา 6บาท/kg. หากคิดเป็นเงินก็จะได้ 1,897.50 บาทต่อเดือน แต่ถ้านำมาเชื่อมต่อกันแล้วขายในราคาเกรด B จะสามารถขายได้เส้นละ 16 บาท (1 เส้นน้ำหนัก 1 Kkg.) และคิดเป็นเงินก็จะได้ 5,060 บาทต่อเดือนจะเป็นงานที่ยากแต่หากพัฒนาและค้นหาวิธีการอย่างจริงจังก็สามารถทำได้เช่นกัน

### เอกสารอ้างอิง

- [1] เกษมชัย บุญเพ็ญ. 2533. ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อม. พื้นฐานโลหะแผ่น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์ประกอบแม่ไทร.
- [2] จรูญ พรหมพิสุทธิ, และ อำนาจ ทองแสน. 2544. กระบวนการเชื่อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์
- [3] เชิดเชล่ง ชิตชวนกิจ, และ คณະ. 2524. การเชื่อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นงาน. วิศวกรรมการเชื่อม. กรุงเทพฯ. : พิมพ์ที่สมาคมส่งเสริมความรู้.
- [4] ปริญญา พวงนาค. 2535. การทดสอบแรงดึง (Tension Test). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://elec.chandra.ac.th/courses/ELEC2101 /chapter\\_6/tension\\_test.doc](http://elec.chandra.ac.th/courses/ELEC2101 /chapter_6/tension_test.doc) (15 มิถุนายน 2559).
- [5] จีรวรรณ บุตรโสภา. 2557. ตำแหน่งงานเชื่อมและลักษณะการต่อชิ้นงาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.pattayatech.ac.th/files/150511088525213\\_15051111114721.pdf](http://www.pattayatech.ac.th/files/150511088525213_15051111114721.pdf)(12 กรกฎาคม 2559).
- [6] วิชิต เลื่อมใส สุรชัย ขจรเดชะศักดิ์ และ อุดม สมไสภา. 2554 . “การศึกษาและพัฒนานิเวศการทำงานที่มีผลต่อการโค้งงอของบานประตูตาบ่ออ่อนจากการเชื่อมแบบมิกซ์.” ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [7] สมนึก วัฒนศรีกุล. 2545. การทดสอบวัสดุ. เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [8] ประกิจ มารารัมย์. 2538. คุณสมบัติของวัสดุในงานอุตสาหกรรม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/sutinsorattaworn/khunsmbati-laea-kar-thdsxb-wasdu>(22 กรกฎาคม 2559).
- [9] วรากร อาจดำเกิงไกร. 2559. การทดสอบกำลังดึงของรอยเชื่อม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://engineeringmaterialsproject.blog spot.com/2015/12/9.html> (31 กรกฎาคม 2559).
- [10] ปริญญา พวงนาค. 2543. เครื่องทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ. สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 179 - 194.

## การพัฒนากระบวนการจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

### The Development of Educational Quality Assurance Management Information System

ศุภมิตร ศุภศรีสุวรรณ

อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์สาธารณสุข มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, sukhus@RPU.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการสร้างระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา 2) สร้างระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา และ 3) เพื่อได้ระบบสำหรับการจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาได้อย่างถูกต้อง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินความพึงพอใจระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ทั้ง 4 ด้านครบถ้วน คือ ด้านการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้ระบบ ด้านการประมวลผลของโปรแกรม ด้านสิทธิ์และความปลอดภัยของโปรแกรมระบบ และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ มาคำนวณร่วมกันด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถสรุปได้ว่าระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษามีค่าเฉลี่ย 4.35 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 และความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การประกันคุณภาพการศึกษา ระบบสารสนเทศ การค้นคืนสารสนเทศ

#### Abstract

The Development of Educational Quality Assurance Management Information System aims to 1) To study the guideline for the establishment of educational quality assurance information system. 2) Establish a quality management system for educational quality assurance. 3) 3) To obtain a system for the management of educational quality assurance data correctly. Research samples There are 5 experts. Research tools is questionnaire. The statistics used for data analysis were the mean and standard deviation.

The results of the evaluation of the satisfaction of educational quality assurance management information system by 5 experts in all 4 aspects. It was a system-to-user interaction, program processing, permissions and security and needs of users. Calculated using statistical methods. To find the mean and standard deviation. It can be concluded that educational quality assurance management information system. The mean was 4.35, standard deviation was 0.56 and good satisfaction.

**Keywords:** Educational Quality Assurance, Information system, Information Retrieval

#### 1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ ไอที (Information Technology: IT) หมายถึงเทคโนโลยีสำหรับการประมวลผลสารสนเทศ ซึ่งครอบคลุมถึงการรับ-ส่ง การแปลง การจัดเก็บ การประมวลผล และการค้นคืนสารสนเทศ ในการประยุกต์ การบริการ และพื้นฐานทางเทคโนโลยี การทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ มีส่วนประกอบของระบบทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล กระบวนการทำงาน และบุคลากร

การประกันคุณภาพการศึกษาซึ่งเป็นการจัดระบบต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดมาตรฐานได้คุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานศึกษา จะเห็นได้ว่าสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ.) ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในกระบวนการรับรองมาตรฐาน ทั้งในส่วนการเก็บข้อมูลเอกสาร หลักฐานต่าง ๆ และในขั้นตอนการประเมินคุณภาพการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติ โดยให้สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาจัดส่งรายงานประจำปีที่เป็นรายงานการประเมินคุณภาพภายในเสนอต่อหน่วยงานต้นสังกัด เพื่อให้เป็นไปตามมาตรา 48 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2553 และข้อ 6 แห่งกฎกระทรวงว่าด้วยระบบหลักเกณฑ์ และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553

การประกันคุณภาพการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลมากมาย ในการจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของเอกสารนั้น เกิดปัญหาทั้งในส่วนทรัพยากรที่ใช้ การค้นหาข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล ทำได้ลำบาก อีกทั้งจำนวนเอกสารที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละปีส่งผลต่อการจัดการข้อมูลที่ยากขึ้น ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ระบบการจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาซึ่งเป็นเครื่องมือที่สร้างระบบจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้การจัดการข้อมูลอย่างมีระบบช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานเดิมได้เป็นอย่างดี

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจัดการเอกสารภายในองค์กร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานวิจัยกล่าวถึงระบบจัดการเอกสาร (Document Management System) โดยคำนึงถึงสถาปัตยกรรมของระบบการจัดการเอกสาร 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับแนวคิด (Conceptual Layer) จะอธิบายเกี่ยวกับขอบเขตและบริบทของระบบจัดการเอกสารที่สัมพันธ์กับประเด็น why และ who 2) ระดับตรรกะ (Logical Layer) เป็นระดับที่รวบรวมหน้าที่การทำงานของระบบการจัดการเอกสาร ได้แก่ การนำเข้า (Input) การประมวลผล (Processing) และผลลัพธ์ (Output) 3) ระดับกายภาพ (Physical Layer) ประกอบด้วยโครงสร้างทางกายภาพที่แท้จริงที่จำเป็นต่อการสร้างแบบแผนการทำงานของระบบ (วรพจน์ กรีสระเดช, 2551) <sup>[1]</sup>

### 2.2 การพัฒนาระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจัดการเอกสาร อิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ การรับ การส่ง การจัดเก็บ และการสืบค้นข้อมูลเอกสารภายในหน่วยงาน พบว่าระบบสามารถช่วยจัดการเอกสารได้ตามความต้องการของผู้ใช้ระบบได้ดี แต่มีจุดที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้คือ การนำเทคโนโลยีจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มาช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการติดต่อสื่อสารของแต่ละหน่วยงาน ในการดำเนินการพัฒนาระบบผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และได้นำหลักการและแนวคิดต่าง ๆ ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับเป็นแนวทางมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ (ศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ, 2550) <sup>[2]</sup>

### 2.3 การประกันคุณภาพการศึกษา

การประกันคุณภาพการศึกษาซึ่งเป็นการจัดระบบต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดมาตรฐานได้คุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานศึกษา จะเห็นได้ว่าสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ.) ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในกระบวนการรับรองมาตรฐาน ทั้งในส่วนการเก็บข้อมูลเอกสาร หลักฐานต่าง ๆ และในขั้นตอนการประเมินคุณภาพการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติ โดยให้สถานศึกษาระดับอุดมศึกษาจัดส่งรายงานประจำปีที่เป็นรายงานการประเมินคุณภาพภายในเสนอต่อหน่วยงานต้นสังกัด เพื่อให้เป็นไปตามมาตรา 48 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2553 และข้อ 6 แห่งกฎกระทรวงว่าด้วยระบบหลักเกณฑ์ และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2553( [3]

### 3. วิธีการวิจัย

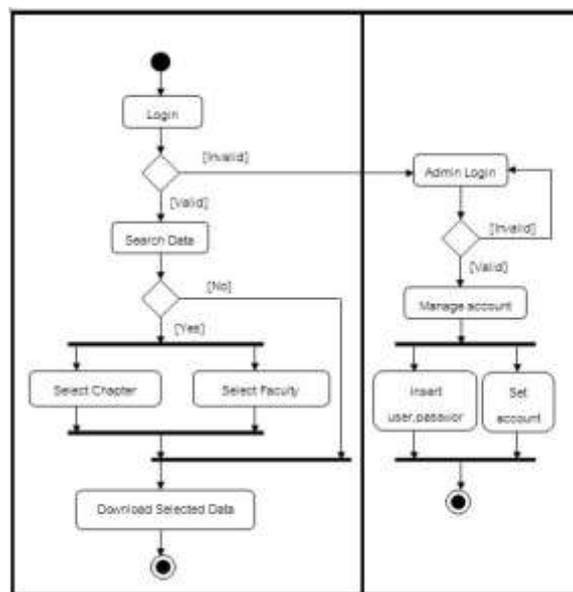
#### 3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของระบบ (System Requirement)

3.1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ โดยทำการศึกษถึงความต้องการพื้นฐานของบุคลากรและแนวโน้มในการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดตัวอย่างข้อมูลรายงานการประเมินตนเองของหลักสูตร มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

3.1.3 ศึกษาเครื่องมือที่นำมาใช้พัฒนาระบบและกำหนดเทคนิคที่จะนำมาใช้ในกระบวนการโดยทำการศึกษาเครื่องมือทั้งทางด้านซอฟต์แวร์ ด้านฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

3.1.4 กำหนดขอบเขตในการพัฒนาระบบ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขอบเขตในการพัฒนาระบบ ครอบคลุมการจัดระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา โดยที่มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานระบบ ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลของผู้เข้าใช้ได้ โดยแสดงได้ในลักษณะแผนภาพแสดงกิจกรรม (Activity Diagram) แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Activities Diagram ระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

#### 3.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

##### 3.2.1 ส่วนผู้ใช้งานระบบ

เป็นส่วนที่ผู้ใช้ใช้งานโปรแกรมเพื่อจัดการรายงานบุคลากรได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ผู้ใช้งานระบบต้องลงชื่อเข้าใช้ระบบ (Login) ก่อนการใช้งาน โดยชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password)
- 2) ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) สามารถขอได้จากผู้ดูแลระบบ (Admin) เท่านั้น
- 3) ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขรหัสผ่านได้
- 4) ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาได้
- 5) ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลโดยมีส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ในการค้นหาได้
- 6) ผู้ใช้สามารถค้นหาโดยใช้เครื่องมือค้นหาที่แบ่งเป็นระดับการค้นหาไว้ เช่น ค้นหาตามองค์ประกอบ ค้นหาตามหลักสูตร ค้นหาตามคณะ เป็นต้น
- 7) ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลหลังจากการค้นหาขั้น ๆ ได้

### 3.2.2 ส่วนผู้ดูแลระบบ

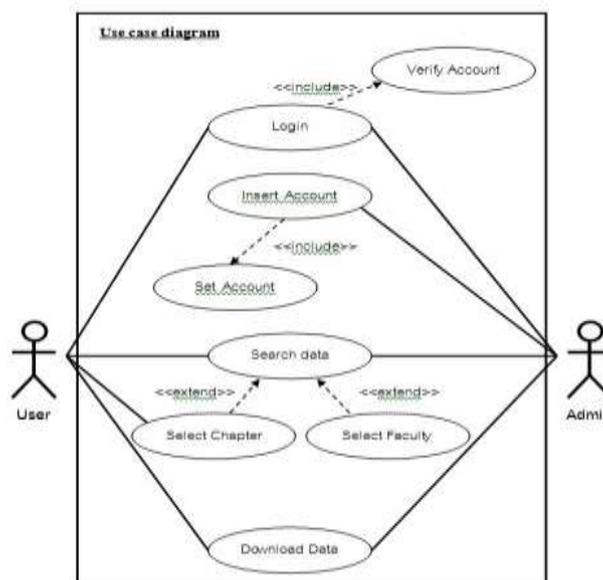
เป็นส่วนของผู้ดูแลระบบใช้เพื่อจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ ซึ่งสามารถจำแนกกระบวนการดำเนินงานได้ ดังนี้

- 1) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขผู้ใช้งานระบบได้
- 2) ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขรหัสผ่านได้
- 3) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลการประกันคุณภาพในระบบได้

### 3.3 การออกแบบระบบ (System Design)

สามารถอธิบายโดยใช้ UML (Unified Modeling Language) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ อธิบายรูปแบบที่แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ ข้อมูลที่นำเข้าระบบ ข้อมูลออกจากระบบ และข้อมูลที่ไหลเวียนอยู่ภายในระบบ อธิบายโดยใช้แผนภาพการทำงานระบบ (Use case diagram)

ผู้วิจัยใช้แผนภาพแสดงการทำงานเพื่อแสดงการทำงานของผู้ใช้ (User) และความสัมพันธ์ของระบบย่อย (Sub systems) ในระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา รวมถึงแสดงความสัมพันธ์ของการใช้งานของผู้ใช้กับระบบ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบย่อย โดยจะแทนการทำงานที่เกิดขึ้นในลักษณะของแผนภาพและสัญลักษณ์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Use Case Diagram ระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา

## 3.4 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ตารางที่ 1 เพิ่มข้อมูลผู้ใช้ (User)

Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
userID	varchar	5	รหัส	PK
userName	varchar	20	ชื่อ	
userPass	varchar	8	รหัสผ่าน	

ตารางที่ 2 เพิ่มข้อมูลรายหลักสูตร (ChapterByCurriculum)

Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
curlD	varchar	5	รหัสหลักสูตร	PK
chID	varchar	5	รหัสองค์ประกอบ	PK
chFile	File	-	ไฟล์ข้อมูล	

ตารางที่ 3 เพิ่มข้อมูลรายคณะ (ChapterBy)

Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
facID	varchar	5	รหัสคณะ	PK
chID	varchar	5	รหัสองค์ประกอบ	PK
chFile	File	-	ไฟล์ข้อมูล	

ตารางที่ 4 เพิ่มข้อมูล SAR (SAR)

Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
sarID	varchar	5	รหัส SAR	PK
facID	varchar	5	รหัสคณะ	
curlD	varchar	5	รหัสหลักสูตร	
sarFile	File	-	ไฟล์ข้อมูล	

ตารางที่ 5 เพิ่มข้อมูลหลักสูตร (Curriculum)

Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
curlD	varchar	5	รหัสหลักสูตร	PK
chName	varchar	20	ชื่อหลักสูตร	
chDetail	varchar	255	รายละเอียด	

ตารางที่ 6 เพิ่มข้อมูลคณะ (Faculty)

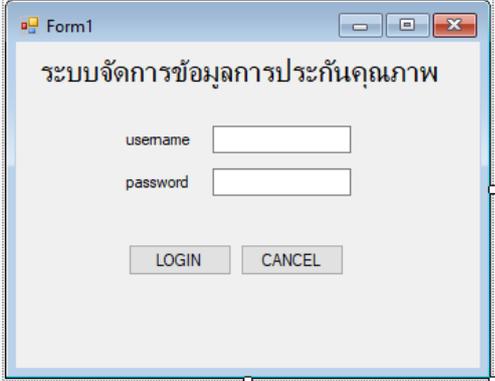
Fieldname	Data Type	Field Size	Caption	Remark
facID	varchar	5	รหัสคณะ	PK
facName	varchar	20	ชื่อคณะ	
facDetail	varchar	255	รายละเอียด	

## 4. ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา มีส่วนย่อยการพัฒนา ดังนี้

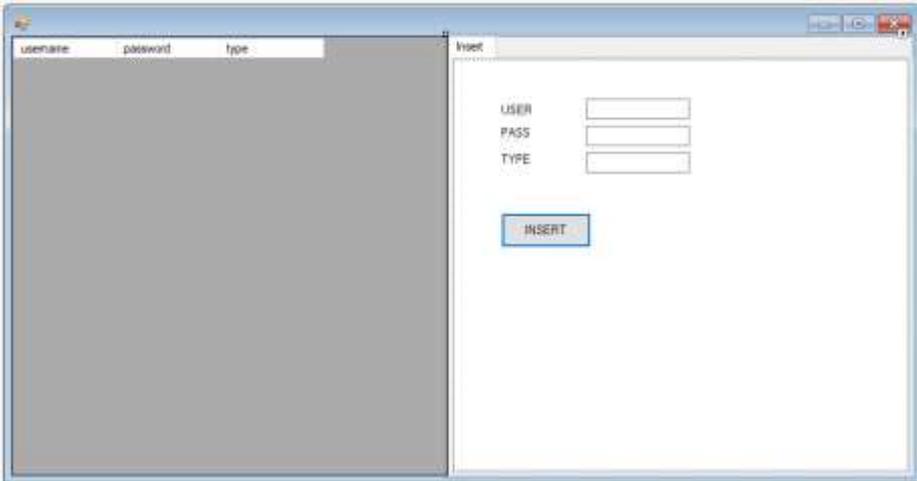
##### 4.1.1 หน้าจอเข้าสู่ระบบ (Login)



ภาพที่ 3 หน้าจอการเข้าใช้งานระบบ

จากภาพที่ 3 แสดงการเข้าใช้ระบบโดยมีการลงชื่อเข้าใช้เพื่อตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ และสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล โดยผู้ใช้งานระบบต้องมีชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password) ที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้กับระบบ

##### 4.1.2 หน้าจอการลงทะเบียนผู้ใช้งาน (Registration)



ภาพที่ 4 หน้าจอการลงทะเบียนผู้ใช้งาน

##### 4.1.3 หน้าจอหลัก (Main)

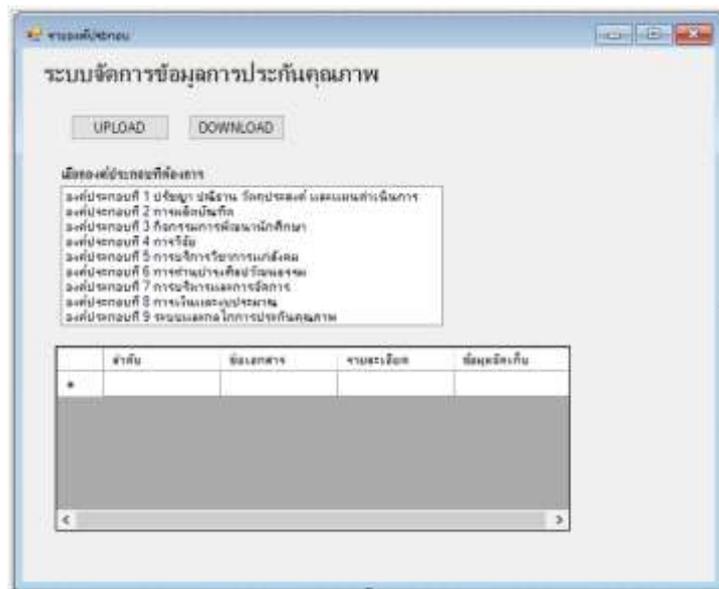


ภาพที่ 5 หน้าจอหลัก

จากภาพที่ 5 แสดงหน้าจอหลักของระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพ ซึ่งผู้ใช้จะพบหลังจากลงชื่อเข้าใช้ได้เรียบร้อยแล้ว โดยจะประกอบไปด้วยปุ่มเมนูย่อยต่าง ๆ ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนี้

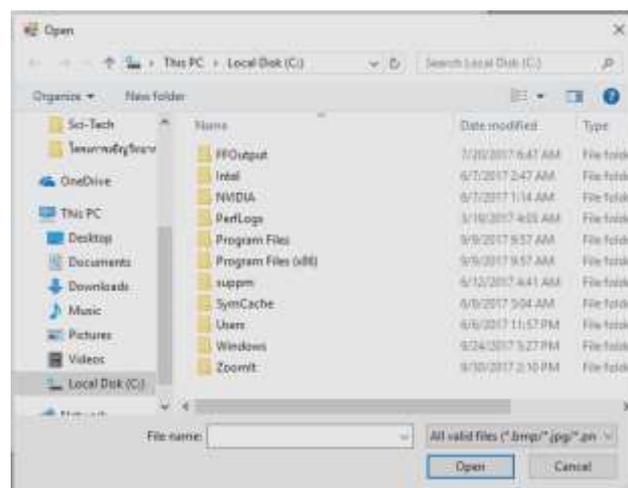
- SAR เป็นส่วนการเข้าถึงข้อมูลรายงานการประเมินตนเองฉบับเต็มทั้งหมดของค้ประกอบ
- KPI เป็นส่วนการเข้าถึงข้อมูลรายงานการประเมินตนเองแยกตามองค์ประกอบ
- USER เป็นส่วนการเข้าถึงการจัดการข้อมูลของผู้ดูแลระบบ (Admin)
- REPORT เป็นส่วนการเข้าถึงข้อมูลรายงาน

#### 4.1.4 หน้าจอย่อยรายองค์ประกอบ



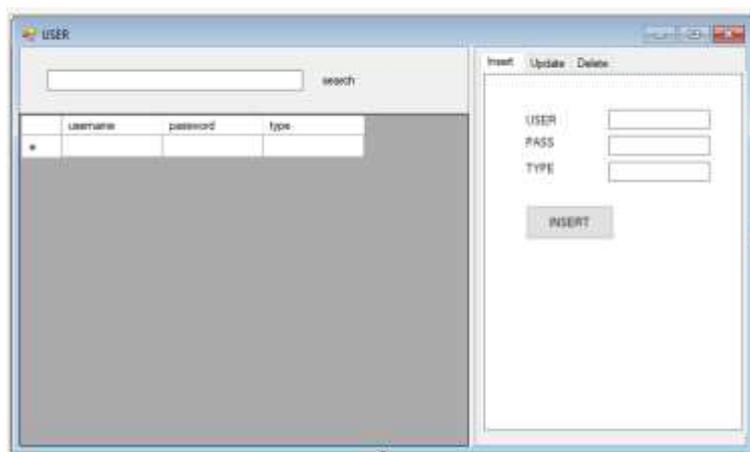
ภาพที่ 6 หน้าจอย่อยรายองค์ประกอบ

จากภาพที่ 6 แสดงหน้าจอย่อยรายองค์ประกอบที่ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกเข้าถึงข้อมูลรายองค์ประกอบที่ต้องการได้



ภาพที่ 7 หน้าจอการ Upload/Download ข้อมูล

#### 4.1.5 หน้าจอผู้ดูแลระบบ (Admin)



ภาพที่ 8 หน้าจอผู้ดูแลระบบ

**ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ****2.1 การทดสอบประสิทธิภาพระบบด้วยผู้เชี่ยวชาญ**

ระบบจัดการข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Visual Studio โดยแยกเป็นฟอร์ม (Form) ต่าง ๆ ตามงานย่อยของระบบ จึงต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบโดยใช้แบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความพึงพอใจต่อระบบ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ด้วยมาตรระดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ ตามวิธีการของไลเคอร์ท โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบ
- 2) ด้านการประมวลผลของระบบ
- 3) ด้านสิทธิ์การเข้าใช้และความปลอดภัยของระบบ
- 4) ด้านการทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

**ตารางที่ 7 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ**

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	เชิงคุณภาพ
1. ด้านการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้	4.00	0.55	ดี
2. ด้านการประมวลผลของระบบ	4.52	0.53	ดีมาก
3. ด้านสิทธิ์และความปลอดภัยของระบบ	4.53	0.48	ดีมาก
4. ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.35	0.69	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.35	0.56	ดี

**5. สรุปผลการวิจัย**

5.1 การประเมินด้านการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้ระบบ โดยทำการประเมินจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความพึงพอใจต่อการติดต่อระหว่างระบบโปรแกรมกับผู้ใช้ระบบ ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับดี

5.2 การประเมินด้านการประมวลผลของระบบ โดยทำการประเมินจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความพึงพอใจต่อด้านการประมวลผลของระบบ ค่าเฉลี่ย 4.52 อยู่ในระดับดีมาก

5.3 การประเมินด้านสิทธิ์และความปลอดภัยของระบบ โดยทำการประเมินจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความพึงพอใจต่อด้านสิทธิ์และความปลอดภัยของระบบ ค่าเฉลี่ย 4.53 อยู่ในระดับดีมาก

5.4 การประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยทำการประเมินจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความพึงพอใจต่อการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ค่าเฉลี่ย 4.35 อยู่ในระดับดี

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคณมหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ คณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ที่สนับสนุนการทำวิจัย การให้ข้อมูล คำปรึกษา ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามการวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] วรพจน์ กรีสระเดช. (2551). **การจัดการเอกสารภายในองค์กร**. กรุงเทพมหานคร: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [2] ศิริรัตน์ตรงวัฒนาวุฒิ .(2550). **การพัฒนาระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2554). **คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2553**. “พิมพ์ครั้งที่ 3”. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์

## การประเมินผลระบบแชทบอทปฏิทินการศึกษาด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

### คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

The Satisfaction of Machine Learning Based Academic Calendar's Chatbot Faculty of Engineering and Technology, North Chiang Mai University

เสฐียรพงษ์ ยอดนิล

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, khoonkhao@gmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและประเมินผลการใช้งานของระบบแชทบอท (Chatbot) ที่ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ในการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมหรือตั้งเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ของระบบให้ชัดเจน (Rule-Based) ผ่านสื่อการสนทนาแบบข้อความ (Chat) ภายใต้หัวข้อการสนทนาเรื่องปฏิทินการศึกษา ปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาระบบแชทบอท และประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 [1] แบ่งการประเมินผลเป็น 2 ช่วง ช่วงที่ 1 ให้ระบบฝึกการเรียนรู้ของเครื่อง (Training) จากการสอนเบื้องต้น และช่วงที่ 2 ให้ระบบฝึกการเรียนรู้ของเครื่องต่อเนื่องจากผู้ใช้เป็นเวลาจำนวน 4 สัปดาห์ กลุ่มผู้ใช้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้กลุ่มผู้ใช้เดิมในการประเมินผล ทั้ง 2 ช่วง จากนักศึกษา อาจารย์ และบุคลากรภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ รวมจำนวน 60 คน ใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive statistics) และการวัดค่ากลางของข้อมูล (Measures of central tendency) จัดลำดับทัศนคติแบบ Likert scale [9] ใน 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถตอบคำถามในเรื่องปฏิทินการศึกษา ปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ โดยกลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 ในช่วงที่ 1 มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมาก และในช่วงที่ 2 กลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจมากขึ้น เฉลี่ยในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ:** แชทบอท การเรียนรู้ของเครื่อง ปฏิทินการศึกษา การประเมินผลการใช้งาน

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to satisfaction evaluation of academic's chatbot based on machine learning engine with a little rule-based programed for academic year 2017 faculty of Engineering and Technology, North-Chiang Mai University.

The satisfaction evaluation with characteristics in quality model of the standard, ISO/IEC 25010 [1], for 2 periods: 1) Training with a simple rule-based; and 2) Training with used for 4 weeks. The purposive sampling of 60 people in student and lecturer faculty of Engineering and Technology, North-Chiang Mai University. Used approach descriptive statistics and measures of central tendency to scaling responses with Likert scale: very satisfied; satisfied; neither; dissatisfied; and very dissatisfied.

These results found that: chatbot can responses in academic year 2017 faculty of Engineering and Technology, North-Chiang Mai University; people are satisfied in 1<sup>st</sup> period; and very satisfied in 2<sup>nd</sup> period with characteristics in quality model of the standard, ISO/IEC 25010.

**KEYWORDS:** Academic calendar, Chatbot, Machine leaning, Satisfaction

## 1. บทนำ

การสื่อสารและการให้บริการด้านข้อมูลสารสนเทศในปัจจุบันสามารถเข้าถึงได้ง่าย สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา และหลากหลายช่องทาง การสื่อสารและการให้บริการข้อมูลสารสนเทศผ่านการสนทนาแบบข้อความบนสื่อสังคมออนไลน์ เป็นอีกช่องทางหนึ่ง ที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การเพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารหรือบริการด้านข้อมูลสารสนเทศ โดยเฉพาะช่องทางที่จำเป็นต้องใช้บุคลากรในการดำเนินการ จะเป็นการเพิ่มภาระงานหรือต้นทุน และในหลายๆ ครั้ง การให้บริการเป็นไปอย่างล่าช้า อาจจะต้องติดต่อผ่านหลายฝ่ายเพื่อหาข้อมูลหรือคำตอบ และไม่ได้รับการตอบสนองได้ในทันที [2]

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ เป็นองค์กรหนึ่งที่ทำให้บริการด้านการศึกษา และปฏิทินการศึกษาเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการบริการ ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง รวดเร็ว สะดวกและเข้าถึงได้ง่าย ทุกที่ ทุกเวลา มีหลากหลายช่องทางในการสื่อสารและให้บริการ โดยเฉพาะช่องทางสนทนาแบบข้อความบนสื่อสังคมออนไลน์ ได้รับความนิยมนักศึกษาเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบแชทบอท (Chatbot) เป็นระบบตอบกลับการสนทนาอัตโนมัติแบบข้อความ แชทบอทเป็นอีกเทคโนโลยีที่สามารถช่วยให้การสื่อสารและการให้บริการด้านข้อมูลสารสนเทศ มีการตอบสนองผู้ใช้ให้เป็นที่พอใจอย่างรวดเร็ว [2], [3] เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ทำให้ระบบแชทบอทสามารถเรียนรู้เพื่อหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม [4] โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมหรือตั้งเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ของระบบให้ชัดเจน (Rule-Based) และใช้วิธีการฝึกการเรียนรู้ของเครื่อง (Training) ให้ระบบสามารถเรียนรู้และเลือกตัดสินใจในการตอบคำถาม และเพื่อต้องการติดตามผลการใช้งาน ผู้วิจัยจึงศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อนำผลมาพัฒนาและปรับปรุงระบบต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

2.1. เพื่อพัฒนาระบบแชทบอท ใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ ในเรื่องปฏิทินการศึกษาปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

2.2. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการใช้งานของระบบแชทบอท ตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010

## 3. สมมติฐาน

3.1. ระบบแชทบอทด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง สามารถตอบคำถามเรื่องปฏิทินการศึกษา ปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

3.2. กลุ่มผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานของระบบแชทบอท ตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 หลังจากการฝึกแล้ว อยู่ในระดับมาก และมากกว่าก่อนที่ระบบจะทำการฝึก

## 4. ประโยชน์ที่ได้รับ

4.1. ได้ระบบแชทบอทด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง สามารถตอบคำถามเรื่องปฏิทินการศึกษา ที่กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจ

4.2. ได้ระบบแชทบอทด้วยการเรียนรู้ของเครื่องที่เป็นต้นแบบ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในการตอบคำถามในเรื่องอื่น ๆ ต่อไปได้

4.3. ได้ระบบแชทบอทด้วยการเรียนรู้ของเครื่องที่สามารถนำความรู้ในด้านอื่น ๆ เข้ามาทำให้ระบบได้เรียนรู้และนำไปใช้ตอบคำถามได้

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

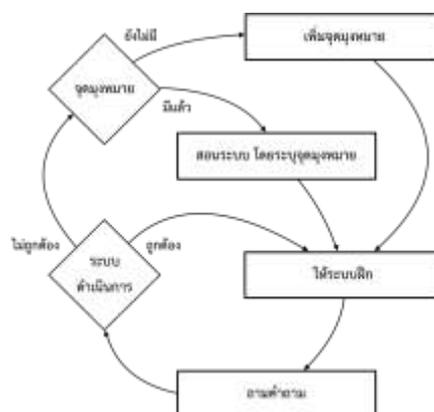
การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development) พัฒนาระบบแชทบอทเป็นระบบตอบกลับการสนทนาอัตโนมัติแบบข้อความ ที่ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง ในหัวข้อเรื่องปฏิทินการศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี-เชียงใหม่ ประจำปีการศึกษา 2560 ผ่านสื่อสังคมออนไลน์แอปพลิเคชัน Line และ Facebook และทำการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ ตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010

ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ โดยแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน ส่วนติดต่อผู้ใช้ ส่วนการทำงานของระบบแชทบอท และส่วนจัดการข้อมูลความรู้ โดยใช้มาตรฐาน JSON ในการติดต่อสื่อสาร [5]



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมแชทบอทที่ถูกออกแบบ

ส่วนติดต่อผู้ใช้ ใช้งานบนแอปพลิเคชัน Line และ Facebook โดยเชื่อมต่อผ่าน Messaging API ของ Line [6] และ Messenger Platform ของ Facebook [7] ส่วนการทำงานของระบบแชทบอท เมื่อผู้ใช้สนทนาผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ ระบบจะติดต่อผ่านตัวเชื่อมต่อกกลาง (Connector) และส่งข้อความมาทำการประมวลผลเพื่อหาจุดมุ่งหมายของผู้ใช้ที่ตีความผลทางภาษา (Natural language processing) จากนั้นระบบจะเลือกและตัดสินใจดำเนินการจากผลของการฝึก และหากจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสารสนเทศ จะติดต่อขอข้อมูลจากส่วนจัดการข้อมูลความรู้ต่อไป



รูปที่ 2 กระบวนการฝึกของระบบ

### 5.1. ขอบเขตประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้เป็น นักศึกษาปัจจุบัน อาจารย์ และบุคลากรภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวนประมาณ 300 คน

เพื่อต้องการให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างไม่เกินร้อยละ 12 [8] จึงเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นผู้ที่ใช้แอปพลิเคชัน Line และ Facebook ตอบแบบสอบถาม รวมจำนวน 60 คน

### 5.2. เครื่องมือวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ช่วง ดังนี้

#### 5.2.1. ประเมินผลช่วงที่ 1

ทำการประเมินหลังจากให้ระบบฝึกการเรียนรู้ของเครื่อง จากการฝึกเบื้องต้น

#### 5.2.2. ประเมินผลช่วงที่ 2

ทำการประเมินหลังจากผ่านช่วงที่ 1 และให้ระบบฝึกการเรียนรู้ของเครื่องต่อเนื่องจากผู้ใช้ เป็นเวลาจำนวน 4 สัปดาห์

ประเมินผลความพึงพอใจตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 โดยแบ่งเนื้อหาการประเมินเป็นทั้งหมด 8 ด้าน [1] เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดคำถาม ดังนี้

- ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน (Functional Suitability)
- ด้านประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Efficiency)
- ด้านความเข้ากันได้ (Compatibility)
- ด้านการใช้งาน (Usability)
- ด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability)
- ด้านความปลอดภัย (Security)
- ด้านการบำรุงรักษา (Maintainability)
- ด้านการปรับตัวของระบบ (Portability)

โดยมีรูปแบบคำถามครอบคลุมเนื้อหา ตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 จากมุมมองของผู้ใช้ ดังต่อไปนี้

- Functional Suitability ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และใช้งานได้อย่างสะดวก
- Performance Efficiency ระบบตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และไม่เป็นการรบกวนของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน
- Compatibility ระบบสามารถทำงานบนอุปกรณ์ สภาพแวดล้อม และระบบปฏิบัติการของผู้ใช้ที่แตกต่างกันได้
- Usability ระบบสามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีใช้ได้ ช่วยให้ใช้งานได้ง่าย และช่วยป้องกันการใช้งานที่ผิดพลาด
- Reliability ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมใช้งาน

- Security ระบบสามารถปกป้องข้อมูลความเป็นส่วนตัว และจัดการระดับการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเหมาะสมกับประเภทและระดับการอนุญาตเข้าถึงข้อมูล
- Maintainability ระบบสามารถปรับปรุง ปรับแต่ง หรือเพิ่มความสามารถได้
- Portability ระบบสามารถทำงานได้กับแอปพลิเคชันหรือส่วนติดต่อผู้ใช้ที่แตกต่างกันได้

### 5.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างคือ ความถี่ (Frequency) และค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยแบ่งระดับคะแนนตามความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดแบบ Likert [9] ดังนี้

#### ตารางที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ใช้ 5 ระดับ

ระดับความพึงพอใจ	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
ไม่พอใจ	2
ไม่พอใจที่สุด	1

รวบรวมผลและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Likert scale โดยทำการแบ่งช่วงดังนี้

#### ตารางที่ 2 ค่าคะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้ใช้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.21 – 5.00	มากที่สุด
3.41 – 4.20	มาก
2.61 – 3.40	ปานกลาง
1.81 – 2.60	ไม่พอใจ
1.00 – 1.80	ไม่พอใจที่สุด

## 6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ระบบสามารถตอบคำถามเรื่องปฏิทินการศึกษา ปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ผ่านระบบตอบกลับการสนทนาอัตโนมัติแบบข้อความหรือแชทบอทได้ โดยการทำงานผ่าน 3 ส่วน ตั้งแต่ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน Line และ Facebook เมื่อผู้ใช้งานสนทนา ระบบทำการประมวลเพื่อหาจุดมุ่งหมายของผู้ใช้ในส่วนการทำงานของระบบแชทบอท จากนั้นระบบจะเลือกและตัดสินใจดำเนินการจากผลของการฝึกและติดต่อส่วนจัดการข้อมูลความรู้ เมื่อต้องใช้ข้อมูลสารสนเทศ

ผลการประเมิน 2 ช่วง ประเมินผลความพึงพอใจตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 ได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในช่วงที่ 1

โครงสร้างเนื้อหา	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
Functional Suitability	2.60	ไม่พอใจ
Performance Efficiency	3.46	มาก
Compatibility	3.91	มาก
Usability	2.63	ปานกลาง
Reliability	3.53	มาก
Security	3.91	มาก
Maintainability	4.10	มาก
Portability	4.11	มาก
รวม	3.53	มาก

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจในช่วงที่ 2

โครงสร้างเนื้อหา	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
Functional Suitability	3.75	มาก
Performance Efficiency	4.20	มาก
Compatibility	4.31	มากที่สุด
Usability	3.93	มาก
Reliability	4.33	มากที่สุด
Security	4.35	มากที่สุด
Maintainability	4.38	มากที่สุด
Portability	4.45	มากที่สุด
รวม	4.21	มากที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างตามคุณลักษณะมาตรฐานคุณสมบัติเชิงคุณภาพของซอฟต์แวร์นานาชาติ ISO/IEC 25010 พบว่า ระบบแชทบอทด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง สามารถตอบคำถามเรื่องปฏิทินการศึกษา ปีการศึกษา 2560 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ สามารถทำงานได้ และในภาพรวมของช่วงที่ 1 อยู่ในระดับพอใจมาก และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 3.51 และ 4.21 ตามลำดับ โดยแยกในแต่ละด้าน ดังนี้

**Functional Suitability** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับไม่พอใจ ที่คะแนนเฉลี่ย 2.6 และเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมาก ที่คะแนนเฉลี่ย 3.75 ซึ่งระดับความพอใจที่เพิ่มขึ้นมาจากตัวระบบสามารถเรียนรู้และ

เลือกคำตอบได้ตรงกับคำถาม เข้าใจคำถามของผู้ใช้มากขึ้น เข้าใจความหมายที่ผู้ใช้พิมพ์ข้อความที่ใช้แตกต่างกันในแต่ละบุคคล ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อผ่านการฝึก ทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าการใช้งานได้อย่างสะดวก

**Performance Efficiency** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจความไว้วางใจที่คะแนนเฉลี่ย 3.46 และคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ที่ 4.20 ซึ่งเมื่อระบบเข้าใจคำถามของผู้ใช้มากขึ้น ผู้ใช้จึงรู้สึกว่าตัวระบบสามารถทำงานและตอบคำถามได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

**Compatibility** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจความไว้วางใจที่คะแนนเฉลี่ย 3.91 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 4.31 เมื่อผู้ใช้มีการปรับปรุงระบบปฏิบัติการ หรือแม้แต่เปลี่ยนอุปกรณ์ ระบบสามารถทำงานได้ และตอบคำถามได้ดียิ่งขึ้น ผู้ใช้จึงพึงพอใจระบบมากขึ้น และเชื่อมั่นว่าใช้งานบนอุปกรณ์ สภาพแวดล้อม หรือระบบปฏิบัติการของผู้ใช้ที่แตกต่างกันได้



รูปที่ 3 ตัวอย่างผู้ใช้สนทนาผ่านแอปพลิเคชัน Line

**Usability** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจปานกลาง ที่คะแนนเฉลี่ย 2.63 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 3.93 ซึ่งช่วงแรก ระบบยังเข้าใจคำถามของผู้ใช้ได้ไม่มาก และเลือกคำตอบได้ไม่ตรงกับคำถาม ทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าใช้งานได้ยาก หลีกเลี่ยงระบบผ่านการฝึก สามารถเข้าใจคำถามได้มากขึ้น ตอบคำถามได้แม่นยำขึ้น เพิ่มคำแนะนำในการใช้งาน รวมทั้งผู้ใช้เกิดความเคยชินในการใช้งาน เข้าใจการทำงานมากยิ่งขึ้น ช่วงที่ 2 ผู้ใช้จึงรู้สึกว่าระบบสามารถตอบคำถามให้การช่วยเหลือและแนะนำผู้ใช้ได้มากขึ้น สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อความที่ระบบตอบกลับผู้ใช้ผ่านระบบ

**Reliability** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจความไว้วางใจที่คะแนนเฉลี่ย 3.53 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 4.33 ซึ่งระบบเข้าใจคำถามมากขึ้น เลือกคำตอบได้ดียิ่งขึ้น ผู้ใช้จึงรู้สึกว่าระบบทำงานได้อย่างราบรื่นขึ้น ระบบพร้อมใช้งานมากยิ่งขึ้น

**Security** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมาก ที่คะแนน 3.91 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ที่คะแนน 4.35 ซึ่งระบบสามารถนำเสนอข้อมูลได้ตรงคำถามมากยิ่งขึ้น ระบบเลือกตอบคำถามที่มีลักษณะของการป้องกันการเข้าถึงข้อมูล ผู้ใช้จึงรู้สึกระบบสามารถปกป้องข้อมูลความเป็นส่วนตัวได้ดียิ่งขึ้น

**Maintainability** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมาก ที่คะแนนเฉลี่ย 4.11 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 4.38 ซึ่งระบบสามารถปรับปรุง และเพิ่มความสามารถในการเข้าใจคำถามได้มากยิ่งขึ้น ผู้ใช้จึงรู้สึกพอใจมากยิ่งขึ้นที่ระบบสามารถปรับปรุง ปรับแต่ง หรือเพิ่มความสามารถได้

**Portability** พบว่าในช่วงที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมาก ที่คะแนนเฉลี่ย 4.11 และเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ที่คะแนนเฉลี่ย 4.45 ซึ่งสามารถตอบคำถามได้ดียิ่งขึ้น และระบบสามารถทำงานผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ทั้ง แอปพลิเคชัน Line และ Facebook ผู้ใช้จึงเชื่อมั่นและพอใจมากขึ้นที่ระบบสามารถทำงานได้กับแอปพลิเคชันหรือส่วนติดต่อผู้ใช้ที่แตกต่างกันได้

## 7. ข้อเสนอแนะ

7.1. ด้านการใช้งาน ตัวระบบเองสามารถเรียนรู้และฝึกให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้น แต่ยังไม่สามารถตอบคำถามหรือแม้แต่เข้าใจสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการจะสื่อสารได้ทั้งหมด ยังคงต้องมีการฝึกต่อไปอย่างต่อเนื่อง

7.2. ตัวระบบอาจจะยังไม่สามารถสื่อสารและตีความหมายของผู้ใช้ได้ทั้งหมด แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นผู้ช่วยได้เป็นอย่างดี และหากมีวิธีหรือรูปแบบประโยคคำถามแนะนำผู้ใช้ จะทำให้สามารถสื่อสารและตอบคำถามได้เป็นอย่างดี

7.3. ปัญหาจากการพิมพ์คำผิดของผู้ใช้ ทำให้ระบบไม่สามารถเข้าใจได้ในช่วงแรก ต้องให้ระบบฝึกเพื่อคาดเดาคำที่ผู้ใช้ต้องการจะพิมพ์ หรือฝึกให้ระบบถามกลับเกี่ยวกับคำที่คาดว่าพิมพ์

## เอกสารอ้างอิง

- [1] International Organization for Standardization. (2011). **ISO/IEC 25010:2011(en)**. สืบค้นจาก [www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en](http://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en)
- [2] Trips Reddy. (2017). **How chatbots can help reduce customer service costs by 30%**. สืบค้นจาก <https://www.ibm.com/blogs/watson/2017/10/how-chatbots-reduce-customer-service-costs-by-30-percent/>
- [3] Anbang X, Zhe L, Yufan G, Vibha S, Rama A. (2017). **A New Chatbot for Customer Service on Social Media**. CHI '17 Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. May 06 - 11, 2017, Denver, Colorado, USA.
- [4] Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani. (2014). **Introduction to Statistical Learning. with Applications in R**. 7<sup>th</sup> printing. Springer New York Heidelberg Dordrecht London
- [5] Ecma International. (2017). **The JSON Data Interchange Syntax** . ECMA-404 The JSON Data Interchange Standard. 2nd Edition.
- [6] LINE Corporation. (2016). **Messaging API**. สืบค้นจาก <https://developers.line.me/en/docs/messaging-api/overview/>
- [7] Facebook, Inc. (2016). **Messenger Platform**. สืบค้นจาก <https://developers.facebook.com/docs/messenger-platform/introduction/>
- [8] กัลยา วานิชย์บัญชา, (2002). **การวิเคราะห์สถิติ สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] Likert, R. (1932). **A Technique for the Measurement of Attitudes**. Archives of Psychology: 1–55.

## การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

A Lesson Development through the Internet Network for Reviewing the Program Development on the Android Operating System

ธณพิชญ์ เป็กเขียน

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

489 ถ.ประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

E-mail: Tanapeak2560@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีคุณภาพ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อน และหลังเรียนของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เคยเรียนเรื่องเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 1 ห้องเรียน จำนวน 23 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการสถิติทดสอบที (t-test) แบบ Dependent Samples ผลการ วิจัยพบว่า 1) บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.19$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.30$ ) 2) บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.40/80.48 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, การทบทวน, การประเมินคุณภาพ, การเขียนโปรแกรมบนอุปกรณ์ไร้สาย, การเขียนโปรแกรม

### Abstract

This study aims to development and find quality of Web-Based Instruction for Review on Basic Android operating system of Programming Lesson. 2) to find efficiency 3) Comparison of learning achievement on Basic Android operating system of Programming Lesson pre and post learning with Web-Based Instruction Lesson. The sample groups used in the study were the 23 students for find efficiency and comparison of learning achievement on Basic Android operating system of Programming Lesson select by cluster sampling. students in the second semester 2017. Tools for the research were consisted Web-Based Instruction Lesson, the quality evaluation form and achievement test of learning. The data were analyzed by mean, standard deviation and t-test for dependent samples. The result of this study were 1) The quality of Web-Based Instruction Lesson was at good level ( $\bar{X} = 4.19$ ) for lesson contents and good level ( $\bar{X} = 4.30$ ) for media production. 2) The efficiency of Web-Based Instruction Lesson was E1/E2 was 84.40/80.48 3) Achievement of learning after using of Web-Based Instruction Lesson was statistical significant higher than before learning at 0.05 level.

**Keywords:** Web-Based Instruction Lesson, Review, Quality evaluation, Android operating system of Programming, Programming

## 1. บทนำ

ในสังคมโลกยุคปัจจุบันได้มีการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันแบบไร้พรมแดน อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีผลทำให้สังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศเกิดการพัฒนารวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการศึกษาของชาติ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับคุณภาพของประชากรเพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในเวทีโลกมีความพร้อมที่จะรับมือกับความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตทุกด้านและเป็นบุคคลที่มีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ปัจจุบันการขยายตัวในการพัฒนาคนด้านการศึกษาในเชิงปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้เชื่อมโยงหรือทักษะการนำไปใช้อยู่ในระดับต่ำ คุณภาพการศึกษาของประเทศโดยรวมยังไม่เพียงพอต่อการปรับตัวให้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก [1]

บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการนำความสามารถของเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่จำเป็นต้องเรียนอยู่ในห้องเรียนเท่านั้น โดยมีข้อจำกัดอยู่ที่จะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตถือว่าเป็นนวัตกรรมที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีระบบ ก่อให้เกิดประโยชน์ทางการเรียนการสอนซึ่งถือว่าเป็นมิติใหม่ของการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่และทุกเวลา จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนในปัจจุบัน ได้กล่าวถึงการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในวงการศึกษาไว้ว่า สามารถใช้ได้ทั้งในด้านการบริหารและใช้ในด้าน การเรียนการสอนหรือที่เรียกว่า สื่อการเรียนการสอนที่อยู่บนฐานของเทคโนโลยีเว็บ หรือ WBI (Web-based Instruction) ส่งผลให้การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนได้รับความนิยมนอย่างสูง สามารถเผยแพร่ได้รวดเร็ว [2]

หลักสูตรปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ ได้กำหนดวิชาการพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์ไร้สาย (รหัสวิชา SIT493) และวิชาอื่นๆซึ่งเป็นวิชาบังคับในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยคะแนนของรายวิชานี้ นักศึกษาปีการศึกษา 2/2559 มีคะแนนค่อนข้างน้อยโดยเนื้อหาเป็นเรื่องที่มองไม่เห็นภาพและเข้าใจยาก โดยในการจัดการเรียนการสอนเรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และทักษะในการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เบื้องต้น การที่ผู้เรียนจะมีความรู้ และทักษะที่ดีได้นั้น ต้องเกิดจากความเข้าใจในเนื้อหา ทฤษฎี เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำความรู้ไปพัฒนาในการเขียนโปรแกรมต่อไป

ในการนี้ เพื่อพัฒนาบทเรียนให้นักศึกษามีความเข้าใจอย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงสนใจแนวทางแก้ปัญหาโดยพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (LMS) ภูเก็ตคลาสรูมและพัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรมสร้างแอนิเมชัน Adobe Flash และโปรแกรมตัดต่อวิดีโอ Ulead ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาบทเรียนได้อย่างตื่นตัว และสนุกสนาน โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง เวลา สถานที่ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทบทวนหลังการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อน และหลังเรียนของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

### 3. สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 ประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อน และหลังเรียน ของบทเรียน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร รมุมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### 4. ขอบเขตของการวิจัย

#### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งหมด 2 ห้องเรียน นักศึกษาทั้งหมด 42 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนเรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เบื้องต้นของการเขียนโปรแกรมมาแล้ว จำนวน 23 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

#### 4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีตัวแปร ดังต่อไปนี้

##### 4.2.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. คุณภาพของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. ประสิทธิภาพของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

##### 4.2.2 กรณีเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา ตัวแปรประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนผ่านบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร จำแนกเป็น ก่อนเรียน และหลังเรียน
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

#### 4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการเรียนรู้เรื่องความรู้เบื้องต้น ของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยประกอบด้วย ขั้นตอนวิธีวิเคราะห์ปัญหาการเขียนโปรแกรม การใช้คอนโทรลควบคุม การเขียนโปรแกรมบนอุปกรณ์ไร้สาย

### 5. วิธีดำเนินการวิจัย

#### 5.1 เครื่องมือการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. แบบประเมินคุณภาพของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 40 ข้อ และ แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน จำนวน 40 ข้อโดยออกข้อสอบแบบ

คู่ขนาน โดยข้อสอบที่มาใช้นั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.50-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-0.47 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.83

## 5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สาขางานเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 5.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

1. ทดลองใช้งานภาคสนามเบื้องต้น ชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) โดยใช้นักศึกษา 3 คน (เก่งหรือนักศึกษาที่มีคะแนนวิชาการเขียนโปรแกรมร่วมสมัยสูงกว่า 80 คะแนน ปานกลางหรือนักศึกษาที่มีคะแนนวิชาการเขียนโปรแกรมร่วมสมัย 80-65คะแนน อ่อนหรือนักศึกษาที่มีคะแนนวิชาการเขียนโปรแกรมร่วมสมัย 64-45 คะแนน อย่างละ 1 คน)
2. ทดลองในชั้นทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) โดยใช้นักศึกษา 6 คน (เก่งหรือ ปานกลาง อ่อน อย่างละ 2 คน)
3. ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 23 คน

### 5.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยนำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียนที่สร้างขึ้น เมื่อก่อนกลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจบบทเรียนแล้ว กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จากนั้นจึงนำผลคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกันโดยสถิติ t-test แบบ Dependent Samples

## 5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพ ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้เกณฑ์ E1/E2
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) แบบ Dependent Samples

## 6. ผลการวิจัย

**ตารางที่ 1** แสดงระดับคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านเนื้อหา	4.19	0.21	ดี
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.30	0.27	ดี

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน

การทดสอบ	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	23	40	25.32	84.40 (E <sub>1</sub> )
หลังเรียน	23	40	24.14	80.48 (E <sub>2</sub> )

**ตารางที่ 3** แสดงค่าเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน

คะแนนสอบ	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	23	40	16.67	9.95	11.06
หลังเรียน	23	40	23.47	4.95	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 7. สรุปและอภิปรายผล

### 7.1 สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้น ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิมีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยคุณภาพด้านเนื้อหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และ คุณภาพด้านการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 เป็นไปตามสมมติฐาน

2. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.40/80.48 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อน และหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร โดยนักศึกษามีผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 7.2 อภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านการหาคุณภาพของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่า บทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.19$ ) เนื่องจากเนื้อหามีความเหมาะสม บทเรียนมีการบอกรหัสก่อนเรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบในประเด็นที่สำคัญของบทเรียน ทำให้ศึกษาได้โดยไม่ต้องกังวลรหัส และจากการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบว่าอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.30$ ) ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนมีการออกแบบให้ใช้งานง่าย เป็นมิตรกับผู้ใช้ นำสื่อผสม (multimedia) ต่างๆ มาผสมผสานกับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม และมีความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง ภาพประกอบที่สวยงาม สื่อที่ให้ทั้งภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสม ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย และจากการนำมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองด้าน เท่ากับ 4.70 แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชีรา มีอาษา [3] ที่ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาการจัดการข้อมูลเบื้องต้น ที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.57 และณัฐวุฒิ เพ็ชรประสม [4] ที่ได้ทำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชา ระบบฐานข้อมูล เรื่อง การออกแบบฐานข้อมูล อีอาร์โมเดล มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.64

2. ด้านการหาประสิทธิภาพบทเรียน จากการเรียนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร ของนักศึกษาจำนวน 35 คน ( $E_1/E_2$ ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน และ หลังเรียนของนักศึกษาเท่ากับ 84.40/80.48 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลเป็นเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนนี้ตามขั้นตอนที่ประยุกต์จากแนวคิดของ พรเทพ เมือง [5] ไม่ว่าจะเป็น ขั้นตอนของการวางแผนที่ดี มีการศึกษาในวิชาการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มาเป็นอย่างดี รวมถึงความรู้ที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน โดยมีการเขียนสคริปต์บทเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กรอบเนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลัก จึงออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้เรียน

สามารถใช้งานได้ง่าย โดยมีเมนูด้านข้างให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามหัวข้อที่ต้องการเรียนภายในหนึ่งบทเรียนแสดงไว้อย่างชัดเจน โดยจัดวางไว้อย่างเป็นลำดับ ขั้นตอนของการสร้างบทเรียน ผู้วิจัยได้นำสคริปต์บทเรียนไปสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาแสดงไว้เป็นเมนูย่อยในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยได้สร้างบทเรียนโดยคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี เมื่อผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุพรรณภูมิ หลังจากให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ได้พิจารณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างเสร็จแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จำนวน 3 คน (เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน) ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงไปทดลองกับนักศึกษา 6 คน (เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน) ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว หลังการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิกินดา เมธีธัญญลักษณ์ [6] ที่ได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวนเรื่องภาษาซี สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นสูง สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50/80.21 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุพรรณภูมิ จำนวน 23 คน โดยได้ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 16.67 คะแนน และ ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 23.47 คะแนน จากการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงผลที่เกิดจากการวิจัยเห็นว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน ที่ยึดกรอบทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom และคณะ[7] มาสร้างเป็นบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวน เป็นปัจจัยที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะ ในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนามานี้ มีความเข้าใจ กระตุ้นให้เกิดความรู้ ความจำ มีภาพและเหตุการณ์ประกอบทำให้เกิดความเข้าใจ และ นำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวนนี้ ทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาที่ไม่เข้าใจได้อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤตพน ชูศรี [8] ที่ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวน เรื่อง การแปลสภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวน ด้วยภาพเคลื่อนไหว และเสียง อย่างเต็มรูปแบบ เป็นการนำเสนอที่ทำให้ผู้เรียนความสนใจในบทเรียน เข้าใจง่ายขึ้น และยังสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตลอดเวลาที่มีอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถนำไปศึกษาซ้ำ ทบทวนจนกระทั่งเข้าใจ และสามารถทำแบบทดสอบได้ดี รวมถึงสอดคล้องกับ นิเกต อุ่นทะเล [9] ที่ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวน เรื่อง หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ด้วยการสาธิตจริงร่วมกับภาพเคลื่อนไหว นำเสนอที่ทำให้ผู้เรียนความสนใจในบทเรียนมองเห็นภาพเข้าใจง่ายขึ้น และยังสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

### 7.3 ข้อเสนอแนะ

#### 7.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถนำไปใช้ประกอบเป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อการทบทวนหลังการเรียนได้

2. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องระบบเลขฐาน เรื่องการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดด้านเวลา สถานที่ และจำนวนครั้ง

### 7.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มสื่อผสมที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ในแบบสองทาง (two way communication) ให้มากขึ้น และให้ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนท่านอื่นๆ ในแบบเวลาจริงได้ (real time) เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้
2. ควรมีการนำบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ไปทดลองเปรียบเทียบกับสื่ออื่นๆ

### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- [2] กิดานันท์ มลิทอง. 2549. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: เอดิสันเพรสโปรดักส์.
- [3] สุชีรา มีอาษา. 2552. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาการ จัดการข้อมูลเบื้องต้น เรื่อง การเรียงลำดับข้อมูล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [4] ณัฐภูมิ เพ็ชรประสม 2555. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชา ฐานข้อมูล เรื่อง การออกแบบฐานข้อมูล อีอาร์โมเดล หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [5] พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
- [6] วิกันดา เมธีธัญญลักษณ์. 2549. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง ภาษาซี สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นสูง สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [7] ยาวลักษณ์ เวชศิริ. 2548. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง หลักการ แก้ปัญหา และการโปรแกรมพื้นฐาน ระดับช่วงชั้นปีที่ 3 ปีที่ 1 ของโรงเรียน นวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [7] ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- [8] กฤตพน ชูศรี. 2554. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวน เรื่อง การแปลภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม.10(1), 158-165
- [9] นิเกต อุ่นทะเล. 2560. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวน เรื่อง หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์. รายงานรวมบทความวิจัย ,98-100 .มหาวิทยาลัยปทุมธานี,

## การพัฒนาระบบควบคุมสวนอัจฉริยะผ่านอุปกรณ์ไร้สาย

### DEVELOPMENT OF INTELLIGENT GARDEN MONITORING SYSTEM THROUGH WIRELESS DEVICES

รณพิชญ์ เป็กเขียน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

E-mail: rc\_bsu@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมสวนอัจฉริยะผ่านอุปกรณ์ไร้สาย เพื่อประหยัดทรัพยากรน้ำและลดแรงงานคนรวมถึงประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนค่าแรงและให้น้ำอย่างพอเหมาะในพื้นที่ที่ต้องการรดน้ำต้นไม้มีบริเวณกว้าง โดยระบบควบคุมสวนอัจฉริยะผ่านอุปกรณ์ไร้สายนั้นได้ใช้หลักการการทำงานโดยรับค่าจากความชื้นของดินผ่านเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นและส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการเขียนโปรแกรมแบบฝังตัวเพื่อเปิดวาล์วน้ำให้มีการทำงานแบบอัตโนมัติและสามารถสั่งงานจากแอปพลิเคชันบนมือถือโดยใช้ ESP8266 ในการรับ-ส่งสัญญาณผ่านเครือข่าย โดยจะแสดงผลของการ วัดค่าของอุณหภูมิ ค่าความชื้น และสถานะ เปิด/ปิด ของวาล์วของหัวพ่นน้ำผ่านหน้าจออุปกรณ์ไร้สาย ให้ทราบ ใช้การรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ตัวควบคุมแบบพีซีสำหรับทำหน้าที่ในการตัดสินใจแทนผู้เชี่ยวชาญ แปลงเกษตรขนาด 15 X 2 เมตร ซึ่งปลูกพืชขอเตอร์เกรซ 3 แปลงใช้น้ำ 0.75 ลิตรต่อ 1 นาที โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสวนสาธารณะ แปลงเกษตรกรรมหรือสวนผลไม้ต่างๆ ได้

**คำสำคัญ :** ระบบควบคุม, การรดน้ำผ่านเครือข่าย, ควบคุมแบบพีซี, การพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์ไร้สาย

#### Abstract

This research aims to develop intelligent garden control systems through wireless devices. To save water resources and reduce human labor and save on labor costs And provide water in the area where the water needs to be watered. The intelligent garden control system utilizes the principle of humidity through the humidity sensor and transmits it to the microcontroller with its embedded programming to open the water valve automatically and operate from the mobile application using the ESP8266 to receive signals over the network. It displays the results of Measure the temperature, humidity and on / off status of the sprayer valve through the wireless device screen. The researcher chose fuzzy controllers for decision-making. A 15 x 2 meter agricultural plot with 3 watergrass plants is used for 0.75 liters of water per minute, which can be applied to the park. Agriculture or fruit orchards

**Key words:** Control system, Watering through the network, Fuzzy control, Application Development on Wireless Devices

#### 1. บทนำ

ในประเทศไทยประชากรส่วนใหญ่ของประเทศมีอาชีพทางการเกษตรและเกษตรต่อเนื่อง โดยจาก ข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตรรายงานว่า ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ 320.6 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ถือครอง เพื่อการเกษตรประมาณ 132.7 ล้านไร่ และมีแนวโน้มว่าจะขยายตัวเพิ่มขึ้นซึ่งพื้นที่การเกษตรมีความต้องการใช้น้ำสูง แต่ปัจจุบันมีพื้นที่ชลประทานที่สนับสนุนภาคการเกษตร ได้ 29.3 ล้านไร่ ส่วนพื้นที่การเกษตรที่ เหลือจะต้องพึ่งแต่น้ำฝนตามธรรมชาติซึ่งมีความไม่แน่นอน

ส่งผลให้ฐานรายได้ภาคการเกษตรมีความไม่แน่นอนตามไปด้วย และจากสภาพการกระจายตัวของน้ำฝนที่ไม่สม่ำเสมอตลอดปี ซึ่งส่งผลให้เกิด ปัญหาอุทกภัยและปัญหาการขาดแคลนต้องมีการพัฒนาระบบชลประทาน เพื่อการเก็บกักและจะต้องมีการใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด [1]

การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่าเป็นเรื่องทำที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยในภาคการเกษตรและโครงการอสังหาริมทรัพย์ หลากๆ โครงการกิจการรีสอร์ทที่เน้นภูมิทัศน์ด้วยการปลูกต้นไม้และการจัดสวนหย่อม ซึ่งหากต้องรดน้ำด้วยอุปกรณ์สายยางหรือฝักบัวอาจต้องใช้แรงงานคนทำให้นายจ้างต้องสิ้นเปลืองการใช้จ่ายในส่วนค่าแรงและในพื้นที่ที่ต้องการรดน้ำต้นไม้มีบริเวณกว้างหรือบริเวณที่เป็นเนินสูงต่ำหากใช้อุปกรณ์สายยางหรือฝักบัวซึ่งอาจไม่สามารถรดน้ำได้ทั่วถึง และเนื่องด้วยในเขตพื้นที่ประเทศไทยอาจมีบางช่วงเวลาที่มีปริมาณฝนที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถกำหนดการรดน้ำต้นไม้ได้ [2]

ด้วยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างมาก การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกที่ทำงานอัตโนมัติและอีกทั้งยังสามารถควบคุมได้ทุกที่ ทุกเวลา ที่มีอินเทอร์เน็ตนี้ จึงได้พัฒนาชุดควบคุมการรดน้ำผ่านอุปกรณ์ไร้สายขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลสวนและช่วยประหยัดเวลา พุ่มแรง ทำให้สะดวกในการรดน้ำและสามารถควบคุมการจ่ายน้ำผ่านอุปกรณ์ไร้สายได้ โดยจะแสดงผลของการ วัดค่าของอุณหภูมิ ค่าความชื้น และสถานะ เปิด/ปิด ของวาล์วน้ำผ่านหน้าจอให้ทราบ ใช้การรับสัญญาณจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้สะดวกซึ่งสามารถเปิดและปิดการทำงานของอุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องเปิด/ปิดที่ตัวอุปกรณ์โดยตรง ซึ่งจะช่วยให้ใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างคุ้มค่าและเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นตามไปด้วย

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ ระบบสมองกลฝังตัวและการควบคุมอัตโนมัติ
2. เพื่อดำเนินการออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบรดน้ำในอัตโนมัติ
3. เพื่อดำเนินการออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมการส่งข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์ เข้าร่วมศูนย์การควบคุม
4. เพื่อสร้างระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติสำหรับระบบสมองกลฝังตัว

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายตามมาตรฐานโปรโตคอล IEE 802.11b/g/n
2. ทำการออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ควบคุมการทำงานด้วยสมองกลฝังตัว

## 4. วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

### 4.1 วิธีดำเนินการวิจัย: มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายและระบบสมองกลฝังตัว
2. ศึกษาข้อมูลทางด้านฮาร์ดแวร์ในการออกแบบเครือข่ายไร้สายที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุม
3. ดำเนินการออกแบบเครือข่ายไร้สายที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุม
4. ดำเนินการสร้างแบบจำลองระบบควบคุมการให้น้ำแก่พืชสำหรับระบบสมองกลฝังตัว
5. ดำเนินการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำพืชสำหรับระบบสมองกลฝังตัว
6. ทำการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงานผลการวิจัย

### 4.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย:

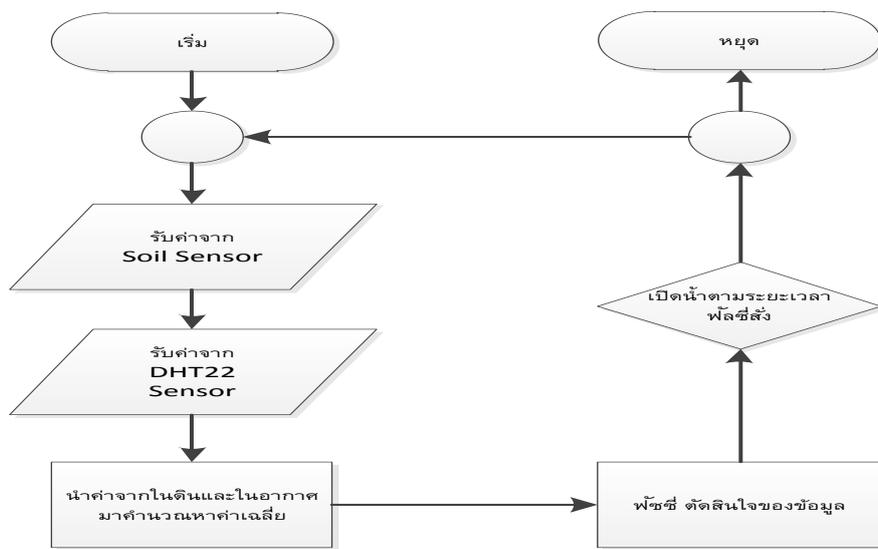
- อาคาร1 ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
- ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

### 5.1 เครื่องมือการวิจัย

1. ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ
2. โปรแกรมควบคุมการรดน้ำผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน

### 5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบการควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งนำไปติดตั้งในแปลงเกษตรกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรสุวรรณภูมิ มาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการให้น้ำแก่พืชขอเตอร์เกรซ โดยใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นหลักเนื่องจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินมากที่สุด ขณะเดียวกันก็ใช้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและค่าอุณหภูมิในอากาศที่มีความสัมพันธ์กับการคายน้ำของพืช โดยผู้วิจัยได้สร้างอัลกอริทึมสำหรับการทำงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ

### 5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการให้น้ำระบบการควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งนำไปติดตั้งในแปลงเกษตรกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรสุวรรณภูมิดังนี้

1. คำนวณจำนวนหัวพ่นน้ำในแปลงเกษตรขนาด 15 เมตร X 2 เมตร ดังนี้ พลุ่กพืชขอเตอร์เกรซ 1 แถวความยาว 15 เมตร ระยะห่างของหัวพ่นน้ำเท่ากับ 300 เซนติเมตร ดังนั้นจำนวนหัวพ่นน้ำ 1 แถว จะเท่า  $1500/300 = 6$  หัวพ่นน้ำ
2. ในพื้นที่ในแปลงเกษตรที่เก็บข้อมูล มีจำนวน 3 แถว ซึ่งจะมีจำนวนหัวพ่นน้ำเท่ากับ  $6 \times 3 = 18$  หัวพ่นน้ำ
3. หัวพ่นน้ำแต่ละหัวมีอัตราการจ่ายน้ำต่อ 1 หัวเท่ากับ 2.5 ลิตรต่อชั่วโมง ดังนั้นอัตราการใช้น้ำเท่ากับ  $18 \times 2.5 = 45$  ลิตรต่อชั่วโมง

## 6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ตารางการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากการให้น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

เวลาการให้น้ำ (นาท)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)
1	0.75
5	3.75

10	7.5
20	15
40	30
60	45

## 7. สรุปและอภิปรายผล

### 7.1 สรุปผลการวิจัย

รายงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอ การประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติร่วมกับเครือข่ายไร้สาย ผู้วิจัยได้เลือกใช้ตัวควบคุมแบบฟuzzyสำหรับทำหน้าที่ในการตัดสินใจแทนผู้เชี่ยวชาญในการจ่ายน้ำในการพัฒนาโปรแกรมลงบนอุปกรณ์ฝังตัวที่ทำงานแบบอัตโนมัติและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมผ่านอุปกรณ์ไร้สายผ่านแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือในการควบคุมหัวพ่นน้ำแปลงผักกวางตุ้งเกษตร โดยทำการออกแบบและพัฒนาการทำงานของระบบการให้น้ำอัตโนมัติโดยรับค่าความชื้นของดินจาก Soil Sensor และรับค่าความชื้นของอากาศจาก DHT11 Sensor แล้วนำมาประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจ่ายน้ำไปยังหัวพ่นน้ำและยังสามารถควบคุมผ่านอุปกรณ์ไร้สายในการเปิด-ปิด ผ่านตัวรับสัญญาณอินเทอร์เน็ทไร้สาย ESP8266 ซึ่งจากการเก็บข้อมูลงานวิจัยพบว่า

1. ช่วยประหยัดน้ำกว่าการรดน้ำแบบดั้งเดิม
2. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างบุคคลมาดูแลเกี่ยวกับการรดน้ำต้นไม้
3. อำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ดูแลเพราะระบบทำงานอัตโนมัติหรือสามารถควบคุมได้ทุกที่ทุกเวลาที่มีอินเทอร์เน็ต

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประโยชน์ คำสวัสดิ์. [3] ที่ได้พัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับชลประทานที่ใช้ในแปลงมันสำปะหลัง โดยช่วยประหยัดน้ำกว่าการรดน้ำแบบดั้งเดิมที่ใช้สายยาง และแรงงานคนในการให้น้ำแปลงมันสำปะหลัง

### 7.2 แนวทางการพัฒนาต่อในอนาคต

1. การปรับปรุงเงื่อนไขในการควบคุมของฟuzzyตามชนิดของพืช
2. การออกแบบและพัฒนาเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดในการเกษตรกรรมแทนการใช้เซนเซอร์ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงาน จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบการควบคุมได้
3. การออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะทำให้เกษตรกรเฝ้าระวังและติดตามค่าสถานะแวดล้อมของพื้นที่เกษตรกรรม ตลอดจนสามารถจัดการให้น้ำแก่พืชได้จากทุกแห่งที่มีอินเทอร์เน็ตใช้งาน

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2559. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] สำนักงานชลประทานที่ 14. 2560. (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2560. กรุงเทพฯ : กรมชลประทาน
- [3] ประโยชน์ คำสวัสดิ์. 2558. การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับกรมชลประทาน. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## การพัฒนาต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ

### โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

The development prototype of organic vegetables system using the Internet of Things

จิรวินญ์ ติเจริญชิตพงศ์<sup>1</sup>, อีรภัทร ประวัติรุ่งเรือง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, jirawin.de@northbkk.ac.th

<sup>2</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, theerapath.pr@northbkk.ac.th

#### บทคัดย่อ

การพัฒนาต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง มีการจัดเก็บข้อมูลบนระบบเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ และแสดงความชื้นของดินบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟน การพัฒนาระบบจะใช้ Arduino IDE ในการพัฒนาต้นแบบ หลังจากการพัฒนาต้นแบบเสร็จได้มีการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้วยวิธี Block Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 31 ท่าน การประเมินผลแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านหน้าที่ของระบบ ด้านการใช้งานระบบ และด้านความปลอดภัย โดยพบว่าหลังจากการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ย 3.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 ซึ่งอยู่ในระดับดี ผู้ใช้งานทั่วไป มีค่าเฉลี่ย 3.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาต้นแบบตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในอนาคต

**คำสำคัญ:** อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง, ไมโครคอนโทรลเลอร์

#### Abstract

The development prototype of organic vegetables system using the Internet of Things (IoT). The purpose is to develop a system of organic vegetables system using IoT and Cloud storage network. And show soil moisture on smartphone devices. The system development will use Arduino IDE to develop the prototype. After development a system to access the performance of the system by Block Box Testing by experts 5 and 31 general users can be evaluated prototype and further divided 4 performance groups. Functional Requirement Test, Function Test, Usability Test. It was found that the user of expert system 3.65 average and standard deviation for 0.48 is good level. Users was 3.70 average and standard deviation for 0.53 at a good level. The system meets the objectives defined oval. Can be applied to practical use in the future.

**Keyword:** Internet of Things, Microcontroller

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องของคุณภาพของอาหารเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจาก การปลูกผักเกษตรกรรมใช้สารพิษและยาฆ่าแมลงในการกำจัดศัตรูพืช ส่งผลกระทบต่อปัญหาของมลพิษในน้ำและในดิน รวมทั้งผู้บริโภค ที่ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าผักที่ได้ซื้อมามีสารพิษหรือยาฆ่าแมลงตกค้างอยู่หรือไม่ จึงทำให้หลายครัวเรือนหันมาปลูกผักเพื่อบริโภคเองภายในบ้าน แต่ปัญหาที่สำคัญคือ บางครัวเรือนไม่มีพื้นที่เพาะปลูกหรืออาศัยอยู่บนตึกอาคาร อีกทั้งยังไม่มีเวลาในการดูแลรักษาและรดน้ำให้แก่ผักที่ตนเองปลูก (กรีนเนทและมูลนิธิสายใยแผ่นดิน, 2560)

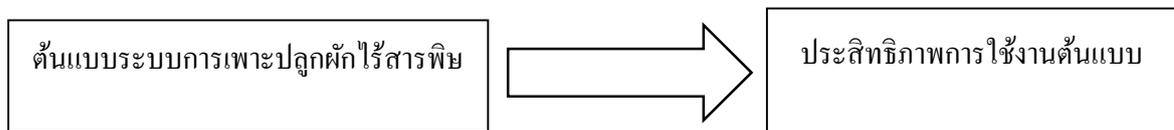
การแก้ปัญหาที่ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานระบบสามารถควบคุมการปลูกผักไร้สารพิษได้ไว้รับประทานเอง โดยปราศจากสารพิษและสิ่งตกค้าง อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถดูแลรักษาผักของตัวเองได้ผ่านทางสมาร์ตโฟน เช่น การรดน้ำ การใส่ปุ๋ย เป็นต้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง โดยการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน กับการพัฒนาระบบการปลูกผักแบบไร้สารพิษ มาประยุกต์ให้เข้ากับการนโยบายของรัฐบาลในเรื่อง ไทยแลนด์ 4.0 ที่เน้นการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง
- 2.2 เพื่อทำการทดสอบต้นแบบและประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบที่พัฒนา

## 3. กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)

การศึกษาต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ เพื่อศึกษาและหาประสิทธิภาพของของต้นแบบ โดยมีตัวแปรต้นคือ ต้นแบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ และตัวแปรตามคือ ประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบ

## 4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT หมายถึง เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกับของหรือสิ่งของ มนุษย์ ข้อมูล และการบริการเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีปัจจัยที่สำคัญในการทำให้เกิด IoT ได้คือ การบรรจุอุปกรณ์สมองฝังตัวหรือ Embedded System Device เข้าไปใน “สิ่งของ” หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ มีตัวตรวจจับหรือเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าที่สนใจ แล้วส่งมายังส่วนสมองกล เพื่อส่งต่อมายังส่วนประมวลผลกลางและฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกว่า คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) (ธีรวุธ จิตพรพมา และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, 2560) ด้วยการนำอุปกรณ์สมองกลฝังตัวบรรจุลงใน สิ่งของต่างๆ ทำให้สิ่งของ เหล่านั้นทำงานในแบบอัจฉริยะได้ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ในบ้าน ในโรงงาน ในที่ทำงาน ในยานพาหนะ ล้วนแล้วใช้สมองกลฝังตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง และรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ เกิดการเชื่อมโยงการทำงานเป็นระบบได้ การทำให้ “สิ่งของ” ทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดนิยามของเทคโนโลยี Internet of Things หรือ IoT เป็นการขยายขอบเขตการทำงานของอินเทอร์เน็ตให้กว้างและลึกลง ไปถึงการเชื่อมต่อเพื่อสื่อสารของมัลกับ “สิ่งของ” ทำให้เกิดการรับส่งข้อมูลและตอบสนองในรูปแบบทุกที่ทุกเวลา และทุกสิ่งของได้ในที่สุด

Internet of Things เป็นระบบการทำงานของสิ่งของอย่างอัตโนมัติ ซึ่งอาจเป็น Person to Things: P2T หรือ Things to Things: T2T เป็นการประยุกต์ใช้งานได้มาก นับเป็นเทคโนโลยีที่มีความเจริญเติบโตทางด้าน การประยุกต์ และการให้บริการบน IoT สูง และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เป็นระบบเปิดที่พัฒนาต่อยอดได้มาก นับเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจ (ธีรวุธ จิตพรพมา และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, 2560)

การทำงานบนพื้นฐานระบบอัจฉริยะเริ่มจาก Machine to Machine (M2M) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ IoT โดยอุปกรณ์ต่างๆ จะเชื่อมต่อกัน ทั้งแบบเชื่อมต่อตรงหรือผ่านเครือข่าย ทำให้กลายเป็นส่วนขยายของอินเทอร์เน็ต ดังนั้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้รองรับกับ IoT จึงต้องมีการเพิ่มความเร็ว เพิ่มขนาดช่องสัญญาณ เพิ่มขีดความสามารถของเครือข่ายให้มีความอัจฉริยะ โดยใช้เครือข่ายเป็นฐาน เพื่อใช้ข้อมูลร่วมกัน

#### 4.1 ประโยชน์ของ Internet of Things

ตัวอย่างของการใช้ประโยชน์จาก IoT ที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของผู้คน ชุมชน การดำรงชีวิตสมัยใหม่ผ่านทางเทคโนโลยี IoT เริ่มจาก นักเรียน นักศึกษา ได้เรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ IoT จนนำไปสู่การสร้างโครงการเพื่อส่งต่อหรือร้องขอข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ทำให้กลุ่มนี้เป็นกลุ่มคนในอนาคตที่จะพัฒนาและบำรุงรักษาเทคโนโลยีต่อไป



รูปที่ 2 แนวคิดของ Internet of Things (Wilgengebroed, 2012)

### 5. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ ได้มีการศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของเซนเซอร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 5.1 ฮาร์ดแวร์

เครื่องมือใช้ในการดำเนินการวิจัยระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ ทางผู้วิจัยได้มีการออกแบบระบบควบคุมในส่วนของฮาร์ดแวร์ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ESP8266 ที่เรียกว่า NodeMCU V2 เป็นโมดูลที่มี Wi-Fi อยู่ในตัวโมดูลสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้ง่าย และมีขนาดเล็ก สามารถทำงานร่วมกับโมดูลของ Arduino UNO R3 ได้ทันที สามารถเชื่อมต่อไปยังโครงข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย และใช้แรงดันในการทำงาน 3.3V จึงทำให้ประหยัดพลังงาน และมีราคาค่อนข้างถูกใช้งานได้ง่าย สามารถอัปเดตเฟิร์มแวร์ (Firmware) ได้ ภาษที่ใช้เป็นแบบ Open Source (ภาวิช วัฒนวานิชกร, 2558) เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ปัจจุบันมีนักพัฒนาได้ปรับปรุงให้สามารถทำงานร่วมกับ Arduino IDE (ศิวกร จินดารัตน์, 2557) จึงทำให้ใช้งานกับภาษา C/C++ ได้สะดวกยิ่งขึ้น รวมทั้งมีไลบรารี (Library) ที่ถูกพัฒนาโดยนักพัฒนาเพิ่มขึ้นและมีโมดูลใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้อย่างมากมาย ดังรูปที่ 3



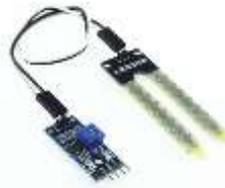
รูปที่ 3 อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์  
NodeMCU ESP8266

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร (ภาวิช วัฒนวานิชกร, 2558) ทั้งนี้ Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 Relay Module ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

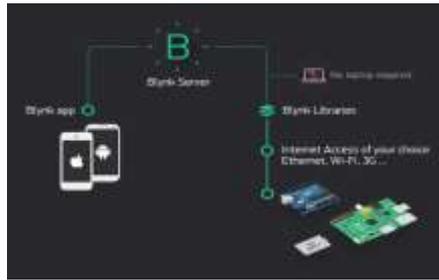
เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) ใช้สำหรับวัดความชื้นในดิน หรือใช้สำหรับเซ็นเซอร์น้ำได้ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรับสัญญาณอนาล็อกอินพุตจากค่าความชื้นในดิน (สนธยา นงนุช, 2560) สามารถเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล และปรับความไวของเซ็นเซอร์ได้ด้วยการปรับ Trim pot Output ให้กับสัญญาณทั้ง Analog และ Digital การวัดค่า Digital ให้ใช้ช่อง D0 โดยมีการส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมาทางขา D0 มีใช้ IC voltage comparator LM393 ในการเปรียบเทียบแรงดัน สามารถนำเซ็นเซอร์ตัวนี้มาทำเป็นระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้อย่างง่ายดาย และถ้าหากต้องการค่าที่ถูกต้องแม่นยำควรเลือกสัญญาณ analog ตัวเซ็นเซอร์ใช้แรงดันที่ทำงาน Operating voltage อยู่ที่ 3.3V-5V และมี LED อยู่ 2 ตัว สำหรับแสดงสถานะในการทำงาน คือ Power LED และ D0 LED ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 Soil Moisture Sensor

## 5.2 ซอฟต์แวร์

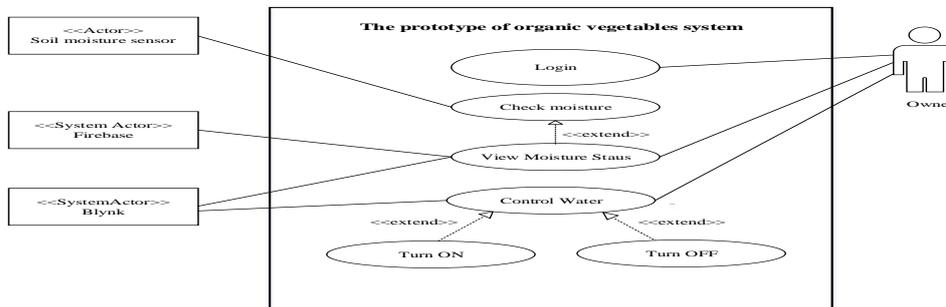
การพัฒนาโปรแกรมสำหรับ NodeMCU ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ภาษา C/C++ แบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) นำมาใช้ในการพัฒนาระบบโดยใช้ Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.5 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่นำคอมไพเลอร์และไลบรารีของ ESP8266 รวมเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมให้สะดวกยิ่งขึ้น โดยมีความสามารถในการบรรจุฟังก์ชันเพิ่มเติมได้สำหรับใช้ติดต่อกับฮาร์ดแวร์และเซ็นเซอร์ได้หลากหลาย รวมทั้งยังมีไลบรารีสำหรับการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทาง WiFi และสนับสนุนสำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยเพียงโปรแกรมเดียว ตั้งแต่การเขียนโปรแกรม การคอมไพล์ จนถึงการอัปโหลดโค้ดไปยัง NodeMCU ทำให้การพัฒนาระบบทำให้ง่ายต่อความเข้าใจและใช้งาน ปัจจุบันได้มีนักพัฒนาได้ร่วมกันพัฒนาไลบรารีเพิ่มมากขึ้นทำให้ Arduino IDE มีความสามารถเพิ่มขึ้นและรองรับการพัฒนาทั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ใหม่ๆ มากขึ้น ดังรูปที่ 6



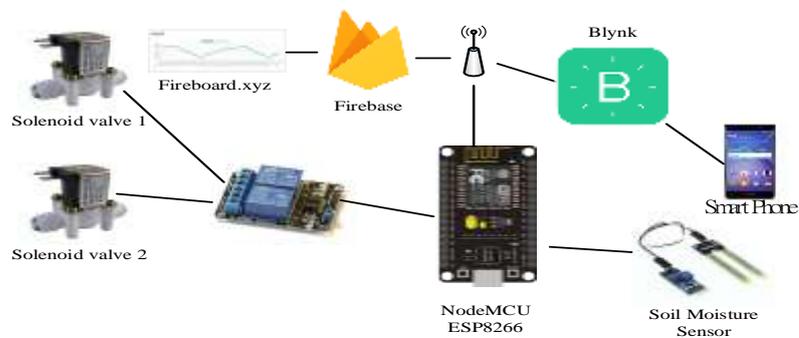
รูปที่ 6 การทำงานของ Application Blynk

Blynk คือ แอปพลิเคชันสำเร็จรูปสำหรับใช้งาน IoT เป็นแอปพลิเคชันที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากมีการเขียนโปรแกรมที่ง่าย โดยไม่ต้องศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมก็สามารถใช้ แอปพลิเคชัน Blynk ได้ง่ายและสะดวกการรับส่งข้อมูลเป็นแบบ Real time สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตได้รวดเร็ว รองรับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หลายประเภทเช่น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Rasberry pi สามารถนำมาใช้งานบนแอปพลิเคชันที่ทำงานอยู่บนสมาร์ทโฟนได้ และแอปพลิเคชัน Blynk มีการเปิดใช้งานฟรีรองรับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ IOS และ ระบบปฏิบัติการ Android

การพัฒนากระบวนการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ ได้มีการวิเคราะห์ระบบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ระบบเชิงวัตถุ ได้แก่ Use Case Diagram มีรายละเอียดดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 Use Case Diagram ระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ



รูปที่ 8 แสดงการทำงานของระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ

**6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

การพัฒนากระบวนการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งมีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในแต่ละด้าน แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าระดับประสิทธิภาพ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบกระบวนการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าระดับประสิทธิภาพ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ	
	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านความต้องการของผู้ใช้	3.80	0.45
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	3.40	0.55
3. ด้านการใช้งานต้นแบบ	3.60	0.45
4. ด้านความปลอดภัย	3.80	0.45
<b>สรุป</b>	<b>3.65</b>	<b>0.48</b>

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญของระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ ด้านความต้องการของผู้ใช้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.80$  และ S.D. = 0.45 ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง  $\bar{X} = 3.40$  และ S.D. = 0.55 ด้านการใช้งานต้นแบบ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.60$  และ S.D. = 0.45 ด้านความปลอดภัย มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.80$  และ S.D. = 0.45

ประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับปานกลาง 1 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ระดับ ดี 3 ด้าน คือ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านการใช้งานต้นแบบ และด้านความปลอดภัย ประสิทธิภาพโดยรวมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี โดยมี  $\bar{X} = 3.65$  และ S.D. = 0.48

**ตารางที่ 2** แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ	
	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านความต้องการของผู้ใช้	3.60	0.55
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	3.80	0.45
3. ด้านการใช้งานต้นแบบ	3.80	0.55
4. ด้านความปลอดภัย	3.60	0.55
<b>สรุป</b>	<b>3.70</b>	<b>0.53</b>

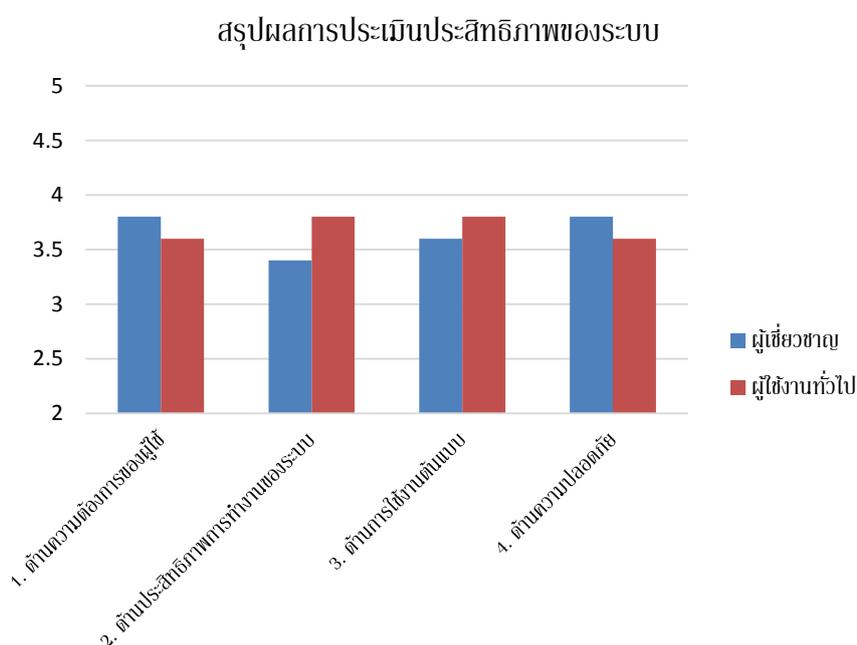
ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าระดับประสิทธิภาพ ซึ่งประเมินโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 31 ท่าน โดยรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานทั่วไปของระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษ ด้านความต้องการของผู้ใช้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.60$  และ S.D. = 0.55 ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.80$  และ S.D. = 0.45 ด้านการใช้งานต้นแบบ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.80$  และ S.D. = 0.55 ด้านความปลอดภัย มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี  $\bar{X} = 3.60$  และ S.D. = 0.55

ประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดีทั้ง 4 ด้าน คือด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านการใช้งานต้นแบบ และด้านความปลอดภัย ประสิทธิภาพโดยรวมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี โดยมี  $\bar{X} = 3.70$  และ S.D. = 0.53

### 8. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและการพัฒนาระบบการเพาะปลูกผักไร้สารพิษได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และกำหนดแนวทางการออกแบบโดยได้จัดทำต้นแบบ และทำการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบดังแสดงไว้ในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากรูปที่ 9 แสดงข้อมูลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป 4 ด้านสรุปได้ดังนี้

ประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับปานกลาง 1 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ระดับ ดี 3 ด้าน คือ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านการใช้งานต้นแบบ และด้านความปลอดภัย ประสิทธิภาพโดยรวมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ใน

ระดับดี โดยมี  $\bar{X} = 3.65$  และ S.D. = 0.48 และประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดีทั้ง 4 ด้าน คือด้านประสิทธิภาพการทำงานจากระบบ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านการใช้งานต้นแบบ และด้านความปลอดภัย ประสิทธิภาพโดยรวมโดยผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดี โดยมี  $\bar{X} = 3.70$  และ S.D. = 0.53

## 9. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบระบบเพาะปลูกผักไร้สารพิษ มีการวัดประสิทธิภาพใน ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านการใช้งานต้นแบบ และด้านความปลอดภัย ซึ่งในงานวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการวัดประสิทธิภาพในด้านอื่นๆ ประกอบเช่น อัตราความเร็วและค่าความผิดพลาดของเซ็นเซอร์รวมทั้งเรื่องของความแรงของสัญญาณของเครือข่ายไร้สาย และเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ

## 10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความร่วมมือจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ได้รับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามอย่างยิ่ง รวมถึงผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และท้ายสุดนี้ต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

## 11. เอกสารอ้างอิง

- กรีนเน็ตและมูลนิธิสายใยแผ่นดิน. (2560). *พืชภัยสารเคมีเกษตร*. สืบค้นจาก <http://www.greenet.or.th>
- ธีรารุช จิตพรหมมา และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2560). *เริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) กับ NodeMCU*. กรุงเทพฯ: บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.
- ธีรวัฒน์ หงส์เวียงจันทร์. (2555). *ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชัน*. ปรินซิเพอริส. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สุวีริยาสาส์น.
- ภาวิช วัฒนาวณิชกร. (2558). *ระบบควบคุมบ้านอัจฉริยะ*. ปรินซิเพอริส มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิวกร จินดารัตน์. (2557). *ระบบจัดการฟาร์มไก่อัจฉริยะด้วยระบบไร้สายและอาอูดยโน*. ปรินซิเพอริส. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สนธยา นงนุช. (2560). *เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)*. <https://www.ioxhop.com>
- Wilgenbroed. (6 December 2012). *The internet of things*. สืบค้นจาก <https://www.wiki.com>

## การพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด

Prototyping Development of Student name check using Barcode Technology

นายสมบูรณ์ สุภัทรกุลชัย

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, [somboon.su@northbkk.ac.th](mailto:somboon.su@northbkk.ac.th)

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด ลดเวลาการเช็คชื่อ เพื่อความสะดวกสบายของนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน และเปลี่ยนรูปแบบการเก็บข้อมูลด้วยลายมือมาเป็นการเก็บเอกสารด้วยไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ดสแกนบาร์โค้ดจากบัตรนักศึกษา ทำการตรวจเช็คเวลาเข้าเรียนว่า ตรงเวลา หรือสาย ตรวจสอบ และติดตามการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาแต่ละคนโดยดูจากข้อมูลการเข้าเรียน ขาดเรียน และมาสาย นักศึกษาสามารถดูข้อมูลและสถิติการเข้าเรียนของตนเองในแต่ละวิชาได้ เมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษาของผู้สอน การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด จากประชากรนักศึกษาของมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยการสุ่มแบบเจาะจงในรายวิชา ITS251 Introduction to Digital System จำนวน 38 คน และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า ประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.55 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** เช็คชื่อนักศึกษา บาร์โค้ด การพัฒนาต้นแบบ

### Abstract

The objective of this research is to develop a Prototype Barcode Technology system for student name check. This system encourages time saving, convenient to both student and teacher, also change the way to keep record by manual to be electronic file.

Using barcode scanner scans student cards to check attending time, on time or late. This is able to monitor and track the Class attending of each student. In the part of student, they also able to see their class attending data and record of themselves. Once it's end of each semester, the teachers can evaluate the suitable of this Prototyping Development of Student name check using Barcode Technology. Student Satisfaction Assessment of Student Name Check with Bar Code Technology From the student population of the North Bangkok University A total of 38 subjects and 3 experts were selected in the ITS251 Introduction to Digital System. The mean ( $\bar{X}$ ) was 4.33 and the standard deviation (S.D.) was 0.55. It can be concluded that the developed system is satisfactory.

**Keywords:** Student Name Check, Barcode, Prototyping Development

### บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทุกสิ่งทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายต่างๆ ทำให้การพัฒนาประเทศต่างๆ ในทุกภูมิภาคของได้มีการพัฒนาให้คนในประเทศของตนมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความเหลื่อมล้ำน้อยที่สุด โดยอาศัยบทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ การศึกษาเช็คนักศึกษา นักศึกษาที่มาก่อนเวลา หรือมาตรงเวลา จะทำการบันทึกข้อมูลการเช็คชื่อลงใบเช็คชื่อ เมื่อครบ 15

นาที อาจารย์ผู้สอนจะทำการเช็คชื่อนักศึกษาอีกครั้ง ในใบเช็คชื่อของอาจารย์ แล้วดำเนินการสอนนักศึกษา นักศึกษาที่มาสาย เมื่อเข้าเรียน อาจารย์ผู้สอนจะทำบันทึกว่าสาย และให้นักศึกษาบันทึกข้อมูลเช็คชื่อลงในใบเช็คชื่อ เมื่ออาจารย์ผู้สอนดำเนินงานสอนเสร็จสิ้น จะต้องเช็คนักศึกษาที่เข้าเรียนว่า เข้าเรียนตรงเวลา กี่ครั้ง สายกี่ครั้ง ขาดกี่ครั้ง ทำคำถามก่อนเข้าบทเรียนกี่ครั้ง อาจารย์ผู้สอนเสียเวลาหานักศึกษาที่ขาดเรียน เนื่องจากลายมืออ่านไม่ค่อยออก นักศึกษาที่ไม่ซื้อสตัยในการเขียนเวลา มาสายเขียนว่ามาตรงเวลา และบันทึกใบเช็คชื่อใช้เวลานานมาก ถ้ามีจำนวนนักศึกษาจำนวนมากๆ ช่วงที่บันทึก นักศึกษาจะไม่ค่อยตั้งใจฟังอาจารย์ผู้สอนการพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด เพื่อลดเวลาการเช็คชื่อโดยใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด ลดเวลาของนักศึกษาในการเช็คชื่อ เอกสารอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ อ่านง่าย สะดวก การเช็คชื่อจะกำหนดเวลาปัจจุบันอัตโนมัติ และแยกนักศึกษาที่มาตรงเวลา และนักศึกษาที่มาสาย กรณีที่มีนักศึกษาใหม่ ก็สามารถเพิ่มข้อมูล และเช็คชื่อได้ทันที

#### บททวนวรรณกรรม

พัฒนพรรณ พิมพ์สอนภา (2555) รายงานการวิจัยการสำรวจการเข้าเรียนสายของนักเรียนระดับชั้น ปวช.1 ในการเข้าแถวทำกิจกรรมหน้าเสาธง ผู้วิจัยได้ศึกษาความรู้การตรงเวลาจากพัฒนาพรรณมาประยุกต์การแก้ปัญหาให้นักศึกษาที่ไม่ซื้อสตัยในการเขียนเวลา มาสายเขียนว่ามาตรงเวลา

ก่องกาญจน์ ดุลยไชย อรรถวิฑชังคมานนท์ และอิทธิพงษ์ เขมะเพชร (2560) ระบบตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียนโดยอุปกรณ์อัจฉริยะ สามารถจัดการข้อมูลนักศึกษา อาจารย์ ติดตามการเข้าชั้นเรียน (ขาด, ลา, ,มา, สาย) และสถิติการเข้าเรียนของนักศึกษา ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องสแกนบาร์โค้ดรับค่า เนื่องจากนักศึกษาทุกคนมีบัตรศึกษาที่บาร์โค้ด ไม่ต้องสร้างอุปกรณ์แสดงตัวตนเพิ่มเติม

ชวโชติ อาชวกุล (2556) ระบบเช็คชื่อและจัดการกิจกรรมสำหรับอาจารย์ สามารถเช็คชื่อ สั่งงาน และส่งงานผ่านระบบ iOS ทำให้อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา บันทึกได้สะดวกสบายผ่านระบบออนไลน์ ลดการจดจำงานที่อาจารย์สั่งงาน ซึ่งความรู้ดังกล่าวมีประโยชน์ต่อผู้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนางานวิจัยเฟสถัดไปให้ทำงานวิจัยเช็คชื่อผ่านระบบออนไลน์โดยไม่ยึดติดระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ณัฐพัชร โสมกุล (2555) การพัฒนาเครื่องอ่านบาร์โค้ดเป็นระบบอัตโนมัติ พัฒนาเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบอัตโนมัติแทนการทำงานด้วยคนงาน เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถทำงานแบบเคลื่อนที่และประมวลผลได้เอง ความแม่นยำของการทำงานเครื่องอัตโนมัติมีความถูกต้อง 100% เวลาที่ใช้ในการทำงานเร็วกว่าแบบเดิม 0.33 วินาทีต่อชิ้นงาน

อักษรินทร์ รักสิทธิจันทร์ (2555) ออกแบบระบบติดตามแบบบาร์โค้ดเพื่อควบคุมงานระหว่างผลิต นำมาใช้แทนระบบเดิมที่เป็นระบบ Manual ระบบงานใหม่สร้างโปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิต และระบบ Tracking Barcode โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic ออกแบบ User Interface ใช้ฐานข้อมูล SQL Server และใช้ภาษา ASP ในการ Programming ซึ่งสามารถนำมาตรวจสอบสำหรับนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการนำข้อมูลไปใช้ในการปรับเครื่องจักรได้ หรือกระบวนการผลิตได้ทันที

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด
2. เพื่อเปรียบเทียบการเช็คชื่อด้วยกระดาษและการสแกนบาร์โค้ด
3. เพื่อเปลี่ยนรูปแบบการเก็บข้อมูลลายมือมาจัดเก็บด้วยไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

**วิธีการดำเนินการวิจัย**

การพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ คือ วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ตามแนวคิดของ John W. Satzinger, Robert B. Jackson and Stephen D. Burd (2009) ในการพัฒนาระบบประกอบด้วย 5 ระยะ คือ

**1. การวางแผนโครงการ (Project planning phase)**

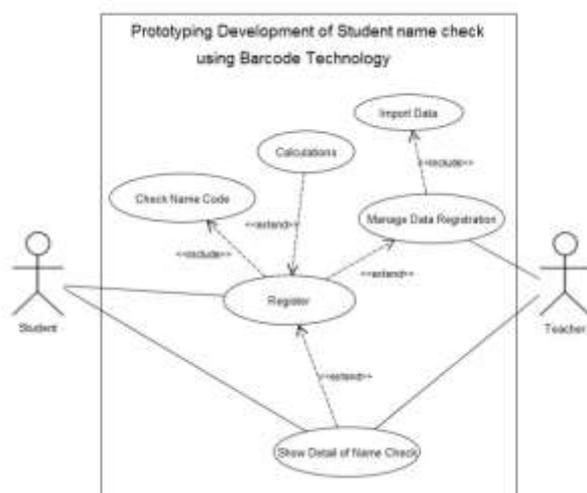
การพัฒนาระบบนี้จะมุ่งเน้นการเลือกเครื่องมือที่จะช่วยพัฒนาระบบเช็คชื่อนักศึกษาได้อย่างไร ให้สามารถใช้งานได้รวดเร็วที่สุด ตอบสนองความต้องการของอาจารย์ นักศึกษา และผู้บริหาร โดยเลือกทำต้นแบบด้วยโปรแกรม Excel มาใช้ในการเช็คชื่อ เนื่องจากมีสูตรคำนวณต่าง ๆ และสามารถกำหนดเวลาด้วยการเขียนโค้ดโปรแกรม Module รองรับการใช้งานกับเครื่องบาร์โค้ด และเมื่อเช็คชื่อเสร็จก็สามารถพิมพ์เอกสารได้ทันที โดยไม่ต้องออกแบบรายงาน ส่วนงานวิจัยถัดไปจะนำต้นแบบดังกล่าวมาพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อให้อาจารย์ท่านอื่นๆ สามารถใช้งานระบบได้สะดวก และประสิทธิภาพ

**2. การวิเคราะห์ระบบ (Analysis phase)**

ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางด้านต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาปัญหาพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนี้

**2.1 การวิเคราะห์ภาพรวมของระบบ**

ผู้วิจัยได้ใช้ภาษา UML (Unified Modeling Language) อธิบายแบบจำลองของระบบตามแนวคิดเชิงวัตถุ โดยใช้ Use Case Diagram ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานระบบและฟังก์ชันต่างๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Use Case Diagram ของระบบ

**2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าระบบ**

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเช็คชื่อที่เป็นไฟล์ Word มา Import Data ลงไฟล์ Excel เช็คชื่อ โดยแยก Sheet นักศึกษา และ Sheet อาจารย์

**2.3 วิเคราะห์การค้นหาข้อมูล**

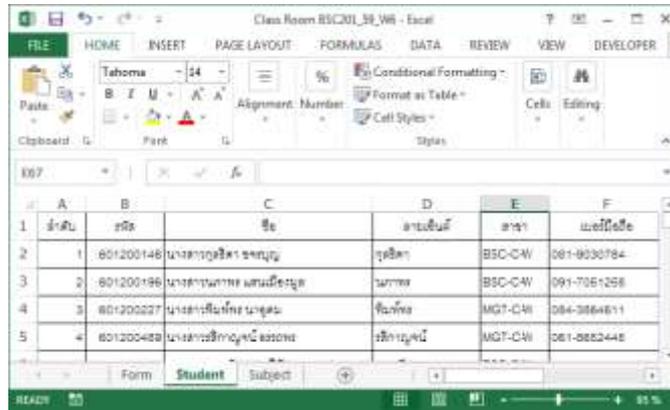
ผู้วิจัยสร้าง Sheet เช็คชื่อ แล้วใช้คำสั่ง VLOOKUP ค้นหาชื่อนักศึกษา รายวิชา และอาจารย์ผู้สอน เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือป้อนข้อมูลด้วยคีย์บอร์ด และป้อนด้วยเครื่องสแกนบาร์โค้ด และวิเคราะห์ความเร็วระหว่าง คีย์บอร์ดและเครื่องสแกนบาร์โค้ด

**2.4 วิเคราะห์สถานะการเช็คชื่อ**

ผู้วิจัยเขียนคำสั่งกำหนดเวลาที่นักศึกษาสแกนบาร์โค้ด หรือคีย์บอร์ด และกำหนดเวลาปัจจุบันลงในไฟล์เช็คชื่อ จากนั้นผู้วิจัยก็เขียนคำสั่ง IF ตรวจสอบการมาทันเวลา และการมาสาย

## 3. การออกแบบ (Design phase)

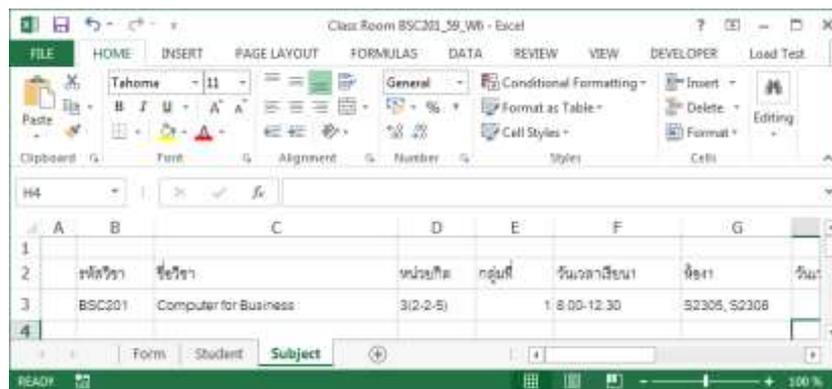
ผู้วิจัยออกแบบการนำข้อมูลรายละเอียดของนักศึกษาที่เข้าเรียนรายวิชา เข้าโปรแกรม Excel ที่ Sheet Student ดังภาพที่ 2



1	A	B	C	D	E	F
1	รหัส	ชื่อ	นามสกุล	สาขา	คณะ	เบอร์โทร
2	1	801200148	นางสาวอุษิตา ชงนภ	ดุสิตา	BSC-CW	081-8030784
3	2	801200196	นางสาวนภาพร แสนเมือง	นภาพร	BSC-CW	091-7061258
4	3	801200227	นางสาวปิ่นทิพย์ นามอน	ปิ่นทิพย์	MGT-CW	084-3886461
5	4	801200488	นางสาวชัชวาลย์ น้อยทอง	ชัชวาลย์	MGT-CW	081-8882448

ภาพที่ 2 Import Data Student

ผู้วิจัยออกแบบการนำข้อมูลรายละเอียดรายวิชาที่สอน และอาจารย์ผู้สอนเข้าโปรแกรม Excel ที่ Sheet Subject ดังภาพที่ 3



1	A	B	C	D	E	F	G
1	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	กลุ่มที่	วันเวลาเรียน	ห้อง	วัน
2	BSC201	Computer for Business	3(2-2-5)		1 8:00-12:30	S2305, S2308	

ภาพที่ 3 Import Data Subject

ผู้วิจัยออกแบบการเช็คชื่อนักศึกษาเข้าเรียน โดย นักศึกษาจะต้องบันทึกห้านักศึกษา โดยมีการเลือกให้ 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 บันทึกห้านักศึกษาด้วยคีย์บอร์ด ใช้ในกรณีนักศึกษาลืมพกบัตรนักศึกษา หรือบัตรหาย หรือบัตรบาร์โค้ด นักศึกษาชำรุด สแกนไม่ผ่าน ทางเลือกที่ 2 บันทึกห้านักศึกษาด้วยเครื่องสแกนบาร์โค้ด



1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	รหัส	ชื่อ	นามสกุล	สาขา	คณะ	เบอร์โทร	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	กลุ่มที่	วันเวลาเรียน	ห้อง
2	801200148	นางสาวอุษิตา ชงนภ	นางสาวอุษิตา ชงนภ	ดุสิตา	BSC-CW	081-8030784	Computer for Business	3		1 8:00-12:30	S2305, S2308
3	801200196	นางสาวนภาพร แสนเมือง	นางสาวนภาพร แสนเมือง	นภาพร	BSC-CW	091-7061258					
4	801200227	นางสาวปิ่นทิพย์ นามอน	นางสาวปิ่นทิพย์ นามอน	ปิ่นทิพย์	MGT-CW	084-3886461					
5	801200488	นางสาวชัชวาลย์ น้อยทอง	นางสาวชัชวาลย์ น้อยทอง	ชัชวาลย์	MGT-CW	081-8882448					

ภาพที่ 4 การเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเครื่องสแกนบาร์โค้ด

## 4. การพัฒนาระบบ (Implementation phase)

ผู้วิจัยนำข้อมูลการเช็คชื่อนักศึกษาจากระบบลงทะเบียนออนไลน์ (Register) มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การนำข้อมูลเช็คชื่อนักศึกษาจากระบบออนไลน์

ข้อมูลการเช็คชื่อนักศึกษาจากระบบออนไลน์ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ จัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ Word ผู้วิจัยนำข้อมูลดังกล่าวในส่วนรายละเอียดนักศึกษาลงใน sheet ชื่อ Student ดังภาพที่ 2 และนำข้อมูลรายละเอียดวิชา และชื่อผู้สอนมาลงใน Sheet ชื่อ Subject ดังภาพที่ 3 จากนั้นก็สร้าง Sheet ชื่อ Form โดยเขียนคำสั่งค้นหาข้อมูลด้วยคำสั่ง VLOOKUP แบบมีเงื่อนไข ถ้าค้นหารหัสวิชาเจอก็แสดงรายละเอียดข้อมูล ถ้าค้นหารหัสวิชาไม่เจอก็ไม่ต้องใส่ข้อมูล ดังภาพที่ 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			<b>มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ</b>								
2			<b>NORTH BANGKOK UNIVERSITY</b>								
3	แบบฟอร์มบันทึกการเข้าห้องเรียนของนักศึกษา										
4	รหัสวิชา	BSC201	Computer for Business		กลุ่มที่ 150	ครั้งที่ 6	จำนวนนักศึกษา 59 คน				
5	ชื่อผู้สอน	อ. สมบูรณ์ สุภัทรกุลชัย ห้องเรียน S2305, S2308		วันอังคาร เวลาเรียน 8.00-12.30 น.		วันที่ 09/07/2560					

ภาพที่ 6 การเช็ครหัสรายวิชา

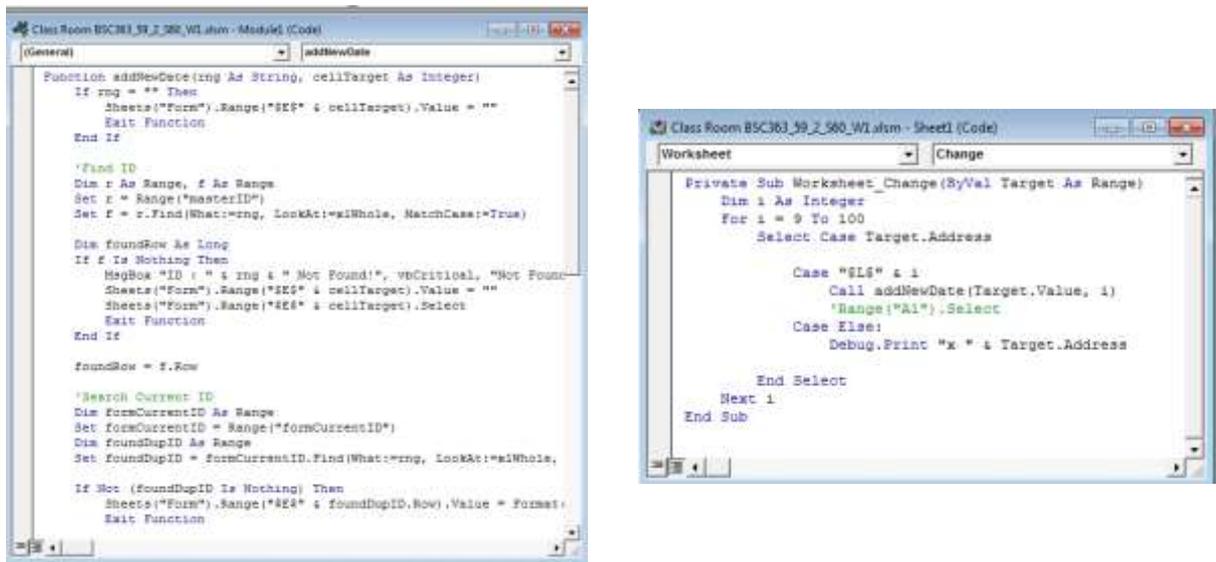
จากภาพที่ 6 เมื่อคีย์ BSC201 จะแสดงข้อมูล ชื่อวิชา, กลุ่มเรียน, ครั้งที่, จำนวนนักศึกษา, ชื่อผู้สอน, ห้องเรียน, เวลาเรียน ขึ้นตอนต่อไป ผู้วิจัยเขียนคำสั่งค้นหาข้อมูลนักศึกษา โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

## 4.1 โดยคีย์รหัสนักศึกษาทดสอบรายชื่อนักศึกษาก่อน

ผู้วิจัยเขียนคำสั่งค้นหาข้อมูลด้วยคำสั่ง VLOOKUP แบบมีเงื่อนไข ถ้าค้นหารหัสนักศึกษา ถ้าค้นหาเจอจะแสดง ชื่อ-นามสกุล เบอร์โทร ลายเซ็นต์ โดยทดสอบการนำเข้าข้อมูลด้วยคีย์บอร์ดก่อน จากนั้นก็นำเข้าข้อมูลด้วยเครื่องสแกนบาร์โค้ด

## 4.2 โดยคีย์รหัสนักศึกษาทดสอบเวลาที่บันทึก

ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากอาจารย์โกเมศ มະนาวหวาน เขียนคำสั่งกำหนดเวลาที่ Module ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 คำสั่งการกำหนดเวลาเขียนที่ Module และ Worksheet

#### 4.3 โดยศิรัรท์สนักศึกษาทดสอบการตรงเวลา

จากโปรแกรมที่ได้จาก 4.2 จะได้เวลาปัจจุบันที่ม้านท์ก ผู้วิจัยกำหนดเวลาการมาสายลงในไฟล์เพื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่ นักศึกษามาลงทะเบียนเรียน โดยนักศึกษามาเรียนตามเวลากำหนด จะถูกบันทึกที่ช่อง Quiz แต่ถ้านักศึกษามาสายจะถูก บันทึกที่ช่องสาย และเขียนสาเหตุว่าทำไมมาสาย

### 5. การดูแลระบบ (Support phase)

กรณีที่นักศึกษามาลงทะเบียนล่าช้า รายชื่อนักศึกษาจะไม่มีในระบบ นักศึกษาจะต้องมาทำการบันทึกเพิ่มเติมลงใน Sheet Student เมื่อนักศึกษามาเช็คชื่อโดยครุภัณฑ์นักศึกษาที่ Sheet Form ด้วยเครื่องสแกนบาร์โค้ด ระบบจะลงทะเบียนให้ทันที การประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด จากประชากรนักศึกษามหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ โดยการสุ่มแบบเจาะจงในรายวิชา ITS251 Introduction to Digital System จำนวน 38 คน และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แบ่งเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ความต้องการในการใช้ระบบ (Function Requirement) การทดสอบ ส่วนของฟังก์ชันงาน (Function Testing) การทดสอบความสามารถในการใช้ผลิตภัณฑ์ (Usability Testing) และความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งาน โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้เกณฑ์การแปลความหมายของ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

- 4.50-5.00 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50-4.40 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
- 2.50-3.49 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50-2.49 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00-1.49 หมายถึง หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปรับปรุง

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยสามารถพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด เพื่อใช้ในการเช็ค การมา สาย ขาด ลา ได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด

ผู้วิจัยวัดความเร็วของประเภทการรับข้อมูล (Input Data) แบบต่างๆ ที่นำมาใช้ โดยใช้กลุ่มผู้ใช้จำนวน 5 คน

ตารางที่ 1 ความเร็วของประเภทการรับข้อมูล (Input Data) แบบต่างๆ

ลำดับที่	รายการ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	เขียนข้อมูลลงแบบฟอร์มเข้าห้องเรียน	146
2	คีย์รหัสนักศึกษาด้วยคีย์บอร์ด	35
3	คีย์รหัสนักศึกษาด้วยบาร์โค้ด	16

ระบบงานเดิมเป็นลำดับที่ 1 จะใช้เวลานานที่สุดเนื่องจากนักศึกษาจะเขียนรายละเอียดจำนวนมาก ไม่เหมือนลำดับที่ 2-3 ที่คีย์รหัสนักศึกษาอย่างเดียว ทำให้ลดเวลาการเช็คชื่อนักศึกษา ทำให้นักศึกษาพอใจกับความสะดวกรวดเร็วในการเช็คชื่อ อาจารย์สามารถเช็คนักศึกษาที่ขาดได้ง่ายขึ้น เนื่องจากข้อมูลเป็นตัวพิมพ์ ไม่ใช่ลายมือ ทำให้อ่านออกรู้ว่าเป็นใคร เวลาบันทึกคนที่ขาดก็พิมพ์แค่รหัสนักศึกษา ไม่เสียเวลา เจ้าหน้าที่ที่เก็บใบเช็คเวลา สามารถติดตามนักศึกษาที่ขาดเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะเป็นตัวพิมพ์อ่านออก ไม่เหมือนลายมือ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความพึงพอใจการทำงานของผู้ใช้ โดยตัวเลขของระดับประสิทธิภาพต่อแบบประเมินแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 หมายถึง ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับดีมาก

4 หมายถึง ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับดี

3 หมายถึง ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับพอใช้

2 หมายถึง ระบบที่พัฒนาขึ้นต้องปรับปรุงแก้ไข

1 หมายถึง ระบบที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถนำไปใช้งานได้

โดยตัวเลขแสดงผลการประเมินคุณภาพของระบบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

รายการ	$\bar{X}$	S.D.
<b>1. ความต้องการในการระบบ (Function Requirement Test)</b>	<b>4.36</b>	<b>0.52</b>
1.1 ความสามารถของระบบในการด้านการบันทึกข้อมูล	4.40	0.56
1.2 ความสามารถของระบบในการด้านการสืบค้นข้อมูล	4.30	0.65
1.3 ความสามารถของระบบในการด้านการแสดงรายงานและออกแบบ	4.37	0.56
<b>2. การทดสอบส่วนของฟังก์ชันงาน (Function Testing)</b>	<b>4.29</b>	<b>0.55</b>
2.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.37	0.67
2.2 ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล	4.40	0.62
2.3 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในระบบ	4.43	0.66
2.4 ความรวดเร็วในการประมวลผล	4.33	0.66
2.5 ความน่าเชื่อถือได้ของระบบ	4.33	0.61
2.6 ความครอบคลุมของระบบที่พัฒนากับระบบงานจริง	4.10	0.66
2.7 การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	4.03	0.76
<b>3. การทดสอบความสามารถในการใช้ผลิตภัณฑ์ (Usability Testing)</b>	<b>4.36</b>	<b>0.57</b>
3.1 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.40	0.67
3.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดและตัวอักษรบนจอภาพ	4.33	0.61
3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดและตัวอักษรบนจอภาพ	4.33	0.66
<b>ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้ระบบ</b>	<b>4.33</b>	<b>0.55</b>

## สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด โดยศึกษาหลักการเช็คชื่อและตรวจสอบการเข้าเรียนต่อเวลา สาย ขาด ลา ของพัฒนพรรณ พิมพ์สอนภา (2555) ศึกษาความรู้ระบบตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียนโดยอุปกรณ์อัจฉริยะของ ก่องกาญจน์ ดุลยไชย อรรถวิฑิตชังคมานนท์ และอิทธิพงษ์ เขมะเพชร (2560) และชวโชติ อาชวกุล (2556) ประยุกต์การออกแบบระบบด้วย UML 2.5 (Unified Modeling Language) จากเว็บ [www.omg.org](http://www.omg.org) และพนิดา พานิชกุล (2552) การประยุกต์คำนวณสูตรต่างๆ จากหนังสือของ นันทน์ แขวงโสภา (2549) และอำนาจ นุตะมาน (2550) ความเร็วของประเภทการรับข้อมูลของสแกนบาร์โค้ดประยุกต์จากณัฐพัชร โสมกุล (2555) การเปลี่ยนระบบเป็นฐานข้อมูลประยุกต์จากอักษรินทร์ รักสิทธิจันทร์ (2555) เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจการทำงานของระบบ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้เกณฑ์ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับ ดี ดังตารางที่

ตารางที่ 3

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความต้องการในการระบบ (Function Requirement Test)	4.36	0.52	ดี
2. การทดสอบส่วนของฟังก์ชันงาน (Function Testing)	4.29	0.55	ดี
3. การทดสอบความสามารถในการใช้ผลิตภัณฑ์ (Usability Testing)	4.36	0.57	ดี
<b>ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้ระบบ</b>	<b>4.33</b>	<b>0.55</b>	<b>ดี</b>

**ข้อเสนอแนะ**

การพัฒนาต้นแบบการเช็คชื่อนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด สามารถนำมาใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ เปรียบเทียบการเช็คชื่อด้วยกระดาษและการสแกนบาร์โค้ด สแกนบาร์โค้ดเร็วกว่า 130 วินาที (9.125 เท่า) การบันทึกข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ต้นแบบยังไม่สามารถจัดเก็บเป็นระบบฐานข้อมูล และเข้าสู่ระบบผ่านออนไลน์ไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถสรุปยอดสะสมของนักศึกษาแต่ละคนอัตโนมัติได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะพัฒนาในเฟสต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**

- ก่องกาญจน์ ดุ้ยไชย อรรถวิท ชังคมานนท์ และอิทธิพงษ์ เขมะเพชร. (2560). ระบบตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียน โดยอุปกรณ์อัจฉริยะ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทอร์น. ปีที่ 11 2560, 125-133.
- ชวโชติ อาชวกุล.(2556). ระบบเช็คชื่อและจัดการกิจกรรมสำหรับอาจารย์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ณัฐพัชร โสมกุล. (2555). การพัฒนาเครื่องอ่านบาร์โค้ดเป็นระบบอัตโนมัติ. มหาวิทยาลัยสยาม.
- นันทินี แหวงโสภณ. (2549). สูตร ฟังก์ชัน และการใช้งาน Excel ฉบับ ADVANCED. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- พนิดา พานิชกุล. (2552). การพัฒนาระบบเชิงวัตถุด้วย UML. กรุงเทพฯ: เคพีที คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- พัฒนพรรณ พิมพ์สอนภา. (2555). รายงานการวิจัยการสำรวจการเข้าเรียนสายของนักเรียนระดับชั้น ปวช.1 ในการเข้าแถวทำกิจกรรมหน้าเสาธง.
- อักรินทร์ รักสิทธิจันทร์. (2555). ออกแบบระบบติดตามแบบบาร์โค้ดเพื่อควบคุมงานระหว่างผลิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อำนาจ นุตะมาน. (2550) เขียนโปรแกรมและพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย VBA บน Excel ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- <http://www.omg.org> Satzinger. J. W., Jackson. R. B, and Burd. S. D. (2009). System Analysis & Design in a Changing World. Boston USA: GEX Publishing Services.

## ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์

## กรณีศึกษา : ร้านสะดวกซื้อ

FACTORS AFFECTING THE SERVICE AND EFFICIENCY OF CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT OR REVIEW AGAIN.

นรชาติ สมชาติ<sup>1</sup> \* เจนจิรา สังขพร<sup>2</sup> และ บุผผา แพแสง<sup>3</sup>

1,2,3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

\*rc\_bsu@hotmail.com

## บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริการและประสิทธิภาพ การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ ร้านสะดวกซื้อ 2) วิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรค การบริการของร้านสะดวกซื้อ โดยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการลงพื้นที่ ใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มลูกค้าที่มาใช้บริการ ร้านสะดวกซื้อการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อให้ได้ปัจจัยที่เหมาะสมและผ่านเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมของการวิเคราะห์ปัจจัย

จากผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการและประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อโดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถามโดยการวิเคราะห์ปัจจัยจนได้พบปัจจัยที่เหมาะสมและผ่านเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมมีค่าได้ทั้งหมด 6 ปัจจัยและมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ดังนี้ 1) ด้านพนักงาน มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 8.93 2) ด้านบุคลากร มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 9.46 3) ด้านความสามารถทางเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 5.06 4) ด้านความพึงพอใจของลูกค้า มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 5.12 5) ด้านสถานที่และช่องทางการติดต่อ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 5.08 6) ด้านความภักดีของลูกค้า มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ ร้อยละ 4.62

ผลลัพธ์ที่ได้รวมจากการวิเคราะห์ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ รวมทั้งหมดมีค่าร้อยละ 38.27

**คำสำคัญ:** การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ การบริการ ประสิทธิภาพ

## Abstract

The purpose of this research is to 1) factors affecting the service and efficiency. Customer relationship management convenience store 2) to analyze the problems and obstacles. The service of the convenience store. The data is collected by the questionnaire. From a group of customers who use the service. The convenience store to get a suitable factors and factor analysis and through the criterion appropriateness of factor analysis.

From the data collected were analyzed the factors affecting the efficiency of customer relationship management, service and convenience store by means of collecting data through questionnaire by analysis of factors to meet the right factor. And through the criterion appropriate is all 6 factor and the average error relation as follows 1) The staff, the average relative error As 8.93% 2) The staffs. The average relative error of 9.46% 3) Ability in technology. The average relative error of 5.06% 4) The satisfaction of customers. The average relative error of 5.12% 5) The place and channel of contact. The average relative error of 5.08% 6) The customer loyalty. The average relative error of 4.62%.

The results include the analysis of average relative error and total value equal to 38.27%.

**Keywords:** Customer Relationship Management: CRM, Service, Efficiency

### บทนำ

จากลูกค้าหรือผู้บริโภคให้เกิดความสนใจในการซื้อสินค้าและบริการต่าง ๆ ในธุรกิจร้านสะดวกซื้อ ทั้งนี้ยังมีการแข่งขันกันหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นลักษณะด้านการให้บริการร้านค้าที่มีเอกลักษณ์ หรือ ซึ่งถือเป็นการสร้างจุดเด่นให้กับธุรกิจของตนเพื่อให้เป็นที่รู้จักแก่ผู้บริโภคมากที่สุด ทั้งนี้ร้านสะดวกซื้อ ก็เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่ได้มีการวางนโยบายตลอดจนรูปแบบการทำงานที่แตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อเป็นการสร้างเอกลักษณ์ให้แก่กิจการ เกิดการดึงดูดความสนใจจากลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ โดยเน้นด้านการให้บริการและการตลาดเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด และให้ปัจจุบันเทคโนโลยีได้ก้าวเข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ผู้บริโภคมีทางเลือกในการซื้อสินค้าและบริการมากขึ้น สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านช่องทางตามสื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์ ดังนั้น ธุรกิจต้องนำกลยุทธ์ การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management: CRM) เข้ามาใช้เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและสร้างประสบการณ์ร่วมที่ดี พื้นฐานที่ทุกธุรกิจจะต้องนำมาใช้เพื่อช่วงชิงลูกค้าหรือรักษาลูกค้าให้ยั่งยืนต่อไป

การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management : CRM) เป็น กลยุทธ์ ที่เน้น ด้านหลักการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้า และความสัมพันธ์ที่ดีนั้นจะช่วย สร้างความภักดี(Loyalty)ของลูกค้า ที่มีมูลค่าสำหรับองค์กรในระยะยาว ช่วยเพิ่มยอดขายโดยลูกค้าเก่ามีแนวโน้มที่จะซื้อสินค้าและบริการในอนาคตสูง ชื่อเสียงและภาพพจน์ที่ดีขององค์กร เพราะลูกค้าจะบอกกันปากต่อปากถึงบริการหรือสินค้าที่ดี และมั่นใจได้ว่าลูกค้าจะกลับมาใช้บริการขององค์กรมากกว่าคู่แข่ง การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะการขายหรือการบริการเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับ คุณภาพการบริการ ส่งเสริมความสามารถของเทคโนโลยี สร้างการเข้าใจในความต้องการของลูกค้า เพื่อสนองความต้องการอันหลากหลายของลูกค้าในทุกระดับ ตามรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพร้านสะดวกซื้อ ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น และได้ทำการรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสนองความต้องการอันหลากหลายของลูกค้าในทุกระดับ ตามรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสมและ ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริการและประสิทธิภาพ การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ
2. วิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรค การบริการของร้านสะดวกซื้อ

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการลงพื้นที่ ใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการร้านสะดวกซื้อ
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพ การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ
3. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)
4. สรุปผลการวิจัย

**ขอบเขตการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ

## 1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากรที่ใช้การศึกษาคือ ลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน

การศึกษาคือ ลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อ จำนวน 400 คน

## 2. ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ทำการศึกษา

- ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2560 ที่ลูกค้า

มาใช้บริการร้านสะดวกซื้อ

**การวิเคราะห์ข้อมูล****การรวบรวมข้อมูล**

การดำเนินงานของการรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

ผู้วิจัยทำการจัดสร้างแบบสอบถาม โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 6 ด้านในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในร้านสะดวกซื้อ ซึ่งแต่ละด้านนั้นจะประกอบด้วยตัวชี้วัดทั้งหมด 31 ตัวชี้วัดผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในการใช้บริการธุรกิจร้านสะดวกซื้อ

1) ด้านพนักงาน 2) ด้านบุคลากร 3) ด้านความสามารถทางเทคโนโลยี 4) ด้านความพึงพอใจของลูกค้า 5) ด้านสถานที่และช่องทางการติดต่อ 6) ด้านความภักดีของลูกค้า

**ตารางที่ 1 แสดงตัวชี้วัดปัจจัยด้านการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในร้านสะดวกซื้อ**

ตัวชี้วัด	ความหมาย
A1	พนักงานเต็มใจให้บริการด้วยอัธยาศัยไมตรีและกระตือรือร้น
A2	พนักงานมีความรู้ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาให้ลูกค้าได้อย่างเหมาะสม
A3	พนักงานสามารถชี้แจงและอธิบาย
A4	พนักงานมีความสามารถในการให้บริการด้วยความรวดเร็วถูกต้อง
A5	พนักงานมีความซื่อสัตย์และน่าเชื่อถือ
A6	พนักงานให้บริการลูกค้าทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน
A7	พนักงานมีการสอบถามความต้องการของลูกค้าก่อนที่จะแนะนำสินค้านั้นให้แก่ลูกค้า
A8	พนักงานสามารถให้รายละเอียดแนะนำสินค้าบริการได้ตรงตามความต้องการของลูกค้า
A9	พนักงานช่วยแก้ไขปัญหาของลูกค้าได้ในสิ่งที่ลูกค้าต้องการ
B1	พนักงานแต่งกายสะอาด เรียบร้อย มีบุคลิกดี
B2	พนักงาน พุดจาสุภาพ อ่อนน้อม ยิ้มแย้ม แจ่มใส

C1	ร้านสะดวกซื้อที่มีการรับชำระค่าสาธารณูปโภค
C2	ร้านสะดวกซื้อที่มีเครื่องมือที่ใช้ในการชำระสินค้าได้สะดวกรวดเร็ว
C3	ร้านสะดวกซื้อที่มีบริการรับชำระด้วยระบบแคชเชียร์เซอร์วิส
C4	เมื่อลูกค้าชำระสินค้าด้วยบัตรสมาชิก ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลูกค้าอย่างรวดเร็ว
D1	รู้สึกเชื่อมั่นทุกครั้งเมื่อซื้อสินค้าจะได้สินค้าที่มีคุณภาพ ราคาที่เหมาะสม
D2	ร้านสะดวกซื้อที่มีความเชื่อมั่นสูง
D3	มีความมั่นใจที่ร้านที่จะเก็บรักษาข้อมูลของลูกค้าเป็นความลับได้ดี
D4	พนักงานบริการลูกค้าด้วยความซื่อสัตย์ โปร่งใส ไว้วางใจได้
E1	ร้านสะดวกซื้อที่มีสาขาในการให้บริการครอบคลุมทั่วทุกพื้นที่ทั่วประเทศ
E2	ร้านสะดวกซื้อเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง
E3	มีสถานที่บริการสำหรับจอดรถอย่างเพียงพอ
E4	สภาพแวดล้อมภายในร้านปลอดโปร่ง มีแสงสว่างเพียงพอ
E5	มีการติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัยสร้างความรู้สึกอบอุ่นใจทุกครั้งที่มาใช้บริการ
E6	มีระบบและขั้นตอนในการติดต่อที่ชัดเจน ทำให้ลูกค้าใช้บริการได้ง่าย
E7	ลูกค้าสามารถติดต่อ Call Center เพื่อปรึกษาหรือแก้ปัญหาได้ทันที
E8	ลูกค้าสามารถหาข้อมูลของร้านสะดวกซื้อผ่านทางเว็บไซต์ หรือ Facebook ได้
F1	ท่านมาใช้บริการร้านสะดวกซื้อโดยไม่รู้สึกผิดหวัง

**ตารางที่ 1** แสดงตัวชี้วัดปัจจัยด้านการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในร้านสะดวกซื้อ (ต่อ)

F2	ท่านยินดีใช้บริการด้านอื่น ๆ ของร้านสะดวกซื้อ
F3	ท่านยินดีเข้าใช้บริการกับบริษัทในเครือของร้านสะดวกซื้อ
F4	ท่านมีความประสงค์ที่จะใช้บริการร้านสะดวกซื้อต่อไป

### ส่วนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

คำถามที่เกี่ยวกับความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบเปิด (Open-ended Form) เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเขียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะการศึกษาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ การตรวจคุณภาพของแบบสอบถามด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหากระทำโดย วิธีการประเมินค่าความสอดคล้องและ **ดรชนีความสอดคล้อง**

### Index of Item – Objective Congruence : IOC)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลที่น่ามาใช้ในการงานวิจัย ตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลต่องานวิจัยโดยการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อโดยการนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปปรึกษากับอาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมของ

เนื้อหาที่ผู้วิจัยได้ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้เท่ากับ 1.00 และเลือกหัวข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 มาใช้เป็นข้อคำถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การกำหนดประชากรและสุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรที่ใช้การศึกษาครั้งนี้คือ ลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรที่ไม่ทราบจำนวนแน่นอน (infinite Population) จึงใช้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ ยู.ซี. คอชแรน (Cochran, 1953, Sampling Techniques,; อ้างอิงจาก อภินันท์ จันตะนี 2550; 25) ได้จำนวนดังนี้

$$\text{จากสูตรที่ใช้คือ} \quad n = \frac{P(1-P)Z^2}{e^2} \quad (1)$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนตัวอย่าง

$P$  = สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่มโดยกำหนด 50% เช่น .50

$Z$  = ความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 95% ซึ่งเป็นระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.96 (เชื่อมั่น 95% หรือผิดพลาด 5%)

$e$  = ค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 5 (0.05)

จากสูตรข้างต้นแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

วิธีทำ  $P = 0.50$

$Z = 1.96$  (ความเชื่อมั่น 95%)

$e = 0.05$  (คลาดเคลื่อนได้ 5% หรือ = 0.05)

$$\text{แทนค่า} \quad n = \frac{0.50(1-0.05)(1.96)^2}{(0.05)} \quad (2)$$

ฉะนั้นได้กลุ่มตัวอย่าง = 384

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรการหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้เท่ากับ 384 แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาดจึงเพิ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยนี้เท่ากับ 400 คน

จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้ถูกต้อง ในด้านความตรงของเนื้อหาและทดสอบในด้านความเชื่อมั่นโดยการนำแบบสอบถามไปทดสอบกับผู้ใช้บริการที่ธุรกิจร้านสะดวกซื้อ แต่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 40 ราย โดยวิธีคำนวณหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของครอนบาค ซึ่งเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronach's Alpha Coefficient) ได้หาความเชื่อมั่น

โดยการวิจัยนี้ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.907 ซึ่งมีค่าคะแนนสูงกว่า 0.70 ถือว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นในการเก็บข้อมูล

**การกำหนดค่าเบ้ (Skewness) และการกำหนดค่า Transform ComputeVariable**

ถ้าค่าการแจกแจงของข้อมูลดิบมีการแจกแจงความเบ้เล็กน้อย ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเบ้จะมีค่าอยู่ในช่วง 1 แต่ถ้าค่าเบ้มีค่ามากกว่า 1 หรือน้อยกว่า -1 แสดงว่าค่าเบ้ที่มากกว่าปกติในกรณีถ้าเกิดค่าเบ้มีความผิดปกติมากจะทำการแก้ไขโดยใช้การกำหนดค่า Transform Computer Variable ผู้วิจัยได้ทดสอบค่าตัวแปรว่ามีความเป็นสมมาตรหรือไม่ โดยดูจากค่าความเบ้ (Skewness) โดยที่ตัวแปรควรมีค่าความเบ้อยู่ระหว่าง +1 ถ้าตัวแปรใดมีค่าความเบ้เป็น '+' สูงเกิน + 1 แก้ไขโดยการใส่ 'log(x)', 'sqrt(x)' หรือ '1/x' และถ้าตัวแปรใดมีค่าความเบ้เป็น '-' ต่ำ เกินกว่า -1 แก้ไขโดยการ '^2' (ยกกำลังสอง) หรือ exp(x) เมื่อ x คือ ค่าของข้อมูลทั้งหมดค่า สิ่งที่ใช้ในการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล คือ

Analyze → Descriptive → Statistics → Descriptive → Option → Skewness

ซึ่งผลของการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลทุกตัวแปร

ผลการตรวจสอบค่าเบ้ (Skewness) แสดงค่าความเบ้ (Skewness) ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งผลที่ได้ปรากฏว่า ตัวแปรทุกตัวมีการแจกแจงแบบปกติอยู่แล้ว คือมีค่าความเบ้อยู่ระหว่าง +/- 1 จึงไม่ต้องทำ การแก้ไขค่าใดๆ ทั้งสิ้น

**การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)**

การสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix)

การสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในการตรวจสอบความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกตัวแปรเข้ามารวมในปัจจัยเดียวกัน หลักการทำการสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์เริ่มจากการระบุตัวแปรที่ต้องการนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วจะทำให้ทราบค่าของ Correlatoion Matrix (KMO and Bertlett's test of sphericity) การสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ทำได้โดยใช้คำสั่งดังนี้

Analyze → Dimension Reduction → Factor

ผลการวิเคราะห์ปัจจัย แสดงค่า KMO เท่ากับ .783 หมายความว่า ข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมมานั้นสามารถนำมาใช้สกัดปัจจัยได้อย่างเหมาะสม มีจำนวนตัวอย่างมากพอต่อการวิเคราะห์ปัจจัยและค่าBartlett's test มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน สามารถนำมาสกัดปัจจัยได้ดี ผลการสกัดปัจจัยแบบไม่หมุนแกนแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสกัดปัจจัยแบบไม่หมุนแ

Component Matrix<sup>a</sup>

	Component					
	1	2	3	4	5	6
A1	-0.073	0.028	0.097	-0.055	0.672	0.203
A2	0.048	0.017	0.412	0.195	0.368	0.319
A3	0.74	0.123	0.529	0.227	-0.061	-0.168
A4	0.422	0.307	0.679	0.388	-0.092	-0.203
A5	-0.44	0.553	0.479	0.354	-0.14	-0.033
A6	-0.818	0.355	0.09	0.168	-0.087	0.078
A7	0.548	0.435	0.528	0.301	-0.08	-0.128
A8	0.109	0.209	0.262	0.183	0.608	0.223
A9	-0.043	0.244	-0.029	-0.103	-0.275	0.605
B1	0.875	0.189	0.224	-0.065	-0.086	0.111
B2	0.602	0.503	0.301	-0.07	-0.112	0.125
C1	-0.736	0.596	0.028	-0.118	-0.001	0.005
C2	-0.74	0.586	0.027	-0.13	-0.032	0.059
C3	-0.221	0.793	0.209	-0.33	-0.081	0.101
C4	-0.27	0.784	0.059	-0.367	-0.03	0.055
D1	0.884	0.213	0.045	-0.32	-0.022	0.061
D2	-0.095	0.813	0.081	-0.463	-0.024	0.021
D3	0.65	0.455	0.007	-0.504	0.007	0.029
D4	-0.67	0.536	0.081	-0.205	0.059	-0.183
E1	0.939	0.095	0.026	-0.238	0.004	-0.022
E2	0.131	0.645	-0.238	-0.23	0.267	-0.389
E3	0.235	0.685	-0.325	0.054	0.213	-0.306
E4	0.954	0.079	-0.159	0.034	0.048	-0.049
E5	0.869	0.296	-0.216	0.148	0.034	-0.027
E6	0.91	0.098	-0.296	0.086	0.059	-0.025
E7	-0.206	0.7	-0.4	0.412	0.017	0.02
E8	-0.204	0.676	-0.405	0.469	0.001	0.041
F1	-0.653	0.528	-0.209	0.435	-0.026	0.025
F2	0.696	0.423	-0.247	0.38	-0.094	0.145
F3	0.642	0.34	-0.419	0.176	-0.095	0.25
F4	0.935	0.174	-0.161	0.023	-0.012	0.057

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 6 components extracted.

**การหมุนแกน(Rotation)**

จากตารางที่ 2 ผลการสกัดตัวแปรโดยไม่มี การหมุนแกนนั้น อาจทำได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากค่า Factor Coefficient ของตัวแปรบางตัวอาจมีค่ากลางๆ ไม่ชัดเจน ทำให้การสกัดตัวแปรว่าควรอยู่ในปัจจัยใดทำได้ลำบาก ดังนั้น จึงควรมีการหมุนแกน เพื่อให้ค่า Factor Coefficient ของตัวแปรบางตัวมีค่ามากขึ้นหรือลดลง จนกระทั่ง ทำให้ทราบได้อย่างชัดเจนว่าตัวแปรนั้นควรอยู่ในปัจจัยใดซึ่งคำสั่งที่ใช้ในการหมุนแกนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการแสดงสกัดปัจจัยด้วยวิธีหมุนแกนแบบ Varimax

	Rotated Component Matrix <sup>a</sup>					
	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4	Component 5	Component 6
A1	-0.044	0.072	-0.041	-0.158	<b>0.684</b>	-0.101
A2	-0.049	-0.074	-0.054	0.266	<b>0.582</b>	0.166
A3	0.525	-0.127	-0.175	<b>0.767</b>	0.073	-0.095
A4	0.205	0.01	0.011	<b>0.935</b>	0.1	-0.076
A5	-0.471	0.376	0.372	<b>0.596</b>	0.069	0.119
A6	-0.724	0.361	<b>0.402</b>	0.037	0.01	0.163
A7	0.408	0.111	0.075	<b>0.829</b>	0.098	-0.034
A8	0.089	0.054	0.103	0.174	<b>0.724</b>	-0.039
A9	0.077	0.232	0.098	-0.074	-0.005	<b>0.663</b>
B1	0.125	0.018	-0.203	0.406	0.05	<b>0.807</b>
B2	<b>0.6</b>	0.331	-0.029	0.482	0.071	0.177
C1	-0.549	<b>0.692</b>	0.354	-0.055	0.024	0.053
C2	-0.549	<b>0.69</b>	0.343	-0.069	0.016	0.114
C3	-0.046	<b>0.875</b>	0.141	0.171	0.04	0.172
C4	-0.051	<b>0.884</b>	0.193	0.022	0.019	0.094
D1	<b>0.898</b>	0.164	-0.276	0.164	0.009	0.03
D2	0.121	<b>0.928</b>	0.101	0.055	0.011	0.055
D3	<b>0.763</b>	0.505	-0.211	0.061	0.003	-0.001
D4	-0.518	<b>0.695</b>	0.222	-0.027	0.004	-0.141
E1	<b>0.911</b>	0.014	-0.286	0.178	-0.003	-0.061
E2	0.323	<b>0.59</b>	0.274	-0.063	0.034	-0.482
E3	0.423	0.419	<b>0.512</b>	0.024	0.032	-0.393
E4	<b>0.937</b>	-0.182	-0.026	0.147	0.003	-0.121
E5	<b>0.906</b>	-0.07	0.209	0.187	0.01	-0.091
E6	<b>0.933</b>	-0.205	0.094	0.051	-0.009	-0.115
E7	0.015		<b>0.88</b>	-0.006	0.004	0
E8	0.008	0.243	<b>0.908</b>	0.008	0.001	0.025
F1	-0.491	0.27	<b>0.789</b>	0.004	0.005	0.058
F2	<b>0.763</b>	-0.08	0.481	0.248	-0.01	0.129
F3	<b>0.777</b>	-0.038	0.396	-0.029	-0.047	0.203
F4	<b>0.948</b>	-0.103	0.024	0.153	-0.003	0.003

จากตารางที่ 3 ผลของการหมุน พบว่าการหมุนแกนต้องดำเนินการ 6 รอบได้ปัจจัย 6 ปัจจัย ได้ผลการจัดตัวแปรให้กับปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 (F1) มีตัวแปรคือ B2,D1, D3, E1, E4, E5, E6, F2, F3, F4

ปัจจัยที่ 2 (F2) มีตัวแปรคือ C1, C2, C3, C4, D2, D4, E2

ปัจจัยที่ 3 (F3) มีตัวแปรคือ A6, E3, E7, E8, F1

ปัจจัยที่ 4 (F4) มีตัวแปรคือ A3, A4, A5, A7

ปัจจัยที่ 5 (F5) มีตัวแปรคือ A1, A2, A8

ปัจจัยที่ 6 (F6) มีตัวแปรคือ A9, B1

## อภิปรายผล

### ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ

ผลวิเคราะห์การถดถอย ผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากประสิทธิภาพ การบริการการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อมูล และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบริการกับการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยการคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Mean Magnitude of Relative Error : MMER)

1. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านพนักงาน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) เท่ากับ 8.93 %
2. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านบุคลากร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) เท่ากับ 9.46 %
3. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านความสามารถทางเทคโนโลยีด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 5.06
4. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านความพึงพอใจของลูกค้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 5.12
5. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านสถานที่และช่องทางการติดต่อ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) 5.08
6. ผลการทดสอบ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ในปัจจัยด้านความภักดีของลูกค้า ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 4.62

## สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ขึ้นมาใหม่โดยใช้วิธีทางสถิติ คือ วิเคราะห์การบริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อที่มีต่อการให้บริการ และประสิทธิภาพการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ร้านสะดวกซื้อ ดังนี้

- F1 ปัจจัยด้านพนักงาน มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 8.93  
 F2 ปัจจัยด้านบุคลากร มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 9.46  
 F3 ปัจจัยด้านความสามารถทางเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 5.06      F4  
 ปัจจัยด้านความพึงพอใจของลูกค้า มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 5.12  
 F5 ปัจจัยด้านสถานที่และช่องทางการติดต่อ มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 5.08  
 F6 ปัจจัยด้านความภักดีของลูกค้า มีค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (MMRE) ร้อยละ 4.62

ผลรวมของ MMRE ทั้งหมด 6 ปัจจัย ร้อยละ 38.27

## ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมหรือศึกษาเกี่ยวกับตัวบ่งชี้และปัจจัยต่าง ๆ ให้มากขึ้น เนื่องจากตัวบ่งชี้ในงานวิจัยนี้ อาจจะมีจำนวน และหัวข้อที่ไม่ครอบคลุมสำหรับการบริการ และควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เช่น เพิ่มประเภทของกลุ่มตัวอย่าง เพิ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

กัลยา วาณิชย์บัญชา (2551). การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 11 กรุงเทพฯ:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จินตนา สัมปชชิต. (2546) ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการให้บริการของร้านมนต์นมสด

สาขากรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์ บช.ม. (การตลาด). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนคริน-

ทรวิ

ชื่นจิตต์ แจ่มเจนกิจ. (2544). การบริหารลูกค้าสัมพันธ์. กรุงเทพฯ : ทิปป์ พอยท์.

สุภาวดี เชื้อสาระดี. (2550). การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (CRM). ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตรีทิพย์ เตชะวลี. 2547. ระบบ CRM ที่ดีที่สุด Sales force พนักงานด้านการขาย, การตลาดและการบริการ.

นักสนันท์ ไตรีน (2550). วิจัยความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการบริหารงานลูกค้าสัมพันธ์ของร้านสตาร์

บัคส์ในกรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า โดยใช้เทคนิค SLP

### GUIDELINES FOR THE WAREHOUSE MANAGEMENT OPTIMIZATION WITH SLP

นราวดี สมชาติ<sup>1</sup> \* กนกวรรณ มั่นชุนา<sup>2</sup> และ บุผผา แพแสง<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

\*rc\_bsu@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกิจกรรมการไหลในการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า และใช้เป็นข้อมูลในการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ 2. เพื่อนำเสนอการปรับปรุงกระบวนการไหลการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า 3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของการเบิกจ่ายชิ้นงาน วัตถุประสงค์ พนักงานและระบบการดำเนินงาน ได้นำวิธีการประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ เพื่อลำดับความสัมพันธ์ในการไหลการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้าและวาดแผนภูมิลำดับความสัมพันธ์ของกิจกรรม

ได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการเป็นแบบแผนตามกระบวนการ หรือแผนผังตามหน้าที่ ทำการจัดกลุ่มสินค้าที่คล้ายกันไว้ด้วยกันเอง เพื่อเกิดความยืดหยุ่นสูง และ ใช้การปรับปรุงแผนผังโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ การสร้างความสมดุลพื้นที่ภายในคลังสินค้า

**คำสำคัญ:** การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ

#### Abstract

The purpose of this research is to study the relationship of the activity flow in the disbursement of part of the warehouse. And use of information on the plant layout 2. To present a systematic process to improve the disbursement of part of the warehouse. 3. In order to optimize the flow of the disbursement of the workpiece material and operational staff. Has led to the application of the principles of plant layout systemically. To order in relation to the disbursement of the part of the reservoir and draw the tree's relations activities.

The results from the implementation of a structured process or layout of duty. The grouping of similar items with each other and to achieve high flexibility Use the map to improve the application of the theory of plant layout systemically to create a balanced like inner space.

**Keywords:** Systematic Layout Planning; SLP

#### บทนำ

การปรับปรุงกระบวนการไหลในการประกอบชิ้นงานกระตักสุญญากาศ โดยใช้ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) ซึ่งมุ่งเน้นความสัมพันธ์ของกิจกรรมการไหลเบิกจ่ายชิ้นงาน ในแต่ละกิจกรรมว่าควรมีการพัฒนาปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการไหลในกระบวนการ และลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า เพื่อสนับสนุน KPI ของบริษัทที่จะทำให้ส่งงานให้ลูกค้าได้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด

จากขั้นตอนเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า ในบริษัทผลิตภัณฑ์กระติกสุญญากาศ ในบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง และใช้ระยะเวลาในการเบิกจ่ายสินค้าเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากชิ้นส่วนกระติกสุญญากาศ วางไม่เป็นหมวดหมู่ ทำให้ยากต่อการเบิกจ่ายชิ้นงาน และทำให้เกิดความสูญเสียจากการรอคอย, ความสูญเสียจากการเคลื่อนย้าย, ความสูญเสียจากกระบวนการที่เพิ่มมากกว่าความจำเป็น อีกทั้งยังเสี่ยงต่อการสูญเสียของชิ้นงานในระหว่างการขนส่งจากพื้นที่หนึ่งมายังอีกพื้นที่หนึ่ง และยังทำให้เสี่ยงต่อการส่งมอบสินค้าไม่ทันต่อความต้องการของฝ่ายผลิต

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและนำเสนอแนวทางการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) เพื่อการปรับปรุงระบบการไหลในการเบิกจ่ายชิ้นงานในคลังสินค้า ซึ่งจะมุ่งเน้นระดับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมว่าควรมีการวางใกล้กันหรือไม่ ซึ่งนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและตอบสนอง KPI ของบริษัทที่จะทำให้ส่งงานให้ลูกค้าได้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด และได้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมุ่งเน้นที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละพื้นที่ หรือกิจกรรมต่างๆว่าควรอยู่จุดไหนหรือไม่ อย่างไร วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการกำหนดการวางตำแหน่งของพื้นที่ลระยะทางในการเคลื่อนย้ายจัดการพื้นที่การเบิกจ่ายชิ้นงานให้มีประโยชน์อย่างเต็มที่ และสร้างประสิทธิภาพในคลังสินค้า

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกิจกรรมการไหลในการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า และใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ
2. เพื่อนำเสนอการปรับปรุงกระบวนการไหลการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP)
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของการเบิกจ่ายชิ้นงาน วัตถุประสงค์ คนและระบบการดำเนินงาน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลพื้นฐานของสถานประกอบการ
2. รวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเบิกจ่ายชิ้นงานในคลังสินค้า
3. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) มาใช้เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการเบิกจ่ายชิ้นงานในคลังสินค้า
4. สรุปผลการวิจัยพร้อมทั้งข้อเสนอแนะและจัดทำงานวิจัย

### ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาทำวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการไหลของขั้นตอนการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้า และขั้นตอนการทำงานในกระบวนการ เบิกจ่ายชิ้นงาน โดยที่ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือน กรกฎาคม 2559 ถึง เดือน มกราคม 2560

1. ศึกษาเฉพาะในส่วนของการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเบิกจ่ายชิ้นงานจนถึงส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าของบริษัท
2. ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกิจกรรมการไหลขั้นตอนในการเบิกจ่ายชิ้นงานของคลังสินค้าแต่ละกิจกรรม โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP)

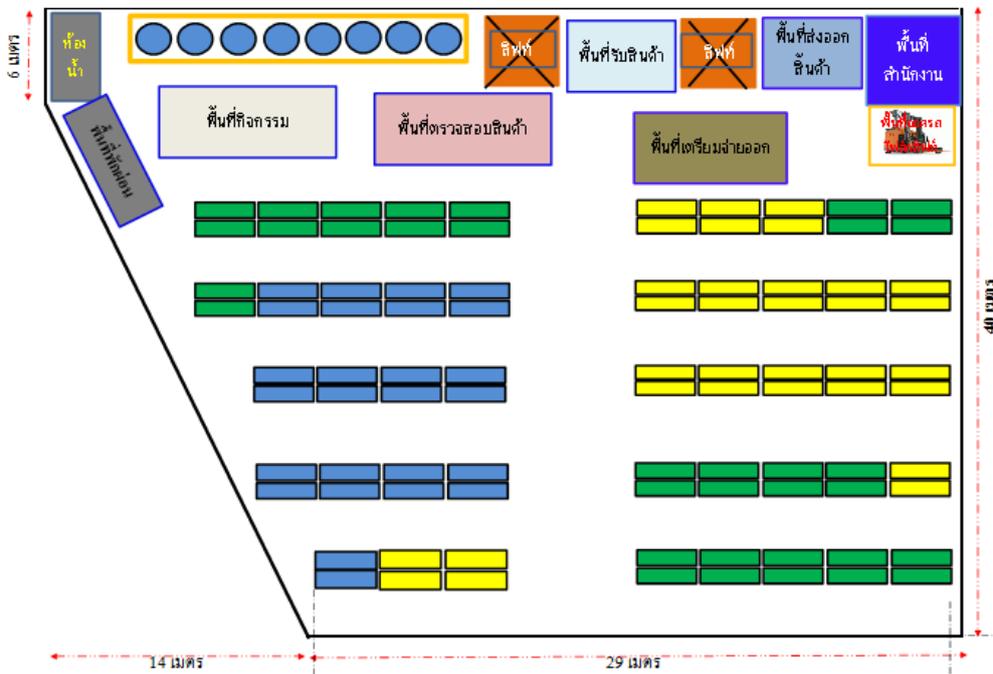
3. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 7 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2559 ถึง วันที่ 31 มกราคม 2560

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

**วิเคราะห์ปัญหาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละพื้นที่**

**1. ปัญหาที่พบ**

การจัดเก็บชิ้นงานถูกจัดเก็บแบบกระจายไม่เป็นหมวดหมู่ในแต่ละพื้นที่ของคลังสินค้า ปัจจุบันชิ้นงานถูกจัดเก็บแบบกระจายไม่เป็นหมวดหมู่ ทำให้มีกิจกรรมบางกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและใช้เวลานานในการเบิกจ่ายและเคลื่อนย้ายเพื่อส่งมอบให้แก่ฝ่ายผลิตดังแสดงในรูป



รูปที่ 1. การจัดเก็บชิ้นส่วนประกอบถูกเก็บแบบกระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่ (ก่อนปรับปรุง)

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่การจัดเก็บชิ้นส่วนประกอบถูกเก็บแบบกระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่ (ก่อนปรับปรุง)

1.พื้นที่รับสินค้า		2.พื้นที่ตรวจสอบสินค้า	
3.พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป		4.พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ	
5.พื้นที่จัดเก็บกิ่งสำเร็จรูป		6.พื้นที่กิจกรรม	
7.เตรียมจ่ายออก		8.พื้นที่ส่งออกสินค้า	
9.พื้นที่สำนักงาน		10.พื้นที่จอดรถโพล์คลิฟ	
11.ห้องน้ำ			

ก่อนที่จะออกแบบแผนผังใหม่หรือปรับปรุงแผนผังเก่า ผู้วิจัยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือพื้นที่ภายในคลังสินค้า ตามตาราง ระยะเวลาทางการไหลของพื้นที่กิจกรรม

## ตารางการเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนย้ายระหว่างกิจกรรม

ตารางที่ 2 ตารางระยะทางไหลของพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป (ก่อนการปรับปรุง)

พื้นที่ต้นทาง	พื้นที่ปลายทาง	ระยะทาง (เมตร)
พื้นที่จ่ายสินค้า	พื้นที่รับสินค้า	9 เมตร
พื้นที่รับสินค้า	พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป	31 เมตร
พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป	พื้นที่กิจกรรม	31.60 เมตร
พื้นที่กิจกรรม	พื้นที่เตรียมจ่าย	13 เมตร
พื้นที่เตรียมจ่าย	พื้นที่จ่ายสินค้า	9 เมตร
<b>รวม</b>		<b>93.6 เมตร</b>

จากตารางที่ 2 แสดงระยะทางจากการไหลของพื้นที่การจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปจากต้นทาง ไปจนถึงปลายทางได้ ระยะทางรวมทั้งหมด 93.6 เมตร

ตารางที่ 3 ตารางระยะทางไหลของพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ (ก่อนการปรับปรุง)

พื้นที่ต้นทาง	พื้นที่ปลายทาง	ระยะทาง (เมตร)
พื้นที่จ่ายสินค้า	พื้นที่รับสินค้า	9 เมตร
พื้นที่รับสินค้า	พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ	13.95 เมตร
พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ	พื้นที่กิจกรรม	14.55 เมตร
พื้นที่กิจกรรม	พื้นที่เตรียมจ่าย	13 เมตร
พื้นที่เตรียมจ่าย	พื้นที่จ่ายสินค้า	9 เมตร
<b>รวม</b>		<b>59.5 เมตร</b>

จากตารางที่ 3 แสดงระยะทางจากการไหลของพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ จากต้นทาง ไปจนถึงปลายทางได้ระยะทางรวมทั้งหมด 59.5 เมตร

ตารางที่ 4 ตารางระยะทางไหลของพื้นที่จัดเก็บสินค้ากึ่งสำเร็จรูป(ก่อนการปรับปรุง)

พื้นที่ต้นทาง	พื้นที่ปลายทาง	ระยะทาง (เมตร)
พื้นที่จ่ายสินค้า	พื้นที่รับสินค้า	9 เมตร
พื้นที่รับสินค้า	พื้นที่จัดเก็บสินค้ากึ่งสำเร็จรูป	29.89 เมตร
พื้นที่จัดเก็บสินค้ากึ่งสำเร็จรูป	พื้นที่กิจกรรม	33.85 เมตร
พื้นที่กิจกรรม	พื้นที่เตรียมจ่าย	13 เมตร
พื้นที่เตรียมจ่าย	พื้นที่จ่ายสินค้า	9 เมตร
<b>รวม</b>		<b>94.74 เมตร</b>

จากตารางที่ 3 แสดงระยะทางจากการไหลของพื้นที่จัดเก็บสินค้าถึงสำเร็จรูป จากต้นทาง ไปจนถึงปลายทางได้ ระยะทางรวมทั้งหมด 94.74 เมตร

ตารางที่ 5 แผนภูมิจาก-ถึง

ถึง จาก	พื้นที่จ่าย สินค้า	พื้นที่รับ สินค้า	พื้นที่ จัดเก็บ	พื้นที่ กิจกรรม	พื้นที่ เตรียมจ่าย
พื้นที่จ่ายสินค้า		900			
พื้นที่รับสินค้า			3100	1300	
พื้นที่จัดเก็บ				4060	2200
พื้นที่กิจกรรม					2100
พื้นที่เตรียมจ่าย	900				

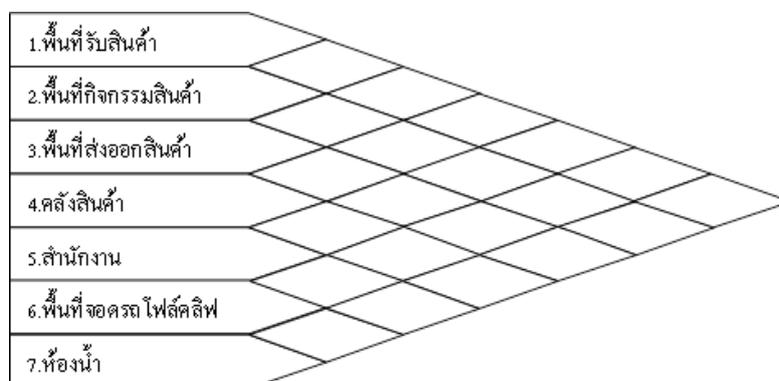
แผนภูมิจากพื้นที่หนึ่ง- ถึงพื้นที่หนึ่ง( From Chart ) เป็นตารางสี่เหลี่ยมที่มีจำนวนช่องเท่ากับจำนวนพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์

ใช้บันทึกตัวเลขแสดงปริมาณการเคลื่อน จำนวนเที่ยวของการขนย้ายหรือระยะทางของการขนย้ายระหว่างพื้นที่ต่างๆของแต่ละอาคาร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความใกล้เคียงของแผนกต่างๆและปรับปรุงผังต่อไปนี้ การประยุกต์ระบบ SLP (Systematic Layout Planning) ในการวางผังโรงงานบริษัทกระดาษสุญญากาศแห่งหนึ่งนี้จะอธิบายถึงการประยุกต์วิธีการวางผังแบบ SLP (Systematic Layout Planning) เพื่อทำการวางผังคลังสินค้า

### ขั้นตอนในการกำหนดค่าความสัมพันธ์เชิงคุณภาพ

1. ความสัมพันธ์ของภาพกิจกรรม (Activity Relationships) ถูกกำหนดการไหลของกิจกรรมกลุ่มต่างๆ
2. การสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของพื้นที่กิจกรรม

#### 2.1 เขียนพื้นที่กิจกรรมทั้งหมดบนแผนความสัมพันธ์



รูปที่ 2 แผนภูมิของพื้นที่ (ก่อนปรับปรุง)

2.2 กำหนดค่าอัตราความใกล้ชิดและในรูปของเหตุผลของค่าความสัมพันธ์บนแผนความสัมพันธ์

ตารางที่ 6 กำหนดค่าความสัมพันธ์เชิงคุณภาพ

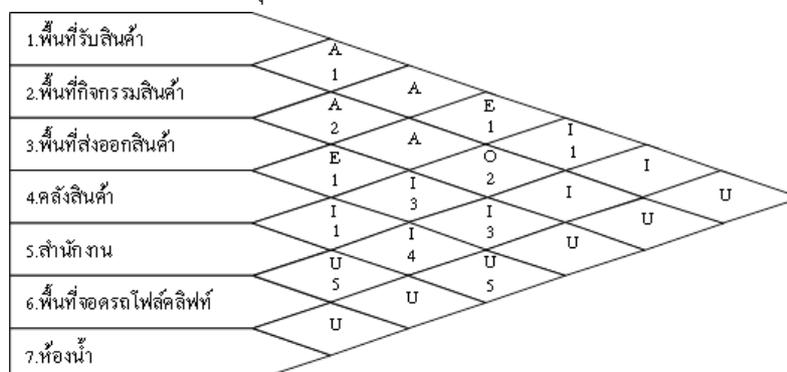
Value	Closeness	Emblem
A	มีการขนถ่ายสินค้า มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องตั้งติดกัน	
E	สินค้ามีต้นทาง-ปลายทาง มีความสำคัญเป็นพิเศษที่ต้องตั้งอยู่ติดกัน	
I	มีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์และพนักงานระหว่างคลังสินค้า มีความสำคัญที่ต้องตั้งติดกัน	
O	มีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์และพนักงานระหว่างคลังสินค้า แต่ไม่มากนัก	
U	มีการเคลื่อนย้ายของพนักงานในบางช่วงบางเวลา	

2.3 กำหนดค่าความสัมพันธ์และเหตุผลสำหรับคู่ของพื้นที่

ตารางที่ 7 รหัสและเหตุผลระหว่างกิจกรรม

รหัส	เหตุผล
1	การจัดการสินค้า
2	การไหลของสินค้า
3	การไหลข้อมูล
4	การไหลของงาน
5	การใช้รถมาขนถ่ายสินค้าและพนักงาน

2.4 ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปรับปรุง หรือเปลี่ยนความแผนความสัมพันธ์



รูปที่ 3 แผนภูมิของพื้นที่ (ก่อนปรับปรุง)

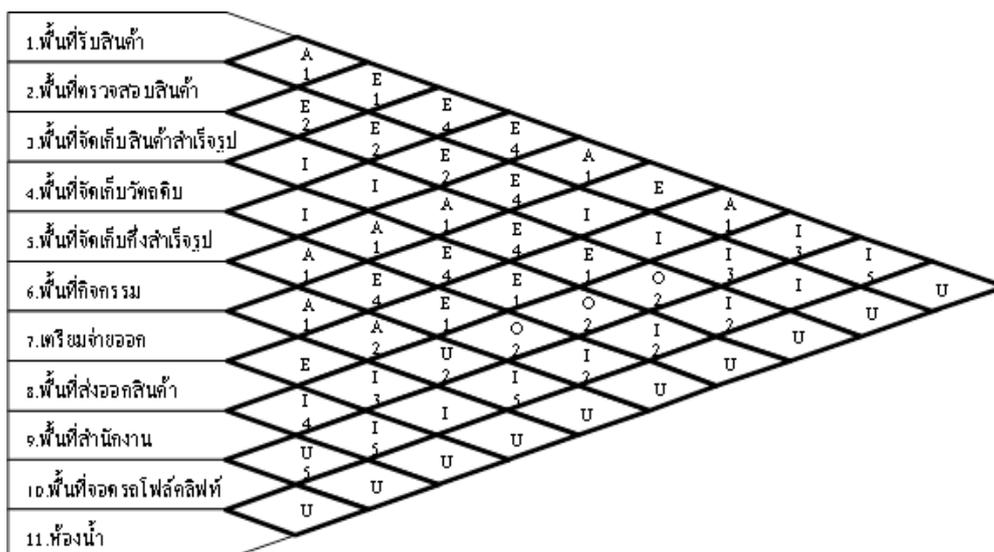
ตารางที่ 8 ความสำคัญของคู่กิจกรรม

ความสำคัญของคู่กิจกรรม				
A	E	I	O	U
1 - 2	1 - 4	1 - 5	2 - 5	1 - 7
1 - 3	3 - 4	1 - 6		2 - 7
2 - 3		2 - 6		3 - 7
2 - 4		3 - 5		4 - 7
		3 - 6		5 - 6
		4 - 5		5 - 7
		4 - 6		6 - 5

## อภิปรายผล

## ผลการดำเนินการหลังการปรับปรุง

จากการศึกษา ขั้นตอนในการดำเนินงานของคลังสินค้า โดยใช้ทฤษฎี (Systematic Layout Planning : SLP) มีทำการวิเคราะห์โดยการเขียนพื้นที่กิจกรรมทั้งหมดในคลัง ตั้งแต่การรับสินค้า, พื้นที่กิจกรรมสินค้า, พื้นที่ส่งออกสินค้า, พื้นที่คลังสินค้า, พื้นที่จัดรถโฟล์คลิฟท์, พื้นที่ห้องน้ำ, พื้นที่สำนักงาน ทั้งหมด 7 กิจกรรม จะเห็นได้ว่าแผนผังคลังสินค้าเดิมไม่ระบุพื้นที่ต่างๆ สินค้ามีปัญหา และพื้นที่จอด Hard Lift อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงกำหนดความสัมพันธ์เชิงคุณภาพและเหตุผลระหว่างกิจกรรม กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมโดยโครงข่ายมูเทอร์

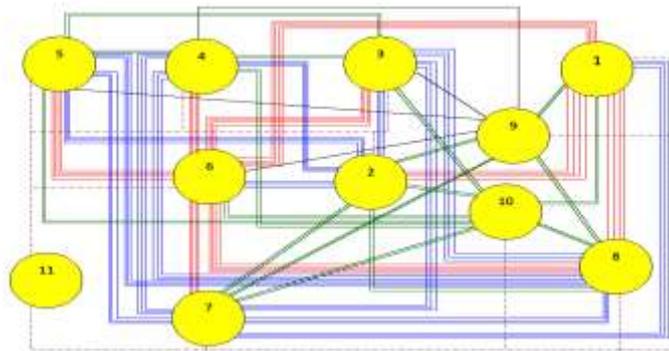


รูปที่ 4 แผนภูมิความสัมพันธ์ของพื้นที่ (หลังปรับปรุง)

วางแผนผังตามกระบวนการ ที่กำหนดโดยโครงข่ายมูเทอร์ จะแสดงผลระดับของความสัมพันธ์ของคูกิจกรรม ตารางแผนภาพความสัมพันธ์ของพื้นที่กิจกรรม นำมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ด้าน การจัดวาง โดยการกำหนดพื้นที่การทำงานต่างเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ใกล้ชิดของพื้นที่กิจกรรมหรือความสะดวกในการจัดการคลังสินค้า

### ผลระดับของความสัมพันธ์ของคูกิจกรรม (หลังการปรับปรุง)

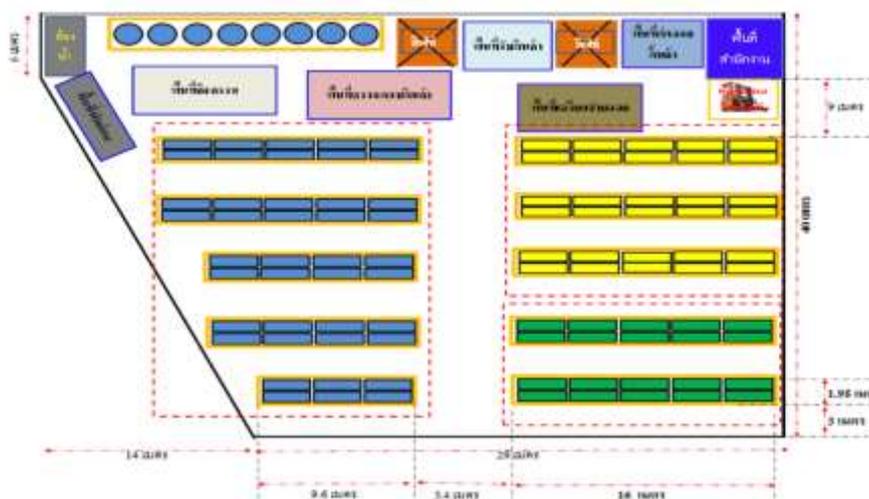
ตารางแสดงผลระดับ ความสัมพันธ์ของคูกิจกรรมโดยการกำหนดสัญลักษณ์ของเหตุผลที่สัมพันธ์ กันแล้วจะสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของคูกิจกรรมจากระดับมากไปหาน้อยความสัมพันธ์ที่สำคัญมากที่สุดจะใช้ A เป็นสัญลักษณ์หรือใช้เส้นที่มีความยาว (4 เส้น) ความสัมพันธ์ที่มีความสำคัญมากจะใช้ E เป็นสัญลักษณ์หรือใช้เส้นที่มีความยาว (3 เส้น) ส่วนความสัมพันธ์ที่สำคัญจะใช้ I เป็นสัญลักษณ์หรือใช้เส้นที่มีความยาว (2 เส้น) ส่วนความสัมพันธ์ที่สำคัญปานกลางจะใช้ O เป็นสัญลักษณ์หรือใช้เส้นที่มีความยาว (1 เส้น) ส่วนความสัมพันธ์ที่สำคัญน้อยจะใช้ U เป็นสัญลักษณ์หรือใช้ (เส้นปะ) จึงจะได้แผนภาพความสัมพันธ์



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของคูกิจกรรม

จากแผนภาพความสัมพันธ์จะทราบถึงกิจกรรมที่ควรอยู่ใกล้กันและกิจกรรมที่ควรอยู่ห่างกันจากแผนภาพจะสามารถกล่าวได้ว่ากิจกรรมที่ควรอยู่ใกล้กัน

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแต่ละพื้นที่กิจกรรมในคลังสินค้า สามารถปรับปรุงแผนผังคลังสินค้าได้ดังรูป



รูปที่ 6 แผนผังคลังสินค้า (หลังปรับปรุง)

ผลที่ได้จากการจัดคู่มือกิจกรรมความสัมพันธ์และแผนผังการปรับปรุงคลังสินค้าจะเห็นได้ว่าระยะทางจากพื้นที่รับสินค้าไปยังพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ลดลงไป 16.90 เมตรและจากพื้นที่กิจกรรมไปยังพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ ลดลงไป 16.50 เมตรรวมระยะทางทั้งหมด 33.40 เมตร

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่ใช้ในการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการคลังสินค้าที่ขาดประสิทธิภาพของคลังสินค้าเอกชน และนำทฤษฎีที่ใช้ในการปรับปรุงการวางผังคลังสินค้า โดยนำทฤษฎี (Systematic Layout Planning : SLP) ด้วยแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) ผลที่ได้จากการจัดคู่มือกิจกรรมความสัมพันธ์และแผนผังการปรับปรุงคลังสินค้าจะเห็นได้ว่าระยะทางจากพื้นที่รับสินค้าไปยังพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ลดลงไป 16.90 เมตรและจากพื้นที่กิจกรรมไปยังพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ ลดลงไป 16.50 เมตรรวมระยะทางทั้งหมด 33.40 เมตรความสัมพันธ์ระหว่างหรือกิจกรรมต่าง วัตถุประสงค์ในการวางตำแหน่งของพื้นที่ เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายและจัดวางสินค้าให้เป็นระบบ สร้างความปลอดภัยให้กับพนักงาน การเก็บข้อมูลด้านคลังสินค้า

กิจกรรมภายในคลังสินค้าจากแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) การทำงานที่มีความต่อเนื่องและสามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างกิจกรรม และมีการแบ่งพื้นที่การทำงาน อย่างเป็นสัดส่วนได้อย่างชัดเจน เช่น มีการระบุพื้นที่กิจกรรมภายในคลังสินค้า โดยคำนึงถึงความปลอดภัย ในการดำเนินการและสร้างความพึงพอใจ ในการปฏิบัติงานแก่พนักงาน ทั้งในการเคลื่อนย้ายสินค้า การรับ-การจ่ายสินค้าออกจากคลัง

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ควรนำทฤษฎี (Systematic Layout Planning : SLP) มาใช้ในการวางแผนผังคลังสินค้า เพื่อเป็นทางเลือกนำมาวิเคราะห์ในการปรับปรุง ทำให้ได้แผนผังที่เหมาะสม
2. ควรนำทฤษฎี (Systematic Layout Planning : SLP) มาปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดพื้นที่ภายในคลัง เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า
3. การวางผังคลังสินค้าเพื่อให้เหมาะสมกับงานและกระบวนการ แต่ละประเภทนั้นมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน จึงต้องเลือกใช้ทฤษฎีให้เหมาะสมกับกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนผังและเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างดี
4. ควรจำแนกสินค้าตามมูลค่าของสินค้า แต่ชนิด เพื่อลดปัญหาและลดระยะเวลาทำให้ง่ายต่อการค้นหาสินค้ามากขึ้น
5. ในการปรับปรุงแผนผังคลังสินค้า ควรคำนึงถึงสภาพการทำงานที่ปลอดภัย และการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ
6. ในการปรับปรุงผังคลังสินค้าและการจัดกลุ่มสินค้า ควรมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพราะการเคลื่อนไหวของสินค้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

อรรวรรณ มัชฌิมชาติ และคณะ. 2552 การปรับปรุงการจัดเก็บสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์น้ำตาลไม้.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สุทธิพงษ์พรหมสุวรรณ และชนะ เขียงกมลสิงห์. (2550). ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดผัง

โรงงาน. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. กรุงเทพมหานคร

**กรณีศึกษา: แนวทางการพัฒนาเส้นทางการขนส่งโดยใช้เทคนิคฮิวริสติกส์****CASE STUDY: GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT ROUTES BY HEURISTIC****นราวดี สมชาติ<sup>1</sup> \* ปภัศรา สีเดมา<sup>2</sup> และ บุณญา แพแสง**<sup>1,2,3</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

\*rc\_bsu@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) การศึกษาจัดเส้นทางการขนส่ง ชิ้นส่วน วัสดุดิบเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้รถบรรทุกที่เหมาะสม ด้วยค่าใช้จ่าย ในการขนส่งต่ำสุด 2) ปรับปรุงการจัดเส้นทางรถบรรทุกสินค้าให้เหมาะสมและมีระยะทางที่สั้นที่สุด 3) เพื่อจัดระบบการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ มีการสร้างมาตรฐานการทำงาน อย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาในเรื่องของการจัดเส้นทางและต้นทุนการขนส่ง จึงนำวิธีการ ฮิวริสติก แบบ วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาปรับปรุงใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อระยะทางที่ประหยัดที่สุด

ผลที่ได้รับจากการวิจัยการประยุกต์ทฤษฎีฮิวริสติก แบบวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด ของบริษัทกรณีศึกษานั้นพบว่าต้นทุนในการจัดส่งสินค้าปรับปรุงด้านวิธีการ จัดส่ง เพื่อให้บริการจัดระบบขนส่งภายในบริษัทดีขึ้น โดยการเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานจริงที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุงสามารถสรุปได้ว่าจากเดิมการจัดเส้นทางการขนส่ง จากบริษัทไปหาลูกค้า แล้วกลับมาที่บริษัท จะมีระยะทางทั้งสิ้น 790 กิโลเมตร และใช้เชื้อเพลิง 19,750 ลิตร แต่หลังจากที่ได้จัดเส้นทางด้วยวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมีระยะทางวิ่งเพียง 773 กิโลเมตร และใช้เชื้อเพลิง 19,325 ลิตร สามารถลดระยะทางการวิ่งได้ถึง 17 กิโลเมตร และลดเชื้อเพลิงได้ 425 ลิตร การวิจัยการประยุกต์ทฤษฎีฮิวริสติก แบบวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมีความเหมาะสมกับการจัดระบบขนส่ง เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการขนส่ง และเชื้อเพลิงลงได้

**คำสำคัญ:** วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด, ฮิวริสติก**Abstract**

This paper aimed to study 1) transportation routing, parts, raw materials to increase efficiency. As in the use of appropriate with truck cost of minimum transport 2) improves the routing to a cargo truck. To complete and has the shortest distance 3) to organize the delivery efficiency. The systematic performance standard. The researcher investigated the problems of routing and transport costs. The heuristic method a method of routing a save to improve transportation routing for the distance. The most economical.

The results obtained from the research of the application of theory of representativeness with economical transportation of company case studies, it was found that the cost of shipping goods, improved delivery methods to provide transportation within the company better. By comparing the actual performance that occurs before and after the update, can be concluded from the original arrangement of transport routes from the company to the customer, then came back, the company will have a total of 790 kilometers distance, and 19,750 l fuel, But after meeting with directions. How to save a path distance of only 773 km and 19 325 liters of fuel can reduce up to 17 kilometers distance running lower fuel and

4 2 5 liters of research, applied theory of heuristic. A method for routing a budget is suited to the transportation system. Due to lower transportation costs and fuel down

**Keywords:** Saving Algorithm (SA), Heuristic Method

## บทนำ

ในการขนส่งสินค้าของบริษัท เอกชน จำกัด ได้มีการกำหนดพื้นที่ขนส่งสินค้า การขนส่งสินค้าสามารถจัดส่งสินค้า ได้ 3 เขตพื้นที่ โดยเขตพื้นที่ที่ 1 คือ ภาคกลาง รวมได้ 7 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สมุทรสาคร เขตพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออก รวมได้ 3 จังหวัดได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทราป ระจันบุรี เขตพื้นที่ที่ 3 ภาคตะวันตก รวมได้ 1 จังหวัด ได้แก่ ราชบุรี

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การขนส่งสินค้าไปยังบริษัทลูกค้า ในบางกรณียังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงปัญหาความไม่ปลอดภัยที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนย้ายสินค้า อย่างในกรณีการขนถ่ายสินค้า และการบรรจุสินค้าก่อนขึ้นรถบรรทุกนั้นยังขาดการดูแล หรือในกรณีของการขนส่งที่ล่าช้า เช่น การจราจรติดขัด สินค้าสูญหาย การเกิดอุบัติเหตุระหว่างทาง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ปัญหาการเสียหายได้บ่อยขึ้น อาจนำไปสู่ความไม่ปลอดภัยต่อบริษัทของผู้ขนส่งและบริษัทของลูกค้าได้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาระยะทางและปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบการจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่ง เพื่อที่จะก่อให้เกิดความปลอดภัยของบริษัทลูกค้าอีกทั้งยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดเวลาในการขนส่ง โดยผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสถานการณ์การขนส่งสินค้าระบบใหม่ในการพัฒนาจะประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับการค้นหาเส้นทางขนส่งสินค้า ระบบฐานข้อมูลทั้งหมดที่สำคัญของการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า และกระบวนการทำงานของระบบที่พัฒนา โดยในกรณีศึกษาครั้งนี้จะประยุกต์ใช้กรรมวิธีการจัดเส้นทางขนส่งแบบ The Saving Algorithm (Clarke and Wright, 1964) นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อยืนยันถึงความสามารถและข้อดีในการนำวิธีการดังกล่าวไปปรับปรุงและใช้งาน ทั้งนี้วิธีการแก้เส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) โดยใช้วิธี The Saving Algorithm เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และสามารถเข้าใจได้ง่ายและยังเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ทำการศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ผู้ทำวิจัยจึงต้องการหาแนวทางในการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น ลดต้นทุนการขนส่งและการบริหารขององค์กรให้มีประสิทธิภาพ ค้นหาเส้นทางใหม่ๆ พัฒนาบุคคลากรให้มีระเบียบวินัยในการขนส่งสินค้า

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งของบริษัท เอกชน จำกัด เพื่อให้ระยะทางโดยรวมต่ำที่สุดโดยใช้ วิธี ฮิวริสติก
2. เพื่อพัฒนาเส้นทางขนส่งให้เหมาะสมและมีระยะทางที่สั้นที่สุด
3. เพื่อการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ โดยเน้นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการไม่แน่นอน
2. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิธีการจัดเส้นทางขนส่งแบบ The Saving Algorithm วิธีฮิวริสติก

3. เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวนลูกค้า ระยะทางไป-กลับ ปริมาณความต้องการจำนวนยานพาหนะในการขนส่งสินค้า

4. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการจัดเส้นทางที่ได้แบบใหม่กับแบบเดิม โดยดูที่ต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุดในการตัดสินใจ และสรุปผล

### ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - ลูกค้าจำนวน 5 ราย
2. ขอบเขตด้านเนื้อหาและด้านพื้นที่ สถานที่ในการรวบรวมข้อมูล
  - บริษัทกรณีตัวอย่าง บริษัท เอกชน จำกัด ตั้งอยู่ เขตลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร
  - รถหัวลากที่ใช้ในการขนส่งเป็นรถ หัวลาก 22 ล้อ สามารถขนน้ำหนักเท่ากับ 55 ลูกบาศก์เมตร
3. ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาดำเนินการ มีนาคม – สิงหาคม 2559

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### ศึกษาข้อมูลพื้นฐานบริษัท เอกชน จำกัด

บริษัท เอกชน จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่มีกิจกรรมในการขนส่ง แบบตู้คอนเทนเนอร์ ทั้ง Import และ Export จดทะเบียนก่อตั้งบริษัทเมื่อปี พ.ศ. 2550 ได้ดำเนินธุรกิจ การตรวจปล่อย สินค้า เช่น ปลาทูน่าแช่แข็ง ปลากระป๋องและสินค้าสินค้าสำเร็จรูปต่างๆ อาหารสัตว์ รวมไปถึงการขนส่งรถจักรยานยนต์ ในการขนส่งทางท่าเรือคลองเตย

### ข้อมูลการสั่งของ ของลูกค้าแต่ละราย

ตารางที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้าระยะเวลาดำเนินการ 1 มีนาคม – สิงหาคม 2559

ลูกค้า	ปริมาณการสั่งสินค้า	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค
SIAMMICHELIN -(ลูกค้าที่ 1)	557,502	67,680	100,290	102,500	98,388	86,072	102,572
WIN CHANCE FOODS -(ลูกค้าที่ 2)	431,610	50,477	38,314	62,084	220,144	27,133	33,458
THAI SUZUKI -(ลูกค้าที่ 3)	2,720,463	405,734	354,651	474,024	606,362	620,105	259,587
PAP -(ลูกค้าที่ 4)	367,232	37,201	37,475	42,486	55,408	68,397	126,265
EIYO -(ลูกค้าที่ 5)	514,318	118,286	57,982	45,164	148,549	47,980	96,357
UNITED ALUMINIUM-(ลูกค้าที่ 6)	1,391,203	184,530	140,302	187,014	357,746	171,181	350,430
รวม	5,982,328	863,908	729,014	913,272	1,486,597	1,020,868	968,669

ตารางที่ 2 แสดงระยะทางการขนส่งจากบริษัทถึงลูกค้าแต่ละราย หน่วยเป็นกิโลเมตร

บริษัท	บริษัท	ลูกค้าที่1	ลูกค้าที่2	ลูกค้าที่ 3	ลูกค้าที่4	ลูกค้าที่5	ลูกค้าที่6
	0	16	38	43	47	104	147
SIAMMICHELIN - (ลูกค้าที่ 1)	16	0					
WIN CHANCE FOODS - (ลูกค้าที่ 2)	38	36	0				
THAI SUZUKI - (ลูกค้าที่ 3)	43	58	73	0			
PAP - (ลูกค้าที่ 4)	47	23	48	52	0		
EIYO - (ลูกค้าที่ 5)	104	108	134	125	86	0	
UNITED ALUMINIUM - (ลูกค้าที่ 6)	147	142	119	124	157	217	0

### ข้อจำกัดของรถหัวลาก

1. ข้อจำกัดของหัวลากหมายถึง ข้อจำกัดซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการบรรทุกสินค้า ซึ่งสำหรับเขตพื้นที่ที่ทำการวิจัย จะใช้รถขนส่งสินค้าซึ่งเป็นรถหัวลาก

2. ข้อจำกัดด้านเวลา ได้แก่ เวลาในการทำงาน และกำหนดเวลาในการเข้าออกของการเดินรถสำหรับรถหัวลากบนทางด่วนห้ามวิ่ง เวลา 06.00-09.00น. และ15.00-21.00น. ส่วนในพื้นที่ราบนั้นจะห้ามวิ่งเวลา 06.00-10.00 และ15.00-21.00 น.

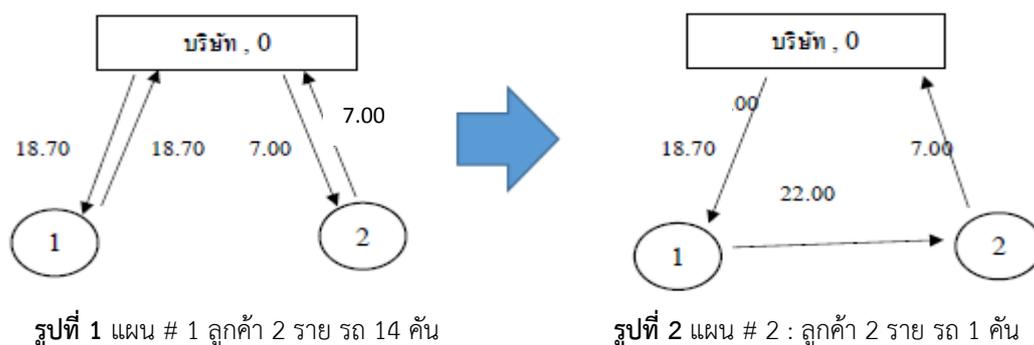
3. ข้อจำกัดด้านน้ำหนักกำหนดให้รถวิ่งพ่วง6 เพลา 22 ล้อ มีน้ำหนักรวมนดังนี้

- ระยะห่างระหว่างสลักพ่วง (King Pin) 4.50 แต่ไม่ถึง 6.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 45 ตัน
- ระยะห่างระหว่างสลักพ่วง (King Pin) 6.00 แต่ไม่ถึง 7.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 47 ตัน
- ระยะห่างระหว่าง สลักพ่วง (King Pin) 7.00 แต่ไม่ถึง 8.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 49 ตัน
- ระยะห่างระหว่าง สลักพ่วง (King Pin) 8.00 เมตรขึ้นไปน้ำหนักรวมไม่เกิน 50.5 ตัน

วิธีการจัดเส้นทางการเดินทางโดยใช่วิธี Saving Algorithm โดย Cark and Wright

การจัดเส้นทางการเดินทาง (Routing of Vehicles)

ตัวอย่าง วิธีการเปรียบเทียบการประหยัด



รูปที่ 1 ระยะทางเก่า =  $18.70 + 18.70 + 7.00 + 7.00 = 51.4$  กม.

รูปที่ 2 ประหยัดระยะทาง =  $(18.70 + 18.70 + 7.00 + 7.00) - (18.70 + 22.00 + 7.00) = 3.7$  กม.

## การจัดเส้นทางขนส่ง

ตารางที่ 3. ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม			จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
	A	B				
1,2	3,573.37	2,766.73	6,340.10	บรรทุกได้	16+38-36	18
1,3	3,573.37	17,438.86	21,012.23	บรรทุกได้	16+43-58	1
1,4	3,573.37	2,354.05	5,927.42	บรรทุกได้	16+47-23	40
1,5	3,573.37	3,296.91	6,870.28	บรรทุกได้	16+104-108	12
1,6	3,573.37	8,917.96	12,491.33	บรรทุกได้	16+147-142	21

จากตารางที่ 3 พบว่า ลูกค้าที่ 1 คู่ลูกค้าที่ 2 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 18 กม.ลูกค้าที่ 1 คู่ลูกค้าที่ 3 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 1 กม.ลูกค้าที่ 1 คู่ลูกค้าที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 40 กม.ลูกค้าที่ 1 คู่ลูกค้าที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 12 กม.ลูกค้าที่ 1 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 21 กม.

ตารางที่ 4 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม			จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
	A	B				
2,3	2,766.73	17,438.86	20,205.59	บรรทุกได้	38+43-73	8
2,4	2,766.73	2,354.05	5,120.78	บรรทุกได้	38+47-48	37
2,5	2,766.73	3,296.91	6,063.64	บรรทุกได้	38+104-134	8
2,6	2,766.73	8,917.96	11,684.69	บรรทุกได้	38+147-119	66

จากตารางที่ 4 พบว่า ลูกค้าที่ 2 คู่ลูกค้าที่ 3 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 8 กม. ลูกค้าที่ 2 คู่ลูกค้าที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 37 กม. ลูกค้าที่ 2 คู่ลูกค้าที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 8 กม. ลูกค้าที่ 2 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 66 กม.

ตารางที่ 5 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม			จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
	A	B				
3,4	17,438.86	2,354.05	19,792.91	บรรทุกได้	43+47-52	38
3,5	17,438.86	3,296.91	20,735.77	บรรทุกได้	43+104-125	22
3,6	17,438.86	8,917.96	26,356.82	บรรทุกได้	43+147-124	66

จากตารางที่ 5 พบว่า ลูกค้าที่ 3 คู่ลูกค้าที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 38 กม. ลูกค้าที่ 3 คู่ลูกค้าที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 22 กม. ลูกค้าที่ 3 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 66 กม.

ตารางที่ 6 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก บรรจุรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม			จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
	A	B				
4,5	2,354.05	3,296.91	5,650.96	บรรจุได้	47+104-86	65
4,6	2,354.05	8,917.96	11,272.01	บรรจุได้	47+147-157	37
5,6	3,296.91	8,917.96	12,214.87	บรรจุได้	104+147-217	34

จากตารางที่ 6 พบว่า ลูกค้าที่ 4 คู่ลูกค้าที่ 5 บรรจุได้ให้ค่าประหยัด 65 กม.ลูกค้าที่ 4 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรจุได้ให้ค่าประหยัด 37 กม. และ ลูกค้าที่ 5 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรจุได้ให้ค่าประหยัด 34 กม.

ตารางที่ 7 สรุปการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm

ลำดับ	คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนักบรรจุ รวมกับความจุ55,000 กิโลกรัม	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
		กิโลกรัม	กิโลกรัม			จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
		A	B				
1	2,6	2,766.73	8,917.96	11,684.69	บรรจุได้	38+147-119	66
2	3,6	17,438.86	8,917.96	26,356.82	บรรจุได้	43+147-124	66
3	4,5	2,354.05	3,296.91	5,650.96	บรรจุได้	47+104-86	65
4	1,4	3,573.37	2,354.05	5,927.42	บรรจุได้	16+47-23	40
5	3,4	17,438.86	2,354.05	19,792.91	บรรจุได้	43+47-52	38
6	2,4	2,766.73	2,354.05	5,120.78	บรรจุได้	38+47-48	37
7	4,6	2,354.05	8,917.96	11,272.01	บรรจุได้	47+147-157	37

จากตารางที่ 7 หลังจากที่ได้ทำการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm พบว่า มีเส้นทางโดยผลรวมระยะทางทั้งหมด คือ 349.00 กิโลเมตร จากข้อมูลข้างต้น ผู้ทบทวนจึงได้ทำการปรับปรุงเส้นทางใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้วิธี TSP Travelling salesman โดยเลือกเส้นทางจาก Saving Algorithm มาเพื่อหาระยะทางที่ดีที่สุด และหาค่าใช้จ่ายที่สิ้นที่สุดมาทำการจัดเส้นทางใหม่อีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธี TSP Travelling salesman

#### อภิปรายผล

##### การจัดเส้นทางการเดินทางแบบเดิม

ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณระยะทางการเดินทางแบบเดิม เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบ ระยะทางก่อนและหลังการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบเส้นทางการเดินทางแบบเดิมและแบบ Saving Algorithm ข้อมูลการเดินทางแบบเดิม

##### ตารางที่ 8 สายการเดินทางแบบเดิม

สายเดินรถที่ 1	บริษัท-ลูกค้ำที่ 1 - กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 2	บริษัท-ลูกค้ำที่ 2 - กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 3	บริษัท-ลูกค้ำที่ 3 - กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 4	บริษัท-ลูกค้ำที่ 4 - กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 5	บริษัท-ลูกค้ำที่ 5 - กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 6	บริษัท-ลูกค้ำที่ 6 - กลับบริษัท

จากตารางที่ 8 พบว่าปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาทำการจัดเส้นทางเดินรถโดย สายการเดินรถที่ 1 วิ่งไปบริษัทที่ 1 สายการเดินรถ ที่ 2 วิ่งไปบริษัทที่ 2 สายการเดินรถ ที่ 3 วิ่งไปบริษัทที่ 3 สายการเดินรถ ที่ 4 วิ่งไปบริษัทที่ 4 สายการเดินรถ ที่ 5 วิ่งไปบริษัทที่ 5 สายการเดินรถ ที่ 6 วิ่งไปบริษัทที่ 6 คำนวณระยะทางเดิม

#### ตารางที่ 9 การคำนวณระยะทางแบบเดิม

สายเดินรถ	เส้นทางเดินรถ	น้ำหนักบรรทุก/กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ระยะทางรวม/กิโลกรัม
1	บริษัท-ลูกค้ำที่ 1 - กลับบริษัท	3,573.37	16+16	32
2	บริษัท-ลูกค้ำที่ 2 - กลับบริษัท	2,766.73	38+38	76
3	บริษัท-ลูกค้ำที่ 3 - กลับบริษัท	17,438.00	43+43	86
4	บริษัท-ลูกค้ำที่ 4 - กลับบริษัท	2,354.05	47+47	94
5	บริษัท-ลูกค้ำที่ 5 - กลับบริษัท	3,296.91	104+104	208
6	บริษัท-ลูกค้ำที่ 6 - กลับบริษัท	8,917.96	147+147	294
รวม		38,347.02		790

จากตารางที่ 9 ระยะทางรวมทั้ง 6 สาย แบบเดิมได้ระยะทางรวม 790 กิโลเมตรซึ่ง เส้นทางที่ให้ระยะทางรวมมากที่สุดคือ บริษัทที่ 6 ได้ 147 กิโลเมตร บริษัทที่ 5 ได้ 104 กิโลเมตร บริษัทที่ 4 ได้ 47 กิโลเมตร บริษัทที่ 3 ได้ 43 กิโลเมตร บริษัทที่ 2 ได้ 38 กิโลเมตร บริษัทที่ 1 ได้ 16 กิโลเมตร ตามลำดับ

#### ผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบ Saving Algorithm

##### ตารางที่ 10 ผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบ Saving Algorithm

สายเดินรถที่ 1	บริษัท-ลูกค้ำที่ 1 - ลูกค้ำที่ 2 กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 2	บริษัท-ลูกค้ำที่ 3 - ลูกค้ำที่ 5 กลับบริษัท
สายเดินรถที่ 3	บริษัท-ลูกค้ำที่ 4 - ลูกค้ำที่ 6 กลับบริษัท

จากตารางที่ 10 ทำการจัดเส้นทางเดินรถใหม่ใช้วิธี Saving Algorithm จะได้สายการเดินรถใหม่สายเดินรถที่ 1 บริษัท-ลูกค้ำที่ 1 - ลูกค้ำที่ 2 กลับบริษัทสายเดินรถที่ 2 บริษัท-ลูกค้ำที่ 3 - ลูกค้ำที่ 5 กลับบริษัทสายเดินรถที่ 3 บริษัท-ลูกค้ำที่ 4 - ลูกค้ำที่ 6 กลับบริษัท

##### ตารางที่ 11 ตารางการคำนวณผลด้วยวิธี Saving Algorithm

สายเดินรถ	เส้นทางเดินรถ	น้ำหนักบรรทุก/กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ระยะทางรวม/กิโลกรัม	ระยะประหยัด
1	บริษัท-ลูกค้ำที่ 1 - ลูกค้ำที่ 2	6,340.10	16+36+38	90	18
2	บริษัท-ลูกค้ำที่ 3 - ลูกค้ำที่ 5	26,356.82	43+125+104	332	22
3	บริษัท-ลูกค้ำที่ 4 - ลูกค้ำที่ 6	11,272.01	47+157+147	351	37
รวม		43,968.93		773	77

จากตารางที่ 11 พบว่าได้ผลจากการคำนวณด้วยวิธี Saving Algorithm พบว่ามีระยะทางรวมที่ต้องเดินทาง= 773 กิโลเมตร ระยะประหยัดที่สุดคือ 77 กิโลเมตร

**ตารางที่ 12** ตารางการคำนวณน้ำมันแบบเดิม

สายการเดินรถ	บริษัทลูกค้า	ระยะทาง	ราคาน้ำมัน/ลิตร	จำนวนลิตรน้ำมันที่ใช้
สายเดินรถที่ 1	บริษัท-ลูกค้าที่ 1 - กลับบริษัท	32	25 บาท	$32 \times 25 = 800$ ลิตร
สายเดินรถที่ 2	บริษัท-ลูกค้าที่ 2 - กลับบริษัท	76	25 บาท	$76 \times 25 = 1,900$ ลิตร
สายเดินรถที่ 3	บริษัท-ลูกค้าที่ 3 - กลับบริษัท	86	25 บาท	$86 \times 25 = 2,150$ ลิตร
สายเดินรถที่ 4	บริษัท-ลูกค้าที่ 4 - กลับบริษัท	94	25 บาท	$94 \times 25 = 2,350$ ลิตร
สายเดินรถที่ 5	บริษัท-ลูกค้าที่ 5 - กลับบริษัท	208	25 บาท	$208 \times 25 = 5,200$ ลิตร
สายเดินรถที่ 6	บริษัท-ลูกค้าที่ 6 - กลับบริษัท	294	25 บาท	$294 \times 25 = 7,350$ ลิตร
<b>รวม</b>		<b>790 กิโลเมตร</b>		<b>19,750 ลิตร</b>

จากตารางที่ 12 พบว่าปัจจุบันบริษัทกรมศึกษาทำการสำรวจการใช้น้ำมันโดยสายการเดินรถที่ 1 วิ่งไปบริษัทที่ 1 ใช้น้ำมันจำนวน 800 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 2 วิ่งไปบริษัทที่ 2 ใช้น้ำมันจำนวน 1,900 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 3 วิ่งไปบริษัทที่ 3 ใช้น้ำมันจำนวน 2,150 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 4 วิ่งไปบริษัทที่ 4 ใช้น้ำมันจำนวน 2,350 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 5 วิ่งไปบริษัทที่ 5 ใช้น้ำมันจำนวน 5,200 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 6 วิ่งไปบริษัทที่ 6 ใช้น้ำมันจำนวน 7,350 ลิตร

**ตารางที่ 13** ตารางการคำนวณน้ำมันแบบ Saving Algorithm

สายเดินรถ	เส้นทางเดินรถ	ระยะทาง	ราคาน้ำมัน/ลิตร	จำนวนลิตรน้ำมันที่ใช้
1	บริษัท-ลูกค้าที่ 1 - ลูกค้าที่ 2	90	25 บาท	$90 \times 25 = 2,250$ ลิตร
2	บริษัท-ลูกค้าที่ 3 - ลูกค้าที่ 5	332	25 บาท	$332 \times 25 = 8,300$ ลิตร
3	บริษัท-ลูกค้าที่ 4 - ลูกค้าที่ 6	351	25 บาท	$351 \times 25 = 8,775$ ลิตร
<b>รวม</b>		<b>773 กิโลเมตร</b>		<b>19,325 ลิตร</b>

จากตารางที่ 13 พบว่าปัจจุบันบริษัทกรมศึกษาทำการสำรวจการใช้น้ำมันโดยสายการเดินรถที่ 1 วิ่งไปบริษัทที่ 1 ใช้น้ำมันจำนวน 800 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 2 วิ่งไปบริษัทที่ 2 ใช้น้ำมันจำนวน 1,900 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 3 วิ่งไปบริษัทที่ 3 ใช้น้ำมันจำนวน 2,150 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 4 วิ่งไปบริษัทที่ 4 ใช้น้ำมันจำนวน 2,350 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 5 วิ่งไปบริษัทที่ 5 ใช้น้ำมันจำนวน 5,200 ลิตร สายการเดินรถ ที่ 6 วิ่งไปบริษัทที่ 6 ใช้น้ำมันจำนวน 7,350 ลิตร

**ตารางที่ 14** การเปรียบเทียบการเดินรถแบบเดิมกับแบบวิธี Saving Algorithm

การเดินทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เชื้อเพลิง (ลิตร)
การเดินทางรูปแบบเดิม	790	19,750
วิธี Saving Algorithm	773	19,325
การประหยัด	17	425

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่องการใช้ระบบอิวิริสติกแก้ไขปัญหาในการจัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด โดยปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัท เอกชน จำกัด เนื่องจากต้องการจัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด ดังนั้น ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปทางทฤษฎีอิวิริสติก ซึ่งจะใช้วิธี Saving Algorithm (SA) เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบขนส่งสินค้า มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อที่จะทำให้เกิดระยะทางที่ประหยัดที่สุด

ซึ่งจะพบว่าผลที่ได้จากการนำวิธี Saving Algorithm (SA) เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบขนส่งสินค้า มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อที่จะทำให้เกิดระยะทางที่ประหยัดที่สุดนั้นมีการลดต้นทุนเกิดขึ้นจริง โดยเริ่มดำเนินการจากการจัดเส้นทางในการขนส่ง โดยจัดแบ่งลูกค้าออกเป็นกลุ่ม ตามเงื่อนไขการจำกัดช่วงเวลาในการเดินทาง ทำให้ลูกค้ามีการจัดกลุ่มอยู่ใกล้ๆกัน จะช่วยให้ปัญหาในการจัดเส้นทางมีขนาดเล็กลงทำให้การจัดโดยวิธี Saving Algorithm (SA) ทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีอิวิริสติก แบบ Saving Algorithm มาใช้ในการศึกษาแนวทางการพัฒนาการขนส่งโดยสามารถสรุปการศึกษา ได้เป็นกรณีดังนี้

การจัดเส้นทางด้วยทฤษฎีอิวิริสติก แบบ Saving Algorithm แบ่งออกเป็น 3 เส้นทาง

1. สายเดินทางที่ 1 บริษัท-ลูกค้าที่ 1 - ลูกค้าที่ 2 กลับบริษัท
2. สายเดินทางที่ 2 บริษัท-ลูกค้าที่ 3 - ลูกค้าที่ 5 กลับบริษัท
3. สายเดินทางที่ 3 บริษัท-ลูกค้าที่ 4 - ลูกค้าที่ 6 กลับบริษัท

รวมระยะทางทั้ง 3 เส้นทางจะได้ 773 กิโลเมตร

การจัดเส้นทางอย่างประหยัดแล้ววิ่งรถจาก บริษัทไปหาลูกค้าแล้วกลับมาที่บริษัทโดยมีลูกค้า 6 ราย จะมีระยะทางทั้งสิ้น 790 แต่หลังจากที่จัดเส้นทางด้วยวิธีอิวิริสติกแบบ Saving Algorithm สามารถลดระยะทางการวิ่งได้ถึง 17 กิโลเมตร และลดเชื้อเพลิงได้ 425 ลิตร การประยุกต์ทฤษฎีอิวิริสติก แบบวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมีความเหมาะสมกับการจัดระบบขนส่ง เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการขนส่ง และเชื้อเพลิงลงได้

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม ที่พัฒนาขึ้นนี้ เหมาะสำหรับผู้ประกอบการที่มีลักษณะการขนส่งสินค้าที่เป็นไปตามเงื่อนไขเวลาการเดินทางที่กฎหมายกำหนดมีรถขนส่งจำนวนหลายคันลูกค้าส่วนมากยินยอมให้มีการแบ่งแยกส่งสินค้าได้และมีกรอบเวลาในการให้บริการเป็นต้น หากผู้ประกอบการมีเงื่อนไขเพิ่มเติมจากนี้ขั้นตอนวิธีจำเป็นต้องมีการดัดแปลงไปให้เหมาะสมต่อไปสำหรับจำนวนลูกค้าที่สามารถประมวลผลได้สูงสุดในงานวิจัยนี้เนื่องด้วยข้อจำกัดของขีด

ความสามารถคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลหากผู้ประกอบการการขยายผลงานวิจัยในอนาคตมีคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นขั้นตอนนี้วิธีนี้จะสามารถประมวลผลในกรณีที่มีจำนวนลูกค้ามากกว่า 100 รายได้

### เอกสารอ้างอิง

ต้นติกร พิชญ์พิบูล และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2550). การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการขนส่งสินค้า, การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 7.

กรุงเทพมหานคร 15-16 พฤศจิกายน.

นิตาชล วิจารณ์วงษ์. 2551. การพัฒนาระบบการจัดการเส้นทางการขนส่งนมพาสเจอร์ไรส์ในโครงการอาหารเสริม(นม) ของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยการดำเนินโรงแรมเจ้าพระยา ปาร์ค จังหวัด กรุงเทพมหานคร 24-25กรกฎาคม.

นรินทร์ สมมุติ. (2551). วิธี GRASP สำหรับปัญหาการจัดการเส้นทางการขนพาหนะ. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์  
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เพชรรัตน์ หาญสกุลวัฒน์. รศ. พิภพ ลลิตาภรณ์.(2552).การจัดการเส้นทางการเดินรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง.

กรณีศึกษา บริษัท พิบูลย์ชัยน้ำพริกเผาไทยแม่ประนอม. คณะวิศวกรรมศาสตร์.กรุงเทพฯ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;

## กรณีศึกษา : แนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการเดินรถ

CASE STUDY: GUIDELINES FOR THE SOLUTIONS AND MANAGED OPERATIONS.

นราวดี สมชาติ<sup>1</sup> \* นายวิโรจน์ เกตุกาง<sup>2</sup> บุปผา แผแสง<sup>3</sup>

1,2,3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากบริษัท บริษัท นิชเซอ โลจิสติกส์ จำกัด โดย การศึกษานี้จะจัดเส้นทางโดยกลุ่มที่ 1 คือ เส้นทางภายในประเทศที่มีจุดของลูกค้าทั้งหมด 7 ราย และเป็นลูกค้าหลักของทาง บริษัท ซึ่งจะถูกจัดเส้นทางโดยใช้วิธีการสร้างราคาเพื่อหาค่าตอบเบื้องต้นและ วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม พิจารณาประกอบกับ ความสามารถในการบรรทุกได้ของรถบรรทุก 10 ล้อ คือ 23 ตัน ทำการจัดเส้นทางได้จนครบ ตามเงื่อนไขในการจำกัด ช่วงเวลาในการเดินรถ ทำให้ลูกค้ามีการจัดกลุ่มอยู่ใกล้ๆ กัน จะช่วยให้ปัญหาในการจัดเส้นทางมีขนาดเล็กลง ทำให้การจัดโดย วิธี วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดและวิธีการเดินทางของพนักงานขายทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ จะพบว่า การจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาน้ำหนักรถบรรทุก ได้ผลจากการ คำนวณด้วยวิธี วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม ให้ผลดีที่สุด โดย จากเส้นทางที่เลือก คือ บริษัท -5-2-3-4-7-6- บริษัท ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่ง คิดเป็น 1,320 บาท / วัน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 29,255.52 กิโลเมตร / เดือน โดยทั่วไปแล้ว การขนส่งกระเบื้องในกรุงเทพและปริมณฑลทางานโดยเฉลี่ย 28 วันทำการ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่ง ต่อปี คือ 658,560 บาท และระยะทางรวมทั้งสิ้น 351,066 กิโลเมตร / ปี

**คำสำคัญ:** วิธี วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด และวิธีการเดินทางของพนักงานขาย

### Abstract

The purpose of this study is to investigate and analyze data from the company. The Nizsei Logistics Limited by the study is to provide a route by which one is the domestic routes with a total customer 7 and. the main clients of the company This will be the route by means of price formation for answers and preliminary. How Saving algorithm. Coupled with the ability to lift the 10-wheel truck is 23 tonnes, the route is complete. According to limit time in public transportation. The customers are grouped around, will help the problem in routing smaller make routing and saving way to travel salesman easier and faster.

The results of this study can be found under the path of the truck. The calculation method. How Saving algorithm provides best path chosen by the company -5-2-3-4-7-6- Company shows that the average cost of transporting a 1,320 baht / day and there. a total distance of 29,255.52 km / month, typically. Transport in Bangkok tile work an average of 28 days, it can be seen that the average cost of transport per year is 658,560 baht and a total distance of 351 066 km / year.

**Keywords:** Saving Algorithm (SA), Travelling salesman (TSP)

## บทนำ

การขนส่งสินค้ามีความสำคัญสำหรับระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งนับเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่จะทำให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก ปัจจุบันการขนส่งสินค้าทางถนนยังเป็นสิ่งจำเป็นและมีผลต่อประสิทธิภาพการขนส่งระบบอื่นด้วย และแต่ละองค์กรต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับการแข่งขันทางธุรกิจที่สูง ต้นทุนในการดำเนินงานที่สูงขึ้น รวมถึงความต้องการของลูกค้าที่หลากหลาย และไม่มีขอบเขต ผู้บริโภคมีอำนาจต่อรองสูงกว่าผู้ผลิตซึ่งถือได้ว่าตลาดเป็นของผู้บริโภค ทำให้หลายๆองค์กรหันมาให้ความสนใจทางด้านโลจิสติกส์มากขึ้น

บริษัท นิซเซอ โลจิสติกส์ จำกัด ก่อตั้งเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2557 ตั้งอยู่ที่ 33/39 หมู่ที่ 2 ตำบลพิมพา อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าทางรถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่สินค้าที่ได้ทำการรับและขนส่งจะเป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับอะไหล่ยานยนต์ สินค้าที่เป็นเม็ดพลาสติก สินค้าสารเคมีต่างๆที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม อีกทั้งสินค้าทั่วไป ซึ่งในการดำเนินการของบริษัทยังมีปัญหาในการจัดสรร รถและเส้นทางต่างๆในการวิ่งรับ-ส่งสินค้าให้อยู่ในเส้นทางที่กำหนดเพื่อลดการสูญเสียระยะเวลาและ สูญเสียค่าใช้จ่าย เช่นการสูญเสียเชื้อเพลิง ค่าทางด่วน และค่าอื่นๆของพนักงานขับรถ ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มต้นทุนในการดำเนินการของบริษัท

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดสรร เส้นทางรถบรรทุกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลดต้นทุนต่างๆให้กับทางบริษัท และลดการสูญเสียโอกาสในการรับ-ส่งงานของลูกค้าที่ใช้บริการ

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด
2. เพื่อปรับปรุงเส้นทางรถขนส่งของยานพาหนะด้วยวิธีฮิวริสติก กับการจัดเส้นทางปัจจุบันของกรณีศึกษา

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ โดยเน้นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการไม่แน่นอน
2. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP)
3. เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวนลูกค้า ระยะทางไป-กลับ ปริมาณความต้องการจำนวนยานพาหนะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า
4. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการจัดเส้นทางที่ได้แบบใหม่กับแบบเดิม โดยดูที่ต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุดในการตัดสินใจ และสรุปผล

## ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - ประชากร ได้แก่ ลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าจากบริษัท นิซเซอ โลจิสติกส์ จำกัด มีลูกค้าทั้งหมดในเขตอื่นๆ
  - กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าของบริษัท นิซเซอ โลจิสติกส์ จำกัด ได้รวบรวมข้อมูลของลูกค้าที่ทำการสั่งซื้อสินค้าของบริษัทในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - พฤศจิกายน 59

## 2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยใช้วิธีฮิวริสติก (Heuristic method) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

## 3. ขอบเขตด้านพื้นที่ สถานที่ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ บริษัท นิซเซอิ โลจิสติกส์ จำกัด

## 4. ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาดำเนินการ 1 กรกฎาคม – 30 พฤศจิกายน 59

**การวิเคราะห์ข้อมูล****ข้อมูลปริมาณการวิ่งรับส่งสินค้าของลูกค้า**

การส่งสินค้าของลูกค้าในกรุงเทพฯ และปริมณฑลในเดือน กรกฎาคม – พฤศจิกายน 59 มีลูกค้าทั้งหมดในเขตที่มีการจำกัดเวลาการเดินทางขนาดใหญ่ทั้งหมด 10 ราย และมีลูกค้าทั้งหมดในเขตอื่นๆ 40 ราย ในแต่ละวัน ลูกค้าบางรายอาจจะส่งสินค้าก็ได้ และอาจไม่จำเป็นต้องส่งเท่ากันทุกวัน โดยมีเงื่อนไขต้องส่งครั้งละ 300 กิโลกรัมขึ้นไป โดยตั้งสมมติฐานว่าใช้รถหนึ่งคันต่อหนึ่งเส้นทาง และมีรถเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าทุกวัน

**ตารางที่ 1 ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละเดือนตั้งแต่ กรกฎาคม – พฤศจิกายน 59**

ทะเบียนรถ	ปริมาณการส่งสินค้า	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
70-6652	187,856	28,625	35,956	38,459	41,562	43,254
70-6653	164,365	37,521	35,620	24,030	25,632	41,562
70-6654	154,155	20,826	24,030	42,015	27,234	40,050
70-6655	169,177	30,438	35,755	27,234	35,065	40,685
70-7042	167,778	22,428	32,058	35,244	36,486	41,562
70-7023	171,729	41,562	24,030	38,145	39,582	28,410
70-5587	52,866	33,642	19,224	0	0	0

**ข้อมูลระยะทางในการขนส่ง**

ข้อมูลด้านระยะทางในการขนส่งในแต่ละเส้นทางมีความสำคัญมาก เพราะหากระยะทางคลาดเคลื่อนจะมีผลต่อการเลือกเส้นทาง ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลระยะทางจริง ซึ่งมีระยะทางไป-กลับในแต่ละเส้นทางที่ไม่เท่ากัน (Asymmetric) โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมดในเดือนจากนั้นระบุตำแหน่งของลูกค้า ผ่านทางระบบ GPS

**ตารางที่ 2 ระยะทางจากที่ตั้งของบริษัทถึงลูกค้าแต่ละราย (กิโลเมตร) ตั้งแต่ กรกฎาคม – พฤศจิกายน 59**

	บริษัท	ลูกค้าที่ 1	ลูกค้าที่ 2	ลูกค้าที่ 3	ลูกค้าที่ 4	ลูกค้าที่ 5	ลูกค้าที่ 6	ลูกค้าที่ 7
ลูกค้าที่ 1	184.00		40.23	73.12	85.45	40.15	150.20	172.00
ลูกค้าที่ 2	157.00	40.23		27.46	91.56	11.30	165.30	127.80
ลูกค้าที่ 3	171.90	73.12	27.46		26.66	37.58	123.00	109.00
ลูกค้าที่ 4	200.30	85.45	91.56	26.66		58.90	130.15	112.13
ลูกค้าที่ 5	85.30	40.15	11.30	37.58	58.90		152.40	145.31
ลูกค้าที่ 6	217.00	150.20	165.30	123.00	130.15	152.40		150.30
ลูกค้าที่ 7	197.50	172.00	127.80	109.00	112.13	145.31	150.30	

**ประเภทและความจุของรถบรรทุกใช้ขนส่ง**

บริษัทกรณีศึกษาสามารถเลือกใช้รถขนส่งรถเทลเลอร์พ่วง 18 ล้อ น้ำหนักบรรทุก 23,000 กิโลกรัม(รวมน้ำหนักของรถด้วย)

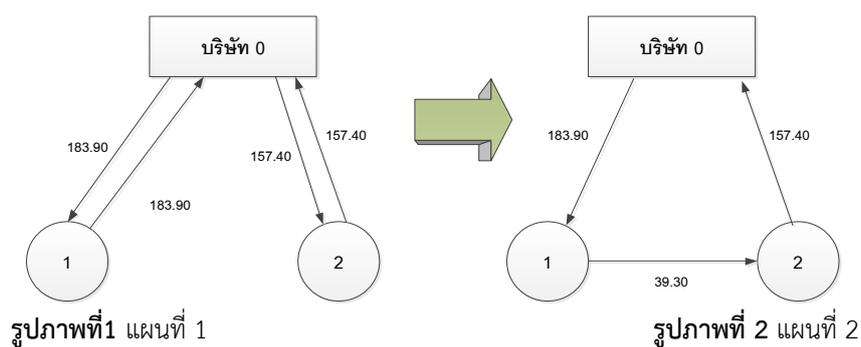
**วิธีการจัดเส้นทางเดินรถของกรณีศึกษาในปัจจุบัน**

**เส้นทางการเดินรถ**

ตามแผนภูมิแท่งโดยอ้างอิงจากตารางการปฏิบัติงาน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม - พฤศจิกายน 59 จากที่ได้ทำการศึกษาเส้นทางการวิ่งรถของบริษัท นิซเซอิลอจิสติกส์ พบว่า การวิ่งรถส่งของ ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม - พฤศจิกายน 59 พนักงานของบริษัท ขับรถส่งของตามประสบการณ์ของตนเอง บางครั้ง ทำให้การส่งของ ล่าช้า การส่งของไม่ทันเวลา การส่งของติดเวลา ทำให้เกิดค่าใช้จ่าย และต้นทุนเพิ่มขึ้น

**วิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธี Saving Algorithm โดย Clark and Wright**

**การจัดเส้นทางเดินรถ (Routing of Vehicles)**



**ตัวอย่าง**

แผน # 1 : ลูกค้า 2 ราย รถ 14 คัน

แผน # 2 : ลูกค้า 2 ราย รถ 1 คัน

น้ำหนักบรรทุก 484 + 541 = 1,025 > 820

จากแผน # 1 ไม่ต้องคำนวณระยะทางที่ประหยัดได้ เพราะว่ามีน้ำหนักบรรทุกเกิน 23,000 กก.

แผน # 1 ระยะทาง =  $183.90 + 183.90 + 157.40 + 157.40 = 682.6$  กก.

แผน # 2 ระยะทาง =  $183.90 + 39.30 + 157.40 = 380.6$  กก.

ระยะทางประหยัดจากแผนที่ 1 และ แผนที่ 2 =  $682.6 - 380.6 = 302$  กก.

**ตารางที่ 3** ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 1 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรทุกโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
1,2	3,856	3,365	7,221	บรรทุกได้	381.23
1,3	3,856	16,155	20,011	บรรทุกได้	429.02
1,4	3,856	8,177	12,033	บรรทุกได้	469.75
1,5	3,856	6,774	7,630	บรรทุกได้	309.45
1,6	3,856	10,729	14,585	บรรทุกได้	419.5
1,7	3,856	6,866	10,722	บรรทุกได้	493.5

จากตาราง ข้อมูล A 3,856 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 1 จำนวน 187,856 กก.หารด้วย น้ำหนักที่บรรทุกได้  $\frac{187,856}{2,300} = 8.17$  คัน

จากนั้น นำจำนวนที่บรรทุกเต็มคันคือ  $8 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรทุก) = 184,000 กก. แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $187,856 - 184,000 = 3,856$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรทุกเต็มคันมาใส่ในช่อง A ทั้งหมด ส่วนช่อง B คือ น้ำหนักจากเศษที่เหลือจากการบรรทุกเต็มคันของลูกค้าในแต่ละราย ตัวอย่าง 1,2 หมายถึง ลูกค้าที่ 1 กับ คู่กับ ลูกค้าที่ 2 ช่อง A คือน้ำหนักเศษของลูกค้าที่ 1 เท่ากับ 3,856 กก. ส่วนช่อง B คือน้ำหนักเศษของลูกค้าที่ 2 เท่ากับ 3,365 กก. จากนั้น นำ ช่อง A+ช่อง B จะได้ยอดรวมสินค้าเท่ากับ 7,221 กก.

ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุก ( $\leq 23,000$  กก. บรรทุกได้ ,  $> 23,000$  กก. บรรทุกไม่ได้) การคำนวณน้ำหนักบรรทุก ผู้วิจัยได้ใช้ Excel ในการคำนวณ โดยเขียนเงื่อนไข =IF(C5+D5<=23,000,"บรรทุกได้",IF(C5+D5>23,000,"บรรทุกไม่ได้")) ระยะทางที่ประหยัด จากสูตรคำนวณ เท่ากับ 381.23

**ตารางที่ 4** ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 2 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรทุกโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
2,3	3365	16155	19,520	บรรทุกได้	356.36
2,4	3365	8177	11,542	บรรทุกได้	448.49
2,5	3365	8177	10,139	บรรทุกได้	253.6
2,6	3365	10729	14,094	บรรทุกได้	539.3
2,7	3365	6866	10,231	บรรทุกได้	442.3

จากตาราง ข้อมูล A 3,365 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 2 จำนวน 164,365 กก.หารด้วย น้ำหนักที่บรรจุได้  

$$23,000 \text{ กก. จะได้ } \frac{164,365}{2,300} = 7.15 \text{ คัน}$$

จากนั้น นำจำนวนที่บรรจุได้คูณคือ  $7 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรจุ) = 161,000 กก. แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อ  
 สินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $164,365 - 161,000 = 3,365$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรจุได้คูณมาใส่ในช่อง A  
 ทั้งหมด

ตารางที่ 5 ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 3 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรจุโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
3,4	16,155	8,177	24,332	บรรจุได้	398.81
3,5	16,155	6,774	22,929	บรรจุได้	294.78
3,6	16,155	10,729	26,884	บรรจุได้	511.9
3,7	16,155	6,866	23,021	บรรจุได้	403.5

จากตาราง ข้อมูล A 16,155 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 3 จำนวน 154,155 กก.หารด้วย น้ำหนักที่บรรจุได้  

$$23,000 \text{ กก. จะได้ } \frac{154,155}{2,300} = 6.71 \text{ คัน}$$

จากนั้น นำจำนวนที่บรรจุได้คูณคือ  $6 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรจุ) = 138,000 กก. แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อ  
 สินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $154,155 - 138,000 = 16,155$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรจุได้คูณมาใส่ในช่อง A  
 ทั้งหมด

ตารางที่ 6 ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 4 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรจุโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
4,5	8,177	6,774	14,951	บรรจุได้	344.5
4,6	8,177	10,729	18,906	บรรจุได้	529.43
4,7	8,177	6,866	15,043	บรรจุได้	449.93

จากตาราง ข้อมูล A 8,177 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 4 จำนวน 169,177 กก.หารด้วย น้ำหนักที่บรรจุได้  

$$23,000 \text{ กก. จะได้ } \frac{169,177}{2,300} = 7.35 \text{ คัน}$$

จากนั้น นำจำนวนที่บรรจุได้คูณคือ  $7 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรจุ) = 161,000 แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อ  
 สินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $169,177 - 161,000 = 8,177$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรจุได้คูณมาใส่ในช่อง A ทั้งหมด

ตารางที่ 7 ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 5 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรจุทุกโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
5,6	6,774	10,729	17,503	บรรจุทุกได้	454.7
5,7	6,774	6,866	13,640	บรรจุทุกได้	368.11

จากตาราง ข้อมูล A 6,774 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 5 จำนวน 167,774 กก. ทหารด้วย น้ำหนักที่บรรจุทุกได้  $\frac{167,774}{23,000}$  กก. จะได้  $\frac{167,774}{23,000} = 7.29$  คัน  
จากนั้น นำจำนวนที่บรรจุทุกเต็มคันคือ  $7 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรจุทุก) = 161,000 แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $167,774 - 161,000 = 6,774$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรจุทุกเต็มคันมาใส่ในช่อง A ทั้งหมด

**ตารางที่ 8** ตารางการจัดส่งสินค้าลูกค้า จากลูกค้าที่ 6 ไปยังลูกค้าที่ 7

ลูกค้า	รวมปริมาณ			ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด (กิโลเมตร)
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	ยอดรวมปริมาณสินค้า	บรรจุทุกโดยเทียบ	
	A	B		กับความจุ 23,000 กิโลกรัม	
6,7	10,729	6,866	17,595	บรรจุทุกได้	504.8

จากตาราง ข้อมูล A 10,729 มาจาก น้ำหนักสินค้าของลูกค้าที่ 6 จำนวน 171,729 กก. ทหารด้วย น้ำหนักที่บรรจุทุกได้  $\frac{171,729}{23,000}$  กก. จะได้  $\frac{171,729}{23,000} = 7.46$  คัน  
จากนั้น นำจำนวนที่บรรจุทุกเต็มคันคือ  $7 \times 23,000$  (น้ำหนักบรรจุทุก) = 161,000 แล้วนำไปลบออกจากจำนวนการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าที่ 1 คือ  $171,729 - 161,000 = 10,729$  กก. เอน้ำหนักเศษที่เหลือจากการบรรจุทุกเต็มคันมาใส่ในช่อง A ทั้งหมด

**ตารางที่ 9** ตารางการจัดอันดับการเส้นทางขนส่งที่ประหยัดที่สุด ที่มาจากการใช้วิธี Saving Algorithm โดย Clark and Wright

ลำดับ	คู่ลูกค้า	น้ำหนักบรรจุทุก A	น้ำหนักบรรจุทุก B	น้ำหนักบรรจุทุก 23,00 คัน	ระยะทางที่ประหยัด
1	4,5	8,177	6,774	14,951	344.50
2	2,3	3,365	16,155	19,520	356.36
3	1,2	3,365	3,365	7,221	381.23
4	1,3	3,856	16,155	20,011	429.02
5	2,4	3,365	8,177	11,542	448.89
สรุปผลรวมระยะทาง					1960.00

จากตาราง หลังจากที่ได้ทำการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm พบว่า มีเส้นทางโดยผลรวมระยะทางทั้งหมด คือ 1,960.00 กิโลเมตร จากข้อมูลข้างต้น ผู้ทำการศึกษาก็ได้ทำการปรับปรุงเส้นทางใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ วิธี TSP Travelling salesman โดยเลือกเส้นทางจาก Saving Algorithm มาเพื่อหาระยะทางที่ดีที่สุด และหาค่าใช้จ่ายที่สิ้นที่สุดมาทำการจัดเส้นทางใหม่อีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธี TSP Travelling salesman

#### อภิปรายผล

หลังจากที่ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาข้อมูลจากบริษัทแล้วจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยการศึกษานี้จะจัดเส้นทางโดยกลุ่มที่ 1 คือ เส้นทางวงแหวนตะวันตก และถนนสุขสวัสดิ์-พระราม2 ที่มีจุดของลูกค้าทั้งหมด 7 ราย และเป็นลูกค้าหลักของทางบริษัท ซึ่งจะถูกจัดเส้นทางโดยใช้วิธีการสร้างคำตอบเบื้องต้นและ วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม พิจารณาประกอบกับความสามารถในการบรรทุกได้ของรถเทรลเลอร์ 18 ล้อ คือ 23 ตัน ทาการจัดเส้นทางได้จนครบ (1 กล่อง: 2 กิโลกรัม)

#### การประยุกต์ใช้วิธีการสร้างคำตอบเบื้องต้น

วิธีการหาคำตอบเบื้องต้นสำหรับปัญหา ผู้วิจัยเลือกใช้ทฤษฎี TSP Travelling salesman ในการค้นหาคำตอบ แสดง ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เส้นทางการขนส่งที่ประหยัดที่สุด

	เส้นทาง	ระยะทางรวม
ลูกค้า 1	0-1-5-2-3-4-6-7-0	662.04
ลูกค้า 2	0-2-5-3-1-4-7-6-0	843.88
ลูกค้า 3	0-3-4-2-5-1-7-6-0	880.9
ลูกค้า 4	0-4-3-5-1-2-7-6-0	861.34
ลูกค้า 5	0-5-2-3-1-4-7-6-0	762.06
ลูกค้า 6	0-6-3-4-1-2-5-7-0	786.45
ลูกค้า 7	0-7-3-2-5-6-1-4-0	873.61

จากตารางพบว่า ถ้าเราเริ่มต้นที่ เมืองเริ่มต้น หรือ ลูกค้า ที่ 1 จะได้ระยะทางรวมที่ สิ้นที่สุด คือ 662.04 กิโลเมตร เมื่อได้คำตอบเริ่มต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาความสามารถในการบรรทุกได้ ของรถเทลเลอร์ 18 ล้อ คือ 23 ตัน ทาการจัดเส้นทางใหม่ จนครบลูกค้าทุกราย (1 พาเลท : 1,200 กิโลกรัม) จากเส้นทางที่เลือก คือ บริษัท -1-5-2-3-4-6-7- บริษัท แสดง ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางแสดงผลการจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาน้ำหนักรถบรรทุก

เมื่อเริ่มต้น	ปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (น้ำหนัก)ตัน	ทำงานโดยเฉลี่ย 28 วันทำงาน (น้ำหนัก)/วัน	เส้นทาง	รถเทเลเลอร์ 18ล้อ			ระยะทาง รวม(กม.)
				สามารถบรรทุกได้ 1,200กิโลกรัม			
				รวม	พาทานะ	จำนวน	
ลูกค้า 5	6,774	242	บริษัท-5-2-3-บริษัท	939	เทเลเลอร์	1 คัน	295.96
ลูกค้า 2	3,365	120			พ่วง		
ลูกค้า 3	16,155	577			18ล้อ		
ลูกค้า 1	3,856	138	บริษัท-1-4-7-6-บริษัท	1058	เทเลเลอร์	1 คัน	748.88
ลูกค้า 4	8,177	292			พ่วง		
ลูกค้า 7	6,866	245			18ล้อ		
ลูกค้า 6	10,729	383					
รวม							1044.84

จากตารางที่ 11 พบว่า การจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาน้ำหนักบรรทุกทุก ได้ผลจากการคำนวณด้วยวิธี TSP Travelling salesman พบว่า สามารถแบ่งได้เป็น 2 เส้นทาง โดยเส้นทางที่ 1 คือ บริษัท-5-2-3-บริษัท และเส้นทางที่ 2 คือ บริษัท-1-4-7-6-บริษัท โดยใช้รถทั้งหมด 2 คัน / วัน และมีระยะทางรวมทั้งหมด 2 เส้นทาง คือ 1,044.84 กิโลเมตร / วัน (อธิบายเพิ่มเติม จากตารางที่ 4.2) การปรับปรุงเส้นทางขนส่ง 0-5-1-3-4-6-7-0

ตารางที่ 12 ตารางคู่ห้ามการเดินรถ

คู่ห้าม	กิโลเมตร	ระยะทาง
ห้าม 1-2		
0-1-5-2-3-4-7-6-0	769	224.23
ห้าม 1-3		
0-1-2-5-4-7-6-3-0	851.66	257.12
ห้าม 1-4		
0-5-4-7-6-3-2-1-0	781.32	269.45
ห้าม 1-5		
0-2-5-4-7-6-3-1-0	875.75	224.15
ห้าม 1-6		
0-7-6-3-2-5-1-4-0	775.46	334.2
ห้าม 1-7		
0-2-5-4-7-6-3-1-0	869.75	356
ห้าม 2-3		
0-5-4-7-6-3-1-2-0	779.98	184.46
ห้าม 2-4		
0-5-7-6-4-3-2-1-0	789.41	248.59
ห้าม 2-5		

0-1-5-4-7-6-3-2-0		852.94		168.3
ห้าม 2-6				
0-4-7-6-3-2-1-5-0		778.87		332.3
ห้าม 2-7				
0-7-6-3-5-4-2-1-0		823.1		284.8
ห้าม 3-4				
0-3-2-5-4-7-6-1-0		866.19		198.56
ห้าม 3-5				
0-2-5-4-1-7-6-3-0		929.85		209.48
ห้าม 3-6				
0-3-2-1-5-4-7-6-0		818.07		294.9
ห้าม 3-7				
0-2-3-5-4-7-6-1-0		935.17		280.9

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ห้าม 4-5				
0-4-7-6-3-5-1-2-0		860.69		259.2
ห้าม 4-6				
0-7-6-3-5-4-2-1-0		823.1		312.43
ห้าม 4-7				
0-5-7-6-3-4-2-1-0		846.39		309.3
ห้าม 5-6				
0-1-2-5-7-6-3-4-0		881.1		237.7
ห้าม 5-7				
0-2-5-4-1-7-6-3-0		929.85		230.61
ห้าม 6-7				
0-7-3-1-2-5-6-4-0		984.15		367.3

ตารางที่ 13 ตารางแสดงการเปรียบเทียบระยะทางรวมและต้นทุนในการขนส่ง

วิธีการ	ระยะทางรวม	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนการขนส่ง
	วัน / กม	ส่ง / วัน บาท	ปี / บาท
Saving Algorithm (SA)	1044.84	1,320	443,520
Travelling salesman (TSP)	1960.00	1,960	658,560
ส่วนต่าง	915.16	640	215,040

จากตารางพบว่า ถ้าหากบริษัท เลือกเส้นทางการขนส่ง โดยใช้ วิธีการ Saving Algorithm จะมีต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย คิดเป็น 1,320 บาท /วัน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,044.84 กิโลเมตร/วัน และถ้าบริษัท เลือก เส้นทางการขนส่ง โดยใช้ วิธีการ Travelling salesman (TSP) จะพบว่า ต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย คิดเป็น 1,960 บาท /วัน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,960.00 กิโลเมตร/วัน โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการคำนวณ พบว่า วิธีการ Saving Algorithm จะมีระยะทางรวมในการขนส่ง น้อยกว่า เส้นทางรวมทั้งสิ้นด้วย วิธี Travelling salesman (TSP) คิดเป็นระยะทาง 915.16 กิโลเมตร /วัน และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ที่สามารถประหยัดได้ 215,040.00 บาท/ปี

### สรุปผลการวิจัย

การจัดเส้นทางในการขนส่ง โดยจัดแบ่งลูกค้าออกเป็นกลุ่ม ตามเงื่อนไขในการจำกัดช่วงเวลาในการเดินทาง ทำให้ลูกค้ามีการจัดกลุ่มอยู่ใกล้ๆ กัน จะช่วยให้ปัญหาในการจัดเส้นทางมีขนาดเล็กลง ทำให้การจัดโดยวิธี Saving Algorithm (SA) และ Travelling salesman (TSP) ทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น และ ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ จะพบว่า การจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาหน้าหนักรถบรรทุก ได้ผลจากการคำนวณด้วยวิธี Saving Algorithm ให้ผลดีที่สุด โดย สามารถแบ่งได้เป็น 2 เส้นทาง โดยเส้นทาง 1 คือ เส้นทาง 1 คือ บริษัท-5-2-3-บริษัท เส้นทางที่ 2 คือ บริษัท-1-4-7-6-บริษัท ทั้งนี้จะเห็นว่าต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่ง คิดเป็น 1,320 บาท / วัน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,044.48 กิโลเมตร / วัน โดยทั่วไปแล้ว การขนส่งสินค้าในกรุงเทพและปริมณฑล ทำงานโดยเฉลี่ย 28 วันทำการ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่ง ต่อปี คือ 443,520 บาท และระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,044.48 กิโลเมตร / วัน จะเห็นได้ว่า การขนส่งสินค้าในกรุงเทพและปริมณฑลได้ทำการปรับปรุงเส้นทางในการขนส่ง ทุกเส้นทางของ บริษัทฯ จะสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่งในด้านนี้ได้

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. พัฒนาวิธีการจัดเส้นทางในการเดินทางที่พิจารณาข้อจำกัดในการบรรทุก ในกรณีที่มีการขนส่งสินค้าที่มีความหลากหลายหลายรูปแบบ หลายขนาด เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพให้กับการกระจายสินค้าในอนาคต
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าต่างๆ ที่มีข้อจำกัด ด้านน้ำหนักในการบรรทุกของยานพาหนะ ไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา ในการขนส่ง และปริมาณความต้องการของลูกค้ามีค่าคงที่ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัด ในกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ต้องการให้ส่งสินค้าก่อนกำหนด หรือยังไม่ต้องการให้ส่งสินค้า ทำให้เส้นทางที่จัดไว้นี้ไม่สามารถใช้ได้
3. วิธีการจัดเส้นทางในการเดินทาง ดังกล่าว ควรจะมีการปรับปรุงเส้นทางเนื่องจากวิธีการคำนวณด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบได้เร็ว ไม่ซับซ้อนมากนัก และสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่มีความแม่นยำต่ำ ควรปรับปรุงและทดลองใช้วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ เช่น วิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) การค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นต้น เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุด ในการจัดเส้นทางในการเดินทางของโรงงานกรณีศึกษา แต่ทั้งนี้ ต้องทำการศึกษาปัจจัยในหลายๆ ด้านก่อนที่จะพิจารณาดำเนินการในการตัดสินใจอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ด้านพนักงาน ด้านสภาพรถขนส่งสินค้า ระยะเวลานาน หรือ ความต้องการสินค้าของลูกค้า ฯลฯ เพื่อเป็นปัจจัยในการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการขนส่งให้เพิ่มมากขึ้น และลดต้นทุนในส่วนดังกล่าว รวมถึงการพิจารณาเทคโนโลยีด้านการจัดการขนส่งสินค้าเข้ามาใช้ในการปรับปรุงระบบการจัดการขนส่งสินค้า เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการขนส่งสินค้าในอนาคต

**เอกสารอ้างอิง**

- เพชรรัตน์ หาญสกุลวัฒน์. รศ. พิภพ ลลิตาภรณ์.(2552).การจัดเส้นทางรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง.  
กรณีศึกษา บริษัท พิบูลย์ชัยน้ำพริกเผาไทยแม่ประนอม. คณะวิศวกรรมศาสตร์.กรุงเทพฯ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;
- ตันติกร พิชญ์พิบูล และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2550). การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการ  
ขนส่งสินค้า, การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 7.  
กรุงเทพมหานคร 15-16 พฤศจิกายน.
- นิรันดร์ สมมุติ. (2551). วิธี GRASP สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์  
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- Clark, G. and J.W. Wright. Scheduling of vehicle from a central depot to a number of delivery points.  
Operation Research. 1964; 12: pp.
- Laporte G., Gendreau M., Potvin J., Semet F.Classical and modern heuristic for the VRP.  
International Transactions in Operational Research. 2000; 7: pp. 285-300.

## แนวทางการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งเพื่อหาเส้นทางที่ประหยัด

### : กรณีศึกษาบริษัท เอกชน จำกัด

GUIDELINES FOR THE APPROACH TO COMPARISON OF TRANSPORT ROUTES TO FIND AN ECONOMICAL ROUTE.

นราวดี สมชาติ<sup>1\*</sup> ดร.ภัทรารุณี แสงศิริ<sup>2</sup>

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยีโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

rc\_bsu@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. การศึกษาจัดเส้นทางการขนส่ง ชิ้นส่วน วัตถุดิบเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้รถบรรทุกที่เหมาะสม ด้วยค่าใช้จ่าย ในการขนส่งต่ำสุด 2. ปรับปรุงการจัดเส้นทางรถบรรทุกสินค้าให้เหมาะสมและมีระยะทางที่สั้นที่สุด 3. เพื่อจัดระบบการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ มีการสร้างมาตรฐานการทำงาน อย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาในเรื่องของการจัดเส้นทางและต้นทุนการขนส่ง จึงนำวิธีการ ฮิวริสติก แบบ วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด และวิธีการเดินทางของพนักงานขาย มาเปรียบเทียบเพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดและต้นทุนที่ประหยัดที่สุด

ผลที่ได้รับจากการวิจัยพบว่า การจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาน้ำหนักรถบรรทุกได้ผลจากการคำนวณด้วยวิธีการเดินทางของพนักงานขายให้ผลดีที่สุด โดยจากเส้นทางที่เลือก คือ บริษัท-5-4-1-2-3-6-บริษัท ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่งคิดเป็น 18,950 บาท/เดือน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 446 กิโลเมตร/เดือน โดยทั่วไปแล้วการขนส่งงานพิมพ์ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ทำงานโดยเฉลี่ย 26 วันทำการ จะเห็นได้ว่าการขนส่งในกรุงเทพฯ และปริมณฑลในการขนส่งทุกเส้นทางของบริษัทสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่งได้

**คำสำคัญ:** วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด, วิธีเดินทางของพนักงานขาย

#### Abstract

The purpose of this research is to study 1 transportation routing, parts, raw materials would increase the efficiency in the use of the truck is appropriate. With the cost of transport minimum 2. To improve routing cargo truck suit and the shortest distance 3. To organize delivery efficiency. Creating standard work systematically by studied the problems of routing and transport costs. The heuristic method. A method of routing and economical way to travel of the salesperson. Compared to the shortest distance and cost saving.

The results obtained from the research found. The path under the weight of the truck was the result of a calculation method of traveling salesman for the best results. The path chosen by the company -5-4-1-2-3-6- company. It can be seen that the average cost of transporting a 18 950 baht / month and a total distance of 446 kilometers / month. In general, the transportation job in Bangkok working on average 26 days to see whether the transit in Bangkok. In metropolitan transport routes, companies can reduce the cost of transport.

**Keywords:** Saving Algorithm (SA), Travelling salesman (TSP)

**บทนำ**

ในการขนส่งสินค้าของบริษัท เอกชน จำกัด ได้มีการกำหนดพื้นที่ขนส่งสินค้า การขนส่งสินค้าสามารถจัดส่งสินค้า ได้ 3 เขตพื้นที่ โดยเขตพื้นที่ที่ 1 คือ ภาคกลาง รวมได้ 7 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สมุทรสาคร เขตพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออก รวมได้ 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี เขตพื้นที่ที่ 3 ภาคตะวันตก รวมได้ 1 จังหวัด ได้แก่ ราชบุรี

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การขนส่งสินค้าไปยังบริษัทลูกค้า ในบางกรณียังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงปัญหาความไม่ปลอดภัยที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนย้ายสินค้า อย่างในกรณีการขนถ่ายสินค้า และการบรรจุสินค้าก่อนขึ้นรถหัวลากนั้นยังขาดการดูแล หรือในกรณีของการขนส่งที่ล่าช้า เช่น การจราจรติดขัด สินค้าสูญหาย การเกิดอุบัติเหตุระหว่างทาง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ปัญหาการเสียหายได้บ่อยขึ้น อาจนำไปสู่ความไม่ปลอดภัยต่อบริษัทของผู้ขนส่งและบริษัทของลูกค้าได้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาระยะทางและปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบการจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่ง เพื่อที่จะก่อให้เกิดความปลอดภัยของบริษัทลูกค้าอีกทั้งยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดเวลาในการขนส่ง โดยผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสถานการณ์การขนส่งสินค้าระบบใหม่ในการพัฒนาจะประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับการค้นหาเส้นทางขนส่งสินค้า ระบบฐานข้อมูลทั้งหมดที่สำคัญของการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า และกระบวนการทำงานของระบบที่พัฒนา โดยในกรณีศึกษาครั้งนี้จะประยุกต์ใช้กรรมวิธีการจัดเส้นทางขนส่งแบบ The Saving Algorithm (Clarke and Wright, 1964) นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อยืนยันถึงความสามารถและข้อดีในการนำวิธีการดังกล่าวไปปรับปรุงและใช้งาน ทั้งนี้วิธีการแก้เส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) โดยใช้วิธี The Saving Algorithm เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และสามารถเข้าใจได้ง่ายและยังเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ทำการศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ผู้ทำวิจัยจึงต้องการหาแนวทางในการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น ลดต้นทุนการขนส่งและการบริหารขององค์กรให้มีประสิทธิภาพ ค้นหาเส้นทางใหม่ๆ พัฒนาบุคคลากรให้มีระเบียบวินัยในการขนส่งสินค้า

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งของบริษัท เอกชน จำกัด เพื่อให้ระยะทางโดยรวมต่ำที่สุดโดยใช้ วิธี ฮิวริสติก
2. เพื่อพัฒนาเส้นทางขนส่งให้เหมาะสมและมีระยะทางที่สั้นที่สุด
3. เพื่อการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ

**วิธีดำเนินการวิจัย**

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ โดยเน้นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการไม่แน่นอน
2. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิธีการจัดเส้นทางขนส่งแบบ The Saving Algorithm วิธีฮิวริสติก
3. เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวนลูกค้า ระยะทางไป-กลับ ปริมาณความต้องการจำนวนยานพาหนะในการขนส่งสินค้า
4. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการจัดเส้นทางที่ได้แบบใหม่กับแบบเดิม โดยดูที่ต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุดในการตัดสินใจ และสรุปผล

**ขอบเขตการวิจัย**

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - ลูกค้ายี่สิบ 6 ราย เนื่องจากมีการส่งสินค้าอย่างต่อเนื่อง
2. ขอบเขตด้านเนื้อหาและด้านพื้นที่ สถานที่ในการรวบรวมข้อมูล
  - บริษัทกรณีตัวอย่าง บริษัท เอกชน จำกัด ตั้งอยู่ เขตลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร
  - รถหัวลากที่ใช้ในการขนส่งเป็นรถ หัวลาก 22 ล้อ สามารถขนน้ำหนักเท่ากับ 55 ลูกบาศก์เมตร
3. ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาดำเนินการ 1 มีนาคม – สิงหาคม 2559

**การวิเคราะห์ข้อมูล****ศึกษาข้อมูลพื้นฐานบริษัท เอกชน จำกัด**

บริษัท เอกชน จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่มีกิจกรรมในการขนส่ง แบบตู้คอนเทนเนอร์ ทั้ง Import และ Export จดทะเบียนก่อตั้งบริษัทเมื่อปี พ.ศ. 2550 ได้ดำเนินธุรกิจ การตรวจปล่อย สินค้า เช่น ปลาทูน่าแช่แข็ง ปลากระป๋องและสินค้าสำเร็จรูปต่างๆ อาหารสัตว์ รวมไปถึงการขนส่งรถจักรยานยนต์ ในการขนส่งทางท่าเรือคลองเตย

**ข้อมูลการสั่งของ ของลูกค้าแต่ละราย****ตารางที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้าระยะเวลาดำเนินการ 1 มีนาคม – สิงหาคม 2559**

ลูกค้า	ปริมาณการสั่งสินค้า	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค
SIAMMICHELIN -(ลูกค้าที่ 1)	557,502	67,680	100,290	102,500	98,388	86,072	102,572
WIN CHANCE FOODS -(ลูกค้าที่ 2)	431,610	50,477	38,314	62,084	220,144	27,133	33,458
THAI SUZUKI -(ลูกค้าที่ 3)	2,720,463	405,734	354,651	474,024	606,362	620,105	259,587
PAP -(ลูกค้าที่ 4)	367,232	37,201	37,475	42,486	55,408	68,397	126,265
EIYO -(ลูกค้าที่ 5)	514,318	118,286	57,982	45,164	148,549	47,980	96,357
UNITED ALUMINIUM -(ลูกค้าที่ 6)	1,391,203	184,530	140,302	187,014	357,746	171,181	350,430
<b>รวม</b>	<b>5,982,328</b>	<b>863,908</b>	<b>729,014</b>	<b>913,272</b>	<b>1,486,597</b>	<b>1,020,868</b>	<b>968,669</b>

**ตารางที่ 2 แสดงระยะทางการขนส่งจากบริษัทถึงลูกค้าแต่ละราย หน่วยเป็นกิโลเมตร**

บริษัท	บริษัท	ลูกค้าที่ 1	ลูกค้าที่ 2	ลูกค้าที่ 3	ลูกค้าที่ 4	ลูกค้าที่ 5	ลูกค้าที่ 6
	0	16	38	43	47	104	147
SIAMMICHELIN-ปู้เจ้าสมิงพราย(สมุทรปราการ)(ลูกค้าที่ 1)	16	0	36	58	23	108	142
WIN CHANCE FOODS - บางพลี(สมุทรปราการ)(ลูกค้าที่ 2)	38	36	0	73	48	134	119
THAI SUZUKI - รังสิต(ปทุมธานี) (ลูกค้าที่ 3)	43	58	73	0	52	125	124
PAP - นิคมลาดกระบัง(กทม.) (ลูกค้าที่ 4)	47	23	48	52	0	86	157
EIYO - รามบุรี(ลูกค้าที่ 5)	104	108	134	125	86	0	217
UNITED ALUMINIUM - ปราชินบุรี (ลูกค้าที่ 6)	147	142	119	124	157	217	0

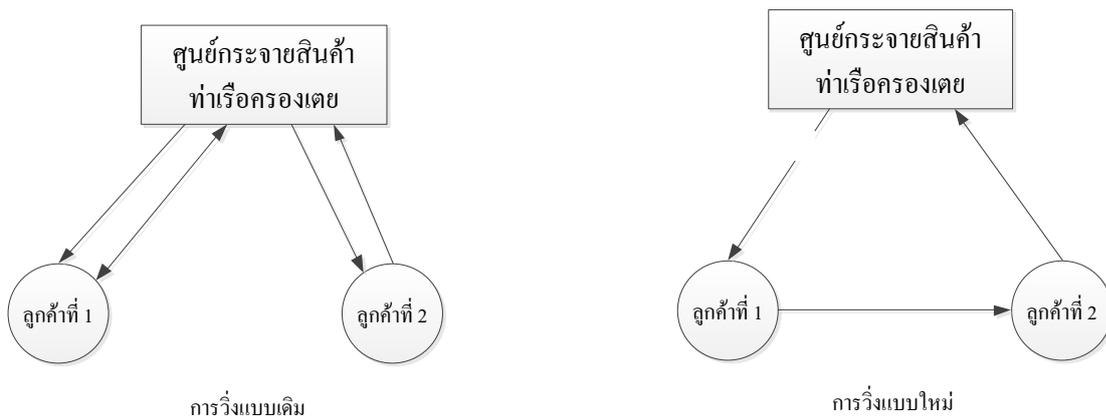
**ข้อจำกัดของรถหัวลาก**

- ข้อจำกัดของหัวลากหมายถึง ข้อจำกัดซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการบรรทุกสินค้า ซึ่งสำหรับเขตพื้นที่ที่ทำการวิจัย จะใช้รถขนส่งสินค้าซึ่งเป็นรถหัวลาก
- ข้อจำกัดด้านเวลา ได้แก่ เวลาในการทำงาน และกำหนดเวลาในการเข้าออกของการเดินทางสำหรับรถหัวลากบนทางด่วนห้ามวิ่ง เวลา 06.00-09.00น. และ15.00-21.00น. ส่วนในพื้นที่ราบนั้นจะห้ามวิ่งเวลา 06.00-10.00 และ15.00-21.00น.
- ข้อจำกัดด้านน้ำหนักกำหนดให้รถวิ่งพ่วง6 เพลา 22 ล้อ มีน้ำหนักรวมดังนี้
  - ระยะห่างระหว่างสลักพ่วง (King Pin) 4.50 แต่ไม่ถึง 6.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 45 ตัน
  - ระยะห่างระหว่างสลักพ่วง (King Pin) 6.00 แต่ไม่ถึง 7.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 47 ตัน
  - ระยะห่างระหว่าง สลักพ่วง (King Pin) 7.00 แต่ไม่ถึง 8.00 เมตรน้ำหนักรวมไม่เกิน 49 ตัน
  - ระยะห่างระหว่าง สลักพ่วง (King Pin) 8.00 เมตรขึ้นไปน้ำหนักรวมไม่เกิน 50.5 ตัน

**วิธีการจัดเส้นทางการเดินทางโดยใช้วิธี Saving Algorithm โดย Clark and Wright**

**การจัดเส้นทางการเดินทาง (Routing of Vehicles)**

**ตัวอย่าง วิธีการเปรียบเทียบการประหยัด**



**การจัดเส้นทางขนส่ง**

**ตารางที่ 3.** ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม		บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
	A	B				
1,2	3,573.37	2,766.73	6,340.10	บรรทุกได้	16+36+38	90
1,3	3,573.37	17,438.86	21,012.23	บรรทุกได้	16+58+43	117
1,4	3,573.37	2,354.05	5,927.42	บรรทุกได้	16+23+47	86
1,5	3,573.37	3,296.91	6,870.28	บรรทุกได้	16+108+104	228
1,6	3,573.37	8,917.96	12,491.33	บรรทุกได้	16+142+147	305

จากตารางที่ 3 พบว่า ลูกค้ำที่ 1 คู่ลูกค้ำที่ 2 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 90 กม. ลูกค้ำที่ 1 คู่ลูกค้ำที่ 3 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 117 กม. ลูกค้ำที่ 1 คู่ลูกค้ำที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 86 กม. ลูกค้ำที่ 1 คู่ลูกค้ำที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 228 กม. ลูกค้ำที่ 1 คู่ลูกค้ำที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 305 กม.

ตารางที่ 4 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้ำ	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด/กม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม		บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ประหยัด / กม
	A	B				
2,3	2,766.73	17,438.86	20,205.59	บรรทุกได้	38+43+73	154
2,4	2,766.73	2,354.05	5,120.78	บรรทุกได้	38+47+48	133
2,5	2,766.73	3,296.91	6,063.64	บรรทุกได้	38+104+134	276
2,6	2,766.73	8,917.96	11,684.69	บรรทุกได้	38+147+119	304

จากตารางที่ 4 พบว่า ลูกค้ำที่ 2 คู่ลูกค้ำที่ 3 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 154 กม. ลูกค้ำที่ 2 คู่ลูกค้ำที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 133 กม. ลูกค้ำที่ 2 คู่ลูกค้ำที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 276 กม. ลูกค้ำที่ 2 คู่ลูกค้ำที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 304 กม.

ตารางที่ 5 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้ำ	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด/กม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม		บรรทุกรวม กับความจุ 55,000 กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ประหยัด / กม
	A	B				
3,4	17,438.86	2,354.05	19,792.91	บรรทุกได้	43+47+52	142
3,5	17,438.86	3,296.91	20,735.77	บรรทุกได้	43+104+125	272
3,6	17,438.86	8,917.96	26,356.82	บรรทุกได้	43+147+124	314

จากตารางที่ 5 พบว่า ลูกค้ำที่ 3 คู่ลูกค้ำที่ 4 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 142 กม. ลูกค้ำที่ 3 คู่ลูกค้ำที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 272 กม. ลูกค้ำที่ 3 คู่ลูกค้ำที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 314 กม. ตารางที่ 6 ตารางคำนวณหาค่า Saving

ตารางที่ 6 ตารางคำนวณหาค่า Saving

คู่ลูกค้ำ	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด/กม	
	กิโลกรัม	กิโลกรัม		บรรทุกรวมกับความจุ 55,000 กิโลกรัม	คำนวณระยะทาง	ประหยัด / กม
	A	B				
4,5	2,354.05	3,296.91	5,650.96	บรรทุกได้	47+104+86	237
4,6	2,354.05	8,917.96	11,272.01	บรรทุกได้	47+147+157	351
5,6	3,296.91	8,917.96	12,214.87	บรรทุกได้	104+147+217	468

จากตารางที่ 3.6 พบว่า ลูกค้าที่ 4 คู่ลูกค้าที่ 5 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 237 กม. ลูกค้าที่ 4 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 351 กม. และ ลูกค้าที่ 5 คู่ลูกค้าที่ 6 บรรทุกได้ให้ค่าประหยัด 468 กม.

ตารางที่ 7 สรุปการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm

ลำดับ	คู่ลูกค้า	รวมปริมาณ		รวมยอด	ตรวจสอบน้ำหนัก	ระยะทางที่ประหยัด/ก.ม	
		กิโลกรัม	กิโลกรัม		บรรทุกรวม	จำนวนระยะทาง	ประหยัด / ก.ม
		1	2		กับความจุ 55,000 กิโลกรัม		
1	1,4	3,573.37	2,354.05	5,927.42	บรรทุกได้	16+23+47	86
2	2,4	2,766.73	2,354.05	5,120.78	บรรทุกได้	38+47+48	133
3	3,4	17,438.86	2,354.05	19,792.91	บรรทุกได้	43+47+52	142
4	4,5	2,354.05	3,296.91	5,650.96	บรรทุกได้	47+104+86	237
5	5,6	3,296.91	8,917.96	12,214.87	บรรทุกได้	104+147+217	468
					<b>รวมระยะทางที่ประหยัด</b>		<b>1066</b>

จากตารางที่ 7 หลังจากที่ได้ทำการจัดเส้นทางด้วยวิธี saving พบว่า มีเส้นทางโดยผลรวมระยะทางทั้งหมด คือ 1066.00 กิโลเมตร จากข้อมูลข้างต้น ผู้ทำการศึกษาจึงได้ทำการปรับปรุงเส้นทางใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ วิธี TSP Travelling salesman โดยเลือกเส้นทางจาก Saving มาเพื่อหาระยะทางที่ดีที่สุด และหาค่าใช้จ่ายที่สั้นที่สุดมาทำการจัดเส้นทางใหม่อีกครั้งเพื่อนามาเปรียบเทียบกับวิธี TSP Travelling salesman

#### อภิปรายผล

หลังจากที่ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาข้อมูลจากบริษัท เอกชนขนส่ง ที่รับขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายต่างๆ ใน 5 จังหวัด ซึ่งในปัจจุบันทางบริษัท เอกชนขนส่ง จำกัดได้มีวิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่จุดลูกค้าที่ยกตัวอย่างมา 5 ราย และเป็นลูกค้าหลักของบริษัท ซึ่งจะถูกรวบรวมเส้นทางโดยใช้วิธีการสร้างคำตอบเบื้องต้น และวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึมพิจารณาเปรียบเทียบกับวิธีเดินทางของพนักงานขาย เพื่อหาระยะทางที่ประหยัดที่สุด

#### การประยุกต์ใช้วิธีการสร้างคำตอบเบื้องต้น

วิธีการหาคำตอบเบื้องต้นสำหรับปัญหา ผู้วิจัยเลือกใช้ทฤษฎี TSP Travelling salesman ในการค้นหาคำตอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เส้นทางขนส่งที่ประหยัดที่สุด

เมืองเริ่มต้น	เส้นทาง	ระยะทางรวม
ลูกค้าที่ 1	0-1-4-3-2-6-5-0	496
ลูกค้าที่ 2	0-2-1-4-3-6-5-0	490
ลูกค้าที่ 3	0-3-4-1-2-6-5-0	490
ลูกค้าที่ 4	0-4-1-2-3-6-5-0	520
ลูกค้าที่ 5	0-5-4-1-2-3-6-0	446
ลูกค้าที่ 6	0-6-3-4-1-2-5-0	516

จากตารางที่ 1 พบว่า ถ้าเราเริ่มต้นที่เมืองเริ่มต้น หรือ ลูกค้ำที่ 5 จะได้ระยะทางรวมที่สั้นที่สุด คือ 446 กิโลเมตร เมื่อได้คำตอบเริ่มต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาความสามารถในการบรรทุกได้ และทำการจัดเส้นทางใหม่ จนครบลูกค้ำทุกราย จากเส้นทางที่เลือก คือ บริษัท-5-4-1-2-3-6-บริษัท

ตัวอย่างการคำนวณ เส้นทางที่ประหยัดที่สุด บริษัท-5-4-1-2-3-6-บริษัท

- 1.เดินจากบริษัทไปลูกค้ำที่ 5
- 2.เดินไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุดจากลูกค้ำปัจจุบัน ( ลูกค้ำที่เดินผ่านมาแล้วให้ตัดออกไม่นำมารวมในการคำนวณ)
- 3.ดำเนินตามข้อ 2 จนกระทั่งทุกลูกค้ำถูกเดินทางผ่าน
- 4.เชื่อมเส้นทางจากลูกค้ำไปบริษัท
- 5.คำนวณระยะทางรวมทั้งหมด

**ขั้นตอนที่ 1** เริ่มเดินทางจากบริษัท ไปยังลูกค้ำที่ 5 มีระยะทาง 104 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 2** เดินทางจากลูกค้ำที่ 5 ไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุด คือลูกค้ำที่ 4 มีระยะทาง 86 กิโลเมตร  
ระยะทางรวม 190 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 3 ครั้งที่ 1** เดินทางจากลูกค้ำที่ 4 ไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุดคือลูกค้ำที่ 1 มีระยะทาง 23 กิโลเมตร มีระยะทางรวม 213 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 3 ครั้งที่ 2** เดินทางจากลูกค้ำที่ 1 ไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุดคือลูกค้ำที่ 2 มีระยะทาง 36 กิโลเมตร มีระยะทางรวม 249 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 3 ครั้งที่ 3** เดินทางจากลูกค้ำที่ 2 ไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุดคือลูกค้ำที่ 3 มีระยะทาง 73 กิโลเมตร มีระยะทางรวม 322 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 3 ครั้งที่ 4** เดินทางจากลูกค้ำที่ 3 ไปลูกค้ำที่ใกล้ที่สุดคือลูกค้ำที่ 6 มีระยะทาง 124 กิโลเมตร มีระยะทางรวม 446 กิโลเมตร

**ขั้นตอนที่ 4** คำนวณระยะทาง ของเส้นทางทั้งหมด 446 กิโลเมตร บริษัท-5-4-1-2-3-6-บริษัท

ตารางที่ 2 ต้นทุนในการขนส่ง \*ค่าแรงพนักงาน 26วัน/เดือน

รายการ	น้ำมันดีเซล	ค่าแรงพนักงาน
	1/ลิตร	1/วัน
ค่าน้ำมันดีเซล	25	-
ค่าแรงพนักงาน	-	300

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบระยะทางรวม และต้นทุนในการขนส่ง

วิธีการ	ระยะทางรวม	ต้นทุนการขนส่ง
	เดือน/กม.	เดือน/บาท
Saving Algorithm (SA)	1066	34,450.00
Travelling salesman (TSP)	446	18,950.00
ส่วนต่าง	620	15,500.00

จากตารางพบว่า ถ้าบริษัทเลือกเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการ Saving Algorithm (SA) จะมีต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย คิดเป็น 34,450 บาท/เดือน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1066 กิโลเมตร/เดือน และถ้าบริษัทเลือกเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการ Travelling salesman (TSP) จะพบว่าต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย คิดเป็น 18,950 บาท/เดือน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 446 กิโลเมตร/เดือน โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการคำนวณ พบว่า วิธีการ Travelling salesman (TSP) จะมีระยะทางรวมในการขนส่งน้อยกว่า เส้นทางการที่คิดด้วยวิธีการ Saving Algorithm (SA) คิดเป็นระยะทาง 620 กิโลเมตร และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สามารถประหยัดได้ 15,500 บาท/เดือน

#### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่องการใช้ระบบฮิวริสติกแก้ไขปัญหาในการจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดโดยคำนึงถึงต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด โดยปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัท เอกชนขนส่ง จำกัด เนื่องจากต้องการจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปทางทฤษฎีฮิวริสติก ซึ่งจะใช้วิธี Saving Algorithm (SA) เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบขนส่งสินค้า และจะนำวิธี Travelling salesman (TSP) มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อที่จะทำให้เกิดระยะทางที่ประหยัดที่สุด

#### สรุปผลการวิจัย

การจัดเส้นทางในการขนส่ง โดยจัดแบ่งลูกค้าออกเป็นกลุ่ม ตามเงื่อนไขการจำกัดช่วงเวลาในการเดินทาง ทำให้ลูกค้ามีการจัดกลุ่มอยู่ใกล้ๆกัน จะช่วยให้ปัญหาในการจัดเส้นทางมีขนาดเล็กลงทำให้การจัดโดยวิธี Saving Algorithm (SA) และ Travelling salesman (TSP) ทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

การจัดเส้นทางภายใต้กรอบการพิจารณาน้ำหนักรถบรรทุกได้ผลจากการคำนวณด้วยวิธี Travelling salesman (TSP) ให้ผลดีที่สุด โดยจากเส้นทางที่เลือก คือ บริษัท-5-4-1-2-3-6-บริษัท ทั้งนี้จะเห็นว่าต้นทุนเฉลี่ยในการขนส่งคิดเป็น 18,950 บาท/เดือน และมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 446 กิโลเมตร/เดือน โดยทั่วไปแล้วการขนส่งงานพิมพ์ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ทำงานโดยเฉลี่ย 26 วันทำการ จะเห็นได้ว่าการขนส่งในกรุงเทพฯ และปริมณฑลในการขนส่งทุกเส้นทางของบริษัทสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่งได้ แต่ทั้งนี้ต้องศึกษาปัจจัยในหลายๆด้าน ก่อนที่จะพิจารณาดำเนินการในการตัดสินใจอื่นๆ เช่น ด้านพนักงาน ด้านสภาพรถขนส่งสินค้า ระยะเวลา หรือความต้องการของลูกค้า ฯลฯ เพื่อเป็นปัจจัยในการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการขนส่งให้เพิ่มมากขึ้น และลดต้นทุนในส่วนดังกล่าว รวมถึงการพิจารณานำเทคโนโลยีด้านการจัดการขนส่งสินค้าเข้ามาใช้ในการปรับปรุงระบบการจัดการขนส่งสินค้า เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการขนส่งสินค้าในอนาคต

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

วิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าดังกล่าว ควรจะมีการปรับปรุงเส้นทางเนื่องจากวิธีการคำนวณด้วยวิธี Saving Algorithm (SA) เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบได้เร็ว ไม่ซับซ้อนมากนัก ควรปรับปรุงและทดลองใช้วิธีแทรกลูกค้ารายที่ใกล้ที่สุด (Nearest Insertion Heuristic) วิธีการสลับเปลี่ยนตำแหน่งลูกค้า (Swap) วิธีฮิวริสติก 2-opt วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นต้น เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุด ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า บริษัทกรณีศึกษา

สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าต่างๆ ที่มีข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการบรรทุกของยานพาหนะ ไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง และปริมาณความต้องการของลูกค้ามีค่าคงที่ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ต้องการให้ส่งสินค้าก่อนกำหนด หรือยังไม่ต้องการให้ส่งสินค้า ทำให้เส้นทางที่จัดไว้นี้ไม่สามารถใช้ได้

### เอกสารอ้างอิง

ชยธัช เพื่อกสำรวจ. 2546. ฮิวริสติกสำหรับปัญหาเรื่องการเดินทางของพนักงานขายที่มีทั้งรับและส่งมอบสินค้า.

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตันติกร พิชญ์พิบูล และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. 2550. การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการขนส่งสินค้า, การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร 15-16 พฤศจิกายน.

นิตาชล วิจารย์วงศ์. 2551. การพัฒนาระบบการจัดเส้นทางขนส่งนมพาสเจอร์ไรส์ในโครงการอาหารเสริม(นม) ของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยการดำเนินโรงแรมเจ้าพระยา ปาร์ค จังหวัด กรุงเทพมหานคร 24-25กรกฎาคม.

## การพัฒนาและออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า

### DEVELOPMENT AND DESIGN OF ALUMINUM COMPRESSION CANS ELECTRICAL SYSTEM

ณัฐภา พิมพากรณ<sup>1</sup> ศุภโชค เสมศรี<sup>2</sup> วันทนา สุขอนุเคราะห์ เพียร โตท่าโรง ดุษฎี แฉขุนทด<sup>3</sup>

พิเชษฐ์ ไพรินทร์<sup>4</sup> และ ไพศาล คันธศร<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<sup>3,4,5</sup>บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

E-mail rc\_bsu@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพในการบีบอัดกระป๋องวิธีดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบเครื่อง และเลือกวัสดุ จึงออกแบบเครื่องเป็นแบบ มอเตอร์ ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต 1 เฟส ใช้งานโดยสับสะพานไฟ เพื่อเปิดและปิดระบบ ตัวเครื่องใช้โครงสร้างเป็นเหล็ก โดยกำหนดขนาด มอเตอร์ ½ แรงม้าเป็นต้นกำลัง โดยมีสายพานและ มู่เล่เป็นตัวส่งกำลัง และออกแบบให้เครื่องสามารถบีบอัดกระป๋องได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร x ความยาว 145 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 135 มิลลิเมตร และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร โดยทำอัตราการบีบอัดได้ 60 กระป๋องต่อนาที และสามารถบีบอัดกระป๋องได้ 3 ขนาดในเวลาเดียวกันจะสามารถทำการบีบอัดได้ประสิทธิภาพสูง การคำนวณค่าการทำงานของเครื่อง ดังนี้ การคำนวณหาแรงบิด ได้เท่ากับ 7.00434 N. m. การรัศมีของ งานหมุน ได้เท่ากับ 0.0875 m. คำนวณหากำลังมอเตอร์ เท่ากับ 55.012 หรือ 0.055 Kw. จึงเลือกมอเตอร์ 0.37 Kw. > 0.055 Kw. การคำนวณแรงที่กระทำกับกระป๋องได้เท่ากับ  $F = 4 * 0.55 = 2.2$  N. การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และอัตราการคำนวณหาอัตราการส่งถ่าย  $N1 = 1450$  รอบต่อนาที. (มอเตอร์)  $N2$  จะได้  $3/12 (1450) = 362$  รอบต่อนาที  $N3$  จะได้  $4.5/12 (362) = 135.75$  รอบต่อนาที และหาอัตราทดสุดท้าย  $d6$  จะได้  $135.75/60 (3) = 6.7$

ผลการวิจัย พบว่า ระบบการทำงานของเครื่อง และ วงจรต่างๆภายในเครื่อง สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถอัดกระป๋องทั้ง 3 ขนาดได้ในอัตรา 60 กระป๋องต่อนาที ส่วนค่าเฉลี่ยในการยุบตัวของกระป๋อง ดังนี้ 30 มิลลิเมตร 50 มิลลิเมตร และ 45 มิลลิเมตร และการอัดกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร กับกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร x ความยาว 145 มิลลิเมตร พร้อมกัน 2 ช่อง สามารถอัดได้เท่ากับ 120 กระป๋องต่อนาที ทั้งนี้เครื่องนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการจับเก็บ สามารถลดความเมื่อยล้าจากการใช้แรงคนเหยียบแบบเดิมได้ รวมถึงการพัฒนาของเครื่องสามารถบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมได้ตามขนาดที่นิยมในท้องตลาดด้วย สรุปได้ว่าการใช้เครื่องนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และต่อยอดเพื่อพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมได้

**คำสำคัญ** : เครื่องบีบอัดกระป๋อง , อลูมิเนียม , ระบบไฟฟ้า

#### Abstract

This research purpose To develop a compressor aluminum cans electrical systems to be effective in compressing cans. How to conduct research by studying theories and related information in

machine design. And select the material, The design of the machine is a 220 volt electric 50 Hz 1 phase for turn on and off, The structure of the machine is steel, the size of the motor ½ horsepower, power. With belt and Flywheel, And designed to be able to compress the cans in three sizes is 55 mm diameter x 145 mm length. Diameter is 50 mm x 135 mm in length and 70 mm in diameter x 115 mm in length. 60 decks per minute And it can compress 3 cans at the same time, it can compress high performance. The calculation of the operation of the machine. The torque calculation is 7.00434 N. m. The radius of the rotary plate is 0.0875 m. Calculate the motor power equals 55. 012 or 0.055 Kw. Select motor 0.37 Kw.> 0.055 Kw. Calculating the force acting on the can is  $F = 4 \times 0.55 = 2.2$  N. Calculating the transmission power of the belt. The belt speed. (Motor)  $N_2$  will be  $3/12 (1450) = 362$  rpm.  $N_3$  will be  $4.5 / 12 (362) = 135.75$  rpm and the final ratio  $d_6$  will be  $135.75 / 60 (3) = 6.7$

The results that the system of the machine and circuits in the machine. Can work as designed. Can pack 3 sizes at 60 cans per minute. The mean values of canned collapses were 30 mm, 50 mm and 45 mm. And aluminum cans size. Diameter 70 mm x 115 mm length with aluminum cans Dimensions Diameter is 55 mm x 145 mm. At the same time. 2 slots can be compressed to 120 cans per minute. This machine will improve storage management efficiency. Can reduce fatigue from the use of pedal force. The development of the machine can compress aluminum cans according to the popular size in the market. It can be concluded that the use of this machine can improve the performance of the purpose of research. And to develop for industry.

**Keywords:** canned compressor, aluminum, electrical system

## บทนำ

ความนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มบรรจุกระป๋องมีมาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีปริมาณกระป๋องที่กลายเป็นขยะมีจำนวนมากขึ้นไปด้วย แต่ทั้งนี้กระป๋องดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้มีอาชีพรับซื้อของเก่าเพื่อนำไปส่งให้กับโรงงานหลอมกระป๋อง โดยกลุ่มของผู้ประกอบการรับซื้อของเก่าจะมีความต้องการรับซื้อหลากหลาย โดยรับซื้อเฉพาะบางรายการ เช่น รับซื้อกระดาด รับซื้อเศษเหล็ก รวมถึงกระป๋องเครื่องดื่ม เป็นต้น ในการดำเนินการธุรกิจนี้จะเห็นว่ามีความเชื่อมโยงหลายด้าน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยแนวโน้มทางเศรษฐกิจจะกล่าวในเรื่องของโซ่อุปทาน ของการคัดแยกขยะ โดยขยะที่เป็นที่นิยมในการนำมารีไซเคิลได้แก่ กระป๋องเครื่องดื่มที่เป็นอะลูมิเนียมซึ่งจะสามารถนำมาผลิตใหม่ได้หลายครั้ง เมื่อกระป๋องถูกส่งเข้าสู่โรงงานจะบดเป็นชิ้นเล็กๆแล้วหลอมให้เป็นแท่งแข็ง จากนั้นนำไปรีดให้เป็นแผ่นบาง เพื่อส่งต่อไปยังโรงงานผลิตกระป๋องเพื่อผลิตกระป๋องใหม่ ในขณะที่ปริมาณความต้องการมีจำนวนมาก เรื่องของพื้นที่ในการจัดเก็บจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทำให้ต้องทำการจัดการวัสดุให้มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งกระป๋องน้ำอัดลมอะลูมิเนียมนั้นสามารถจัดการให้เล็กเพื่อให้สามารถจัดเก็บได้เป็นปริมาณมากๆโดยวิธีการบีบอัดให้เล็กลง หรือ ให้ราบ แบน มากที่สุดก่อนที่จะส่งถึงร้านขายของเก่า แหล่งที่มาของกระป๋องน้ำอัดลมอะลูมิเนียมมาจากหลายแหล่ง อาทิเช่น ร้านขายของชำ โรงงานอุตสาหกรรม โรงเรียน บ้านเรือน สถานีขนส่ง ป้ายรถเมล์ ห้างสรรพสินค้า ตลาดสด เป็นต้น จะเห็นว่าที่มาของขยะประเภท กระป๋องอะลูมิเนียมมีมาก ซึ่งกลุ่มผู้ที่นำกระป๋องเหล่านั้นมาขาย ส่วนใหญ่จะเป็นบุคคลทั่วไป จนถึงการรับซื้อกันเป็นธุรกิจ แต่วิธีการในการจัดส่งเหมือนกันคือการบีบอัดกระป๋องให้แบนราบ โดยใช้แรงกดของเท้า ซึ่งวิธีการดังกล่าว ไม่สะดวกและมีข้อเสีย ทำให้เกิด

การเมื่อล้าของร่างกาย เสียเวลาในการเหยียบที่ละกระป๋อง รวมถึงจะต้องเสียพื้นที่ในการจัดเก็บกระป๋องในกรณีจัดการกับกระป๋องดังกล่าวไม่หมดในครั้งเดียว ซึ่งจัดว่าเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ทำอาชีพเก็บกระป๋องป้อนให้ร้านขายของเก่าโดยตรง หรือร้านค้าทั่วไปที่มีกระป๋องที่เป็นขยะเหล่านี้จำนวนมาก ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะสร้างเครื่องบีบอัดกระป๋องขึ้นมาเพื่อจะช่วยให้การบีบอัดกระป๋องทำได้สะดวกขึ้น ใช้เวลาน้อยลง โดยเครื่องบีบอัดกระป๋องนี้จะสามารถบีบอัดกระป๋องได้ 3 ขนาดที่เป็นมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่ และ เป็นที่นิยมกันในท้องตลาด ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดกระป๋องให้เหมาะสมกับการใช้งานในสถานการณ์ปัจจุบัน

### วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาเครื่องบีบอัดกระป๋องอูมิเนียมระบบไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพในการบีบอัดกระป๋อง 3 ขนาด

### การทบทวนวรรณกรรม

การสันสะเทือน คือ การสั่นหรือการแกว่งของวัตถุหรือชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับจุดที่ใช้อ้างอิงรูปแบบของการสันสะเทือน การสันสะเทือนนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกันตามลักษณะและองค์ประกอบ คือ การสันสะเทือนโดยอิสระ การสันสะเทือนแบบขบกันหรือเคลื่อนที่ผ่าน และการสันสะเทือนจากแรงเสียดทาน

ความเค้นความเครียด ในการออกแบบโครงสร้างหรือชิ้นส่วนเครื่องมือกลต่าง ๆ นั้น จะต้องพิจารณา 2 อย่าง ได้แก่ ชิ้นส่วนมีความแข็งแรงพอที่จะรับแรงที่มากระทำหรือไม่ และชิ้นส่วนมีความแข็งแรงพอที่จะไม่เปลี่ยนแปลงขนาดมากเกินไปหรือไม่ ในวิชากลศาสตร์ จะพิจารณาในวัตถุโดยไม่ได้นับถึงขนาดการเปลี่ยนแปลงไป แต่ในเรื่องความแข็งแรงของวัสดุ จะต้องพิจารณาทั้งสองอย่างรวมถึงความสัมพันธ์ด้วย ดังนี้

1. ความเค้น หมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมทางปฏิบัติ และความยากในการวัดหาค่านี้ จึงมักจะพูดถึงความเค้นในรูปของแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ด้วยเหตุผลที่ว่าแรงกระทำภายนอกมีความสมดุลกับแรงต้านทานภายใน การหาค่าความเค้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ โดยทั่วไปความเค้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ

2. ความเครียด คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุ (Deformation) ซึ่งเมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำ (เกิดความเค้น) จะเกิดการเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจะใช้เส้นโค้งความเค้น-ความเครียด ซึ่งได้จากการทดสอบแรงดึงเป็นหลัก โดยจะพลอตค่าของความเค้นในแกนตั้งและความเครียดในแกนนอน ในการทดสอบแรงดึง นอกจากจะให้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดแล้ว ยังจะแสดงความสามารถในการรับแรงดึงของวัสดุ ความเปราะ และเหนียวของวัสดุ และบางครั้งอาจใช้บอกความสามารถในการขึ้นรูปของวัสดุได้ด้วย

### มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง มอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือโรเตอร์ ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆ สเตเตอร์ เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า

ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปด้วยกับตัวนำที่เป็นวงจรรปิดหรือขดลวดกรงกระบอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ก็จะทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนำไปใช้ภาระที่ต้องการหมุนได้ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การคำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์คือ เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้  $F$  นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลลาที่ทำให้เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ  $n$  รอบต่อนาที ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบสามารถคำนวณหาได้ ดังแสดงในสมการที่ 1 ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่

$$S = 2\pi r \quad \text{..... (1)}$$

การคำนวณหางานในการหมุนเพลลา 1 รอบ คำนวณหาได้ ดังแสดงในสมการที่ 2 สมการที่ใช้คำนวณหางาน

$$W_F = F \times 2\pi r \quad \text{.....(2)}$$

การคำนวณหางานในขณะที่เพลลานั้นกระทำต่อวินาที ขณะที่เพลลาหมุน  $n$  รอบต่อนาที สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 3 ใช้ในการคำนวณหางานที่เพลลากระทำต่อวินาที

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad \text{.....(3)}$$

การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณหาได้ ดังที่แสดงในสมการที่ 4 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงบิด

$$T = F \times r \quad \text{.....(4)}$$

เพราะฉะนั้น การคำนวณหาค่ากำลังมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้ ดังแสดงในสมการที่ 5

$$P = \frac{2\pi T n}{60} \quad \text{.....(5)}$$

เมื่อ	P	คือ	กำลังที่เพลลารับแรงจากมอเตอร์มีหน่วยเป็น วัตต์ (w) หรือกิโลวัตต์ (KW)
	T	คือ	โมเมนต์แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร
	N	คือ	ความเร็วรอบของเพลลา มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที rpm (1 รอบ = 2 เเรเดียน)
	r	คือ	รัศมีของเพลลามีหน่วยเป็นเมตร

การคำนวณแรงดึงของสายพาน จากสูตร

$$\frac{T1}{T2} = 2.5 \quad \text{.....(9)}$$

$$T1 = 2.5T2$$

$$\text{แรงที่สายพานกดเพลลา} \quad F = T1 + T2 \quad \text{.....(10)}$$

การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และอัตราการคำนวณหาอัตราการส่งถ่ายสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 11

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{.....(11)}$$

เมื่อ	$d_1$	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวขับ (มิลลิเมตร)
	$d_2$	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวตาม (มิลลิเมตร)
	$n_1$	คือ	ความเร็วรอบของพูลเลย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)
	$n_2$	คือ	ความเร็วรอบของพูลเลย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

(ที่มา : บรรณานุกรม และ ประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์ , 2524)

## อลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะมีเนื้ออ่อนและเบา เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันชั้นบางๆ ที่เกิดขึ้นเร็วเมื่อสัมผัสกับอากาศ โลหะอลูมิเนียมไม่เป็นสารพิษไม่เป็นแม่เหล็กและที่สำคัญไม่เกิดประกายไฟ อลูมิเนียมบริสุทธิ์มีแรงต้านการดึงประมาณ 49 ล้านปาสกาล(MPa)และ400 MPa ถ้าทำปฏิกิริยาผสม อลูมิเนียมมีความหนาแน่นเป็น1/3 ของเหล็กกล้าและทองแดงอ่อน สามารถดัดได้ง่าย กลึงและหล่อแบบได้ง่าย และมีความสามารถต่อต้านการกร่อนและความทนต่อเนื่องจากชั้นออกไซด์ที่ป้องกัน พื้นหน้ากระจกเงาที่เป็นอลูมิเนียมมีการสะท้อนแสงที่เป็นโลหะอื่นๆ ในช่วงความยาวคลื่น 200-400 nm(UV) และ 3000-10000 nm (IR ไกล) ส่วนในช่วงที่มองเห็นได้คือ 400-700 nm โลหะเงินสะท้อนแสงได้ดีกว่าเล็กน้อย และในช่วง 700-3000 (IR ใกล้) โลหะเงิน ทองคำ และทองแดง สะท้อนแสงได้ดีกว่า อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ดัดได้ง่าย เป็นอันดับ 2 (รองจากทองคำ) และอ่อนเป็นอันดับที่ 6 อลูมิเนียม สามารถนำความร้อนได้ดี จึงเหมาะสมที่จะทำหม้อหุงต้มอาหาร

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมศักดิ์ สงวนเดือนและชัชวาล รัตนทา ( 2554) ได้ทำการวิจัยเครื่องบีบอัดกระป๋องแบบ ไฮดรอลิก โดยวิธีการทำงานของเครื่องได้ใช้ ระบบ PLC มาควบคุมการทำงานของไฮดรอลิกเซนเซอร์ ผลของการทดลองพบว่าการทำงานของเครื่องเมื่อผู้บริโภคใส่กระป๋องเปียร์และน้ำอัดลมตามจำนวนที่กำหนดไว้ กระป๋องจะได้รับรางวัลตอบแทน และเมื่อใส่ครบ 10 แล้วจะทำการเปิดช่องที่ทั้งกระป๋องให้ครั้งแล้วเมื่อทำการบีบอัดกระป๋องเสร็จ 1 กระป๋องเครื่องจะทำการบีบอัดกระป๋อง 40 กระป๋องหล่นลงในช่องเก็บกระป๋อง ส่วนกระป๋องพลาสติกและแก้วเครื่องจะทำการปล่อยที่ช่องทิ้ง ได้สรุปผลงานวิจัยไว้ว่า ผลที่ได้จากการทดลองที่ได้จัดทำเครื่องบีบอัดกระป๋องเครื่องใช้ไฟฟ้าจากบ้านได้ และบีบอัดกระป๋องได้จำนวนถึง 40 เท่า5/4 กระป๋องต่อครั้งโดยบีบอัดให้มีขนาดเล็กกลง

นำฉัตร จินเล็ก และ นายเจษฎากร ตะกะศิลา. (2558) ได้ทำการวิจัยเครื่องบีบอัดกระป๋องแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องบีบอัดกระป๋อง 1 เครื่อง และทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดกระป๋อง ให้สามารถนำไปใช้บีบอัดกระป๋องได้จริง ทางผู้จัดทำจึงได้เห็นสมควรสร้างเครื่องบีบอัดกระป๋องขึ้นมาเพื่อทำทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบีบอัดกระป๋อง และสามารถนำไปใช้บีบอัดกระป๋องได้จริง ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ เครื่องบีบอัดกระป๋อง โดยการสร้างเครื่องบีบอัดกระป๋อง มีวิธีดำเนินการโครงการ ตามลำดับขั้นตอนโดยได้ทำการออกแบบ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และการวางแผนขั้นตอนการทำงานการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบีบอัดกระป๋อง โดยทำการทดสอบการบีบอัดกระป๋อง ตอนแรกตามขั้นตอนการทดสอบ นำกระป๋องมาใส่ในช่องใส่กระป๋องให้เต็มความจุของช่องใส่กระป๋อง ต่อมาเปิดสวิทช์เครื่องเพื่อทำการบีบอัดกระป๋อง จากนั้นรอจนกว่าเครื่องจะบีบอัดกระป๋องจนหมด ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องบีบอัดกระป๋อง โดยทำการบีบอัดกระป๋องเป็นเวลา นาที สามารถหาจำนวนเฉลี่ยของ 1 กระป๋องได้ 61ต่อนาที และบีบอัดกระป๋องได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพ

## วิธีการวิจัย

การวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียม ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการเก็บข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง จึงได้กำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัย ดังนี้

### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

- ศึกษาหลักการทำงานและออกแบบของเครื่องที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกัน เพื่อนำมาพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยสามารถบีบอัดกระป๋องได้ 3 ขนาด จากเดิมที่บีบอัดได้ขนาดเดียว
- ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาสร้างเครื่องใหม่ ทั้งในส่วนการสร้างระบบเครื่องกล โดยใช้เหล็กเป็นวัสดุ รวมถึง วัสดุมาตรฐานทางเครื่องกล เช่น ลูกปืน สายพาน และ ในส่วนของระบบไฟฟ้า เป็นต้น

### ขอบเขตการออกแบบ

การพัฒนาเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อสามารถใช้งานได้ทั่วไป โดยกำหนดเป็น กระป๋องเครื่องดื่มอลูมิเนียม มี 3 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 145 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 135 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร

ลักษณะของเครื่องเป็นเครื่องบีบอัดกระป๋องโดยใช้พลังงานไฟฟ้า มีโครงสร้างเป็นเหล็กส่งกำลังอัดด้วยสายพานส่ง กระบอกสูบเพื่ออัดกระป๋องให้แบนราบ สามารถอัดได้สองกระบอกพร้อมกัน ทำการออกแบบในส่วนโครงสร้างและระบบ วงจรไฟฟ้า และ ออกแบบด้านวิศวกรรมโดยการคำนวณหาแรงกระทำและความแข็งแรงของวัสดุ การคำนวณเกี่ยวกับระบบและหลักการทำงานของเครื่อง

1. การคำนวณหาขนาดของ มอเตอร์ โดยการหาแรงบิด และ การหาค่ากำลังมอเตอร์

การหาแรงบิด จาก สูตร  $T = FR$

โดย  $F = M \cdot g \cdot \mu$  และ  $R$  คือ รัศมีของ จานหมุน = 0.0875 m.

เมื่อ  $M =$  น้ำหนักของเหล็กส่งกำลังอัด 2ชุด 8 Kg.

$g =$  ค่าแรงโน้มถ่วง 9.81

$\mu =$  ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเหล็กกับเหล็ก 0.85

ฉะนั้นค่า  $F = 8 * 9.81 * 0.85 * 1.2$  (SF.)

$F = 80.0496$  N.

แรงบิดจะได้  $T = 80.0496 * 0.0875$

$= 7.00434$  N. m.

หาค่ากำลังมอเตอร์

จากสูตร  $p = \frac{2\pi TN}{60 * 0.80}$  W.

ค่า N จาก ความเร็วรอบของ จานหมุน โดยหมุนด้วยความเร็ว 60 รอบต่อ นาที ( 1 รอบ อัดได้ 1 กระป๋อง ) จะได้ 60 กระป๋องต่อนาที ซึ่งจะเท่ากับค่าเฉลี่ยของเครื่องเก่า

คำนวณหา มอเตอร์ ได้ดังนี้

$p = \frac{2\pi * 7.00434 * 60}{60 * 0.80}$

$= 55.012$  หรือ 0.055 Kw.

$= 55.012$  หรือ 0.055 Kw.

ดังนั้น เลือก มอเตอร์ 0.37 Kw. > 0.055 Kw. จะเห็นว่ามีการ์กล้างมากกว่าที่คำนวณ 6.72 เท่า มอเตอร์ 0.37 Kw. สามารถใช้ได้

## 2. การคำนวณแรงที่กระทำกับกระป๋อง อลูมิเนียม

โดย หาแรงได้จาก สูตร  $F = m \cdot a$

$$\text{เมื่อ } m = 4 \text{ kg.}$$

$$a = 0.55 \text{ m/s}^2$$

$$F = 4 * 0.55 = 2.2 \text{ N.}$$

## 3. การคำนวณหาขนาดของ มู่เล่

คำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i) และอัตราการคำนวณหา อัตราการส่งถ่ายสามารถคำนวณได้จาก

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

กำหนดให้  $N_1 = 1450$  รอบต่อนาที. (มอเตอร์)

$$N_2 = X \text{ รอบต่อนาที}$$

$$d_2 = 12 \text{ นิ้ว}$$

$$d_1 = 3 \text{ นิ้ว}$$

$$N_2 \text{ จะได้ } 3/12 (1450) = 362 \text{ รอบต่อนาที}$$

กำหนดให้ ความเร็วของขบของจานหมุน เป็น 60 รอบต่อนาที ดังนั้นต้อง หา i ที่ N3 จากสมการ

กำหนดให้  $N_2 = 362$  รอบต่อนาที.

$$N_3 = X \text{ รอบต่อนาที}$$

$$d_3 = 12 \text{ นิ้ว}$$

$$d_4 = 4.5 \text{ นิ้ว}$$

$$N_3 \text{ จะได้ } 4.5/12 (362) = 135.75 \text{ รอบต่อนาที}$$

หาอัตราทดสุดท้ายจากสมการ เพื่อหา d4

กำหนดให้  $N_3 = 135.75$  รอบต่อนาที.

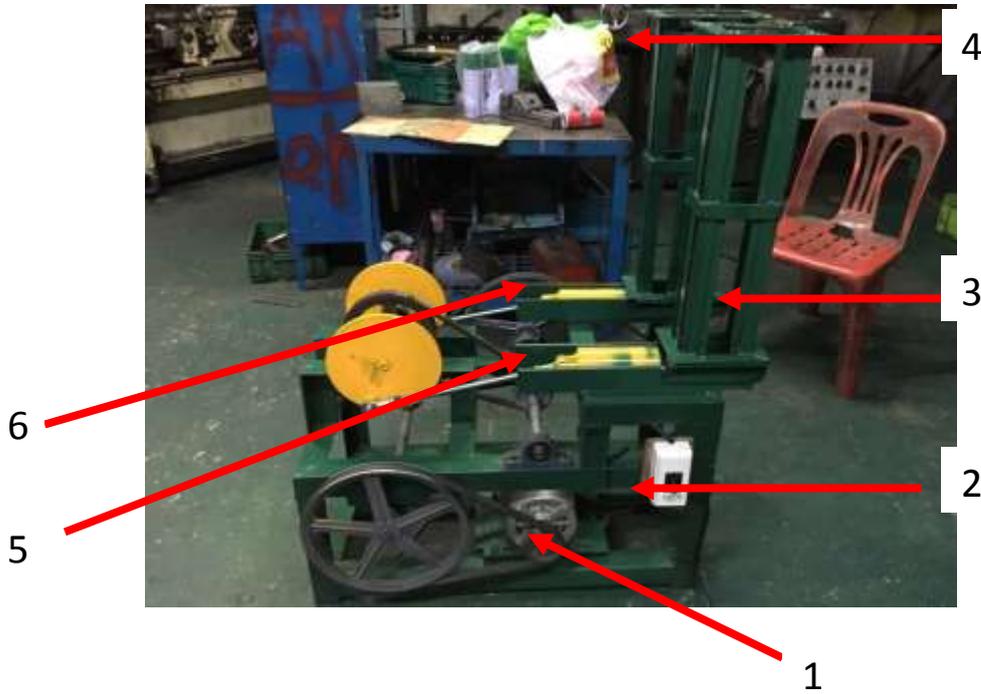
$$N_4 = 70 \text{ รอบต่อนาที}$$

$$d_5 = 3 \text{ นิ้ว}$$

$$d_6 = x \text{ นิ้ว}$$

$$d_6 \text{ จะได้ } 135.75/60 (3) = 6.7 \text{ "}$$

## ดำเนินการสร้างเครื่อง



ภาพที่ 1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบีบอัดกระป๋องอะลูมิเนียม

1. ชุด มอเตอร์ และสายพานส่งกำลัง
2. ชุด เปิด ปิด เครื่อง -
3. ชั้นวาง กระป๋องอะลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร
4. ชั้นวางกระป๋องอะลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร .x ความยาว 145 มิลลิเมตรและ  
กระป๋องอะลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 135 มิลลิเมตร
5. ชุดลูกสูบอัด กระป๋อง ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร. x ความยาว 115 มิลลิเมตร
6. ชุดลูกสูบอัด กระป๋อง ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร และ  
กระป๋องอะลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 135 มิลลิเมตร

## ขั้นตอนการทำงานของเครื่องบีบอัดกระป๋องอะลูมิเนียม

ขั้นตอนที่ 1 ใส่กระป๋องลงในชั้นวางตามขนาดที่ต้องการ



.....

**ขั้นตอนที่ 2** เปิดสวิตช์ เครื่องจะทำการดันลูกสูบเข้ามาบีบอัดกระป๋อง จะได้กระป๋องที่ถูกบีบอัดที่ต้องการ



**ขั้นตอนที่ 3** หลังจากบีบอัดแล้วให้ทำการปิดสวิตช์เสร็จสิ้นการทำงาน



### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาและออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า ซึ่งได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่อง และนำไปทดลองใช้ในสภาพการจำลองการปฏิบัติงานจริง แล้วพบว่าสามารถใช้งานได้จริงตามที่ออกแบบไว้ จึงขอสรุปผลการวิจัยและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผลระบบการทำงานของเครื่อง และ วงจรต่างๆภายในเครื่อง สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้
2. สรุปผลการวิจัยประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า

การอัดกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร ความเร็วในการบีบอัดต่อหน่วยเป็นจำนวนกระป๋องต่อนาที เท่ากับ 60 กระป๋องต่อนาที ค่าเฉลี่ยการยุบตัวของกระป๋อง หน่วยเป็น มิลลิเมตร 30 หรือ (73.9 %)

การอัดกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร .x ความยาว 145 มิลลิเมตร. ความเร็วในการบีบอัดต่อหน่วยเป็นจำนวนกระป๋องต่อนาที เท่ากับ 60 กระป๋องต่อนาที ค่าเฉลี่ยการยุบตัวของกระป๋อง หน่วยเป็น มิลลิเมตร 50 หรือ (65.5 %)

การอัดกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร x ความยาว 135 มิลลิเมตร ความเร็วในการบีบอัดต่อหน่วยเป็นจำนวนกระป๋องต่อนาที เท่ากับ 60 กระป๋องต่อนาที ค่าเฉลี่ยการยุบตัวของกระป๋อง หน่วยเป็น มิลลิเมตร 45 หรือ (66.6 %)

การอัดกระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร x ความยาว 115 มิลลิเมตร กระป๋องอลูมิเนียมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มิลลิเมตร x ความยาว 145 มิลลิเมตร ความเร็วในการบีบอัดต่อหน่วยเป็นจำนวนกระป๋องต่อ นาที เท่ากับ 120 กระป๋องต่อนาที

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาและออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า สามารถนำไปใช้งานได้จริง มีผลการทดสอบที่ชี้ถึงผลงานที่มีการพัฒนาจากของเดิมอย่างเห็นได้ชัด คือ

- 1.สามารถบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมได้ทั้งสามขนาดตามที่ได้ออกแบบ
- 2.สามารถควบคุมความเร็วในการบีบได้ตามที่ออกแบบ
- 3.เครื่องนี้สามารถบีบอัดกระป๋องได้พร้อมกันจึงเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง

อาจกล่าวได้ เครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า นี้เหมาะสำหรับผู้ประกอบการรับซื้อขยะรีไซเคิล หรือ ร้านขายของชำที่มีขยะประเภทนี้จำนวนมาก หรือธุรกิจที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเครื่องนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการจัดเก็บสามารถลดความเมื่อยล้าจากการใช้เท้าเหยียบแบบเดิมได้อย่างดี รวมถึงการพัฒนาของเครื่องสามารถบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมได้ตามขนาดที่นิยมในท้องตลาดด้วย ทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะเห็นว่าการใช้เครื่องนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และต่อยอดเพื่อพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมได้

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- ได้เครื่องบีบอัดกระป๋องอลูมิเนียมระบบไฟฟ้า ที่สามารถบีบอัดกระป๋องได้ 3 ขนาด
- อำนวยความสะดวกในการบีบอัดกระป๋องได้ดีขึ้น ทำงานสะดวกรวดเร็วมากขึ้น
- ช่วยให้สามารถบริหารจัดการพื้นที่ไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้มากขึ้น
- การใช้เครื่องนี้จะช่วยลดความเมื่อยล้าและเป็นสามารถใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจได้

### ข้อเสนอแนะ

สามารถนำการวิจัยนี้ไปต่อยอดในเชิงธุรกิจ เช่น เพิ่มระบบคอนโทรล เพื่อให้มีความแม่นยำและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น หรือ ปรับรูปแบบ จากการส่งกำลังด้วยสายพาน มู่เล่ เป็นแบบ มอเตอร์เกียร์ ก็จะช่วยลดขั้นตอนการบำรุงรักษาได้

พัฒนารูปแบบของเครื่องให้ได้มาตรฐานสำหรับต่อยอดใช้จริงได้ในภาคอุตสาหกรรม

### เอกสารอ้างอิง

นำฉัตร จินเล็ก. (2558). **เครื่องบีบอัดกระป๋อง** เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโก

สมศักดิ์ สงวนเดือน. (2559). **เครื่องบีบอัดกระป๋องแบบไฮดรอลิก**. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559,จาก

[http://cscd.kku.ac.th/2016/uploads/proceeding/240811\\_105519.pdf](http://cscd.kku.ac.th/2016/uploads/proceeding/240811_105519.pdf).

อาทธาร ณรงค์. (2559). **การสันสะเทือน** สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2559, จาก

[http://thailandindustry.com/indust\\_newweb/articles\\_preview.php?cid=11387](http://thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=11387).

มงคล ศิริธรรมา กุลวงศ์. (2559). **หลักการมอเตอร์ไฟฟ้า**. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มกราคม 2560,จาก :

<http://praponangkeaw-motor.blogspot.com/>.

ชนะ กลีการ์. (2559). **การคำนวณหาแรงบิดและกำลังมอเตอร์**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.(ม.ป.ป.).

บรรเลง ศรีนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบุรณ์. (2559). **ตารางโลหะ**. (ม.ป.ป.)

จรัส บุญยธรรมมา. (2559). **ชนิดของลูกปืน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2559,จาก

<http://www.atom.mutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff/1bearing/bearingthai.3htm>

## การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบของกลุ่มรถบรรทุก

### : กรณีศึกษาทางหลวงกรุงเทพมหานคร

Assessment of footprint for truck transportation group : A case study of the Highway of Bangkok.

ศุภติ มุกดา<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะบริหารธุรกิจ/การจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, dumook@rpu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบ ผลจากวิเคราะห์โดยภาพรวม พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เทียบเท่าคือ 13,558,741.68 กิโลคาร์บอน และเมื่อพิจารณาเส้นทางหลวงแยกเป็นสายทางพบว่าถนนศรีนครินทร์ – บางปะกงมีปริมาณการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เทียบเท่าต่อวันมากที่สุดคือ 6,754,134.93 กิโลคาร์บอน เมื่อนำมาทำการประมาณหาค่าพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับการชดเชยปริมาณก๊าซ CO<sub>2</sub> โดยมีศักยภาพการดูดซับก๊าซ CO<sub>2</sub> (ตัน/ไร่/ปี) ภายใต้พื้นที่ที่เหมาะสมพบว่าต้นกระถินยักษ์ ต้นกระถินเทพา ต้นยูคาลิปตัส มีศักยภาพดีที่สุด เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้าที่ความสูง 30 Cm. ต้นกระถินเทพา จะมีต้นทุนรวมในการสั่งซื้อต่ำที่สุด คือโดยประมาณ 3,962,981.97 บาท จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการสั่งซื้อ เพื่อนำมาปลูกในการชดเชยปริมาณก๊าซ CO<sub>2</sub> (Carbon offset) ที่ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศของกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบ

**คำสำคัญ** : ทางหลวง ประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ชดเชยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

#### Abstract

Apply using technical carbon footprint assessment for transport raw material activity only. The study found that by calculation conclusion over all location had CO<sub>2</sub> emissions be equivalent to are 13,558,741.68 kg Co<sub>2</sub>-eq (per day) and if separation the highway line that Srinakarin Road – Bangpakong line had Co<sub>2</sub> emissions be equivalent to are 6,754,134.93 kg Co<sub>2</sub>-eq (per day) more another line. The tree species suitable for clean Co<sub>2</sub> emissions (inside Appropriate area) that the Leucaena leucocephala, Acacia mangium and Eucalyptus camaldulensis had Potential and use area for agriculture a tree less respectively. The cost of purchase Acacia mangium (Grow 30 Cm.) had cost low cost more another tree use cost estimate is 3,962,981.97 baht. So The Acacia mangium is good way for agriculture a tree for Carbon Offset.

**Keywords:** Highway, Carbon footprint assessment, Carbon Offset

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นแนวทางหลักที่นานาชาติเห็นพ้องร่วมกันในการบรรเทาปัญหาสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศพัฒนาแล้วที่มีพันธกรณีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้พิธีสารเกียวโตได้กำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิตและการบริโภคภายในประเทศ (**เขมรจัน แยมินิล และคณะ,2556**) จะเห็นว่าในปี 2560 ที่ผ่านมากลุ่มมหานคร พบปัญหาวิกฤตฝุ่นพิษ PM2.5 ที่ปกคลุมพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นพิษ PM2.5 มีทั้งแบบปล่อยโดยตรงกับแหล่งกำเนิดปฐมภูมิ ไม่ว่าจะเป็นการคมนาคมขนส่ง การผลิตไฟฟ้า การเผาในที่โล่งและอุตสาหกรรมการผลิต ขึ้นอยู่กับว่าพื้นที่ใดมีแหล่งกำเนิดแบบใดเป็นหลัก (Primary PM2.5) และจากปฏิกิริยาเคมีในบรรยากาศโดยมีสารกลุ่มซัลเฟอร์หรือกลุ่มไนโตรเจนและแอมโมเนียเป็นสารตั้งต้น (Secondary PM2.5) ดังนั้น การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนจากแหล่งกำเนิดต่างๆ โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากฟอสซิลและการผลิตทางอุตสาหกรรม เมื่อเกิดการรวมตัวกันในบรรยากาศจะมีผลต่อการก่อตัวของ ฝุ่นพิษ PM2.5 ขึ้นทุติยภูมิ เมื่อพิจารณาจากแหล่งกำเนิดฝุ่นพิษ PM2.5 นั้น พบว่า 30% จากแหล่งกำเนิดมลพิษ เกิดจากระบบการคมนาคมขนส่ง (**ธารา บัวคำศรี,2561**).ซึ่งมลพิษจากไอเสียรถยนต์มีความสำคัญและทวีความรุนแรงของปัญหาด้านคุณภาพอากาศในชุมชนเมืองมากยิ่งขึ้นด้วยจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องยนต์การใช้เชื้อเพลิงหลากหลายชนิดตลอดจนการเจริญเติบโตของสังคมเมืองนำมาซึ่งความต้องการในการเดินทางและการขนส่งมากยิ่งขึ้นทำให้รถยนต์กลายเป็นอีกหนึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ที่สำคัญและจะต้องได้รับการจัดการและแก้ไขด้วยนโยบายและมาตรการที่ถูกต้อง เหมาะสม (การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ ในประเทศไทย, สืบค้นวันที่25/2/2561 , แหล่งที่มา: <http://prtr.pcd.go.th/>)

ดังนั้นป่าไม้จึงมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากสามารถลด ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ โดยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก บรรยากาศมากักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ การปลูกป่าจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ได้มีการกำหนดให้สามารถดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพื่อช่วยดักจับฝุ่นไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจาย เข้าสู่กลางใจเมืองกรุงเทพมหานครและยังช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาดังกล่าวจึงทำการศึกษาเพื่อเสนอแนวทางการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ใช้สำหรับการปลูกเพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งสินค้าของกลุ่มรถบรรทุกที่ใช้เส้นทางบนถนนทางหลวง ในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

## 2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.เพื่อประเมินก๊าซ CO<sub>2</sub> ที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ สำหรับกิจกรรมการขนส่งวัตถุติด ของกลุ่มรถบรรทุกเฉพาะบนทางหลวง ในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- 2.เพื่อเสนอแนวทางการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ใช้สำหรับการปลูกเพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการขนส่งสินค้าของกลุ่มรถบรรทุกที่ใช้เส้นทางเฉพาะบนถนนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

## 3.ขอบเขตของการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แหล่งกำเนิดมลพิษประเภทรถบรรทุกเท่านั้น สถานที่กรณีศึกษาคือบนทางหลวง เส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

#### 4.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการประเมินรอยเท้าคาร์บอนหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ,2554)

##### 1. การเลือกผลิตภัณฑ์

การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ควรกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของโครงการ ประเด็นสำคัญที่ควรนำมาพิจารณา คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จนได้รับการรับรองฉลากคาร์บอนได้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาสในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มาก เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความได้เปรียบในเชิงการแข่งขัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีโอกาสทางด้านการตลาดเพื่อสิ่งแวดล้อมและมีศักยภาพในการส่งออกไปยังประเทศที่มีข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม โอกาสและความร่วมมือจากผู้จัดหาวัตถุดิบ เวลาและทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ เป็นต้น

2. วิธีการคาดประมาณการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการขนส่งวัตถุดิบ (สุวิน,2556) ได้กล่าวว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect GHG emission) เช่น 1. การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุมสัมมนา และติดต่อธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับองค์กร ด้วยระบบการขนส่งประเภทต่างๆ เช่น ยานพาหนะส่วนตัว ยานพาหนะที่ใช้ภายในองค์กรแต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร รถไฟ เรือโดยสาร เครื่องบิน 2. การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน หรือกากของเสีย ที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการโดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ 3.การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกำจัดกากของเสียและการบำบัดน้ำเสียโดยหน่วยงาน หรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ เป็นต้น

การคำนวณ (Calculation-based Methodologies) โดยเลือกวิธีการใช้ค่าตัวคูณมลพิษอ้างอิงจากแหล่งข้อมูล Emission Factor (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน),2560)

$$\text{สมการ } \text{CO}_2 \text{ emission} = \text{activity data} \times \text{emission factor}$$

โดยที่ Activity data คือข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Emission factor คือค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตัวอย่างการคำนวณ การขนส่ง (ยกตัวอย่างการคำนวณการขนส่ง จากลูกมะพร้าว โดยรถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 คัน 100%) จากสมการ  $\text{CO}_2 \text{Emission} = 0.60601635 \text{ (ton*km)} \times 0.0555 \text{ (kgCO}_2\text{/kWh)} = 0.034 \text{ kgCO}$

##### 3. การเลือกใช้พันธุ์พืชเพื่อลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

มณฑาทิพย์ (2559) กล่าวว่า การคัดเลือกชนิดไม้สำหรับปลูกริมทางหลวงเพื่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แนะนำหลักเกณฑ์ในการคัดเลือก ผู้วิจัยเลือกปัจจัยเพื่อคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ เพื่อปลูกในสถานที่เป็นหลักเช่นเกาะกลางถนน ไหล่ถนน ในถนนที่กว้าง ต้นไม้ที่เลือกมาปลูกต้องมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่มีความเครียดสูงๆ ได้ เพราะสถานที่ดังกล่าวเต็มไปด้วยมลภาวะที่เป็นพิษ ฝุ่น ละออง ความร้อนจากมุมตกกระทบของตัวอาคาร การสะท้อนความร้อนจากพื้นถนน ตัวอาคารข้างเคียงแรงลมจากการขับขี่ยานพาหนะ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นผลให้สภาพแวดล้อมมีความเครียดสูง ตัวอย่างต้นไม้ยืนต้นที่เหมาะสมเช่น มะขาม ประดู่ ต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกให้ร่มเงาถนน เช่น มะยมป่า ชัยพฤกษ์ เป็นต้น โดยมีการจำแนกพรรณไม้ที่มีศักยภาพสำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการ CDM หรือ กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) ภาคป่าไม้ออกเป็นชนิด/กลุ่มพรรณไม้ดังนี้ (1) สัก (2) ยูคาลิปตัส (3) พรรณไม้สกุลอะเคเซีย ได้แก่ กระถินเทพา และกระถินณรงค์ (4) กระถินยักษ์ (5) พรรณไม้ป่าชายเลน ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ และ โกงกางใบเล็ก (6) พืชเกษตร ได้แก่ ยางพารา และปาล์มน้ำมัน (7) พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า ได้แก่ พะยูง ประดู่ป่า ตะเคียนทอง มะค่าโมง และยางนา (8) พรรณไม้เอนกประสงค์ ได้แก่ ชีเหล็กบ้าน สะเดา และมะขาม 9) พรรณไม้ที่ปลูกใน

เมือง ได้แก่ ราชพฤกษ์ มะฮอกกานี สัตบรรณ ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ และป๊อ ทั้งนี้ พรรณไม้ในกลุ่ม 1 ถึง กลุ่ม 6 เป็นพรรณไม้ที่ไม่ได้รับความนิยมในการปลูกเพื่อเศรษฐกิจ

#### 4. การหาปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คณะวนศาสตร์(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2554) ได้จัดทำ“คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการ CDM ภาค ป่าไม้” โดยการรวบรวมลักษณะทั่วไป ศักยภาพของพื้นที่ปลูก และศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้ ปี 2554

ชนิด/กลุ่มพรรณไม้	ระยะปลูก/ความหนาแน่น	การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่/ปี)
สัก	ระยะปลูก 4x4 เมตร 100 ต้น/ไร่	1.36-2.16
ยูคาลิปตัส	ระยะปลูก 2x3 เมตร 267ต้น/ไร่	3.15-6.09
กระถินเทพา	ระยะปลูก 3x3 เมตร 178 ต้น/ไร่	4.00-6.09
กระถินณรงค์	ระยะปลูก 3x3 เมตร 178 ต้น/ไร่	2.27-4.40
กระถินยักษ์	ระยะปลูก 2x3 เมตร 267 ต้น/ไร่	0.77-6.49
โกก้าง	ระยะปลูก 1.5x1.5 เมตร 711 ต้น/ไร่	2.75
ยางพารา	ระยะปลูก 3x6 เมตร 144 ต้น/ไร่	4.22
ปาล์มน้ำมัน	ระยะปลูก 3x6 เมตร 144 ต้น/ไร่	2.49
พันธุ์ไม้พื้นเมืองโตช้า	ไม่น้อยกว่า 100 ต้น/ไร่	0.95
พันธุ์ไม้เอนกประสงค์	ไม่น้อยกว่า 100 ต้น/ไร่	1.47
พันธุ์ไม้ปลูกในเมือง	ไม่น้อยกว่า 50 ต้น/ไร่	1.21

จากตารางที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวม พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ของต้นยูคาลิปตัส และต้นกระถินเทพา มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 6.09 ตัน/ไร่/ปี ต้น กระถินยักษ์ อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 6.49 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ

#### 5.การวิเคราะห์ต้นทุนการสั่งซื้อ

ผู้วิจัย อ่างอิง ข้อมูล การซื้อ-ขายจากตลาดไท (ตลาดไท ตลาดต้นไม้.สืบค้นวันที่ 3/03/256 , แหล่งที่มา:<https://talaadthai.com/>) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า สามารถสรุปราคาได้ต้นยูคาลิปตัสขนาด ความสูง 30-40 Cm.ราคาเฉลี่ยต้นละ 8 บาท และต้นกระถินเทพา ต้นกระถินณรงค์และต้นกระถินยักษ์ ขนาด ความสูง 30-40 Cm ราคาเฉลี่ยต้นละ 10 บาท

#### 5. วิธีดำเนินการวิจัย

(1) การศึกษาเบื้องต้น และนำข้อมูลจากการจากการ เก็บปริมาณจรรยาเฉลี่ย (คัน / วัน) บนทางหลวงในเส้นทางสายหลักจังหวัดกรุงเทพฯ มาทำการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

(2) ทำการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการใช้ค่าตัวคูณมลพิษอ้างอิงจากแหล่งข้อมูล Emission Factor (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน), 2554) เพื่อหาค่าปริมาณปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อ้างอิงแนวทางการคำนวณแบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์



**จากตารางที่ 2** สามารถอธิบายปริมาณจากรถเฉลี่ย (คัน/วัน) บนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก ปี 2560 อ้างอิงข้อมูล การจราจรปี 2560 ของสำนักอำนวยความปลอดภัยกรมทางหลวง ทั้งนี้พบว่าในจังหวัดกรุงเทพฯมี 4 สายทางโดยสายทาง แยกบางแค – คลองมหาสวัสดิ์ มีจำนวนปริมาณยานพาหนะ เฉลี่ย (คัน / วัน) สูงที่สุด คือ 216,653 (คัน / วัน) รองลงมา คือ สายทางแยกถนนศรีนครินทร์ – บางปะกง มีจำนวนปริมาณจากรถเฉลี่ย (คัน / วัน) คือ 191,325 (คัน / วัน) และสายทางแยก คลองพระยาสุเรนทร์ - พระประแดงจำนวนปริมาณจากรถเฉลี่ย (คัน / วัน) คือ 162,443 (คัน / วัน) โดยสายทางแยก คปอ. – สนามกีฬาหุประเตมีย์ มีจำนวนปริมาณยานพาหนะเฉลี่ย (คัน / วัน) น้อยที่สุด คือ 68,307 (คัน / วัน)

(2) การประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบและการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิต นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากตารางที่ 1 มาทำการวิเคราะห์และหาค่า

ปริมาณ Emission Factor ที่ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศของโลก แสดงผลการวิเคราะห์ ตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ตารางแสดงตัวอย่างการคำนวณ หาค่า Emission Factor (กิโลคาร์บอน) ที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งวัตถุดิบ หรือสินค้าของกลุ่มรถบรรทุก สายทางแยก คปอ.-สนามกีฬาหุประเตมีย์ ดังต่อไปนี้

ประเภทพาหนะ (รายการ)	ปริมาณจากรถเฉลี่ย (คัน/วัน) บนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก ปี 2560	ปริมาณการบรรทุก (ตัน)	ระยะทาง (+/-ไม่เกิน 5%) (กิโลเมตร)	น้ำหนักบรรทุก (ตันกิโลเมตร)	ค่า EF (kg CO <sub>2</sub> -eq/หน่วย)	แหล่งอ้างอิงค่า สป.ส.การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ผลคูณ (kg CO <sub>2</sub> -eq / คัน)	รวมทั้งหมด (kg CO <sub>2</sub> -eq)	
1) การขนส่งวัตถุดิบของกลุ่มรถบรรทุก สายทางแยก คปอ. - สนามกีฬาหุประเตมีย์									
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	8,636.00	7.00	3.80	26.60	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ	0.162	Thai national	4.30	37,122.36
รถบรรทุกขนาด 2 เพลลา (6 ล้อ)	921.00	11.00	3.80	41.80	รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ	0.073	Thai national	3.05	2,810.34
รถบรรทุกขนาด 3 เพลลา (10 ล้อ)	291.00	20.00	3.80	76.00	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ	0.064	Thai national	4.83	1,404.37
รถบรรทุกห้วง (มากกว่า 3 เพลลา)	192.00	25.00	3.80	95.00	รถกระบะบรรทุกห้วง	0.051	Thai national	4.80	921.12
รถบรรทุกกึ่งห้วง (มากกว่า 3 เพลลา)	89.00	48.00	3.80	182.40	รถกระบะบรรทุกกึ่งห้วง	0.053	Thai national	9.67	860.38
<b>รวมทั้งหมด (kg CO<sub>2</sub>-eq)</b>								<b>26.64</b>	<b>43,118.57</b>

**หมายเหตุ:** การคิดปริมาณน้ำหนักการบรรทุกไม่รวมกับน้ำหนักรถโดยคิดอัตราการขนส่งสินค้าเต็มกำลังการบรรทุกได้สูงสุด

**จากตารางที่ 3** สามารถอธิบาย ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสายทางแยก คปอ.- สนามกีฬาหุประเตมีย์ภายในระยะทาง 3.80 กิโลเมตร ในการขนส่งสินค้าหรือวัตถุดิบโดยอยู่บนถนนทางหลวงในเขตกรุงเทพฯพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คือ 43,118.57 กิโลคาร์บอน(เฉลี่ยต่อวัน) โดยปัจจัย ใช้การใช้ยานพาหนะของกลุ่มรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตันวิ่งแบบสมบุกสมบัน 100% Loading มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่มีปริมาณมากที่สุดคือ 37,122.36 กิโลคาร์บอน(เฉลี่ยต่อวัน) รองลงมาคือกลุ่มรถบรรทุกขนาด 2 เพลลา (6 ล้อ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คือ 2,348.37 กิโลคาร์บอน (เฉลี่ยต่อวัน) จากการคำนวณการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับการขนส่งสินค้าของกลุ่มรถบรรทุกบนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร จากการคำนวณดังตัวอย่างตารางที่ 2 สามารถสรุปภาพรวม ตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ตารางการสรุปผลภาพรวมการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับการขนส่งของกลุ่มรถบรรทุก บนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประเภทพาหนะ (รายการ)	ปริมาณ CO2 เฉลี่ยต่อวัน (kg CO2-eq)			
	สถานที่ แยก คปอ. - สนาม กีฬาห้วยเมี้ยว	สถานที่ ถนนศรี นครินทร์ - บาง ปะกง	สถานที่ บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	คลองพระยา สุเรนทร์ - พระ ประแดง
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	37,122.36	2,757,085.07	2,318,968.37	1,725,764.60
รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	2,810.34	1,177,721.96	174,061.01	299,608.78
รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	1,404.37	1,367,758.25	187,749.31	577,772.53
รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	921.12	199,705.41	103,448.75	170,569.81
รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	860.38	1,251,864.24	291,092.62	912,452.41
<b>รวมทั้งหมด (kg CO2-eq)</b>	<b>43,118.57</b>	<b>6,754,134.93</b>	<b>3,075,320.05</b>	<b>3,686,168.13</b>

จากตารางที่ 4 จะพบว่า โดยภาพรวม พบว่ากลุ่มผู้ประกอบการรถบรรทุก บนถนนหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร มี ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยภาพรวมคือ 13,558,741.68 กิโลคาร์บอน ถ้าพิจารณาแยกเป็นสายทาง พบว่า เส้นทางสายหลวงสายทางถนนศรีนครินทร์ - บางปะกง ในหนึ่งวันมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุด คือ จำนวน 6,754,134.93 กิโลคาร์บอน รองลงมาคือสายทางคลองพระยาสุเรนทร์ - พระประแดง มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากเป็นอันดับสอง คือจำนวน 3,686,168.13 กิโลคาร์บอน และเส้นทางหลวงสายทางบางแค - คลองมหาสวัสดิ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นอันดับสามคือ จำนวน 3,075,320.05 กิโลคาร์บอน

(3) แนวทางการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ใช้สำหรับการปลูกเพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการขนส่งสินค้าของกลุ่มรถบรรทุกที่ใช้เส้นทางเฉพาะบนถนนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

การคัดเลือกชนิดไม้สำหรับปลูกริมทางหลวงเพื่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมณฑลฑิพย์ (2559) ได้แนะนำหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโดยพิจารณาเพื่อคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้เพื่อปลูกในสถานที่เป็นหลัก เช่นเกาะกลางถนน ไหล่ถนน ในถนนที่กว้าง ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกและวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์พืชเศรษฐกิจ และศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

#### ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางการแสดงของชนิด/กลุ่มพรรณไม้/ศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่/ปี) สำหรับกิจกรรมการขนส่งสินค้าของกลุ่มรถบรรทุกบนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ ภายใต้อัตลักษณ์ของพื้นที่ที่เหมาะสมมาก

สถานที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Ton CO <sub>2</sub> -eq)	ชนิดกลุ่มพรรณไม้ศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่/ปี)										
		สัก	ยูคาลิปตัส	กระโดนเทศ	กระโดนฝรั่ง	กระโดนยักษ์	โกดัง	ยางพารา	ปาล์ม น้ำมัน	พันธุ์ไม้ พื้นเมืองโตช้า	พันธุ์ไม้ อนุกรมประสงค์	พันธุ์ไม้ปลูก ในเมือง
แยก คปอ. - สนามกีฬาห้วยเมี้ยว	43.12	19.96	7.08	7.08	9.80	6.64	15.68	10.22	17.32	45.39	29.33	35.64
ถนนศรีนครินทร์ - บางปะกง	6,754.13	3,126.91	1,109.05	1,109.05	1,535.03	1,040.70	2,456.05	1,600.51	2,712.50	7,109.62	4,594.65	5,581.93
บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	3,075.32	1,423.76	504.98	504.98	698.94	473.86	1,118.30	728.75	1,235.07	3,237.18	2,092.05	2,541.59
คลองพระยาสุเรนทร์ - พระประแดง	3,686.17	1,706.56	605.28	605.28	837.77	567.98	1,340.42	873.50	1,480.39	3,880.18	2,507.60	3,046.42
<b>รวม</b>	<b>13,558.74</b>	<b>6,277.20</b>	<b>2,226.39</b>	<b>2,226.39</b>	<b>3,081.53</b>	<b>2,089.17</b>	<b>4,930.45</b>	<b>3,212.97</b>	<b>5,445.28</b>	<b>14,272.36</b>	<b>9,223.63</b>	<b>11,205.57</b>

**จากตารางที่ 5** ศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่/ปี) พบว่าต้นกระถินยักษ์ ต้นกระถินเทพา ต้นยูคาลิปตัส ต้นกระถินณรงค์ มีศักยภาพดีที่สุดและใช้พื้นที่ในการปลูกต้นไม้ เป็นจำนวนน้อยที่สุดตามลำดับ ถ้าพิจารณาเป็นสายทางแยกจะพบว่า สายทางแยกคปอ. - สนามกีฬาหุบเขาดงเตมีย์ ถ้าเลือกปลูกต้นกระถินยักษ์จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 6.64 ไร่ ต้นยูคาลิปตัส และต้นกระถินเทพา จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 7.08 ไร่เท่ากัน ต้นกระถินณรงค์ จะใช้พื้นที่ปลูกเป็นจำนวน 9.80 ไร่ สายทางถนนศรีนครินทร์-บางปะกง ถ้าเลือกปลูกต้นกระถินยักษ์จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 1,040.70 ไร่ ต้นยูคาลิปตัส และต้นกระถินเทพา จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 1,109.05 ไร่เท่ากัน ต้นกระถินณรงค์ จะใช้พื้นที่ปลูกเป็นจำนวน 1,535.03 ไร่ สายทางถนนบางแค-คลองสวัสดิ์ ถ้าเลือกปลูกต้นกระถินยักษ์จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 473.86 ไร่ ต้นยูคาลิปตัส และต้นกระถินเทพา จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 504.98 ไร่เท่ากัน ต้นกระถินณรงค์ จะใช้พื้นที่ปลูกเป็นจำนวน 1,423.76 ไร่ สายทางคลองพระยาสุเรนทร์-พระประแดง ถ้าเลือกปลูกต้นกระถินยักษ์จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 567.98 ไร่ ต้นยูคาลิปตัส และต้นกระถินเทพา จะใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 605.28 ไร่เท่ากัน ต้นกระถินณรงค์ จะใช้พื้นที่ปลูกเป็นจำนวน 1,706.56 ไร่

#### 4.4 วิเคราะห์ต้นทุนการสั่งซื้อพันธุ์ต้นกล้า อ้างอิงราคาตลาดไท (โดยราคาต้นไม้หนึ่งต้น +/- ไม่เกิน 10%)

ผู้วิจัยจึงได้ทำการสืบค้นราคากลางของพันธุ์พืชที่มีความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดโดยการคัดเลือกมาจำนวน 4 พันธุ์ ทั้งนี้เมื่อได้ชนิดของพันธุ์พืชเรียบร้อยแล้วจึงนำมาทำการวิเคราะห์ต้นทุนการสั่งซื้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ตารางสรุปต้นทุนการสั่งซื้อ พันธุ์ต้นกล้า(โดยราคาต้นไม้หนึ่งต้น +/- ไม่เกิน 10%)

สถานที่	จำนวนต้น/ไร่				ราคาซื้อต้นกล้าบาท			
	ยูคาลิปตัส (อ.ม 267 ต้น)	กระถินเทพา (อ.ม 178 ต้น)	กระถินณรงค์ (อ.ม 178 ต้น)	กระถินยักษ์ (อ.ม 267 ต้น)	ราคาค้นยูคาลิปตัสขนาด ความสูง 30-40 ซม. ราคาค้น ละ 8 บาท	ราคาค้น กระถิน เทพาที่ ความสูง 30 ซม ราคาค้น ต้นละ 10 บาท	ราคาค้น กระถิน ณรงค์ที่ ความสูง 30 ซม ราคาค้น ละ 10 บาท	ราคาค้น กระถิน ยักษ์ที่ ความสูง 30 ซม ราคาค้น ต้นละ 10 บาท
แยก คปอ. - สนามกีฬาหุบเขาดงเตมีย์	1,890.42	1,260.28	1,744.34	1,773.91	15,123.36	12,602.80	17,443.42	17,739.07
ถนนศรีนครินทร์ - บางปะกง	296,117.25	197,411.50	273,235.46	277,866.57	2,368,937.96	1,974,114.97	2,732,354.58	2,778,665.68
บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	134,829.30	89,886.20	124,410.67	126,519.33	1,078,634.42	898,862.02	1,244,106.75	1,265,193.30
คลองพระยาสุเรนทร์ - พระประแดง	161,610.33	107,740.22	149,122.26	151,649.75	1,292,882.61	1,077,402.18	1,491,222.56	1,516,497.52
<b>รวม</b>	<b>594,447.30</b>	<b>396,298.20</b>	<b>548,512.73</b>	<b>557,809.56</b>	<b>4,755,578.36</b>	<b>3,962,981.97</b>	<b>5,485,127.31</b>	<b>5,578,095.67</b>

**จากตารางที่ 6** ผลการวิเคราะห์ พบว่าถ้ามองในเรื่องต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้าที่ความสูง 30 Cm. เท่ากันทุกพันธุ์ ต้นกระถินเทพา จะมีต้นทุนรวมในการสั่งซื้อ ต่ำที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการสั่งซื้อ เพื่อนำมาปลูกในการชดเชยปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้ทำการปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าต้นทุนของต้นตั้งนั้นจะพบว่ากลุ่มผู้ประกอบการขนส่งโดยรถบรรทุกบนเส้นทางหลวงจังหวัดกรุงเทพฯ จะมีต้นทุนของการต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้า เพื่อชดเชยปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ รวมโดยเฉลี่ยคือ 3,962,981.97 บาท โดยแยกเป็นสายทางแยก คปอ.-สนามกีฬาหุบเขาดงเตมีย์ จะมีต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้าอยู่ที่ 12,602.80 บาท สายทางถนนศรีนครินทร์-บางปะกงอยู่ที่ 1,974,114.97 บาท สายทางถนนบางแค -คลองมหาสวัสดิ์ อยู่ที่ 898,862.02 บาท และ สายทางถนนคลองพระยาสุเรนทร์-พระประแดง อยู่ที่ 1,077,402.18

#### 7.สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ ข้อมูลพบว่า กลุ่มรถบรรทุก เส้นทางสายหลวงสายทางถนนศรีนครินทร์ - บางปะกง ในหนึ่งวัน มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุด คือ จำนวน 6,754,134.93 กิโลคาร์บอน รองลงมาคือสายทาง

คลองพระยาสุเรนทร์ – พระประแดง มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากเป็นอันดับสอง คือ 3,686,168.13 กิโลคาร์บอน และเส้นทางหลวงสายบางแค – คลองมหาสวัสดิ์ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเป็นอันดับสามคือ 3,075,320.05 กิโลคาร์บอน เมื่อผู้วิจัยพิจารณาการเลือกใช้พันธุ์พืชเพื่อลดมลสารในอากาศทางการจราจรเส้นทางหลวงกรุงเทพมหานคร เมื่อศึกษาภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่/ปี) พบว่าต้นกระถินยักษ์ ต้นกระถินเทพา ต้นยูคาลิปตัส ต้นกระถินณรงค์ ใช้พื้นที่ในการปลูกเป็นจำนวนน้อยที่สุด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในเรื่องต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้าที่ความสูง 30 Cm. เท่ากันทุกพันธุ์ ต้นกระถินเทพา จะมีต้นทุนรวมในการสั่งซื้อ ต่ำที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการสั่งซื้อ เพื่อนำมาปลูกในการชดเชยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ทำการปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งอธิบายได้ว่ากลุ่มผู้ประกอบการขนส่งโดยรถบรรทุกบนเส้นทางหลวงจังหวัดกรุงเทพฯ จะมีต้นทุนของการต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้า เพื่อชดเชยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ รวมโดยเฉลี่ยคือ 3,962,981.97 บาท โดยแยกเป็นสายทางแยก คปอ.-สนามกีฬาธูปะเตมีย์ จะมีต้นทุนการสั่งซื้อต้นกล้าอยู่ที่ 12,602.80 บาท สายทางถนนศรีนครินทร์-บางปะกงอยู่ที่ 1,974,114.97 บาท สายทางถนนบางแค -คลองมหาสวัสดิ์ อยู่ที่ 898,862.02 บาท และ สายทางถนนคลองพระยาสุเรนทร์-พระประแดง อยู่ที่ 1,077,402.18 บาท

## 8. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัจจัยทางด้านความไม่ถาวร (non permanence) การกักเก็บคาร์บอนโดยต้นไม้ที่นับจัดเป็น ประเภทไม่ถาวร เนื่องจากคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้มีโอกาสถูกปล่อยกลับคืนสู่ บรรยากาศได้จากหลายสาเหตุ เช่น การตัดฟัน การเกิดไฟป่า เป็นต้น มีความไม่แน่นอน (uncertainty) เนื่องจากการวัดการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก โดยต้นไม้ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน รวมทั้งมีระยะเวลาในการคิดคาร์บอนเครดิตยาวนาน (long term crediting period) เนื่องจากการดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยป่าไม้นั้นต้องใช้เวลายาวนานจึงควรมีการศึกษาอย่างละเอียด ทั้งนี้ผู้สนใจสามารถนำการศึกษาครั้งนี้ ไปประยุกต์ใช้และเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมทั้งวัฏจักรของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในอนาคต รวมถึงเป็นแนวทางการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ใช้สำหรับการปลูกเพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon offset) ในภาคการขนส่งสินค้าได้

## เอกสารอ้างอิง

- เขมรจันท์ แยมินิล, คณิน สถิตศิริกุล, จันทร์จิรา ผาสุข, และ รุ่งโรจน์ ชัยเกษตรสิน อ.ดร.อรรถพร วิเศษสินธุ์.  
(2556).การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิณ อภิชาติพัฒนศิริ (2556).การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรท้องถิ่น.ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มณฑาทิพย์ โสมมีชัย (2559), “การคัดเลือกชนิดไม้และการจัดการต้นไม้ในเมือง.เอกสารประกอบการบรรยาย.ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).(2554), “หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการใช้เครื่องหมายรับรองคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์”: ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์.
- ธารา บัวคำศรี. (25/02/2561). ฝุ่นพิษ PM2.5 ที่คุกคามสุขภาพของคนในกรุงเทพฯ มาจากไหน. [ระบบออนไลน์], สืบค้นจาก: <http://www.greenpeace.org/seasia/th/news/>
- ตลาดไท .(28/02/256 ).ตลาดต้นไม้ [ระบบออนไลน์].สืบค้นจาก:<https://talaadthai.com/> ทำเนียบการปล่อยและการเคลื่อนย้ายมลพิษ (25/02/2561). การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสำหรับ
- แหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ ในประเทศไทย.[ระบบออนไลน์], สืบค้นจาก: <http://prtr.pcd.go.th/>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน),Update Emission Factor CFP มิถุนายน 2559 [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/> .

## เครื่องบดผักตบชวา

## GRINDING WATER HYACINTH MACHINE

เอกพล ทับพร<sup>1</sup> นายพิพัฒน์ เลิศโกวิท<sup>2</sup> นายบัณฑิต วงษ์ทอง<sup>3</sup> นายยอดนภา เกษเมือง<sup>4</sup><sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยธนบุรี, pew\_ek@hotmail.com<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยธนบุรี, pipat@gmail.com<sup>3</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยธนบุรี, bundid.w@gmail.com<sup>4</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยธนบุรี, ynp\_ie@thonburi-u.ac.th

## บทคัดย่อ

การจัดผักตบชวาของชุมชนวัดปุรณาวาสเป็นชุมชนที่กำลังประสบปัญหาเนื่องจากใช้เวลานานในการบดผักตบชวาให้มีขนาดเล็ก ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการขาดเครื่องจักรที่สามารถซึ่งสภาพกำจัดผักตบชวาได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ต้องการแก้ไขสภาพปัญหาดังกล่าวด้วยการออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดผักตบชวาขึ้นมา เพื่อลดปริมาณความยาวของผักตบชวาและลดเวลาในการบดผักตบชวา

การออกแบบและสร้างเครื่องบดผักตบชวาซึ่งใช้โครงสร้างที่ประกอบด้วย โครงเหล็กฉากขนาด 50x50x5 มิลลิเมตร ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 220 V 1 เฟส 2 แรงม้า 2,416 รอบต่อนาทีใช้สายพานในการขับเคลื่อนผ่านระบบเพลาติดตั้งด้วยใบมีด 2 ชั้น ทำมุม 45 องศา เพื่อให้ผักตบชวามีขนาดไม่เกิน 3 เซนติเมตร การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดผักตบชวาที่ปริมาณทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม

จากผลการทดสอบเมื่อใช้เครื่องบดผักตบชวาทำการบดทดสอบพบว่า ที่ปริมาณทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม เครื่องบดผักตบชวาสามารถบดผักตบชวาได้ โดยมีค่าความยาวของเศษผักตบชวาสดมีค่าไม่เกิน 3 เซนติเมตรและสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานของแรงงานคนได้จากเวลาเฉลี่ย 330 วินาที เหลือ 49.67 วินาที ลดลง 280.33 วินาที คิดเป็น 84.95 %

**คำสำคัญ** ผักตบชวา เครื่องบดผักตบชวา การบด

## Abstract

The removal of water hyacinth at Wat Puranawas is a community experiencing problems that spend a lot of time to grind to smaller pieces. Such problems caused by lack of efficient machinery, which can effectively eliminate the water hyacinth. This project aims to design and build up a grinding water hyacinth machine to decrease the volume and time of grinding the water hyacinth.

The principle of this project was designed and build up a grinding water hyacinth machine constructed with metal iron bar 50x50x5 mm. propelled with 220 Vac. 1 phase 2 Hp. 2,416 rpm. Motor with belt driven through shaft fitted with 2 sets of 45 degree cutting blades to grind a water hyacinth down not over 3 cm. The test of this project to find out a performance of grinding water hyacinth machine in volume of 5,10 and 15 kg.

The results of this project was found that the performance of grinding water hyacinth machine could grind 5, 10 and 15 kg of fresh water hyacinth in the length of a piece less than 3 cm. and decreased working time from 330 seconds to 49.67 seconds, total decreased of 280.33 seconds, or 84.95 percent.

**Keywords** Water hyacinth, grinding water hyacinth machine, grinding.

## 1. บทนำ

ผักตบชวา (Water Hyacinth) เป็นพืชน้ำล้มลุก สามารถอยู่ได้ทุกสภาพน้ำ มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มน้ำเมซอน ประเทศบราซิล ในทวีปอเมริกาใต้ มีดอก สีม่วงอ่อน คล้ายช่อดอกกล้วยไม้ และแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจนกลายเป็นวัชพืชที่ร้ายแรงในแหล่งน้ำทั่วไป มีชื่อเรียกในแต่ละท้องถิ่นดังนี้ ผักปอด สวะ ผักโรค ผักตบชวา ผักยะวา ผักอีโยก ผักปอง

ชุมชนวัดบูรณาวาส ตั้งอยู่ที่หมู่ 3 คลองมหาสวัสดิ์ แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กทม. เป็นหนึ่งชุมชนจากหลายชุมชนในกรุงเทพมหานครที่กำลังประสบปัญหาเรื่องปริมาณผักตบชวาในลำคลองดังรูปที่ 1 โดยสภาพปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเนื่องในหลาย ๆ ด้าน เช่น การระบายน้ำที่ล่าช้า ปัญหาด้านการสัญจรทางน้ำ การอุปโภค การใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมและเป็นอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตที่อยู่น้ำ การกำจัดวัชพืชเหล่านี้ทางชุมชนได้มีการจัดกิจกรรมอนุรักษ์ธรรมชาติขึ้นในทุกๆปี เพื่อช่วยกันกำจัดผักตบชวาที่เกิดขึ้นและมีปริมาณมากในลำคลองให้มีระดับความหนาแน่นที่ต่ำลง ด้วยวิธีการใช้แรงงานคนและใช้อุปกรณ์ช่วยสำหรับการดึงผักตบชวาเข้าฝั่ง ซึ่งจากภายหลังจากที่ดึงผักตบชวาเข้าฝั่งนั้น จะมีชาวบ้านจะนำผักตบชวาไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ทำอาหารสัตว์ ทำเชื้อเพลิงชีวมวล และการทำปุ๋ย เป็นต้น

การทำปุ๋ยจากผักตบชวานั้นจะได้มาจากส่วนผสม คือผักตบชวาแห้งที่ผ่านการบดละเอียดแล้วใช้สัดส่วนเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ มาผสมกับดินร่วนสัดส่วนเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ นำมาคลุกเคล้ากันเพื่อทำเป็นปุ๋ยออกจำหน่ายเป็นถุง ถุงละ 5 กิโลกรัมซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้ประชาชนในชุมชน จากนโยบายดังกล่าว ได้มีการประกาศรับซื้อผักตบชวาจากชุมชนโดยค่าตอบแทนเป็นตัวเงิน ทำให้คนในชุมชนหันมาสนใจการเก็บผักตบชวาจากลำคลองและการแปรรูปผักตบชวามากขึ้น ซึ่งการนำผักตบชวาไปทำปุ๋ยจากผักตบชวานั้น จะต้องนำผักตบชวาสดไปผ่านกระบวนการผลิต โดยหนึ่งในขั้นตอนการผลิตจะต้องนำผักตบชวาไปบดและย่อยให้มีขนาดเล็กเพื่อจะนำไปแปรรูปเป็นปุ๋ย แต่เนื่องจากวัชพืชเหล่านี้จะมีขนาดปริมาตรค่อนข้างที่จะใหญ่ โดยมีความสูงเฉลี่ยมากกว่า 1 เมตร ส่งผลให้ใช้เวลาสูงในการสับและบดโดยใช้แรงงานคนเพื่อลดปริมาตรให้เล็กลงและยังส่งผลให้เกิดความความเมื่อยล้าอีกด้วย [2],[3]

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ช่วย [1] สำหรับบดผักตบชวาให้มีปริมาตรขนาดเล็กด้วยวิธีการ (Mechanical Control) โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมมาช่วยในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดผักตบชวาขึ้นมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบดผักตบชวาให้ดียิ่งขึ้นรวมถึงสามารถลดความยาวของผักตบชวาให้มีขนาดความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตรและเป็นแนวทางในการแปรรูปแบบสมบูรณ์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป



รูปที่ 1 ผักตบชวา

### 1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อลดปริมาตรของผักตบชวาให้มีขนาดความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตร
- 2) เพื่อออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดผักตบชวาโดยใช้ใบมีดตัดเฉือน
- 3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดผักตบชวาระหว่างคนและเครื่องจักร

### 2. อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านต่างๆที่มีความจำเป็นต่อการออกแบบ

#### 2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผักตบชวา

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผักตบชวา ได้แก่ ความยาวของลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อนำมาข้อมูลมาใช้ในการออกแบบชุดใบมีดและส่วนประกอบต่างๆของเครื่องจักร

ผักตบชวา (Water Hyacinth) เป็นพืชน้ำที่สามารถอยู่ได้ทุกสภาพน้ำ เกิดขึ้นอยู่ในหลายลุ่มน้ำคลองของประเทศ ไทย โดยผักตบชวาที่พบที่คลองมหาสวัสดิ์ มีลำต้นเป็นทรงกระบอกความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 100 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 1 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผักตบชวา

#### 2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ[6],[7],

การออกแบบและสร้างเครื่องบดผักตบชวานี้ คณะผู้จัดทำวิจัยได้ทำการประยุกต์จากหลักการทำงานของเครื่องบดน้ำผลไม้ที่สามารถบดและย่อยวัสดุให้ละเอียดได้โดยใช้ใบมีดตัดเฉือน โดยจะนำหลักการดังกล่าวมาพัฒนาใช้กับการบดผักตบชวาที่มีเนื้อวัสดุที่ใช้ในการตัดเฉือนเหนียวกว่าเศษผักและผลไม้ทั่วไปอันเนื่องมาจากโครงสร้างภายในของผักตบชวามีเส้นใยที่มากกว่าพืชผัก ผลไม้ทั่วไป โดยการประยุกต์นี้ทางคณะผู้จัดทำได้ใช้ศาสตร์ความรู้ทางด้าน การออกแบบเครื่องจักรกลมาช่วยในการวิเคราะห์การคำนวณ ออกแบบและจัดสร้างรวมถึงการเลือกใช้ชิ้นส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กันและเป็นชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไปมาเป็นชิ้นส่วนประกอบรวมของเครื่องบดผักตบชวา โดยผู้ออกแบบต้องการออกแบบให้ชิ้นส่วนประกอบสามารถที่จะถอดประกอบได้ (Assembly Parts) ดังรูปที่ 3 เพื่อที่จะสะดวกต่อการซ่อมบำรุง เช่น ชุดใบมีดดังรูปที่ 4 พูลเลย์ สายพาน ชุดใบมีด มอเตอร์ สวิตซ์ ชุดบรรจุเศษและชุดระบายเศษ เป็นต้นโดยชุดอุปกรณ์ดังกล่าวนี้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่จะเป็นตัวช่วยให้เครื่องบดผักตบชวาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ





รูปที่ 5 ชุดใบมีดตัด

การวางแผนการทดสอบการทำงานของเครื่องบดผักตบชวาจะศึกษาปริมาณผักตบชวาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม โดยจะเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาหลังจากการบดโดยใช้แรงงานคนในการบด ผักตบชวาเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องบดผักตบชวาที่ปริมาณน้ำหนักทดสอบเท่ากัน ซึ่งจะศึกษาเปอร์เซ็นต์ปริมาณการบดละเอียด และ ความสามารถในการทำงาน โดยคำนวณจากสมการ ดังนี้

- 1) เปอร์เซ็นต์ปริมาณการบดละเอียด (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของผักตบชวาที่บดได้}}{\text{น้ำหนักของผักตบชวาทั้งหมด}} \times 100$$

- 2) ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.)

$$\frac{\text{น้ำหนักของผักตบชวาที่บดได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาในการบดทั้งหมด}}$$

### 3.การทดสอบ

#### 3.1 การทดสอบโดยใช้แรงงานคน

การทดสอบโดยใช้แรงงานคน 1 คน ในการบดและย่อยผักตบชวานั้นผู้ปฏิบัติงานจะใช้มีดความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับสับและย่อยผักตบชวาที่ปริมาณผักตบชวาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม โดยผลจากการทดสอบที่ ปริมาณน้ำหนักทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม ให้ผลที่ใกล้เคียงกันด้านลักษณะกายภาพ จึงจะนำเสนอเฉพาะที่ ปริมาณน้ำหนักทดสอบ เท่ากับ 5 กิโลกรัม จากการทดสอบพบว่าผักตบชวาที่ผ่านการบดนั้นมีลักษณะกายภาพที่ค่อนข้าง หนียวโดยมีลักษณะเป็นก้อนและแห้งไม่ละเอียด เมื่อวัดความยาวของเศษพบว่ามีความยาวเกิน 3 เซนติเมตร ซึ่งจากผล การวิเคราะห์พบว่าในเงื่อนไขการทดสอบ คือ ที่ปริมาณน้ำหนักทดสอบ เท่ากับ 5 กิโลกรัม จะใช้เวลาเฉลี่ยในการบด เท่ากับ 330 วินาที หรือ 5.5 นาที ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างสูง [4],[5] และจากการพิจารณาจากภาพถ่ายการทดสอบ คือ ผักตบชวามีความ หนียวและจากการตรวจสอบพบว่าทุกๆครั้งการทดสอบ ผักตบชวามีความยาวเกิน 3 ซม. ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้แปรรูปเป็นปุ๋ย ได้และไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบโดยใช้แรงงานคน

ปริมาณน้ำหมักทดสอบ (กก.)	ครั้งที่	เวลาบด (วินาที)	เวลาบดเฉลี่ย (วินาที)	ภาพถ่าย	ผลการวิเคราะห์
5	1	315	530		เมล็ดผักขวามีลักษณะเป็นเม็ดและสวยงาม เกิน 3 ชม.
	2	350			เมล็ดผักขวามีลักษณะเป็นเม็ดและสวยงาม เกิน 3 ชม.
	3	325			เมล็ดผักขวามีลักษณะเป็นเม็ดและสวยงาม เกิน 3 ชม.

### 3.2 การทดสอบโดยใช้เครื่องจักรต้นแบบ

การดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องบดผักตบชวาได้มีการวางแผนการดำเนินการไว้ เพื่อตอบวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการดำเนินการซึ่งจะต้องมีการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บผักตบชวาสดจากลำคลอง โดยผักตบชวาที่เก็บขึ้นมานั้นจะต้องผ่านการคัดแยกเศษไม้ กิ่งพลาสติก โฟม โลหะและสิ่งอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ ซึ่งผักตบชวาที่เก็บขึ้นมานั้นจะถูกปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที เพื่อปล่อยให้น้ำที่สะสมอยู่ที่ลำต้นและรากสะอาดขึ้นก่อนบรรจุลงภาชนะบรรจุที่เตรียมไว้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การเก็บผักตบชวา

### 3.2.2 ขั้นตอนการบดผักตบชวา

จากขั้นตอนการเตรียมผักตบชวาที่จะใช้ในการทดสอบ ในขั้นตอนนี้จะนำผักตบชวามาทำการบดและย่อยภายใต้สภาวะการทดสอบที่ได้มีการวางแผนไว้ โดยเริ่มจากการเปิดเครื่อง จากนั้นนำผักตบชวาที่เตรียมไว้ลำเลียงเข้าสู่ชุดบรรจุเศษที่ปากทางเข้า ซึ่งปริมาณน้ำหมักทดสอบที่จะใช้ในการทดสอบมี 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7

การนำผักตบชวาใส่เข้าเครื่องบด

### 3.2.3 การนำผักตบชวาออกจากชุดระบายเศษ

การนำผักตบชวาออกจากชุดระบายเศษนั้น ทางคณะผู้จัดทำได้มีการออกแบบชุดระบายเศษไว้ในเครื่อง โดยใช้ชุดคั่นโยกเป็นกลไกในการควบคุมการเปิด-ปิดของแผ่นโลหะเพื่อควบคุมการระบายเศษผักตบชวาที่บดแล้วไหลออกมาลงในภาชนะที่เตรียมไว้ ดังรูปที่ 8

คั่นโยก



รูปที่ 8 การนำผักตบชวาออกจากชุดระบายเศษ

### 3.2.4 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาหลังจากการบดว่าได้ขนาดตามที่ต้องการหรือไม่นั้น จะพิจารณาโดยใช้สายตาในการตรวจสอบ (Visual Control) และใช้ไม้บรรทัดเป็นเครื่องมือวัดในการตรวจสอบโดยปริมาตรที่ตั้งไว้ตามวัตถุประสงค์ คือเศษผักตบชวาหลังจากการบดจะต้องมีขนาดไม่เกิน 3 เซนติเมตร ดังรูปที่ 9 และดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ



รูปที่ 10 การตรวจสอบความยาวของผักตบชวา

จากการดำเนินการทดสอบโดยใช้เครื่องบดผักตบชวาในการทดสอบ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการบันทึกผลการทดสอบและได้ถ่ายภาพผลการทดสอบเพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบโดยใช้แรงงานเครื่องจักร

ปริมาณ น้ำผัก ทดสอบ (กก.)	เวลายบ (วินาที)	เวลายบ เฉลี่ย (วินาที)	ภาพถ่าย	ผลการวิเคราะห์
8	47	49.67		เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	52			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	20			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
10	84	54		เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	56			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	52			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบโดยใช้แรงงานเครื่องจักร(ต่อ)

ปริมาณ น้ำผัก ทดสอบ (กก.)	เวลายบ (วินาที)	เวลายบ เฉลี่ย (วินาที)	ภาพถ่าย	ผลการวิเคราะห์
15	55	60		เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	62			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.
	63			เศษผักตบชวาละเอียด และความยาวไม่เกิน 3 ซม.

จากการทดสอบโดยใช้แรงงานเครื่องจักรในการบดผักตบชวาปริมาณผักตบชวาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม พบว่าใช้เวลาเฉลี่ยในการบดผักตบชวา เท่ากับ 49.67 วินาที , 54 วินาที และ 60 วินาทีตามลำดับ

#### 4. ผลการดำเนินการทดสอบ

จากข้อมูลแนวทางการทดสอบโดยผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องบดผักตบชวาต้นแบบและการบดโดยใช้แรงงานคนในการบดผักตบชวา โดยจะศึกษาปริมาณผักตบชวาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม ซึ่งจะเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาหลังจากการบดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ดังต่อไปนี้

##### 4.1 เปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด (%) ด้วยแรงงานคน

โดยพบว่าเปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด ด้วยแรงงานคน ให้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด ด้วยแรงงานคน

ปริมาณ น้ำหนักร ทดสอบ (ก.ก)	เวลา เฉลี่ย ในการ บด (วินาที)	ปริมาณ น้ำหนักร ที่บดได้ (ก.ก)	การคำนวณ	เปอร์เซนต์
5	330	4.5	$(4.5/5) \times 100$	90

##### 4.2 ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.) ด้วยแรงงานคน โดยพบว่าความสามารถในการทำงานของด้วยแรงงานคน ให้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.)

ปริมาณ น้ำหนักร ทดสอบ (ก.ก)	เวลา เฉลี่ย ใน การ บด (ช.ม.)	ปริมาณ น้ำหนักร ที่บดได้ (ก.ก)	การคำนวณ	(ก.ก/ช. ม.)
5	0.092	4.5	$(4.5/0.092)$	48.91

##### 4.1 เปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด ด้วยแรงงานเครื่องจักร

จากการทดสอบโดยใช้เครื่องจักรต้นแบบในการบดผักตบชวาปริมาณผักตบชวาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม พบว่ามีค่าเปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซนต์ปริมาณการบดละเอียด

ปริมาณ น้ำหนักร ทดสอบ (ก.ก)	เวลาเฉลี่ย ในการบด (วินาที)	ปริมาณ น้ำหนักร ที่บด ได้ (ก.ก)	การคำนวณ	เปอร์เซนต์
5	49.67	4.8	$(4.8/5) \times 100$	96
10	54	9.8	$(9.8/10) \times 100$	98
15	60	14.8	$(14.8/15) \times 100$	99

## 4.2 ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.) ด้วยแรงงานเครื่องจักร

โดยพบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องจักร ให้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.)

ปริมาณ น้ำหนัก ทดสอบ (ก.ก)	เวลา เฉลี่ย ใน การ บด (ช.ม.)	ปริมาณ น้ำหนัก ที่บดได้ (ก.ก)	การคำนวณ	(ก.ก/ช. ม.)
5	0.014	4.8	(4.8/0.014)	342.86
10	0.015	9.8	(9.8/0.015)	653.33
15	0.017	14.8	(14.8/0.017)	870.59

จากการดำเนินการทดสอบตามแผนที่วางไว้จะเห็นว่าเครื่องบดผักตบชวาที่ได้มีการดำเนินการออกแบบและจัดสร้างขึ้นมา สามารถที่จะใช้งานได้จริง โดยให้คุณภาพของเศษผักตบชวาหลังจากการบดด้วยเครื่องบดผักตบชวาที่ละเอียดกว่าการบดโดยใช้แรงงานคนและให้ปริมาณความยาวของเศษผักตบชวาไม่เกิน 3 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับที่น้ำหนักทดสอบ 5 กิโลกรัม พบว่าสามารถลดเวลาในการบดและย่อยผักตบชวาสดได้จากเวลาเฉลี่ย 330 วินาที เหลือ 49.67 วินาที ลดลง 280.33 วินาที คิดเป็นเวลาที่ได้ 84.95 เปอร์เซ็นต์

## 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

## 1) เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

สำหรับเงื่อนไขปริมาณน้ำหนักทดสอบ เท่ากับ 5 กิโลกรัม พบว่าสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานได้จากเวลาเฉลี่ย 330 วินาที เหลือ 49.67 วินาที ลดลง 280.33 วินาที คิดเป็น 84.95 เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ลดลง

## 2) ปริมาตรของเศษผักตบชวา

สำหรับเงื่อนไขที่ปริมาณทดสอบเท่ากับ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม พบว่า คุณภาพของเศษผักตบชวาจากการบดด้วยเครื่องบดผักตบชวาให้เศษที่มีความละเอียดมากกว่าการบดโดยใช้แรงงานคน ซึ่งการการวัดค่าความยาวเศษผักตบชวาพบว่ามีขนาดความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตร ทุกๆปริมาณทดสอบ

## 3) ความสามารถในการทำงาน (ก.ก/ช.ม.)

สำหรับเงื่อนไขปริมาณน้ำหนักทดสอบ เท่ากับ 5 กิโลกรัม พบว่าค่าความสามารถในการทำงานด้วยแรงงานเครื่องจักรให้ผลลัพธ์ดีกว่าค่าความสามารถในการทำงานด้วยแรงงานคนจากเดิม 48.91 ก.ก/ช.ม. เป็น 342.86 ก.ก/ช.ม. เพิ่มขึ้น 293.95 ก.ก/ช.ม. คิดเป็น 701 เปอร์เซ็นต์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดผักตบชวานี้ ยังสามารถเพิ่มปริมาณน้ำหนักทดสอบได้อีก โดยสังเกตจากผลการทดสอบของทุกๆปริมาณน้ำหนักทดสอบและทุกๆระยะเวลาทดสอบ ที่ให้ผลการทดสอบที่คล้ายคลึงกันแสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรทดสอบสามารถที่จะบดผักตบชวาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งถ้าเพิ่มปริมาณน้ำหนักทดสอบมากขึ้นทางคณะผู้จัดทำคาดว่าเครื่องจักรน่าจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**เอกสารอ้างอิง**

- [1] นพเก้า ศิริพลไพบูลย์. 2548. หลักการเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement). พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประชาชน.
- [2] วันชัย ริจิรวณิช. 2548. การศึกษาการทำงาน และกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] วิชรินทร์ สิทธิเจริญ. 2547. การศึกษางาน (Work Study). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- [4] ดวงรัตน์ ชิวปัญญาโรจน์. และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. 2554. ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes). กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- [5] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. เครื่องคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). แหล่งที่มา <http://youth.ftpi.or.th>, 19 ตุลาคม 2553
- [6] โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ. 2541. New 7 QC Tools เครื่องมือสู่คุณภาพยุคใหม่. แปลโดยวิฑูรย์ สิมะโชคดี. พิมพ์ครั้งที่ 1: กรุงเทพฯ,
- [7] วีชระ มีทอง. 2545. การออกแบบจิ๊ก และฟิกซ์เจอร์. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)

## การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

### The Designing of Compression Charcoal Biomass Machine

วสันต์ ลีละธนาฤกษ์<sup>1</sup>, สุวิทย์ อมรปิตกวิน<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

การใช้พลังงานจากวัสดุเหลือใช้เป็นการส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเศษวัสดุที่ได้จากการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิง ด้วยวิธีการอัดแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเศษวัสดุ และสามารถเพิ่มปริมาณความร้อนต่อหน่วยให้มากขึ้นด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ใช้มอเตอร์ขนาด 1 phase 220 V 3 hp 2.2 kW ส่งกำลังผ่านลูกรอก ขนาด 90 และ 410 mm และขับเคลื่อนสกรูอัดสำหรับอัดก้อนเชื้อเพลิงที่ความเร็ว 318 rpm ผลการทดลองสามารถผลิตถ่านอัดแท่งออกมาได้ 240 แท่งต่อชั่วโมง อัตราส่วนผสมของการอัดถ่านจะอยู่ที่ ถ่าน 1 kg แป้ง 0.1 kg น้ำ 0.3 kg ค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งจะเฉลี่ยอยู่ที่ 50 % ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเฉลี่ย 0.73 g/cm<sup>3</sup> และถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวให้ค่าความร้อนมากกว่าถ่านอัดแท่งชนิดอื่น ๆ การหาระยะการคงอยู่ของถ่านอัดแท่งที่อุณหภูมิ 915 °C จนถ่านมอดดับ พบว่าถ่านไม้ธรรมชาติจะอยู่ได้นานเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 15 นาที

**คำสำคัญ:** ถ่านอัดแท่ง เชื้อเพลิงชีวมวล สกรูอัด

#### Abstract

Energy consumption from waste materials had been help promoting optimize resource utilization by collecting waste materials from agriculture and convert into fuel by stamping method to increase material density which had been increased the amount of heat per unit as well. The project was used single phase 220 V, 3 hp, 2.2 kW motor with 1450 rpm which was transmitted through 2 sets of pulley with 90 mm and 410 mm . It was driven screw compressor for compressed fuel stick at 318 rpm. The purpose of this research is able to produce a charcoal 240 pieces/hours with a mixer of 1 kg of charcoal, 0.1 kg of powder, and 0.3 kg of water. The moisture of charcoal at 50%, average density 0.73 g/cm<sup>3</sup> The coconut shell charcoal had been provided more heat than other types of charcoal, determining the retention time of coals at 915 °C until the coal is extinguished found that ordinary wood charcoal contain heat for an average of 2 hours and 15 minutes.

**Keywords:** Charcoal, Biomass fueled, Compression screw.

## 1. ที่มาและความสำคัญ

ในภาวะปัจจุบัน สถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศของเรานั้นกำลังอยู่ในช่วงวิกฤติเนื่องมาจากวิกฤตการณ์ทางการเมืองในต่างประเทศ หรือแม้กระทั่งการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่มีแนวโน้มในการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุจูงใจให้นักวิจัยส่วนมากหันมาทำการค้นคว้า และวิจัยแหล่งพลังงานใหม่ขึ้นมาทดแทนที่เหมาะสมกับประเทศไทย อันสอดคล้องกับนโยบายพลังงานของประเทศ เมื่อมาพิจารณาพื้นฐานของประเทศเราที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ชีวมวล หรือ Biomass) ที่ได้จากการกระบวนการผลิตมากมาย ไม่ว่าจะเป็น เศษไม้ แกลบ กะลามะพร้าว และยังมีเศษวัสดุเหลือใช้อีกไม่น้อยที่ยังไม่ถูกนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ การใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในเชิงพลังงานเราสามารถพบเห็นได้ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น โรงสี หรือโรงงานน้ำตาล ซึ่งจะเอาเศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เช่น แกลบ ชังข้าวโพด หรือขานอ้อย นำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การต้มน้ำเพื่อนำไอน้ำมาปั่นกระแสไฟฟ้า การเผาให้ความร้อนในกระบวนการลดความชื้นในเมล็ดธัญพืช เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ดีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงประกอบอาหารในครัวเรือน หรือในร้านอาหารปิ้งย่างนั้นยังไม่แพร่หลายในชนบท หรือในเมือง มากนัก อันเนื่อง มาจากความไม่เหมาะสมในเรื่องขนาด และรูปร่างในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จึงทำให้เกษตรกร หรือร้านอาหารส่วนใหญ่จึงยังคงใช้ถ่านที่ผลิตจากไม้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารอยู่เหมือนเดิม จึงเป็นที่มาของการศึกษา และพัฒนาเทคโนโลยีการใช้พลังงานจากวัสดุเหลือใช้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในการประกอบอาหาร โดยใช้วิธีการอัดแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งจะสามารถเพิ่มปริมาณความร้อนต่อหน่วยปริมาตรของวัสดุ และเพิ่มระยะเวลาในการคงอยู่ของแท่งเชื้อเพลิงอัดให้มากขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนา ออกแบบ และสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
- 2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่ง
- 2.3 เพื่อศึกษาการให้ค่าความร้อน อัตราการคงอยู่ ค่าความชื้น และความหนาแน่น ของถ่านอัดแท่งชีวมวล จากกลุ่มตัวอย่างที่น่าทดลองมาเปรียบเทียบกับ

## 3. ขอบเขตของโครงการ

3.1 ศึกษาค่าความร้อนจากถ่านอัดแท่งชีวมวล ที่ได้จากส่วนผสมจาก ผงถ่าน - แปะ - น้ำและนำมาทดลองโดยการเผา ถ่านแท่งจากกลุ่มตัวอย่าง ถ่านอัดแท่งจากไม้โกงกาง ถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าว ถ่านอัดแท่งจากแกลบดำ และถ่านไม้ที่ไม่ได้อัด นำมาเปรียบเทียบกับ

- 3.2 ศึกษาการคงอยู่ของถ่านอัดแท่งชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน
- 3.3 ศึกษาความชื้นของถ่านอัดแท่งชีวมวล
- 3.4 สามารถตัดขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งชีวมวลได้ตามต้องการที่หน้ากว้าง 40 มิลลิเมตร
- 3.5 ศึกษาความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งชีวมวล จากส่วนผสม และใช้สกรูอัด

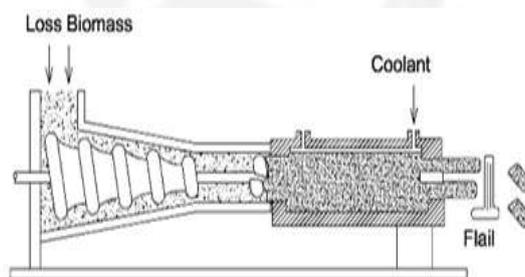
## 4. ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

### 4.1 การอัดแท่งและเครื่องอัดชนิดต่าง ๆ [1]

การอัดแท่ง (Densification) เป็นการลดปริมาตร และเป็นการจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนกันของชีวมวลที่มีการกระจายตัวกันอย่างหลวมๆ การอัดแท่งชีวมวลสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น อัดเป็นเม็ด หรือแท่งเล็ก ๆ (Pelleting) อัดเป็นลูกบาศก์ (Cubing) อัดเป็นแท่ง (Extruded log) อัดเป็นฟอน (Baling) ส่วนใหญ่การนำชีวมวลไปใช้ผลิตเป็นพลังงานนั้นจะอัดเป็นแท่ง (Briquette) และเป็นชิ้น (Pellets) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล และลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าแรงดันที่

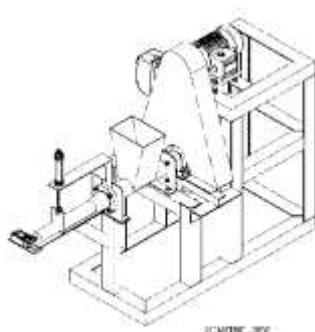
ใช้มีผลต่อความหนาแน่นของแท่งชีวมวล โดยเราสามารถอัดแท่งได้โดยทำการอัดภายใต้แรงดันที่ต่ำกว่า 0.2 - 5 MPa ซึ่งจะทำให้ช่องว่างระหว่างอนุภาคมีค่าลดลง และเมื่อเพิ่มแรงกดให้สูงมากกว่า 100 MPa จะทำให้ผนังเซลล์ของเซลล์สลายตัว และจับตัวกัน ทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะเลือกใช้วิธีการอัดภายใต้แรงดันต่ำหรือสูงนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล และลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของแท่งชีวมวล ขึ้นอยู่กับ ประเภทของชีวมวล เครื่องมือ และอุปกรณ์การอัด สำหรับการอัดที่แรงดันสูงสุดจะได้ความหนาแน่นสูงสุดของชีวมวลอัด คือ 1,200 - 1,400 kg./m<sup>3</sup> และวิธีที่ใช้แรงดันน้อยที่สุดคือวิธีอัดแบบใช้สกรูอัด

เครื่องอัดแบบเกลียว (Screw Press) [5] ในเครื่องอัดแบบเกลียววัตถุดิบที่ใช้อัดจากช่องป้อน (Feed Hopper) ถูกส่งผ่าน และอัดด้วยเกลียว แบบเกลียวรูปกรวย (Conical Screw Press) มีหลักการทางานคือเกลียวรูปกรวยจะดันให้วัสดุเคลื่อนตัวไปข้างหน้า เมื่อพันเกลียวไปวัสดุถูกดันผ่านกระบอกอัดขนาด 50 mm. การไหลผ่านของวัสดุเข้าไปในกระบอกอัดเพิ่มขึ้น พร้อมกับแรงเสียดทานที่มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นระหว่าง 100 - 200 °C ส่งผลให้ลินินห่อยละลายทำหน้าที่เป็นตัวประสานหลังจากระบายความร้อนจะได้แท่งเชื้อเพลิงอัดกำลังในการผลิตของเครื่องอัดแท่งแบบนี้อยู่ในช่วง 500 - 1000 kg./hr อัตรากำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนอัดอยู่ระหว่าง 35 - 75 kW วัสดุที่ใช้ทำการอัดควรมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดและมีความชื้นร้อยละ 8 - 10



รูปที่ 1 เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย [ 2 ]

#### 4.2 การออกแบบเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล [3]



รูปที่ 2 แบบเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

จากการคำนวณเลือกใช้เหล็กเหนียว St 37 เป็นวัสดุในการทำ และแรงที่กระทำเป็นแรงในทิศทางเดียวหรือแรงกระทำเล็กน้อย ดังนั้นจึงเลือกค่าความปลอดภัยในการใช้งาน คือ SF. = 1.50 จากการออกแบบเพลลา ดังนั้นขนาดของเพลลา  $d = 15.59 \times 1.5 = 23.39$  mm (เลือกเพลลาขนาด 25.4 mm.)

#### 4.3 ขั้นตอนการประกอบติดตั้งอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบ



รูปที่ 3 การเชื่อมประกอบชิ้นโครงตามแบบ



รูปที่ 4 โครงสร้างเครื่องหลังจากการเชื่อมประกอบ และประกอบเครื่องอัด



รูปที่ 5 ขั้นตอนการประกอบตู้ไฟฟ้า และเก็บรายละเอียด

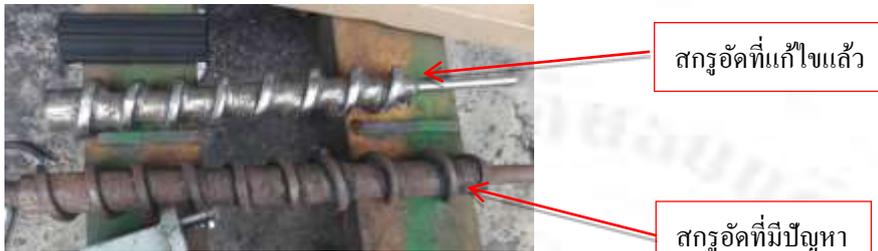


รูปที่ 6 เครื่องอัดถ่านแท่งเตรียมทดสอบการใช้งาน

#### 4.4 การทดสอบในการใช้งานเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

เครื่องอัดแท่งถ่านจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ได้ทำการออกแบบ และจัดสร้างแล้วจะทำการทดสอบการใช้งานโดยทดสอบผลของอัตราการป้อนวัสดุ และผลของการทำงานของเครื่อง เพื่อดูความสามารถในอัดโดยควบคุมปริมาณการป้อนวัสดุ ปริมาณ 1,000 g ต่อครั้ง ขนาดของมอเตอร์ในการอัดเท่ากับ 3 hp จากการทดลองเดินเครื่องที่ออกแบบในครั้งแรกล้มเหลวจากการออกแบบดังนี้

1) ปัญหาของเรื่องตัวสกรูอัด คือความลึกของร่องเกลียวตื้นเกินไป (ความลึกของร่องเกลียวลึก 5 mm.) และการเชื่อมพื้นของเกลียวไม่ได้ระยะที่เท่ากัน ทำให้การดึงผงถ่านนั้นน้อยเกินไปถ่านที่ออกมาไม่เป็นก้อน เราได้ปรับเปลี่ยนตัวสกรูใหม่คือเพิ่มความลึกมากขึ้น (8 mm.) และเชื่อมพื้นของเกลียวใหม่ให้ระยะพิตที่เท่ากัน (40 mm.)



รูปที่ 7 เพลาสกรูอัด

2) หัวอัดที่เป็นแบบสี่เหลี่ยม คือเกิดปัญหาเรื่องของผิวขอบด้านข้างที่ออกมาผิวจะแตกไม่เรียบตามที่ต้องการ และจะส่งผลต่อการส่งขายในท้อง เราจึงได้ออกแบบหัวอัดใหม่เป็นแบบกลมและมีกลมเล็กรอบข้าง 6 แถว ซึ่งเป็นที่นิยมในท้องตลาด



รูปที่ 8 หัวอัดถ่านแบบสี่เหลี่ยมและแบบกลม

3) พูลเลย์ขับและตาม ปัญหาคือจากที่เราได้ออกแบบพูลเลย์ครั้งแรกนั้นเป็นแบบสายพานร่อง A ร่องเดียวนั้น มักจะเกิดปัญหาสายพานสลิปบ่อย เกิดจากแรงหมุนอัดของสกรูอัดที่ส่งถ่านอัดออกจากแม่พิมพ์ทำให้พูลเลย์หมุนฟรี เราจึงแก้ไขปัญหามาโดยการเปลี่ยนเป็นพูลเลย์ร่อง A 2 ร่องทำให้การสลิปของพูลเลย์หายไป



รูปที่ 9 พูลเลย์ร่อง A แบบ 1 ร่อง และแบบ 2 ร่อง

4) ปัญหาลูกปืนแตก เกิดขึ้นเนื่องจากเวลาที่สกรูอัด อัดถ่านนั้นจะเกิดแรงดันถอยหลังในแนวแกนทำให้ลูกปืนแตก การแก้ไขปัญหาคือทางเราต้องกลึงเพลายันเพื่อใส่ลูกปืนกันแรงดันในแนวแกนของเพลาลูกปืนไม่แตก



รูปที่ 10 การแก้ไขลูกปืนแตก



รูปที่ 11 เครื่องอัดถ่านแท่งที่เสร็จสมบูรณ์ผ่านการปรับปรุงแก้ไข

## 5. ผลการดำเนินงาน

### 5.1 อัตราการผลิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

ทดลองอัดผงถ่านที่ 3 kg แป้ง 0.3 kg น้ำ 0.9 kg ความเร็วรอบของสกรูอัดเท่ากับ 318 rpm (ที่มอเตอร์ 3 hp รอบ 1450 rpm พูลเลย์ขับ 90 mm พูลเลย์ตาม 410 mm) ขนาดของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล 40 mm X 100 mm จับเวลาที่ถ่านอัดแท่งผ่านกระบอกรูปแบบออกมาที่ชุดตัดอัตโนมัติ 1 ก้อนใช้เวลาประมาณ 15 วินาที คิดเป็นชั่วโมงจะได้ 240 ก้อนต่อชั่วโมง หรือ คิดเป็น 1 วัน (8 ชั่วโมงทำงาน) จะได้ 1,920 ก้อนต่อวัน

### 5.2 ผลการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

ส่วนประกอบทดสอบการหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมชีวมวล และตัวประสานดังรูปที่ 12



ถ่านไม้โก่งกาง

ถ่านกะลามะพร้าว

ถ่านแกลบ



แป้งมัน

ตาขี้

น้ำ

รูปที่ 12 ส่วนประกอบของการอัดถ่านแท่ง

ตารางที่ 1 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ ถ่านไม้

อัตราส่วนผสม (kg)			ความสามารถ ในการอัด	หมายเหตุ	รูป
ถ่าน	แป้ง มัน	น้ำ			
1	0.1	0.8	✗	ไม่สามารถขึ้น รูปได้ค่อนข้าง เหลว	
1	0.1	0.3	✓	อัดตัวเป็นก้อน	
1	0.5	1	✗	อัดตัวเป็นก้อนแต่ แข็ง	

ตารางที่ 2 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ กะลามะพร้าว

อัตราส่วนผสม (kg)			ความสามารถ ในการอัด	หมายเหตุ	รูป
ถ่าน	แป้ง มัน	น้ำ			
1	0.1	0.5	✗	สามารถขึ้น รูปได้ค่อนข้างเหลว	
1	0.15	0.3	✓	อัดตัวเป็นก้อน	
1	0.5	0.15	✗	อัดตัวเป็นก้อนแต่ แข็ง	

ตารางที่ 3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ แกลบ

อัตราส่วนผสม (kg.)			ความสามารถ ในการอัด	หมายเหตุ	รูป
ถ่าน	แป้งมัน	น้ำ			
1	0.1	0.5	✗	สามารถขึ้นรูปได้ ค่อนข้างเหลว	
1	0.15	0.25	✓	อัดตัวเป็นก้อน	
1	0.5	0.15	✗	อัดตัวเป็นก้อนแต่ ค่อนข้างแข็ง	

## 5.3 ศึกษาความชื้นของถ่านอัดแท่งชีวมวล [4]

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อวัดค่าความชื้นโดยการคำนวณ ขนาดที่ทำการวัดของแท่งถ่าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 mm ยาว 100 mm (4 in.)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบน้ำหนัก และความชื้นของถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ที่ใช้เวลาในการตากใน 1 วัน

ชนิดของแท่งเชื้อเพลิง	น้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงออกจากเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง (g)	เวลาที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักถ่านที่แตกแตก (hr.)					
		4 hr. น้ำหนัก (g)	8 hr. น้ำหนัก (g)	12 hr. น้ำหนัก (g)	16 hr. น้ำหนัก (g)	20 hr. น้ำหนัก (g)	24 hr. น้ำหนัก (g)
		ความชื้น (%)	ความชื้น (%)	ความชื้น (%)	ความชื้น (%)	ความชื้น (%)	ความชื้น (%)
ถ่านไม้โกกกา	200	190	180	170	150	130	100
		95	90	85	75	65	50
ถ่านกะลามะพร้าว	200	160	158	149	140	122	86
		80	79	74.5	70	61	43
ถ่านแกลบ	210	195	191	182	168	144	94
		92.85	90.9	86.6	80	68.5	44.7

จากตารางที่ 4 จะพบว่า ถ่านแต่ละชนิดเมื่อออกจากเครื่องอัดแล้วนำมาตากแห้งจะเห็นได้ว่ามีน้ำหนักน้ำหนักลดลงตามลำดับซึ่งในการทดลองครั้งนี้เก็บข้อมูลค่าน้ำหนักเอาไว้เป็นเวลา 1 วัน พบว่าถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวลดความชื้นมากกว่าถ่านอัดแท่งชนิดอื่นๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน และค่าความชื้นจะลดลงไปเรื่อยๆ เมื่อตากแดดนานขึ้น

## 5.4 ศึกษาความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งชีวมวล

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ชนิดของแท่งถ่านเชื้อเพลิง	พื้นที่หน้าตัดของแท่งถ่าน (cm <sup>2</sup> )	น้ำหนักแท่งเชื้อเพลิงออกจากเครื่อง (g)	ปริมาตรของถ่านอัดแท่ง (v) (cm <sup>3</sup> )	ค่าความหนาแน่น (ρ) หลังออกจากเครื่อง (g/cm <sup>3</sup> )	น้ำหนักของแท่งถ่านที่ตากแห้ง 1 วัน (g)	ค่าความหนาแน่น (ρ) หลังตากแดด 1 วัน (g/cm <sup>3</sup> )
ไม้โกกกา	12.66	200	126.60	1.57	100	0.78
กะลามะพร้าว	12.66	200	126.60	1.57	86	0.67
แกลบ	12.66	210	126.60	1.65	94	0.74

จากตารางที่ 5 จะพบว่า น้ำหนักแท่งเชื้อเพลิงที่ออกจากเครื่องนั้นจะมีน้ำหนักที่เกือบจะเท่ากันอยู่ประมาณ 0.20 - 0.21 kg. ปริมาตรของแท่งเชื้อเพลิงนั้นจะเท่ากันเพราะแท่งเชื้อเพลิงถูกอัดออกมาจากหัวแม่พิมพ์อัดเดียวกัน

## 5.5 ศึกษาการให้ความร้อนของถ่านอัดแท่งชีวมวล

จากส่วนผสม และใช้เครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ทำการทดลองโดยการเผาถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ที่ยังไม่ได้อัดแล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์ค่าความร้อนในถ่านจนถ่านหมดดับ ในแต่ละชนิดนำมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้อุปกรณ์ดังนี้ ถ่านอัดแท่ง ถ่านไม้ที่ยังไม่ได้อัด น้ำหนัก 100 g (1 แท่ง ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 cm. ยาว 10 cm.) เทอร์โมมิเตอร์ เตาถ่าน และ ตาชั่ง

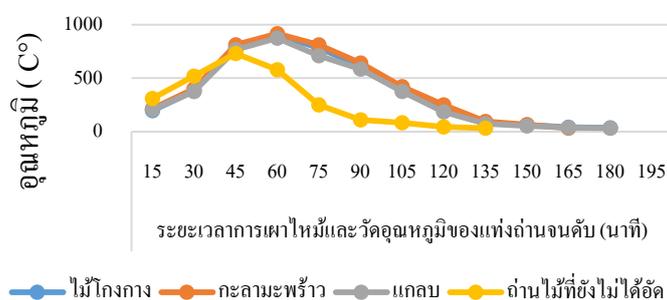


รูปที่ 13 การทดลองการเผาถ่านเพื่อจับเวลาการคงอยู่ของถ่าน

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการให้ความร้อนของถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ชนิดของแท่ง เชื้อเพลิงหนักน้ำ 100 g/ 1 แท่ง	ระยะเวลาการเผาไหม้ และวัดอุณหภูมิของแท่งถ่านจดับ ( °C)											
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที	นาที
ไม้โกงกาง	198	380	785	900	785	610	405	200	85	62	43	35
กะลามะพร้าว	215	400	810	915	810	640	420	250	95	65	35	-
แกลบ	205	375	765	875	605	585	375	185	75	55	40	35
ถ่านไม้ที่ยังไม่ได้ อัด	310	520	730	580	250	110	85	45	35	-	-	-

จากตารางที่ 6 จะพบว่าค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงนั้นจะเป็นถ่านไม้ธรรมชาติที่ยังไม่ได้อัดแท่งจะให้ความร้อนเร็วกว่าถ่านอัดแท่งในช่วงเริ่มต้นซึ่งใช้เทอร์โมมิเตอร์วัด และเปรียบเทียบกัน ส่วนถ่านอัดแท่งนั้นจะค่อยๆ ให้ความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเวลาพอไปประมาณ 45 นาที จะให้ค่าความร้อนสูงขึ้นในขณะที่ถ่านธรรมชาติให้ความร้อนสูงสุด และเวลาต่อมาถ่านไม้ธรรมชาติจะเริ่มอุณหภูมิจะลดลงเพราะถ่านไม้เริ่มหมดดับเรื่อยๆ ในขณะที่ถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงนั้นความร้อนยังไม่ลดลงมาก นั่นคือถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงให้ความร้อนนานกว่าถ่านไม้ธรรมชาติ เปรียบเทียบการให้ความร้อนจากการเผา ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 เปรียบเทียบการให้ความร้อนของถ่านชนิดต่างๆ

#### 5.6 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการติดไฟและระยะเวลาในการเผาไหม้

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการติดไฟและระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง

เชื้อเพลิงในการทดสอบ	ทดลองจุดครั้งที่ 1 เวลาที่ใช้น้ำมัน (นาทีก)	ทดลองจุดครั้งที่ 2 เวลาที่ใช้น้ำมัน (นาทีก)	ทดลองจุดครั้งที่ 3 เวลาที่ใช้น้ำมัน (นาทีก)
ถ่านไม้	4.10	4.30	5
กะลามะพร้าว	3.50	3.30	3.15
แกลบ	4.30	4	4.50
ถ่านไม้ที่ยังไม่ได้อัด	2.30	3	2.15

จากตารางที่ 7 จะพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการติดไฟ และระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านไม้ที่ใช้ส่วนผสม และใช้สกรูอัด ด้วยวิธีการอัดเย็นในการอัดพบว่าใช้ระยะเวลาในการติดไฟเฉลี่ยของถ่านไม้ กะลามะพร้าว แกลบ อยู่ที่ 4.46, 3.31, 4.26 นาทีตามลำดับ ส่วนถ่านไม้ที่ยังไม่ได้อัดการติดไฟเฉลี่ยแล้วจะอยู่ที่ 2.48 นาที

## 6. สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ผลการทดสอบการหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมชีวมวล และตัวประสาน ดังนี้ คือ ถ่านไม้โก่งกาง อัตราส่วนผสม 1 : 0.1 : 0.3 (ผงถ่านไม้ : แป้งมัน : น้ำ ) โดยน้ำหนักเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด ที่ความเร็วรอบของเครื่องอัดที่ 318 rpm. ซึ่งถ่านแท่งที่ออกมาจะเป็นแท่งได้ ไม่แข็งมาก ไม่เปราะง่าย ใช้เวลาในการอัดก้อนเพื่อให้ได้ความยาวเฉลี่ย 10 cm. ใช้เวลาในการอัดแท่งถ่าน 15 วินาทีต่อ 1 แท่ง และมีอัตราการอัดแท่งอยู่ที่ 240 แท่งต่อชั่วโมง และมีความหนาแน่นเท่ากับ  $1,847 \text{ kg/m}^3$

ส่วนถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าว อัตราส่วนผสม 1 : 0.15 : 0.3 (ผงกะลามะพร้าว : แป้งมัน : น้ำ) โดยน้ำหนักเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่ความเร็วรอบของเครื่องอัดที่ 318 รอบต่อนาที ซึ่งถ่านแท่งที่ออกมาจะเป็นแท่งได้ ไม่แข็งมาก ไม่เปราะง่าย ใช้เวลาในการอัดก้อนเพื่อให้ได้ความยาวเฉลี่ย 10 cm ใช้เวลาในการอัดแท่งถ่าน 15 วินาทีต่อก่อน และมีอัตราการอัดแท่งอยู่ที่ 240 แท่งต่อชั่วโมงและมีความหนาแน่นเท่ากับ  $1,851 \text{ kg/m}^3$  ส่วนถ่านอัดแท่งจากแกลบ อัตราส่วนผสม 1 : 0.15 : 0.25 (ผงแกลบ : แป้งมัน : น้ำ) โดยน้ำหนักเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่ความเร็วรอบของเครื่องอัดที่ 318 รอบต่อนาที ซึ่งถ่านแท่งที่ออกมาจะเป็นแท่งได้ ไม่แข็ง ไม่เปราะ ใช้เวลาในการอัดก้อนเพื่อให้ได้ความยาวเฉลี่ย 10 cm. ใช้เวลาในการถ่าน 15 วินาที ต่อ 1 แท่ง และมีอัตราการอัดแท่งอยู่ที่ 240 แท่งต่อชั่วโมงและมีความหนาแน่นเท่ากับ  $1,944 \text{ kg/m}^3$

6.1.2 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งชีวมวลซึ่งได้ทดลอง โดยการเผาถ่านอัดแท่งแล้วจับเวลา และวัดอุณหภูมิตามเวลาที่กำหนด พบว่าถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวมีค่าความร้อนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันที่ 60 นาที ให้ค่าความร้อนที่อุณหภูมิ  $915^\circ\text{C}$  ซึ่งมากกว่าถ่านอัดแท่งชนิดอื่นๆ ที่วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ส่วนค่าความร้อนถ่านอัดแท่งจากไม้โก่งกางอยู่ที่  $900^\circ\text{C}$  ถ่านอัดแท่งจากแกลบอยู่ที่  $874^\circ\text{C}$  ถ่านไม้ที่ยังไม่ได้อัดอยู่ที่  $730^\circ\text{C}$

6.1.3 เปรียบเทียบระยะเวลาในการติดไฟและระยะเวลาในการเผาไหม้ จะพบว่าการจุดติดไฟของถ่านอัดแท่งใช้เวลาในการจุดติดไฟเฉลี่ยอยู่ประมาณ 4.01 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบกับถ่านไม้ธรรมชาติจุดติดเฉลี่ยแล้วอยู่ประมาณ 2.48 นาที ซึ่งถือว่าเร็วกว่าถ่านอัด ส่วนอัตราการคงอยู่ของถ่านอัดแท่งจนมอดดับเป็นขี้เถ้าเฉลี่ยแล้วจะอยู่ที่ประมาณ 2 ชม.50 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านไม้ธรรมชาติซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 2.ชม. 15 นาที แล้วนั้น ถิ่นว่าถ่านอัดแท่งนั้นจะมีระยะเวลาคงอยู่นานกว่าถ่านไม้ธรรมชาติ



## เก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยทางสมอง

### THE SUPPORT CHAIR STABILIZER OF CEREBRAL PALSY

เชมณัฐ กลิ่นโมรีย์<sup>1</sup>, ปณต ศรีภักตร์<sup>2</sup>, มีนา รัตนกร<sup>3</sup>, จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว<sup>4</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธนบุรี, khemmanat\_fon@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการออกแบบและสร้าง เก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยทางสมองหรือกล้ามเนื้อขาอ่อนแรง โดยจะนำไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC 16F877A มาทำการควบคุมการเคลื่อนไหวเก้าอี้และเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ป่วยทางสมองหรือกล้ามเนื้อขาอ่อนแรง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A เป็นตัวควบคุมขับเคลื่อนกระบอกไฟฟ้า พิกัด 12V 5A ที่มีขนาด Holding Force max 1500 N จำนวน 2 ตัว และพิกัด 12V 5A ที่มีขนาด Holding Force max 5000 N 1ตัว ซึ่งทำงานใน 3 ลักษณะคือแบบนั่ง แบบนอนและแบบยืน การทดสอบยกน้ำหนัก จะใช้บุคคลที่มีน้ำหนักในช่วง 50-60 กิโลกรัม กระบอกไฟฟ้าใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 5 A ช่วง 61-70 กิโลกรัม กระบอกไฟฟ้าใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 6 A ช่วง 71-80 กิโลกรัม กระบอกไฟฟ้าใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 7 A ช่วง 81-90 กิโลกรัม กระบอกไฟฟ้าใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 7 A และในช่วง 91-100 กิโลกรัม กระบอกไฟฟ้าใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 8 A โดยเครื่องยกผู้ป่วยสามารถทำการยกน้ำหนักดังกล่าวได้สูงสุด 100 กิโลกรัม

**คำสำคัญ:** แอคชูเอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้พิการทางสมอง

#### Abstract

This project aims to designed and built up the support chair stabilizer for Cerebral Palsy(CP) or Myasthenia Gravis(MG). by using PIC microcontroller to control the movement of the chair and to facilitate of Cerebral Palsy(CP) or Myasthenia Gravis(MG). The principle of this project using PIC 16F877A microcontroller to control 3 sets of actuator, such as 2 sets of 12 V., 5 A., with Holding Force max 1500 N and a set of 12 V., 5 A., with Holding Force max 5000 N , working in 3 positions such as sit, sleep and stand. The results of this project was weight lifting test by human weight 50-60 kg., the actuator using maximum current 5 Ampere, 61-70 kg. the actuator using maximum current 6 Ampere, 71-80 kg. the actuator using maximum current 7 Ampere, 81-90 kg., the actuator using maximum current 7 Ampere and 91-100 kg, the actuator using maximum current 8 Ampere. and the maximum chair can hold up to 100 kg.

**Keywords:** Actuator, Microcontroller, Cerebral Palsy

#### 1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันผู้ป่วยที่มีปัญหากล้ามเนื้อขาอ่อนแรงที่เกิดจาก อุบัติเหตุทางสมอง เส้นเลือดสมองตีบ และแตก มักจะช่วยเหลือตัวเองได้น้อย หรืออาจจะขยับช่วงล่างไม่ได้เลย ส่วนใหญ่มักอยู่ในท่านอนเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนจากการนอนอยู่กับที่นิ่งๆ เป็นเวลานาน และไม่ได้ขยับตัวเลย ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ซึ่งอาจจะซ้ำเติมโรคที่เป็นอยู่ก่อนแล้วให้แย่ลงไปอีก เมื่อผู้ป่วยที่นอนติดเตียงเป็นระยะเวลานานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลงการไหลเวียนเลือดภายในร่างกายจะลดลงไม่เหมือนกับคนทั่วไปที่ทำกิจกรรมต่างๆ ได้ปกติ และอาจมีปัญหาข้อต่อกระดูกติดซึ่งอาจเกิดได้ทุกข้อต่อในร่างกายเนื่องจากอยู่ในท่าเดิมนานๆ และไม่ได้ขยับตัว เช่น ข้อสะโพก และข้อเข่าติดในท่างอข้อเท้าติดในท่าจิกงอ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างเก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยทางสมอง



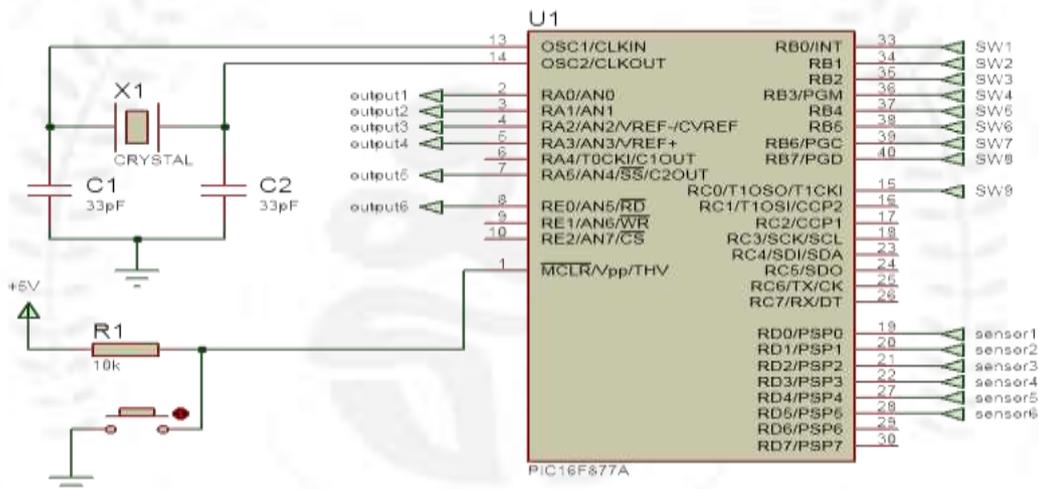
$$F_c = F_4 + F_5 = m_4g_4 + m_5g_5 \cos 60$$

$$F_c = 1029 \text{ N}$$

นำค่า  $F_c = 1029 \text{ N}$  ไปคูณกับค่า Safety factor 125 % จะได้ค่า  $F_c = 1287 \text{ N}$

### 2.2.การออกแบบขนาดวงจรควบคุม

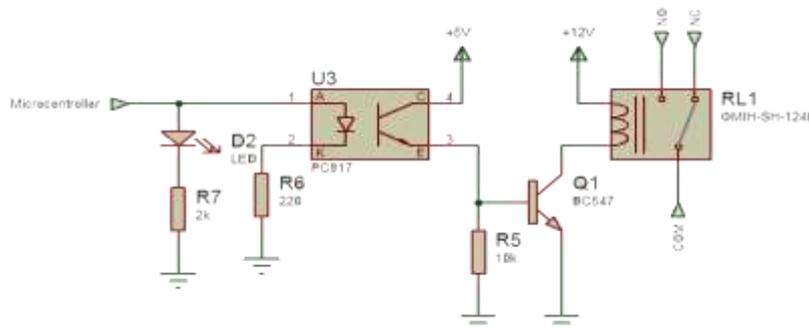
ในการออกแบบวงจรได้กำหนดรุ่นของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เป็นรุ่น PIC16F877 ที่มีตัวถังเป็นแบบ 40 pin มีการใช้ระบบประมวลผลแบบ RISC Processor (RISC : Reduced Instruction Set Computer) โดยใช้คำสั่งการประมวลผลเพียง 33 - 35 คำสั่ง และใช้เวลาในการประมวลคำสั่งเพียง 1 หรือ 2 Machine Cycle ต่อคำสั่งเท่านั้น การประมวลผลคำสั่งเป็น



ลักษณะ Pipe Line คือขณะประมวลผลคำสั่งแรกจะทำการโหลดคำสั่งถัดไปมาเตรียมรอไว้

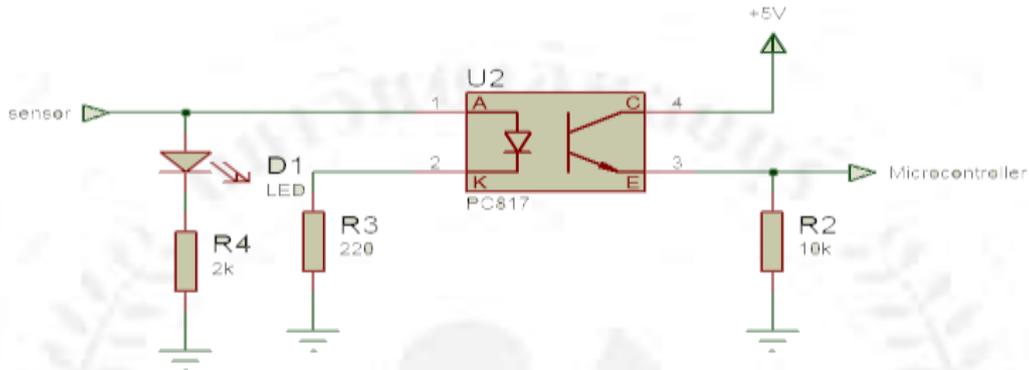
### รูปที่ 2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F8

วงจรรีเลย์ที่ใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ในการออกแบบวงจรรีเลย์จะใช้รีเลย์ จำนวน 6 ตัว ในการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับกระบอกไฟฟ้า เพื่อเคลื่อนที่ขึ้น - ลง โดย Relay ที่มีหน้าสัมผัสสวิตซ์ที่ 12 VDC ส่วนหน้าสัมผัสด้าน Output รับกำลังไฟฟ้าได้ที่ 10 A 220 VAC เพื่อให้ทนกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับกระบอกไฟฟ้า



รูปที่ 3 วงจรรีเลย์

วงจร OPTO ที่ใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จากคุณสมบัติของ OPTO จะช่วยแยกส่วนที่เป็นแรงดันไฟสูง ออกจากส่วนที่เป็นแรงดันไฟต่ำโดยสิ้นเชิง ซึ่งถ้าหากส่วนใดเกิดการลัดวงจรจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับวงจรที่เหลือ

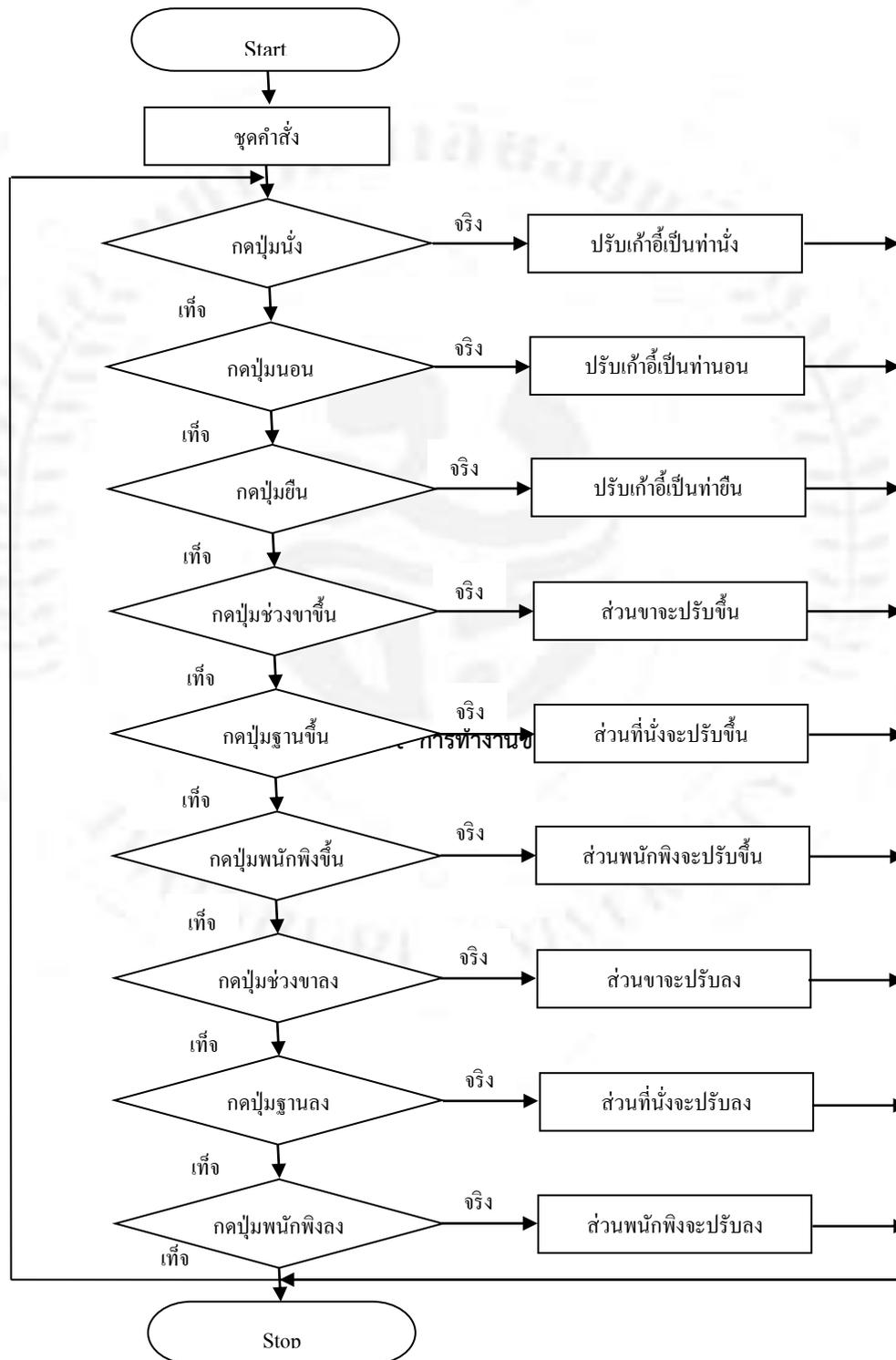


รูปที่ 4 วงจร OPTO



รูปที่ 5 บอร์ดควบคุมการทำงานของเก้าอี้ช่วยพยุงการทรงตัวของผู้พิการทางสมอง

## 2.3.การออกแบบโปรแกรมการควบคุม



การทำงานของโปรแกรมจะเป็นการตรวจสอบชุดคำสั่งว่าตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงโปรแกรมจะทำงาน แต่ถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จ ให้ตรวจสอบเงื่อนไขต่อไป จนครบloopของโปรแกรม

- เงื่อนไขที่ 1 กดปุ่มนิ่ง ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงเก้าอี้จะปรับเป็นท่านั่ง แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนไขต่อไป

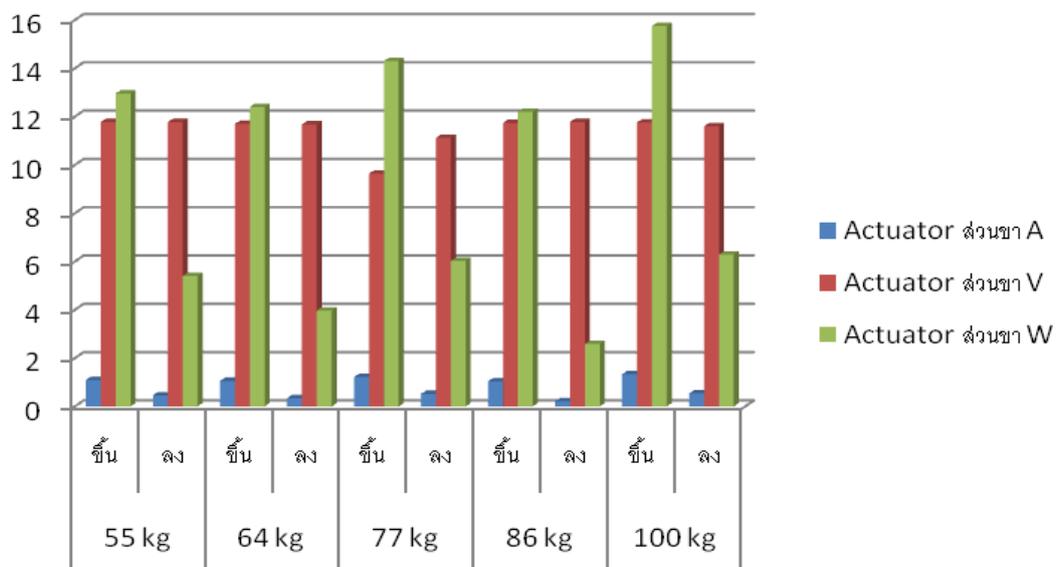
- เงื่อนโซ่ที่ 2 กดปุ่มนอน ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงเก้าอี้จะปรับเป็นท่านอน แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 3 กดปุ่มยืน ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงเก้าอี้จะปรับเป็นท่านยืน แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 4 กดปุ่มช่วงขาขึ้น ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนขาจะปรับขึ้น แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 5 กดปุ่มฐานขึ้น ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนที่นั่งจะปรับขึ้น แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 6 กดปุ่มพนักพิงขึ้น ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนพนักพิงจะปรับขึ้น แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 7 กดปุ่มช่วงขาลง ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนขาจะปรับลง แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 8 กดปุ่มฐานลง ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนที่นั่งจะปรับลง แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่ต่อไป
- เงื่อนโซ่ที่ 9 กดปุ่มพนักพิงลง ถ้าเงื่อนโซ่เป็นจริงส่วนพนักพิงจะปรับลง แต่ถ้าเป็นเท็จให้ไปยังเงื่อนโซ่แรก



รูปที่ 7 ลักษณะเก้าอี้พุงการทรงตัวของผู้ป่วยผู้ป่วยพิการทางสมองที่ออกแบบสร้าง

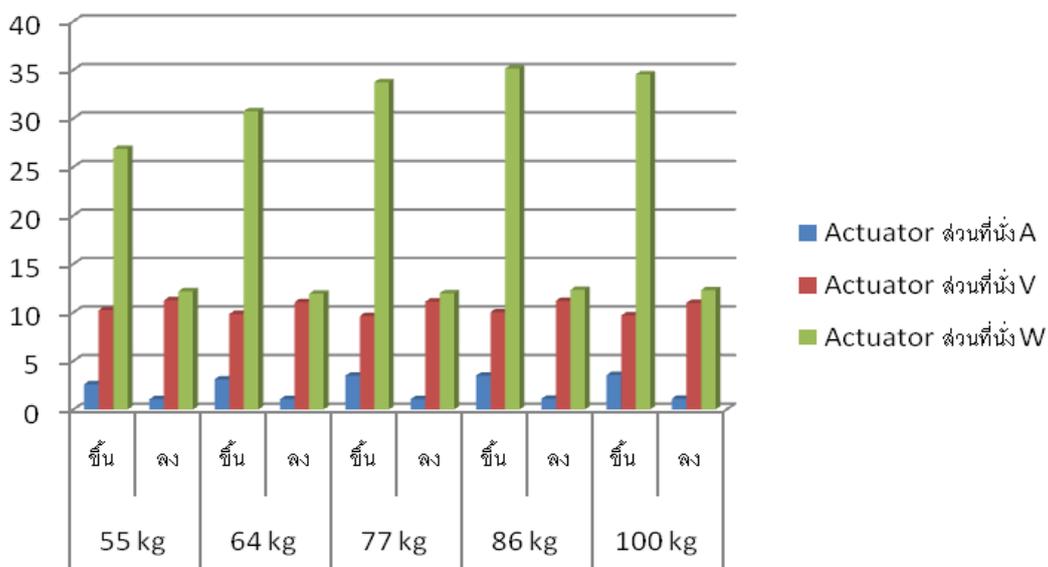
### 3. การทดลอง

การทดลองเป็นไปตามขอบเขตของ และสามารถใช้ในการพุงผู้ป่วยได้จริง การทดลองจะแบ่งจำนวนออกเป็น 5 ช่วงน้ำหนัก คือ 50 - 60, 61 - 70, 71 - 80, 81 - 90 และ 91 - 100 เพื่อทดสอบความสามารถในการพุงผู้ป่วย และการคงตำแหน่งของผู้ป่วย จากการทดสอบกระบอกไฟฟ้าทั้ง 3 ตัว ผลการทดสอบกระบอกไฟฟ้าตัวที่ A สามารถยกน้ำหนักได้ตามที่กำหนดคือ 100 kg และใช้กระแสสูงสุดที่ 2.5 A ผลการทดสอบกระบอกไฟฟ้าตัวที่ B สามารถยกน้ำหนักได้ตามที่กำหนดคือ 100 kg และใช้กระแสสูงสุดที่ 2.5 A ผลการทดสอบกระบอกไฟฟ้าตัวที่ C สามารถยกน้ำหนักได้ตามที่กำหนดคือ 100 kg และใช้กระแสสูงสุดที่ 2.2 A



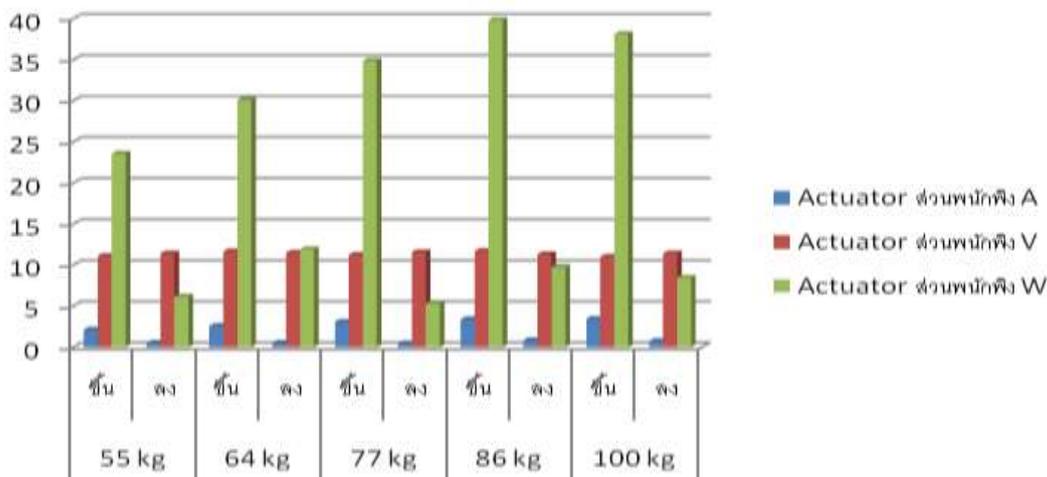
รูปที่ 8 กราฟแสดงค่ากระแสแรงดันและกำลังไฟฟ้าของกระบอกลูกไฟฟ้าส่วนขา

จากผลการทดลองส่วนขา กระบอกลูกไฟฟ้า A ในสภาวะการทดสอบขาขึ้นและขาลง การใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงขาขึ้นมากกว่า โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 15.75 w ที่น้ำหนักทดสอบ 100 kg



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่ากระแสแรงดันและกำลังไฟฟ้าของกระบอกลูกไฟฟ้าส่วนที่นั่ง

จากผลการทดลองส่วนที่นั่ง กระบอกลูกไฟฟ้า B ในสภาวะการทดสอบขาขึ้นและขาลง การใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงขาขึ้นมากกว่า โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 35 w ที่น้ำหนักทดสอบ 86 kg



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่ากระแสแรงดันและกำลังไฟฟ้าของกระบอกไฟฟ้า ส่วนหนักฟิง

จากผลการทดลองส่วนหนักฟิง กระบอกไฟฟ้า C ในสภาวะการทดสอบขาขึ้นและขาลง การใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงขาขึ้นมากกว่าโดยมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 39.95 w ที่น้ำหนักทดสอบ 86 kg

#### 4. สรุปผลการทดลอง

การทำงานของแก้อัช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยทางสมอง สามารถทำงานได้ตามโหมดการทำงาน ซึ่งแก้อัช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยพิการทางสมองนั้นมีการทำงานทั้งหมด 3 รูปแบบ คือทำนอนซึ่งจะเป็นการทำงานของกระบอกไฟฟ้า 2 ตัว คือ ส่วนขา และส่วนหนักฟิงที่โหลดสูงสุด 100 kg จะใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่

2 A ทำนั่งที่มาจากนอนซึ่งจะเป็นการทำงานของ กระบอกไฟฟ้า 2 ตัวเหมือนกับทำนอน คือส่วนขา และส่วนหนักฟิงที่โหลดสูงสุด 100 kg จะใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 4 A ทำนั่งที่มาจากทำยืนซึ่งจะเป็นการทำงานของกระบอกไฟฟ้า 2 ตัว คือส่วนที่ นั่ง และส่วนหนักฟิงที่โหลดสูงสุด 100 kg จะใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 5 A และทำยืนซึ่งจะเป็นการทำงานของกระบอกไฟฟ้า 2 ตัว คือ ส่วนที่ นั่ง และส่วนหนักฟิงที่โหลดสูงสุด 100 kg จะใช้กระแสสูงสุดอยู่ที่ 4.5 A ซึ่งในการทดสอบการทำงานทั้ง 3 รูปแบบแก้อัช่วยพยุงการทรงตัวของผู้ป่วยพิการทางสมองสามารถพยุงผู้ป่วยได้ถึง 100 kg ส่วนค่าของกระแสไฟฟ้า และแรงดันขณะใช้งานที่ค่าน้ำหนักในช่วงต่างๆ ที่ทดสอบสามารถใช้งานได้จริง

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2550). คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์เทิร์นนิ่ง.
- [2] ประจิมพลังสันติกุล. (2551). All About CCS C PIC C Programming with CCS C Compiler. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: แอปซอพท์เทคโนโลยีจำกัด.
- [3] ดอนสัน ปงผาบ และทิพวัลย์ คำน้ำนอง. (2550). ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [4] สถาบันความปลอดภัยในการทำงานกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2558). การยศาสตร์คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaikidsdesk.com/article/3/>
- [5] กิจจา ฤดีวิภาดา, พชรพงษ์ คงอาวุธ, ภาณุพงศ์ จานงค์ธรรม, ศุภประดิษฐ์ มาสงค์ และ สาโรจน์ เขาวดี. (2558). “เครื่องยกผู้ป่วย”. ปรินญาณินพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.

## การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยนินไฮดริน/เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตบนกระดาษความร้อน

### Development of Latent Fingerprints on Thermal Paper with Ninhydrin/Cellulose Acetate Butyrate (CAB)

เจนจิรา ว่องพรรณงาม<sup>1</sup>, สุธินี เกิดเทพ<sup>2</sup>, เกษศิรินทร์ เอกสินทร์กุล<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร

\*faasgre@ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกระดาษความร้อนปรากฏคราบสีดำบนพื้นหลังด้านที่ไวต่อความร้อน เมื่อได้ทำการทดสอบด้วยเทคนิคที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น สารละลายนินไฮดรินในอะซิโตน ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้รายงานการใช้สารละลายนินไฮดรินในอะซิโตนกับเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตเป็นครั้งแรกเพื่อพัฒนาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อน ทำการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือแฝง 1 วัน และ 7 วัน แล้วเปรียบเทียบสารละลายนินไฮดรินที่ใช้ทั่วไป กับสารละลายผสมของนินไฮดรินกับเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต ในตัวทำละลายอะซิโตน ซึ่งสารละลายผสมช่วยลดคราบสีดำบนพื้นหลัง

ผลการวิจัยพบว่าลายเส้นมีความชัดเจนและสามารถตรวจจับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างภาพและการระบุลายนิ้วมือแฝง โดยใช้ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติซึ่งสามารถนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากกว่า 30 จุด โดยคุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงอายุ 1 วันอยู่ในระดับสูง ขณะที่คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงอายุ 7 วันอยู่ในระดับต่ำ และลายนิ้วมือแฝงที่ทำการทดสอบมีความคมชัดไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลา 12 สัปดาห์ สรุปได้ว่าการศึกษานี้สามารถช่วยนักนิติวิทยาศาสตร์และบุคคลที่ทำงานในด้านการพิสูจน์หลักฐานได้ โดยเป็นการพัฒนาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวัสดุที่ไม่เป็นอันตราย และทดสอบได้อย่างรวดเร็ว

**คำสำคัญ:** ลายนิ้วมือแฝง, กระดาษความร้อน, นินไฮดริน, เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต

#### Abstract

Detection of latent fingerprints on thermal paper is still a problem present in forensic science, because thermal paper shows background black staining on the heat-sensitive front side; when it is treated with conventional techniques such as ninhydrin in acetone. In this study, we have reported the first utilization of ninhydrin in acetone with Cellulose Acetate Butyrate (CAB) for the development of latent fingerprints on thermal paper. Latent fingerprints samples were collected 1 day and 7 days. Compared with the conventional ninhydrin solution, the mixed solution of ninhydrin/CAB in acetone as a solvent reduces black background staining.

The results of the evidence were clear, and detectable minutiae can be used for visualization and identification of latent fingerprints; by using an Automated Fingerprint Identification System (AFIS) more than 30 points of minutiae. The quality of 1-day developed fingerprint is high. While, quality of 7-day developed fingerprint is low. And these developed fingerprints unchanged during the 12-week period.

In conclusion, this study could help forensic scientists and individuals in the criminalistics field; to be able to develop latent fingerprints with non-hazardous materials in a quicker fashion.

**Keywords:** latent fingerprint, Thermal paper, Ninhydrin, Cellulose Acetate Butyrat

## 1. บทนำ

เทคโนโลยีการพิมพ์ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดความสะดวก ง่าย และรวดเร็วต่อผู้ใช้งานในการใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการใช้กระดาษความร้อน (Thermal paper) ในการพิมพ์เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในสังคม เช่น ใบเสร็จห้างสรรพสินค้า หรือใบเสร็จร้านอาหาร, ใบเสร็จตู้ ATM, บัตรคิว เป็นต้น เนื่องจากเป็นเทคนิคการพิมพ์ที่ใช้ความร้อนแทนการใช้หมึกพิมพ์ในการทำให้เกิดภาพ หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่สูง

กระดาษเป็นวัตถุพยานสำคัญชนิดหนึ่งที่มีมักจะพบในที่เกิดเหตุ โดยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเป็นสิ่งที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ เนื่องจากกระดาษเป็นวัสดุที่มีรูพรุน ดังนั้นการทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงด้วยสารเคมีมีหลากหลายเทคนิค เช่น นิไฮดริน (Ninhydrin), การรมไอโอดีน (Iodine fuming), ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver Nitrate) เป็นต้น แต่ยังมีข้อจำกัดของการทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนด้วยสารเคมีคือ กระดาษความร้อนจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ได้ทำการพัฒนาวิธี และสารเคมีที่นำมาทดสอบเพื่อหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อน เช่น ThernaNin, NinK12, 1,2-Indanedione, 1,2-Indanedione/ Zinc เป็นต้น

การทดสอบการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษจำพวกกระดาษถ่ายเอกสาร ของจดหมายในปัจจุบันประเทศไทยนิยมใช้สารละลายนิไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตนมาทดสอบ เพราะราคาไม่สูง มีวิธีการเตรียมสารละลาย และวิธีทดสอบไม่ยุ่งยาก แต่เนื่องจากตัวทำละลายอะซิโตนทำให้กระดาษความร้อนเปลี่ยนเป็นสีดำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการนำสารเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต (Cellulose Acetate Butyrate; CAB) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน หาได้ง่าย และไม่เป็นพิษ มาละลายในสารละลายนิไฮดริน เพื่อลดรอยดำของพื้นหลังกระดาษ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนโดยใช้สารละลายนิไฮดรินที่มีเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตเป็นองค์ประกอบ โดยสามารถลดการเกิดรอยดำของพื้นหลังของกระดาษความร้อน
2. ออกแบบการนำเทคนิคที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

## 3. วิธีการวิจัย

การทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษนิยมใช้เทคนิคนิไฮดริน ซึ่งนิไฮดรินสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในเหงื่อ โดยลายนิ้วมือแฝงที่ทำการทดสอบแล้วจะปรากฏในลักษณะสีม่วง ซึ่งขั้นตอนในการทำการทำวิจัยมีดังนี้

1. ชั่งนิไฮดริน (Ninhydrin crystal) 3 กรัม ละลายด้วยอะซิโตน (Acetone) 500 มิลลิตร คนให้เข้ากัน เก็บสารละลายไว้ในขวดสีชาและในที่มืด พร้อมนำไปใช้งาน
2. เก็บลายนิ้วมือตัวอย่างโดยอาสาสมัคร 1 คน โดยประทับรอยนิ้วมือบนกระดาษความร้อนด้วยแรงกด 700-1000 กรัมบนตาชั่ง และเว้นระยะเวลาในการประทับรอยนิ้วมือในแต่ละตัวอย่างห่าง 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 วัน และ 7 วัน ในถุงพลาสติกที่มีซิปล

3. เตรียมสารละลายผสมระหว่างเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตกับสารละลายนินไฮดริน โดยชั่งเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต 0.4 กรัม ลงในปิกเกอร์ แล้วเติมสารละลายนินไฮดริน 10 มิลลิลิตร(ที่เตรียมจากข้อ1) ลงในแต่ละปิกเกอร์ คนให้เข้ากัน

4. นำกระดาษความร้อนตัวอย่างที่เก็บตามระยะเวลาที่กำหนดมาทดสอบ โดยจุ่มตัวอย่างลงในสารละลายที่เตรียมไว้ (ข้อ 3) ตัวอย่างละ 5 วินาที และทำซ้ำ 3 ครั้ง

5. ทิ้งไว้ให้ตัวอย่างแห้ง 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือ จากนั้นนำกระดาษความร้อนมาสแกนภาพด้วยเครื่อง HP LaserJet Pro 100 color MFP M175nw แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)

#### การวิเคราะห์ข้อมูล จุดลักษณะสำคัญพิเศษ

นำตัวอย่างลายนิ้วมือที่ทำการทดสอบมาวิเคราะห์หาจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ โดยอาศัยหลักการแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจุดลักษณะสำคัญพิเศษ แบ่งเป็นช่วงระดับคะแนน 5 ระดับ เพื่อนำมาใช้ประกอบการอธิบายความหมายของระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ทำการทดสอบ

(จำนวนลักษณะสำคัญพิเศษสูงสุด – จำนวนลักษณะสำคัญพิเศษต่ำสุด)/5

ยกตัวอย่างงานวิจัยนี้คือ (53-28)/5 = 5

ได้ช่วงความกว้างของแต่ละระดับ คือ 13 ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ได้ดังนี้

48.01 - 53.00 จุด ระดับ (A) ความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก

43.01 - 48.00 จุด ระดับ (B) ความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง

38.01 - 43.00 จุด ระดับ (C) ความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง

33.01 - 38.00 จุด ระดับ (D) ความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ

28.01 - 33.00 จุด ระดับ (E) ความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมาก

#### 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

##### 4.1 ศึกษาผลการใช้เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตที่ผสมในสารละลายนินไฮดริน

จากรูปที่ 1(ก) การทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนโดยใช้สารละลายนินไฮดรินที่มีอะซิโตนเป็นตัวทำละลายทำให้พื้นหลังกระดาษความร้อนเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำ ส่วนรูปที่ 1(ข) คือกระดาษความร้อนที่ทดสอบโดยใช้สารละลายนินไฮดรินที่มีเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตเป็นองค์ประกอบพบว่าไม่เกิดรอยดำบนพื้นหลังกระดาษความร้อน แสดงให้เห็นว่าเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตที่ละลายในสารละลายนินไฮดรินมีผลช่วยลดรอยดำบนพื้นหลังกระดาษความร้อน



(ก)

(ข)

รูปที่ 1 (ก) กระดาษความร้อนที่ทดสอบด้วยสารละลายนินไฮดริน



(B) ส่วนจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงอายุ 7 วันมีค่า 28, 49 และ 31 จุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36 จุด โดยอยู่ในระดับความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงในระดับต่ำ(D) จากผลการทดลองทั้ง 2 วันพบว่าสามารถพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้

**ตารางที่ 1** จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ทำกรวิเคราะห์ด้วยระบบตรวจสอบลายนิ้วมืออัตโนมัติของตัวอย่างลายนิ้วมือวันที่ 1 และวันที่ 7

ลำดับตัวอย่าง	วันที่ 1	วันที่ 7
1	53	28
2	45	49
3	45	31
ค่าเฉลี่ย	47.7	36

#### 4.3 ศึกษาระยะเวลาการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อน



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4 (ก) ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษความร้อนอายุ 1 วัน

(ข) ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษความร้อนอายุ 12 สัปดาห์

(ค) ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษความร้อนอายุ 15 สัปดาห์

การปรากฏของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนพบว่าลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏเมื่อทำการตั้งทิ้งไว้ความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงจะจางลง โดยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษความร้อนอายุตั้งแต่ 12 สัปดาห์ขึ้นไปรอยลายนิ้วมือแฝงมีลักษณะไม่คมชัดและจางหายไป จึงไม่มีความเหมาะสมนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาจุดลักษณะพิเศษสำคัญ

## 5. สรุปผลการวิจัย

การใช้สารละลายนินไฮดรินในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุที่มีรูพรุนดังเช่นกระดาษเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ และมีคุณภาพต่อความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงที่สูง แต่สำหรับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนด้วยสารละลายนินไฮดรินจะทำให้พื้นหลังของกระดาษความร้อนเปลี่ยนจากสีขาวกลายเป็นสีดำ จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงต่อไปได้ เซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตเป็นพอลิเมอร์ที่ไม่มีพิษ และราคาไม่แพงจึงเป็นตัวเลือกในการนำมาพัฒนาในเทคนิคนินไฮดริน จากการทดลองพบว่าการพัฒนาเทคนิคนินไฮดรินเพื่อตรวจหาลายนิ้วมือแฝงโดยนำเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตมาละลายในสารละลายนินไฮดรินในอะซิโตนสามารถลดการเกิดรอยดำบนพื้นหลังบนกระดาษความร้อนได้ และสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งจำนวนจุดลักษณะสำคัญของตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงมีจำนวนจุดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณเหงื่อ ปริมาณไขมันของอาสาสมัครในแต่ละช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างหากมีปริมาณมากเกินไปทำให้ลายเส้นของลายนิ้วมือไม่คมชัด ออณหภูมิ ความชื้นในพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง เป็นต้น แต่จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงอายุ 1 วัน และ 7 มีความแตกต่างไม่มาก ดังนั้นอายุในช่วง 1 สัปดาห์ของลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนกระดาษความร้อนสามารถทำการพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ และระยะเวลาที่รอยลายนิ้วมือแฝงคงอยู่บนกระดาษความร้อนมีเวลาประมาณ 12 สัปดาห์ หากตั้งทิ้งไว้ในระยะเวลามากกว่า 12 สัปดาห์เส้นของลายนิ้วมือแฝงจะไม่คมชัด และจางหายไป ซึ่งส่งผลต่อการตรวจวิเคราะห์ด้วยระบบตรวจสอบลายนิ้วมืออัตโนมัติ

นอกจากนี้การเตรียมสารละลายนินไฮดรินที่มีเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรตเป็นองค์ประกอบสามารถเตรียมได้ง่าย และวิธีทำการทดสอบทำเพียง 1 ขั้นตอน ซึ่งเป็นข้อดีที่สามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคตได้

## 6. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

1. ควรทำการทดสอบลายนิ้วมือของอาสาสมัครมากกว่า 3 ครั้ง หรือทำการเก็บลายนิ้วมือของอาสาสมัครจำนวนมากกว่า 1 คน และควรทำการทดสอบซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

2. ควรศึกษาหาชนิดของตัวทำละลายที่สามารถละลายเซลลูโลสอะซิเตทบิวทิเรต และนินไฮดริน โดยตัวทำละลายนั้นไม่สามารถละลายหมึกบนกระดาษความร้อนได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

Fitz, T., R. Fischer, S. Moret and A. Bécue. (2014). Fingermark detection on thermal paper proposition of an updated processing sequence. *Journal of Forensic Identification*. 2014, 64, 329-350.

Schwarz, L., Phil N. and Inga K. (2009). Improvement in latent fingerprint detection on thermal paper using a one-

- step Ninhydrin treatment with Polyvinylpyrrolidones (PVP)*Journal of Forensic Sciences*.2010, 55, 1076-1079.
- Luo, Y.P., Y.B. Zhao and S. Liu. (2013). Evaluation of DFO/PVP and its application to latent fingerprints development on thermal paper.*Forensic Science International*.2013, 229, 75–79.
- Schwarz, L., Phil N. and Inga K. (2006). Enhancement of Ninhydrin- or DFO- Treated Latent Fingerprints on Thermal Paper.*Journal of Forensic Sciences*.2007, 52, 649-655.
- Yu, N. and Gary R. G. (1998). Analysis of the positions of substitution of acetate and butyrate groups in cellulose acetate± butyrate by the reductive-cleavage method.*Carbohydrate Research*. 1998, 312, 225-231.
- พ.ต.ต.หญิง นันทกาล ตาลจินดา. (2555). การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2 อินแดนไดโอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

## การพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

The Student Activities recorder system development using QR Code based technology over  
Android Operating System Case Study: North Bangkok University

พัชรินทร์ ส่วยสิน

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, patcharin.su@northbkk.ac.th

### บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ระบบสามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ บันทึกข้อมูล และแสดงรายงานข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา ซึ่งมีการดำเนินงานโดยใช้โปรแกรม Sublime Text 3 ในส่วนของการทำงานบนเว็บไซต์ และ Android Studio 2.2 ในส่วนของการทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ใช้ภาษา PHP และ JavaScript 4.7 สำหรับการเขียนโปรแกรม phpMyAdmin และ MySQL ใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล โดยใช้ XAMPP ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และ QR-CODE Reader ใช้ในการสแกนคิวอาร์โค้ด โดยหลังจากการพัฒนาระบบได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบด้วยวิธี Black Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไป 15 ท่าน มีการประเมินผลโดยแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความต้องการของผู้ใช้ ด้านหน้าที่ของโปรแกรม ด้านการใช้งานของโปรแกรม และด้านความปลอดภัย พบว่าหลังจากการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.12 ซึ่งหมายถึงระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก และผู้ใช้งานทั่วไป มีค่าเฉลี่ยที่ 4.31 ซึ่งหมายถึงระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ในอนาคต

**คำสำคัญ :** คิวอาร์โค้ด ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

### Abstract

The purposes of The Student Activities recorder system development using QR Code based technology over Android Operating System Case Study: North Bangkok University were as follow: for scan QR codes with an Android smartphone, save data and display the students attendance on any activities participant. The system operation are; using Sublime Text 3 in a working part of a website, Android 2.2 for operating system, PHP and JavaScript 4.7 on programming, phpMyAdmin and MySQL on database management system, used XAMPP for server testing and development purposes and used QR-CODE Reader for scanning a QR code. After developing the system, the researchers evaluated its efficiency with a method of Black Box Testing. In this respect, there were three experts and fifteen users, and the evaluation process was composed of four parts including user needs, program functions, program usage and safety. The research findings suggested that the experts' usage was that the system was very efficient level with the mean score of 4.12. In section of users' usage, the results revealed that there were the mean scores of 4.31 with the rating scale of that the system was very efficient level. According to studies, the system development was consistent with the objectives of the study, which can be applied to future use.

**Keywords :** QR Code Android Operating System

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

QR Code เป็นรหัสสองมิติ(Two-dimensional code) ที่สามารถบันทึกข้อมูล เช่น ตัวหนังสือ ตัวเลข ภาพต่างๆ ได้ โดยรหัสถูกจัดไว้ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสสามารถอ่านข้อมูลได้รวดเร็วกว่าและใช้งานง่ายกว่ารหัสแท่ง (Bar Code) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การเก็บข้อมูลก็สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่า Bar code ในขณะที่ Bar code (One-dimensional bar code) สามารถเก็บข้อมูลได้ประมาณ 20 อักขระ QR Code สามารถเก็บข้อมูลตัวเลข ตัวอักษร (ในรูป ASCII) 2,953 binary bytes, เก็บอักขระ Kanji ได้สูงสุด 1,817 อักขระซึ่งรหัสแท่ง (bar code) โดยมากใช้ในวงจำกัดของงาน logistics สำหรับการคำนวณ การสำรวจสินค้า เป็นต้น แต่ QR Code นำมาใช้ในวงกว้าง นำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูล การตลาด การประชาสัมพันธ์ และการทำธุรกิจ นามบัตร (card making) ซึ่งบริษัท Denso Wave ของญี่ปุ่น ได้ประดิษฐ์ QR Code ขึ้นมาใช้ใน ปี ค.ศ. 1994 และได้ขึ้นทะเบียนลิขสิทธิ์ชื่อ QR Code และเป็นรหัสมาตรฐานสากลของ ISO ในปี ค.ศ. 2000 เปิดให้ใช้ทั้งประเทศญี่ปุ่นและทั่วโลก และมีการนำมาใช้ในวงการต่างๆ เช่น วารสารธุรกิจ ขายสินค้า หรือขนส่งเพื่อการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ และการสื่อสารในระบบ เนื่องจากปัจจุบันได้มีการบันทึกข้อมูลการดำเนินกิจกรรมโดยอาศัยบุคคลเป็นสำคัญ ในการดำเนินงานในการสื่อสาร และกระบวนการตั้งแต่เริ่มลงทะเบียน ไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ระบบ สแกนบาร์โค้ด เพื่อเป็นตัวช่วยในด้านการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนการลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมกิจกรรม และโปรแกรม ไมโครซอฟต์เอ็กเซล ซึ่งยังพบปัญหาในการดำเนินการเป็นไปได้อย่างช้าๆ ในกรณีที่มีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนมากเนื่องจาก เจ้าหน้าที่ต้องนำข้อมูลนักศึกษาไปบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมลงฐานข้อมูลอีกครั้ง รวมถึงวิธีการด้านการจัดการบาร์โค้ด ในการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ยังพบปัญหา เช่น แอปบาร์โค้ดเก่าจนไม่สามารถทำให้เครื่องสแกนบาร์โค้ดอ่านข้อมูลได้

ดังนั้น คณะผู้พัฒนาจึงพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเข้าร่วมกิจกรรมที่ง่ายขึ้นและอำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษา และเพื่อให้ระบบสามารถบันทึกข้อมูลกิจกรรมนักศึกษาได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนสมาร์ตโฟน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
- 2.2 เพื่อให้ระบบสามารถจัดการข้อมูลกิจกรรมนักศึกษา สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน และสามารถบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งแสดงรายงานข้อมูลการร่วมกิจกรรมได้
- 2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนสมาร์ตโฟนได้

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 จัดเตรียมข้อมูลนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา ชั้นปี สาขาวิชา และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- 3.2 พัฒนาระบบพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนสมาร์ตโฟน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
- 3.3 ใช้ภาษา PHP และ JavaScript 4.7 สำหรับการเขียนโปรแกรม phpMyAdmin และ MySQL ใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล โดยใช้ XAMPP ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และ QR-CODE Reader ใช้ในการสแกนคิวอาร์โค้ด
- 3.4 หลังจากการพัฒนาระบบได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบด้วยวิธี Black Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไป

#### 4. ประโยชน์ของการวิจัย

4.1 ได้ระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด บนสมาร์ตโฟน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ที่สามารถจัดการข้อมูลกิจกรรมนักศึกษา

4.2 สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนได้

#### 5. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ความรู้เกี่ยวกับระบบงาน

5.1.1 ความรู้เกี่ยวกับระบบงานกิจกรรม

5.1.2 วงจรการพัฒนาาระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC)

5.1.3 ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

5.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินงาน

5.2.1 ความรู้เกี่ยวกับคิวอาร์โค้ด

5.2.2 Spring MVC Framework

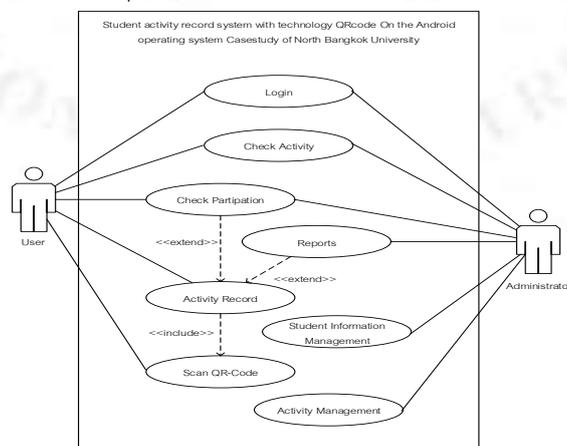
สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงรายงานการเข้าร่วมกิจกรรมได้ 15 ท่าน

#### 6. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลผู้พัฒนาระบบได้แบ่งวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

6.1 ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากระบบงานเดิมซึ่งมีการนำคิวอาร์โค้ดเข้ามาใช้แล้วแต่บันทึกลงในไฟล์ประเภท spreadsheet และนำไปลงฐานข้อมูลอีกครั้งหนึ่งทำให้เสียเวลาในการทำงาน

6.2 ยูสเคสไดอะแกรม เป็นการแสดงภาพรวมการทำงานของระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดบนสมาร์ตโฟน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ดังแสดงในภาพที่ 1

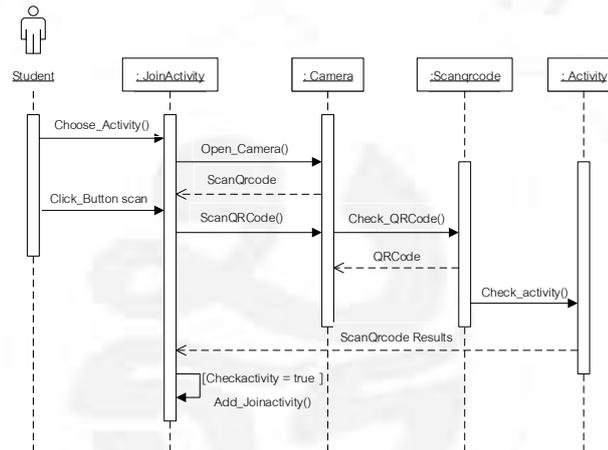


ภาพที่ 1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม

6.3 คลาสไดอะแกรมการพัฒนาระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษา เป็นการออกแบบภาพรวมของระบบว่าจะมีการใช้ข้อมูลใดบ้าง ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนคลาสทั้งหมด 14 คลาสที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบงาน

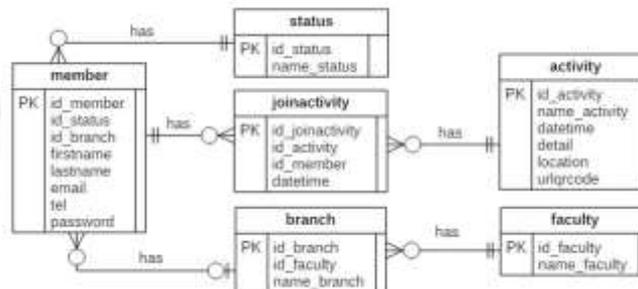
6.4 แอคติวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram) ทำการออกแบบการทำงานของระบบงานในแต่ละส่วนว่ามีกระบวนการหรือขั้นตอนในการทำงานอย่างไร แยกตามหน้าที่การทำงานของแต่ละกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้

6.5 ซีควเอนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) เป็นการนำคำอธิบายในยูสเคสไดอะแกรมมาเขียนกิจกรรมเพื่อให้เห็นถึงเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังแสดงตัวอย่างซีควเอนซ์ไดอะแกรมสแกนคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงซีควเอนซ์ไดอะแกรมสแกนคิวอาร์โค้ด

6.6 อีอาร์ไดอะแกรม (ER Diagram) เป็นการแสดงตารางข้อมูลที่ใช้ในระบบบันทึกกิจกรรม



ภาพที่ 3 แสดงอีอาร์ไดอะแกรมระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษา

6.7 ทำการออกแบบหน้าจอภาพการทำงาน

6.8 ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยแบ่งกลุ่มผู้ประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม คือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 ท่าน

6.9 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวัดค่ากลางของข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และวัดการกระจายข้อมูลโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทนผลรวมทั้งหมดของข้อมูล  
 $N$  แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ข) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยคำนวณได้จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

เมื่อ S.D. แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\bar{X}$  แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย  
 $N$  แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

## 7. ผลการดำเนินงาน

7.1 ผลการพัฒนาระบบ ทำการแยกผลการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนผู้ใช้ระบบ และส่วนผู้ดูแลระบบ

### 7.1.1 ส่วนผู้ใช้ระบบ

ผู้ใช้งานการเข้าสู่ระบบ โดยใช้รหัสนักศึกษาเป็นชื่อผู้ใช้ และใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ 4

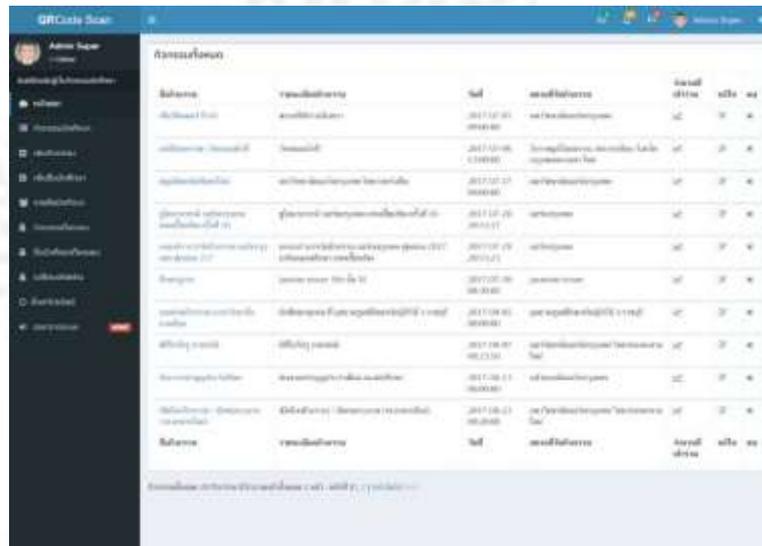


ภาพที่ 4 หน้าจอหลักเพื่อเข้าสู่ระบบ

ทำการเลือกกิจกรรมที่ต้องการเข้าร่วม และทำการสแกนคิวอาร์เพื่อบันทึกลงระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรมได้จากหน้าจอ ตามกิจกรรมของนักศึกษาแต่ละคน

## 7.1.2 ส่วนผู้ดูแลระบบ

เมื่อเข้าสู่หน้าจอหลักการทำงานของระบบโดยผู้ใช้และรหัสผ่านแล้ว จะปรากฏหน้าจอภาพการทำงาน โดยสามารถจัดการเกี่ยวกับระบบงานทั้งหมด ได้แก่ การเพิ่ม ลบ แก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลกิจกรรม รวมถึงการจัดการข้อมูลนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ได้ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอการทำงานระบบบันทึกกิจกรรมนักศึกษา

7.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในแต่ละด้าน แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าระดับประสิทธิภาพ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

## ตารางที่ 1 การประเมินด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)

รายการ	ระดับประสิทธิภาพ		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สามารถแสดงข้อมูลกิจกรรมของนักศึกษาที่เข้าร่วมได้	4.67	0.58	มากที่สุด
2. สามารถจัดการข้อมูลกิจกรรมนักศึกษาได้	4.33	0.58	มาก
3. สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือได้	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สามารถบันทึกข้อมูลกิจกรรมได้	4.00	0.00	มาก
5. สามารถแสดงรายงานข้อมูลการร่วมกิจกรรมได้	4.00	0.00	มาก
สรุป	4.40		มาก

จากตารางที่ 1 การประเมินด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.32) โดยมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมากที่สุด 2 ข้อ คือ สามารถแสดงข้อมูลกิจกรรมของนักศึกษาที่เข้าร่วมได้ และสามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือได้

ตารางที่ 2 การประเมินด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test)

รายการ	ระดับประสิทธิภาพ		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความถูกต้องในการเข้าสู่ระบบ	3.67	0.58	มาก
2. ความถูกต้องในการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลกิจกรรม	4.33	0.58	มาก
3. ความถูกต้องในการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลนักศึกษา	4.00	0.00	มาก
4. ความถูกต้องในการแสดงเมนูรายการต่างๆ	4.00	1.00	มาก
5. ความถูกต้องในการสแกนคิวอาร์โค้ด	4.33	0.58	มาก
6. ความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลกิจกรรมที่นักศึกษาเข้าร่วม	3.67	0.58	มาก
7. ความถูกต้องในการแสดงรายงาน	3.33	0.58	มาก
<b>สรุป</b>	<b>3.90</b>		<b>มาก</b>

จากตารางที่ 2 การประเมินด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test) ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.90$ , S.D. = 0.29)

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test)

รายการ	ระดับประสิทธิภาพ		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความง่ายต่อการใช้ระบบ บนสมาร์ตโฟน	3.67	0.58	มาก
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดและตัวอักษร บนสมาร์ตโฟน	4.00	1.00	มาก
3. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษร บนสมาร์ตโฟน	3.67	0.58	มาก
4. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบ บนสมาร์ตโฟน	4.33	1.00	มาก
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมาย บนสมาร์ตโฟน	4.00	0.58	มาก
6. ความง่ายต่อการใช้ระบบ บนเว็บไซต์	3.67	0.58	มาก
7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดและตัวอักษร บนเว็บไซต์	4.33	0.00	มาก
8. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษร บนเว็บไซต์	4.33	0.58	มาก
9. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบ บนเว็บไซต์	4.67	0.58	มากที่สุด
10. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมาย บนเว็บไซต์	4.33	0.58	มาก
<b>สรุป</b>	<b>4.10</b>		<b>มาก</b>

จากตารางที่ 3 การประเมินด้านการใช้งาน (Usability Test) โดยผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.10$ , S.D. = 0.24) โดยมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก 1 ข้อ คือ ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนเว็บไซต์

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินด้านความปลอดภัย (Security Test)

รายการ	ระดับประสิทธิภาพ		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความเหมาะสมในการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งานในฐานข้อมูล	4.00	1.00	มาก
2. ความเหมาะสมในการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งานฐานข้อมูล	4.33	0.58	มาก
3. ความเหมาะสมในการกู้ข้อมูลกิจกรรมที่เคยลบออกได้	4.00	1.00	มาก
4. ความเหมาะสมในการกู้ข้อมูลนักศึกษาที่เคยลบออกได้	4.33	0.58	มาก
สรุป	4.17		มาก

จากตารางที่ 4 ด้านความปลอดภัย (Security Test) ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.17$ , S.D. = 0.24)

7.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 15 คน ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในแต่ละด้าน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานทั่วไป

ด้านการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)	4.35	0.12	มาก
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test)	4.52	0.06	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน (Usability Test)	4.13	0.11	มาก
4. ด้านความปลอดภัย (Security Test)	4.40	0.02	มาก
สรุป	4.31		มาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินโดยรวมสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 15 ท่าน มีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในระดับมาก

## 8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความร่วมมือจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ได้รับความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี รวมถึงผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2557). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. ปิสนิเนสอาร์แอนด์ตี : หสม.
- [2] อีร์วัฒน์ ประกอบผล และสุนทริน วงศ์ศิริกุล. (2552). การพัฒนาโมเดลสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุด้วย UML 2.0. กรุงเทพฯ : ซัคเซส มีเดีย.
- [3] นันทพงษ์ มณีโคตร และคณะ (2555) การพัฒนาระบบขายเสื้อผ้าออนไลน์ ด้วยระบบคิวอาร์โค้ด กรณีศึกษา ร้านขายเสื้อผ้า COPTERSHIRT. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- [4] โป่งกลาง เพ็ชรรุ่ง และคณะ (2558) โครงการพัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนของนิสิตโดยใช้ QR-CODE กรณีศึกษา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์. ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- [6] มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ. (2559). คู่มือการดำเนินงานด้านกิจกรรมนักศึกษา ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๙.

.....

## การเปรียบเทียบการวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาในการเทียบโอนรายวิชาวิธี แบบจำลองเวกเตอร์สเปซกับการใช้แนวทางด้านความหมาย

Comparative measurement of similarities of course descriptions. To transfer the course How to  
model a vector space with the use of meaning.

นพดล ลิทธิเลิศ<sup>1</sup>, พรจิรา ผลเหม<sup>2</sup>, สมใจ รอดหลักดี<sup>3</sup>

<sup>1</sup>คณะบริหารธุรกิจ/สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธนบุรี, Noppadon\_cc@thonburi-u.ac.th

<sup>2</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยธนบุรี, po\_keng@hotmail.com

<sup>3</sup>คณะบริหารธุรกิจ/สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธนบุรี, Donjai1984@gmail.com

### บทคัดย่อ:

การเทียบโอนรายวิชาคือการนำคำอธิบายรายวิชาการของระดับปวส. กับระดับปริญญาตรีมาเปรียบเทียบกัน ในการเทียบโอนรายวิชาต้องเป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มีคำอธิบายรายวิชาครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบเป็นรายวิชาที่สอบไล่ได้ไม่ต่ำกว่าระดับคะแนน C หรือ 2.00 หรือเทียบเท่าการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาตรี ผู้ที่สามารถเรียนหลักสูตรเทียบโอนได้นั้นต้องเรียนจบหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)มาก่อน โดยผู้วิจัยจะใช้คำอธิบายรายวิชาของระดับ ปวส. นำเข้ามาค้นหาในระบบเปรียบเทียบคำอธิบายรายวิชาเพื่อหาความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาในระดับปริญญาตรี โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชา ระหว่างการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซและการใช้แนวทางด้านความหมาย พบว่าวิธีการใช้แนวทางด้านความหมายให้ผลที่ดีกว่าการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ

**คำสำคัญ:** การเทียบโอนรายวิชา, การวัดความคล้ายคลึงแนวทางด้านความหมาย, การให้น้ำหนักคำ (term weighting) แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ

### ABSTRACT:

The transfer of the course is the introduction of the course description of the high school. With a bachelor degree To transfer the course must be a course or group of courses with a course description of not less than three quarters of the course or group of subjects requested to be categorized as not less than C or 2.00 or Equivalent to undergraduate transfer Those who can take the transfer course must complete the Diploma (Advanced Diploma). The researcher will use the description of the college entrance level to find in the system to compare the description of the course to find the similar description of the course at the undergraduate level. The researcher compared the methods of measuring the similarity of the course description. Between term weighting and vector space modeling and the use of semantic approaches. It was found that the way to use semantics is better than the term weighting with the vector space model.

**KEYWORDS:** Course to Transfer, Measurement of semantic similarities., term weighting and Vector SpaceModel

## ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันตามมหาวิทยาลัยต่างๆ นักศึกษามีเข้าเรียนเป็นจำนวนมากและการเรียนการสอนปริญญาตรีหลักสูตรเทียบโอนทำให้เกิดปัญหาในการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาตรีถึงแม้ว่าจะมีหลักการในการเทียบโอนรายวิชาที่ทบวงมหาวิทยาลัยได้ออกข้อแนะนำเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาตรีมาแล้วก็ตาม

งานวิจัย ได้มีแนวความคิดที่จะใช้วิธีการวัดความคล้ายคลึงของรายวิชา จากคำ อธิบายรายวิชาภาษาไทยเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาระหว่างการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซและการใช้แนวทางด้านความหมาย

## วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการเทียบโอนรายวิชาในมหาวิทยาลัยธนบุรี
- 2 เพื่อศึกษาวิธีการที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบเทียบโอนรายวิชาจากการวัดความคล้ายคลึงของรายวิชาโดยนำหลักการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ และการให้ค่าน้ำหนักของคำมาใช้ กับหลักการของแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ
- 3 เพื่อศึกษาวิธีการวัดความคล้ายคลึงของภาษาไทย
- 4 เพื่อศึกษาวิธีการใช้แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ
- 5 เพื่อศึกษาวิธีการวัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมาย

## ขอบเขตของการวิจัย

1. คำอธิบายรายวิชาของระดับ ปวส. และคำอธิบายรายวิชาของระดับปริญญาตรีในสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมหาวิทยาลัยธนบุรี
2. แบ่งคำโดยใช้เครื่องมือ SWATH
3. อัลกอริทึมที่ใช้ในวัดความคล้ายคลึงกันของข้อความ คือ แบบจำลองเวกเตอร์สเปซแบบ Cosine
4. วิธีการวัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมาย

## สมมติฐานของการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบการวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาระหว่างการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซและการใช้แนวทางด้านความหมาย

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. จาก เว็บไซต์ <http://www.sut.ac.th/tedu/news> ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายรายวิชา (Course Description) คือ สารที่กำหนดเป็นหลักของแต่ละรายวิชาในหลักสูตรที่ได้รับการอนุมัติแล้ว ส่วนใหญ่จะเขียนเพียงหลักสำคัญของวิชาเท่านั้น เมื่อได้คำอธิบายรายวิชามาแล้ว ผู้วิจัยจะนำคำอธิบายรายวิชานั้นมาแบ่งคำหรือตัดคำ

2. การตัดคำหรือการแบ่งคำ (Word Segmentation) การตัดคำ คือ การแบ่งตัวอักษรจากข้อความ (String) เพื่อหาขอบเขตของแต่ละหน่วยคำ (Morpheme) การตัดคำภาษาไทย (Thai Word Segmentation) ความมุ่งหวังที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาษาไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นมีปัญหาเบื้องต้นคือ ลักษณะการเขียนภาษาไทยจะเขียนติดต่อกันเป็นสายอักขระ โดยไม่มีเครื่องหมายวรรคตอนแสดงการแบ่งคำเหมือนภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งที่ต้องการศึกษาวิจัยและพัฒนา เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณและแบ่งสายอักขระภาษาไทยออกเป็นคำ ซึ่งจะส่งผลให้การทำงานของคอมพิวเตอร์ ในการค้นหาคำใดๆ ทำได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ รวมถึงการจัดขอบขวาในโปรแกรมประมวลผลคำ (Word processor) เป็นวิธีการของ SWATH (Smart Word Analysis for Thai) [4]

## 3. การกำจัดคำหยุด (Stop Words)

คำหยุดมักเป็นคำที่ปรากฏขึ้นบ่อยครั้งในเอกสารและปรากฏในเอกสารเกือบทุกฉบับ จึงถือได้ว่าคำหยุดเป็นคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องในการค้นคืนหรือการจำแนกหมวดหมู่ ดังนั้นการกำจัดคำหยุดจึงเป็นกระบวนการ

ที่ควรทำก่อนการจัดทำดัชนี เพื่อกำจัดคุณลักษณะที่ไม่เป็นประโยชน์และลดขนาดของดัชนีลง ซึ่งจะช่วยประหยัดทั้งพื้นที่และเวลาในการประมวลผล ซึ่งประเภทของคำที่จัดว่าเป็นคำหยุด ตัวอย่างเช่น

1. คำบุพบท (Preposition) เป็นคำที่ใช้เชื่อมคำหรือกลุ่มคำให้สัมพันธ์กัน ได้แก่ ของ ใน แก่ แต่ ต่อ ตั้งแต่ โดย เมื่อ กว่า กับ เป็น ดูก่อน ซ้ำแต่ ทาง สู่ แค่ เป็นต้น
2. คำสันธาน (Conjunction) เป็นคำที่ทำหน้าที่เชื่อมคำกับคำ ได้แก่ เพราะ เพราะว่า และ หรือ จึง ดังนั้น มิฉะนั้น ทั้ง แต่ แต่ว่า ครั้น หรือ ไม่ก็ เป็นต้น
3. คำสรรพนาม (Pronoun) เป็นคำที่ใช้แทนคำนามที่กล่าวถึงมาแล้วในประโยค ได้แก่ ฉัน เรา เขา তিনি กระผม คุณ คุณ ท่าน เธอ ได้เท่า มัน ใคร ตัวนั้น อันนั้น เป็นต้น
4. คำวิเศษณ์ (Adverb) เป็นคำที่ได้แก่ มาก น้อย ใหญ่ เล็ก อ้วน โด่ สูง หลาย เยอะหอม นุ่ม เฝืด นั้น เอง ทั้งนี้ ค่ะ ครับ ขอรับ จ้า ทำไม เป็นต้น
5. คำอุทาน (Interject) เป็นคำที่ได้แก่ เอ๊ะ อ๊ะ อ้อ โห โถ อนิจจา ตายละ โอ้โห เป็นต้น

#### 4. การให้น้ำหนักคำ (term weighting) หรือการกำหนดน้ำหนักคำ

เป็นวิธีการให้น้ำหนักสำหรับคำที่มีความสำคัญหรือใช้เป็นตัวแทนของเอกสารที่ควรจะถูกอยู่เป็นจำนวนมากในเนื้อหาของเอกสารเฉพาะฉบับนั้น และปรากฏอยู่น้อยในชุดของเอกสารที่เหลือทั้งหมด ดังนั้นการให้น้ำหนักคำ ๆ หนึ่ง ในเอกสารฉบับหนึ่งจะพิจารณาจากความถี่ของคำ (Term Frequency) ที่ปรากฏในเอกสารนั้นและจำนวนของเอกสารทั้งหมดที่มีคำ ๆ นั้นปรากฏอยู่ วิธีการให้น้ำหนักของคำวิธีหนึ่งคือ TF-IDF (Term Frequency, Inverted Document Frequency) การนับจำนวนคำที่ปรากฏในเอกสารนั้น ๆ คำนวณได้จากสูตร TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document) [3]

$$w_i = tf_i * \log \left( \frac{D}{df_i} \right)$$

โดย  $w_i$  คือ คำน้ำหนักของคำที่  $i$

$tf_i$  คือ ค่าความถี่ของคำที่  $i$  (Term Counts) หรือ จำนวนครั้งของคำที่  $i$  ปรากฏในเอกสารนั้น ๆ

$D$  คือ จำนวนเอกสารทั้งหมด

$df_i$  คือ ค่าความถี่ของเอกสาร หรือ จำนวนของเอกสารที่มีคำที่  $i$  อยู่ในเนื้อหาของเอกสาร

#### 5. การวัดความคล้ายคลึงกันของเอกสาร (Similarity Measurement of Document)

วิธีที่นิยมสำหรับการคำนวณ ความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารและ Query เรียกว่า ความคล้ายคลึงแบบโคซายน์ (Cosine Similarity) ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าคล้ายคลึงกันจากค่าความต่างของมุมของข้อมูล 2 อันที่เกิดขึ้นบนพื้นที่เวกเตอร์ (Vector Space) ซึ่งความคล้ายคลึงกันแบบโคซายน์นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1 เท่านั้น วิธีการนี้เป็นที่นิยมและมีประสิทธิภาพสูง ในการวัดความคล้ายคลึงระหว่างข้อมูล 2 ข้อมูลและถูกนำมาประยุกต์ใช้กับศาสตร์การค้นคืนสารสนเทศอย่างแพร่หลาย วิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพในกรณีที่เอกสาร 2 เอกสารมีความยาวไม่เท่ากันหรือทำให้มีความยุติธรรมต่อเอกสารที่สั้นกว่า

การวัดค่าความคล้ายคลึงกัน คำนวณได้จากสูตร Cosine ดังสมการ

$$\text{Cosine } \theta_{D_i} = \frac{Q * D_i}{\|Q\| * \|D_i\|} = \frac{\sum_{i=1}^n Q * D_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n Q^2 * \sum_{i=1}^n D_i^2}}$$

โดย  $Q_i$  คือ น้ำหนักของ Query  $Q$  คำศัพท์ที่  $i$

$D_i$  คือ น้ำหนักของเอกสาร  $D$  คำศัพท์ที่  $i$

## 6 การวัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมาย

การนำค่าความคล้ายคลึงระหว่างคำมาใช้คำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสาร การวัดความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารจะอาศัยการคำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างคำสองคำที่ [1] ในการคำนวณค่าความคล้ายคลึงกันระหว่างเอกสารในงานวิจัยนี้ จะใช้สูตรคล้ายคลึงกับการคำนวณค่าความคล้ายคลึงเชิงมุม

กำหนดให้เอกสารตัวอย่าง D ประกอบด้วยเซตของคำ  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  และ เอกสาร  $d_i$  เป็นเอกสารที่นำมาเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารคำนวณได้จาก

$$S = \sum_{k=1}^p s_k / \sqrt{n_D \cdot n_i}$$

โดยที่

$S$  คือ ค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสาร D และ  $d_i$

$p$  คือ จำนวนกลุ่มย่อยที่มีความคล้ายคลึงร่วมกันระหว่าง D และ  $d_i$

$s_k$  คือ ค่าความคล้ายคลึงในกลุ่มย่อยที่  $k$

$n_D$  คือ จำนวนกลุ่มที่แตกต่างกันของคำในเอกสาร D

$n_i$  คือ จำนวนกลุ่มที่แตกต่างกันของคำในเอกสาร  $d_i$

### วิธีการทดลอง

#### 1 จัดเตรียมข้อมูล

1. ในการจัดเตรียม โดยผู้วิจัยนำคำอธิบายรายวิชา ระดับ ปวส. จำนวน 50 รายวิชา ตัวอย่าง “เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการวิเคราะห์ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา สามารถลำดับการทำงาน ออกแบบโปรแกรม และเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานที่ทำในชีวิตประจำวันตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ”

2. นำคำอธิบายรายวิชามาทำการตัดคำ โดยอาจจะมี 1 พยางค์ , 2 พยางค์ หรือ 3 พยางค์

เพื่อให้มี|ความรู้| |ความ|เข้าใจ| |และ|ทักษะ|ในการ|  
วิเคราะห์|ขั้นตอน|วิธีการ|แก้ปัญหา| |สามารถ|ลำดับ|  
การ|ทำงาน| |ออกแบบ|โปรแกรม| |และ|เขียน|  
โปรแกรม|ได้|อย่าง|ถูกต้อง| |รวมทั้ง|ใช้|คอมพิวเตอร์|  
ช่วย|สร้าง|ชิ้นงาน|จาก|จินตนาการ|หรือ|งาน|ที่|ทำ|  
ใน|ชีวิต|ประจำวัน|ตาม|หลักการ|ทำ|โครงการ|อย่าง|

3. ทำการตัดคำหยุด (Stop word) ซึ่งเป็นคำที่ไม่จำเป็น คำเชื่อมประโยค หรือคำที่ใช้บ่อย ๆ เช่น “การ” “ความ” “ควร” “ที่” “จะ” “ไป” “ใช้” “ได้” เป็นต้น เมื่อตัดคำ หยุดเสร็จแล้ว ก็จะได้ คำที่เป็น Key words หรือคำที่เป็นคำสำคัญของแต่ละอารมณ์ แล้วทำการหาค่าความถี่ของคำ ที่ถูกเลือกซึ่งปรากฏอยู่ในข้อความนั้นประกอบพร้อมกัน

รู้| และ|ทักษะ|วิเคราะห์|ขั้นตอนวิธี|แก้ปัญหา| |  
ลำดับ|ทำงาน| ออกแบบ|โปรแกรม| และ|โปรแกรม|  
รวม|คอมพิวเตอร์|สร้าง|ชิ้นงาน|จินตนาการ|หรือ|  
งาน|ทำ|ชีวิต|ประจำวัน|หลักการ|ทำ|โครงการ|งาน|  
จิตสำนึก|และ|รับผิดชอบ|

## 2. ขั้นตอนการเปรียบเทียบคำและให้ค่าน้ำหนักคำ

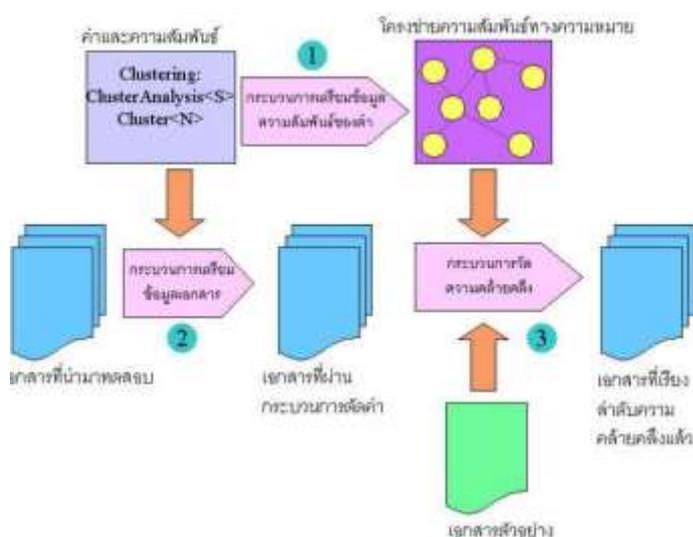
1. การเปรียบเทียบคำก็คือ นำคำที่เป็น Keywords หรือคำที่เป็นใจความสำคัญของคำอธิบายรายวิชาระดับปวส. มาเปรียบเทียบกับคำที่เป็นใจความสำคัญของคำอธิบายรายวิชาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยธนบุรี รวมถึงนับความถี่ของคำที่ปรากฏอยู่ในคำอธิบายรายวิชานั้นๆ ด้วย

2. ข้อมูลที่จะนำมาคำนวณน้ำหนักจากความถี่ของเอกสาร (Term Frequency) จะใช้ข้อมูลที่มาจากพจนานุกรมและการประกาศ เป็นการคำนวณที่มีหลักการว่า คำที่ปรากฏในเอกสารน้อยฉบับ จะมีค่าน้ำหนักสูง ส่วนคำที่ปรากฏในเอกสารหลายฉบับ จะมีค่าน้ำหนักต่ำ เนื่องจากเป็นคำที่ไม่แสดงถึงลักษณะเฉพาะของเอกสาร ค่าน้ำหนักของคำคำนวณได้จากสูตร TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document)

## 3. วัดความคล้ายคลึง

การวัดความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาด้วยวิธีการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมเป็นวิธีการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาระดับปวส. กับคำอธิบายรายวิชาระดับปริญญาตรี การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชานั้น จะเปรียบเทียบโดยดูจากมุมโคไซน์ของมุมระหว่าง 2 เวกเตอร์ของคำอธิบายรายวิชาระดับปวส. กับคำอธิบายรายวิชาระดับปริญญาตรี หากคำอธิบายรายวิชาระดับปวส. กับคำอธิบายรายวิชาระดับปริญญาตรี มีความคล้ายคลึงกันมาก เวกเตอร์ทั้ง 2 จะทับกันเกือบสนิท มุมจึงมีค่าน้อย ค่าโคไซน์ที่ได้จะมีค่ามาก

## 4. วัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมาย



ภาพที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบ[2]

### ผลการทดลอง

การทดสอบการเปรียบเทียบคำอธิบายรายวิชา ในการเทียบโอนรายวิชาของงานวิจัยนี้ ถูกทดสอบด้วยการใช้ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชา ระดับ ปวส. จำนวน 50 รายวิชา โดยการเปรียบเทียบระหว่างการให้ น้ำหนัก คำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซและการใช้แนวทางด้านความหมาย

precision	precision	
logarithm	Statistic	Recall
1.00	0.50	0.10
0.81	0.69	0.20

0.75	0.58	0.30
0.74	0.62	0.40
0.73	0.65	0.50
0.77	0.62	0.60
0.76	0.58	0.70
0.75	0.63	0.80
0.44	0.61	0.90
0.35	0.60	1.00

ตาราง ผลการทดลองวัดค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารตัวอย่างและเอกสารที่มาเปรียบเทียบ



ภาพที่ 2 ผลการทดลองวัดค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารตัวอย่างและเอกสารที่มาเปรียบเทียบ

จากภาพกราฟแสดงค่าความถูกต้องของเอกสารที่ได้รับ ณ ค่าความครบถ้วนต่าง ๆ กัน ตัวเลขในแนวตั้งคือค่า Precision และตัวเลขในแนวนอนคือ ค่า Recall เส้นสีส้มคือความถูกต้องที่ความครบถ้วนเมื่อใช้วิธีการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซในการวัดความคล้ายคลึง ส่วนสีฟ้าแทนวิธีการทางด้านความหมายซึ่งใช้สมการในการแปลงค่าระยะทางเป็นค่าความคล้ายคลึงที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าการวัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมายให้ผลที่ดีกว่าการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ เกือบทุกตำแหน่ง แต่ยังคงมีความถูกต้องลดต่ำเมื่อค่าความครบถ้วนเข้าใกล้ 1 เนื่องจากฐานข้อมูลคำในอภิธานยังไม่ครอบคลุมเอกสารบางเอกสาร

### สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบโดยใช้คำอธิบายรายวิชา ระดับ ปวส. จำนวน 50 รายวิชา เปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซและการใช้แนวทางด้านความหมาย

การวัดความคล้ายคลึงโดยใช้แนวทางด้านความหมายให้ผลที่ดีกว่าการให้น้ำหนักคำ (term weighting) ร่วมกับแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ

### เอกสารอ้างอิง

- [1]พิลาวัฒน์ พลับรู้การและกฤษณะ ไวยมัย 2555 การวัดความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารโดยใช้แนวทางด้านความหมาย มหาวิทยาลัยราชภัฏ วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
- [2]นางสาวรวีร์ เกษร (2553) “การวัดความคล้ายคลึงของเอกสารภาษาไทยโดยใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติ ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [3]Salton, G. and C. Buckley. 1988. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing and Management. 24(5): 513-523.
- [4]โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว,2550

## การออกแบบและพัฒนารังเลี้ยงผึ้ง “แบบรังยาว” เพื่อเป็นรายได้เสริมของ ชาวสวนลำไย ใน เขตจังหวัดเชียงใหม่

The Design and Development beekeeping “Long box” to produce for extra income of Logan framer  
in Chiang Mai Province

เรืองยศ ใจวัง<sup>1</sup>, เชาวลิต เต็มปวน<sup>2</sup>

<sup>1</sup> คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ruangyot@northcm.ac.th

<sup>2</sup> คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ajcholwalit@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาการผลิตอุปกรณ์รังผึ้งแบบรังยาว (Long Box) เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียรังแบบเก่า (รังสี่เหลี่ยม) และแบบรังยาว ในด้านความสะดวกในการทำงาน เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน สามารถป้องกันการรบกวนของศัตรูของผึ้ง และเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ของการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวในสวนลำไยให้แก่เกษตรกรที่สนใจจำนวน 80 คน เพื่อเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพและการเสริมรายได้ ให้แก่เกษตรกร

ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนารังผึ้งแบบรังยาว มีขนาดของรัง กว้าง 38 cm. x ยาว 120 cm. x สูง 35 cm. มีขาตั้งสูงจากพื้นดิน 55 cm. ฝาปิดรังเป็นแบบ 2บานพับ มีความลาดเอียง 25 องศา มีถาดน้ำรองขาของทั้งรังสี่ขาเพื่อป้องกันมด ศัตรูสำคัญของผึ้งซึ่งมีอยู่จำนวนมากในสวนลำไย รังมีรูเพื่อให้ผึ้งเข้าออกได้ 2 ด้านและสามารถแบ่งกลุ่มผึ้งออกเป็น 2 กลุ่ม คอนเลี้ยงผึ้งเป็นคอนเดี่ยวขนาด กว้าง 3.5 cm x ยาว 38 x สูง 2.5cm มีต้นทุนคอนละ 10 บาท รังละ 30 คอน การเลี้ยงผึ้งแบบคอนเดี่ยวจะสามารถลดต้นทุนการเลี้ยงแบบคอนเฟรมที่ใช้ในรังเลี้ยงผึ้งแบบเก่าที่มีต้นทุนถึง 60บาทต่อคอน ผู้วิจัยได้นำรังผึ้งไปให้เกษตรกรชาวสวนลำไย อินทรี 2 รายในที่เข้าร่วมโครงการฯ ที่อำเภอสารภี และอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เลี้ยงผึ้งเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ การเพิ่มประชากรผึ้งในระยะ 4 สัปดาห์ รังผึ้งแบบเก่ามีจำนวน 11 คอนเฟรม จำนวนประชากรผึ้งประมาณ 30,000 ตัว รังแบบใหม่มีจำนวน 14 คอน จำนวนประชากรผึ้งประมาณ 50,000 ตัว ผลผลิตน้ำผึ้งที่ได้ใน 1 ฤดูกาลของดอกลำไย รังแบบเก่าได้ผลผลิต 30 - 40 Kg รังแบบยาว ได้ผลผลิต 40 - 50 Kg ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงผึ้งในสวนลำไยเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกร มีสวนลำไยเป็นของตัวเองร้อยละ 95 เป็นเกษตรกรที่ยังไม่เคยเลี้ยงผึ้งร้อยละ 90 มีความสนใจที่จะเลี้ยงผึ้งเพื่อเป็นอาชีพเสริมร้อยละ 80 สนใจอยากจะทำรังผึ้งแบบรังยาวร้อยละ 75 สนใจที่จะอบรมและพัฒนาการเลี้ยงผึ้งร้อยละ 80

ข้อเสนอแนะแนวทางการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว 1 รัง เกษตรกรชาวสวนลำไย จะมีรายได้เสริมจากการขายน้ำผึ้งประมาณ 8,000-10,000 บาท ต่อ 1 รังต่อ 1 ฤดูกาลของดอกลำไย (1 รังให้ผลผลิต 40-50 กก. x 200 บาท/1 กก.) คณะผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่ารังยาวสามารถผลิตได้โดยทั่วไปถึง 3 เท่าของรังที่หนาและง่ายต่อการตัดออกเป็นชิ้นจึงเหมาะสมที่จะผลิต Comb Honey ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงกว่าน้ำผึ้ง คณะผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว เพื่อเป็นข้อมูล ความรู้แก่เกษตรกรและผู้สนใจไว้ศึกษาต่อไป

**คำสำคัญ:** การออกแบบ, พัฒนารังเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว, รายได้เสริม

### Abstract

The objectives of this research were designing and developing a long box bee hive, comparing advantages and disadvantages of old bee hive design (square box) and long box bee hive in terms of ease of work, increasing productivity, reducing costs, preventing the disturbance of

the enemy of bees, and conveying the knowledge of long box bee hive in longan farms to 80 interested farmers for increasing their career opportunities and income.

The researcher designed and developed a 38 cm x 120 cm x 35 cm long box bee hive with a 55 cm stand from the ground and 2-hinge cover with 25 degree slope. There is a water tray under the four legs to protect the bee from ants, which were abundant in the longan farm. The honeycomb contained holes for the bees to enter and exit and could be divided the bees into two groups. The bar cultivating bees was the single bar with the bar size 3.5 cm x 38 cm, 2.5 cm, and costing 10 baht per bar. The long box consisted of 30 bee bar. A single bar can reduce the cost of raising a frame used in an old bee raising honeycomb at a cost of 60 baht per frame. The researcher brought the bee hive to two organic longan farmers participating the project in Saraphi district and Sanpartong district, Chiang Mai Province for comparative study of increasing bee population in 4 weeks. The old bee hive consisted of 11 frames with the bee population of 30,000 and the long box consisted of 14 bars with the bee population of 50,000. Honey yield in one season of the longan ranged from 30 to 40 kilograms in the old bee hive and 40 to 50 Kg in the long box bee hive. The technology transfer of bee farming in the longan farms is a supplementary occupation of farmers. 95 percent of the farmers had their own longan farm, 90 percent never keep bees, 80 percent were interested in bee keeping as a supplementary occupation, 75 percent were interested in bee keeping in a long box bee hive and 75 per cent were interested in training and developing bee keeping.

The suggested for this research that the longan farmers would have the extra income from selling honey about 8,000-10,000 baht per box per season of longan flowers

(1 box yielded 40-50 kg x200 baht / 1 kg). The researcher noticed that the long box can produce up to 3 times of the old hive and thickness of honeycomb it was easy to cut into pieces.

Therefore, it is appropriate to produce Comb Honey, which is more expensive than honey. The researcher conducted a long box bee keeping manual to further provide information to farmers and interested people.

**Keywords:** Design, Develop a long box bee hive, Extra income

### ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือมีพื้นที่การผลิตทั้งหมด 890,757 ไร่ให้ผลผลิตลำไย ประมาณ 696,694 ตัน ต่อปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ปลูกและผลผลิตมีปริมาณที่มากที่สุดในภาคเหนือ คือ พื้นที่ปลูก 314,263 ไร่และผลผลิตประมาณ 293,221ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) ในปัจจุบันเกษตรกรประสบกับปัญหาลำไยล้นตลาดส่งผลให้ราคาไม่แน่นอน ในด้านการส่งออกเกิดปัญหาเรื่องคุณภาพของลำไยตลอดจนมีสารพิษตกค้างอยู่ในลำไย จึงเป็นปัญหาต่อการส่งออกลำไยไปต่างประเทศ

การเลี้ยงผึ้งเพื่อเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกรชาวสวนลำไยเป็นแนวคิดที่จะสามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรชาวสวนลำไยได้เป็นอย่างดี การเลี้ยงผึ้งไม่ได้ยุ่งยากอย่างที่คิด เกษตรกรจะใช้เวลากับผึ้งน้อยมาก สัปดาห์ละ 2-3 ชั่วโมง ผึ้งจะออกหาน้ำหวานเอง 2-3 สัปดาห์ เกษตรกรก็สามารถเก็บน้ำผึ้งได้ประมาณ 15-20 กิโลกรัมต่อรัง ราคาน้ำผึ้งโดยทั่วไปกิโลกรัมละ 200-250บาท และน้ำผึ้งอินทรีย์ ราคา กิโลกรัมละ 600 บาท การเลี้ยงผึ้งในสวนลำไยอินทรีย์จึงเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา

และพัฒนาเพื่อที่จะผลิตน้ำผึ้งอินทรีย์ที่มีคุณภาพให้ได้รับการรับรองมาตรฐานนอกจากผลิตผลแล้วผู้วิจัยจะทำการออกแบบอุปกรณ์และศึกษาวิธีการ เพื่อเป็นแนวทางให้แก่เกษตรกรที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้เป็นประโยชน์ต่อไป

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาออกแบบและพัฒนการผลิตอุปกรณ์เลี้ยงผึ้งแบบรังยาว (Long Box) ในการเลี้ยงผึ้ง ในสวนลำไย
2. เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียรังแบบเก่า (รังสี่เหลี่ยม) และแบบรังยาว ในด้านความสะดวกในการทำงาน เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน สามารถป้องกันการรบกวนของศัตรูของผึ้ง
3. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ของการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวในสวนลำไยให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพื่อเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพและการเสริมรายได้ ให้แก่เกษตรกร

#### ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้รังผึ้งแบบรังยาวและคอนเดี่ยวเพื่อใช้ในการเลี้ยงผึ้ง ในสวนลำไยให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพื่อเพิ่มโอกาสในการประกอบอาชีพและการเสริมรายได้
2. ได้ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของรังผึ้งทั้งสองแบบที่ทำการทดลอง ในสวนลำไยให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพื่อเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพและรายได้เสริม
3. ได้คู่มือถ่ายทอดองค์ความรู้ของการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวในสวนลำไยให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพื่อเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพและรายได้เสริม
4. ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้การเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว ให้แก่เกษตรกรที่สนใจจำนวน 80 คน เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพและรายได้เสริม

#### ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

เกษตรกรผู้ปลูกลำไยอินทรีย์ที่อยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์ ในปี 2555 - 2556 ที่อยู่ในฐานข้อมูลของสำนักวิจัยและพัฒนา การเกษตร เขต 1 กรมวิชาการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนทั้งหมด 7 ราย และทางคณะผู้วิจัยได้รับสมัครเกษตรกรเข้าร่วมโครงการได้จำนวน 2 ราย เพื่อให้มนำรังยาวและรังแบบเก่าไปเลี้ยงผึ้งในสวนลำไยอินทรีย์ของเกษตรกรเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถาม เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะของประชากร ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษาที่ตั้งของสวนลำไย ขนาดของสวนลำไย ผลผลิตต่อปี รายได้จากการขายลำไย
2. แบบบันทึกข้อมูล เพื่อบันทึกข้อมูลที่สำคัญของการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกเวลาในการดูแลรังผึ้ง แบบบันทึกข้อมูลในการเก็บน้ำผึ้ง บันทึกข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมของผึ้ง
3. แบบสัมภาษณ์แบบรายบุคคล (One on one interview) เพื่อสอบถามข้อมูลเชิงคุณภาพกับเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการเพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย เช่น ความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์ใหม่ ในการเลี้ยงผึ้ง ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงผึ้ง ต้นทุน เวลาที่ใช้ในการเลี้ยงผึ้ง
4. การทดลอง เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการเลี้ยงผึ้งในรังยาวที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อศึกษาถึงวิธีการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวแถบบน และศึกษาข้อดีข้อเสียของรังแบบยาวและแบบเก่า
5. การจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวเพื่อเป็นอาชีพเสริมแก่เกษตรกรชาวสวนลำไยและผู้ที่เกี่ยวข้อง เก็บรวบรวมข้อมูลผู้เข้าอบรมจากแบบสอบถามเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในการที่จะนำมาปรับปรุง ปัญหาอุปสรรค และพัฒนางานวิจัยในอนาคตต่อไป

### ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล

1. ศึกษาของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่วิธีการเลี้ยงผึ้ง สายพันธุ์ผึ้ง วัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้ง ต้นทุน และสภาพแวดล้อมในสวนลำไยที่มีผลกับการเลี้ยงผึ้ง เป็นต้น
2. ออกแบบและพัฒนารังผึ้งแบบรังยาวเพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบกับรังแบบเก่าเพื่อทราบถึงปัญหาและจึงนำข้อมูลมาประกอบกับการออกแบบ
3. นำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใหม่(รังผึ้งแบบรังยาว) ไปทดสอบและทดลองเลี้ยงผึ้งเก็บข้อมูลจากการทดลอง เช่นวิธีการเลี้ยง การนำนางพญาผึ้งและผึ้งงานเข้าสู่รังยาว การสร้างรวงของผึ้ง การเคลื่อนย้ายรัง เป็นต้น
4. รับสมัครเกษตรกร ชาวสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำรังผึ้งแบบยาวและแบบเก่าไปเลี้ยงในสวนลำไยอินทรีย์ ศึกษาเปรียบเทียบ การใช้งาน การเพิ่มของประชากร ปริมาณผลผลิตน้ำผึ้ง เวลาในการทำงานของเกษตรกร เป็นต้น
5. นำรังผึ้งแบบรังยาวและแบบเก่าไปทดลองเลี้ยงในสวนลำไยอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้วิจัย บันทึกข้อมูล ตามแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์
6. สรุปผลการวิจัยและการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกรชาวสวนลำไยผู้ที่สนใจจำนวน 80 คน

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยโครงการการออกแบบรังเลี้ยงผึ้ง “แบบรังยาว” เพื่อเลี้ยงผึ้งในสวนลำไยอินทรีย์เขตจังหวัดเชียงใหม่ ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลและปฏิบัติการ ด้วยกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อประโยชน์ในการประมวผลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. การออกแบบรังผึ้งแบบรังยาวแถบขน

คณะผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ออกแบบรังเลี้ยงผึ้งที่จะนำไปทดลองเลี้ยงผึ้งในการวิจัย โดยศึกษาและพัฒนาจากการวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคจากรังแบบเก่า (รังสี่เหลี่ยม) ในด้าน ต้นทุน เพิ่มผลผลิตน้ำผึ้ง ความสะดวกในการทำงาน การลดการใช้สารเคมีในการกำจัดมด ศัตรูของผึ้ง เพื่อนำไปเป็นข้อมูลและแนวคิดในการออกแบบรังยาวแถบขนที่เรียกว่ารังยาว



รูปที่ 1 รังเลี้ยงผึ้งที่นิยมใช้กันในประเทศไทย (รังเลี้ยงผึ้งแบบเก่า) และรังยาวที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนา



รูปที่ 2 คอนเลี้ยงผึ้งแบบเก่า หรือคอนเฟรม (Frame)



รูปที่ 3 คอนเลี้ยงผึ้งแบบคอนเดี่ยว (Bar)

รูปที่ 4 รูเข้าออกของผึ้งมีทั้งสองด้านของรังยาว  
รังยาว

รูปที่ 5 แผงกันเพื่อแยกผึ้งออกเป็น 2 กลุ่มใน

ผลของการออกแบบและพัฒนารังเลี้ยงผึ้ง

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบลักษณะและการใช้งานทั่วไปของรับแบบเก่ากับรังยาว

ลักษณะทั่วไปและการใช้งาน	รังแบบเก่า	รังยาว
ขนาดของรัง (กว้างxยาวxสูง) ความสูงจากพื้นดิน(ขาตั้งของรัง)	45cmx x 54 cm x 35 cm 12 cm	38 cm x 120 cm x35 cm 55cm
ขนาดของคอนและวัสดุ	คอนแบบเฟรมสี่เหลี่ยม ขนาด 4cm x 49cm x 24 cm ซิงรวด 3เส้น เพื่อยึดแผ่นWax (รูปที่ 2) ต้นทุน 60 บาท/คอนเฟรม	คอนเดี่ยว 3.5 cm x38 x 2.5cm ( รูปที่ 3 ) ต้นทุน 10 บาท/คอน
การออกแบบเพื่อการใช้งาน	- ระดับความสูงของขาตั้ง ไม่สูงทำให้ผู้ใช้งานจะต้องก้มตัว ระหว่างทำงาน - ฝาปิดไม่มีบานพับเวลาเปิด ต้องยกฝาออกไปวาง - ฝาจะเป็นแผ่นเรียบไม่มีสโล ปลาดเอียง - ปัญหาแดงในสวนลำไยขึ้น รังผึ้งเป็นปัญหาใหญ่ เกษตรกร ต้องใช้สารเคมีโรยรอบๆรังเพื่อ ป้องกัน - รองรับผึ้งได้ 1 กลุ่ม 11 คอน เฟรม	- มีความสูงของขาอยู่ในระดับที่สะดวกต่อการ ทำงานไม่ต้องก้มเงยบ่อยๆ - มีฝาเปิดปิดด้านบนเป็นบานพับแบบเปิด 2 บาน ไม่ต้องยกออก - ฝาด้านบนของรังมีสโลปเอียง 25 องศาเพื่อให้ น้ำฝนไหลลงได้ดีขึ้นไม่เกิดน้ำขังบนฝารัง - มีถาดน้ำรองขาของทั้งรังสี่ขาเพื่อป้องกันมด แดง ศัตรูสำคัญของผึ้งขึ้นรังผึ้ง - มีรูเพื่อให้ผึ้งเข้าออกได้ 2 ด้าน - สามารถแบ่งกลุ่มผึ้งออกเป็น 2 กลุ่มเลี้ยงในรัง เดียวกัน โดยใช้แผงกั้นกลาง ใช้คอนเดี่ยว 30 คอน/รัง

## 2. การสร้างรังผึ้ง แบบรังยาวแถบบน

2.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างรังยาวผู้วิจัยได้ใช้ไม้อัดยัดหนา 20 มิลลิเมตร. เป็นฝาผนังและฝ้าด้านข้างของรัง ใช้ไม้สนขนาด 6 นิ้ว เป็นโครงสร้างช่องรัง และคอน ใช้ตาข่ายพลาสติกติดกับเฟรมไม้ปิดด้านใต้ของรังเพื่อกันผึ้งบินออกและเป็นที่ระบายอากาศของรัง ข้อดีของไม้ทั้งสองชนิดนี้คือมีน้ำหนักเบากว่าไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่มีความแข็งและมีน้ำหนักมาก

2.2 ระยะเวลาการสร้างรังผึ้ง แบบรังยาว จำนวน 4 รัง ใช้เวลา 1 สัปดาห์ ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง แรงงาน 2 คน โดยมีหัวหน้าช่างซึ่งมีความชำนาญ 1 คน การทำงานในการสร้างต้นแบบนี้อาจจะใช้เวลามากขึ้น

2.3 คำนวณจาก ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรง และค่าแรงต้นทุนในการผลิตต่อรังประมาณ 3,500 บาท ได้รังผึ้งขนาดกว้างxยาวxสูง ของตัวรัง (0.38 m. x 1.20 m. x 0.35 m.) = 0.1596 m<sup>3</sup>

2.4 รังยาวสามารถแบ่งรังออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้ดำเนินกิจกรรมในการเลี้ยงผึ้ง ผู้วิจัยได้ใส่ถ้วยรองน้ำไว้ที่ขาของรังทั้ง 4 ขา เพื่อป้องกันมด ศัตรูสำคัญของผึ้งเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในการฆ่ามด

3. การนำอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวศึกษาร่วมกับรังแบบเก่า (รังสี่เหลี่ยม) ในด้านความสะดวกในการทำงาน เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และสามารถป้องกันศัตรูของผึ้ง

### 3.1 การทดลองเลี้ยงผึ้งในรังยาว

3.1.1 การทดลองเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวแถบบนเนื่องจากเป็นรังผึ้งแบบยาวเลี้ยงคู่ไปกับรังแบบเก่า ทางผู้วิจัยได้จัดสถานที่ในสวนลำไยโดยเลี้ยงอยู่ในบริเวณเดียวกันผู้วิจัยได้นำผึ้งที่อยู่ในรังแบบเก่าย้ายไปเลี้ยงในรังแบบรังยาว ซึ่งได้พบว่าวิธีการย้ายที่ดีและเหมาะสมคือ การเอาคอนเดียวไปใส่ในรังแบบเก่าเพื่อให้ผึ้งเกาะและสร้างรวงขึ้น จึงย้ายคอนเดียวออกมาใส่ในรังยาว และใส่เพิ่มเซลล์นางพญาไปในรังใหม่เพื่อที่จะได้นางพญาใหม่ให้กับผึ้งในรังยาว

3.1.2 การเลี้ยงผึ้งในรังยาวสามารถแยกผึ้งออกเป็นสองกลุ่ม และแต่ละกลุ่มมีนางพญากลุ่มละ 1 ตัว ทำให้ได้ผึ้ง 2 กลุ่ม ในรังเดียว โดยการใช้แผ่นไม้ที่ทำขึ้นเพื่อกันกลางแบ่งรังออกเป็น 2 ด้าน การทดลองนี้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถที่จะทำได้ในระยะเวลาอันสั้นในช่วงฤดูดอกลำไย

4. หลังจากผู้วิจัยได้ทดลองเลี้ยงผึ้งในรังยาว จนมั่นใจว่าสามารถเลี้ยงได้และไม่มีปัญหาอุปสรรคใด จึงได้เชิญเกษตรกรผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ เป็นเจ้าของสวนลำไยอินทรีย์ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์ มาประชุมชี้แจงจัดอบรม และสาธิตวิธีการเลี้ยงผึ้งรังยาวในสวนลำไยอินทรีย์ควบคู่ไปกับการเลี้ยงผึ้งแบบเก่า เพื่อเก็บข้อมูลและคณะผู้วิจัยได้ลงสำรวจสถานที่เพื่อหาจุดที่จะนำรังผึ้งไปวางตรงจุดกึ่งกลางสวนได้ร่มไม้

5. การเคลื่อนย้ายรังยาวเพื่อนำรังผึ้งไปที่สวนลำไยอินทรีย์จะต้องทำการเคลื่อนย้ายรังในเวลากลางคืน ผึ้งจะกลับเข้ารังจะต้องปิดรูเข้าออกของผึ้งให้สนิทหลังจากนั้นจึงจะสามารถย้ายรังผึ้งได้ จากกิจกรรมนี้ พบว่ารังยาวจะเคลื่อนย้ายลำบากกว่ารังแบบเก่าเนื่องจากมีขา 4 ขา รังมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถวางซ้อนกันได้เหมือนรังแบบเก่าที่เป็นกล่องสี่เหลี่ยมซึ่งสามารถวางซ้อนกันและไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ที่หลายๆรัง

6. เมื่อนำรังผึ้งไปยังสวนลำไยอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยเพื่อทำการเลี้ยงจริง โดยเกษตรกรและคณะผู้วิจัยได้ร่วมกันดูแลและเก็บข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และ จดบันทึกหลังจากได้นำรังผึ้งทั้งสองแบบไปไว้ในสวนลำไยอินทรีย์ซึ่งเป็นช่วงฤดูดอกลำไย (เดือนมกราคม-เดือนเมษายน)

6.1 ผ่านไป 4 สัปดาห์ พบว่า ผึ้งในรังทั้ง 2 แบบมีการสร้างรวงและเก็บน้ำหวานจากดอกลำไยผู้วิจัยและเกษตรกร ได้เพิ่มคอนโดยังแบบเก่าเพิ่มคอนจาก 6 คอนเป็น 11 คอนและรังแบบรังยาวแถบบนจาก 6 คอนเป็น 14 คอน ประชากรของผึ้งรังแบบเก่ามีประมาณ 30,000 ตัว และรังแบบใหม่มีประมาณ 50,000 ตัวรังแบบรังยาวแถบบนมีความสามารถในการเพิ่มและขยายรังได้จริงๆทำให้ประชากรผึ้งเพิ่มขึ้นจำนวนมากกว่ารังแบบเก่า

.....

**ตารางที่ 2 ตารางพัฒนาการของการเพิ่มประชากรของผึ้ง**

ชนิดของรัง	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	จำนวนผึ้ง
รังแบบเก่า	8-9 คอนเฟรม	11 คอนเฟรม	30,000ตัว
รังยาว	9 คอน	14 คอน	50,000 ตัว

6.2 ปริมาณผลผลิตของน้ำผึ้งในสัปดาห์ที่ 4 พบว่ารังทั้งสองแบบมีปริมาณน้ำผึ้งอยู่เป็นจำนวนมากรวงผึ้งโดยเฉลี่ยพบว่ารวงของน้ำผึ้งแบบรังยาวมีขนาดใหญ่และหนากว่ารวงผึ้งของรังแบบเก่าโดยเฉลี่ยน้ำหนักจะมากกว่า 1 กิโลกรัม และผลผลิตโดยรวมเมื่อจับฤดูกาลดอกกล้วย รังแบบใหม่จะให้ผลผลิตน้ำผึ้งได้มากกว่าคือ รังแบบรังยาว ให้ผลผลิตเฉลี่ย 50 กิโลกรัมต่อรัง และรังแบบเก่าจะให้ผลผลิตเฉลี่ย 40 กิโลกรัมต่อรัง ค่าเฉลี่ยมากกว่า 10%



รูปที่ 6 รูปภาพเปรียบเทียบขนาดของรวงผึ้งและผลผลิต

**ตาราง 3 ตารางเปรียบเทียบปริมาณน้ำผึ้งที่ได้**

ชนิดของรัง	น้ำหนักของรวง	ผลผลิตน้ำผึ้ง
รังแบบเก่า	2 - 3 Kg	30 - 40 Kg / Crops
รังยาว	3 - 4 Kg	40 - 50 Kg / Crops
ค่าเฉลี่ย	เพิ่มขึ้น 10%	

6.3 การเก็บน้ำผึ้งพบว่ารังแบบเก่าสามารถที่จะเก็บน้ำผึ้งได้ดีกว่าเนื่องจากมีอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นใช้กับการเก็บน้ำผึ้งแบบคอนเฟรม ถึงขั้น สามารถปั่นเอาน้ำผึ้งได้ที่ลำ 8 คอนเฟรมใช้เวลาในการปั่นเพียง 20 นาที สำหรับรังแบบยาวจะใช้วิธีการตัดรวงผึ้งออกเป็นชิ้นๆ แล้วใช้ผ้าขาวบางห่อน้ำผึ้งไว้แล้วใช้มือบีบ (วิธีการเดียวกันกับการเก็บน้ำผึ้งป่า) เมื่อบีบน้ำผึ้งลงภาชนะแล้วจะต้องนำมากรองด้วยตะแกรงรวดแบบถี่เพื่อจะได้น้ำผึ้งที่ไม่มีเศษไขจากรวงผึ้งเจือปน วิธีการนี้ใช้เวลาค่อนข้างมาก และเกิดการสูญเสียน้ำผึ้ง (Lost) ประมาณ ร้อยละ 20 จากน้ำผึ้งทั้งหมด

6.4 ผลการวิจัยของการทำงานกับรังผึ้งทั้งสองชนิด โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้ร่วมทำการวิจัยรังแบบรังยาว

6.4.1 รังแบบยาวมีความสะดวกในการทำงานมากกว่ารังแบบเก่า (รูปที่ 7 และตารางที่ 1)

6.4.2 รังแบบยาวเวลาที่ใช้ในการทำงาน รังแบบรังยาวช่วยประหยัดเวลาในการทำงานมากกว่ารังแบบเก่า เนื่องจากไม่ต้องกังวลในการดูแลผึ้งจากศัตรูของผึ้งคือมดแดง และไม่ต้องใช้สารเคมีโรยที่ฐานรังเพื่อป้องกันการโจมตีของมดแดง

6.4.3 เวลาในการดูแลรังผึ้งแบบเก่าต้องใช้เวลา 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์แต่รังแบบใหม่ ใช้เวลา 1 ครั้งต่อสัปดาห์

6.4.4 การเก็บน้ำผึ้งรังแบบเก่าทำได้ง่ายกว่ารังแบบใหม่ เพราะได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยในการเก็บน้ำผึ้งที่มีประสิทธิภาพสูง



รูปที่ 7 รูปเปรียบเทียบการทำงานของเกษตรกรระหว่างรังแบบเก่ากับรังแบบใหม่

7 การถ่ายทอดองค์ความรู้ของการเลี้ยงผึ้งรังแบบยาวในสวนลำไยอินทรีย์ให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพื่อเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพและการเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกร

7.1 จากการสรุปแบบสอบถามพบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวในสวนลำไยเพื่อเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกร ผู้เข้าอบรมมีสวนลำไยเป็นของตนเองร้อยละ 95 เป็นเกษตรกรที่ยังไม่เคยเลี้ยงผึ้งร้อยละ 90 มีความสนใจที่จะเลี้ยงผึ้งเพื่อเป็นอาชีพเสริมร้อยละ 80 สนใจอยากจะทำเลี้ยงผึ้งแบบรังยาวร้อยละ 75 สนใจที่จะอบรมและพัฒนารังเลี้ยงผึ้งร้อยละ 80

7.2 จากการสรุปแบบสอบถามการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมพบว่าโดยภาพรวมผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงผึ้งมีความพึงพอใจในการจัดอบรมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.70 ค่าเฉลี่ยรวม 4.01 โดยมีรายละเอียดที่สำคัญด้านการถ่ายทอดเนื้อหาได้เข้าใจและชัดเจนของวิทยากรค่าเฉลี่ย 4.60 รองลงมาการถ่ายทอดที่ได้รับสอดคล้องกับความต้องการของท่านค่าเฉลี่ย 4.50 หลังจากท่านได้การถ่ายทอดแล้วท่านได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

7.3 จากการวิจัยพบว่า การเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว 1 รัง เกษตรกรชาวสวนลำไย จะมีรายได้เสริมจากการขายน้ำผึ้งประมาณ 8,000-10,000 บาท ต่อ 1 รังต่อ 1 ฤดูกาลของดอกลำไย (1 รังให้ผลผลิต 40-50 กก. x 200 บาท/1 กก.) เกษตรกร 1 รายจะสามารถดูแล รังผึ้งได้ 10 รัง / พื้นที่การปลูก 1 ไร่โดยไม่กระทบต่อเวลาการทำสวนลำไย



**ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย**

ข้อเสนอแนะแนวทางการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว 1 รัง เกษตรกรชาวสวนลำไย จะมีรายได้เสริมจากการขายน้ำผึ้งประมาณ 8,000-10,000 บาท ต่อ 1 รังต่อ 1 ฤดูกาลของดอกลำไย (1 รังให้ผลผลิต 40-50 กก. x 200 บาท/1 กก.) คณะผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่ารังแบบยาวสามารถผลิตโดยทั่วไปถึง 3 เทาร่วงผึ้งที่หนาและง่ายต่อการตัดออกเป็นชิ้นจึงเหมาะที่จะผลิต Comb Honey ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงกว่าน้ำผึ้ง คณะผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการเลี้ยงผึ้งแบบรังยาว เพื่อเป็นข้อมูล ความรู้แก่เกษตรกรและผู้สนใจไว้ศึกษาต่อไป

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณ เครือข่ายวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ คณะที่ปรึกษา ดร.สุรพล ดำรงกิตติกุล ผู้จุดประกายในด้าน การทำวิจัยเพื่อชุมชนฐานรากฯ คุณปีเตอร์ บัซซี่ ผู้เชี่ยวชาญเรื่องการเลี้ยงผึ้งที่ให้คำปรึกษาตลอดโครงการฯ เกษตรกรและ นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการทุกท่าน

**เอกสารอ้างอิง**

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 1 กรมวิชาการเกษตรอินทรีภาคเหนือ. 2543. ข้อมูลผู้ขอรับการรับรองลำไย อินทรี. คู่มือเกษตรกรอินทรี. พิมพ์ครั้งที่. ม.ป.ท.

เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรการเลี้ยงผึ้งพันธุ์สำหรับบุคคลทั่วไป ปี 2553. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่ (ผึ้ง). สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่กรมส่งเสริมการเกษตร สิริวัฒน์ วงษ์สิริ, ยงยุทธ ไวกกุล และ แสนนิต หงส์ทรงเกียรติ. 2528. หลักการเลี้ยงและขยายพันธุ์ผึ้ง. สมาคมวิทยาลัย การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ : กรุงเทพมหานคร.

สุพานี ธนินุฒิ. 2552 (27 กรกฎาคม). ปัญหาลำไย ปัญหาของชาติ. ประชาไทย

เทศบาลตำบลทุ่งต้อม 2552-2555. เอกสารข้อมูลสภาพปัญหา ความจำเป็นพื้นฐานและความต้องการของประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลทุ่งต้อม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ <http://www.oae.go.th/fruits/index.php/longan-data>

## โปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel

The Productivity Improvement Techniques by Power Factor Correction Program with Excel

วันชัย เชาวน์กำเนิด<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์/สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม, wunchai3@gmail.com

### บทคัดย่อ

โปรแกรม เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel สร้างขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยคำนวณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ประเภท 1, 2, และ 3 ตามที่การไฟฟ้ากำหนดด้วย Microsoft Excel Version 2013 ทั้งค่า Active และ Reactive ซึ่งจะทำให้การบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้องและรวดเร็ว อาศัยทฤษฎีและหลักการของโปรแกรม Microsoft Excel ทฤษฎีกำลังไฟฟ้ากระแสสลับและตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ทฤษฎีระบบไฟฟ้าภายในองค์กร แบบทดสอบและแบบสอบถาม ผลจากการศึกษาพบว่าโปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel นี้ความถูกต้องของข้อมูลค่อนข้างสูงและให้คำตอบได้รวดเร็ว ใช้ประกอบการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าในการบริหารจัดการได้ดี ในส่วนของความเป็นไปได้กับการนำไปใช้งานจริงในระดับสามารถใช้ฝึกทักษะในระบบการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม สำหรับผลสัมฤทธิ์ของโปรแกรมตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 80.60 / 89.63

**คำสำคัญ:** โปรแกรมกระดาษคำนวณ(Excel), กำลังไฟฟ้าใช้งาน, ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

### Abstract

This paper concern the Productivity Improvement Techniques by Power Factor Correction Program with Excel for the purpose of can analyzing power consumption of category 1,2 and 3 as defined by the electrical authority. It is done by using Microsoft excel 2013. The results are active power, reactive power. The main goal is to manage the using of energy-accurately and quickly. This research utilizes soft ware examination sets and questionnaire comprising principle and theory of Microsoft excel program 2013. Principle and theory of ac power and power factor , Internal electrical system theory. As a result of the research, it is found that results high accuracy. This produces solutions more faster than normal way of thinking. As for the actual practical using of this program it is considered as feasible for suitabilits for organization and practicable for education and training system For the achievement of the program from this research the test was 80.60 / 89.63 acceptable.

**Keywords :** MICROSOFT EXCEL, ACTIVE POWER ,REACTIVE POWER,POWER FACTOR

## บทนำ

กระบวนการผลิตสินค้าในปัจจุบันมีความก้าวหน้าและทันสมัยเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางด้าน IT (Information Technology) หรือ เทคโนโลยีของการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเป็นระบบอัตโนมัติ ที่ก้าวหน้าและทันสมัยดังกล่าวนี้ ได้นำเอาเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีความโดดเด่นเฉพาะทางของสายงานแต่ละแบบไม่ว่าจะเป็นทางด้านฮาร์ดแวร์ หรือซอฟต์แวร์ โดยเฉพาะซอฟต์แวร์นั้นนับว่ามีความก้าวหน้าและทันสมัยเป็นอย่างยิ่ง เช่น ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการจำลองรูปแบบ หรือ โปรแกรมจำลองรูปแบบ (Simulation Modeling Program) ช่วยในการออกแบบระบบการผลิต ลดข้อผิดพลาดในการออกแบบระบบจริงและยังเป็นการลดต้นทุนที่ต้องเสียไปจำนวนค่อนข้างสูงในการออกแบบระบบจริงโดยการลองผิด-ลองถูกด้วย สำหรับในด้านการบริหารจัดการองค์กร จะมีการนำเอาซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการ ซึ่งมีอยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ (The Expert System : E.S) โปรแกรมระบบการตัดสินใจ (DSS : Decision Supporting System) โปรแกรมการจัดการองค์การทางด้านการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กรโดยรวม (Enterprise Resource Planning : ERP) และยังมีอีกหลายโปรแกรม ที่สร้างขึ้นมาเป็นซอฟต์แวร์เฉพาะงาน เพื่อใช้ในองค์กรการผลิตทำให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายตามแผนที่วางไว้แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการต่างๆจะเกิดขึ้นได้ในองค์กรการผลิตนั้นจำเป็นต้องใช้พลังงาน และพลังงานที่สำคัญก็คือพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) ยิ่งถ้าระบบมีความซับซ้อนมาก ก็ต้องใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆในระบบที่มีการทำงานซับซ้อนมากเช่นกัน นั่นหมายถึงการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาควบคุมระบบการทำงาน ซึ่งอาจมีผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น(ถาวร :2545)[ 2 ] ดังนั้นในปีหนึ่งๆขององค์กรการผลิต ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้เป็นต้นทุนการผลิตในส่วนของต้นทุนผันแปร (Variable Costs) ขององค์กร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างโปรแกรมการคำนวณ-วิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า ทั้งค่า Active และ Reactive การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า หรือ ค่า PF ๑ โดยใช้ Microsoft Excel 2013 เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ประเภท 1, 2, และ 3 ตามที่การไฟฟ้ากำหนดในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดสุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้าง “โปรแกรม เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel” เพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้องรวดเร็ว

## ขอบเขตของการวิจัย

ใช้โปรแกรมกระดานคำนวณ Microsoft Excel 2013 สร้างโปรแกรมการคำนวณ-วิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า ทั้งค่าที่เป็น Active และ Reactive ตามเกณฑ์ของการไฟฟ้านครหลวง ประเภทที่ 1 อาคารที่อยู่อาศัย ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็กน้อยกว่า 30 KW แบบปกติ, แบบช่วงเวลาการใช้ (Time of Use: tou) และประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ตั้งแต่ 30kw – 999kw ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน คิดแบบปกติ และ TOU สำหรับการแสดงผลของโปรแกรม แนวคิดการวิจัย การกำหนด ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor :p.f) เพื่อดูการปรับปรุงค่า p.f ที่ไม่ต้องเสียค่าปรับค่า KVAR ตามที่การไฟฟ้ากำหนด ให้ KVAR เมื่อเทียบเป็น KW ไม่เกิน 61.97 % ของค่า การใช้ไฟฟ้าสูงสุด หรือ ค่า p.f Lagging ไม่น้อยกว่า 0.85 การคำนวณค่าตัวเก็บประจุ (Capacitor: kvar) และคำนวณราคา การคำนวณค่ากระแสที่สายจ่าย ระบบ 3 เฟสและระบบ 1 เฟส คำนวณค่า S KVA และค่า Q KVAR

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นต้นทุนขององค์กร และหาวิธีลดพลังงานไฟฟ้า ประเภท Active และ Reactive ลง

## เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ทฤษฎีและหลักการของโปรแกรม Microsoft Excel 2013 ทฤษฎีกำลังไฟฟ้ากระแสสลับและตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ทฤษฎีระบบไฟฟ้าภายในองค์กร แบบทดสอบและแบบสอบถาม

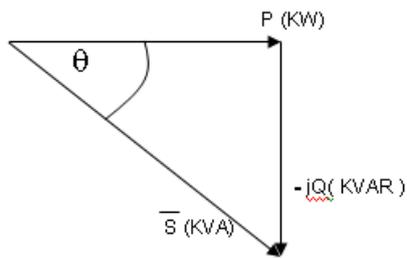
### ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีและหลักการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

### ตัวประกอบกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ ( Power Factor : P.F)

นิยามตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ( Power Factor : P.F) : หมายถึงสัดส่วนของกำลังไฟฟ้าใช้งาน

ต่อกำลังไฟฟารวม (กำลังไฟฟ้าปรากฏ)



รูปที่ 1 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ( Power triangle)

$$P.F = \frac{P (KW)}{S (KVA)} \quad (1)$$

P.F จะไม่มีหน่วย เนื่องจากเป็น Factor ที่ใช้เป็นตัวคูณ กำลังไฟฟารวม(S- KVA ) ทำให้กำลังไฟฟ้าใช้งานมีค่าคงที่ กำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังเสมือนเปลี่ยนแปลง ซึ่ง P.Fจะมีค่าไม่เกิน 1

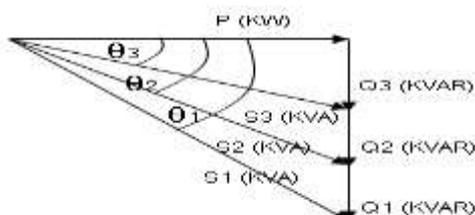
จาก สมการ (1)

$$P (KW) = P.F \times S(KVA) \quad (2)$$

จากสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า รูปที่ 1 และสมการที่ 1 นำมาเขียนใหม่ได้คือ

$$\cos \theta = \frac{P (KW)}{S (KVA)} = P.F \quad (3)$$

และจาก สมการ (3) เห็นได้ว่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ( Power factor: P.f) ก็คือค่าของ  $\cos \theta$  ซึ่งตามคุณสมบัติของฟังก์ชันโคไซน์ของสามเหลี่ยมมุมฉากทำให้ทราบว่า เมื่อ มุม  $\theta$  มากขึ้น ค่าของ  $\cos \theta$  จะลดลง และทำนองกลับกัน ถ้า มุม  $\theta$  ลดน้อยลง ค่าของ  $\cos \theta$  ก็จะเพิ่มขึ้น ดังที่แสดงในสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้ารูปที่ 2



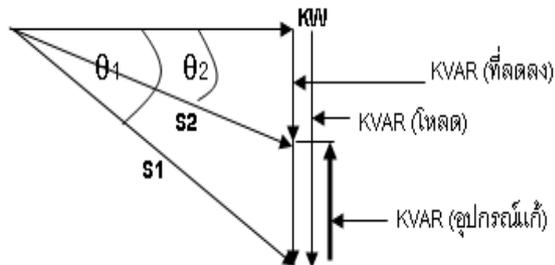
รูปที่ 2 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า (พิจารณาเฉพาะขนาด )

### อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ผลหักล้างค่า KVAR ได้ ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ( Capacitor: C)

2. Synchronous Condenser หรือ Synchronous Machine

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ชนิดหนึ่งที่สามารถใช้งานเป็น เครื่องกำเนิด ไฟฟ้ากระแสสลับได้



รูปที่ 3 เป็นรูปสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า(พิจารณาเฉพาะขนาด )

แสดงการหักล้าง Reactive Power (KVARเมื่อต่ออุปกรณ์แก้ไข)

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ออกแบบ โปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ด้วย Excel โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2013 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดตารางคำนวณ A3:BI20

2.2 เขียนคำสั่งตัวแปรที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น

$$D4=\text{COS}(A4/57.3)$$

$$L4 = \text{IF}(B4="1.3(\text{t}24\text{on})",312.24,\text{IF}(B4="1.3(\text{t}24\text{off})",46.16,\text{IF}(B4=1.11,8.19,\text{IF}(B4=1.12,38.22))))$$

$$V4 = \text{AD}3*\text{TAN}(A4/57.3)$$

$$\text{AN}4=(\text{IF}(G4\leq 24,4.5827,\text{IF}(G4\leq 12,5.2674)))*\text{BG}4+(\text{IF}(H4\leq 24,2.1495,\text{IF}(H4\leq 12,2.1827)))*\text{BH}4+(\text{AD}3*196.26)*\text{I}$$

$$\text{F}(\text{AD}3=0,0,1)+\text{IF}(I4<91,0,\text{IF}(I4<101,3.1381,\text{IF}(I4<151,3.2484)))*I4+(\text{IF}(J4<401,4.2218,4.4217))*J4+(K4)*N4+L4$$

$$\text{AR}4 = ((\text{AN}4+\text{AP}4)+(\text{AN}4+\text{AP}4)*\text{M}4)*\text{IF}(I4=90,0,1)$$

$$\text{AE}3 = (\text{Z}4*1000)/(1.732*\text{O}4)$$

$$\text{AG}3 = (\text{AB}3*1000)/(1.732*\text{O}4)$$

$$\text{BB}4=\text{AP}4*3$$

$$\text{AX}4=\text{IF}(\text{AW}4=20,5704,\text{IF}(\text{AW}4=25,6138,\text{IF}(\text{AW}4=30,7130,\text{IF}(\text{AW}4=40,9300,\text{IF}(\text{AW}4=45,10602,\text{IF}(\text{AW}4=50,10788,\text{I}$$

$$\text{F}(\text{AW}4=70,14354,\text{IF}(\text{AW}4=70,17360)))))))+\text{IF}(\text{AW}4=100,23436)+\text{IF}(\text{AW}4=75,17670)+\text{IF}(\text{AW}4=80,18600)+\text{IF}(\text{AW}4$$

$$=5,1426)+\text{IF}(\text{AW}4=10,2852)+\text{IF}(\text{AW}4=15,4278)+\text{IF}(\text{AW}4=60,14384)$$

2.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม ฯ

2.3.1 คำนวณค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 1 แบบปกติ และ TUO

2.3.2 คำนวณค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 2 แบบปกติ และ TOU

2.3.3 คำนวณค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 3 แบบปกติ และ TOU

2.3.4 คำนวณค่า PF1 และ PF2 ตามกำหนดของการไฟฟ้า เมื่อแก้เป็น 0.85 lagging

2.3.5 คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าของสายจ่าย ระบบ 1 เฟส และ 3 เฟส



Case Summaries<sup>a</sup>

				E1	E2
TOTAL	80	1		64	75
		2		65	76
		3		60	74
		4		71	70
		5		62	71
		6		70	73
		7		63	73
		8		70	75
		9		71	74
		10		65	73
		11		67	76
		12		67	75
		13		60	78
		14		61	66
		15		61	63
		16		62	70
		17		65	65
		18		65	65
		19		60	74
		20		61	68
		Total	N	20	20
			Mean	64.50	71.70
			Sum	1290	1434
	Total	N		20	20
		Mean		64.50	71.70
		Sum		1290	1434

a. Limited to first 100 cases.

รูปที่ 4 คะแนนจากการทดสอบ

E1 ทำชุดทดสอบโดยไม่ใช้โปรแกรม ฯ ช่วย

E2 ทำชุดทดสอบโดยใช้โปรแกรม ฯ ช่วย

และเมื่อนำคะแนนทั้ง 2 ชุดที่ผ่านการทดสอบตามที่แสดงในรูปที่ 4 หรือ ตารางที่ 4 ทางด้านบนไปหาประสิทธิภาพ จะหาได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 E1 &= \frac{(\sum X/N) \times 100}{A} \\
 &= \frac{(1290/20) \times 100}{80} \\
 &= 80.60 \%
 \end{aligned}$$

และ

$$E2 = \frac{(\sum Y/N) \times 100}{A}$$

$$\begin{aligned} & \frac{B}{80} \\ & = \frac{(1434/20) \times 100}{80} \\ & = 89.63 \% \end{aligned}$$

## กลุ่มที่ 2 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ได้นำโปรแกรมพร้อมด้วยคู่มือการใช้งานไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ทดลองใช้และตอบแบบสอบถามกลับมาเพื่อจะเป็นข้อมูลหนึ่งที่น่าไปใช้ในการวัดผลความสำเร็จของระบบโดยแบบประเมินผลชุดนี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำขึ้นก็เพื่อจะได้รับทราบความคิดเห็น

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลของการวิจัยที่ได้ออกมาสามารถแบ่งกลุ่มการสรุปออกได้ เป็นสองส่วนได้ดังนี้

#### การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ฐานความรู้ของโปรแกรมฯ มีความถูกต้องค่อนข้างสูงและคำตอบที่ได้ซึ่งอยู่ในรูปแบบ Statement หรือรายการ จะให้ความถูกต้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนความรวดเร็วในการให้คำตอบที่ได้ จะรวดเร็วกว่าการคิดเอง โดยเฉพาะถ้าผู้ใช้โปรแกรมมีทักษะในการคำนวณน้อย โปรแกรมฯ จะให้คำตอบได้รวดเร็ว สำหรับความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมฯ ไปใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า มีความเป็นไปได้มากกับงานตัดสินใจที่มีลักษณะไม่ซับซ้อนมากนัก และมีเงื่อนไขของปัจจัยที่ยืดหยุ่นได้บ้างไม่นอกเหนือจากเงื่อนไขของโปรแกรมฯ ที่ทำได้ เมื่อต้องการนำโปรแกรมฯ ไปใช้ฝึกทักษะในระบบการเรียนการสอน จะเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ฝึกทักษะเสริมให้กับนักศึกษาหลังจากได้เรียนรู้เบื้องต้นมาแล้วและเหมาะสมกับ การใช้เป็นตัวตั้งโจทย์แบบฝึกหัดให้นักศึกษาทำ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

### สรุปผลการวิจัย

ประสิทธิภาพจากการทดสอบโดยไม่ใช้โปรแกรมฯ (กลุ่ม 1) E1 = 80.63 %

ประสิทธิภาพจากการทดสอบ โดยใช้โปรแกรมฯ (กลุ่ม 2) E2 = 89.63 %

ประสิทธิผล E1 / E2 = 80.63 / 89.63 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ถึงผลสัมฤทธิ์ของโปรแกรมฯ ที่สร้างขึ้นนี้ โดยเป็นไปตามกำหนดคือต้องสูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ 80/80

### ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้วย Excel จาก ให้ข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนติดต่อผู้ใช้ ควรให้ผู้ใช้โปรแกรมฯ ได้มีทางเลือกในการให้ข้อมูลหลายแบบ นอกเหนือจากที่มีอยู่ ส่วนการแสดงผล ควรจะแสดงเป็นกราฟประกอบ เพื่อลดขั้นตอนการเขียนคำสั่งที่ค่อนข้างยุ่งยากลง สำหรับในเรื่องของปัจจัยที่กำหนดตัวเลือก ควรจะหลากหลายมากกว่านี้ ระบบการเตือน ควรจะมี เพื่อเป็นระบบตรวจสอบในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบโดยมีการแจ้งให้ผู้ใช้ได้รับทราบ และ ภาษาที่ใช้ติดต่อผู้ใช้ สมควรจะเป็นภาษาไทยเป็นหลักและต้องใช้ได้มากกว่า 1 ภาษาขึ้นไป เช่นภาษาไทย,ภาษาอังกฤษ,และภาษาอื่นๆอีก2-3ภาษาเป็นต้น

ตัวประกอบกำลัง	ร้อยละกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเทียบกับกรณี ตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1	ร้อยละของพลังงานสูญเสียที่ เพิ่มขึ้นเทียบกับกรณีตัว ประกอบกำลังเท่ากับ 1
1.00	0	0
0.90	11	23
0.80	25	56
0.70	43	104
0.60	67	179
0.50	100	300
0.40	150	525

รูปที่ 5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า กับร้อยละกระแสที่เพิ่มขึ้น และร้อยละของ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียเพิ่มขึ้น  
([www.em-group.co.th/Technology\\_Power\\_Factor.html](http://www.em-group.co.th/Technology_Power_Factor.html)) [ 4

#### ผู้เชี่ยวชาญ

1. ข้าราชการบำนาญ และเป็นอาจารย์พิเศษภาควิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยธนบุรี มีความเชี่ยวชาญ ระบบไฟฟ้ากำลังและการควบคุมงานทางอุตสาหกรรม มากกว่า 30 ปี
2. อาจารย์ประจำแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม สอน มากกว่า 20 ปี
3. อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าธนบุรี มีความรู้และเชี่ยวชาญระบบไฟฟ้ากำลังและบอัตโนมัติ
4. อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่ปฏิบัติงานการควบคุมระบบอัตโนมัติและไฟฟ้ากำลังในโรงงานอุตสาหกรรม มากกว่า 10ปี
5. ผู้จัดการ บริษัท SPK Engineering GROUP จำกัด มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการควบคุมอัตโนมัติ และไฟฟ้ากำลัง ในโรงงานอุตสาหกรรม

**บรรณานุกรม**

- [1] ถาวร อมตภิต.(2545 ). **คู่มือระบบไฟฟ้าและการประหยัดพลังงานสำหรับประชาชน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอ็มแอนด์ อี จำกัด.
- [2]ถาวร อมตภิต.(2545 ). **การส่งกำลังและประหยัดพลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ เอ็มแอนด์อี จำกัด.
- [3]ธนศ ธนิตย์ธีรพันธ์.(2550).**ชุดทดลองการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าต่ำ กระแสฮาร์มอนิกสูง**. รายงานการวิจัย.กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [4]มาตรการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า.(2554).สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 ธันวาคม 2554.  
[www.em-group.co.th/Technology\\_Power\\_Factor.html](http://www.em-group.co.th/Technology_Power_Factor.html)
- [5]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
<http://www.ee.eng.cmu.ac.th/~kasin/Courses/252282/TouTod.pdf>
- [6 ]. **สมัย โสพันธ์** “ การสร้างและหาประสิทธิภาพ คู่มือการทดลองโปรแกรม เมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า นครเหนือ ,2540
- [7 ]. **A BONNET J-P HATON,J-M TRUONG-NGC**. Expert System Principles and Practice Hall : New York, London, 2010

## การทำทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กลางการกระจายสินค้าโดยใช้ทฤษฎี จุดศูนย์กลางวง กรณีศึกษาบริษัทรับขนส่งแผ่นกระเบื้อง

Locating sites suitable of distribution centers use by  
center of gravity theory: A case study of the tile transport company

ดุษดี มุกดา<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะบริหารธุรกิจ/การจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, dumook@rpu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการทำทำเลที่ตั้งศูนย์กลางการกระจายสินค้าประเภท ธุรกิจบริษัทรับขนส่งแผ่นกระเบื้อง โดยใช้ เทคนิค Center of Gravity Method และ Factor Rating Method ผลการวิจัยพบว่าให้ผลการคำนวณที่สอดคล้องกัน โดยจังหวัดที่เหมาะสม คือกรุงเทพมหานคร มีความเหมาะสมสูงสุดในการเช่าคลังสินค้า โดยใช้เทคนิค Center of Gravity Method ได้พิกัดที่เหมาะสม คือ แขวงดอนเมือง (พิกัด 13.90, 100.61 ) และโดยใช้เทคนิค Factor Rating Method คือจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีค่าน้ำหนักคะแนน 83.8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการค้นหาคลังสินค้าตาม Location พบคุณสมบัติที่เหมาะสม ทั้งหมด 3 แห่ง เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบด้านต้นทุนพบว่าคลังสินค้าให้เช่า พิกัด 13.878864,100.585026 จะมีต้นทุนของการขนส่ง โดยประมาณการน้อยที่สุดที่ โดยเฉลี่ยคือ 415,408.32 บาท ทั้งนี้ในการเลือกทำเลที่ตั้งควรวิเคราะห์ถึงต้นทุนทั้งระบบโดยรวมเพื่อให้ทั้งระบบมีต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดรวมถึงปัจจัยในหลายๆด้าน ก่อนจะพิจารณาดำเนินการตัดสินใจ

**คำสำคัญ :** วิธีประเมินปัจจัย วิธีการหาจุดศูนย์กลาง ทำเลที่ตั้ง

### Abstract

This research was presented in a location of central to the distribution sector. The tile transport company using technical Center of Gravity Method and Factor Rating Method. The study found that the calculation results are consistent. As followed by the province in Bangkok Are appropriate in the rent warehouse as using technical Factor Rating Method is 83.8% the weight and as using technical Center of Gravity Method as is coordinates 13.878864,100.585026 is Don Mueang area in Bangkok Province. The researcher searched the rent warehouse selected location so had three company found the right features .When compared to the cost of that. the rent Warehouse of coordinates 13.714,100.568. There will can have the best low cost of transport used to carry cargo the average is 415,408.32 baht. So the choosing the location should analyze the costs of the overall system

**Keywords:** Factor Rating Method, Center of Gravity, Location

### 1. บทนำ

ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าส่งผลกระทบต่อต้นทุนการกระจายสินค้าในระยะยาวและความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าขององค์กร การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ทำให้มีต้นทุนโลจิสติกส์โดยรวมต่ำที่สุดอาจส่งผลกระทบต่อปัจจัยอื่น เช่น ทำเลพื้นที่ที่ถูกละเลยอาจมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ หรืออยู่ห่างจากรูปแบบการขนส่งรูปแบบอื่นที่อาจส่งผลต่อการปรับแผนกลยุทธ์การกระจายสินค้าหรือความยืดหยุ่นในการขนส่งสินค้าในอนาคต ในทางกลับกัน การเลือกทำเลพื้นที่บนพื้นฐานของปัจจัยเชิงคุณภาพอาจส่งผลให้มีต้นทุนในการ

กระจายสินค้าสูงในระยะยาว (ปรากฏประเสริฐ, 2560) บทบาทหนึ่งที่สำคัญของการจัดการโลจิสติกส์สำหรับ ธุรกิจใดๆ คือการเพิ่มขอบเขตในการพัฒนาขีดความสามารถทางการแข่งขันของธุรกิจดังกล่าว เนตรปรียา ชุมไชโย (2558) ได้กล่าวถึงเรื่องของ “โลจิสติกส์การค้ากับการพัฒนาขีดความสามารถทางการแข่งขัน” โดยสรุปว่าโลจิสติกส์การค้าควรมีการพิจารณาถึงการอำนวยความสะดวกทางการค้า การพัฒนาผู้ให้บริการโลจิสติกส์เครือข่ายการค้าการใช้ประโยชน์โครงสร้างพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพเครื่องมือลดความเสี่ยงทางการค้าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และระบบกระจายสินค้า ด้วยวัตถุประสงค์ในการประหยัดต้นทุน การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และการสร้างความน่าเชื่อถือในการส่งมอบสินค้า ทั้งนี้บริษัทกรณีศึกษาที่เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่อยู่ในธุรกิจการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ที่ให้บริการแบบครบวงจร ครอบคลุมทุกงานด้านโลจิสติกส์ อย่างเช่น การทำพิธีการศุลกากร การขนส่งบรรทุกสินค้าไปทั่วประเทศ รวมถึงงานคลังสินค้าด้วย เนื่องจากยอดขายที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ทางบริษัทฯ ประสบปัญหาในเรื่องพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าเพื่อใช้สำหรับการกระจายสินค้าในปัจจุบัน โดยคลังสินค้าที่ใช้สำหรับการกระจายสินค้าที่มีอยู่นั้น มีความสามารถไม่เพียงพอในการจัดเก็บสินค้า และกระจายสินค้าที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ ดำเนินการทำการสร้างแบบจำลองตัวแปรขึ้นมาเพื่อหาวิธีจัดการที่ดีที่สุดในการลดต้นทุน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จุดศูนย์กลาง (Center Of Gravity Method) เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ประเมินปัจจัย (Factor Rating Method) เพื่อหาทำเลที่ตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ ที่มีความเหมาะสมกับธุรกิจและสามารถตอบสนอง

### 1.1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้ง ศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยการ สร้างแบบจำลองตัวแปรขึ้นมาเพื่อหาวิธีจัดการที่ดีที่สุดในการลดต้นทุน
2. เพื่อศึกษาหาตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่เพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาและตัดสินใจในการเลือกทำเล

### 1.2. ขอบเขตของการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ธุรกิจขนส่งกระเบื้อง โดยสถานที่กรณีศึกษาคือ พิกัด 13.710,100.633 ทำหน้าที่ เป็นศูนย์กลางการกระจายสินค้าและจัดเก็บสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังลูกค้าของทางบริษัทกรณีศึกษา เท่านั้น ทั้งนี้ ความต้องการของลูกค้าและสร้างความน่าเชื่อถือในการส่งมอบสินค้าในอนาคต

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ศิวาลัย (2557) ได้กล่าวว่า

### 2.1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้ง

ทำเลที่ตั้งในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า หมายถึง สถานที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ โดยมีความสัมพันธ์กับทุกส่วนในโซ่อุปทาน ไม่ว่าจะเป็น การผลิต การจัดเก็บ การขนส่ง การจัดสรรแรงงาน ลูกค้ำ สภาพแวดล้อม โดยการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและผลกำไรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ภายใต้ความคุ้มค่าที่สุด

### 2.2. ขั้นตอนในการเลือกทำเลที่ตั้ง

1. การศึกษาเบื้องต้น เป็นการศึกษาถึงเรื่องทั่วไปของทำเลที่ตั้ง ซึ่งมีให้เลือกได้แต่ละแห่ง เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของทำเลที่ตั้งนั้นๆ
2. การศึกษารายละเอียด เพื่อการตัดสินใจ
3. การตกลงใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

### 2.3. ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการเลือกทำเลที่ตั้ง

ในการพิจารณาปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้ง ได้แก่ ใกล้กับลูกค้าและตลาด ใกล้แหล่งวัตถุดิบและแหล่งสินค้า กฎหมายเส้นทางการคมนาคมและการขนส่งสะดวก แหล่งแรงงาน สาธารณูปโภค บริการสาธารณะ สิ่งแวดล้อม ที่ดิน ทัศนคติของชุมชน สังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น

## 2.4 กลยุทธ์การเลือกทำเลที่ตั้ง

1. วิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Analysis Method)
2. วิธีการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method)
3. วิธีสร้างแบบจำลองการขนส่ง (transportation model)
4. วิธีประเมินปัจจัย (Factor Rating Method)

## 2.5 ปัจจัยกำหนดโครงสร้างต้นทุนการขนส่งสินค้า

ทิพวัลย์ (2556) กล่าวว่า จากผลการสำรวจภาคสนามของสถาบันทรัพย์สินแห่งปัญญาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนที่แท้จริงนั้นมีหลายประการทั้งในส่วนที่ขึ้นอยู่กับสินค้า ผู้ประกอบการ สภาพตลาดและสภาพเชิงกายภาพ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนเฉลี่ยของการขนส่งของสินค้าทุกประเภทที่ศึกษากับระยะการขนส่งของสินค้าตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนเฉลี่ยของการขนส่งของสินค้าทุกประเภทที่ศึกษากับระยะการขนส่งของสินค้า

ประเภทระยะทางที่ขนส่ง	รอบรถทุก 4 ล้อ	รอบรถทุก 6 ล้อ	รอบรถทุก 10 ล้อ	รถพ่วงล่อ
ระยะใกล้	6.66	5.04	3.04	1.93
ระยะกลาง	3.04	3.05	1.18	1.22
ระยะไกล	-	2.12	1.15	0.93

หน่วย: บาทต่อตัน-กิโลเมตร

ระยะใกล้ หมายถึงระยะทาง 1 - 100 กิโลเมตร

ระยะกลาง หมายถึง ระยะทาง 101 - 500 กิโลเมตร

ระยะไกล หมายถึง ระยะทางมากกว่า 500 กิโลเมตร

ที่มา: สถาบันทรัพย์สินแห่งปัญญาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

จากตารางที่ 1 สามารถอธิบายต้นทุนขนส่งนั้นขึ้นอยู่กับระยะทางและประเภทของรถ หรือ น้ำหนักบรรทุกทุกจึงพบว่า รถบรรทุกเล็กประเภท 4 ล้อมีต้นทุนการขนส่งในระยะสั้นเท่ากับ 6.66 บาทต่อตัน-กิโลเมตรสูงกว่าการขนส่งระยะกลางในประเภทรถเดียวกันถึง 2 เท่า ในขณะที่รถ 6 ล้อมีต้นทุนเฉลี่ยของการขนส่งในระยะสั้นเท่ากับ 5.04 บาทต่อตัน-กิโลเมตร ซึ่งสูงกว่าการขนส่งใน ระยะกลางและระยะสั้นซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเฉลี่ย 3.05 และ 2.12 บาทต่อตัน-กิโลเมตร

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

**ข้อมูลทางทฤษฎี** ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากหนังสือ วารสาร เอกสาร วิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย บทความ เว็บไซต์ของหน่วยงานราชการ สถาบันอุดมศึกษา และหน่วยงานเอกชนที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมไว้

**ข้อมูลปฐมภูมิ** ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ตามวิธี Factor Rating Method เป็นการนำปัจจัยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้ามาให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละพื้นที่เป้าหมาย โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ที่จะเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าโดย หัวข้อในการประเมินและเกณฑ์น้ำหนักจะถูกกำหนดโดย ผู้จัดการคลังสินค้า ซึ่งผลที่ได้จากการใช้วิธี Factor Rating Method ทำให้ทราบว่าปัจจัยแต่ละปัจจัยมีความ สำคัญมากน้อยเพียงใด และจากการให้น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มประชากรจะทำให้ได้น้ำหนักคะแนนของแต่ละพื้นที่ จนสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ใดมีค่าน้ำหนักคะแนนมากที่สุด เพื่อเลือกเป็นทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมต่อไป

**3.2 เทคนิคศูนย์กลางถ่วงน้ำหนัก (Center of gravity)** เทคนิคนี้เป็นวิธีทางคณิตศาสตร์โดยใช้กำหนดตำแหน่งของศูนย์บริการแห่งใหม่เพื่อให้สัมพันธ์กับทำเลที่เหมาะสมแล้วหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ขั้นตอนแรกวิธีนี้คือการวางตำแหน่งพิกัด จุดเริ่มต้นและสเกลที่ใช้กำหนดอย่างอิสระและระยะทางต้องมีความสัมพันธ์ที่แน่นอน เหมาะสมแล้วหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ขั้นตอนแรกวิธีนี้คือการวางตำแหน่งพิกัด

กำหนดได้จากสมการ

$$C_x = \frac{\sum d_x w_i}{\sum w_i} \quad [1]$$

$$C_y = \frac{\sum d_y w_i}{\sum w_i} \quad [2]$$

โดยที่  $C_x$  คือ พิกัดบนแกน x $C_y$  คือ พิกัดบนแกน y $d_x$  คือ พิกัดบนแกน x ของสถานที่ตั้ง i $d_y$  คือ พิกัดบนแกน y ของสถานที่ตั้ง i $W_i$  สิ้นค้ารวมต่อปีที่จะขนไปแหล่งลูกค้า

หรือแหล่งส่งอำนาจความสะดวก i

ดา  $\sum w_i$  มาณการสั่งสินค้า ต่อปี ที่จัดส่ง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อ้างอิงข้อมูลบริษัท กรณีสึกษา

ลูกค้า	ปริมาณการสั่งสินค้า (กล่อง)/ปี	สถานที่ลูกค้า ละติจูดและลองจิจูด	จังหวัด /เขต
1	103,420	13.8118033,100.7135895	กทมฯ/ รามอินทรา
2	96,920	13.7504461,100.3539158	นครปฐม/พุทธมณฑล
3	79,640	13.8069146,100.3083123	นครปฐม/พุทธมณฑล
4	89,012	13.658407,100.4023599	กทม/บางบอน
5	98,762	13.8124285,100.714681	กทม/มีนบุรี
6	100,012	13.663396,100.6469413	กทม/บางนา
7	92,890	14.4073614,100.9045473	สระบุรี/หนองแค
8	123,023	14.404125,100.8937083	สระบุรี/หนองแค
10	99,360	13.7664076,100.4843311	กทมฯ/บางกอกน้อย
9	56,090	13.7263021,100.5494064	กทม ฯ/พระโขนง

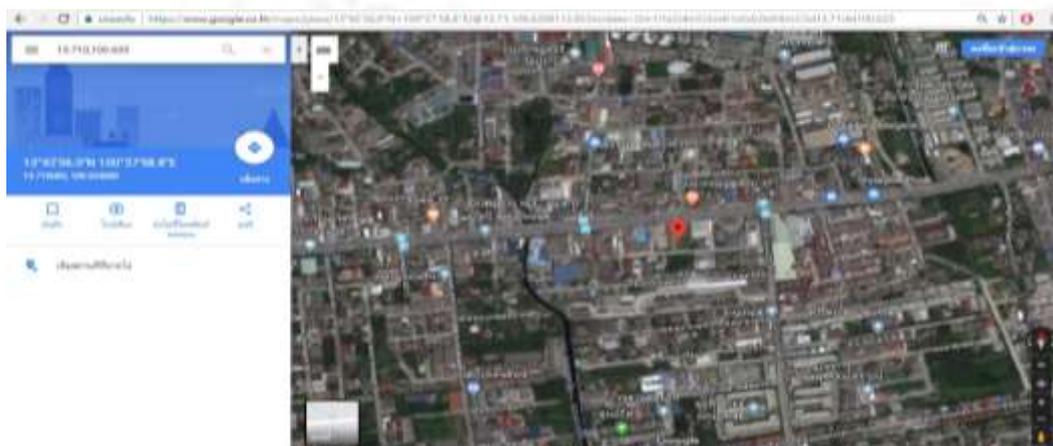
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณน้ำหนักรับส่งสินค้า ต่อปี ที่จัดส่ง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อ้างอิงข้อมูลบริษัท กรณีสึกษา โดยแบ่งตามจังหวัด

ลูกค้า	ปริมาณการสั่งสินค้า (กล่อง)/ปี	สถานที่ลูกค้า ละติจูดและลองจิจูด	Product all year/Box (1 กล่อง : 19 กิโลกรัม )
1	103,420	13.8118033,100.7135895	1,964,980
2	96,920	13.7504461,100.3539158	1,841,480
3	79,640	13.8069146,100.3083123	1,513,160
4	89,012	13.658407,100.4023599	1,691,228
5	98,762	13.8124285,100.714681	1,876,478
6	100,012	13.663396,100.6469413	1,900,228
7	92,890	14.4073614,100.9045473	1,764,910
8	123,023	14.404125,100.8937083	2,337,437
9	56,090	13.7263021,100.5494064	1,065,710

10	99,360	13.7664076,100.4843311	1,887,840
<b>รวม</b>	<b>939,129</b>		<b>17,843,451</b>

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 สามารถอธิบายปริมาณการส่งสินค้า ต่อปี ที่จัดส่ง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อ้างอิงข้อมูลบริษัท กรณีศึกษา ที่ส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใหญ่ประเภทกระเบื้อง มีจำนวนทั้งสิ้น 10 บริษัท และมีสถานที่ตั้งในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ทั้งนี้พบว่า สถานที่ของลูกค้า ละติจูดและลองจิจูด 13.8118033,100.7135895 มีปริมาณการส่งสินค้า (กล่อง) ต่อปี มากที่สุดคือ 103,420 กล่องต่อปี มีน้ำหนักคิดเป็น 1,964,980 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้โดยภาพรวมของการขนส่ง มีปริมาณการส่งสินค้าโดยภาพรวมทั้งสิ้นคือ 939,129 กล่อง / ปี มีน้ำหนักคิดเป็น 17,843,451 กิโลกรัมต่อปี

รูปภาพที่ 1 แสดงจุดพิกัดพิกัด อ้างอิงข้อมูลบริษัท กรณีศึกษา



จากรูปที่ 1 แสดง พิกัดบนแกน x ของสถานที่ตั้งบริษัท กรณีศึกษา = 13.710 พิกัดบนแกน y ของสถานที่ตั้งบริษัท กรณีศึกษา = 100.633

#### 4. ผลการวิจัย

4.1 หาดำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ โดยใช้ ด้วยเทคนิคศูนย์กลางถ่วงน้ำหนัก

จากการวิเคราะห์ เมื่อแทนค่าปริมาณการขนส่งและพิกัดจากสมการจะได้ดังนี้

ตารางที่ 4 จำนวนสินค้าที่ขายได้ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

Location	Product all year/Box	Coordinate		Weighted Coordinates	
		$X_i$	$Y_i$	x axis	y axis
กทมฯ/ รามอินทรา	1,964,980	13.81	100.71	27,139,917	197,900,189
นครปฐม/พุทธมณฑล	1,841,480	13.75	100.35	25,321,171	184,799,729
นครปฐม/พุทธมณฑล	1,513,160	13.81	100.31	20,892,071	151,782,526
กทม/บางบอน	1,691,228	13.66	100.40	23,099,480	169,803,282
กทม/มีนบุรี	1,876,478	13.81	100.71	25,918,718	188,988,883
กทม/บางนา	1,900,228	13.66	100.65	25,963,568	191,252,136
สระบุรี/หนองแค	1,764,910	14.41	100.90	25,427,696	178,087,445

สระบุรี/หนองแค	2,337,437	14.40	100.89	33,668,735	235,832,687
กทม ฯ/พระโขนง	1,065,710	13.73	100.55	14,628,257	107,156,508
กทม ฯ/บางกอกน้อย	1,887,840	13.77	100.48	25,988,775	
<b>รวมทั้งสิ้น</b>	<b>17,843,451</b>			<b>248,048,389</b>	<b>1,795,301,724</b>

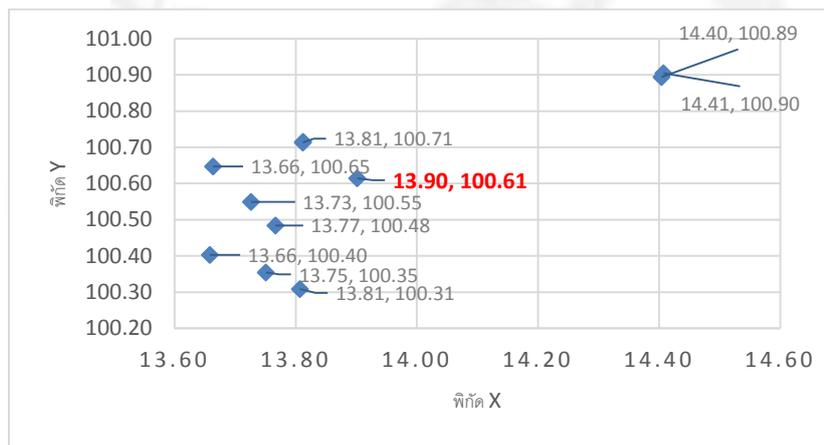
จากตารางที่ 4 จะพบว่า น้ำหนักรวมสินค้าต่อปีที่ต้องส่งให้ คลังสินค้าในครีโอมีน้ำหนักรวมทั้งสิ้น 17,843,451.00 กิโลกรัม โดยเมื่อนำมาคำนวณหาค่าพิกัดบนแกน X (X axis) ของสถานที่ตั้ง โดยรวมคือ 248,048,389 และ ค่าพิกัดบนแกน Y (Y axis) ของสถานที่ตั้ง โดยรวมคือ 1,795,301,724 โดยเมื่อแทนค่าจากสูตร **Center of gravity** จะได้

$$CX = 248,048,389 / 17,843,451.00 = 13.70 \text{ (X coordinate for new warehouse)}$$

$$Cy = 1,795,301,724 / 17,843,451.00 = 100.61 \text{ (Y coordinate for new warehouse)}$$

$$\text{ค่าพิกัดบนแกน X} = 13.90 \quad \text{ค่าพิกัดบนแกน Y} = 100.61$$

ดังนั้น ค่าพิกัดตำแหน่งใหม่ (13.90, 100.61) จะซึ่งเป็นตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ แสดงตามรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งตามพิกัดคลังสินค้าแห่งใหม่

จากรูปภาพที่ 2 สามารถอธิบายผลการวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Center of Gravity พบว่าจุดพิกัดที่เหมาะสมที่สุดคือ (13.90, 100.61) ซึ่งเมื่อทำการค้นหาโดยใช้ [www.google map.com](http://www.google.com/maps) พบว่าพิกัดดังกล่าวจะตรงกับพื้นที่ของ แขวงดอนเมือง เขตดอนเมือง กทม. ซึ่งใกล้กับบริเวณ ถนนพหลโยธิน สามารถเดินทางได้หลายเส้นทาง การขนส่งสามารถส่งต่อเนื่องจากจาก เขตดอนเมือง และสถานที่ตั้ง ตั้งอยู่บริเวณ ถนนสายหลักสายหนึ่งของ กรุงเทพฯ ดังรูปภาพที่ 3



รูปภาพที่ 3 แสดงจุดพิกัดตำแหน่งที่ตั้งใหม่ที่ได้จากการคำนวณ

**จากรูปภาพที่ 3** สามารถอธิบายได้ว่า แขวงดอนเมือง: ด้านภูมิศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของจังหวัด กรุงเทพมหานครล้อมรอบทางด้านภูมิศาสตร์ของถนนพหลโยธิน ( จะพบว่า ระยะทางส่วนใหญ่เป็น ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 สายกรุงเทพมหานคร-แม่สาย (เขตแดน) เป็นถนนสายหลักในกรุงเทพมหานคร และเป็นหนึ่งในทางหลวงสายประธานทั้งสิ้นของประเทศไทย (ประกอบด้วยถนนพหลโยธิน ถนนมิตรภาพ ถนนสุขุมวิท และถนนเพชรเกษม) ซึ่งสามารถกระจายสินค้าไปได้ให้กับลูกค้าในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ให้กับบริษัทฯ กรณีศึกษา ได้

#### 4.2 มาตรฐานของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ โดยใช้ ทัศนวิสัยการตัดสินใจเลือกที่ตั้ง เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (Factor Rating)

โดยได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการคัดเลือก ได้แก่ คลังสินค้าคลังสินค้า ภายในเครือของบริษัท กรณีศึกษา และผู้วิจัย จะทำการเลือก Location จากทำเลที่ตั้ง ของจังหวัด กรุงเทพ และ ปริมณฑล การประเมินและให้คะแนนในด้านต่าง ๆ ดังนี้ หัวข้อในการประเมินและเกณฑ์น้ำหนักจะถูกกำหนดโดย ผู้จัดการคลังสินค้า ว่าจะคำนึงถึงปัจจัยใดเป็นอย่างแรก โดยเกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 – 100 บุคคลที่เป็นผู้ทำการให้คะแนนจะต้องอยู่ในระดับหัวหน้างานและหัวหน้าแผนกมีจะอยู่ 2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ คลังสินค้า และ ฝ่ายบริหาร จากการประชุมระดมสมอง สามารถสรุปการให้คะแนนคะแนนของแต่ละจังหวัด แสดงผลดังตารางที่ 5

#### ตารางที่ 5 ตารางแสดงการการประเมินและเกณฑ์น้ำหนักเชิงคุณภาพ (Factor Rating)

หัวข้อในการประเมิน	ค่าน้ำหนัก	กทมา	รวมคะแนน	สมุทรปราการ	รวมคะแนน	สมุทรสาคร	รวมคะแนน
การคมนาคม	0.3	80	24	90	27	92	27.6
การขนส่ง	0.2	80	16	75	15	83	16.6
สิ่งอำนวยความสะดวก	0.3	96	28.8	80	21	50	15
สิ่งแวดล้อม	0.2	78	15.6	96	19.2	55	11
ผลรวมคะแนน x ค่าน้ำหนัก			83.8		82.2		70.2

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการทำ Factor Rating จะเห็นได้ว่า จังหวัด กทมา มีความเหมาะสมสูงสุดในการเช่าคลังสินค้า โดยได้น้ำหนักคะแนน 83.8 เปรียบเทียบกับจังหวัด สมุทรปราการ , สมุทรสาคร ซึ่งให้ผลการคำนวณ ตรงกับ Location ที่ได้จากการคำนวณ ด้วยเทคนิค Center of Gravity คือ พื้นที่จังหวัด กทมา เป็นพื้นที่ ที่เหมาะสมที่สุด

#### 4.3 ค้นหาคลังสินค้าตามจังหวัดที่ได้ทำการคัดเลือกมาและเพื่อมาทำการวิเคราะห์

หลังจากทำการวิเคราะห์จนทราบพิกัดของจังหวัด ที่ต้องการของพื้นที่จังหวัด กทมา โดยพื้นที่พิกัดที่เหมาะสมคือ เขตดอนเมือง ถนนพหลโยธิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจพื้นที่ บริเวณพื้นที่จุดพิกัด เพื่อหาสถานที่คลังสินค้าสำหรับเช่า และตรงกับขนาดความต้องการในการตั้งคลังสินค้าใหม่ โดยผู้วิจัยได้เลือกคลังสินค้าที่มีขนาดตรงความต้องการ โดยอ้างอิงข้อมูลขนาดพื้นที่คลังสินค้าศูนย์กระจายสินค้าเดิมที่ ตั้งที่เขตสวนหลวง พิกัด 13.710,100.633 กำหนดให้เป็นขนาดพื้นที่คลังสินค้าที่ต้องการเช่าแห่งใหม่ โดยขนาดที่บริษัท ๆ ต้องการคือ 1,200 ตารางเมตร (+/-ไม่เกิน 30%) ซึ่งสามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 ตารางแสดงสถานที่คลังสินค้าให้เช่าที่มี ขนาด 1,200 ตารางเมตร (+/-ไม่เกิน 30%)

ลำดับ	สถานที่	ขนาด /ตร.ม.	พิกัด
1	คลังสินค้าให้เช่าของบริษัท ซีปียาร์อี (ประเทศไทย) จำกัด	1,500	13.878864,100.585026
2	คลังสินค้าให้เช่าของบริษัท MMC factory จำกัด	1,000	14.096873,100.6180277
3	คลังสินค้าให้เช่าของบริษัท ไทยโฮมทาวน์ จำกัด	1000	13.9625496,100.620483

จากตารางที่ 6 สามารถอธิบายได้ว่า พิกัด 13.878864,100.585026 มีขนาดพื้นที่ มากสุดแต่ไม่เกิดที่กำหนดไว้ คือ 1,500 ตร.ม.ซึ่งเป็นคลังสินค้าให้เช่าของบริษัท ซีปียาร์อี (ประเทศไทย) จำกัด

4.3.1 วิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง โดยคำนวณจากระยะทางและปริมาณการขนส่งต่อเดือนสามารถสรุปได้ดัง

ตารางที่ 6 (โดยสินค้า 1 กล้องมีค่าน้ำหนักโดยประมาณที่ 19 kg +/- ไม่เกิน 5%)

ผู้วิจัยได้เลือกคลังสินค้าที่มีขนาดตรงความต้องการเสร็จสิ้นแล้วทำการดำเนินการคำนวณวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง โดยคำนวณจากระยะทางและปริมาณการขนส่งต่อเดือนซึ่งสามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง

ระยะทาง/ กม.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(4) รวม ระยะทาง ทั้งหมด (1) ถึง (10)	(5) ปริมาณ ความ ต้องการ รวม/ปี (ตัน)	(6) ขนส่งด้วยรถ เทรนเลอร์ บรรทุกได้ 23 ตัน / เที่ยว โดยประมาณ	(7) ต้นทุนต่อการ ขนส่ง 1.22 บาท x(4)x(6)
คลังสินค้า ให้เช่าของ บริษัท ซีปียาร์อี (ประเทศ ไทย) จำกัด	34. 4	40	44	47. 3	22 .2	39 .7	82 .1	82. 1	26. 8	20. 3	438.9	7,843.45	775.80	415,408.32
คลังสินค้า ให้เช่าของ บริษัท MMC factory จำกัด	63. 4	73. 6	78. 3	78. 3	61 .6	85 .2	53	52	57. 8	50. 7	653.9	17,843.4 1	775.80	618,900.6564
คลังสินค้า ให้เช่าของ บริษัท ไทย โฮมทาวน์ จำกัด	34. 4	48. 4	56. 2	56. 2	31 .3	48 .6	71 .3	70. 3	37. 4	29. 2	483.3	17,843.4 5	775.80	457,431.85

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ พบว่าถ้ามองในเรื่องระยะทางรวม คลังสินค้าเช่าของบริษัท ซีปียาร์อี (ประเทศไทย) จำกัด จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ต้นทุนขนส่งนั้นขึ้นอยู่กับระยะทางและประเภทของรถ หรือ น้ำหนัก

บรรทุก จากการรวมระยะทางทั้งหมด (กม.) พบว่าอยู่ใน ระยะกลาง ซึ่งจะมีค่ามีต้นทุนของการขนส่ง อยู่ที่ 1.22 บาทต่อตัน-กิโลเมตร (อ้างอิงข้อมูลที่มา: สถาบันทรัพย์สินแห่งปัญญาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544) ดังนั้นจะพบว่า คลังสินค้าให้เช่า บริษัท ซีบีอาร์อี (ประเทศไทย) จำกัด (จุดพิกัด 13.878864,100.585026 ) จะมีต้นทุนของการขนส่ง โดยประมาณการน้อยที่สุดที่ใช้ในการดำเนินการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าเช่า ไปยัง ลูกค้าแต่ละสถานที่ โดยเฉลี่ยคือ 415,408.32 บาท

## 5.สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ ข้อมูลพบว่า การทำเลที่ตั้งศูนย์กลางการกระจายสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษานั้น ใช้ เทคนิค Center of Gravity และ Factor Rating Method ให้ผลการคำนวณที่สอดคล้องกัน คือ จังหวัด กทมฯ มีความเหมาะสมสูงสุดในการเช่าคลังสินค้า โดยพิกัดที่เหมาะสม คือ เขตดอนเมือง โดยได้นำหนักคะแนน 83.8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการค้นหาคลังสินค้าตาม Location ที่ได้ทำการคัดเลือกมา พบคุณสมบัติที่เหมาะสม ทั้งหมด 3 แห่ง เมื่อนำมา ทำการเปรียบเทียบด้านต้นทุนของการขนส่ง พบว่า คลังสินค้าให้เช่าของบริษัท ซีบีอาร์อี (ประเทศไทย) จำกัด จะมีต้นทุนของการขนส่ง โดยประมาณการน้อยที่สุดที่ใช้ในการดำเนินการขนส่งสินค้า จากคลังสินค้าเช่า ไปยังลูกค้าแต่ละสถานที่โดยเฉลี่ยคือ 441,910.88 บาท

## 6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้า ครั้งต่อไป ควรศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในด้านอื่นและแนวคิดอื่น เช่น ใกล้เคียงแหล่งงาน ระบบการกำจัดของเสียขยะมูลฝอย และการคำนึงถึงต้นทุนในทุกๆ ด้าน และข้อบังคับหรือกฎหมายจากภาครัฐเช่นกรอบระยะเวลาด้านการวิ่งขนส่งสินค้า เป็นต้น ไม่ควรคำนึงถึงปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งเพียงด้านเดียว เนื่องจากการการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้า ต้องใช้พื้นที่มากเพียงพอต่อการอำนวยความสะดวกทุกด้าน รวมถึงปัจจัยด้านต่างๆ เช่นข้อสัญญาเช่า ด้านแรงงาน เป็นต้น ดังนั้นควรมีองค์ประกอบอื่นๆ เพิ่มเติมจากการศึกษาครั้งนี้ด้วย
2. การศึกษาครั้งต่อไปควรหาทำเลที่ตั้งโดยวิธีอื่นๆ เช่นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในด้านเศรษฐศาสตร์ วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) ร่วมกับการวิเคราะห์เงินลงทุนของโครงการทางเศรษฐศาสตร์และแบบจำลองปัญหาขนส่ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของวิธีต่างๆ
3. ผู้สนใจสามารถนำวิธีการทำเลที่ตั้งในการศึกษาครั้งนี้ ไปประยุกต์ใช้และเพิ่มเติมวิธีวิเคราะห์แบบอื่นๆ ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กลางการกระจายสินค้า ให้ครอบคลุมทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่นการหา TC Cost เป็นต้น
4. การคำนวณหาขนาดพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการคำนวณโดยประมาณให้ได้จำนวนขนาดของพื้นที่ในการจัดตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้า ในการคำนวณหาขนาดของพื้นที่เชิงละเอียดต้องอาศัยข้อมูลอีกหลากหลายส่วน เช่น ความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นอาคารมาประกอบการจัดตั้งทำเลที่ตั้งสินค้าประเภทนั้นๆ

## เอกสารอ้างอิง

ทิพวัล ต้นกลิจ (2556),*การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาทำเลที่ตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้าที่เหมาะสม กรณีศึกษาโรงงานจานดาวเทียม ,วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย*  
 ปรากฏประเสริฐ น้อยสังข์,ดร.ชุมพล มณฑาทิพย์กุล.(2560),*การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้าภูมิภาคในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ ปัจจัยเชิงปริมาณร่วมกับปัจจัยเชิงคุณภาพด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์. วิทยา*  
*ศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัย*



## การลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยใช้เทคนิค RULA

### สำหรับสตรีผู้สูงอายุในการผลิตผางประทีป

Reducing Posture Risk Factor by Using RULA technique

for Elderly Women in the Product of Lanna Style Candle

ศุภลักษณ์ สุวรรณ<sup>1</sup>, ชินวร ขวลิษฐ์<sup>2</sup>, ปฐมพงษ์ ฝั้นสีบ<sup>3</sup>, อรรฐพล เขียนทอง<sup>4</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, supaluck@northcm.ac.th

<sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, chinavon@northcm.ac.th

<sup>3</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, prathompong@northcm.ac.th

<sup>4</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, autthapon@northcm.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในขั้นตอนการผลิต ผางประทีปของกลุ่มสตรีผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นสตรีผู้สูงอายุจำนวน 8 คน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลแบบสอบถามปัญหาและความเจ็บปวดจากการทำงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าบริเวณหัวเข่า หลังส่วนล่าง และหัวไหล่ มีคะแนนความเจ็บปวดเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก จากนั้นนำมาวิเคราะห์ท่าทางด้วยเทคนิค RULA พบว่ามีคะแนนความเสี่ยงสูงสุดคือ 6 คะแนนใน ขั้นตอนการหยอดผางประทีป และขั้นตอนตกแต่งผางประทีป ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบงานและสถานีงานใหม่โดยการสร้างโต๊ะและอุปกรณ์เสริมเพื่อให้กลุ่มสตรีผู้สูงอายุทดลองใช้ จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงอีกครั้งพบว่า ความเสี่ยงของท่าทางโดยรวมสามารถลดได้เหลือ 3 คะแนนและส่วนของร่างกายมีคะแนนเฉลี่ยของความเจ็บปวดลดลงสูงสุดที่ตำแหน่งหลังส่วนล่าง ลดลง 1.37 คะแนน จาก 3.75 คะแนนเหลือ 2.38 คะแนน

**คำสำคัญ:** ความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน, เทคนิค RULA, สตรีผู้สูงอายุ

#### Abstract

The purposes of this research were to reduce risk from operation's postures for elderly woman in producing Lanna Style Candle by collecting the data from a group of 8 elderly women. Researchers collected and analyzed the data of the working problem, the pain of muscle and joint. From the data, researchers found out the 3 most painful parts were knees, lower back and shoulder. After that, researchers used RULA technique to analyze the posture. The result showed that the highest risk score was 6 points in filling the candle with wax process and decorating, so the researchers have designed and created new desks and extra tools for elderly women, it can reduce the score of risk posture to 3 points as expected and reduce the pain of lower back by 1.37 points from 3.75 to 2.38 points

**Keywords:** Posture Risk, RULA, Elderly Women

## บทนำ

ประเพณีลอยกระทงเป็นประเพณีหนึ่งที่มีความผูกพันกับคนไทยมาตั้งแต่สมัยสุโขทัยโดยเชื่อว่าเป็นการบูชาและขอขมาพระแม่คงคา เป็นการสะเดาะเคราะห์ เป็นการบูชาพระเจ้า ในศาสนาพราหมณ์หรือเป็นการบูชารอยพระพุทธบาท ในส่วนของชาวไทยล้านนาจะเรียกว่า ประเพณียี่เป็ง ชาวล้านนานิยมจุดผางประทีปเป็นพุทธบูชา สืบเนื่องมาจากตำนานพระพุทธเจ้าห้าพระองค์ ซึ่งผางประทีปเป็นเครื่องสักการบูชาในพระพุทธศาสนา คำว่า ผางคือภาชนะดินเผาคล้ายถ้วยเล็กๆ ใช้เป็นถ้วยสำหรับใส่ขี้ผึ้งหรือน้ำมันและไส้ของประทีปที่ทำมาจากเส้นฝ้าย ส่วนคำว่าประทีป แปลว่าแสงสว่าง ผางประทีปเป็นภาชนะดินเผาวงกลมเล็กๆ คล้ายอ่างรูปลักษณะแตกต่างกันตามฝีมือช่างแต่ละยุคสมัย ใช้สำหรับใส่ขี้ผึ้งหรือน้ำมัน มีไส้เทียนวางไว้ตรงกลางสามารถจุดไฟได้คล้ายตะเกียงเพื่อวางประดับตามวัดวาอารามหรือศาสนสถานในวันสำคัญทางพุทธศาสนาหรือในวันเทศกาลสำคัญ ของท้องถิ่น ทำให้มีการผลิตผางประทีปเป็นประจำทุกๆ ปี

เทศบาลตำบลท่าศาลา เป็นเทศบาลที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ได้มีการส่งเสริมการผลิตผางประทีปในกลุ่มผู้สูงอายุที่ว่างเว้นจากการทำงาน เพื่อเป็นการส่งเสริมอาชีพและสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มผู้สูงอายุอีกทั้งยังทำให้ผู้สูงอายุมีกิจกรรมทำร่วมกัน ซึ่งกระบวนการผลิตผางประทีปนั้นต้องใช้ความอดทน สมาธิและความเพียรพยายามซึ่งอาจทำให้ผู้สูงอายุนั้นเกิดความเมื่อยล้าหรืออุบัติเหตุจากการทำงานได้ ผู้วิจัยจึงสังเกตเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ศึกษาการลดความเสี่ยงและการบาดเจ็บของท่าทางการทำงานในขั้นตอนการผลิตผางประทีปโดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยง ด้วยเทคนิค RULA

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเสี่ยงของท่าทางการผลิตผางประทีปของสตรีผู้สูงอายุ
2. เพื่อลดความเสี่ยงของท่าทางการผลิตผางประทีปโดยเทคนิค RULA สำหรับสตรีผู้สูงอายุ

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เริ่มจากแบบสอบถามสภาวะการเจ็บปวดจากการทำงานสำรวจการทำงาน ด้านลักษณะการทำงานผลิตผางประทีปของกลุ่มสตรีผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลท่าศาลา อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ท่าทางการเคลื่อนไหวและระดับความเจ็บปวดของส่วนต่างๆ ของร่างกาย แสดงตัวอย่างได้ในรูปที่ 1

แบบประเมินระดับความเจ็บปวดแต่ละส่วนของร่างกาย						
0 คือ ไม่เจ็บปวดเลย	1 คือ ไม่ค่อยเจ็บปวด	2 คือ เจ็บปวดเล็กน้อย				
3 คือ เจ็บปวดปานกลาง	4 คือ เจ็บปวดค่อนข้างมาก	5 คือ เจ็บปวดมาก				
ส่วนของร่างกาย	0	1	2	3	4	5
คอ						
หัวไหล่						
หลังส่วนบน						
แขนส่วนบน						
หลังส่วนล่าง						
แขนส่วนล่าง						
ข้อมือ						
สะโพก						
ต้นขา						
หัวเข่า						
ขาส่วนล่าง						
เท้า						



รูปที่ 1 แบบประเมินระดับความเจ็บปวด

จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการทำงานการผลิตผางประทีปของสตรีผู้สูงอายุ โดยเทคนิค RULA (Rapid Upper Limb Assessment) โดยทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง สตรีผู้สูงอายุ จำนวน 8 คน ที่ผลิตผางประทีปในเขตเทศบาลตำบลท่าศาลา จังหวัดเชียงใหม่ซึ่งการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยเทคนิค RULA (Rapid Upper Limb Assessment) เป็นการประเมินร่างกาย 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขนและข้อมือ(ขั้นตอนที่ 1-8) และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินในส่วน คอ ลำตัว และขา เทคนิคนี้สามารถใช้ในการชี้บ่งระดับความเสี่ยงหรือระดับอันตรายของการทำงานของพนักงานได้เป็นอย่างดีขึ้นตอนการประเมินประกอบด้วย

- |  |   |
|--|---|
| 1 การประเมินแขนส่วนบน                      | 9 การประเมินส่วนคอ                          |
| 2 การประเมินแขนส่วนล่าง                    | 10 การประเมินส่วนลำตัว                      |
| 3 การประเมินข้อมือ                         | 11 การประเมินส่วนขา                         |
| 4 การประเมินการหมุนของข้อมือ               | 12 การประเมินคະแนนท่าทางกลุ่ม B             |
| 5 การประเมินคະแนนกลุ่ม A                   | 13 การประเมินกล้ามเนื้อขาหรือเท้าในการทำงาน |
| 6 การประเมินการใช้กล้ามเนื้อแขนหรือ        | 14 การประเมินแรง/ภาระงานในส่วนของขาหรือเท้า |
| 7 การประเมินแรงหรือภาระงานในส่วนแขนหรือมือ | 15 สรุปคະแนนรวมของส่วนขาและเท้า             |
| 8 การสรุปคະแนนรวมของส่วนแขนและข้อมือ       | 16 การสรุปผลคະแนนความเสี่ยงโดยรวม           |

ซึ่งคະแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยรวมสามารถแปลผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแปลผลคະแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน โดยวิธี RULA

คະแนน	การแปลผล
1-2	ยอมรับได้แต่อาจจะมีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่อง เป็นเวลานานกว่าเดิม
3-4	ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่องอาจจะจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบงานใหม่
5-6	งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และควรปรับปรุง
7	งานนั้นมีปัญหาทางกายศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที

จากนั้นทำการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายจำนวน 36 ตำแหน่ง เพื่อนำมาออกแบบงานและสถานีนงานตามหลักการยศาสตร์

### ผลการศึกษา

จากแบบประเมินความเจ็บปวดแต่ละส่วนของร่างกายพบว่าอันดับแรกมีการเจ็บปวดสูงสุดที่บริเวณหัวเข่ารองลงมาคือบริเวณหลังส่วนล่างและบริเวณหัวไหล่โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.88, 3.75 และ 3.13 คະแนนตามลำดับและผลการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA แยกเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเรียงแผงประทีปและการวางดินกา ผู้ปฏิบัติงานจะนำแผงเปล่ามาจัดเรียงไว้บนโต๊ะเหล็กซึ่งมีกระสอบปูรองไว้ก่อนแล้ว จากนั้นจะวางดินกาลงในแผงแต่ละอัน ในขั้นตอนนี้มีคะแนน RULA 6 คะแนนสาเหตุเกิดจากความสูงของโต๊ะเหล็กที่ไม่เหมาะสมกับสภาพการทำงานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการทำงานในขั้นตอนการจัดเรียงแผงประทีปและการวางดินกา

2. ขั้นตอนการหยอดผงประทีป ผู้ปฏิบัติงานจะยกกาที่บรรจุน้ำเทียนหยอดลงในแผงที่มีดินกาวางไว้แล้ว ในขั้นตอนนี้มีคะแนน RULA 6 คะแนนสาเหตุเกิดจากความสูงของโต๊ะเหล็กที่ไม่เหมาะสมกับการทำงาน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทำงานในขั้นตอนการหยอดผงประทีป

3. ขั้นตอนการขนย้ายแผงประทีป มีคะแนน RULA 6 คะแนนสาเหตุจากภาระงานที่หนักเกินไปดังรูปที่ 4



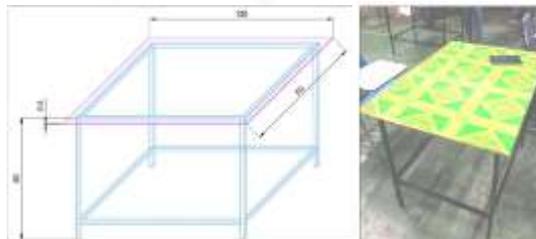
รูปที่ 4 การทำงานในขั้นตอนการขนย้ายแผงประทีป

4. ขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุ มีคะแนน RULA 6 คะแนนสาเหตุจากการก้มหลังที่มากเกินไปดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทำงานในขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุ

จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบโต๊ะที่ใช้ในการผลิตใหม่ (ใช้ในขั้นตอนที่ 1-3) ให้เหมาะสมกับสตรีผู้สูงอายุและใช้ถาดโลหะวางรองแทนกระสอบ ซึ่งกำหนดความสูงของโต๊ะโดยใช้ค่าเฉลี่ยของความสูงระดับศอกของสตรีผู้สูงอายุเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 คือที่ความสูง 80.50 เซนติเมตร ความกว้างและความยาวของโต๊ะคือ 80 เซนติเมตร และ 120 เซนติเมตร โดยใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ของระยะจากศอกถึงนิ้วมือ พิจารณาร่วมกับความกว้างของถาดโลหะ โดยให้โต๊ะ 1 ตัวจะสามารถวางถาดได้ 4 ถาดและการใช้ถาดโลหะรองวางประทีปตั้งแต่ขั้นตอนการวางวางประทีป เพื่อช่วยในการขนย้ายวางประทีปไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานรับภาระที่หนักเกินไป และยังส่งผลถึงขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุ กล่าวคือ สามารถลดขั้นตอนการตกแต่งลงได้เนื่องจากวางประทีปจะไม่เกิดความเสียหายจากการวางซ้อนกันในกระสอบ และสามารถลดขั้นตอนการนับเพื่อบรรจุถุง ขนาด 50 ขัน เนื่องจากการวางวางประทีปในถาด 1 ถาดนั้น ได้กำหนด ถ้าวละ 8 ขันจำนวน 5 ถ้าว ไว้ล่วงหน้าแล้วดังรูปที่ 6, 7, 8



รูปที่ 6 โต๊ะที่ออกแบบใหม่เพื่อใช้ในการผลิตวางประทีป (ขั้นตอนที่ 1-3)

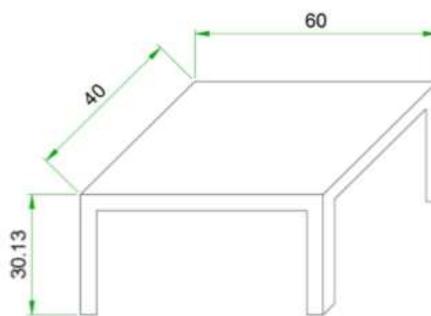


รูปที่ 7 การทำงานในขั้นตอนการจัดเรียงวางประทีปและวางตีนกา (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 8 การทำงานในขั้นตอนการหยอดผงประทิปและการขนย้าย (หลังปรับปรุง)

จากการทดลองใช้โต๊ะพร้อมถาดโลหะทำให้คะแนน RULA ลดลงเหลือ 3, 3, 3 ในขั้นตอน 1 - 3 ตามลำดับ ส่วนในขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุผู้วิจัยได้ออกแบบโต๊ะขนาดเล็กโดยมีขนาดกว้าง ยาว สูง เท่ากับ 40, 60, 30.13 เซนติเมตร ตามลำดับ (ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความสูงจากสะโพกถึงความสูงระดับศอก คือ 18.13 เซนติเมตร รวมกับความสูงของเก้าอี้ที่กลุ่มสตรีผู้สูงอายุมีอยู่ปัจจุบัน คือ 12 เซนติเมตร ขนาดของด้านกว้างและด้านยาว จะใช้ขนาดของถาดโลหะ 1 ถาดเป็นตัวกำหนด) ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10 แสดงท่าทางการทำงานในขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุผงประทิป ทำให้คะแนน RULA ลดลงเหลือ 4



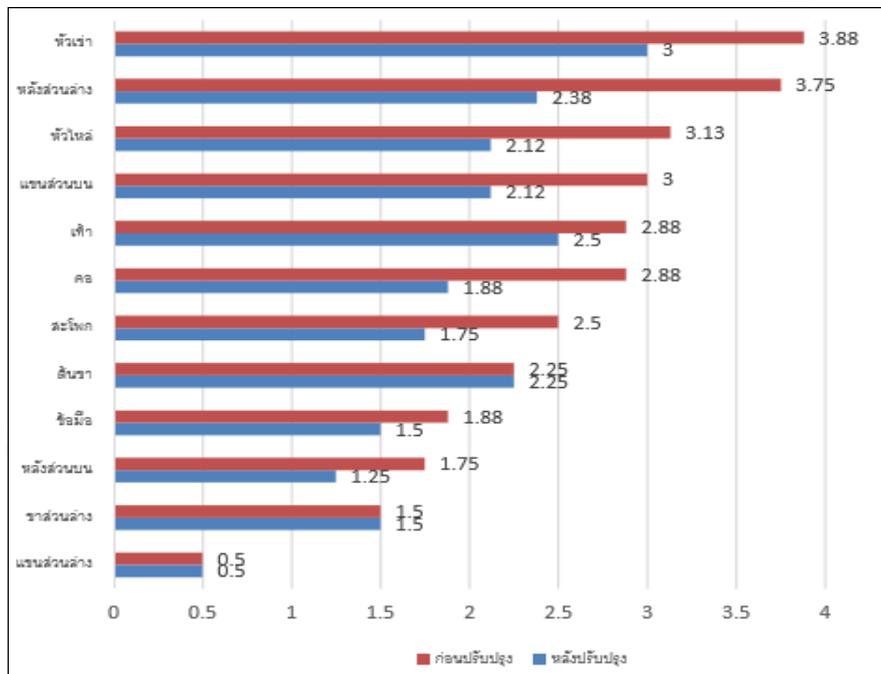
รูปที่ 9 โต๊ะขนาดเล็กที่ออกแบบใหม่เพื่อใช้ในขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุผงประทิป



รูปที่ 10 การทำงานในขั้นตอนการตกแต่งและบรรจุผงประทิป (หลังปรับปรุง)

หลังจากให้ผู้ปฏิบัติงานได้เปลี่ยนท่าทางการทำงานเป็นเวลา 1 เดือน แล้วใช้แบบประเมินความเจ็บปวดของร่างกายแต่ละส่วน ซ้ำอีกครั้งพบว่าความเจ็บปวดโดยรวมลดลง โดยเฉพาะอวัยวะที่ส่งผลต่อการเอื้อมแขนที่มากเกินไป และการก้มหลัง

นานๆ กล่าวคือความเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่าง มีค่าลดลงมากที่สุด จากคะแนนเฉลี่ยเดิม 3.75 ลดลงเหลือคะแนนเฉลี่ย 2.38 (ลดลง 1.37) ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ผลการประเมินความเจ็บปวดของร่างกาย ก่อนปรับปรุงเทียบกับหลังปรับปรุง

### สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาความเสี่ยงของท่าทางการผลิตผางประทีปในสตรีผู้สูงอายุนั้นพบว่ามีความเสี่ยงสูงจากขั้นตอนการทำงานและสถานที่ที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้หัวไหล่ยกน้ำหนักเกินความจำเป็น หรือโต๊ะทำงานที่ต่ำเกินไปทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องก้มตัวอยู่ตลอดเวลา การศึกษาเพื่อลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานจึงทำได้โดยการออกแบบงานและสถานที่ใหม่โดยการสร้างโต๊ะและอุปกรณ์เสริมเพื่อให้กลุ่มสตรีผู้สูงอายุลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานลดลง ส่งผลให้ลดความเจ็บปวดเมื่อยล้าของส่วนต่างๆของร่างกาย กล่าวคือการประเมินความเสี่ยงของท่าทางโดยรวมสามารถลดได้เหลือ 3 คะแนนและส่วนของร่างกายมีคะแนนเฉลี่ยของความเจ็บปวดลดลงสูงสุดที่ตำแหน่งหลังส่วนล่าง ลดลง 1.37 คะแนน จาก 3.75 คะแนนเหลือ 2.38 คะแนน

### ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้สนใจศึกษาต่อยอด ควรศึกษาพัฒนาปรับปรุงในขั้นตอนตกแต่งและบรรจุเพิ่มเติม เพื่อลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานและลดอาการบาดเจ็บจากการทำงานตามหลักกายศาสตร์

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มสตรีผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลท่าศาลาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล และมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้





1.2.1 เพื่อลดของเสียในกระบวนการบรรจุยาเม็ดด้วยเครื่อง Strip Pack ให้ลดลง 50%

1.2.2 เพื่อเพิ่มคุณภาพการบรรจุยาเม็ดของเครื่อง Strip Pack

### 1.3. ขอบเขตของการศึกษาการวิจัย

1.3.1 ศึกษากระบวนการทำงานของการบรรจุยาเม็ดด้วยเครื่อง Strip Pack

1.3.2 ศึกษาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการแก้ไข

1.3.3 ศึกษาผลผลิตที่เพิ่มขึ้นก่อนและหลังการแก้ไข

### 1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการบรรจุยาเม็ดด้วยเครื่อง Strip Pack ได้อย่างน้อย 50 %

1.4.2 สามารถเพิ่มปริมาณการบรรจุยาเม็ดที่มีคุณภาพมากขึ้น

## 2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

### 2.1 การเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลิตภาพที่ได้ (Output) กับปัจจัยนำเข้า (Input) หรือเรียกว่า อัตราผลิตภาพ คือ อัตราส่วนของผลิตผลจริง (Output) ต่อทรัพยากรที่ใช้จริง (Input) โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$\text{อัตราผลิตภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

### 2.2 การลดความสูญเปล่า ประการ astes) ประกอบด้วย

1) การผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2) การเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

3) การขนส่ง (Transpiration)

4) การเคลื่อนไหว (Motion)

5) กระบวนการผลิต (Processing)

6) การรอคอย (Delay)

7) ของเสีย (Defect)

## เครื่องมือควบคุมภาพ 7 ชนิด

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหาที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่องเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ประกอบด้วย แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟ (Graph) และแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) และฮิสโตแกรม (Histogram) [3,4]

## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

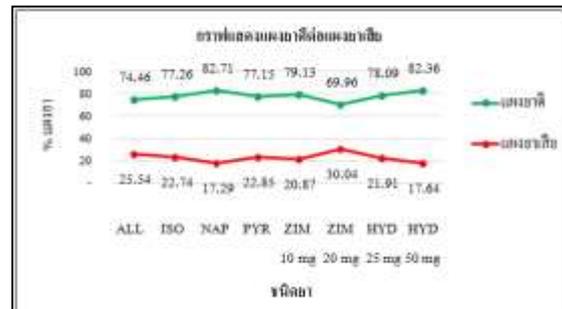
### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษากระบวนการผลิตและรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลกำลังการผลิตบรรจุยาเม็ดตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ทำให้เห็นถึงการใช้แผนผังสำหรับการบรรจุยาเม็ดโดยนำมาแสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ แผนงาติต่อแผนงาเสีย

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลิตแผงยา เดือนสิงหาคม 2559

ชนิดยา	จำนวนการผลิต (มก)	แผงยาดี (มก)	แผงยาเสีย (มก)	% แผงยาดี	% แผงยาเสีย
ALL	914,400	680,900	233,500	74.46	25.54
ISO	864,600	668,025	196,575	77.26	22.74
NAP	200,100	165,543	34,608	82.71	17.29
PYR	135,000	104,150	30,850	77.15	22.85
ZIM 10mg	2,779,800	2,199,532	580,268	79.13	20.87
ZIM 20mg	3,118,900	2,182,134	936,766	69.96	30.04
HYD25mg	2,675,850	2,089,519	586,331	78.09	21.91
HYD50mg	435,200	358,430	76,770	82.36	17.64

รูปที่ 1 ข้อมูลการผลิตแผงยาเดือนสิงหาคม 2559

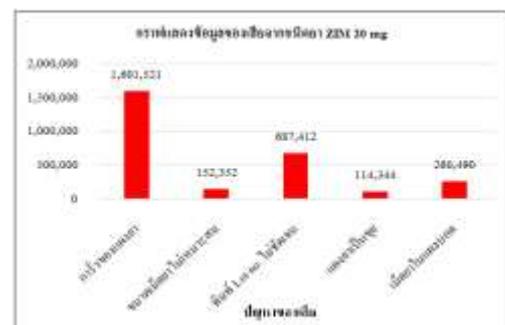


การวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่เกิดจากกระบวนการบรรจุยาเม็ดจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมอบหน้าที่ให้เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ และเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องเก็บข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการบรรจุยาเม็ด

ตารางที่ 2 ข้อมูลแผงยาเสีย สิงหาคม-ตุลาคม 2559

ลำดับ	รายการของเสีย	จำนวนการบรรจุรวม (มก)	จำนวนของเสียรวม (มก)	จำนวนของเสีย (มก)	% ของเสีย
1	การรั่วของแผงยา	9,358,100	2,816,109	1,601,521	56.87
2	ขนาดเม็ดยาไม่เหมาะสม			152,352	5.41
3	พิมพ์ Lot no. ไม่ชัดเจน			687,412	24.41
4	แผงยาเป็นขุย			114,334	4.06
5	เม็ดยาในแผงบด			260,490	9.25
รวม		9,358,100	2,816,109	2,816,109	100.00

รูปที่ 2 ข้อมูลแผงยาเสีย สิงหาคม-ตุลาคม 2559



ซึ่งจากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคมพ.ศ. 2559 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.

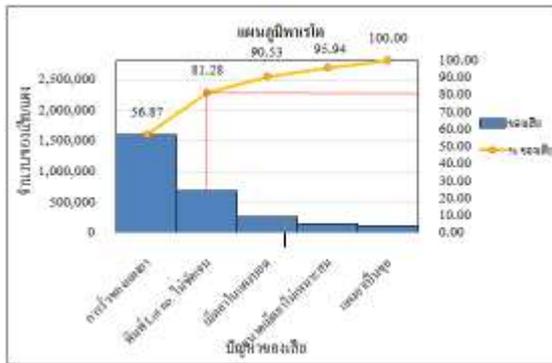
ข้อมูลปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียจากการบรรจุยาเม็ด

- 1) การรั่วของแผงยา
- 2) ขนาดเม็ดยาไม่เหมาะสม
- 3) พิมพ์ Lot no. ไม่ชัดเจน
- 4) แผงยาเป็นขุย
- 5) เม็ดยาในแผงบด

จะเห็นปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุยาเม็ดมีปริมาณของเสียที่เกิดจากการรั่วของแผงยาสูงสุด

### 3.2 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุและผลของปัญหาโดยดูจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ไขปัญหาย่างเร่งด่วน



รูปที่ 3 แสดงการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา



รูปที่ 4 แผงออลูมิเนียมฟอยล์รั่ว

## 1) การรั่วของออลูมิเนียมฟอยล์

ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณที่แผงยาที่มีการรั่วของออลูมิเนียมฟอยล์ทำให้มีน้ำซึมเข้าไปในแผงยาจนเม็ดยาละลายตัวซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการบรรจุยาเม็ดจนทำให้ไม่สามารถนำเม็ดยากลับมาบรรจุใหม่



รูปที่ 5 หมายเลข Lot no. ไม่ชัดเจน

## 2) การพิมพ์เลข Lot no. ไม่ชัดเจน

ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในส่วนของการพิมพ์เลข Lot no. ลงบนแผ่นของออลูมิเนียมฟอยล์ไม่ชัดเจน จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความไม่ชัดเจนของตัวเลขที่เกิดขึ้นรวมทั้งสาเหตุที่ไม่ได้รับการแก้ไขเมื่อทำการรวบรวมข้อมูลแล้วทำให้ทราบว่าส่วนหนึ่งเกิดจากอุปกรณ์ของชุดพิมพ์ที่มีการใช้งานมานาน ทำให้พนักงานคุมเครื่องจะใช้วิธีการปรับแก้หน้างานเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้แต่ในระหว่างการเดินเครื่องหลายๆ ครั้งจะพบว่าตัวเลขที่ปรับตั้งไว้จะเกิดความไม่ชัดเจนมากขึ้นจนทำให้พนักงานประจำเครื่องต้องทำการคัดแผงยาที่ตัวเลขไม่คมชัดออกซึ่งก่อให้เกิดของเสียในกระบวนการบรรจุยาเม็ดด้วยเครื่อง Strip Pack



สาเหตุหลักของปัญหาการรั่วของแผงยาอลูมิเนียมพอยล์เกิดมาจากเครื่องจักรโดยเกิดจากตัว Roller Sealing และแท่งฮีตเตอร์เกิดการชำรุดและเสื่อมสภาพเนื่องจากหมดอายุการใช้งานดังรูป



รูปที่ 7 Roller Sealing และฮีตเตอร์ ที่เกิดการชำรุด

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิโดยคณะผู้จัดทำปริญญาโทได้ทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการทดลองโดยทำการกำหนดช่วงของอุณหภูมิเป็น 3 ช่วงการวัดค่า เพื่อทำการเก็บอุณหภูมิที่ได้มาหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมใช้สำหรับการทดสอบหลังการแก้ไขดังนี้ ช่วงอุณหภูมิต่ำสุด 100 °C ช่วงอุณหภูมิตรงกลาง 120°C ช่วงอุณหภูมิสูงสุด 150°C



รูปที่ 8 วัดอุณหภูมิ Roller Sealing จากเครื่อง Infrared Thermometer

ตารางที่ 5 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 100 องศา

การทดลอง ที่ 1	Roller Sealing (ต้นแท่ง)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
	1	100 °C	100 °C	89.7 °C
2	89.8 °C			89.6 °C
3	89.6 °C			89.8 °C
4	89.7 °C			89.5 °C
5	89.5 °C			89.7 °C
6	89.4 °C			89.6 °C
อุณหภูมิเฉลี่ย		100°C	89.6 °C	89.6 °C

ตารางที่ 6 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 120 องศา

การทดลอง ที่ 2	Roller Sealing (ตัวแรก)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
	1	120 °C	115.5 °C	115.8 °C
2	115.6 °C		115.8 °C	
3	115.4 °C		115.6 °C	
4	115.7 °C		115.9 °C	
5	115.5 °C		115.8 °C	
6	115.6 °C		115.8 °C	
อุณหภูมิเฉลี่ย		120 °C	115.5 °C	115.8 °C

ตารางที่ 7 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 150 องศา

การทดลอง ที่ 3	Roller Sealing (ตัวแรก)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
	1	150 °C	135.7 °C	135.5 °C
2	135.6 °C		135.5 °C	
3	135.3 °C		135.2 °C	
4	135.6 °C		135.6 °C	
5	135.7 °C		135.6 °C	
6	135.8 °C		135.3 °C	
อุณหภูมิเฉลี่ย		150 °C	135.6 °C	135.4 °C

จากการทำการทดลองทั้ง 3 ช่วงอุณหภูมิของการตั้งค่าเพื่อทำการตรวจสอบการทำงานของชุด Roller Sealing พบว่าเมื่อมีการตั้งค่าอุณหภูมิทั้ง 3 ช่วงโดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นและทำการวัดค่าจะพบว่าค่าที่ได้อ่านจากเครื่อง Infrared Thermometer นั้นต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งเครื่องซึ่งผลที่ได้จากการทดลองส่งผลทำให้ชุด Roller Sealing นั้นทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากจึงต้องดำเนินการแก้ไข

#### 4. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการทดลองศึกษาเกี่ยวกับการรั่วของแผงยาพบว่าตัว Roller Sealing และแท่งฮีตเตอร์เสื่อมเพราะอุณหภูมิที่วัดได้จริงจากเครื่อง Infrared Thermometer ได้อุณหภูมิต่ำกว่าค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิจริงจึงได้ทำการติดตั้ง Roller Sealing ชุดใหม่ประกอบด้วย Roller Sealing และ แท่งฮีตเตอร์



รูปที่ 9 ชุด Roller Sealing ที่ทำการแก้ไข

การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing หลังการแก้ไข

ตารางที่ 8 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 100 องศา

	Roller Sealing (ต้นแท่ง)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
การทดลอง ที่ 1	1	100 °C	100.2 °C	100.2 °C
	2		100.2 °C	100.2 °C
	3		100.2 °C	100.2 °C
	4		100.2 °C	100.2 °C
	5		100.2 °C	100.2 °C
	6		100.2 °C	100.2 °C
อุณหภูมิเฉลี่ย		100 °C	100.2 °C	100.2 °C

ตารางที่ 9 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 120 องศา

การทดลอง ที่ 2	Roller Sealing (ต้นแท่ง)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
	1	120 °C	120.2 °C	120.2 °C
	2		120.2 °C	120.2 °C
	3	120 °C	120.2 °C	120.2 °C
	4		120.2 °C	120.2 °C
	5		120.2 °C	120.2 °C
	6		120.2 °C	120.2 °C
อุณหภูมิเฉลี่ย		120 °C	120.2 °C	120.2 °C

ตารางที่ 10 การตรวจสอบอุณหภูมิ Roller Sealing ก่อนการแก้ไข ที่ 150 องศา

	Sealing Rollers (ต้นแท่ง)	Set Temp	Temp Output R	Temp Output L
การทดลอง ที่ 3	1	150 °C	150.2 °C	150.2 °C
	2		150.2 °C	150.2 °C
	3		150.2 °C	150.2 °C
	4		150.2 °C	150.2 °C
	5		150.2 °C	150.2 °C
	6	150 °C	150.2 °C	150.2 °C
อุณหภูมิเฉลี่ย		150 °C	150.2 °C	150.2 °C

จากนั้น ได้ทำการหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ยา

ตารางที่ 11 การทดลองอุณหภูมิในการผลิต

แมงยา 10 แผง	รอยร้าวจากผลิตภัณฑ์		
	100 องศา	120 องศา	150 องศา
ร้าวทั้ง 10 แผง		ไม่มีการร้าว	ร้าวทั้ง 10 แผง

ผลการทดลอง ปัญหาการร้าวของแมงยาที่อุณหภูมิ 100 °C และ 150 °C จากการทดสอบทั้งหมด 10 แผงยา พบการร้าวของแมงยาทั้งหมดและทำการแกะแมงยาพบว่าเม็ดยามีการแตกตัวโดยมีน้ำซึมเข้าไปในเม็ดยาทั้ง 10 แผงยา



รูปที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ % ของเสียก่อน

ดำเนินการแก้ไขตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 และหลังดำเนินการแก้ไขตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบชุดพิมพ์เลข Lot no. แบบน้ำหมึกและแบบLaser Inject

ชุดพิมพ์เลข Lot no. แบบลูกกลิ้ง ก่อนการแก้ไข	ชุดพิมพ์เลข Lot no. แบบ Laser Inject หลังการแก้ไข
ชุดพิมพ์เลข Lot no. แบบลูกกลิ้ง	ชุดพิมพ์เลข Lot no. แบบ Laser Inject
1. ความสูงตัวเลขพิมพ์ Lot no. ไม่เท่ากัน	1. ตัวเลข Lot no. มีขนาดเท่ากัน
2. ตัวเลข Lot no. มีขนาดไม่เท่ากัน	2. ตัวเลข Lot no. สมชัดและอ่านได้ง่ายขึ้น
3. ตัวเลข Lot no. สกิดกัน	3. ปรับตั้งค่าเลข Lot no. ง่ายขึ้นจาก Software
4. ปรับตั้งค่าการพิมพ์ Lot no. ยาก	4. ดูแลรักษาหัวพิมพ์ไม่เปลืองอะไหล่
5. ใช้กระดาษพิมพ์ยาก	5. บอกระยะคัมภีร์ของหัวพิมพ์และจำนวนการพิมพ์



รูปที่ 10 เครื่องพิมพ์ Laser Inject เปลี่ยนใหม่ รูปที่ 11 ตัวเลขพิมพ์ Lot no. จากเครื่องพิมพ์ Laser Inject ยี่ห้อ Domino รุ่น G320I

จากตารางเปรียบเทียบได้ทำการสรุปผลการทดลอง การแก้ปัญหาการพิมพ์ Lot no. ไม่ชัดเจนโดยทำการปรับตั้งค่าพิมพ์ Lot no. โดยมีจำนวนแผงยาทั้งหมด 10 แผงยา ซึ่งทั้งหมด 10 แผงยา ที่มีการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ Laser Inject ยี่ห้อ Domino รุ่น G320I นั้นมีความชัดเจนทั้ง 10 แผงยา

## 5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาและวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยหลักการลดความสูญเสียเปล่า งานที่เป็นจุดคอขวด การทำงานที่ซ้ำซ้อน เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด สำหรับการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ได้แก่ แผ่นตรวจสอบ ผังพาเรโต และแผนภาพการวิเคราะห์เหตุ ซึ่งการดำเนินงานครั้งนี้ได้ทำการลดปริมาณของเสียในกระบวนการบรรจุยาเม็ด โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยสามารถหาแนวทางการแก้ไขได้ 2 ปัญหาดังนี้

1) การปรับเปลี่ยน Roller Sealing ซึ่งจากการดำเนินงานสามารถทำให้มีการตั้งค่ามาตรฐานของอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการบรรจุยาเม็ดของเครื่อง Strip Pack เพื่อลดปริมาณการเกิดของเสียของแผงยา พบว่าสามารถปรับปรุงปัญหาของเสียจากการรั่วของแผงยาจาก 1,601,521 แผง ลดลงเหลือจำนวน 351,054 แผง หรือ คิดเป็นจากของเสีย 37% เหลือประมาณ 3%

2) การปรับเปลี่ยนชุดเครื่องพิมพ์แบบ Laser Inject และการตั้งค่าเครื่องพิมพ์แบบ Laser Inject

สำหรับใช้ในการบรรจุยาเม็ดเพื่อลดปริมาณการเกิดของเสีย สามารถลดปริมาณการพิมพ์ Lot no. ไม่ชัดเจนของแผงยาได้ 100.00 %

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ การนำงานวิจัยนี้ไปใช้นั้นต้องคำนึงถึงเครื่องมือที่เหมาะสม เนื่องจากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นนั้นใช้เฉพาะในส่วนหนึ่งของเครื่อง Strip Pack เท่านั้นและการใช้งานจริงนั้นต้องให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในส่วนนั้นเพิ่มความระมัดระวังในการปรับตั้งค่าการใช้งาน ให้เหมาะสมและทำการตรวจสอบเครื่องทุกครั้งหากพบความผิดปกติในการทำงานของเครื่องก็จะช่วยให้กระบวนการทำงานนั้นลดการเกิดปริมาณของเสียก่อนที่จะเริ่มทำงานและยังช่วยให้การใช้งานเครื่องมีประสิทธิภาพมากที่สุด



## เครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์

### GARLIC PEELING MACHINE FOR PNEUMATIC SYSTEM

ธนิต แต่งศรี<sup>1\*</sup>, กริธาพล สุลีลายุทธพล<sup>1</sup>, เมืองแก้ว ยุตัน<sup>1</sup> และมุस्ताซหะห์ ยูโซะ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์/สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยธนบุรี, tangsritanit@yahoo.com

<sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์/สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

#### บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และสร้างเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ กระเทียมเป็นวัตถุดิบที่ต้องจัดเตรียมไว้ก่อนการประกอบอาหาร การออกแบบเครื่องปอกเปลือกกระเทียมโดยใช้เครื่องเป่าลมเพื่อประหยัดแรงงาน และเวลา หลักการของงานวิจัยนี้คือการออกแบบโครงสร้างถังอากาศที่สามารถรับแรงดันได้ 6 บาร์ และเป่าลมเข้าภายในถังสแตนเลสขนาด 15×25 เซนติเมตร เป็นผลให้กระเทียมถูกปอกเปลือกออก ประสิทธิภาพของเครื่องนี้สามารถปอกเปลือกกระเทียมได้ครั้งละ 300 กรัม ในเวลา 30 วินาที เปลือกกระเทียมจะปลิวออกทางด้านบนของถังโดยมีถุงใส่เปลือกเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์พบว่า แรงดันลม 6 บาร์ สามารถปอกกระเทียมได้ 100 %

**คำสำคัญ:** เครื่องปอกกระเทียม ระบบนิวแมติกส์ ประสิทธิภาพ

#### Abstract

This paper is concerned with the design and build up “The Garlic peeled machine for pneumatic system” the garlic is material for cooking must be prepared before using. The garlic peeling machine design by using the wind blower to save human labor and times. The principle of this research was designed structure air tank can with stand pressure of 6 bar and controlled the air inlet into the stainless steel tank size 15×25 cm. As a result, the garlics was peeled out. The performance of this machine could peel the garlic 300 grams for 30 seconds at the time. The shell of garlic flown out from the top of the tank into peeled bag to prevent diffusion. This results, the performance of garlic peeled machine for pneumatic system with pressure of 6 bar can garlic peel 100%

**Keywords:** Garlic Peeled Machine, Pneumatic System, Performance

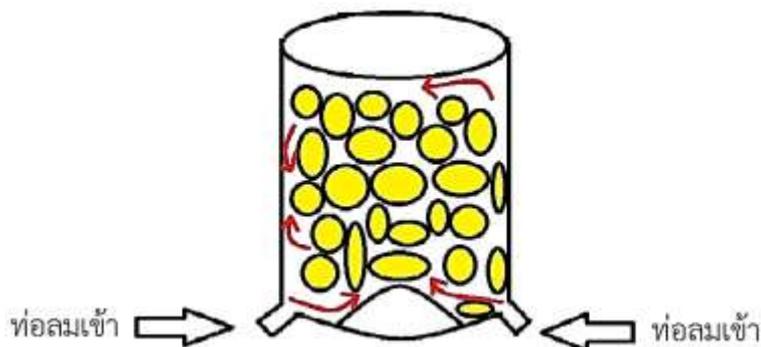
#### 1. บทนำ

กระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหลักของประเทศไทย นอกจากจะใช้ประกอบอาหารแล้ว ยังเป็นพืชสมุนไพรรักษาโรคได้หลายชนิด ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกระเทียมอันดับที่ 16 ของโลก และมีพื้นที่การผลิตทั้งสิ้นประมาณ 70,474 ไร่ โดยพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำปาง ลำพูน การแปรรูปกระเทียมเป็นภูมิปัญญาไทยอีกอย่างหนึ่งในเรื่องของการถนอมอาหารให้มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานเนื่องจากกระเทียมสดมีอายุการเก็บรักษาในระยะเวลาสั้น ๆ การแปรรูปกระเทียมเพื่อเก็บรักษาสามารถทำได้ง่าย โดยนำกระเทียมมาตัดรากปอกเปลือก ล้างทำความสะอาดแล้วตัดกระเทียมให้ได้ขนาดซึ่งการปอกเปลือกกระเทียมแบบดั้งเดิมจะใช้มีดในการปอกเปลือกกระเทียมใช้ระยะเวลานานทำให้แปรรูปกระเทียมได้น้อย คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาจึงได้จัดทำโครงการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ เพื่ออำนวยความสะดวก ลดระยะเวลาในการทำงาน เพิ่มผลผลิตให้มากยิ่งขึ้น และต้นทุนราคาเครื่องต่ำ

## 2. หลักการและทฤษฎี

### 2.1 หลักการทำงาน

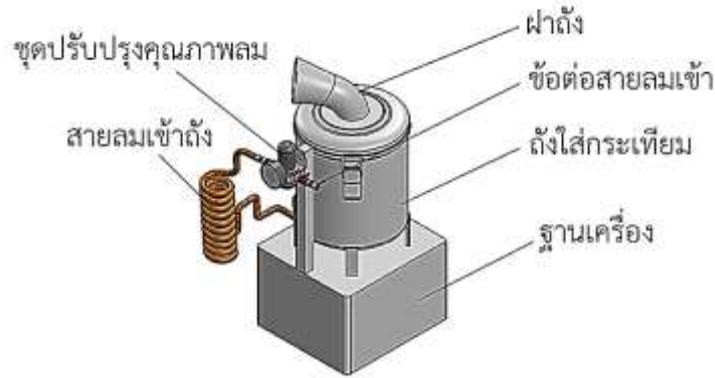
การทำงานของเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์นี้จะใช้ลมเป็นหลัก โดยจะมีอุปกรณ์ 3 ชิ้น คือ ถังลม ชุดถังปอกกระเทียม ถังสำหรับเก็บเปลือกกระเทียม โดยการทำงานจะเริ่มจากการนำสายลมจากถังลมมาเสียบเข้ากับวาล์วควบคุมความดัน จากนั้นจึงนำกระเทียมประมาณ 300 กรัม ใส่ลงไปในถังปอกแล้วปิดฝาเพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนของกระเทียมหลุดออกไป จากนั้นด้านบนของฝาปิดจะมีช่องทางออกของลมอยู่ ให้นำถังสำหรับเก็บเปลือกกระเทียมมาสวมเพื่อเก็บเปลือกกระเทียม จากนั้นจึงทำการเปิดลมเข้าสู่เครื่องปอกกระเทียมโดยจะใช้ลม 6 บาร์ ลมนั้นจะถูกปล่อยเข้าไปในถังโดยมีทางเข้าของลมอยู่ 2 ทาง จะอยู่ทางด้านล่างของถัง ลมทั้ง 2 ทางที่ปล่อยเข้าไปในถังนั้นจะเข้าไปปลัดดันกระเทียมในถังให้เกิดการเสียดสีกันทำให้เกิดแรงเสียดทานของกระเทียมในถังทำให้เปลือกกระเทียมหลุดออกมาจากเนื้อของกระเทียมแล้วลอยสู่ด้านบนของถัง เปลือกกระเทียมนี้จะถูกแรงดันของลมในถังดันออกบริเวณทางออกด้านบนสู่ถังสำหรับเก็บเปลือกกระเทียม โดยกระบวนการดังกล่าวจะใช้เวลาประมาณ 30 วินาที จากนั้นจะได้กระเทียมที่ถูกปอกเปลือกที่สมบูรณ์ทั้งหมด ท่อลมเข้าถัง 2 ท่อ เหมาะสมต่อการปอกกระเทียม 300 กรัม และถ้าเพิ่มท่อลมทางเข้ามากขึ้นจะเป็นการเพิ่มขึ้นขั้นตอนในการทำงาน และมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ท่อลมเข้าถัง 2 ท่อ เป่าลมเข้าไปในถังปอกทำให้กระเทียมเกิดการหมุนวนทำให้เกิดการเสียดสี และทำให้เปลือกหลุดออกมาในที่สุด รูปที่ 1 หลักการทำงานของแรงดันที่กระทำกับกระเทียมขณะทำการปอกเปลือกภายในถัง



รูปที่ 1 ทิศทางลมภายในถังปอกเปลือก

### 2.2 ขนาดของเครื่อง

เครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ขนาด ขนาด 38 × 38 × 60 เซ็นติเมตร (กว้าง × ยาว × สูง) แท่นรองเครื่องสเตนเลสขนาด 38 × 38 เซ็นติเมตร ฝาถังสเตนเลสเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซ็นติเมตร ขนาดปริมาตรถังปอก 0.0044 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณลมอัดความดัน 6 บาร์ ปอกกระเทียมได้ครั้งละ 300 กรัม ใช้กระเทียมหัวใหญ่ที่ผ่านการตากผิวแห้ง ตัวเครื่องใช้สแตนเลสเบอร์ 304 ความหนา 0.5 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์



รูปที่ 3 เครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์

### 2.3 การออกแบบเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์

1) คำนวณหาปริมาตรของถัง

จากสูตร  $V = A \times L$  (1)

แทนค่า

$$V = \frac{3.14 \times 0.15^2}{4} \times 0.25 = 0.0044 \text{ m}^3$$

2) หาแรงที่กระทำในถังปลอก

จากสูตร  $F = P \times A$

(2) แทนค่า  $F = (6 \times 10^5) \times \frac{3.14 \times 0.15^2}{4} = 10.597 \text{ kN.m}^2$

กฎทรงมวลจากสูตร

$$Q = A \times V$$

(3) กำหนดให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่งที่ใช้ในเครื่องปอกกระเทียม = 0.008 เมตร (วัดจากถังปอก) ความเร็ว

ลม = 5 เมตรต่อวินาที (วัดจากการอัดลม 6 บาร์ ผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 0.008 เมตร)

แทนค่า

$$Q = \frac{\pi}{4} (0.008^2) \times 5 = 2.51 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

เนื่องจากท่อทางเข้าถังปอกมี 2 ทาง  $\therefore Q = (2.51 \times 10^{-4}) \times (2) = 5.02 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s} = (5.02 \times 10^{-4}) \times (60)$

$$\text{จะได้} \quad Q = 0.0301 \frac{m^3}{\text{min}}$$

บางครั้งเพื่อความสะดวกสบายแก่การจำในการเลือกขนาดของเครื่องอัดลม คือ ถ้าต้องการอัดลม 100 ลิตร/นาที ที่ความดัน 6 บาร์ จะใช้เครื่องอัดลมขนาด 0.746 KW หรือ 1 HP (ค่านี้นับประมาณใกล้เคียงเท่านั้น)

$$\text{ดังนั้น} \quad Q = 0.0301 \div 0.001 = 30.1 \frac{L}{\text{min}}$$

ปริมาณลมที่ถูกอัดเข้าไปในถังปอก = 30.1 ลิตรต่อนาที เพราะฉะนั้นสามารถใช้ถังลมขนาด 1 แรงม้าได้

### 3. วิธีการทดลอง

#### 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

นำกระเทียมที่ผ่านการแยกกลีบออก และนำไปตากแดดจนผิวกระเทียมแห้งทั้งหมด 300 กรัม ใส่เข้าไปในถังเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ ทำการประกอบฝาถังพร้อมใส่ถุงแยกเปลือก เสียบสายลมที่ต่อมาจากถังลมเข้ากับชุดปรับปรุงคุณภาพลมเรียบร้อยแล้วปรับความดันลมไว้ที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 บาร์ ในการทดลองแต่ละครั้ง จำนวน 5 ครั้ง เปิดลมเข้าถัง ใช้เวลา 10, 15, 20, 30 และ 40 วินาที ตามลำดับ ทำการเปิดฝาถัง และตรวจสอบผล

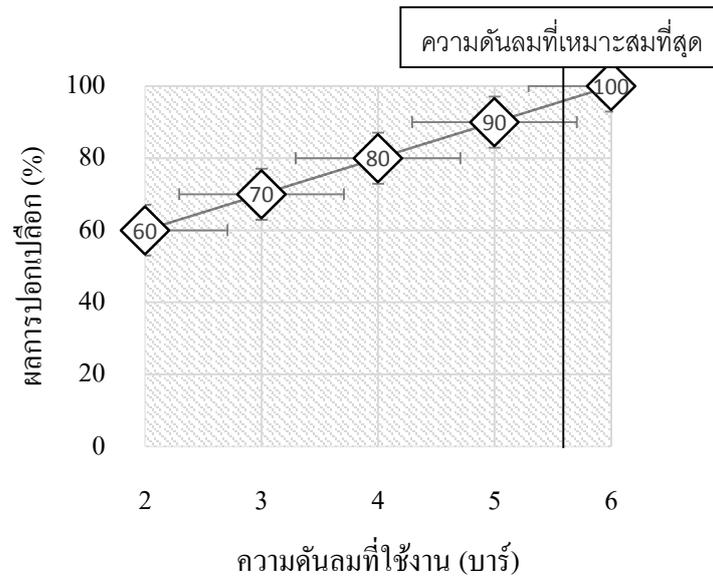
#### 3.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองปอกกระเทียมด้วยเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ การทดลองที่ใช้แรงลม 2 และ 3 บาร์ ผลการปอกเปลือกได้ 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ไม่ผ่านวัตถุประสงค์ เมื่อทดลองที่ความดัน 4 และ 5 บาร์ สามารถปอกกระเทียมได้ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้ยังไม่ผ่านวัตถุประสงค์ความพึงพอใจระดับพอใช้ และเมื่อทดลองที่ความดัน 6 บาร์ ผลการปอกเปลือกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ผ่านวัตถุประสงค์ความพึงพอใจระดับดีมาก ดังนั้นกระเทียมที่ปอกเปลือกด้วยแรงลม 6 บาร์ จึงเป็นแรงดันลมที่เหมาะสมที่สุด จึงใช้แรงดันลมที่ 6 บาร์ ใช้เป็นแรงดันมาตรฐานในการทดลองหาเวลาที่ใช้ปอกเปลือกที่เหมาะสมต่อไป ผลการทดลองหาค่าแรงดันลมที่เหมาะสมแสดงในตารางที่ 1 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการปอกกระเทียมและความดันลมใช้งานแสดงดังรูปที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการทดลองปอกกระเทียมด้วยเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์

ความดันลมที่ใช้งาน (บาร์)	ผลการปอกเปลือก (%)	ผลลัพธ์
2	60	X
3	70	X
4	80	Δ
5	90	Δ
6	100	O

O ดีมาก      Δ พอใช้      X ไม่ผ่าน



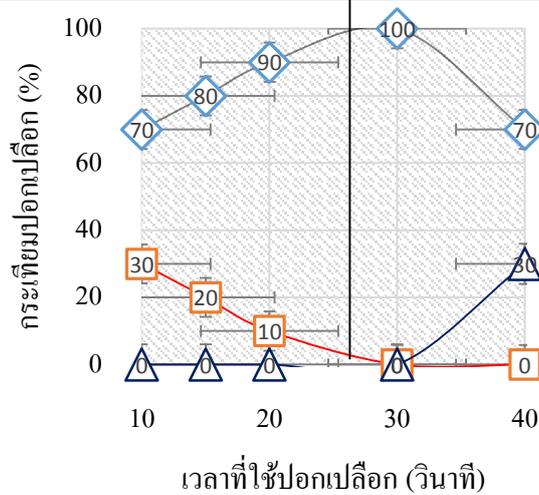
รูปที่ 4 ผลการปอกกระเทียมและความดันลมใช้งาน

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกระเทียม

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ปอกเปลือก (วินาที)	แรงดันลมที่ใช้งาน (บาร์)	ปริมาณกระเทียม (กรัม)	ลักษณะกระเทียม		
				กระเทียมที่กลีบสมบูรณ์ (%)	กระเทียมที่ปอกไม่ออก (%)	กระเทียมที่แตกหรือผิวจ้ำ (%)
1	10	6	300	70	30	0
2	15	6	300	80	20	0
3	20	6	300	90	10	0
4	30	6	300	100	0	0
5	40	6	300	70	0	30

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของกระเทียมโดยใช้แรงดันลม 6 บาร์ ที่เป็นแรงดันลมที่เหมาะสมที่สุด นำมาทดลองปอกเปลือกโดยหาเวลาที่เหมาะสมที่สุด ผลลัพธ์พบว่าระยะเวลาการปอกเปลือก 30 วินาที จะได้น้ำอกระเทียมที่กลีบสมบูรณ์ไม่มีกระเทียมที่ปอกไม่ออก และไม่มีกระเทียมที่แตกหรือผิวจ้ำเลย ถ้าระยะเวลาการปอกกระเทียม 10, 15 และ 20 วินาที กระเทียมที่กลีบสมบูรณ์ 70, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถ้าใช้เวลา 40 วินาที น้ำอกระเทียมจะแตกหรือผิวจ้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระยะเวลา 30 วินาที และที่แรงดันลม 6 บาร์ เหมาะสมสำหรับเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกลีบกระเทียม และเวลาที่ใช้ในการปอกเปลือก และรูปที่ 6 กระเทียมที่สมบูรณ์ที่ใช้ระยะเวลา 30 วินาที และที่แรงดันลม 6 บาร์

เวลาที่ใช้ปอกเปลือกที่เหมาะสมที่สุด (ความดันลม 6 บาร์ และปริมาณกระเทียม 300 กรัม)



- ◇— กระเทียมที่กลีบสมบูรณ์ (%)
- กระเทียมที่ปอกไม่ออก (%)
- △— กระเทียมที่แตกหรือฉีกขาด (%)

รูปที่ 5 กระเทียมปอกเปลือก และเวลาที่ใช้ปอกเปลือก



รูปที่ 6 กระเทียมที่สมบูรณ์ที่ใช้ระยะเวลา 30 วินาที และที่แรงดันลม 6 บาร์

## 5. สรุป

จากผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ที่แรงลม 6 บาร์ ระยะเวลา 30 วินาที มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถปอกกระเทียมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อกระเทียมสมบูรณ์ที่สุด

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายทิวา ศรีงามพ่อง นายรัฐวุฒิ ภูศรีเทศ และนายวุฒิชัย ศรีเมือง นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ในการออกแบบ และสร้างเครื่องปอกกระเทียมระบบนิวแมติกส์ ตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). “กระเทียม.” ใน **สินค้าเกษตรและอาหาร**. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] ผศ.สกล นันทศิริวิวัฒน์. (2548). **ระบบนิวเมติกส์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.automationcluster.com> (สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2558).
- [3] Thai Stainless Steel. (2535). **สเตเลส**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.sppsupply.com/vBelt.html> (สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2558).
- [4] นาย กิตติรัตน์ รุ่งรัตน์นาอูบล. (2549). **เครื่องปอกเปลือกกระเทียมขนาดเล็ก**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php> (สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2558).
- [5] นายสุวัฒน์ ตัณฑ์ศิริ . (2551). **เครื่องแกะกลีบกระเทียม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.arkarnsin.com/category\\_new\\_buy.php?idcatalog2=VW022&id=VW0220855&idpo=121&idname2=%A1%C3%D0%E0%B7%D5%C2%C1](http://www.arkarnsin.com/category_new_buy.php?idcatalog2=VW022&id=VW0220855&idpo=121&idname2=%A1%C3%D0%E0%B7%D5%C2%C1) (สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2558).

## เครื่องอบสีสายพานลำเลียง

### CONVEYOR BELT COLOR DRYING MACHINE

ธนิต แต่งศรี<sup>1\*</sup>, กฤษณะ ภัลย์วรรณ<sup>1</sup>, และมุตตาชะห์ ยูโซะ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์/สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยธนบุรี, tangsritanit@yahoo.com

<sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์/สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบ และสร้างเครื่องอบสีสายพานลำเลียง ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดย่อม อีกทั้งยังช่วยให้การปฏิบัติงานมีความสะดวก รวดเร็ว และลดระยะเวลาในการผลิตลงได้

ขั้นตอนการออกแบบ และสร้างเครื่องอบสีสายพานลำเลียง ใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า มีเฟลาเป็นตัวกลางส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปยังล้อสายพานลำเลียง ลำเลียงชิ้นงานเข้าตู้อบ ใช้ฮีทเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ สายพานที่ใช้เป็นชนิดแบนมีความหนา 3 มิลลิเมตร ความกว้าง 300 มิลลิเมตร เข้าตู้อบสีขนาด 520 มิลลิเมตร ความยาว 1,500 มิลลิเมตร ความสูง 1,250 มิลลิเมตร อุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิระหว่าง 90 ถึง 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4.15 ถึง 8.16 นาที

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบสีสายพานลำเลียงใช้ความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาที ใช้ระยะเวลาต่ำสุด 7.05 นาที ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน

**คำสำคัญ:** มอเตอร์ ส่งถ่ายกำลัง สายพานลำเลียง อุตสาหกรรมขนาดย่อม

#### Abstract

This research aims to design and construct a conveyor belt color drying machine to increase a performance and support a small business industry. The machine will provide easier, faster operation and reduces production process.

The principle of this project was designed and constructed a conveyor belt color drying machine used 0.5 horsepower motor transfer power to a driveshaft, then conveyor belts transports a work pieces to drying cabinet 1,000-watt heater. The belt used a flat type with 3mm thick and 300 mm width. The drying cabinet has dimension of 520 mm, 1,500 mm of length, and 1,250 mm height, the temperature was in between 90 to 110 degrees Celsius. The duration of the color drying was 4.15 to 8.16 minutes.

The results were found that the machine has drying color with 5 rpm. minimum of 7.05 minutes with 110 degrees Celsius and can work according to standards.

**Keywords:** Motor, Power Transmission, Conveyor, Small Business Industry

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันเครื่องอบสีสายพานลำเลียง หรือเครื่องจักรชนิดสายพานลำเลียงได้ถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ก็เพื่อความรวดเร็วในกระบวนการผลิตรวมถึงคุณภาพของสินค้าหรือวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการการผลิต จะมีคุณภาพที่สม่ำเสมอ ลดความเสียหายจากการขนย้ายด้วยแรงคนซึ่งอาจจะเกิดอุบัติเหตุสินค้าตกหล่นเกิดความเสียหายได้ ซึ่งการใช้สายพานลำเลียงเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมการผลิตส่งผลให้ประหยัดระยะเวลา และถือว่าการแก้ปัญหาอุตสาหกรรมได้อย่างตรงจุด และถาวร ทำให้การผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรมเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง และลดอัตราความผิดพลาดในกระบวนการการผลิตได้ ซึ่งมีผลให้การทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตเพิ่มมากขึ้นได้หลายเท่าตัวเหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม

## 2. การออกแบบ

### 2.1 กระบวนการอบสี

เครื่องอบสีสายพานลำเลียงจะนิยมใช้ในกิจการอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ เป็นต้น เพื่อสะดวกในการขนย้ายวัสดุทางอุตสาหกรรมแล้วยังอบสีที่ผ่านการพ่นมาแล้วให้อยู่ในสภาพแห้งพร้อมใช้งาน เป็นการทำงานถึงสองอย่างในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต และเป็นการเพิ่มผลผลิตให้ได้มากกว่ากรรมวิธีแบบใช้แรงงานคน

### 2.2 เครื่องอบสีสายพานลำเลียง

เครื่องอบสีแบบสายพานลำเลียงขนาด  $600 \times 2500 \times 1250$  มิลลิเมตร (กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง) โดยใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 0.5 แรงม้า ระบบขนถ่ายใช้สายพานลำเลียงชนิดสายพานแบน ขนาดหน้าตัด  $2 \times 30$  มิลลิเมตร (หนา  $\times$  กว้าง) อุณหภูมิที่ใช้ในการอบสีอยู่ระหว่าง 90 ถึง 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบสีอยู่ระหว่าง 6 ถึง 10 นาที ใช้ฮีทเตอร์ความร้อนขนาด 1,000 วัตต์ ใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ระหว่าง 4, 5, 6, 7 และ 8 รอบต่อนาที ค่าความหนาของสีที่ใช้ในการตรวจสอบไม่เกิน  $8 \mu_m$

### 2.3 การออกแบบเครื่องอบสีสายพานลำเลียง

#### 1) การคำนวณหาทอร์กของเพลลา

กำหนดให้น้ำหนักเพลลาขับเท่ากับ 3 กิโลกรัม มวลของชิ้นงานประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก น้ำหนักลูกกลิ้ง 3 กิโลกรัม เฟืองทด 2 อัน น้ำหนักอันละ 0.5 กิโลกรัม เพลาลำเลียง 2 เพลลา น้ำหนักเพลลาละ 1 กิโลกรัม และสายพานลำเลียงหนัก 10 กิโลกรัม รวมน้ำหนักทั้งหมด 22 กิโลกรัม การคำนวณแรงหาได้จากสมการ

$$F = mg$$

(1)

แทนค่า  $F = 22 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 215.82 \text{ N}$

การหาทอร์กที่เพลลาเครื่องอบสีแบบสายพานลำเลียง

$$T = F \times r$$

(2)

แทนค่า  $T = 215.82 \times 0.1 \text{ m.} = 21.58 \text{ Nm}$

ความเร็วรอบมอเตอร์มาตรฐาน 1,450 rpm. ใช้อัตราทดของเกียร์ทด 30:1 จะมีความเร็วรอบที่ปลายเพลลา = 48 rpm.

#### 2) สมการหาค่าลึงของมอเตอร์

$$p = \frac{2\pi TN}{60}$$

(3)

แทนค่า 
$$p = \frac{2 \times 3.14 \times 21.82 \times 48}{60} = 109.62 \text{ W}$$

เนื่องจาก 
$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

ดังนั้นจะได้แรงของมอเตอร์เท่ากับ 
$$109.62/746 = 0.147 \text{ hp}$$

เลือกค่าความปลอดภัย=2.5 จะได้ 
$$0.147 \times 2.5 = 0.37 \text{ hp}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/2 hp. ความเร็วรอบ 1,450 rpm. เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป

3) คำนวณหาขนาดล้อยาสายพาน

$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2}$$

(4)

มาตรฐาน ISO 22-1975(E) เรื่องการออกแบบล้อยาสายพานกำหนดให้ขนาดล้อยับเท่ากับ 120 mm. อัตราทด

$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{48} = 30.208 \approx 30 : 1$$

เนื่องจาก อัตราทดได้ตามมอเตอร์เกียร์ที่นำมาใช้เพราะฉะนั้น ขนาดล้อยตามจึง

เลือกใช้ = 120 mm.

4) คำนวณหาระยะห่างของล้อยาสายพานแต่ละล้อย

$$C_{\max} = 2(d_p + D_p)$$

(5)

$$C_{\min} = 0.7(d_p + D_p)$$

(6)

แทนค่า 
$$C_{\max} = 2(d_p + D_p) = 2(120 + 120) = 480 \text{ mm.}$$

$$C_{\min} = 0.7(d_p + D_p) = 0.7(120 + 120) = 168 \text{ mm.}$$

เลือกใช้

$$C = 480$$

5) การคำนวณความยาวสายพาน

โดยมีระยะห่างระหว่างล้อยับกับล้อยตาม เท่ากับ 300 เซนติเมตร = 3 เมตร

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

(7)

แทนค่า 
$$L = 2(3000) + 1.57(120 + 120) + \frac{(120 - 120)^2}{4(3000)}$$

$$L = 6381.6 \text{ มิลลิเมตร หรือ } 6.381 \text{ เมตร}$$

6) คำนวณหาส่วนโค้งสัมผัสของสายพาน

$$\frac{D_p - d_p}{C}$$

(8)

$$\frac{D_p - d_p}{C} = \frac{120 - 120}{480} = 0$$

7) คำนวณหามุมสัมผัสของสายพาน

$$\alpha_1 = \pi - 2 \sin^{-1} \frac{D_p - d_p}{2C} \text{ rad}$$

(9)

$$\alpha_1 = \pi - 2 \sin^{-1} \frac{120 - 120}{2(480)} \text{ rad} = 3.14 \text{ rad}$$

8) คำนวณหาความเร็วของสายพาน

$$V = \pi \times d_p \times n \quad (10)$$

$$V = \pi \times \frac{120}{1000} \times \frac{1450}{60} = 9.1 \text{ m/s}$$

9) ขนาดของตู้อบ = กว้าง × ยาว × สูง = 600 × 2000 × 550 = 660000 mm.<sup>3</sup> หรือ 0.6 m.<sup>3</sup>

10) ใช้อินฟราเรด ขนาด 1,000 W ความยาว 800 มิลลิเมตร ความร้อนระหว่าง 120 ถึง 180 องศาเซลเซียส

11) การเคลื่อนที่ของวัตถุผ่านตู้อบสายพาน

$$Q_m = \rho_m Av \quad (11)$$

กำหนดให้อุปกรณ์รถยนต์ มีมวล 0.7 kg. พื้นที่หน้าตัดของตู้อบ 0.6 เมตรโดยใช้ความเร็วแล่นสายพานที่ 9.1 m/s

$$Q_m = 0.7(0.6)(9.1) = 3.822 \text{ Kg/s}$$

ดังนั้น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ผ่านตู้อบสี่ จะสามารถอบได้ 3 ถึง 4 ชิ้น ในระยะเวลา 1 นาทีโดยประมาณ

### 3. วิธีการทดลอง

#### 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

นำชิ้นงานที่ผ่านการพ่นสีจากห้องพ่นสี มาวางไว้บนชั้นวางชิ้นงานเพื่อที่จะเตรียมเข้าสู่กระบวนการทดลองอบสี โดยนำชิ้นงานมาวางไว้บนสายพาน จากนั้น ทำการเปิดสวิตช์เพื่อเตรียมการเดินเครื่อง โดยการตั้งค่าความเร็วของสายพาน และตั้งค่าความร้อนของตู้อบเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่กำหนด เดินเครื่องให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าสู่ตู้อบ จากนั้นบันทึกผลระยะเวลาที่ทำการอบ และตรวจสอบการอบแต่ละครั้ง ทำการบันทึกการตั้งค่าอุณหภูมิ และความเร็วของสายพาน จากนั้นนำชิ้นงานมาพักเพื่อให้เย็นตัวลง และตรวจสอบสภาพชิ้นงานด้วยเครื่องวัดค่าความชื้นสี ว่ามีค่าความชื้นที่ได้มาตรฐานหรือไม่ หรือว่ามีกรณีผิดปกติหรือไม่ และบันทึกผลว่าคุณภาพที่ได้ต้องหนาไม่เกิน  $8 \mu\text{m}$  (ค่ามาตรฐานของสีคันไซเพนท์) โดยมีวัสดุชิ้นงานที่นำมาทำการทดสอบ 3 ตัวอย่าง ส่วนประกอบของตู้อบสีที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของตู้อบสีที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย



รูปที่ 2 ตู้อบสีที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย



คัมล้อรถจักรยานยนต์



ฝาครอบวาล์ว



คัมครอบครีမ်เบรค

รูปที่ 3 ชิ้นงานทดสอบ 3 ตัวอย่าง

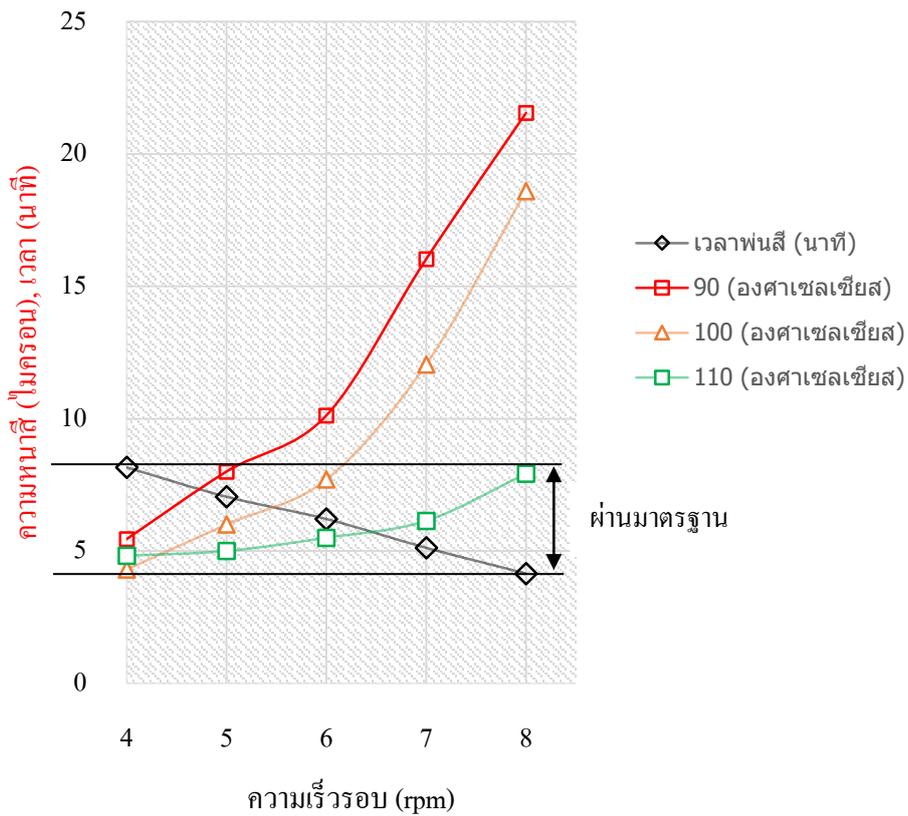
#### 4. ผลการทดลอง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องอบสีแบบสายพานลำเลียง โดยมีการทดลองชิ้นงานทั้งหมด 3 ประเภท คือ คัมล้อรถจักรยานยนต์ ฝาครอบวาล์วและคัมครอบครีမ်เบรค ชนิดละ 5 ครั้งที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 4, 5, 6, 7 และ 8 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยมีความหนาสีไม่เกิน  $8 \mu\text{m}$  (ค่ามาตรฐานของสีคันไซเพ้นท์)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองพ่นสีคัมล้อจักรยานยนต์ที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส

ชิ้นงาน	ครั้งที่	รอบ (rpm)	เวลา (นาที)	ความหนาสี ( $\mu\text{m}$ ) ที่อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )		
				90	100	110
คัมล้อจักรยานยนต์	1	8	4.15	21.55	18.60	7.92
	2	7	5.12	16.03	12.05	6.14
	3	6	6.21	10.12	7.70	5.50
	4	5	7.05	8.00	6.00	5.00
	5	4	8.16	5.45	4.30	4.82

หมายเหตุ ส่วนที่เป็นสีเข็มมีความหนาสีไม่เกิน  $8 \mu\text{m}$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคันไซเพ้นท์



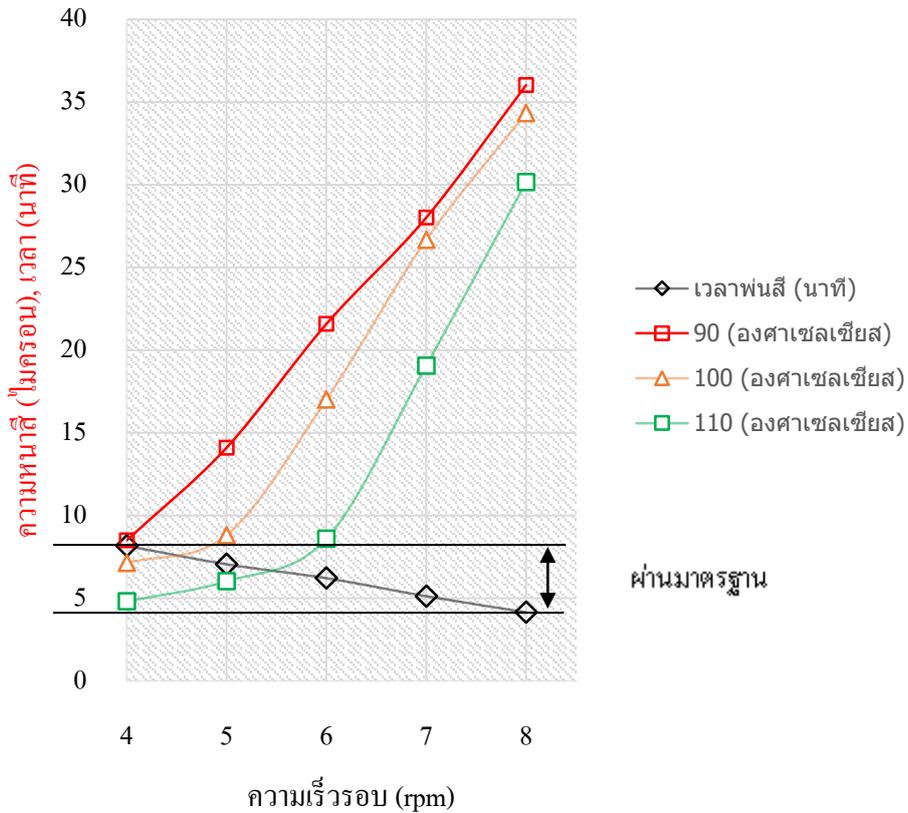
รูปที่ 4 ผลการทดลองพ่นสีตุ้มล้อจักรยานยนต์

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 4 เป็นผลการทดลองพ่นสีตุ้มล้อจักรยานยนต์ที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu m$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซแพนท์ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 7.05 นาที ในขณะที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu m$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซแพนท์ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 6 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 6.21 นาที และที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu m$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซแพนท์ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 8 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 4.15 นาที ดังนั้นการพ่นสีตุ้มล้อจักรยานยนต์ที่เหมาะสมที่สุดที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบไม่เกิน 8 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 4.15 นาที

ตารางที่ 2 ผลการทดลองพ่นสีฝาครอบวาล์วที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส

ชิ้นงาน	ครั้งที่	รอบ (rpm)	เวลา (นาที)	ความหนาสี ( $\mu m$ ) ที่อุณหภูมิ ( $^{\circ}C$ )		
				90	100	110
ฝาครอบวาล์ว	1	8	4.15	36.01	34.32	30.14
	2	7	5.12	28.00	26.66	19.05
	3	6	6.21	21.57	17.00	8.59
	4	5	7.05	14.09	8.81	6.02
	5	4	8.16	8.49	7.12	4.81

หมายเหตุ ส่วนที่เป็นสีเข้มมีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu m$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซแพนท์



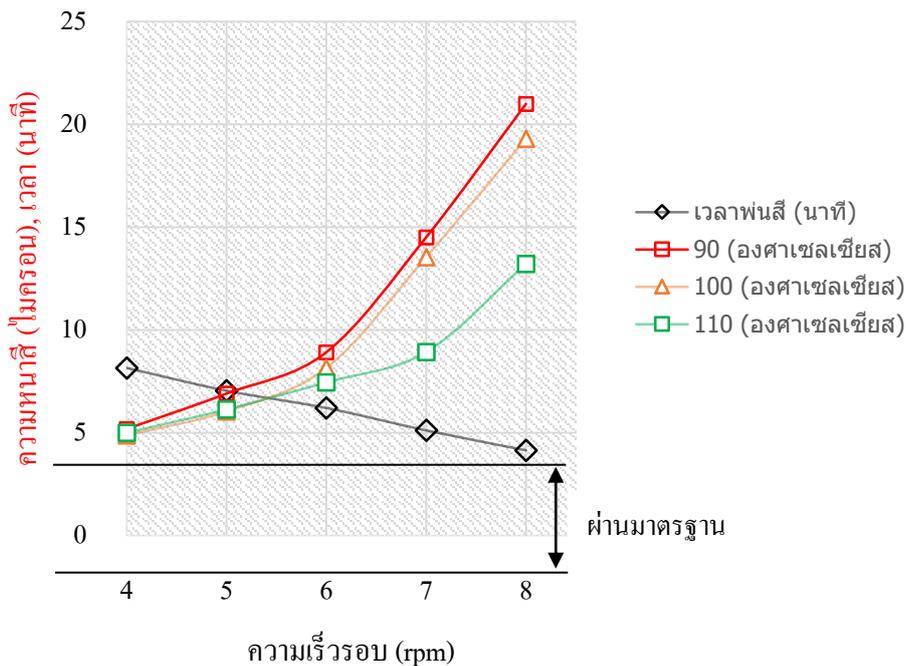
รูปที่ 5 ผลการทดลองพ่นสีฝาคกรอบวาล์ว

จากตารางที่ 2 และรูปที่ 5 เป็นผลการทดลองพ่นสีฝาคกรอบวาล์วที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาเกิน 8 μm ไม่ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซเฟ้นท์ ในขณะที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 8 μm ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซเฟ้นท์ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 4 รอบต่อนาที และเวลาการพ่นสีไม่เกิน 8.16 นาที และที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 8 μm ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซเฟ้นท์ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 7.05 นาที ดังนั้นการพ่นสีฝาคกรอบวาล์วที่เหมาะสมที่สุดที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 7.05 นาที

ตารางที่ 3 ผลการทดลองพ่นสีครอบรั้มเบรคที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส

ชิ้นงาน	ครั้งที่	รอบ (rpm)	เวลา (นาที)	ความหนาสี (μm) ที่อุณหภูมิ (°C)		
				90	100	110
ครอบรั้มเบรค	1	8	4.15	21.00	19.31	13.22
	2	7	5.12	14.51	13.55	8.93
	3	6	6.21	8.92	8.16	7.46
	4	5	7.05	6.91	6.05	6.14
	5	4	8.16	5.19	4.88	5.00

หมายเหตุ ส่วนที่เป็นสีเข้มมีความหนาไม่เกิน 8 μm ผ่านค่ามาตรฐานของสีคั้นไซเฟ้นท์



รูปที่ 6 ผลการทดลองพ่นสีครอบตลับเบรค

จากตารางที่ 3 และรูปที่ 6 เป็นผลการทดลองพ่นสีครอบตลับเบรคที่อุณหภูมิ 90, 100 และ 110 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu\text{m}$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคันไซพื้นที่ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 7.05 นาที ในขณะที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu\text{m}$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคันไซพื้นที่ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 7.05 นาที และที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ชิ้นงานที่มีความหนาสีไม่เกิน 8  $\mu\text{m}$  ผ่านค่ามาตรฐานของสีคันไซพื้นที่ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 6 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 6.21 นาที ดังนั้นการพ่นสีครอบตลับเบรคที่เหมาะสมที่สุดที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบไม่เกิน 6 รอบต่อนาทีและเวลาการพ่นสีไม่เกิน 6.12 นาที



คูล์วรถจักรยานยนต์



ฝาครอบวาล์ว



ตุ้มครอบตลับเบรค

รูปที่ 7 ชิ้นงานทดสอบ 3 ตัวอย่าง ที่ผ่านการพ่นสี และผ่านการอบตามค่ามาตรฐาน

## 5. สรุป

จากผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิที่ทำให้สีแห้ง และเกาะติดชิ้นงานได้ตามค่ามาตรฐานอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 3 ชิ้น คือ ความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาที เวลาผ่านเตาอบ 7.05 นาที และอุณหภูมิอบสี 110 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความหนาของสีตามค่าที่กำหนดไม่เกิน 8  $\mu\text{m}$  ดังนั้น คูล์วรถจักรยานยนต์ เท่ากับ 5.00  $\mu\text{m}$  ฝาครอบวาล์ว เท่ากับ 6.02  $\mu\text{m}$  และตุ้มครอบตลับเบรค เท่ากับ 6.14  $\mu\text{m}$  ซึ่งอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานที่กำหนด

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายกัตัญญ หักพาล นายกิตติพงษ์ ดาวผักชี นายอนุเสก ว่างวารี และนายอนุรักษ ยี่สุนศรี ในการออกแบบ และสร้างเครื่องอบสีสายพานลำเลียง ตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และ วนิดา เอกบุรณะวัฒน์. (2554). **มอเตอร์และการขับเคลื่อนชุดที่ 1**. กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเชียเพลส (1989) จำกัด.
- [2] ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากร และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. (2522). **การออกแบบเครื่องจักรกล 1**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- [3] ศ.ดร.วริทธิ์ อิงภากร และ รศ.ชาญ ถนัดงาน. (2523). **การออกแบบเครื่องจักรกล 2**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- [4] รศ.ยรรยง ศรีสม. (2553). **ขนถ่ายวัสดุชุดที่ 3**. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี จำกัด.

## การพัฒนาเตาเผาสำหรับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้กลไกของเลห์มาน

Development of a furnace for a Lehmann Stirling engine

สมบัติ เชียงคำ<sup>1</sup>, สายชล สิทธิพงศ์<sup>2\*</sup>

Sombat Chiangkam<sup>1</sup> Saichon Sithipong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

Email: sombatc@northcm.ac.th

<sup>2\*</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

Email: saichon@northcm.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้พัฒนาเตาเผาสำหรับเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้กลไกของเลห์มาน ซึ่งมีขนาดอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่สร้างขึ้น ร่วมกับการทดลองใช้ฝาครอบที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันความร้อนกระจายออกจากเครื่องยนต์ ใช้ก๊าซเชื้อเพลิงเป็นแหล่งให้ความร้อน ผลการปรับปรุงสมรรถนะเชิงความร้อนและสมรรถนะเครื่องยนต์พบว่าสมรรถนะเชิงความร้อนหลังการปรับปรุงมีค่าคิดเป็นร้อยละ 53.23 การทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ พบว่า ได้แรงบิดเครื่องยนต์สูงสุดมีค่า 0.11 N·m ที่ความเร็วรอบ 43 rpm กำลังเพลลาของเครื่องยนต์สูงสุด 0.495 W ที่ความเร็วรอบ 43 rpm ประสิทธิภาพความร้อนเพลลาสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 0.25

**คำสำคัญ:** เครื่องยนต์สเตอร์ลิง, เครื่องยนต์สันดาปภายนอก

### Abstract

In this research, development of a furnace for a Lehmann Stirling engine was improved by a new heat cover design and investigation on the thermal efficiency of the engine was carried out the performance testing with the fuel gas. The results show that the thermal efficiency was 53.23% and the performance testing showed that the engine produced the maximum torque of 0.11 Nm at 43 rpm, the maximum shaft power of 0.495 W at 43 rpm, and the maximum brake thermal efficiency of 0.25 %, approximately.

**Keywords:** Stirling engine, External-combustion engine

### 1. บทนำ

พลังงานในปัจจุบันมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนเป็นสิ่งที่ขาดแคลนและจะหมดสิ้นไปในอนาคต จึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนพลังงาน เครื่องยนต์สันดาปภายนอกสามารถใช้พลังงานความร้อนได้หลากหลายและสามารถควบคุมให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้ง่ายกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังนั้นการพัฒนาเครื่องยนต์ความร้อนที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายนอกที่สามารถแก้วิกฤตพลังงานและสิ่งแวดล้อมในอนาคต

การวิจัยนี้ทำการพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายนอกที่ผลิตกำลังกล โดยเครื่องยนต์ความร้อนที่จะพัฒนาขึ้นนี้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นแหล่งพลังงาน ผลที่ได้มีส่วนช่วยในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัญหาหลักของโลกในปัจจุบันแล้ว ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาพลังงานทางเลือกอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้กลไกของเลห์มาน (Lehmann Stirling engine) ในระดับห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นการศึกษาทางด้านการทดลอง ในรูปลักษณะเบต้า (Beta-configuration) และทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของเครื่องยนต์

สเตอร์ลิงนี้พัฒนาการของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงเริ่มต้นในปี 1937 [1] โดยการค้นคว้าวิจัยของ Philips Research Laboratory ที่ Eindhoven, Holland ตอนแรกเป็นการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานความร้อนขนาดเล็กสำหรับวิทยุและอุปกรณ์ประเภทเดียวกันเพื่อใช้ในพื้นที่ห่างไกลซึ่งไม่มีไฟฟ้าใช้

ประเทศไทยปี พ.ศ. 2546 บัญชา คังตระกูลและไพศาล นาคผล [2] ศึกษาเพื่อหารูปแบบของเทคโนโลยีเครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่เหมาะสมกับชนบทและพื้นที่ห่างไกล พบว่าเครื่องยนต์สเตอร์ลิงสามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด คือ ใช้ได้ทั้งความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนจากการเผาไหม้ของวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม

กลไกที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยเลห์มาน (Lehmann) ซึ่งเป็นกลไกไม่ซับซ้อนสร้างขึ้นได้ง่าย มีราคาถูกสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การศึกษาวิจัยพบว่า เครื่องยนต์สเตอร์ลิงมีต้นทุนที่ถูกที่สุดในการผลิตกำลังไฟฟ้า [3]

## 2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

### 2.1 เครื่องยนต์ทดลอง

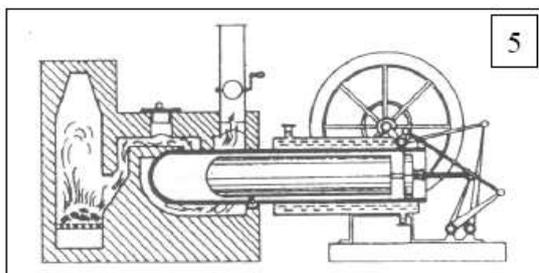
แผนภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบมีดังนี้

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์เครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้ทดสอบ

รายละเอียด	ขนาด
ความโตของกระบอกสูบเคลื่อนย้าย	75 mm
ช่วงชักของลูกสูบเคลื่อนย้าย	213 mm
ปริมาตรกวาดของของลูกสูบเคลื่อนย้าย	941.44 cm

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์เครื่องยนต์สเตอร์ลิงที่ใช้ทดสอบ (ต่อ)

รายละเอียด	ขนาด
ความโตของกระบอกสูบกำลัง	75 mm
ช่วงชักของลูกสูบกำลัง	75 mm
ปริมาตรกวาดของลูกสูบกำลัง	375.7 cc
อัตราส่วนการอัด	2.51
มุมลู่หน้าระหว่างลูกสูบกำลังกับลูกสูบเคลื่อนย้าย	90 องศา



Lehmann 1866



รูปที่ 1 ภาพของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบกลไกเลห์มาน

## 2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด ประกอบด้วย

1. Rope brake dynamometer สำหรับวัดแรงบิดเครื่องยนต์ประกอบด้วยเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักถ่วงและเชือก
2. เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์
3. ระบบให้ความร้อนด้วยก๊าซธรรมชาติเหลวประกอบด้วยหัวเผาก๊าซ (Gas burner) ถังก๊าซ อุปกรณ์ปรับความดันของก๊าซ และเครื่องวัดความดันของก๊าซที่จ่ายให้หัวเผาก๊าซ
4. ชุดวัดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ประกอบด้วยเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ และนาฬิกาจับเวลา
5. ระบบน้ำระบายความร้อนของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยถังเก็บน้ำเย็น ถังพักน้ำร้อน อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ, เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ เครื่องสูบน้ำ ระบบท่อ และวาล์ว
6. ชุดวัดอุณหภูมิของเครื่องยนต์ และน้ำระบายความร้อน
7. ชุดฝาครอบป้องกันความร้อน สำหรับนำไปสวมส่วนกระบอกสูบดีเซลเพลสเซอร์ เพื่อป้องกันการกระจายตัวของเชื้อเพลิงที่ป้อนความร้อนให้กับเครื่องยนต์

## 2.3 การทดสอบเครื่องยนต์

1. การหาความร้อนที่ป้อนให้แก่สารทำงาน เนื่องจากค่าความร้อนที่ป้อนให้แก่เครื่องยนต์ไม่สามารถวัดได้ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จึงต้องทดสอบก่อนที่จะทดสอบสมรรถนะ เพื่อให้ได้ค่าความร้อนที่ป้อนให้แก่เครื่องยนต์จริงในระหว่างการทดสอบสมรรถนะ และนำไปใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องยนต์

2. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ทำหลังจากที่ทราบค่าความร้อนป้อนเข้าที่เหมาะสมแล้ว การทดสอบสมรรถนะทำเฉพาะการทดสอบหาค่ากำลังเพลลาของเครื่องยนต์ และประสิทธิภาพความร้อนเพลลาของเครื่องยนต์เท่านั้น

### การหาความร้อนที่ป้อนให้แก่สารทำงาน

ถอดกระบอกสูบเคลื่อนย้ายออกจากเครื่องยนต์ นำกระบอกสูบเคลื่อนย้ายมาซึ่งน้ำหนักรวมกับน้ำสะอาดที่บรรจุอยู่เต็มช่องร้อน แล้วหักน้ำหนักตัวเปล่าของกระบอกสูบเคลื่อนย้ายออก ก็จะทราบจำนวนน้ำที่ใช้ในการทดสอบ เตรียมน้ำสะอาดตามน้ำหนักที่ได้ไว้ให้พร้อม นำกระบอกสูบเคลื่อนย้ายมาวางบนโครงทดสอบ โดยให้กระบอกสูบเคลื่อนย้ายอยู่ห่างจากหัวเผาก๊าซเท่ากับระยะที่จะใช้ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ นำเทอร์โมคัปเปิลมาใส่ไว้ในกระบอกสูบเคลื่อนย้าย โดยให้ปลายอยู่ที่กึ่งกลางของความลึก และแต่ละตัวอยู่ห่างจากผนังของช่องร้อน เพื่อให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยที่แท้จริง จากนั้นต่อสายเทอร์โมคัปเปิลเข้ากับอินดิเคเตอร์และเตรียมถังก๊าซที่จะใช้ในการทดสอบ วางถังก๊าซลงบนเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เปิดลิ้นจ่ายก๊าซที่ถัง ปรับความดันของก๊าซในสายจ่ายให้อยู่ที่ 0.5 bar จุดไฟที่หัวเผาก๊าซ อุณหภูมิของกระบอกสูบเคลื่อนย้ายให้ได้  $50^{\circ}\text{C}$  แล้วจึงใส่น้ำที่เตรียมไว้ลงในกระบอกสูบเคลื่อนย้าย อ่านน้ำหนักก๊าซจากเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เริ่มต้นการจับเวลา จดบันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ จดบันทึกอุณหภูมิของน้ำทุก 1 นาที จนกระทั่งน้ำมีอุณหภูมิสูงถึงประมาณ  $80^{\circ}\text{C}$  จึงหยุดการทดสอบ จดบันทึกน้ำหนักสุดท้ายของก๊าซจากเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ หยุดการจับเวลา และจดบันทึกเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ปิดลิ้นจ่ายก๊าซที่ถัง เอาเทอร์โมคัปเปิลออกจากกระบอกสูบเคลื่อนย้าย เทน้ำออกจากกระบอกสูบเคลื่อนย้าย รอให้กระบอกสูบเคลื่อนย้ายเย็น แล้วจึงทดสอบครั้งต่อไปที่ความดันในสายจ่ายก๊าซเป็น 0.4, 0.3, 0.2, และ 0.1 bar ตามลำดับ



รูปที่ 2 การทดสอบหาความร้อนเข้าสู่เครื่องยนต์



รูปที่ 3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

## 2.4 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

ผลจากการทดสอบหาประสิทธิภาพแหล่งความร้อนของเครื่องยนต์ มีประสิทธิภาพแหล่งความร้อนสูงสุดที่ความดันในสายจ่ายก๊าซ 0.1 bar จึงทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดดังนี้ เทอร์โมคัปเปิล เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งสปริง น้ำหนักถ่วง เชือก ชุดวัดความเร็วรอบ มัลติมิเตอร์ ชุดฝาครอบป้องกันความร้อน จากนั้นติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์ ต่อน้ำระบายความร้อนเข้าให้หมุนเวียนเข้าไปในช่องน้ำระบายความร้อนของเครื่องยนต์

2. ติดตั้งหัวจ่ายก๊าซ วางถังก๊าซลงเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เปิดวาล์วจ่ายก๊าซที่ถัง ปรับความดันของก๊าซในสายจ่ายให้ได้ตามค่าที่ต้องการวัด แล้วจุดไฟที่หัวจ่ายก๊าซพร้อมกับจับเวลา ปรับอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนให้คงที่

3. จดบันทึกค่าของอุณหภูมิเริ่มต้นทั้งหมด เริ่มต้นการจับเวลา จากนั้นจึงจดบันทึกค่าอุณหภูมิช่องน้ำเข้า ( $T_{w, in}$ ) อุณหภูมิช่องน้ำออก ( $T_{w, out}$ ) สารทำงานในช่องร้อน ( $T_H$ ) และช่องเย็น ( $T_C$ ) ทุก 1 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิของสารทำงานในช่องร้อนสูงสุด

4. เมื่ออุณหภูมิของสารทำงานในช่องร้อนสูงสุดแล้ว จึงทำการสตาร์ทเครื่องยนต์

5. เครื่องยนต์ทำงานโดยยังคงจดบันทึกค่าอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มการจดบันทึกค่าของความเร็วยรอบ (N) ทุก 1 นาที พร้อมกัน

6. เมื่อสังเกตเห็นว่าค่าของอุณหภูมิ และความเร็วยรอบ เริ่มคงที่ แสดงว่าการทำงานของเครื่องยนต์เริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว นำเครื่องชั่งสปริงมาแขวน และเชือกมาคล้องกับล้อกำลัง

7. เริ่มเพิ่มโหลดให้ความเร็วยรอบลดลง แล้วจดบันทึกค่าแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริง และค่าความเร็วยรอบทุกครั้ง que เพิ่ม โหลด จนกระทั่งเครื่องยนต์หยุดการทำงาน

8. ปิดวาล์วจ่ายก๊าซที่ถัง จากนั้นทำการหยุดเวลา จดบันทึกเวลา และน้ำหนักของก๊าซจาก เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 ความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์

ผลลัพธ์จากการทดสอบหาความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์รูปแบบไม่ใส่เตาเผาครอบ เนื่องจากความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์ไม่สามารถทำได้ในขณะที่ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงต้องทดสอบหาความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์ก่อนการทดสอบสมรรถนะ โดยใช้หลักการให้น้ำเป็นตัวรับความร้อนจากก๊าซ LPG โดยควบคุมที่ความดันในสายจ่ายก๊าซเป็นหลัก การทดสอบหาความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์ในแต่ละความดันนั้น จะต้องหาระยะห่างระหว่างหัวจ่ายก๊าซกับกระบอกสูบ โดยการกำหนดระยะห่างไว้ 5 ระดับ จากนั้นทำการทดสอบในระยะห่างของแต่ละระดับ เพื่อหาระยะห่างที่ดีที่สุดในการทดสอบ เมื่อได้ระยะห่างที่ดีที่สุดแล้วทำการทดสอบที่ระยะห่างนั้นเพิ่มอีก 2 รอบ รวมจำนวนทดสอบระยะห่างที่ดีที่สุด 3 ครั้ง

ผลลัพธ์จากการทดสอบหาความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์ทดสอบที่ความดัน 0.1 bar, 0.2 bar, 0.3 bar, 0.4 bar และ 0.5 bar ในตารางที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น

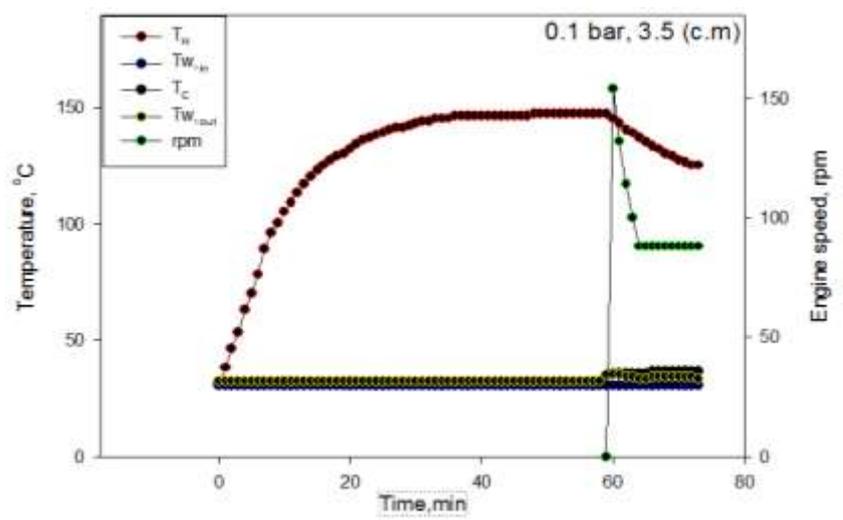
ตารางที่ 2 ผลสรุป การทดสอบหาความร้อนป้อนเข้าเครื่องยนต์ (Heat in put) ที่พัฒนาขึ้น

P (bar)	$m_w$ (kg/s)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/min)	$Q_{in}$ (kJ/s)	$m_f$ ( $\times 10^{-6}$ kg/s)	$Q_f$ (kJ/s)	$E_H$ (%)
0.1	0.0063	7.5	0.1978	8.0798	0.3717	53.23
0.2	0.0093	6.2	0.2414	11.0895	0.5101	47.33
0.3	0.0127	5.5	0.2925	14.7786	0.6798	43.02
0.4	0.0128	6.5	0.3484	18.5187	0.8519	40.89
0.5	0.0147	6.5	0.4001	22.1569	1.0192	39.25

\*LHV<sub>LPG</sub> = 46 MJ/kg

### 3.2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

การทดสอบนี้ เลือกทดสอบเฉพาะค่าความดันที่ให้ประสิทธิภาพแหล่งให้ความร้อนสูงสุด โดยทดสอบรูปแบบใส่เตาเผาครอบที่ดิสเพลสเซอร์ ความดันที่ 0.1 bar มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ นำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาที่อุณหภูมิห้องร้อน เวลาที่อุณหภูมิห้องเย็น และเวลากับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แสดงไว้ในรูปที่ 4 หลังจากให้ความร้อนกับเครื่องยนต์จนอุณหภูมิในห้องร้อนเพิ่มขึ้นสูงสุด จากนั้นทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ สังเกต ค่าอุณหภูมิห้องร้อน ห้องเย็น และความเร็วรอบ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และเวลา

เมื่อมีค่าคงที่แล้วจึงทำการเพิ่มโหลดให้แก่เครื่องยนต์ นำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบกับแรงบิดของเครื่องยนต์ และความเร็วรอบกับกำลังเพลารเครื่องยนต์





การวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี :  
กรณีศึกษา บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด

Accounting Information System Design:  
Case Study WT Inter 2 Plus Company Limited

ไพลิน ท้อเพียร<sup>1\*</sup>, อรสา อร่ามรัตน์<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>คณะบัญชี มหาวิทยาลัยธนบุรี

\*tuktawan2312@gmail.com

**บทคัดย่อ**

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อวิเคราะห์การปฏิบัติงานระบบสารสนเทศทางการบัญชี และ (2) เพื่อวางระบบสารสนเทศทางการบัญชีที่เหมาะสมตามทฤษฎีโดยใช้กรณีศึกษา บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกสำหรับผู้บริหารและพนักงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้บริหาร เป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาลักษณะการดำเนินงานและศึกษาระบบสารสนเทศทางการบัญชีเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชีของ บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด เกี่ยวกับลักษณะการดำเนินงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน โครงสร้างองค์กรและระบบบัญชี กลุ่มพนักงานเป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานตามระบบสารสนเทศทางการบัญชีทั้ง 5 วงจร

ผลการศึกษาพบว่า (1) ผลการวิเคราะห์การปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศทางการบัญชีของบริษัทไม่มีการจัดโครงสร้างองค์กร และขาดการกำหนดหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจนทำให้มีความเสี่ยงต่อการทุจริตด้านการเงินโดยไม่มีการตรวจสอบซึ่งกันและกัน เพราะบุคคลเดียวเป็นผู้ทำงานตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ, ด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางการบัญชียังไม่ครบถ้วนตามหลักการที่เหมาะสม, ด้านการควบคุมภายในยังไม่สอดคล้องกับหลักการควบคุมภายในที่จะนำไปสู่แนวคิดการกำกับดูแลที่ดี (2) ผลการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี ได้ออกแบบโครงสร้างองค์กรเป็น 3 แผนก คือ แผนกขาย แผนกการเงินและบัญชี และแผนกผลิต สำหรับด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชีได้ออกแบบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนกต่างๆครบทุกวงจร ส่วนด้านการควบคุมภายในได้กำหนดการแบ่งแยกหน้าที่รับผิดชอบ และการใช้ประโยชน์เอกสารที่ออกแบบไว้และยังสามารถใช้ผลจากการประมวลผลในการวัดผลการดำเนินงานได้ด้วย

**คำสำคัญ :** ระบบสารสนเทศทางการบัญชี, บริษัทดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด

**Abstracts**

The objective of the study was to (1) To analyze the operation of accounting information system and (2) To apply appropriate accounting information system according to theory using case study WT Inter 2 plus company limited primary data collection using in-depth interviews for executives and employees. It is divided into 2 groups: Management / General Manager. An interview was conducted to study the operation and study of accounting information system for use as information in the accounting information system of WT Interactive Plus Co., Ltd. about Operation Characteristics working procedure Organizational Structure and Accounting System Employees were interviewed about the operation of the accounting.

The results of the study were as follows (1) Analysis of the operation of the accounting information system of the company has no organizational structure. And lack of clear responsibilities, there is a risk of

financial fraud without mutual verification. because a single person is working from the beginning to the end of the process. The documents related to accounting information system are not complete according to the appropriate principles. Internal control is not consistent with internal control principles that lead to good governance.(2) The results of the accounting information system. The organizational structure is divided into 3 departments: sales department, financial and accounting department, and production department for accounting information system. The internal control has determined the separation of responsibilities. The use of the designed document can also be used as a result of processing.

**Keywords:** Accounting Information System, WT Inter 2 Plus Company Limited

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันธุรกิจมีการแข่งขันมากขึ้นเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกกิจการที่มีผลกระทบต่อธุรกิจ สิ่งสำคัญที่จะทำให้การบริหารธุรกิจประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับบุคคล และระบบของการทำงานพร้อมทั้งเทคโนโลยีที่ทันสมัย ถ้าธุรกิจใดสามารถวางแผนสั่งการและควบคุมรวมไปถึงการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วก็จะทำให้การบริหารกิจการนั้นประสบความสำเร็จได้รวมไปถึงเทคโนโลยีสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ที่ได้มีการพัฒนามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คุณภาพของการบริหารเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจในปัจจุบันนั้นจึงขึ้นอยู่กับผู้บริหารที่สามารถใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศทางธุรกิจ (Business information system) เพื่อช่วยในการตัดสินใจอย่างรวดเร็วถูกต้องและน่าเชื่อถือ ธุรกิจประกอบด้วยระบบย่อยหลายระบบ เช่น ระบบสารสนเทศทางการขายและการตลาด ระบบสารสนเทศทางการเงิน ระบบสารสนเทศทางการบริหารทรัพยากรมนุษย์ และระบบสารสนเทศทางการบัญชี เป็นต้น ระบบสารสนเทศทางการบัญชี (Accounting information system) ถือเป็นระบบย่อยทางการบัญชีในระบบรวมอย่างหนึ่งของธุรกิจ คือ ระบบจะรวบรวมข้อมูลที่ผู้บริหารจะต้องใช้ข้อมูลในการประกอบธุรกิจที่มีผลต่อบุคคลภายในและบุคคลภายนอกขององค์กรรวมถึงการตัดสินใจและใช้ข้อมูลในการวางแผนพัฒนาและกำหนดแนวทางในการดำเนินธุรกิจให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจในขณะนั้น ระบบสารสนเทศทางการบัญชีนั้นสามารถแบ่งเป็นวงจรการปฏิบัติงานย่อยได้ ดังนี้ วงจรรายรับ วงจรรายจ่าย วงจรการผลิต วงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน ระบบบัญชีแยกประเภททั่วไปและการรายงาน หากวงจรย่อยทั้ง 5 วงจรนี้มีการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีจะสามารถช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจในเรื่องการทำธุรกิจได้ถูกต้องอันเนื่องมาจากผู้บริหารสามารถมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้องและแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านการวิเคราะห์การตลาด ต้นทุนราคาสินค้า สถานะสินค้า ระยะเวลาในการชำระเงิน ในปัจจุบันมีการให้ความสำคัญกับข้อมูลจากระบบสารสนเทศทางการบัญชีมากขึ้น เพราะกิจการใดที่มีระบบสารสนเทศการบัญชีที่ดีจะสามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการตลาดได้ง่าย และสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดง่ายต่อการทำงาน มีความน่าเชื่อถือ ผู้ประกอบธุรกิจในปัจจุบันหากมีการวางระบบสารสนเทศที่มีข้อมูลที่แม่นยำจะสามารถพัฒนานำข้อมูลที่ได้ประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในปัจจุบันได้สะดวกและรวดเร็วกว่าธุรกิจที่ไม่มีการวางระบบสารสนเทศที่ดีและแม่นยำ หากธุรกิจใดที่ไม่มีข้อมูลที่แม่นยำดังที่กล่าวมาแล้วนั้นจะไม่สามารถมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจเพื่อดำเนินธุรกิจได้ทันต่อสภาวะเหตุการณ์เศรษฐกิจโลก

บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ พูลส์ จำกัด เป็นบริษัทขนาดเล็กได้ประกอบธุรกิจรับจ้างผลิตเสากล้องวงจรปิด ซึ่งแบ่งหมวดธุรกิจออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การออกแบบและผลิตเสากล้องวงจรปิดโดยกระบวนการ Hot Dip Galvanizing (HDG) การบริการรับออกแบบและจัดบุธสินค้าห้องแสดงสินค้า พร้อมทั้งติดตั้งและขนย้ายเฟอร์นิเจอร์ทุกประเภท และการรับออกแบบและผลิตสิ่งพิมพ์ต่างๆ บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจ 3 กลุ่มธุรกิจ จะเห็นได้ว่าธุรกิจที่เป็นรายได้หลัก คือการรับจ้างผลิตเสากล้องวงจรปิดผ่านกระบวนการ Hot dip galvanized ซึ่งการดำเนินงานนั้นมีรายละเอียดและผลกระทบต่อบริษัทมากที่สุด จึงสมควรนำมาเป็นกรณีศึกษามากที่สุด

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารและการสังเกตการณ์ขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางบัญชี พบปัญหาหลายประการ เช่น ไม่มีการจัดโครงสร้างองค์กร ขาดการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน ด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางบัญชียังไม่ครบถ้วนตามหลักการที่เหมาะสม และด้านการควบคุมภายในยังไม่สอดคล้องกับหลักการควบคุมภายในที่ดี ความสำคัญของปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาระบบสารสนเทศทางบัญชีและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาปรับปรุงโครงสร้างองค์กรและระบบสารสนเทศที่เหมาะสมทางการบัญชีที่มีอยู่ใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและการควบคุม ซึ่งจะ เป็นประโยชน์แก่บริษัทดับบลิวที อินเทอร์เน็ต จำกัด ต่อไปในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อวิเคราะห์การปฏิบัติงานระบบสารสนเทศทางบัญชีของบริษัท ดับบลิวที อินเทอร์เน็ต จำกัด

2. เพื่อการวางระบบสารสนเทศทางบัญชีที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องให้กับบริษัท ดับบลิวที อินเทอร์เน็ต จำกัด

## 3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบสารสนเทศทางการบัญชี หมายถึง ระบบการทำงานหนึ่งที่น่านโยบายทรัพยากร มนุษย์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาประกอบกัน โดยเน้นการใช้ประโยชน์ทางการบัญชีที่เกิดขึ้น จากการดำเนินธุรกิจ และมีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เช่น การเก็บบันทึกรายการที่เกิดขึ้นของธุรกิจ การประมวลผลข้อมูลให้ได้สารสนเทศที่มีประโยชน์ต่อการวางแผน การสั่งการและการ ควบคุมของธุรกิจเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้มานั้นถูกต้องและเชื่อถือได้ (อรรถพล ตรีตานนท์, 2546 หน้า 2) โดยการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี สามารถแบ่งได้ 5 วงจร ได้แก่

1. วงจรรายรับ เป็นวงจรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการรับคำสั่งซื้อสินค้าหรือบริการ กิจกรรมการส่งมอบสินค้าหรือบริการ กิจกรรมการเรียกเก็บเงินค่าสินค้าหรือบริการ และกิจกรรมการรับชำระเงินค่าสินค้าหรือบริการจากลูกค้าในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงานนั้นผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงานจะต้องบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลเข้าไปทำการประมวลผลรายการค้าและจัดทำรายงานเสนอให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างครบถ้วน ถูกต้อง และทันเวลา

2. วงจรรายจ่ายเป็นกลุ่มกิจกรรมที่เกิดขึ้นบ่อยในธุรกิจ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลการจัดซื้อ ชำระค่าสินค้าและบริการ ได้แก่ ระบบการสั่งซื้อและรับสินค้า ระบบบัญชีเจ้าหนี้ และระบบควบคุมเงินสดจ่ายกระบวนการในวงจรรายจ่าย แบ่งได้เป็น 5 กระบวนการ คือ กระบวนการขอซื้อ ได้รับข้อมูลการขอซื้อมาจากแผนกต่างๆ วัตถุประสงค์ หรือสินค้าคงเหลือที่ถึงจุดสั่งซื้อจากแผนกควบคุมสินค้าคงเหลือ กระบวนการจัดซื้อ สร้างใบสั่งซื้อวัตถุประสงค์ หรือสินค้าตามความต้องการ จากกระบวนการบันทึกใบสั่งขายจากผู้จำหน่าย กระบวนการรับสินค้า รับวัตถุประสงค์ หรือสินค้าจากกระบวนการจัดส่งของผู้จำหน่าย กระบวนการอนุมัติใบกำกับสินค้า และอนุมัติการจ่ายเงิน จะตรวจสอบสินค้าให้ตรงกับใบกำกับสินค้าจากกระบวนการส่งบิลของผู้จำหน่าย และใบรับสินค้าเพื่อเตรียมการจ่ายเงิน และกระบวนการจ่ายเงิน เตรียมการจ่ายเงินตามกระบวนการเรียกเก็บเงินของผู้จำหน่าย

3. วงจรผลิต กระบวนการของวงจรการผลิตเกี่ยวข้องกับการผลิต ระบบสารสนเทศจึงเป็นการควบคุมการสร้างกิจกรรมของการทำงานเพื่อรายละเอียดข้อมูลทางด้านต้นทุนมากกว่าข้อมูลที่ต้องการในการจัดทำงบการเงิน ซึ่งกระบวนการในวงจรการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 4 กิจกรรม ได้แก่ การออกแบบสินค้า การวางแผนและจัดทำตารางการผลิต การดำเนินการผลิต และ บัญชีต้นทุน

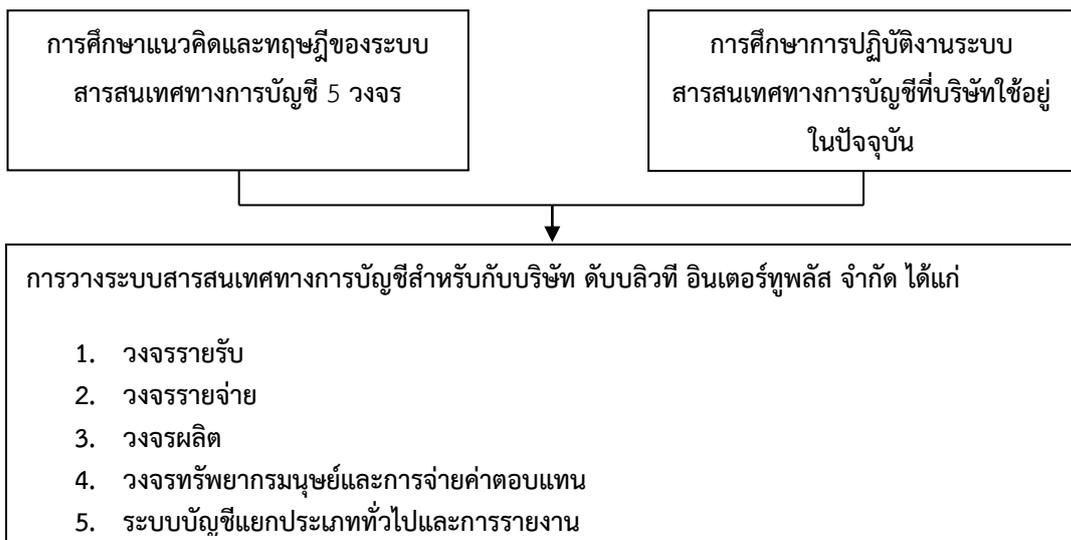
4. วงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน คือ กระบวนการบันทึกข้อมูลหลักให้ทันสมัย ได้แก่ การว่าจ้างพนักงานใหม่ การเลิกจ้าง การเปลี่ยนแปลงตัวเลขอัตราเบิกจ่ายที่เพิ่มขึ้น และการเลื่อนระดับต่างๆกระบวนการของวงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน ระบบสารสนเทศจึงเป็นการควบคุมการสร้างกิจกรรมของการทำงานเพื่อให้ได้

ข้อมูลที่ต้องการในการบริหารจัดการ ซึ่งกระบวนการในวงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทนสามารถแบ่งได้เป็น 7 กิจกรรม ได้แก่ กระบวนการบันทึกหลัก กระบวนการบันทึกอัตราภาษีและส่วนหักต่างๆ รายงานการตรวจสอบเวลาการปฏิบัติงาน กระบวนการเตรียมจ่ายค่าตอบแทน กระบวนการจ่ายค่าตอบแทน กระบวนการคำนวณการจ่ายสิทธิประโยชน์และภาษี กระบวนการจ่ายภาษีและหักค่าเบ็ดเตล็ด

5. ระบบบัญชีแยกประเภทและการรายงานกระบวนการในระบบบัญชีแยกประเภททั่วไปและการรายงานมีกระบวนการทั้งหมด 4 กระบวนการซึ่ง 3 กระบวนการแรกเป็นขั้นตอนการทำงานในวงจรบัญชีตามปกติส่วนกระบวนการสุดท้าย เป็นการนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการตัดสินใจของผู้บริหาร

นอกจากนี้ ระบบการควบคุมภายในยังเป็นพื้นฐานของการควบคุมกำกับดูแลที่ดีที่องค์กรหลายๆ องค์กรนำมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดแนวทางการควบคุม ภายในสำหรับบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์นำไปใช้ หรือตามร่างการจัดทำแผนการ ควบคุมภายในของคณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดินซึ่งกำหนดให้หน่วยงานต่างๆ นำไปจัดทำ แผนการควบคุมภายใน หรือตามที่สมาคมผู้ตรวจสอบภายในสหรัฐอเมริกา (The Institute of Internal Auditors หรือ IIA) และสมาคมผู้ตรวจสอบภายในแห่งประเทศไทย (The Institute of Internal Auditors of Thailand หรือ IIAT) เสนอแนะ ล้วนแต่เป็นเรื่องการควบคุมภายในตาม กรอบของ Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission หรือ เรียกกันทั่วไปว่า COSO ถูกกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้บริหารขององค์กรต่างๆ นำไปใช้เป็นกรอบในการ ออกแบบและสร้างระบบการควบคุมภายในให้องค์กรมีการควบคุมกำกับดูแลที่ดี (Good Governance)

#### 4. กรอบแนวคิดในการศึกษา



#### 5. วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้บริหาร จำนวน 1 ท่าน เพื่อศึกษาลักษณะการดำเนินงานและศึกษาระบบสารสนเทศทางการบัญชีเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชีของ บริษัทดับบลิวที อินเทอร์เน็ต จำกัดและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับพนักงาน จำนวน 9 ราย ได้แก่ ผู้จัดการทั่วไป 1 คน แผนกบัญชี 1 คน แผนกผลิต 5 คน แผนกขาย 2 คน เพื่อศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางการบัญชีตามระบบสารสนเทศทางการบัญชีทั้ง 5 วงจร ได้แก่ วงจรรายรับ วงจรรายจ่าย วงจรผลิต วงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน ระบบบัญชีแยกประเภทและการรายงาน การศึกษาครั้งนี้รวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2560 -14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

## 6. ผลการศึกษา

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชีและการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางการบัญชีของบริษัทดับบลิวที อินเตอร์ ทู พลัส จำกัด ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

**กลุ่มผู้บริหาร** จากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับลักษณะการดำเนินงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน โครงสร้างองค์กรและระบบบัญชี สามารถสรุปได้ว่าบริษัทไม่มีการจัดโครงสร้างองค์กร และขาดการกำหนดหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจนทำให้มีความเสี่ยงต่อการทุจริตด้านการเงินโดยไม่มีการตรวจสอบซึ่งกันและกัน เพราะบุคคลเดียวเป็นผู้ทำงานตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ, ด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางการบัญชียังไม่ครบถ้วนตามหลักการที่เหมาะสม,ด้านการควบคุมภายในยังไม่สอดคล้องกับหลักการควบคุมภายในที่จะนำไปสู่แนวคิดการกำกับดูแลที่ดี

ผู้บริหารจึงควรจัดรูปแบบโครงสร้างองค์กรใหม่ให้เหมาะสมกับลักษณะการดำเนินงาน และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจนเพื่อลดความเสี่ยงในการทุจริตในด้านต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อองค์กร รวมทั้งออกแบบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบบัญชีที่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์พร้อมการควบคุมภายในที่ดี

**กลุ่มพนักงาน** จากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์ผู้ปฏิบัติงานระบบสารสนเทศทางการบัญชีสามารถสรุปแยกตามวงจรได้ดังนี้

**1. วงจรรายรับ** จากการศึกษาระดับขั้นตอนการปฏิบัติงานของวงจรรายรับพบว่า กิจกรรมคำสั่งซื้อและรับเงินมัดจำแผนกขายจัดทำเอกสารเพียงชุดเดียวไม่มีการบันทึกข้อมูล สำหรับใบเสนอราคาและใบสั่งผลิต ไม่มีการจัดทำเอกสารการสั่งซื้อ ไม่มีการเก็บเข้าแฟ้มเพื่อติดตามการขาย ไม่มีการใช้แนวทางการควบคุมภายในในกิจกรรมด้านการขาย กิจกรรมการจัดส่งให้จัดทำใบส่งของทุกครั้งและการนำสินค้าออกจากฝ่ายผลิตจะต้องมีใบสั่งซื้อที่ได้รับการอนุมัติแล้ว กิจกรรมการเก็บเงินลูกค้าส่วนใหญ่จะทำการจ่ายค่าสินค้าโดยการโอนเงินเข้าบัญชีบริษัท ดังนั้นผู้บริหารเห็นว่ากิจกรรมการเก็บเงินจากลูกค้าส่วนใหญ่จะเป็นการโอนเงินเข้าบัญชีบริษัทแล้วส่งหลักฐานการโอนเงินให้บริษัท บริษัทจึงมีความเสี่ยงค่อนข้างน้อย

บริษัทจึงควรกำหนดให้มีการออกเอกสารรายการขายทุกครั้งต้องผ่านการอนุมัติจากผู้จัดการทั่วไปทุกครั้ง และบันทึกรายการขายที่เกิดขึ้น เพื่อรวบรวมยอดขายที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน มีการตรวจสอบเลขที่ลำดับเอกสารขายและสำเนาเอกสารเพื่อป้องกันการทุจริต การรับชำระหนี้ที่กิจการควรให้มีการตรวจสอบว่ายอดลูกหนี้ที่ลดลงสอดคล้องกับเงินที่ได้รับชำระ เพื่อยืนยันยอดเงินสดที่นำไปฝากธนาคารตรงกับรายการเงินฝากถอนในบัญชีเงินฝากธนาคาร ด้วยเหตุผลนี้กิจการใช้แนวทางในการควบคุมภายในของระบบลูกหนี้โดยการจัดทำบกระทยอดระหว่างบัญชีคุมลูกหนี้และบัญชีลูกหนี้รายตัว

**2. วงจรรายจ่าย** จากการศึกษาระดับขั้นตอนการปฏิบัติงานของวงจรรายจ่าย พบว่ากระบวนการจัดซื้อไม่มีการจัดทำเอกสารขอซื้อวัตถุดิบไว้เป็นหลักฐาน เอกสารสั่งซื้อจัดทำ 1 ฉบับ ซึ่งไม่มีเก็บไว้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบ กระบวนการรับสินค้าของแผนกผลิตรับสินค้าไว้อย่างเดียวไม่มีการจัดทำรายงานการรับสินค้าจึงไม่สามารถตรวจสอบได้ เรื่องทั่วไปกิจการไม่มีการใช้แนวทางการควบคุมภายใน เนื่องจากกิจการไม่มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนระหว่างแผนกขาย แผนกจัดส่ง โดยฝ่ายขายให้แยกพนักงานขายกับพนักงานจัดส่งออกจากกัน เพื่อลดความเสี่ยงในด้านการทุจริตที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีการซื้อสินค้ามาเพื่อขายเป็นเงินสดไม่มีการตรวจสอบซึ่งกันและกัน ระหว่างฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายขาย ฝ่ายบัญชี เพราะผู้ดูแลทำงานเพียงผู้เดียวตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ บริษัทจึงควรกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบการจัดซื้อ การขาย การจัดส่งออกจากกันโดยเด็ดขาด เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบได้และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น พร้อมนี้กิจการควรจัดทำหลักฐานเอกสารการจ่ายเงินทุกครั้ง รวมทั้งกำหนดให้มีผู้มีอำนาจในการอนุมัติสั่งซื้ออย่างชัดเจน เพื่อให้งานจัดซื้อไม่ได้อยู่ในอำนาจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เมื่อผู้มีอำนาจจัดซื้อเซ็นอนุมัติแล้วต้องให้ทางฝ่ายบัญชีและการเงินลงลายมือชื่อร่วมด้วย จึงจะสามารถนำเงินสดออกไปซื้อสินค้ามาเพื่อขายได้ ในกรณีการรับของเมื่อพนักงานจัดซื้อได้มีคำสั่งซื้อตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้วต้องจัดให้มีผู้รับสินค้าเพื่อขายนั้น ต้องเป็นพนักงานจากคลังสินค้าเป็นผู้เซ็นรับของ เป็นต้น

**3. วงจรผลิต** จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของวงจรผลิตพบว่า กระบวนการผลิตเมื่อผลิตสินค้าเสร็จแล้ว ไม่ได้จัดทำใบรายงานสินค้า แล้วเมื่อส่งต่อไปโรงซูปก็ลาวไนซ์ไม่ได้จัดทำใบส่งของไปยังโรงซูป แล้วเมื่อโรงซูปส่งสินค้ากลับมา แผนกผลิตไม่ได้จัดทำใบรายการสินค้าเข้าแผนกผลิต กิจกรรมใช้แนวทางการควบคุมภายในโดยส่วนใหญ่ คือ กิจกรรมวางแผนการผลิต และกิจกรรมดำเนินการผลิตมีการใช้แนวทางในการควบคุมภายในตามทฤษฎีทั้งหมด แต่ผลของการประเมินด้านกิจกรรมการบริหารด้านคลัง การตรวจนับวัตถุดิบคงเหลือ การจัดเก็บและการควบคุมวัตถุดิบผู้บริหารไม่ได้เข้มงวดกับการควบคุมภายในการบริหารด้านคลังการตรวจนับวัตถุดิบคงเหลือ การจัดเก็บและการควบคุมวัตถุดิบมากนัก

บริษัทจึงควรกำหนดให้มีการตรวจสอบการเบิกวัตถุดิบมาใช้ในการผลิต รวมทั้งการรับวัตถุดิบการผลิตต้องมีการจัดทำเอกสารทุกครั้งและได้รับอนุมัติจากผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันการทุจริตและข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น กิจกรรมยังไม่มีมีการทำรายงานสินค้าระหว่างผลิต คือ ไม่มีการจัดทำรายงานสินค้าที่ส่งไปโรงซูปจึงทำให้ไม่สามารถรู้ได้ว่าสินค้าที่อยู่ในระหว่างการซูปมีจำนวนเท่าใด กิจกรรมควรกำหนดให้พนักงานทางฝ่ายผลิตเป็นผู้จัดทำรายงานสินค้าระหว่างซูปนั้น เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่ไม่ทราบว่ามีสินค้าส่งซูปมีจำนวนเท่าใด เสร็จเมื่อใด พร้อมส่งลูกค้าเมื่อใด ทุกขั้นตอนควรจัดทำเอกสารเพื่อสามารถตรวจสอบได้และเก็บเข้าแฟ้มให้เป็นระเบียบ การควบคุมสินค้าคงเหลือควรต้องมีการตรวจสอบการรับจ่ายและต้องมีการจัดทำหลักฐานทุกครั้งซึ่งต้องได้รับการอนุมัติโดยผู้มีอำนาจทุกใบและควรมีการตรวจนับและสรุปผลการตรวจนับ โดยจัดทำรายการการตรวจนับสินค้าคงเหลือ เพื่อสามารถเปรียบเทียบผลการตรวจนับจริงกับยอดคงเหลือตามบัญชีได้

**4. วงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน** จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของวงจรทรัพยากรมนุษย์และการจ่ายค่าตอบแทน พบว่า กิจกรรมการสรรหาบุคลากร กิจกรรมการจ่ายค่าตอบแทนและการเบิกเงินมีการใช้แนวทางในการควบคุมเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่มีการลงเวลาการทำงาน เช่น ขาด ลา มาสาย

บริษัทจึงควรกำหนดให้มีการจัดทำคู่มือการทำงานเป็นลายลักษณ์อักษร และกำหนดหน้าที่ให้ชัดเจนนอกเหนือจากงานประจำโดยให้ผู้มีอำนาจลงลายมือชื่อเป็นลายลักษณ์อักษร รวมทั้งการบันทึกการปฏิบัติงานของบุคลากรในใบลงเวลาเป็นประจำ

**5. ระบบบัญชีแยกประเภททั่วไปและการรายงาน** จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของระบบบัญชีแยกประเภททั่วไปและการรายงานพบว่า บริษัทใช้แนวทางทางควบคุมภายใน สำหรับการควบคุมทั่วไปตามทฤษฎี เว้นแต่ไม่มีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานในการระบุอำนาจหน้าที่ของพนักงานแต่ละตำแหน่งที่ชัดเจน รวมทั้งผังทางเดินเอกสารที่แสดงภาพรวมของระบบส่วนแนวทางการควบคุมสำหรับรายการค่านั้น บริษัทมีการใช้แนวทางการควบคุมภายในอย่างเหมาะสม กิจกรรมควรจัดทำเอกสารคู่มือการปฏิบัติงาน

## 7. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์การปฏิบัติงานระบบสารสนเทศทางการบัญชี บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทุ พลัส จำกัด ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การจัดโครงสร้างขององค์กร การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละส่วนงานภายในบริษัท การจัดโครงสร้างขององค์กรพบว่าบริษัทยังไม่มีการจัดโครงสร้าง และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจนจากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์สามารถแบ่งหน้าที่ออกเป็น 3 แผนก คือ แผนกขาย แผนกบัญชี/การเงิน และแผนกผลิต ดังนั้นจึงได้เสนอให้มีการจัดโครงสร้างองค์กรใหม่และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละส่วนงานให้ชัดเจน โดยแผนกขายให้แยกพนักงานขายกับพนักงานจัดซื้อแยกออกจากกัน เพื่อลดความเสี่ยงด้านการทุจริตด้านการเงินที่อาจจะเกิดขึ้น เช่นการซื้อวัตถุดิบเป็นเงินสดและการขายสินค้า โดยไม่มีการตรวจสอบซึ่งกันและกัน เพราะผู้ดูแลเป็นผู้ทำงานตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการเพียงผู้เดียว ซึ่งการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบการทำงานออกจากกันมีส่วนช่วยให้การทำงานในแผนกขายเกิดการตรวจสอบซึ่งกันและกัน ลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และแผนกผลิตให้แยกพนักงานผลิตกับพนักงานดูแลคลังแยกออกจากกัน เพื่อเป็นการควบคุมการเบิกจ่ายวัตถุดิบในการผลิต ส่วนหน้าที่ในการดูแลและควบคุมแผนกต่างๆ ผู้จัดการทั่วไปเป็นผู้ดูแล ซึ่งสอดคล้อง

กับงานวิจัยของ กลุณข วงศ์มาศา (2550) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบบัญชีและการควบคุมภายในของธุรกิจโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป : บริษัท เอบีซี จำกัด จากการวิเคราะห์ระบบบัญชีและการควบคุมภายในของธุรกิจบริษัท กรณีศึกษามีการกำหนดและจัดแบ่งหน้าที่งานไม่เหมาะสมและไม่ชัดเจน อันเป็นผลให้เกิดจุดอ่อนในการควบคุมภายในของงานหลายจุดกัน การจัดทำเอกสารประกอบการดำเนินงานซึ่งเป็นหลักฐานในการบันทึกบัญชีที่ไม่สมบูรณ์และไม่เพียงพอ การควบคุมภายในของบริษัทในหลายระบบงานเป็นไปอย่างไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ จึงได้เสนอแนะให้ปรับปรุงระบบบัญชีให้มีการควบคุมภายในที่ดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งจัดทำคู่มือปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและดำเนินงาน การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะดังกล่าวทำให้บริษัทกรณีศึกษามีโครงสร้างองค์กรและระบบบัญชีที่มีการควบคุมภายในที่ดี มีรายงานทางการเงินและสารสนเทศที่ถูกต้องซึ่งจะช่วยให้ฝ่ายบริหารสามารถนำข้อมูลไปใช้วางแผน ควบคุมและประกอบการตัดสินใจในธุรกิจด้านต่างๆได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนะเมษฐ์ ธนโชติธนโชติสุขวัฒน์ (2558). ผลกระทบของการควบคุมภายในด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชีสำหรับที่มีต่อคุณภาพข้อมูลทางการบัญชีของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และผลกระทบ พบว่า การควบคุมภายในด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชี ด้านการควบคุมข้อมูลออก มีความสัมพันธ์และผลกระทบเชิงบวกกับคุณภาพข้อมูลทางการบัญชีโดยรวม ด้านความเข้าใจได้ ด้านความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ด้านเชื่อถือได้ และด้านการเปรียบเทียบกันได้ โดยสรุปการควบคุมภายในด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชี มีความสัมพันธ์และผลกระทบกับคุณภาพข้อมูลทางการบัญชี ดังนั้น บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยควรวางแผนระบบการควบคุมภายในด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชีให้เกิดความทันสมัย เข้าถึงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และสร้างระบบการควบคุมข้อมูลออก จัดให้มีการควบคุมภายในด้านระบบสารสนเทศทางการบัญชีให้กับพนักงานให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางการบัญชีและความไว้วางใจสำหรับนักลงทุนที่สนใจในธุรกิจนอกจากนี้ ควรมีการจัดทำคู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศทางการบัญชีอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายบัญชีและส่งผลกระทบต่อข้อมูลทางการบัญชีให้เกิดคุณภาพและความเชื่อมั่นให้กับผู้ให้งบการเงินต่อไป 2. เพื่อวางระบบสารสนเทศทางการบัญชีให้เหมาะสมกับบริษัทดับบลิวที อินเตอร์ ทุ พลัส จำกัด โดยการนำเอาทฤษฎีและแนวคิดของอรรถพล ตรีตานนท์. 2546. ระบบสารสนเทศทางการบัญชีมาเปรียบเทียบกับขั้นตอนการปฏิบัติงานในปัจจุบันของบริษัทเพื่อให้ได้ระบบสารสนเทศทางการบัญชีที่เหมาะสม

### ข้อเสนอแนะการปฏิบัติ

1. ด้านลักษณะการดำเนินงาน ควรวางนโยบายการควบคุมการปฏิบัติงานและกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน และจัดอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศทางการบัญชีให้เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น และจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2. ด้านเอกสารควรจัดทำเอกสารให้ครบถ้วนทุกส่วนงานและเพิ่มสำเนาเอกสารต่างๆในระบบเพื่อให้สามารถควบคุมภายในด้านเอกสารป้องกันความผิดพลาดและความเสี่ยงในการทุจริตเนื่องจากสามารถตรวจสอบได้

### ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะการวางระบบสารสนเทศทางการบัญชี กรณีศึกษา บริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทุ พลัส จำกัด ด้านการรับจ้างผลิตเสากล้องวงจรปิดผ่านกระบวนการกล่าวไบนซ์เท่านั้น ผู้ที่สนใจศึกษาครั้งต่อไปจึงควรศึกษาในธุรกิจด้านอื่นของบริษัท ดับบลิวที อินเตอร์ ทุ พลัส จำกัด ได้แก่ ธุรกิจบริการรับออกแบบและจัดบุธสินค้านำแสดงสินค้า พร้อมทั้งติดตั้งและขนย้ายรวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ทุกประเภท และธุรกิจรับออกแบบและผลิตสิ่งพิมพ์ต่างๆ



## การเตรียมโลชั่นสารสกัดชะเอมเทศในรูปแบบผลึกเหลว

### Preparation of *Glycyrrhiza glabra* extract lotion in liquid crystal form

มนัญญา เอี่ยมโรจน์เมธา<sup>1</sup>, จิรพันธ์ ม่วงเจริญ<sup>2</sup>, ประสาน ตั้งยีนยงวัฒนา<sup>3</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรการแพทย์แผนตะวันออก สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพร มหาวิทยาลัยรังสิต

nongnew-2229@hotmail.com

<sup>2</sup> อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพร วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

jiraoan\_rx25@yahoo.com

<sup>3</sup> อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพร วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

prtang2000@yahoo.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโลชั่นจากสารสกัดชะเอมเทศให้มีประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวหนังได้ดีและไม่เหนอะหนะ ด้วยวิธีเทคโนโลยี ลิควิด คริสตอล ซึ่งเหมาะสำหรับสภาพอากาศร้อนในประเทศไทย การพัฒนาสูตรตำรับโลชั่นพื้น จะเตรียมโลชั่นเป็นแบบชนิดน้ำมันในน้ำ และใช้ นิกโกเพอร์โฟส แอลซี ซึ่งประกอบด้วย อาร์จินีน เฮกซิล เดกซิล ฟอสเฟส ในสูตรที่ 1, 2 และใช้ นิกโกมุเลส แอลซี ซึ่งประกอบด้วย เซติล แอลกอฮอล์, สเตียริล แอลกอฮอล์, บีเฮนิล แอลกอฮอล์, กลีเซอรอล สเตียเรท, คาพลิลิก/คาพลิก ไตรกลีเซอไรด์, ไฮโดรจินเนต เลซิธิน, พืจี-20 และ ไฟโตสเตอรอล ในสูตรที่ 3, 4, 5 เป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดลิควิด คริสตอล โดยเตรียมจำนวน 5 สูตร ในการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของโลชั่น ได้ทำการตรวจสอบลักษณะของเนื้อโลชั่น สี กลิ่น การแยกชั้น ความหนืด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความรู้สึกเมื่อทา และการส่องกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรส์ เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของโลชั่นโดยตรวจสอบหาโครงสร้างรูปร่างภาพ พบว่าสูตรตำรับที่ใช้ปริมาณ นิกโกเพอร์โฟส แอลซี 5% (สูตรที่2) มีคุณลักษณะที่ดี และเหมาะสมที่สุด จึงนำมาพัฒนาเป็นโลชั่นสารสกัดชะเอมเทศ

**คำสำคัญ :** โลชั่น, สารสกัดชะเอมเทศ, ลิควิด คริสตอล

#### Abstract

This research aimed to develop *Glycyrrhiza glabra* extract lotion in order to increase the absorption ability through the skin and no sticky characteristic which is suitable for hot weather in Thailand. The preparation intends to use liquid crystal technology making the liquid product. For the lotion base formulation development, they were prepared in the form of oil in water lotion and used NIKKOPURPHOSE LC which composes of arginine hexyldecyl phosphate (in formula 1, 2) and used NIKKOMULESE LC which composes of cetyl alcohol, stearyl alcohol, behenyl alcohol, glyceryl stearate, caprylic/capric triglyceride, hydrogenated lecithin, PEG-20 and phytosterol (in formula 3,4,5) as a substance to produce the liquid crystal structure. Five formulas were prepared and the evaluation items of the lotion were texture, color, odor, viscosity, physical stability and pH. For liquid crystal property, lotions were analyzed under polarized light microscope to determine the maltose cross structure. It was found that the formula that used NIKKOPURPHOSE LC 5% (formula 2) showed good liquid crystal feature and appropriate physical properties. This information is crucial for development of *Glycyrrhiza glabra* extract lotion

**Keywords:** Lotion, Liquid crystal, *Glycyrrhiza glabra* extract

## ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย

ในปัจจุบันเครื่องสำอาง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับร่างกายในชีวิตประจำวันเพื่อทำความสะอาด บำรุง เสริมสร้าง ปกป้อง แก้ไขข้อบกพร่อง หรือตกแต่งสีสันทให้กับส่วนต่างๆของร่างกายเพื่อให้สวยงามและสะอาด ทำให้ผู้ใช้มีบุคลิกที่ชวนมองยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสำอางที่ใช้ทำนุบำรุงรักษาและแก้ไขข้อบกพร่องของผิวหนัง (skin care products) เครื่องสำอางที่ใช้ป้องกันผิวหนังจากการถูกทำลาย (skin protection products) เครื่องสำอางที่ใช้เพื่อทำความสะอาด (skin cleansing preparations) หรือเครื่องสำอางที่ใช้ตกแต่งสีสันท (make up preparation) ล้วนมีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในทุกรูปแบบ จึงมีการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบที่แปลกใหม่อยู่เสมอ เช่น มีการพัฒนาระบบนำส่ง (delivery system) ที่ช่วยเพิ่มการดูดซึมของสาร ให้สามารถนำส่งสารไปบริเวณเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสารสำคัญจะออกฤทธิ์ได้ก็ต่อเมื่อถูกดูดซึมผ่านผิวหนังชั้น stratum corneum ลงไปจนถึงบริเวณเป้าหมาย ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจึงต้องอาศัยระบบนำส่งที่มีประสิทธิภาพ (อรัญญา มโนสร้อย, 2008)

ลิควิด คริสตอล (liquid crystal) เป็นอิมัลชันที่มีการเรียงตัวแบบลามเนลา (lamellar structure) คล้ายกับน้ำมันหล่อลื่นระหว่างเซลล์ (intercellular lipid) ในผิวของมนุษย์ (Mina, 2014) สามารถนำพาสารให้แทรกซึมเข้าไปในชั้นผิวได้ลึกขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถปกป้องผิวจากสภาพแวดล้อมภายนอกเหมือนกับเป็นผิวหนังชั้นที่สองได้อีกด้วย (Tadwee et al., 2012) นิกโกเพอร์โฟส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) และ นิกโกมูเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) เป็นสารที่ช่วยในการเกิดลิควิด คริสตอลของบริษัท นิคคอลล (NIKKOL) ประเทศญี่ปุ่น ([www.nikkol.co.jp](http://www.nikkol.co.jp)) ยังไม่ค่อยได้นำมาประยุกต์ใช้กับสารสกัดสมุนไพรไทย

ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra*) เป็นสมุนไพรที่นิยมใช้ในการแพทย์แผนตะวันออก ซึ่งมีสารหลายกลุ่ม เช่น โกลเซอไรซิน (glycyrrhizin) ซึ่งเป็นสารที่ให้ความหวานอยู่ในกลุ่มซาโปนิน (saponin) ส่วน กลาบรีดิน (Glabridin) และ ไอโซควิรติเจนิน (Isoquiritigenin) จัดเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ช่วยออกฤทธิ์ยับยั้ง เอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) ในเซลล์สร้างเม็ดสี จึงสามารถใช้สารสกัดจากชะเอมเทศผสมในเครื่องสำอางที่ช่วยให้ผิวขาวขึ้น สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) นอกจากจะช่วยให้ผิวขาวแล้วยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย (Anti-Oxidant) และสารสกัดจากรากชะเอมเทศยังช่วยลดการระคายเคือง (Anti-irritation) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Anti-inflammation) และสารเพื่อผิวกระจ่างใส (Kuar, et al., 2013)

การศึกษาครั้งนี้สนใจนำสรรพคุณของชะเอมเทศมาสานกับระบบการนำส่งสารในรูปแบบผลึกเหลว (liquid crystal) มาพัฒนาสูตรโลชัน เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อผิวขาวที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มการดูดซึมของสารให้เข้าสู่ผิวได้ดียิ่งขึ้น และทำการทดสอบความคงตัวทั้งทางกายภาพที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อให้ได้สูตรที่มีคุณภาพและผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. พัฒนาสูตรโลชันสารสกัดจากรากชะเอมเทศในรูปแบบผลึกเหลว
2. ทดสอบความคงตัวทั้งทางกายภาพที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อให้ได้สูตรที่มีคุณภาพ

## วิธีดำเนินงานวิจัย

### 1. การพัฒนาตำรับโลชันพื้น

โดยตั้งตำรับโลชันพื้นมาทำการทดลองและเปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกตำรับโลชันพื้น โดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพ และดูโครงสร้างของตำรับโลชันที่มีลักษณะเหมาะสมและนำมาพัฒนาเป็นโลชันสารสกัดชะเอมเทศ โดยมีสูตรตำรับ ดังตารางที่ 1 และ 2

.....

**ตารางที่ 1 สูตรตำรับโลชั่นพื้น**

ส่วนประกอบในตำรับ	สูตรตำรับครีมพื้น (กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 1 (ผสมสารสกัด)	สูตร 2	สูตร 2 (ผสมสารสกัด)
<b>ส่วนที่ 1 (Part A.)</b>				
- นิกโกเพอร์โพส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC)	5	5	5	5
- กลีเซอริน (Glycerin)	5	5	5	5
- คาร์โบพอล อัลเทรซ - 21 (Carbopol Ultraze -21)	0.06	0.06		0.06
- ยูนิเฟน พี -23 (Uniphen P-23)	0.5	0.5	0.5	0.5
- สารสกัดชะเอมเทศ (AQUA LICORICE Extract P-T)	-	0.5	-	0.5
- น้ำกลั่น	84.38	83.88	74.38	73.88
<b>ส่วนที่ 2 (Part B.)</b>				
- อาร์จินิน (Arginine)	0.06	0.06	0.06	0.06
- น้ำมันโจโจบา (Jojoba oil)	-	-	10	10
- น้ำกลั่น	5	5	5	5

**1.1 การเตรียมครีมพื้นสูตร 1 และสูตร 2**

การเตรียมในส่วนของ ส่วนที่ 1 (Part A.) ซึ่งน้ำหนักของน้ำและแบ่งเป็น 2 ปีกเกอร์ ปีกเกอร์ที่ 1 เติม คาร์โบพอล อัลเทรซ - 21 (Carbopol Ultraze -21) ตั้งทิ้งไว้ให้สารค่อยๆละลายไปเอง ซึ่งสาร นิกโกเพอร์โพส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) ลงในปีกเกอร์ที่ 2 คนจนสารละลาย แล้วจึงเททั้ง 2 ปีกเกอร์ผสมกัน จากนั้นจึงเติมสารทั้งหมดใส่ลงในปีกเกอร์ ประกอบด้วย กลีเซอริน (Glycerin) และ ยูนิเฟน พี -23 (Uniphen P-23)

การเตรียมในส่วนของ ส่วนที่ 2 (Part B.) เตรียมปีกเกอร์ซึ่งน้ำหนักของน้ำ แล้วจึงเติมสาร อาร์จินิน (Arginine) และน้ำมันโจโจบา (jojoba oil) (ในสูตร 2) แล้วจึงนำปีกเกอร์ใน ส่วนที่ 2 (Part B.) เทลงใน ส่วนที่ 1 (Part A.) จากนั้นคนให้เข้ากัน

**ตารางที่ 2 สูตรตำรับโลชั่นพื้นสูตร 3 สูตร 4 และ สูตร 5**

ส่วนประกอบในตำรับ (กรัม)	สูตรตำรับครีมพื้น		
	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5
<b>ส่วนที่ 1 (Part A.)</b>			
- 1,3 บิวทิลีน ไกลคอล (1,3 Butylene Glycol)	10	10	10
- คาร์โบพอล อัลเทรซ - 21 (Carbopol Ultrez 21)	0.2	0.2	-

- น้ำกลั่น	32.44	38.44	39.00
<b>ส่วนที่ 2 (Part B.)</b>			
- นิกโกมุเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC)	10	10	10
- บีเฮนิล แอลกอฮอล์ (behenyl alcohol)	6	-	-
- น้ำมันโจโจบา (Jojoba oil)	20	20	20
<b>ส่วนที่ 3 (Part C.)</b>			
- แอล-อาร์จินีน (L-Arginine)	0.36	0.36	-
- น้ำกลั่น	20	20	20
<b>ส่วนที่ 4 (Part D.)</b>			
- ยูนิเฟน พี -23 (Uniphen P-23)	1	1	1

## 1.2 การเตรียมโลชันพื้นสูตร 3 สูตร 4 และ สูตร 5

การเตรียมในส่วนของ ส่วนที่ 1 (part A.) เตรียมบีกเกอร์ ซึ่งนำตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ จากนั้นกระจายคาร์โบพอล อัลเทรซ – 21 (Carbopol Ultrez 21) ซึ่งเป็นตัวขึ้นเนื้อเจลลงในน้ำ เมื่อสารละลายจนหมด ใส่ 1, 3 บิวทิลีน ไกลคอล (1, 3 Butylene Glycol) ลงไป นำไปอุ่นบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

การเตรียมในส่วนของ ส่วนที่ 2 (Part B.) เตรียมบีกเกอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าส่วนที่ 1 (Part A.) ซึ่งสารนิกโกมุเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) บีเฮนิล แอลกอฮอล์ (behenyl alcohol) ยูนิเฟน พี -23 (Uniphen P-23) และ น้ำมันโจโจบา (Jojoba oil) ลงไป นำไปอุ่นบนอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อสารทั้งหมดละลายเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว นำบีกเกอร์ลงจากอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นให้เทสารในบีกเกอร์ของส่วนที่ 1 (Part A.) ใส่ลงใน บีกเกอร์ ส่วนที่ 2 (Part B.) ค่อยๆเทในขณะเดียวกันก็ให้คนไปเรื่อยๆ จนเนื้อโลชันในบีกเกอร์มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Homogenizer) สำหรับทำให้สารเป็นเนื้อเดียวกัน และในขณะที่ปั่นก็ค่อยๆใส่ แอล-อาร์จินีน (L-Arginine) ลงไป ปั่นจนเนื้อโลชันมีความเนียนละเอียด

## 2. การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของโลชันพื้น

ประเมินความคงตัวของกายภาพของโลชันพื้นโดยสังเกตลักษณะเนื้อโลชัน สี กลิ่น การแยกชั้น ทดสอบความหนืด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความรู้สึกเมื่อทาโลชัน เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการบันทึกผลเมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน และประเมินความคงตัวของสูตรตำรับ และส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscope) ภายใต้แสงโพลาไรส์ (polarize light) เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของโลชันโดยตรวจสอบหาโครงสร้างผลึกกากบาท (maltese cross structure)

## 3. การพัฒนาตำรับโลชันจากการสกัดชะเอมเทศ

โดยคัดเลือกสูตรตำรับโลชันพื้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและความคงตัวที่ดีมาพัฒนาเป็นโลชันสารสกัดชะเอมเทศ โดยเติมสารสกัดชะเอมเทศลงในสูตรตำรับที่ถูกคัดเลือก 0.5%

## 4. การประเมินความคงตัวของกายภาพของครีมพื้น

โดยสังเกตลักษณะเนื้อโลชัน การแยกชั้นกลิ่น การตกตะกอน และทดสอบความหนืดของโลชันเมื่อเตรียมโลชันเสร็จใหม่ๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นแบ่งการเก็บรักษาโลชันเพื่อประเมินความคงตัวที่อุณหภูมิต่างๆ

- เก็บรักษาในรูปแบบที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน
- เก็บรักษาในรูปแบบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน
- เก็บรักษาในรูปแบบที่สภาวะเร่ง ซึ่งเป็นการเก็บในอุณหภูมิสูงและต่ำสลับกัน (Freeze and Thaw Cycling) จำนวน 6 รอบ

โดยนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 2 – 8 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง ทำเช่นนี้ นับเป็น 1 รอบ

### ผลการทดลอง

#### 1.ผลการพัฒนาตัวรับโลชันพื้น

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับทั้ง 5 สูตรตำรับ หลังเตรียมเสร็จใหม่ พบว่า สูตรตำรับโลชันพื้นทั้ง 5 สูตร มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สีของเนื้อโลชันในสูตรที่ 1, 2 มีสีขาวใส เหลว และ ในสูตรที่ 3, 4, 5 พบว่า มีสีขาวขุ่น มีความหนืดสูง ทั้ง 5 สูตรตำรับเมื่อตมกลั่น จะไม่มีกลิ่น และไม่พบว่าเนื้อโลชันเกิดการแยกชั้น วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน แต่ทุกสูตรมีค่าความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.85 – 6.12 (ภาวะเป็นกรด) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างของผิว

จากการทดสอบความรู้สึกเมื่อทา พบว่าลักษณะความหนืดของเนื้อโลชันมีผลต่อการกระจายตัวและการซึมเข้าสู่ผิวเมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 เดือน พบว่า ทุกสูตรตำรับลักษณะทางกายภาพของเนื้อโลชันมีความหนืดเพิ่มขึ้น สีของเนื้อครีมไม่เปลี่ยนแปลง ไม่มีกลิ่น ไม่เกิดการแยกชั้น ค่าความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่าง มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเมื่อนำโลชันไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ภายใต้แสงโพลาไรส์ เพื่อดูโครงสร้างของโลชัน พบว่าโลชันพื้นสูตรที่ 1, 2, และ 3 ให้ภาพของโครงสร้างรูปกากบาท (maltese) (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นคุณลักษณะของลิควิด คริสทอล กล่าวคือ โมเลกุลมีการเรียงตัวเป็นฟิล์มห่อหุ้มหยาบๆ ภายใต้อิมัลชันมีความคงตัว (Zhang, 2013)

จากการทดลองพบว่า นิกโกะเพอร์โฟส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) และ นิกโกะมูเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) ที่ใส่ลงไปสูตรตำรับซึ่งเป็นสารช่วยให้เกิดลิควิด คริสทอลมีความแตกต่างกัน โดย นิกโกะเพอร์โฟส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) เป็นสารช่วยที่มีองค์ประกอบเดี่ยวคือ อาร์จินีน เฮกซิล เดกซิล ฟอสเฟส (arginine hexyl decyl phosphate) ซึ่งทำให้การเกิดเป็นโลชันที่มีคุณสมบัติเป็นลิควิด คริสทอล เกิดได้ดีกว่า และในการเตรียมไม่ต้องใช้ความร้อน ในขณะที่ นิกโกะมูเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) มีองค์ประกอบมากกว่าและสารหลายตัวเหมาะกับการสร้างเนื้อครีมมากกว่า ดังนั้นไม่ค่อยคงตัวเมื่อเตรียมเป็นโลชัน แม้เมื่อประเมินโดยภาพรวมแล้วพบว่า สูตรที่ 3,4,5 มีการเกิดโครงสร้างรูปกากบาท (maltese) มาก แต่ไม่มีความคงตัวของอิมัลชัน และการเตรียมต้องใช้ความร้อน เพราะ นิกโกะมูเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) เป็นของแข็งต้องใช้ความร้อนหลอมให้เป็นสารละลายเพื่อผสมกันเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้น สูตรที่ 2 มีความเสถียรและมีความคงตัว จึงมีคุณลักษณะที่ดีและเหมาะสมที่สุด ในการนำมาพัฒนาเป็นโลชันสารสกัดชะเอมเทศ คือ มีเนื้อครีมเนียนละเอียด เหลว ไม่เกิดการแยกชั้น กระจายตัวและซึมลงสู่ผิวได้ดีไม่เหนอะหนะ

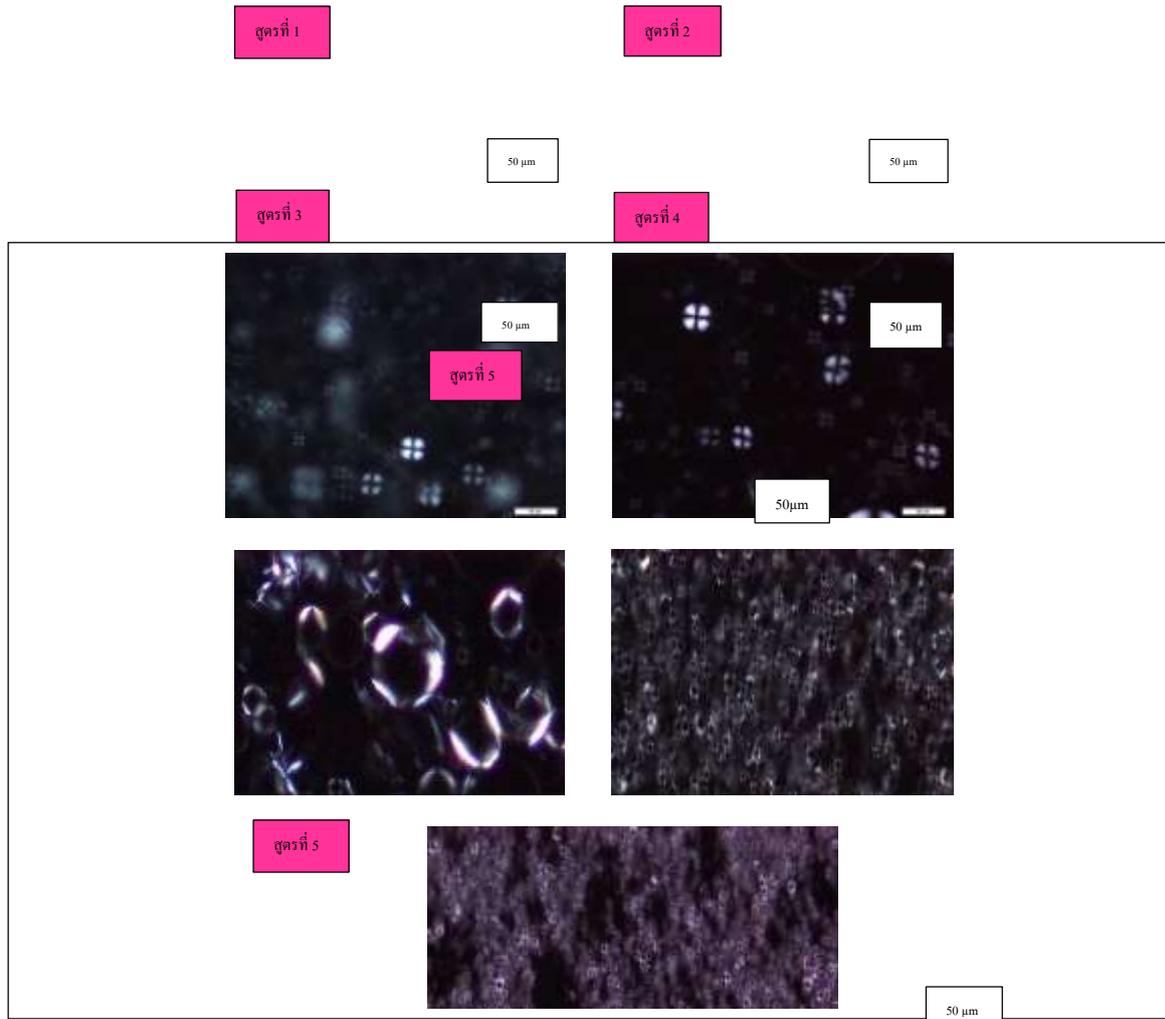
.....

**ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพ ของสูตรตำรับโลชั่นพื้น**

การ ประเมิน	เนื้อครีม	สี	กลิ่น	การแยกชั้น	ความหนืด (mPas)	กรด-ด่าง (pH)	ความรู้สึกเมื่อทา
หลังเตรียมเสร็จ							
สูตรที่ 1	เนียนละเอียด เหลวมาก	ขาวใส	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2250	5.87	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 2	เนียนละเอียด เหลว	ขาวใส	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2350	5.85	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 3	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	23785	5.95	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 4	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2973	6.12	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ไม่ดี
สูตรที่ 5	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2950	6.05	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ไม่ดี
เมื่อครบ 1 เดือน							
สูตรที่ 1	เนียนละเอียด เหลว	ขาวใส	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2253	5.87	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 2	เนียนละเอียด เหลว	ขาวใส	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	2360	5.85	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 3	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่แยกชั้น	23785	5.95	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ดี
สูตรที่ 4	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	แยกชั้น	2980	6.12	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ไม่ดี
สูตรที่ 5	เนียนละเอียด มีความหนืดสูง	ขาวขุ่น	ไม่มีกลิ่น	แยกชั้น	2945	6.05	กระจายตัวและ ซึมเข้าผิวได้ไม่ดี

**2. ผลการพัฒนาตำรับโลชั่นจากสารสกัดชะเอมเทศ**

จากการประเมินโลชั่นสารสกัดชะเอมเทศพบว่าโลชั่นที่เตรียมได้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่อยู่ในเกณฑ์ดี คือเนื้อโลชั่นมีความเนียนละเอียด เหลว สีของโลชั่นมีสีเหลืองอ่อนน่าใช้ ไม่มีกลิ่น เนื้อโลชั่นไม่เกิดการแยกชั้น มีค่าความหนืด 2350 mPas และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.85 (กรด) เมื่อทาหลังอาบน้ำพบว่ากระจายตัวและซึมสูผิวได้ดีไม่เหนอะหนะ



รูปที่ 1 ภาพแสดงโครงสร้างของโลชันเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรส์  
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสูตรตำรับโลชันพื้นทั้ง 5 สูตรตำรับ โดยใช้ นิกโกเพอร์โฟส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) และ นิกโกมุเลส แอลซี (NIKKOMULESE LC) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดลิวิด คริสตอล โดยทำการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของโลชัน โดยดูลักษณะของเนื้อโลชัน สี กลิ่น การแยกชั้น ความหนืด ค่า pH ความรู้สึกเมื่อทา พบว่าสูตรตำรับโลชันพื้นสูตรที่ 2 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดซึ่งใช้ นิกโกเพอร์โฟส แอลซี (NIKKOPURPHOSE LC) และเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์ เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของโลชัน พบว่า สูตรที่ 2 มีโครงสร้างรูปกากบาท (maltose) เกิดขึ้นปานกลาง ซึ่งเป็นคุณสมบัติของลิวิด คริสตอลที่ดี มีเสถียรภาพและมีความคงตัว ส่วนสูตรที่ 4, 5 แม้จะเกิดโครงสร้างรูปกากบาทมาก แต่เมื่อทำการประเมินคุณลักษณะทางกายภาพพบว่าไม่เหมาะสม ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นโลชันสารสกัดชะเอมเทศ จึงได้นำสูตรตำรับโลชันพื้นสูตรที่ 2 มาพัฒนาเป็นโลชันโดยใส่สารสกัดชะเอมเทศ 0.5% ลงไปในสูตรตำรับและประเมินลักษณะทางกายภาพ พบว่า โลชันที่เตรียมได้มีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี กล่าวคือ เนื้อครีมมีความเนียนละเอียด มีสีเหลืองอ่อนน่าใช้ ไม่มีกลิ่น เนื้อโลชันไม่เกิดการแยกชั้น มีค่าความหนืดที่เหมาะสม และมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังมนุษย์ เมื่อทาหลังสูดผิวพบว่ากระจายตัวและซึมสูผิวได้ดีไม่เหนอะหนะ

**ข้อเสนอแนะ**

ควรมีการศึกษาความคงตัวเมื่อผสมสารสกัดชะเอมเทศในระยะยาว และศึกษาความพึงพอใจและทดสอบการระคายเคืองเบื้องต้นในอาสาสมัคร เพื่อให้มั่นใจว่าการใช้ผลิตภัณฑ์โลชันสารสกัดชะเอมเทศจะไม่เกิดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์กับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณวิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออกที่สนับสนุนการศึกษานี้ โดยเฉพาะในเรื่องสถานที่รวมไปถึงอุปกรณ์การวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

- อรัญญา มโนสร้อย จริญญา จันทร์คำปัน และจิรเดช มโนสร้อย. (2008). “การประยุกต์เทคโนโลยีนาโนทางเวชสำอาง”. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 37.
- Kaur, R., Kaur, H., and Dhindsa, AS. (2013). Glycyrrhiza glaba: A phytopharmacological review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 4: 2470-2477.
- Musashi, M., Coler-Reilly, A., Nagasawa, T., Kubota, Y., Kato, S., and Yamguchi, Y. (2014). Liquid Crystal Gel Reduces Age Spots by Promoting Skin Turnover. *Journal/cosmetics*. 1, 202 -210.
- Tadwee, I., Shahi, S., Ramteke, V., and Syed, I. (2012). Liquid Crystals Pharmaceutical Application: A Review. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*. 6-11.
- Zhang, W., and Liu, L. (2013). Study on the Formation and Properties of Liquid Crystal Emulsion in Cosmetic. *Journal of cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*. 3, 139 -144.

การออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของ  
วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

The Design Application Prototype for Graduate Registration

Southeast Bangkok College

อาทิตยา ชาวเชียงขวาง<sup>1</sup>, นันทรัตน์ กลิ่นหอม<sup>2</sup>, พิชญา เจริญใจ<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี/สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

*pang\_ant@hotmail.com, aumim\_it@hotmail.com*

<sup>3</sup> สำนักทะเบียนและประเมินผล, วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

*c\_pitchaya@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 2) เพื่อศึกษาผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 3) เพื่อศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้วิธีคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 4 จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยได้แก่ 1) โปรแกรม Adobe XD CC 2018 สำหรับออกแบบ 2) แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของการออกแบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษายู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07

**คำสำคัญ :** ตัวต้นแบบ แอปพลิเคชัน การขึ้นทะเบียนบัณฑิต

### Abstract

The design application prototype for graduate registration Southeast Bangkok College. The purposes of the study were: 1) to design application prototype for graduate registration Southeast Bangkok College; 2) to examine the satisfaction of specialist on the design application prototype for graduate registration Southeast Bangkok College; and 3) to examine the satisfaction of student on the design application prototype for graduate registration Southeast Bangkok College. The sample group in this study was selected by purposive. The sample consisted of 50 students of the faculty of science and technology. Tools for the research were consisted 1) Program Adobe XD CC 2018 for design. 2) the quality of design and 3) the satisfaction of student. The statistics for analyzing the data were mean and standard deviation. The results of the study were as follows: 1) to examine the satisfaction of specialist on the design application prototype for graduate registration Southeast Bangkok College is high level with mean at 4.03 standard deviation 0.24 2) the satisfaction of student on the design application prototype for



#### 4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

###### 4.1.1 แอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน (Application) หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยในการทำงานของผู้ใช้ โดยจะต้องมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อเป็นตัวกลางในการใช้งานต่าง ๆ เช่น PDA, Smartphone และ Tablet เป็นต้น [1]

ซึ่งสามารถสรุปความหมายของแอปพลิเคชันว่าเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนได้ทำให้ผู้ใช้สะดวกและง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูล

###### 4.1.2 ตัวต้นแบบ

ตัวต้นแบบ (Prototype) หมายถึง ระบบการทำงานที่ไม่ใช่เพียงแค่ความคิดที่อยู่บนกระดาษ แต่เป็นความคิดที่ถูกพัฒนาภายใต้สมมติฐานของระบบใหม่ อาจเทียบเท่ากับระบบที่มีคอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน ประกอบด้วยโปรแกรมการทำงานที่รับข้อมูลเข้า มีกระบวนการคำนวณ การพิมพ์และการแสดงผลลัพท์ การสร้างต้นแบบของระบบงานใหม่ที่ต้องการ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจระบบได้ง่ายขึ้น [2]

ซึ่งสามารถสรุปความหมายของตัวต้นแบบได้ว่า คือการออกแบบซึ่งสามารถอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น กระดาษและโมเดลแบบจำลอง เป็นต้น โดยสามารถนำมาใช้เริ่มต้นพัฒนาก่อนที่จะปรับปรุงและนำไปพัฒนาใช้จริงลำดับถัดไป

###### 4.1.3 การขึ้นทะเบียนบัณฑิต

การขึ้นทะเบียนบัณฑิตเป็นระเบียบวิทยาลัยเซนต์อีส์ทบังกอกกว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พุทธศักราช 2550 หมวดที่ 16 การสำเร็จการศึกษา [3]

##### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบอาจารย์ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันระบบอาจารย์ที่ปรึกษาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบอาจารย์ที่ปรึกษาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจำนวน 83 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งในการพัฒนาระบบอาจารย์ที่ปรึกษาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดำเนินการตามวงจรการพัฒนา ระบบ ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน มีผลการประเมินค่าเฉลี่ยระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.81$ , S.D. = 0.54) และองค์ประกอบด้านลักษณะของโปรแกรม มีผลการประเมินค่าเฉลี่ยระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.54$ , S.D. = 0.68) ดังนั้นระบบอาจารย์ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงเป็นช่องทางในการสนับสนุนอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อการเข้าถึงข้อมูลของ นักศึกษาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว [4]

งานวิจัยเรื่อง แอปพลิเคชันสมุนไพรรักษาสุขภาพบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้ข้อมูล สมุนไพรพร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลดูแลสุขภาพตามช่วงของอายุทั้ง 3 ช่วงอายุและ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งาน แอปพลิเคชันสมุนไพรรักษาสุขภาพบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้งด้านความสวยงามของการออกแบบ ด้านข้อมูลแนะนำสมุนไพรรักษา การแนะนำการดูแลสุขภาพด้วยสมุนไพรตามช่วงอายุ ด้านการใช้งาน และการใช้งานโดยรวมของแอปพลิเคชัน โดยกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยครั้งนี้คือ กลุ่มคนทั่วไปที่มีความสนใจเกี่ยวกับสมุนไพรหรือคนที่ใช้อุปกรณ์มือถือแอนดรอยด์ใน ชีวิตประจำวันทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวน 30 คน พบว่ามีความพึงพอใจ

ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับดี ส่งผล ให้ความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวมของแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32 ซึ่งอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.32, SD = 0.278$ ) [5]

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 4 จำนวน 170 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยใช้วิธีคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังจะจบการศึกษาในปี 2560 จำนวน 50 คน

### 5.2 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีสท์บางกอก ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองของ Addie Model อ้างถึงใน [6] ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีสท์บางกอก เพื่อเป็นการสรุปข้อมูลเนื้อหา

#### 2. การออกแบบ

หลังจากวิเคราะห์แล้วได้ทำการออกแบบเพื่อจัดลำดับการทำงานและผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยเขียนแผ่นเรื่องราว (Storyboard) และจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลเพื่อเข้าสู่ขั้นการพัฒนาต่อไป

#### 3. การพัฒนา

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีสท์บางกอก โดยนำข้อมูลและไฟล์ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วนั้นมาประกอบเข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบไว้ในแผ่นเรื่องราว และนำไปพัฒนาตัวต้นแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบแอปพลิเคชันจำนวน 3 ท่าน ช่วยประเมินคุณภาพการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันและนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

#### 4. การนำไปใช้

จากการพัฒนาออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีสท์บางกอกโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชัน และผู้วิจัยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ประเมินผลข้อมูลต่อไป

#### 5. การประเมินผล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้หลักทางสถิติดังต่อไปนี้คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [7]

### 5.3 เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

1. ตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีสท์บางกอก โดยใช้โปรแกรม Adobe

XD CC 2018 ในการออกแบบ

2. แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

3. แบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชันของนักศึกษาที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ [8]

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

## 6. ผลการวิจัย

### 6.1 ผลการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชัน

สำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

1. หน้าจอเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 1 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

2. หน้าจอรายการหลัก



ภาพที่ 2 หน้าจอรายการหลัก

ภาพที่ 1 เป็นหน้าจอสำหรับให้นักศึกษากรอกรหัสนักศึกษาลงไปและกดปุ่ม LOGIN เพื่อทำการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 2 เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วจะพบหน้ารายการหลักเพื่อให้นักศึกษาสามารถเลือกทำรายการที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วยตรวจสอบจบ

แจ้งความจำนงจบการศึกษาและขึ้นทะเบียนบัณฑิต

3. หน้าจอตรวจสอบจบ

4. หน้าจอแจ้งความจำนงขอจบการศึกษา



ภาพที่ 3 หน้าจอตรวจสอบจบ

ภาพที่ 3 เป็นหน้าจอในรายการแรกสำหรับให้นักศึกษาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลผลการเรียนของตนเอง

ภาพที่ 4 เป็นหน้าจอสำหรับนักศึกษาที่จะแจ้งความจำนงขอจบการศึกษาโดยต้องกรอกข้อมูลให้เรียบร้อยและยืนยันการส่งข้อมูล เป็นขั้นตอนก่อนขึ้นทะเบียนบัณฑิต

#### 5. หน้าจอขึ้นทะเบียนบัณฑิต



ภาพที่ 5 หน้าจอขึ้นทะเบียนบัณฑิต

ภาพที่ 4 หน้าจอแจ้งความจำนงขอจบการศึกษา

ภาพที่ 5 เมื่อแจ้งความจำนงขอจบการศึกษาเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาจะต้องดำเนินการขึ้นทะเบียนบัณฑิตอีกครั้งเพื่อยืนยันการจบการศึกษา โดยสำนักทะเบียนและประมวลผลจะกำหนดวันขึ้นทะเบียนบัณฑิตให้แก่ นักศึกษา โดยถ้าไม่ไข่วงวันที่กำหนดรายการหน้าจอนี้จะไม่สามารถเข้ามาดำเนินการใช้งานได้

6.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

7. จากการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งใช้หลักทางสถิติโดยเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนความพึงพอใจ

8. โดยใช้ค่าเฉลี่ยของผลคะแนนเป็นตัวชี้วัดตามเกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของเบสท์ [9] มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจ
4.50-5.00	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
2.50-3.49	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.
1. ใช้โปรแกรมเหมาะสมกับการออกแบบ	4.00	1.00
2. เนื้อหาข้อมูลมีความถูกต้องและเพียงพอกับกลุ่มเป้าหมาย	4.33	0.58
3. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.67	0.58
4. การจัดลำดับตำแหน่งเนื้อหา	4.67	0.58
5. การจัดรูปแบบการแสดงผลของเนื้อหาได้เหมาะสม	3.67	0.58
6. ความเหมาะสมของข้อมูลที่ใช้ต้องกรอก	3.33	0.58
7. ความเหมาะสมของภาพ กราฟิกโดยภาพรวม	4.67	0.58
8. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้โดยภาพรวม	3.67	0.58
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรโดยภาพรวม	3.33	0.58
10. สามารถนำไปพัฒนาต่อรูปแบบแอปพลิเคชันให้เกิดประโยชน์ได้	5.00	0.00
ภาพรวมคุณภาพด้านการออกแบบ	4.03	0.24

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก พบว่า ภาพรวมของคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.03 โดยคุณภาพของการผลิตสื่อจากผู้เชี่ยวชาญใน 3 ลำดับแรกได้แก่ ลำดับที่ 1 สามารถนำไปพัฒนาต่อรูปแบบแอปพลิเคชันให้เกิดประโยชน์ได้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ลำดับที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ในการจัดลำดับตำแหน่งเนื้อหาและความเหมาะสมของภาพกราฟิกโดยภาพรวม และลำดับที่ 3 เนื้อหาข้อมูลมีความถูกต้องและเพียงพอกับกลุ่มเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33

และผลการประเมินความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชันของนักศึกษาที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชันของนักศึกษาที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.
1. ตัวต้นแบบมีลักษณะดูน่าสนใจในการใช้งาน	3.68	0.71
2. รูปแบบและสีอักษร อ่านง่ายชัดเจน	3.88	0.87
3. ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับปริมาณของข้อมูลที่ต้องกรอก	4.04	0.86
4. เป็นช่องทางที่ช่วยให้สะดวกในการขึ้นทะเบียนบัณฑิต	4.20	0.70
5. รูปภาพกราฟิกที่นำเสนอเหมาะสมทางด้านการสื่อความหมาย	4.02	0.71
6. ความเร็วในการตอบสนองการทำงาน	4.16	0.71
7. ปริมาณข้อมูลที่กรอกเหมาะสมกับหน้าจอแอปพลิเคชัน	4.08	0.78

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
8.ข้อมูลภายในตัวต้นแบบเพียงพอต่อการขึ้นทะเบียนบัณฑิต	4.02	0.71
9.วิธีการใช้งานเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4.30	0.68
10.ได้รับประโยชน์นำไปประยุกต์ใช้จริง	4.24	0.69
รวมความพึงพอใจของนักศึกษา	4.06	0.07

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชันของนักศึกษาที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อิสท์บางกอก พบว่า ภาพรวมของความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.06 โดยผู้ใช้สื่อมีความพึงพอใจใน 3 ลำดับแรกได้แก่ ลำดับที่ 1 วิธีการใช้งานเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ลำดับที่ 2 ได้รับประโยชน์นำไปประยุกต์ใช้จริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และลำดับที่ 3 เป็นช่องทางที่ช่วยให้สะดวกในการขึ้นทะเบียนบัณฑิต ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อิสท์บางกอก ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยตามประเด็นต่าง ๆ ที่น่าสนใจต่อไปนี้

7.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อิสท์บางกอก พบว่าสามารถนำไปพัฒนาต่อรูปแบบแอปพลิเคชันให้เกิดประโยชน์ได้ อีกทั้งในการจัดลำดับตำแหน่งเนื้อหาและความเหมาะสมของภาพกราฟิกโดยภาพรวมมีความเหมาะสมกับนักศึกษา อยู่ในลำดับที่ 1 และลำดับที่ 2 เนื่องจากจากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการออกแบบนั้นเป็นข้อมูลจริง ซึ่งถ้านำมาพัฒนาต่อในรูปแบบแอปพลิเคชันจะมีส่วนช่วยให้นักศึกษาสะดวกรวดเร็วในการขึ้นทะเบียนบัณฑิตและช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรประเภทกระดาษได้อีกด้วย อีกทั้งรูปภาพกราฟิกที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการออกแบบตัวต้นแบบนั้นเป็นรูปภาพที่สื่อความหมายกับหัวข้อรายการหลักและเป็นภาพกราฟิกสากลที่ใช้โดยทั่วไป

7.2 ผลการประเมินความพึงพอใจการออกแบบแอปพลิเคชันของนักศึกษาที่มีต่อการออกแบบตัวต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการขึ้นทะเบียนบัณฑิตของวิทยาลัยเซนต์อิสท์บางกอก พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจเกี่ยวกับวิธีการใช้งานเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนและได้รับประโยชน์นำไปประยุกต์ใช้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธเนศ ตั้งจิตเจริญเลิศและณัฐกัญญ์ เจริญวัฒนากุล [4] โดยได้จัดทำวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการที่ปรึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และสิรินธร จิยาศักดิ์และขวัญชนก อ๋อมมรชัย [5] โดยได้จัดทำวิจัยเรื่อง แอปพลิเคชันสมุนไพรรักษาสุขภาพบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับดีและเป็น การเพิ่มช่องทางการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบใหม่ๆ อีกทั้งยังมีการจัดหมวดหมู่การแสดงผลที่เหมาะสมและตรงความต้องการ ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน

## 8. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 8.1 สามารถนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานได้จริงในอนาคต
- 8.2 ควรเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลนักศึกษาของวิทยาลัย เพื่อให้สะดวกรวดเร็วในการเก็บข้อมูล
- 8.3 ควรพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้หลายภาษา เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน เพื่อรองรับการใช้งานของนักศึกษาต่างชาติ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] แอปพลิเคชัน (2 พฤศจิกายน 2560). สืบค้นจาก URL <https://www.dmit.co.th/>
- [2] ตัวต้นแบบ (6 ธันวาคม 2560). สืบค้นจาก URL <http://sasdkmitl08.blogspot.com/2008/07/prototyping.html>
- [3] วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก. (2560). *คู่มือการศึกษาและหลักสูตร วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ออฟเซ็ท จำกัด.
- [4] ธเนศ ตั้งจิตเจริญเลิศ, ณัฐกัญญ์ เจริญวัฒนากุล. การพัฒนาระบบอาจารย์ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครบนระบบปฏิบัติ การแอนดรอยด์. *SNRU Journal of Science and Technology* 8(2), May-August(2016), 249-255
- [5] สิรินคร จิยาศักดิ์ และขวัญชนก อิ่มอมรชัย *แอปพลิเคชันสมุนไพรดุแลสุขภาพบนระบบ ปฏิบัติการแอนดรอยด์*, การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 7, หน้า 153-158, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [6] มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [7] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยSPSS*. กรุงเทพฯ : วี.อินเตอร์พรีนท์.
- [8] Likert, Rensis A. (1961). *New Patterns of Management*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- [9] Best, John W. (1977). *Research in Education*. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

## ความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลาง

### ที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า

The opinions of personnel and students in education institutions where are located in central region on alternative energy for power generation

นเรศ สุยะโรจน์<sup>1</sup>, สิทธิชัย วงศ์หน่อ<sup>2</sup>, บัณฑูร พิทักษ์วงศ์<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, naret@northcm.ac.th

<sup>2</sup>สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, sithichai@northcm.ac.th

<sup>3</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, bantoon@northcm.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยกลุ่มเป้าหมายคือสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาของภาครัฐในเขตภาคกลาง ซึ่งมีสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้ข้อมูลจำนวน 42 แห่ง และระดับอุดมศึกษาจำนวน 3 แห่ง ทั้งนี้พลังงานทดแทนที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในบทความนี้ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากขยะ พลังงานจากก๊าซชีวภาพ ซึ่งเมื่อได้ทราบความคิดเห็นในส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนด้านต่างๆ ก็จะสามารถจัดลำดับความสนใจในเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า สามารถใช้วางแผนและศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนที่สถานศึกษามีความสนใจ รวมถึงเพื่อเตรียมความพร้อมของบุคลากรในการที่จะดูแล บำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าต่อไปหากมีการติดตั้งจริง

จากแบบสอบถามที่ได้ตอบกลับจำนวน 401 คน พบว่าบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาที่ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจด้านพลังงานทดแทนในระดับที่มากที่สุด โดยพลังงานทดแทนที่เหมาะสมที่สุดคือ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานทดแทนที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ พลังงานจากก๊าซชีวภาพ ทั้งนี้สถานศึกษาส่วนใหญ่มีความพร้อมด้านบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจที่สามารถดูแลระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน อีกทั้งทางสถานศึกษามีความสนใจเป็นอย่างมากหากมีโครงการสนับสนุนต่างๆ ด้านพลังงานทดแทนเพื่อผลิตไฟฟ้า

**คำสำคัญ :** พลังงานทดแทน การผลิตพลังงานไฟฟ้า

#### Abstract

This study aimed at inquiring into the opinions of personnel and students in education institutions where are located in central region on alternative energy for power generation. The target groups for this inquiry are public vocational education and higher education institutions where are located in central region. There are 42 of vocational education institutions and 3 of higher education institutions answered this inquiry. The alternative energy in this study are solar energy, wind power, biomass energy, waste-to-energy, and biogas energy. The answers from this inquiry can be used for prioritize the interest in electricity generating technologies, plan and study the possibilities of generating electric power from alternative energy that education institutions interested, and prepare person in charge of control and maintenance electricity generating system in case of it is installed. The results of this inquiry from 401

people found that personnel and students in education institutions are very interested in alternative energy. The most suitable alternative energy is solar energy and the least is biogas energy. Moreover, most of these education institutions have person in charge who has knowledge and understanding to manage generating electric power from alternative energy system. Therefore, they will be very pleased if there are any projects that support alternative energy for electricity generation.

**Keywords :** alternative energy, power generation

## 1. คำนำ

ในการพัฒนาประเทศนั้น สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองการใช้งานในประเทศ โดยให้สอดคล้องกับแนวโน้มการขยายตัวทางเศรษฐกิจ แผนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานตามนโยบายของรัฐบาล ดังนั้นการวางแผนบูรณาการพลังงานของประเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง กระทรวงพลังงานได้มีการจัดทำแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ประกอบด้วย 5 แผนหลัก ได้แก่ (1) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan: PDP) (2) แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP) (3) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) (4) แผนการจัดทำก๊าซธรรมชาติของไทย และ (5) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง

ส่วนของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกนั้น จะมีการผลักดันให้มีสัดส่วนร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2579 ดังนั้นการร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะภาครัฐจึงมีส่วนอย่างมากในการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายตามแผน การแสดงความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของสถานศึกษาซึ่งเป็นแหล่งสร้างคนในการพัฒนาชาติจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงรวบรวมความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนการจัดการต่อไป

## 2. วิธีการวิจัย

บทความนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยกลุ่มเป้าหมายคือสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาของภาครัฐในเขตภาคกลาง ซึ่งมีสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาเป้าหมายจำนวน 42 แห่ง และระดับอุดมศึกษาจำนวน 3 แห่ง โดยได้แบ่งส่วนต่างๆ ของแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานศึกษา เพื่อให้ทราบถึงประเภทของสถานศึกษา ตำแหน่งที่ตั้ง จำนวนนักเรียน นักศึกษา บุคลากร โดยเฉพาะจำนวนบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจที่สามารถดูแลระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนได้

ตอนที่ 2 : แบบสอบถามความคิดเห็น/ความสนใจของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาที่มีต่อพลังงานทดแทน เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแยกพลังงานทดแทนออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากขยะ พลังงานจากก๊าซชีวภาพ โดยแต่ละข้อได้ให้ระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในคำถาม และสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เป็นสถานศึกษาทั้งหมด 45 แห่ง แต่ละแห่งสามารถทำแบบสอบถามเพื่อแสดงความคิดเห็นได้หลายชุด ซึ่งในการวิเคราะห์ผลเชิงตัวเลข ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตในแต่ละหัวข้อ

.....

**ตารางที่ 1 การกำหนดน้ำหนักระดับของความสนใจ/ความเหมาะสม ในแบบสอบถาม**

ระดับความสำคัญ/ความเหมาะสม	น้ำหนัก
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

เมื่อทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อแล้ว สามารถนำมาแปลผลได้ดังนี้

**ตารางที่ 2 การแปลผลจากค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม**

ระดับค่าเฉลี่ย	ระดับความสำคัญ/ความเหมาะสม
4.21 – 5.00	มากที่สุด
3.41 – 4.20	มาก
2.61 – 3.40	ปานกลาง
1.81 – 2.60	น้อย
1.00 – 1.80	น้อยที่สุด

**3. ผลการวิจัย**

จากการทำแบบสอบถามผ่าน google docs กับสถานศึกษาจำนวน 45 แห่ง ซึ่งมีการกรอกแบบสอบถามจากสถานศึกษาทั้งสิ้น 36 แห่ง รวมจำนวน 401 คน สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ตามหัวข้อของแบบสอบถาม

**3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานศึกษา**

สถานศึกษาที่ได้ดำเนินการขอความคิดเห็นในการตอบแบบสอบถาม เป็นสถานศึกษาภาครัฐในพื้นที่เขตภาคกลาง ซึ่งส่วนที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีจำนวน 42 แห่ง แบ่งประเภทได้ดังตารางที่ 3

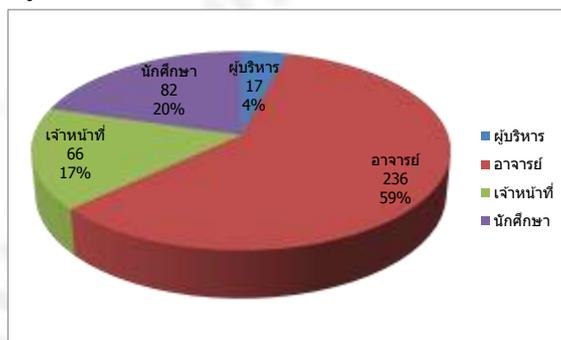
และส่วนของสถานศึกษาภาครัฐในเขตภาคกลาง ระดับมหาวิทยาลัยที่ได้ขอความร่วมมือในการกรอกแบบสอบถาม มีจำนวน 3 แห่ง แยกเป็น มหาวิทยาลัยราชภัฏ 2 แห่งและ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 1 แห่ง

**ตารางที่ 3 จำนวนของสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาแยกตามประเภท ที่ขอความร่วมมือในการกรอกแบบสอบถาม**

ประเภทสถานศึกษา	จำนวน (แห่ง)
วิทยาลัยเทคนิค	14
วิทยาลัยการอาชีพ	12
วิทยาลัยสารพัดช่าง	4
วิทยาลัยอาชีวศึกษา	5
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี	5
วิทยาลัยประมง	1
วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง	1

### 3.2 ความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ใช้วิธีการคำนวณหาร้อยละของความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ โดยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 401 คน แบ่งเป็นตำแหน่งต่างๆ ดังรูปกราฟที่ 1



#### รูปที่ 1 ตำแหน่งของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

จากผลการสอบถามความคิดเห็นสามารถแสดงผลดังตารางที่ 4 ซึ่งพบว่าบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาที่ตอบแบบสอบถามมีความสนใจด้านพลังงานทดแทนในระดับที่สำคัญมากที่สุด โดยพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับสถานศึกษาอันดับแรกคือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ค่าเฉลี่ย 4.49 และอันดับสุดท้ายคือพลังงานทดแทนจากพลังงานก๊าซชีวภาพที่ค่าเฉลี่ย 4.49

#### 3.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมทั้งที่นำเสนอโดยผู้บริหาร อาจารย์ และนักศึกษา ซึ่งมีมุมมองที่หลากหลาย เช่น

- ควรมีการจัดสรรงบประมาณจากภาครัฐทั้งในส่วนการติดตั้งและการบำรุงรักษา
- ควรมีการส่งเสริมให้ภาคครัวเรือนใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและมีมาตรการทางภาษีส่งเสริม
- ควรมีการให้ความรู้ด้านพลังงานทดแทนแก่ชุมชนใกล้เคียงพื้นที่สถานศึกษาด้วย
- โครงการต่างๆ ที่มาจากภาครัฐ ควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง
- สถานศึกษาหลายแห่งมีปัญหาด้านงบประมาณค่าไฟฟ้า ภาครัฐควรลงทุนให้แก่สถานศึกษา
- ควรสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานให้กับนักศึกษาและบุคลากรของสถานศึกษา
- ควรมีการให้ข้อมูลเชิงวิชาการ ในเรื่องความคุ้มค่าการลงทุน ผลกระทบหรือมลภาวะอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

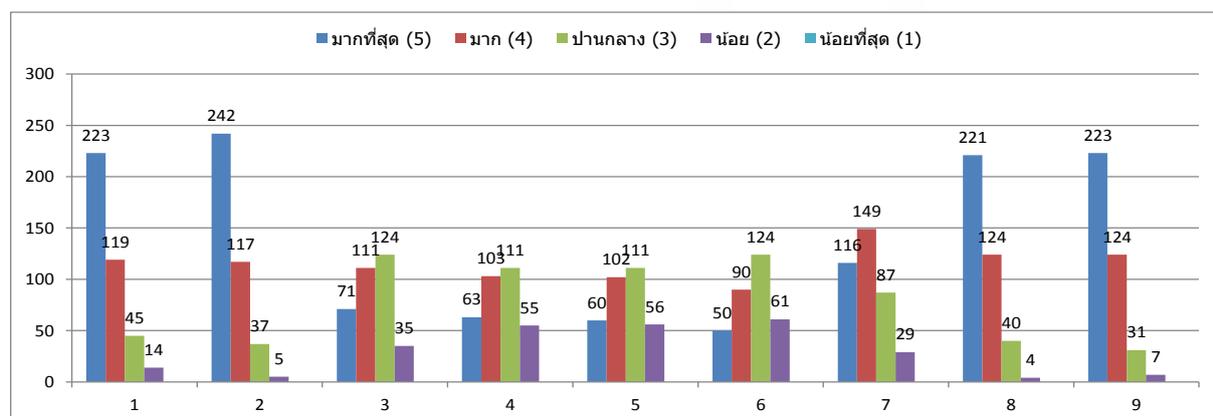
- พื้นที่ของสถานศึกษาบางแห่งมีความเหมาะสมในการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากพื้นที่ข้างเคียงมีบริษัทผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาติดตั้งอยู่ก่อนแล้ว

- การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในสถานศึกษาเป็นสิ่งที่ดี เนื่องจากสามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และเป็นต้นแบบให้กับชุมชน

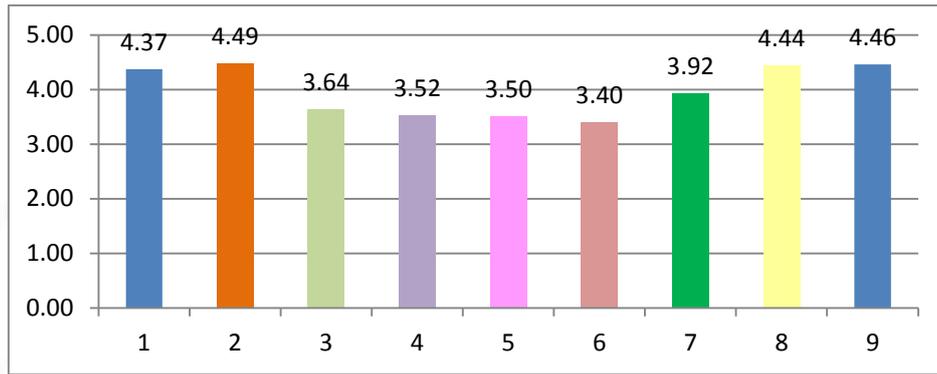
- ควรมีการฝึกอบรมและให้ความรู้ในส่วนของการบำรุงรักษาจากหน่วยงานรัฐเพื่อให้ทางสถานศึกษาสามารถดำเนินการต่อไปได้

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	ระดับความสนใจ/ความเหมาะสม										ค่าเฉลี่ย	การแปลความจากค่าเฉลี่ย
		มากที่สุด (5)		มาก (4)		ปานกลาง (3)		น้อย (2)		น้อยที่สุด (1)			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
1	สถานศึกษาของท่านมีความสนใจด้านพลังงานทดแทนมากน้อยเพียงใด (เช่น การรณรงค์, ประชาสัมพันธ์ หรือ อบรม เป็นต้น)	223	55.61	119	29.68	45	11.22	14	3.49	0	0	4.37	มีความสนใจระดับมากที่สุด
2	ท่านคิดว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มากน้อยเพียงใด	242	60.35	117	29.18	37	9.23	5	1.25	0	0	4.49	มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
3	ท่านคิดว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม มากน้อยเพียงใด	71	20.82	111	32.55	124	36.36	35	10.26	0	0	3.64	มีความเหมาะสมระดับมาก
4	ท่านคิดว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานจากชีวมวล มากน้อยเพียงใด	63	18.98	103	31.02	111	33.43	55	16.57	0	0	3.52	มีความเหมาะสมระดับมาก
5	ท่านคิดว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานจากขยะ มากน้อยเพียงใด	60	18.24	102	31	111	33.74	56	17.02	0	0	3.50	มีความเหมาะสมระดับมาก
6	ท่านคิดว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานจากก๊าซชีวภาพ มากน้อยเพียงใด	50	15.38	90	27.69	124	38.15	61	18.77	0	0	3.40	มีความเหมาะสมระดับมาก
7	สถานศึกษาของท่านมีบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจที่สามารถดูแลระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนได้	116	30.45	149	39.11	87	22.83	29	7.61	0	0	3.92	มีความเหมาะสมระดับมาก
8	ท่านคิดว่าระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในสถานศึกษา มากน้อยเพียงใด	221	56.81	124	31.88	40	10.28	4	1.03	0	0	4.44	มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
9	สถานศึกษาของท่านมีความสนใจที่จะเข้าร่วมโครงการด้านพลังงานทดแทนเพื่อผลิตไฟฟ้าจากหน่วยงานภาครัฐมากน้อยเพียงใด	223	57.92	124	32.21	31	8.05	7	1.82	0	0	4.46	มีความสนใจระดับมากที่สุด



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าคะแนนของแบบสอบถามแต่ละข้อ



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถามแต่ละข้อ

#### 4. บทสรุป

จากการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นจำนวน 401 คน โดยแบ่งเป็น 3 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปเพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของสถานศึกษา ตอนที่ 2 จะเป็นข้อความคิดเห็นของบุคลากรและนักศึกษาในสถานศึกษาในเขตภาคกลางที่มีต่อพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า พบว่า ผู้ให้ข้อมูลมีความสนใจด้านพลังงานทดแทนในระดับที่สำคัญมากที่สุด โดยพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับสถานศึกษาอันดับแรกคือพลังงานแสงอาทิตย์ อันดับถัดมาคือ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากขยะ และอันดับสุดท้ายคือพลังงานทดแทนจากพลังงานก๊าซชีวภาพ ซึ่งพลังงานทดแทนทั้ง 5 ประเภท ทางผู้ให้ข้อมูลให้ความสำคัญในระดับ “มาก” ขึ้นไปทุกประเภท อีกทั้งทางผู้ให้ข้อมูลมีความมั่นใจที่ทางสถานศึกษาของตนเองจะสามารถดูแลระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน มีความสนใจที่จะเข้าร่วมโครงการด้านพลังงานทดแทนจากหน่วยงานภาครัฐที่อาจจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต ในตอนที่ 3 จะเป็นการรวบรวมข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งมีประเด็นเกี่ยวกับพลังงานทดแทนที่น่าสนใจ ก่อให้เกิดมุมมองต่างๆในสถานศึกษา

จากข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวโน้มที่ดีในการพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ช่วยเป็นส่วนหนึ่งในการผลักดันให้บรรลุเป้าหมายของแผนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศ

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานและจัดสรรทุนวิจัยในครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). *แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2558 - 2579 (PDP2015)*. Online : [http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/PDP\\_TH.pdf](http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/PDP_TH.pdf)
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ.2558-2579 (AEDP2015)*. Online : [http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015\\_Final\\_version.pdf](http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf)
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. *ข้อมูลพื้นฐาน ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. Online : <http://www.vec.go.th>
- [4] วิสาขา ภูจินดา.(2555) *การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน*, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- [5] นิษยรัตน์ พาณิชย์.(2556). *แนวทางการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนของประเทศไทย*, คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

## การหลอรรอยจานท้ายปลอกกระสุนปืนโดยใช้น้ำยางพาราเพื่อประยุกต์ใช้ในงาน นิติวิทยาศาสตร์

Casting Cartridge Case Marks by Using Natural Rubber Latex for Apply in Forensic Science

เพียงพิชฌ์ ตรีศรี<sup>1</sup>, สุธินี เกิดเทพ<sup>2</sup>, เกษศิริรินทร์ เอกสินทร์กุล<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร

\*faasgre@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ปืนถือเป็นอาวุธที่คนร้ายมักจะใช้ในการก่อคดี ปลอกกระสุนปืนที่พบในสถานที่เกิดเหตุสามารถนำไปสู่การค้นหาวุธปืนที่ใช้ในการก่อคดีได้ เนื่องจากกระสุนปืนมีตำหนิพิเศษที่แตกต่างกันไปในการยิงออกจากปืนแต่ละกระบอก ซึ่งปัจจุบันใช้ Mikrosil ในการหลอรรอยดังกล่าว เพื่อให้สามารถใช้วัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายกว่า Mikrosil ผู้วิจัยได้ใช้น้ำยางพาราที่ผ่านการวัลคาไนซ์โดยผสมกับกำมะถัน, ซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมตและซิงก์ออกไซด์ในการหลอรรอยจานท้ายปลอกกระสุนปืน โดยเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงและร่อยรอยที่หล่อได้กับ Mikrosil ผลการศึกษาพบว่าน้ำยางหลอรรอยที่มีส่วนผสมของ น้ำยางพารา 20 กรัม, กำมะถัน 10 กรัม, ซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต 5 กรัม และซิงก์ออกไซด์ 10 กรัม มีค่าความทนต่อแรงดึงสูงกว่า Mikrosil และสามารถแสดงรายละเอียดของร่อยรอยบนจานท้ายปลอกกระสุนปืนได้ชัดเจน

**คำสำคัญ:** น้ำยางพารา, จานท้ายปลอกกระสุนปืน, การวัลคาไนซ์

### Abstract

Guns are weapons that criminals use often. Bullet shell casings that are found at a crime scene, can lead to the gun used in the case due to different marks uniquely made by each gun. Mikrosil is currently used in the markings of the casing. To be able to use cheaper and easier to find materials than Mikrosil, the vulcanized natural rubber latex is mixed with sulfur, zinc diethyl dithiocarbamate, zinc oxide are used in the casting cartridge markings. The results showed that the vulcanized natural rubber latex which composed of natural rubber latex 20 g, sulfur 10 g, zinc diethyl dithiocarbamate 5 g and zinc oxide 10g had higher tensile strength compared to Mikrosil, and also clearly show the details of the marks on cartridge case

**Keywords:** Natural rubber latex, Cartridge case, Vulcanization

### 1. บทนำ

วัตถุพยานถือเป็นเรื่องสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาตีความซึ่งจะนำไปสู่การจับกุมผู้กระทำความผิดได้ วัตถุหรืออาวุธที่คนร้ายใช้เป็นเครื่องมือในการก่อคดี ถือเป็นวัตถุพยานอย่างหนึ่ง โดยในการกระทำความผิดแต่ละครั้งคนร้ายมักจะทิ้งร่องรอยต่างๆ ไว้ ซึ่งร่องรอยหรือตำหนิที่ปรากฏขึ้นนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ว่ามีความเกี่ยวข้องกับคดีหรือไม่ เช่น สามารถทราบหรือค้นพบเครื่องมือที่ใช้ในการก่อคดีได้จากร่องรอยการใช้เครื่องมือที่คนร้ายทิ้งไว้ อาวุธปืนถือเป็นเรื่องหนึ่งที่คนร้ายมักจะใช้ในการก่อคดี และในสถานที่เกิดเหตุอาจจะพบปลอกกระสุนปืนได้ และจะมีตำหนิพิเศษที่แตกต่างกันไปในปืนแต่ละกระบอก จึงทำให้สามารถระบุได้ว่าปลอกกระสุนปืนที่พบในที่เกิดเหตุเป็นปลอกกระสุนปืนของปืนกระบอกใด หรือปืนที่สงสัยเป็นอาวุธที่ใช้ในการก่อคดีหรือไม่

ในปัจจุบัน การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบตำหนิพิเศษหรือเอกลักษณ์ของร่องรอยการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ บนวัตถุพยานใช้ Mikrosil ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ สามารถเก็บร่องรอยที่ต้องการความละเอียดได้ดี แต่มีราคาค่อนข้างสูงและต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย และถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เช่น ถุงมือยาง ยางล้อรถยนต์ หมอนยางพารา เป็นต้น น้ำยางพาราที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบมีคุณสมบัติที่ดีในด้านความยืดหยุ่นสูง ความทนต่อการฉีกขาดสูง เมื่อผ่านการวัลคาไนซ์จะทำให้มีสมบัติที่เสถียรไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ โดยระบบการวัลคาไนซ์ยางที่ใช้กันมากที่สุดคือ ระบบกำมะถัน เพราะเป็นระบบที่มีต้นทุนต่ำ การวัลคาไนซ์โดยใช้กำมะถันที่อุณหภูมิห้องจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ การเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ให้สูงขึ้นหรือการเติมสารตัวเร่งปฏิกิริยาและสารกระตุ้นปฏิกิริยา จะสามารถลดเวลาในการวัลคาไนซ์ลงได้และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น

สารเร่งปฏิกิริยากลุ่มไดโทโอคาร์บาเมต เป็นสารกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์สูง ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูง ไม่ทำให้สีของยางเปลี่ยน ตัวอย่างสารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น ซิงก์ไดเอทิลไดโทโอคาร์บาเมต (*Zinc diethyl dithiocarbamate*, ZEDC) ส่วนสารกระตุ้นปฏิกิริยา คือ สารเคมีที่ช่วยเร่งอัตราการวัลคาไนซ์ให้เร็วขึ้น โดยทำให้สารเร่งปฏิกิริยาทำงานได้ดีขึ้น สำหรับการวัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถัน สารกระตุ้นปฏิกิริยาที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ ซิงก์ออกไซด์ (*Zinc oxide*, ZnO) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ยางคงรูปได้สมบูรณ์

การใช้อากาศร้อน (Hot air) เป็นวิธีการวัลคาไนซ์วิธีหนึ่ง อุปกรณ์ที่ใช้คือตู้อบ ซึ่งควรมีตู้อบ 2 ตู้ โดยตู้แรกสำหรับการอบแห้งใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ (55-65 องศาเซลเซียส) และตู้ที่สอง สำหรับการวัลคาไนซ์ ใช้งานที่อุณหภูมิสูง (110-120 องศาเซลเซียส) ในระหว่างการวัลคาไนซ์อาจจะมีฟองอากาศขึ้นบนผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดจากการมีก๊าซหรือมีรูพรุนเกิดขึ้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ การอบแห้งก่อนสามารถช่วยหลีกเลี่ยงสิ่งเหล่านี้ได้ ส่วนข้อเสียของการวัลคาไนซ์ด้วยอากาศร้อนคือ ใช้เวลานาน

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเลือกใช้น้ำยางพาราเป็นองค์ประกอบหลักในการหล่อร่องรอยบนงานท้ายปลอกกระสุนปืน โดยผสมกับสารเคมีได้แก่ กำมะถัน, ซิงก์ไดเอทิลไดโทโอคาร์บาเมตและซิงก์ออกไซด์ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมและอบด้วยอากาศร้อนเพื่อให้สามารถหล่อร่องรอยที่ต้องการได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ โดยเปรียบเทียบกับวิธีการหล่อร่องรอยโดยใช้ Mikrosil

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำยางพารากับสารเคมี ได้แก่ กำมะถัน, ซิงก์ไดเอทิลไดโทโอคาร์บาเมต และซิงก์ออกไซด์ สำหรับนำไปใช้ในการหล่อร่องรอยบนงานท้ายปลอกกระสุนปืน
2. เพื่อศึกษาว่าคุณภาพของร่องรอยที่ปรากฏบนงานท้ายปลอกกระสุนปืนที่หล่อโดยใช้น้ำยางพาราสามารถเทียบเคียงกับการใช้ Mikrosil ได้หรือไม่

## 3. วิธีการวิจัย

### 3.1 การเตรียมน้ำยางหล่อรอยเพื่อใช้ในการหล่อรอย

ผู้วิจัยได้ทดลองผสมน้ำยางพารากับสารเคมีต่าง ๆ ตามสูตรผลิตภัณฑ์ยางพื้นฐาน โดยผสมกับกำมะถันเพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ และเติมซิงก์ไดเอทิลไดโทโอคาร์บาเมตกับซิงก์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ยางโดยทั่วไป เพื่อลดเวลาในการวัลคาไนซ์ลง แล้วปรับสูตรเพื่อให้ได้น้ำยางหล่อรอยที่มีความข้นเล็กน้อย เพื่อง่ายต่อการนำไปหล่อรอยงานท้ายปลอกกระสุนปืน ได้เป็นสูตรน้ำยางหล่อรอย ดังแสดงในตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของน้ำยางหล่อรอย

ส่วนประกอบ (g)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
น้ำยางพาราชั้น 60%	10	20
กำมะถัน	10	10
ZEDC	5	5
ซิงก์ออกไซด์	5	10

โดยกำมะถัน, ซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต และซิงก์ออกไซด์ ต้องอยู่ในรูปดีสเพอร์ชัน 50% จากนั้นนำน้ำยางที่ผสมแล้วไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ โดยคนน้ำยางตลอดเวลา รอจนน้ำยางมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส หรือมีลักษณะข้นขึ้น (ระวังไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้ยางเสียได้) เมื่อน้ำยางผสมข้นขึ้น ลดอุณหภูมิน้ำยางผสมลงโดยนำมาแช่ในน้ำเย็น จนมีอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส

เพื่อที่จะดูลักษณะแผ่นยางที่ได้ว่าน้ำยางสูตรใดเหมาะที่จะใช้ในการหล่อรอย เทน้ำยางลงบนภาชนะอะลูมิเนียม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หรือใช้ไดร์เป่าผมเป่านาน 30 นาที เพื่อให้ยางแห้ง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 5 นาที เพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ (อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยขึ้นอยู่กับขนาด ปริมาณ และความหนาของแผ่นยาง) เมื่อครบกำหนดเวลา พึงแผ่นยางให้คลายความร้อน ดูลักษณะของแผ่นยางที่ได้ว่ามีเนื้อเรียบเนียน หรือมีความแห้ง มีรอยแตกเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อพิจารณาสูตรน้ำยางที่เมื่อหล่อรอยแล้วไม่มีร่องรอยอื่นที่เกิดในขั้นตอนการวัลคาไนซ์ เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

#### 3.2 การทดสอบความทนต่อแรงดึงโดยใช้เครื่อง Tensile

ผสมน้ำยางหล่อรอยกับสีอะคริลิกสีน้ำตาลลงไปอัตราส่วน น้ำยางหล่อรอย 5 ส่วน ต่อสีอะคริลิก 0.5 ส่วน จากนั้นเทน้ำยางหล่อรอยลงบนจานเพาะเชื้อแก้วเพื่อให้แผ่นยางแต่ละแผ่นมีขนาดและความหนาใกล้เคียงกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หรือใช้ไดร์เป่าผมเป่านาน 30 นาที เพื่อให้ยางแห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 5 นาที เพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ เมื่อครบกำหนดเวลา พึงแผ่นยางให้คลายความร้อน จากนั้นนำแผ่นยางที่แห้งและขึ้นรูปแล้วไปทดสอบด้วยเครื่อง Tensile เพื่อนำไปเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงที่วัดได้กับ Mikrosil ว่าแผ่นยางมีความทนต่อการดึงขาดมากหรือน้อยกว่า Mikrosil



รูปภาพที่ 1 แผ่นยางที่แห้งและขึ้นรูปแล้ว

#### 3.3 การหล่อร่องรอยที่ปรากฏบนจานท้ายปลอกกระสุนปืน

นำน้ำยางมาหล่อร่องรอยที่ปรากฏบนงานท้ายปลอกกระสุนปืน แล้วนำไปวางในภาชนะลุ่มนิ่ม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 c หรือใช้ไคร์เป่าลมเป่า 30 นาที เพื่อให้ยางแห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 c 5 นาที เพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ เมื่อครบ 5 นาที แกะแผ่นยางที่แข็งตัวแล้วออกจากปลอกกระสุนปืนที่นำมาหล่อ เปรียบเทียบความสามารถในการหล่อรอยของน้ำยาง ว่าสามารถเก็บรายละเอียดของร่องรอยได้ดีพอหรือไม่ เมื่อเทียบกับ Mikrosil โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เปรียบเทียบ

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 ลักษณะน้ำยางหล่อรอย

เมื่อผสมน้ำยางพาราและสารเคมีตามสูตรทั้งสองสูตรแล้วพบว่า น้ำยางหล่อรอยสูตรที่ 1 มีลักษณะข้นมากกว่าสูตรที่ 2 และเมื่อนำไปอบเพื่อการวัลคาไนซ์แล้ว แผ่นยางที่ได้มีรอยแตกผิวไม่เรียบเนียนเท่าแผ่นยางของสูตรที่ 2 ดังนั้นน้ำยางสูตรที่ 1 จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการหล่อรอยเพราะอาจเก็บรายละเอียดได้ไม่ดีนักและรอยแตกที่เกิดขึ้นอาจทำให้สับสนกับร่องรอยบนงานท้ายปลอกกระสุนปืน



(ก)

(ข)

รูปภาพที่ 2 (ก) แผ่นยางจากน้ำยางหล่อรอยสูตรที่ 1

(ข) แผ่นยางจากน้ำยางหล่อรอยสูตรที่ 2

##### 4.2 การทดสอบความทนต่อแรงดึงโดยใช้เครื่อง Tensile

ในการทดสอบความทนต่อแรงดึงโดยใช้เครื่อง Tensile นำแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางสูตรที่ 2 และ Mikrosil ไปทำการทดสอบเฉลี่ย 3 ครั้ง โดยตัดแผ่นยางและแผ่น Mikrosil ให้มีขนาด 1x10 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น แล้วนำไปวัดความทนต่อแรงดึงด้วยเครื่อง Tensile ได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความทนต่อแรงดึงของยางพาราและMikrosil

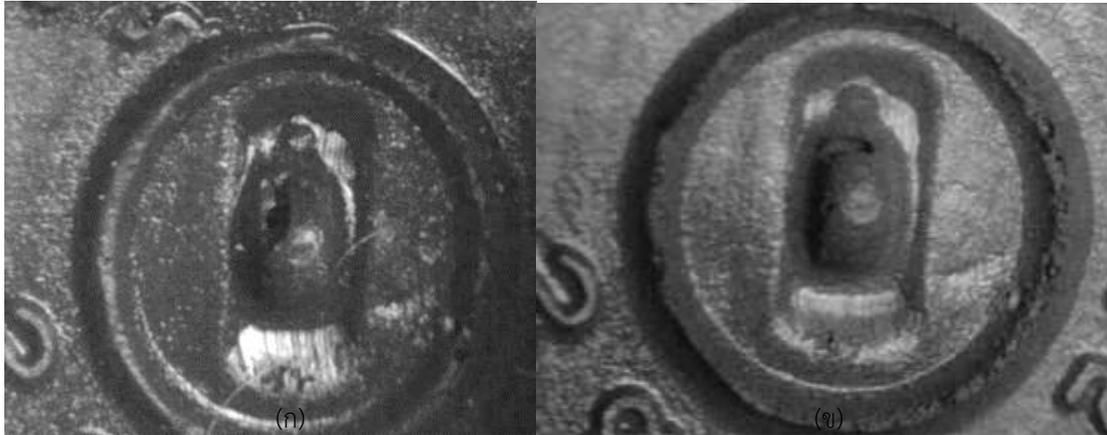
ค่าความทนต่อแรงดึง (MPa)	ยางพารา	Mikrosil
ขั้นที่ 1	4.12	0.16
ขั้นที่ 2	3.65	0.22
ขั้นที่ 3	4.43	0.18
เฉลี่ย	4.07	0.19

จากตารางที่ 2 จะเห็นแผ่นยางพารา คือ 4.07 MPa ซึ่งของ Mikrosil คือ 0.19 MPa การดึงขาดมากกว่า Mikrosil ยากกว่า Mikrosil

ได้ว่าค่าความทนต่อแรงดึงของมีค่าสูงกว่าค่าความทนต่อแรงดึงแสดงว่ายางพารามีความทนต่อกล่าวคือยางพาราถูกดึงขาดได้

#### 4.3 ร่องรอยบนงานท้ายปลอกกระสุนปืนที่หล่อได้

เมื่อนำน้ำยางพาราที่ผสมสารเคมีไปหล่อร่องรอยบนงานท้ายปลอกกระสุนปืน แล้วนำไปวิเคราะห์ผลด้วยกล้องจุลทรรศน์เปรียบเทียบ ที่กำลังขยาย 6x1.75 พบว่าสามารถเห็นรายละเอียดของรอยตำหนิพิเศษบนงานจากท้ายปลอกกระสุนปืนที่เกิดจากเข็มแทงฉนวนได้เช่นเดียวกับการหล่อรอยโดยใช้ Mikrosil



รูปภาพที่ 3 (ก) งานท้ายปลอกกระสุนปืนที่หล่อโดยยางพารา (ข) งานท้ายปลอกกระสุนปืนที่หล่อโดย Mikrosil

#### 5. สรุปผลการวิจัย

น้ำยางพาราที่ผ่านการวัลคาไนซ์โดยผสมกับกำมะถัน ซิงค์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมตและซิงค์ออกไซด์แล้วนำไปอบจะมีความยืดหยุ่นและความทนต่อแรงดึงสูง อัตราส่วนของน้ำยางพารากับสารเคมีมีผลกับเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยถ้าผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วนที่น้อยและใส่สารเคมีอื่นๆลงไปมาก จะทำให้เนื้อของน้ำยางผสมมีความชื้นมาก เมื่อนำไปอบ แผ่นยางที่ได้จะมีรอยแตก ผิวไม่เรียบเนียน หากนำไปใช้หล่อร่องรอย อาจสับส่นระหว่างรอยแตกกับร่องรอยที่มีอยู่จริงได้ และเมื่อเทียบการหล่อรอยโดยใช้น้ำยางพาราสูตรที่เหมาะสมกับ Mikrosil ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการหล่อร่องรอยต่างๆ ในงานนิติวิทยาศาสตร์พบว่ายางพารามีค่าความทนต่อแรงดึงสูงกว่า Mikrosil และเมื่อนำไปหล่อร่องรอยงานท้ายปลอกกระสุนปืนพบว่าร่องรอยที่หล่อได้แสดงรายละเอียดตำหนิพิเศษของจากท้ายปลอกกระสุนปืนได้ชัดเจน สามารถเทียบเคียงกับการใช้ Mikrosil ได้

#### 6. อภิปรายผล

1. แม้ว่าการใช้น้ำยางพาราในการหล่อรอยจะสามารถแสดงรายละเอียดของร่องรอยได้ แต่ใช้ระยะเวลาในการหล่อรายนานกว่าการใช้ Mikrosil อาจต้องมีการพัฒนาสูตรส่วนผสมของน้ำยางและสารเคมี โดยอาจปรับเปลี่ยนปริมาณหรือชนิดของสารเคมีที่นำมาผสมกับน้ำยางพารา เพื่อให้ใช้เวลาน้อยลงและสามารถนำไปใช้ได้สะดวกมากขึ้น

2. ราคาของน้ำยางหล่อรอยที่คำนวณจากราคาของน้ำยางพาราและสารเคมีที่ผสมลงไปในงานวิจัยนี้เทียบกับราคาของ Mikrosil ซึ่งยังไม่รวมค่าจัดส่งจากต่างประเทศเข้ามาในประเทศไทย ในปริมาณที่เท่ากันน้ำยางหล่อรอยมีราคาถูกกว่า Mikrosil ประมาณ 10 เท่า

3. หากมีการผลิตน้ำยางหล่อรอยในเชิงอุตสาหกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงการผสมสารเคมีให้เข้ากัน รวมถึงการกำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสม เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อเนื้อยาง หากควบคุมไม่ดีจะทำให้ยางตายและไม่สามารถนำไปหล่อรอยได้

นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาให้น้ำยางหลอรรอยที่ผลิตขึ้นสามารถใช้งานได้นานขึ้น ไม่แห้งหรือเนื่ออย่างเสียในระยะเวลาสั้นก็  
เป็นสิ่งสำคัญ

## 7. เอกสารอ้างอิง

ชินรัตน์ ลากพุลธนะอนันต์. (2554). การเลือกใช้ดีสเพอร์ชันในน้ำยาง. สืบค้นจาก:

<http://mahidolrubber.org/files/dispersion-latex.pdf>, 7 ตุลาคม 2560.

ชินรัตน์ ลากพุลธนะอนันต์. (2558). การวัลคาไนซ์ ผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง. สืบค้นจาก:

[http://www.mahidolrubber.org/files/vulcanized\\_latex.pdf](http://www.mahidolrubber.org/files/vulcanized_latex.pdf), 5 ตุลาคม 2560.

พัชรา สิ้นลอยมา. (ม.ป.ป). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิติวิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก:

[http://www.ajarnpat.com/data/document\\_study\\_Pat.pdf](http://www.ajarnpat.com/data/document_study_Pat.pdf), 8 มกราคม 2561.

ภัณฑิลา ภูมิระเปียบ. (2556). สารเคมีสำหรับยาง. สืบค้นจาก:

<http://www.dss.go.th/images/st-article/pep-8-2556-afr.pdf>, 7 ตุลาคม 2560.

วิภาวี พัฒนกุล. (2554). ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์. สืบค้นจาก:

<http://rubberthai.com/yang/administrator/jour/98.pdf>, 5 ตุลาคม 2560.

สถาบันพลาสติก. (2557). เทคโนโลยีการผลิตยางคอมพาวด์. สืบค้นจาก:

<http://rubber.oie.go.th/box/Article/25239/เทคโนโลยีการผลิตยางคอมพาวด์.pdf>, 7 ตุลาคม 2560.

Finn, Jim. (2011). Selection, use of water-based dispersions in latex. Rubber World 243(5): 13-14

**การออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ****The development Academic Management System.****พลวัฒน์ ต่อตระกูล<sup>1</sup>*****Ponlawat Tortrakul***<sup>1</sup>บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร 10220<sup>1</sup> Graduate School, North Bangkok University. Bangkok10220

Corresponding author e-mail: ar\_teay@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

การพัฒนาระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ โดยระบบสามารถจัดการข้อมูลกิจกรรมทางวิชาการ จัดการผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการ และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ในการพัฒนาระบบได้ใช้ภาษา PHP ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา Web Application ใช้โปรแกรม Apache ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และใช้โปรแกรม MySQL เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล โดยระบบมีการกำหนดสิทธิและแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไป สมาชิก เว็บมาสเตอร์ และผู้ดูแลระบบ ซึ่งระบบดังกล่าวมีความโดดเด่นในด้านการจัดการกิจกรรม โดยระบบการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้ที่มีความสนใจในกิจกรรมสามารถลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมได้ง่ายยิ่งขึ้นและจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test) ด้านการออกแบบระบบ (Usability Test) ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test) จากผู้ใช้งานจำนวน 15 คน ภาพรวมระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.14 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68 โดยผลการทดสอบระบบทั้งหมด 30 กรณีทดสอบ พบว่า ระบบมีการตอบสนองต่อการใช้งานจริง เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

**คำสำคัญ:** ระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ**Abstract**

The development Academic Management System. The objective is to design and develop systems for academic activities. The system can manage academic activities. Participate management. And evaluate the performance of the system. The system was developed using PHP language, which is used in Web Application Development using the Apache web server for a computer simulation. And using MySQL as the database. The system is configured and rights. Divided into four groups: Users Member Webmasters and Administrators. The system is unique in the field of event management. The system events can only make those who are interested in the event can register to participate more easily and to test the performance of

all four aspects: The need to use the system (Functional Requirement. Test) the performance of the system (Functional Test) System design (Usability Test) and Security systems (Security Test) from 15 user. Overall system performance overall was good. An average ( $\bar{x}$ ) of 4.14 and standard deviation (SD) of 0.68 by the test system, all 30 cases showed that the system is responding to practical use. And completed all objective.

**Keywords:** Development Academic Management System.

## บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบันนี้ได้มีการเข้าร่วมสังคมต่างๆ กันมากมายซึ่งทำให้มีการเจรจาระหว่างบุคคลสองบุคคลหรือมากกว่าสองบุคคลขึ้นไป เป็นการเจรจาเพื่อธุรกิจ การเจรจา หรือการแลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งทำให้การพูดคุยกันอาจจะไม่ทั่วถึงจึงได้มีการจัดการประชุมขึ้น ซึ่งการประชุมก็คือ กิจกรรมของบุคคลกลุ่มหนึ่งซึ่งได้มาเจรจากันตามกำหนดนัดหมาย โดยมีวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน เช่น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด เพื่อแก้ปัญหา เป็นต้น ผู้เข้าประชุมแต่ละคนเป็นได้ทั้งผู้รับสารและผู้ส่งสาร ส่วนความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น อารมณ์ ความรู้สึกที่แสดงออกมาในที่ประชุม ซึ่งการประชุมนั้นมีมากมายหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น การประชุมเฉพาะกลุ่ม การประชุมปรึกษาการประชุมสัมมนา เป็นต้น (กิตติ ภัคดิวัฒน์กุล – พนิดา พานิชกุล, 2554)

จากการศึกษาข้อมูลการประชุมนั้นทำให้ทราบได้ว่าการจัดประชุมไม่ได้พบปัญหาต่างๆมากมายไม่ว่าจะเป็น สถานที่ การประชุม เวลาในการเข้าร่วมประชุม การประชาสัมพันธ์ไม่ทั่วถึง หรือทำให้ไม่ได้รับข่าวสารในการสัมมนา ซึ่งทำให้การจัดประชุมไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์, 2555)

จากการศึกษาข้างต้นทำให้คณะผู้จัดทำจึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีการเขียนโปรแกรมบนเว็บ มาใช้ในการช่วยในบริหารจัดการข้อมูลการประชุมได้ในทันที ไม่ว่าจะเป็นเรื่องค่าใช้จ่าย เรื่องเวลาในการจัดการประชุมที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจในการประชุมนั้นสามารถเข้ามาดูรายละเอียดการประชุมและลงชื่อเข้าร่วมการประชุมออนไลน์ได้เลยในทันที และสามารถทราบสถานที่การประชุม ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้ทราบตำแหน่งที่สถานที่จัดประชุมและข้อมูลการเดินทางไปสถานที่ที่การจัดประชุมได้เลยในทันที ระบบนี้จะเรียกว่า ระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้จัดการประชุมนำเทคโนโลยีมาช่วยในการประชาสัมพันธ์การประชุมเพื่อเพิ่มโอกาสในการทราบถึงข้อมูลการประชุม

## วัตถุประสงค์ในการศึกษา

- 1 เพื่อพัฒนาระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ
- 2 เพื่อให้ระบบสามารถจัดการข้อมูลในการจัดกิจกรรมทางวิชาการ
- 3 เพื่อให้ระบบสามารถจัดการชื่อผู้เข้าร่วมการจัดกิจกรรมทางวิชาการ
- 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ

## วิธีวิทยาการวิจัย

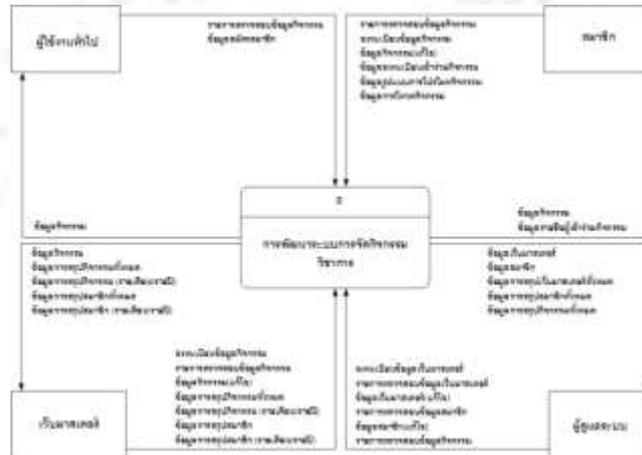
### ขั้นตอนการดำเนินงาน

- ก) การติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้ และผู้พัฒนาระบบ

การรวบรวมความต้องการ เป็นขั้นตอนพื้นฐานของ Cycle ซึ่งความต้องการของระบบ และความต้องการของหน่วยงานที่ทำ ทั้งหมดในขั้นตอนนี้รวมถึงการทำความเข้าใจความต้องการของระบบโดยการสื่อสารอย่างต่อเนื่องระหว่างผู้ใช้ และนักพัฒนาระบบ ซึ่งต้องระบุและการเก็บความต้องการที่ต้องดำเนินงานตามขอบเขตในขั้นถัดไป รวมถึงสาเหตุของปัญหาจากที่มีการดำเนินการต่างๆ เช่น การศึกษาระบบงานเดิม, การสัมภาษณ์ผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติ, การดูเอกสาร และแบบฟอร์มต่างๆ รวมถึงการสังเกตจากการทำงานจริง เป็นต้น

## ข) การวางแผน

ขั้นของการวางแผน เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมาย เจาะใจและแนวทางต่างๆ ที่นำมาใช้แก้ไขปัญหาต่าง โดยถือเป็นส่วนริเริ่มของแผนงานที่จะพัฒนา ภายใต้การพิจารณาเกี่ยวกับด้านต้นทุน ทรัพยากร ข้อจำกัด และทางเลือกสำหรับทีมงาน การออกแบบ และสภาพแวดล้อมของการพัฒนาระบบ



ภาพที่ 1 แสดง Context Diagram ของระบบจัดการงานกิจกรรมทางวิชาการ

## ค) การวิเคราะห์ความเสี่ยง และการออกแบบ

เป็นส่วนของการวิเคราะห์ความเสี่ยง ด้วยการนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ มาประเมิน และคัดเลือกแนวทางที่ดีที่สุด โดยต้องมีความเป็นไปได้สูงมาใช้ เพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น หรือหลีกเลี่ยงความเสี่ยงเหล่านั้น ไม่ว่าจะเป็นความเสี่ยงของตัวโครงการ ความเสี่ยงของตัวผลิตภัณฑ์ และความเสี่ยงทางธุรกิจ ทั้งนี้ ความเสี่ยงดังกล่าว สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือการจำลองสถานการณ์ สำหรับเอกสารที่สร้างขึ้นในส่วนนี้ จะอธิบายถึงการทำงานระบบ และเอกสารเหล่านี้จะนำไปสู่การสร้างข้อกำหนดความต้องการขึ้นมา

## ง) การสร้าง การทดสอบ และการนำไปใช้

ในส่วนของการพัฒนาระบบ โดยนำกระบวนการทางวิศวกรรมมาปรับใช้ในการพัฒนาระบบตามเอกสารข้อกำหนดความต้องการที่ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงหรือวิเคราะห์ความต้องการไว้ในขั้นตอนข้างต้นและเมื่อระบบเสร็จเรียบร้อยจึงทำการตรวจสอบความถูกต้องทางด้านข้อกำหนดความต้องการ โดยการพัฒนาจะเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับถัดจากที่เคยทำไว้ ที่แสดงถึงการเพิ่มพูนผลงาน เช่น Version 1,2 และ 3 เป็นต้น

## จ) การประเมินผลจากผู้ใช้

เป็นส่วนของการประเมินด้วยการทบทวนถึงผลลัพธ์ของขั้นตอนที่ผ่านมาพร้อมกับลูกค้าหรือผู้ใช้งาน และทำการวางแผนเพื่อเตรียมดำเนินการในรอบถัดไป โดยตัวซอฟต์แวร์ที่ได้รับการพัฒนาจะมีเวอร์ชันที่มีความก้าวหน้าและสมบูรณ์มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งตามปกติ ภายหลังจากการวนรอบไปหลายรอบแล้วความเสี่ยงต่างๆ อย่างจะได้รับการแก้ไข และซอฟต์แวร์ก็พร้อมสำหรับการพัฒนาต่อจนกระทั่งโครงการสำเร็จ

## สรุปผลและอภิปรายผล

การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการกิจกรรมออนไลน์ ในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อคิดเห็นโดยอาศัยแบบสอบถาม ในการชี้วัดปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ มีความ

ปลอดภัยในการทำงาน และระบบสอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

การนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนและร้อยละของข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดแสดงอยู่ในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบประเมิน

		จำนวนคน	ร้อยละ
เพศของผู้ตอบแบบประเมิน	ชาย	12	80.00
	หญิง	3	20.00
	รวม	15	100.00
อายุของผู้ตอบแบบประเมิน	น้อยกว่า 20 ปี	1	6.67
	21-25 ปี	9	60.00
	26-30 ปี	3	20.00
	31-35 ปี	1	6.67
	36-40 ปี	1	6.67
	อื่นๆ	0	0.00
	รวม	15	100.00
ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบประเมิน	ต่ำกว่าปริญญาตรี	1	6.67
	ปริญญาตรี	10	66.67
	ปริญญาโท	4	26.67
	ปริญญาเอก	0	0.00
	อื่นๆ	0	0.00
	รวม	15	100.00
สถานะของผู้ตอบแบบประเมิน	นักศึกษา	9	60.00
	อาจารย์	3	20.00
	โปรแกรมเมอร์	3	20.00
	ประชาชนทั่วไป	0	0.00
	อื่นๆ	0	0.00
	รวม	15	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้ตอบแบบประเมินมีจำนวนทั้งหมด 15 คน จำแนกเป็นเพศชาย 12 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และเพศหญิง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ส่วนใหญ่มีอายุ 21-25 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคืออายุ 26-30 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 อายุ 31-35 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 อายุ 36-40 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 และอายุน้อยกว่า 20 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 ส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ปริญญาโท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ

ละ 6.67 และส่วนใหญ่มีสถานะเป็นนักศึกษา จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมามีสถานะเป็นอาจารย์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และอันดับสุดท้ายสถานะเป็นโปรแกรมเมอร์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00

### วิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบงานในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบงานด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
<b>1. การประเมินระบบด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test)</b>			
1.1 ความสามารถของระบบในด้านการกำหนดสิทธิในการเข้าใช้งานระบบ	4.40	0.74	มาก
1.2 ความสามารถของระบบในด้านการเพิ่ม ตรวจสอบ และ แก้ไข ข้อมูลส่วนตัว	4.40	0.63	มาก
1.3 ความสามารถของระบบในด้านการเพิ่ม ตรวจสอบ แก้ไข และลบ ข้อมูลกิจกรรม	4.53	0.64	มากที่สุด
1.4 ความสามารถของระบบในการลงทะเบียนใช้งาน	4.53	0.64	มากที่สุด
1.5 ความสามารถของระบบลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม	4.33	0.49	มาก
1.6 ความสามารถของระบบโหวตกิจกรรม	3.93	0.59	มาก
1.7 ความสามารถของระบบเพิ่มวีดีโอกิจกรรม	4.13	0.74	มาก
1.8 ความสามารถของระบบเพิ่มเอกสารกิจกรรม	4.27	0.70	มาก
1.9 ความสามารถของระบบในด้านการพิมพ์รายชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรม	4.33	0.62	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.32</b>	<b>0.47</b>	<b>มาก</b>
<b>2. การประเมินระบบด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test)</b>			
2.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.60	0.63	มากที่สุด
2.2 ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	4.47	0.74	มาก
2.3 ความถูกต้องในการลบข้อมูล	4.47	0.64	มาก
2.4 ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบรายงาน	4.40	0.74	มาก
2.5 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในระบบ	4.20	0.78	มาก
2.6 ความน่าเชื่อถือได้ของระบบ	4.00	0.66	มาก
2.7 ความเร็วในการประมวลผล	4.07	0.59	มาก
2.8 ความครอบคลุมของระบบที่ทำกับระบบงานจริง	4.07	0.70	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.28</b>	<b>0.48</b>	<b>มาก</b>
หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
<b>3. การประเมินระบบด้านการออกแบบระบบ (Usability Test)</b>			
3.1 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.07	1.34	มาก
3.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิตและตัวอักษรบนจอภาพ	4.00	1.41	มาก
3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิตขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	4.00	1.41	มาก
3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูป	3.80	1.32	มาก

3.5 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	3.80	1.32	มาก
3.6 ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	3.93	1.44	มาก
3.7 ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบจอภาพ	3.93	1.39	มาก
3.8 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	3.87	1.36	มาก
3.9 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	4.07	1.28	มาก
3.10 คำศัพท์ที่ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย	3.67	1.35	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	3.91	1.28	มาก
<b>4. การประเมินระบบด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test)</b>			
4.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่านในการตรวจสอบเข้าใช้งานระบบ	4.1	1.3	มาก
4.2 การตรวจสอบสิทธิก่อนการเข้าใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่างๆ	3.9	1.4	มาก
4.3 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.1	1.4	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	4.02	1.34	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของระบบงานในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์ ในภาพรวมมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.14 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีประสิทธิภาพอันดับ 1 คือ ด้านความต้องการในการใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.32 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.47 รองลงมาด้านที่มีประสิทธิภาพอันดับ 2 คือ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.28 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.48 รองลงมาด้านที่มีประสิทธิภาพอันดับ 3 คือ ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.02 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.34 และด้านที่มีประสิทธิภาพอันดับ 4 คือ ด้านการออกแบบระบบ (Usability Test) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 3.91 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.28 ตามลำดับ

สรุปผลการประเมินการหาประสิทธิภาพของระบบงานในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ระบบของระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์ มีประสิทธิภาพตามความเห็นของผู้ประเมินจำนวนทั้งหมด 15 คน แสดงว่า ระบบงานที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี เป็นที่ยอมรับได้ พร้อมทั้งสามารถนำไปใช้งานได้จริงและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

## ปัญหาและอุปสรรค

### 1 ด้านฮาร์ดแวร์

ในการติดตั้งระบบต้องอาศัยเครื่องที่มีประสิทธิภาพที่สามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานได้เพียงพอต่อการใช้งาน เนื่องจากการใช้งานที่มากทำให้มีการรับส่งข้อมูลที่เยอะขึ้นทำให้ต้องใช้เครื่องมือที่ประสิทธิภาพที่รองรับการทำงานระบบนั้นได้

### 2 ด้านการติดต่อกับฐานข้อมูล

เมื่อนำเทคโนโลยี JQuery มาใช้ร่วมกับการเขียนโปรแกรมภาษา PHP ทำให้เกิดปัญหาในการรับส่งข้อมูลบางประการ และการใช้งานพื้นที่เก็บข้อมูลที่เป็นของฟรีทำให้เกิดปัญหาในส่วนของ การติดต่อของฐานข้อมูลอื่นเนื่องมาจากระบบโฮสต์ของผู้ให้บริการมีคุณภาพต่ำทำให้ในบางเวลาหรือบางกรณีไม่สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อเข้าใช้ระบบได้

### 3 ด้านการวางแผนการทำงาน

ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์ต้องอาศัยการทำงานที่ใช้เวลานานเนื่องจากกิจกรรมแต่ละประเภทมีรายละเอียดที่ไม่เหมือนกันต้องอาศัยการศึกษาข้อมูลจากหลายแหล่งและอาศัยการเข้าใจและลงมือปฏิบัติจริงกับเว็บไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำระบบจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และวางแผนตลอดไปจนถึงการออกแบบการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ที่จะมาพัฒนาเป็นระบบการจัดกิจกรรมออนไลน์

#### ข้อเสนอแนะ

- 6.4.1 ควรพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการใช้งานอุปกรณ์เพื่อให้ระบบทำงานได้ถูกต้องและสมบูรณ์
- 6.4.2 ควรพัฒนาระบบในการแสดงรายการกิจกรรมที่เข้าร่วมแล้ว

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ ภัคดิวัฒน์กุล – พนิดา พานิชกุล. 2554. **วิศวกรรมซอฟต์แวร์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ ฯ บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.
- [2] วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. 2555. **ระบบฐานข้อมูล**. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ ฯ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

## การประยุกต์ใช้เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุและ ECRS เพื่อลดต้นทุนการผลิตยางรถยนต์

Application of Material Flow Cost Accounting Technique and ECRS  
for Cost Reduction in the Manufacturing of Forklift Tyres

สุรัชย์ สานติสุขรัตน์<sup>1</sup>, อุกฤษฏ์ ลายคำ<sup>2</sup>, ภาณุมาศ ไชยกาวิณ<sup>3</sup>, ชินวร ชวสินธุ์<sup>4</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, surachai@northcm.ac.th

<sup>2,3</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

<sup>4</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, chinnavorn@northcm.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้้นำเทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุมาใช้เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์ของยางรถยนต์ โดยวิเคราะห์และจำแนกต้นทุนผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในลักษณะต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก และต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากการวิจัยพบว่า ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา คิดเป็นร้อยละ 39.26 ของต้นทุนผลิตภัณฑ์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำหลักการของ ECRS มาใช้เพื่อออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงานเพื่อลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ เพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ หลังจากที่ได้ดำเนินการแก้ไขแล้ว พบว่า ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบทั้งหมดลดลงเหลือ ร้อยละ 19.77 และทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวกเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 60.73 เป็นร้อยละ 80.23 และยังคงส่งผลกระทบต่อต้นทุนผลิตภัณฑ์รวมที่ลดลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 17.34 เป็นมูลค่า 8,425.83 บาทต่อการผลิตครั้งละ 18 เส้น หรือคิดเป็น 8,425,830 บาท/ปี จากการผลิตปีละ 18,000 เส้น

**คำสำคัญ :** บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ การลดต้นทุนผลิตภัณฑ์

### Abstract

This research applied Material Flow Cost Accounting (MFCA) to analyse the product costs of forklift tyres. The product costs were analysed and classified into Positive Product Cost and Negative Product Cost identifying the loss of the production. The results of MFCA showed that the negative product cost of the case study was 39.26%, thus ECRS principle was applied to design and improve the operation system to reduce the negative product cost for decreasing the loss and for increasing the value of the product. After ECRS applied to improve the system, the negative product cost was reduced to 19.77%. Moreover, the positive product cost was increased from 60.73% to 80.23%. That affected to the total product cost was reduced by 17.34% as 8,425.83 baht per lot (18 tyres/lot) or 8,425,830 baht per year (18,000 tyres per year).

**Keywords :** Material Flow Cost Accounting, Product Cost Reduction

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันทุกองค์กรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางสถานะวิกฤติเศรษฐกิจ ทำให้องค์กรต่าง ๆ มุ่งพัฒนาความสามารถให้เพิ่มขึ้น เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจอย่างยั่งยืนในทุกสถานการณ์ ดังนั้นในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นนั้นจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตลดลง เมื่อต้นทุนการผลิตลดลงแล้วจะทำให้การกำหนดราคาขายลดลงได้ด้วย เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน อย่างไรก็ตามการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ทุกองค์กรต้องให้ความสำคัญด้วยเช่นกัน ดังนั้น เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA) จึงถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่มีความสำคัญสำหรับการเพิ่มผลผลิตภาพควบคู่ไปกับการจัดการสิ่งแวดล้อมภายใต้มาตรการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตสีเขียว (Green Productivity: GP) ขององค์การเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชีย (Asian Productivity Organization: APO)

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตยางรถยนต์ที่มีผลิตภัณฑ์หลัก คือ ยางตัน ซึ่งเป็นยางล้อรถประเภทที่ใช้ยางพาราในการผลิตสูงเมื่อเทียบกับยางล้อรถที่ใช้ลม คือ ใช้ยางพาราประมาณ 30 กิโลกรัม/เส้น ในขณะที่ยางล้อรถประเภทที่ใช้ลมใช้ยางพาราเพียง 8 กิโลกรัม/เส้น จากปริมาณยางพาราที่ใช้ในการผลิตยางตันจะเห็นได้ว่าเป็นปริมาณที่สูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุมาใช้ในการลดต้นทุนระบบการผลิต วัสดุ พลังงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันด้วยการลดต้นทุน

## 2. การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA)

บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ หรือ MFCA ใช้สำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและจัดการใช้วัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการปล่อยของเสีย (Waste) รวมถึงสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (Non-product) MFCA ด้วยการวิเคราะห์การส่งถ่ายและการเปลี่ยนแปลงมูลค่าของวัสดุที่ผ่านกระบวนการและบ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการปรับปรุง และพัฒนาการใช้วัสดุให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น [1] ภายใต้แนวคิดของมวลสารไม่มีการสูญหายตามหลักการของสมดุลมวลสาร (Mass Balance) ที่เข้าและออกในแต่ละกระบวนการผลิตเป็นเกณฑ์ในการกำหนดหาส่วนที่สูญเสียไปจากกระบวนการและประเมินความสูญเสียออกมาในรูปของต้นทุน ด้วยหลักการในข้างต้น [2] ทำให้ในปี ค.ศ. 2011 International Organization for Standardization (ISO) ได้ประกาศให้ MFCA กลายเป็นกระบวนการมาตรฐาน ISO 14051 ที่มีชื่อว่า Environmental Management Accounting- Material Flow Cost Accounting – General Framework

ในการทำบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ จะแบ่งต้นทุนออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก (Positive Cost) ซึ่งเป็นต้นทุนที่ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และขายได้ และ (2) ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ (Negative Cost) เป็นต้นทุนที่ไม่ได้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และขายไม่ได้ หลังจากนั้นจะนำต้นทุนการสูญเสียในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ มาจำแนกหาสัดส่วนของต้นทุนต่าง ได้แก่ ต้นทุนวัสดุ (Material Cost: MC) ต้นทุนระบบการผลิต (System Cost: SC) ต้นทุนพลังงาน (Energy Cost: EC) และ ต้นทุนการจัดการของเสีย (Waste Management Cost: WC) เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางในการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ

จากหลักการของ MFCA ที่มุ่งเน้นเพิ่มผลผลิตพร้อมรักษาสิ่งแวดล้อมนั้น ได้มีการประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย เช่น การประยุกต์ใช้ในห่วงโซ่อุปทานเพื่อลดปริมาณคาร์บอน โดยพิจารณาตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำของห่วงโซ่อุปทาน [3] การพัฒนารูปแบบของ MFCA ร่วมกับหลักการ 3R ได้แก่ Reduce, Reuse และ Recycle เพื่อลดภาระทางสิ่งแวดล้อมและเพิ่มการพัฒนาที่ยั่งยืนในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้า [4] รวมถึงการใช้ MFCA เพื่อลดความสูญเสียในการผลิตลำไยอบแห้งซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย [5] จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่า MFCA นั้นจะทำให้สามารถบ่งชี้ได้ถึงกระบวนการผลิตที่เกิดความสูญเสีย

เปล่าที่แสดงอยู่ในรูปของต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ ซึ่งทำให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดปัญหา อย่างไรก็ตาม MFCA ไม่ได้เป็นเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับปรุง จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือหรือเทคนิคอื่นเข้ามาช่วยเพื่อการปรับปรุงอีกทางหนึ่ง

### 3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยใช้ MFCA ตาม ขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### 3.1 การสร้างแผนผังการไหลของวัสดุ

เก็บรวบรวมข้อมูลของการผลิตยางรถยนต์ที่ทำการศึกษา รายละเอียดกระบวนการผลิต และนำมาสร้างแผนผังการไหลของวัสดุ เพื่อแสดงให้เห็นถึงวัสดุเข้าออกในกระบวนการผลิตทั้งหมด

#### 3.2 การวิเคราะห์หาต้นทุนการไหลของวัสดุ

หลังจากที่ได้แผนผังการไหลของวัสดุแล้ว ได้เก็บรวบรวมต้นทุนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยการปฏิบัติงานร่วมกับพนักงาน การสัมภาษณ์ และการเก็บรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิต แบ่งออกเป็น ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก และต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ โดยใช้หลักการสมดุลมวลสารมาแยกแยะต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในแต่ละกระบวนการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ต้นทุนวัสดุ ต้นทุนระบบการผลิต ต้นทุนพลังงาน และต้นทุนการจัดการของเสีย

#### 3.3 การวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

เมื่อได้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบในส่วนที่มีมูลค่าสูงสุดแล้ว จะใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อคัดเลือกปัญหาที่เกิดขึ้น และหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงต่อไป

#### 3.4 การออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงาน

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาสาเหตุและผลมาออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงานเพื่อลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ และเพิ่มต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก โดยใช้เทคนิค ECRS ซึ่งเป็นหลักการในการลดความสูญเปล่า (Waste) ประกอบด้วย การกำจัด (Elimination) การรวมกัน (Combination) การจัดใหม่ (Rearrangement) และการทำให้ง่าย (Simplification)

#### 3.5 การวิเคราะห์หาต้นทุนผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง

เมื่อออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงานแล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์หาต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยเทคนิค MFCA อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวกและต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงกระบวนการเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานต่อไป

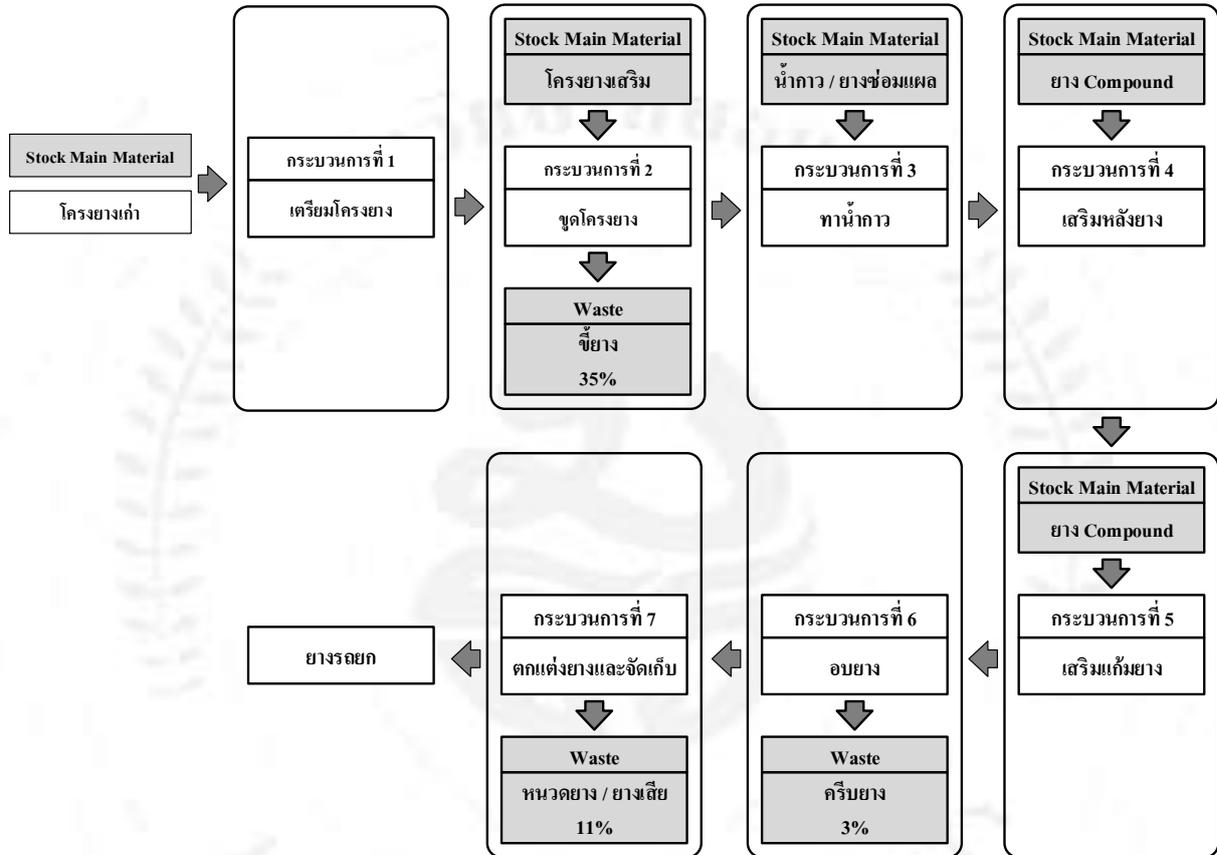
### 4. ผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ดำเนินการวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัยในข้างต้นแล้วนั้น สามารถแสดงผลการวิจัยได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 4.1 แผนผังการไหลของวัสดุ

จากกระบวนการผลิตยางรถยนต์ที่ได้เลือกมาศึกษา พบว่า ในกระบวนการผลิตนั้นมีวัสดุและวัสดุที่ต้องทิ้งไปเป็นจำนวนมาก และมีงานแก้ไขเกิดขึ้นจำนวนมาก ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตประกอบด้วยกระบวนการหลักทั้งหมด 7 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมโครงยาง การชูดโครงยาง การทาน้ำกาว การเสริมหลังยาง การเสริมแก้มยาง การ

ออกแบบ และการตกแต่งยางและจัดเก็บ ซึ่งจะเป็นการผลิตครั้งละ 18 เส้น ดังแผนผังการไหลของวัสดุ (Material Flow Process Chart) ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิตยางรอยก

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

จากแผนผังการไหลของวัสดุในรูปที่ 1 ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อหาต้นทุนการผลิตตามหลักการของ MFCA โดยแบ่งออกเป็นต้นทุนการผลิตในแต่ละกระบวนการออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนวัสดุ (MC) ต้นทุนระบบการผลิต (SC) ต้นทุนพลังงาน (EC) และต้นทุนการจัดการของเสีย (WC) รวมถึงการแยกรายละเอียดที่เป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวกและต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ ดังรูปที่ 2 และ 3

Cost Item	การเตรียมโครงยาง	การขุดโถโครงยาง	การทากาว	การเตรียมหลัง
<b>Newly input total cost</b>				
Total	3,690.72	1,308.35	2,662.92	15,082.18
Newly input MC	3,600.00	600.00	1,665.00	8,295.00
Newly input SC	90.72	544.32	997.92	136.08
Newly input EC	0	164.03	0	6,651.10
<b>Total cost handed over from previous process</b>				
Total	0.00	3,690.72	3,249.40	5,912.32
MC from previous process	0	3,600.00	2,730.00	4,395.00
SC from previous process	0	90.72	412.78	1,410.70
EC from previous process	0	0	106.62	106.62
<b>Process total of input cost</b>				
Total	3,690.72	4,999.07	5,912.32	20,994.50
MC from previous process	3,600.00	4,200.00	4,395.00	12,690.00
SC from previous process	90.72	635.04	1,410.70	1,546.78
EC from previous process	0	164.03	106.62	6,757.72
<b>Percent quantity of negative product</b>	0%	35%	0%	0%
<b>Percent quantity of positive product</b>	100%	65%	100%	100%
<b>Positive product cost</b>				
Total	3,690.72	3,249.40	5,912.32	20,994.50
Positive product MC	3,600.00	2,730.00	4,395.00	12,690.00
Positive product SC	90.72	412.78	1,410.70	1,546.78
Positive product EC	0	106.62	106.62	6,757.72
<b>Negative product cost</b>				
Total	0	2,889.67	0	0
Negative product MC	0	1,470.00	0	0
Negative product SC	0	222.26	0	0
Negative product EC	0	57.41	0	0
Negative product WC	0	1,140.00	0	0

### รูปที่ 2 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ ตั้งแต่กระบวนการที่ 1 ถึง 4

จากรูปที่ 2 และ 3 การจำแนกต้นทุนในแต่ละกระบวนการได้ใช้หลักการสมดุลมวล (Mass Balance) เพื่อใช้เป็นส่วนต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวกและต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ โดยจะนำปริมาณวัสดุที่เข้าสู่กระบวนการทั้งหมดในรูปของน้ำหนักสารเปรียบเทียบกับน้ำหนักของปริมาณวัสดุที่ส่งต่อไปยังกระบวนการต่อไป และน้ำหนักของปริมาณวัสดุที่สูญเสียออกไปจากกระบวนการ เช่น ในกระบวนการที่ 1 มีปริมาณวัสดุเริ่มต้น ร้อยละ 100 สามารถส่งผ่านไปยังกระบวนการที่ 2 ได้ครบถ้วนร้อยละ 100 ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก ที่จะต้องส่งต่อต้นทุนให้กับกระบวนการที่ 2 ซึ่งเป็นกระบวนการถัดไป แสดงให้เห็นว่ากระบวนการที่ 1 นั้นไม่มีความสูญเสียเกิดขึ้น

สำหรับกระบวนการที่ 2 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวกนั้นเกิดขึ้นร้อยละ 65 ซึ่งคิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 3,249.40 บาท และผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบเกิดขึ้นร้อยละ 35 รวมกับต้นทุนในการจัดการความสูญเสียเปล่า คิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 2,889.67 บาท

Cost Item	การเตรียมแก๊สยาง	การอบยาง	การคอกแต่งยางและจัดเก็บ
<b>Newly input total cost</b>			
Total	9,495.85	2,984.04	680.40
Newly input MC	8,295.00	0	0
Newly input SC	408.24	68.04	680.40
Newly input EC	792.61	2,916.00	0
<b>Total cost handed over from previous process</b>			
Total	20,994.50	30,490.35	32,470.15
MC from previous process	12,690.00	20,985.00	20,355.45
SC from previous process	1,546.78	1,955.02	1,962.36
EC from previous process	6,757.72	7,550.33	10,152.34
<b>Process total of input cost</b>			
Total	30,490.35	33,474.39	33,150.55
MC from previous process	20,985.00	20,985.00	20,355.45
SC from previous process	1,955.02	2,023.06	2,642.76
EC from previous process	7,550.33	10,466.33	10,152.34
<b>Percent quantity of negative product</b>	0%	3%	11%
<b>Percent quantity of positive product</b>	100%	97%	89%
<b>Positive product cost</b>			
Total	30,490.35	32,470.15	29,503.99
Positive product MC	20,985.00	20,355.45	18,116.35
Positive product SC	1,955.02	1,962.36	2,352.06
Positive product EC	7,550.33	10,152.34	9,035.58
<b>Negative product cost</b>			
Total	0	7,837.73	8,347.56
Negative product MC	0	629.55	2,239.10
Negative product SC	0	60.69	290.70
Negative product EC	0	313.99	1,116.76
Negative product WC	0	6,833.50	4,701.00

รูปที่ 3 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ ตั้งแต่กระบวนการที่ 5 ถึง 7

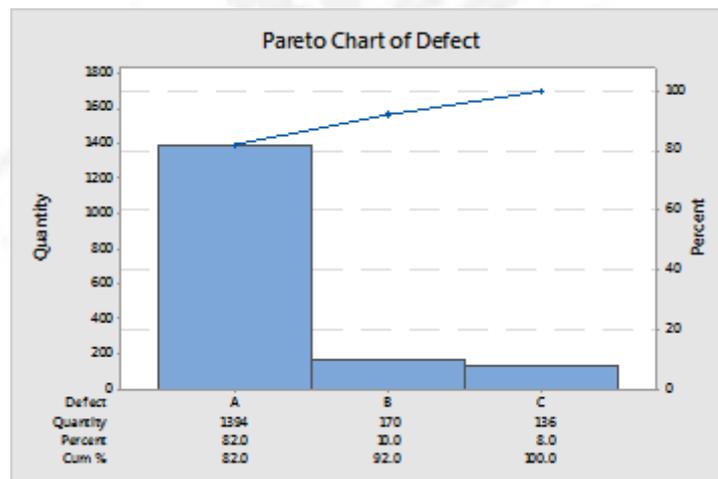
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าต้นทุนผลิตภัณฑ์รวมของยางรถยนต์นี้ มีมูลค่า 48,578.96 บาท สำหรับการผลิตยางรถยนต์ 18 เส้น แยกเป็นต้นทุนวัสดุ 22,455.00 บาท ต้นทุนระบบการผลิต 2,925.72 บาท ต้นทุนพลังงาน 10,523.74 บาท และต้นทุนการจัดการของเสีย 12,674.50 บาท หากพิจารณาเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก มีมูลค่าทั้งสิ้น 29,504.00 บาท คิดเป็น ร้อยละ 60.73 และต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ 19,074.96 บาท คิดเป็นร้อยละ 39.27 ซึ่งถือได้ว่าเป็นสัดส่วนที่สูงมาก จึงจำเป็นต้องพิจารณาหาแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงให้ลดลง

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์ตามหลักการของ MFCA ก่อนปรับปรุง

รายการต้นทุนผลิตภัณฑ์		รายการต้นทุนการผลิต				
		ต้นทุนวัสดุ (MC)	ต้นทุนระบบการผลิต (SC)	ต้นทุนพลังงาน (EC)	ต้นทุนการจัดการของเสีย (WC)	รวม
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก	(บาท)	18,116.35	2,352.07	9,035.58	0	29,504.00
	(ร้อยละ)	37.29	4.84	18.60	0	60.73
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ	(บาท)	4,338.65	574.00	1,488.00	12,674.50	19,074.96
	(ร้อยละ)	8.93	1.18	3.07	26.09	39.27
รวม	(บาท)	22,455.00	2,925.72	10,523.74	12,674.50	48,578.96
	(ร้อยละ)	46.22	6.02	21.67	26.09	100.00

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาและสาเหตุของปัญหา

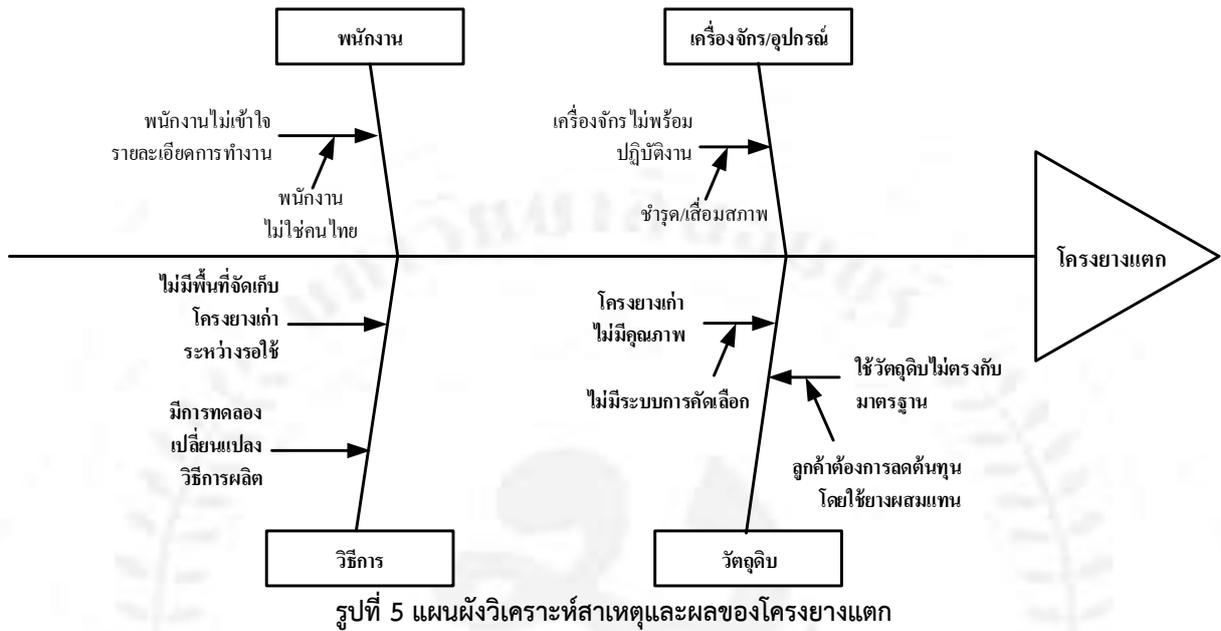
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบในด้านการจัดการของเสียนั้นมีสัดส่วนที่สูงที่สุดถึงร้อยละ 26.09 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้องกันกับต้นทุนการจัดการของเสียมาวิเคราะห์และออกแบบวิธีการปรับปรุง โดยจะเน้นในส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขงานเป็นหลัก เนื่องจากงานที่ต้องแก้ไขนั้นเป็นสิ่งที่สามารถปรับปรุงได้ทันที และก่อให้เกิดผลที่ดีกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยอีกทางหนึ่ง



A = โครงยางแตก B = หนวดยางเกินมาตรฐาน C = ครีบบางเกินมาตรฐาน

#### รูปที่ 4 แผนภูมิพาร์โตแสดงประเภทและสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 4 พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางรถยนต์นั้น มี 3 ประเภท ได้แก่ โครงยางแตก คิดเป็นร้อยละ 82.0 หนวดยางเกินมาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และครีบบางเกินมาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 8.0 ดังนั้นจึงเลือกของเสียประเภทโครงยางแตกมาออกแบบวิธีการปรับปรุงตามหลักการของพาร์โต 80:20



เมื่อได้ปัญหาจากการใช้แผนภูมิพาเรโตแล้วนั้น ทางคณะผู้วิจัยและโรงงานกรณีศึกษาจึงได้ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังวิเคราะห์สาเหตุและผล ดังรูปที่ 5

#### 4.4 การออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงาน

สาเหตุที่ได้จากแผนผังวิเคราะห์สาเหตุและผลในรูปที่ 5 นั้น ทางคณะผู้วิจัยและโรงงานกรณีศึกษาได้คัดเลือกสาเหตุ 3 สาเหตุมาออกแบบและปรับปรุงวิธีการทำงานภายใต้หลักการของ ECRS ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงานภายใต้หลักการของ ECRS

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	การออกแบบและปรับปรุงระบบการทำงาน	หลักการ ECRS
วัสดุ	โครงการเก่าไม่มีคุณภาพ - ไม่มีระบบการคัดเลือก	จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบโครงการเก่าก่อนซื้อมาใช้เป็นวัสดุหลัก	การกำจัดโครงการเก่าที่ไม่มีคุณภาพก่อนการซื้อ (Elimination)
วิธีการ	ไม่มีการกำหนดพื้นที่จัดเก็บโครงการเก่าก่อนนำไปใช้	สร้างห้องจัดเก็บโครงการเก่าที่จัดซื้อมา เพื่อจ่ายต่อการเก็บรักษาและจ่ายต่อการตรวจสอบจำนวน	การทำให้ง่ายโดยการกำหนดพื้นที่อย่างชัดเจน (Simplification)
พนักงาน	พนักงานไม่เข้าใจรายละเอียดการทำงาน - ไม่ใช่คนไทย	จัดทำรายละเอียดการทำงานเป็นภาษาพม่าและภาษาเขมรเพิ่มเติม	การกำจัดความไม่เข้าใจในภาษาไทย (Elimination)

## 1.5 ผลการวิเคราะห์หาต้นทุนผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ออกแบบและปรับปรุงวิธีการทำงานตามตารางที่ 2 แล้วนั้น พบว่า ต้นทุนด้านการจัดการของเสียคิดเป็นมูลค่า 4,806.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 11.97 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์ตามหลักการของ MFCA หลังปรับปรุง

รายการต้นทุนผลิตภัณฑ์		รายการต้นทุนการผลิต				รวม
		ต้นทุนวัสดุ (MC)	ต้นทุนระบบการผลิต (SC)	ต้นทุนพลังงาน (EC)	ต้นทุนการจัดการของเสีย (WC)	
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก	(บาท)	19,856.14	2,394.74	9,966.20	0	32,217.08
	(ร้อยละ)	49.45	5.96	24.82	0	80.23
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ	(บาท)	1,998.86	574.00	558.00	4,806.00	7,936.05
	(ร้อยละ)	4.98	1.43	1.39	11.97	19.77
รวม	(บาท)	21,855.00	2,968.39	10,523.74	4,806.00	40,153.13
	(ร้อยละ)	54.43	7.39	26.21	11.97	100.00

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการออกแบบและปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ตามสาเหตุที่วิเคราะห์ได้นั้น จะมีผลทำให้ต้นทุนด้านอื่น ๆ ลดลงไปด้วยเช่นกัน ทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์รวมลดลงเหลือ 40,153.13 บาท จากเดิม 48,578.96 บาท แสดงให้เห็นว่าวิธีการทำงานใหม่ที่ออกแบบขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

รายการต้นทุนผลิตภัณฑ์	จำนวนเงิน (บาท)			คิดเป็น
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ส่วนต่าง	
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก	29,504.00	32,217.08	2,713.08	เพิ่มขึ้น ร้อยละ 9.20
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ	19,074.96	7,936.05	-11,138.91	ลดลง ร้อยละ 58.40
ต้นทุนรวม	48,578.96	40,153.13	-8,425.83	ลดลง ร้อยละ 17.34

เมื่อทำการเปรียบเทียบต้นทุนผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง จะได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ ลดลงจากเดิมถึง 11,138.91 คิดเป็นร้อยละ 58.40 เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง ในการลดลงของต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบนั้นได้ส่งผลต่อการเพิ่มของต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าบวก ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9.20 เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง รวมถึงการลดลงของต้นทุนรวมทั้งหมดที่ลดลงเหลือ 40,153.13 บาท ซึ่งลดลงจากเดิม 8,425.83 บาท คิดเป็นร้อยละ 17.34

## 5. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุในโรงงานผลิตยางรถยนต์ พบว่า เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและยังเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการบ่งชี้หรือแสดงให้เห็นค่าใช้จ่ายของการผลิตในแต่ละกระบวนการ และช่วยในการจัดการใช้วัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแตกต่างจากวิธีการคำนวณต้นทุนโดยทั่วไป

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

รายการต้นทุนการผลิต	จำนวนเงิน (บาท)			คิดเป็น
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ส่วนต่าง	
ต้นทุนวัสดุ	22,455.00	21,855.00	-600.00	ลดลง ร้อยละ 2.67
ต้นทุนระบบการผลิต	2,925.72	2,968.39	42.67	เพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.46
ต้นทุนพลังงาน	10,523.74	10,523.74	0	คงที่
ต้นทุนการจัดการของเสีย	12,674.50	4,806.00	-7,868.50	ลดลงร้อยละ 62.08
ต้นทุนรวม	48,578.96	40,153.13	-8,425.83	ลดลง ร้อยละ 17.34

จากโรงงานกรณีศึกษาพบว่า เมื่อนำเทคนิค MFCA เข้ามาประยุกต์ใช้แล้วทำให้ต้นทุนต่าง ๆ ลดลง ดังแสดงได้ในตารางที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตและการจัดการสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของต้นทุนการผลิตแต่ละรายการ โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ดังจะเห็นได้ว่า ต้นทุนรวมสามารถลดลงจาก 40,578.96 บาท เหลือ 40,153.13 บาท ลดลงร้อยละ 17.34 และต้นทุนการจัดการของเสีย ซึ่งเป็นต้นทุนหลักที่ต้องการลด สามารถลดลงจาก 12,674.50 บาท เหลือ 4,806.00 บาท ลดลงถึงร้อยละ 62.08 แสดงให้เห็นถึงการนำหลักการของ ECRS มาใช้เพื่อการออกแบบและปรับปรุงวิธีการมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้เทคนิค MFCA นั้น ไม่สามารถใช้ในการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนได้ จำเป็นต้องใช้ร่วมกับเทคนิคหรือหลักการอื่น ซึ่งเทคนิคนี้เป็นเพียงเทคนิคที่ใช้ในการระบุถึงต้นตอของปัญหาได้อย่างชัดเจนและสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย เนื่องจากอยู่ในรูปของต้นทุน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยนี้ รวมถึงมหาวิทยาลัยธนบุรี - เชียงใหม่ที่สนับสนุนให้เกิดงานวิจัยฉบับนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไพรัช ศรีอรุณ. (2555). การประยุกต์ใช้เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุในระบบการจัดการขนส่ง. การค้นคว้าอิสระ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์, ชินนาถ ศรีเพ็ญ และชวิต บุญมี. (2557). การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลวัสดุเพื่อลดปริมาณงานที่ต้องการแก้ไข. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อ.บ. 7, 1, 24-36.
- [3] Nakajima, M., Kimura, A. and Wagner, B. (2015). Introduction of material flow cost accounting (MFCA) to the supply chain: a questionnaire study on the challenges of constructing a low-carbon supply chain to promote resource efficiency. *Journal of Cleaner Production*. 108, 1302-1309.
- [4] Zhou, Z., Zhao, W., Chen, X, and Zeng, H. (2017). MFCA extension from a circular economy perspective: Model modifications and case study. *Journal of Cleaner Production*. 149, 110-125.
- [5] สรรฐดิษฐ์ ชิวสุทธิศิลป์ และคมศักดิ์ หารไชย. (2557). การประยุกต์ใช้เทคนิคบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม. 4, 2, 7-1

**การพัฒนาแอปพลิเคชัน ระบบแจ้งเตือนการเรียน CE บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับนักศึกษา  
สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนา  
บริหารธุรกิจ**

Application Development CE (Credits from Exam) Mobile Notification System for business computer students  
at Sriwattana Business Administration Technological Education Center, Thonburi University.

**พิมพ์นารา อางคง1 , กฤษณะ โพธิ์ศรี2 , ดร.ปุกนิภา แจ่มจรัส3**

1อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, phimnara@stech.ac.th

2อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, kitsana@stech.ac.th

3อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการ, ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี

วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, punika@stech.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชัน ระบบแจ้งเตือนการเรียน CE บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วย Android Studio สำหรับ จัดการข้อมูลรายวิชาที่ต้องเรียน CE และแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ ทราบวัน เวลา เรียน และรับงาน – ส่งงาน ข้อมูลของตนเองได้ โดยแอปพลิเคชันนี้ จะรองรับการทำงานทั้งจากอุปกรณ์มือถือหรือแท็บเล็ตพกพา

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบัญชีครัวเรือนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สามารถให้ผู้ใช้ทั่วไปสะดวก รวดเร็วต่อการบันทึกรายรับ-รายจ่ายของตนเอง และสามารถเรียกดูรายงานรายรับ-รายจ่ายของตนเอง ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจของผู้ใช้จากการนำระบบไปใช้งาน จำนวน 30 คน วัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.32) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.40) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.30) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.02)

คำสำคัญ: Credits from Exam, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, แอปพลิเคชันแอนดรอยด์, ระบบแจ้งเตือน

#### Abstract

This research aims to develop the application. CE (Credits from Exam) Mobile Notification System Use Android operating system with Android Studio to manage the course information that requires CE (Credits from Exam) and alert the user to the date, time, and task. This app is compatible with either a mobile device or a tablet.

Development of mobile household account applications Can give users the convenience. Quick to record your income - expenses. You can also view your revenue and expenditure reports. The researcher measured the user satisfaction from the system implementation to 30 users, measuring the total satisfaction in 4 aspects. Functional Requirement Test Satisfaction was at a satisfactory level (4 .3 2 ). Functional

satisfaction of the system (Function Test) was good (4.40). Usability Test. Satisfaction was at a good level (4.30). On the Security Test, the satisfaction was at a good level (4.02).

**Keywords:** Credits from Exam, Android operating system, android application , Notification system

## 1. ความเป็นมาของปัญหา

ในสังคมยุคปัจจุบันสาร์ทอัพ 4G โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น จนแทบจะเรียกได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการใช้ชีวิตดิจิทัลไปแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารตามช่องทางต่าง ๆ เช่น Line, Facebook หรือแม้กระทั่งการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์และ ใช้เพื่อการนำทางต่างๆและประโยชน์อีกหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นจากการใช้มือถือสมาร์ทโฟน ซึ่งต้องผ่านการเชื่อมต่อของระบบปฏิบัติการแอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถทำการติดตั้งโปรแกรม หรือแอปพลิเคชันที่ต้องการได้ รวมไปถึงระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ผู้ผลิตสมาร์ทโฟนนำมาเป็นระบบปฏิบัติการของโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของตนเองจึงส่งผลให้มีการใช้งานที่แพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบันตามจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และมีแนวโน้มจะมากขึ้นอีกในอนาคตอันใกล้ จึงทำให้มีการใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสารในหลากหลายรูปแบบโดยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ไปยังอุปกรณ์สื่อสารอื่นผ่านทางโทรศัพท์สมาร์ทโฟนมากขึ้นตามไปด้วย แอปพลิเคชันจึงมีส่วนสำคัญ และมีบทบาทต่ออุปกรณ์การเชื่อมต่อต่าง ๆ บนมือถือเพราะเป็นโปรแกรมที่ทำงาน สะดวกและง่าย ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งลงในเครื่องเพื่อการใช้งานครั้งต่อไปผู้ใช้สามารถศึกษาเนื้อหาได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมนั้นเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น จึงมีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ มากขึ้นเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานถึงกลุ่มเป้าหมายเป็นช่องทางใหม่ที่เปลี่ยนรูปแบบและกระจายความรู้ให้เข้าถึงอย่างมากมาย และผู้วิจัยได้มองเห็นถึงปัญหาที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นช่องทางสำหรับวิชาเทียบโอน ที่นักศึกษาสาขาวิชาชีพจำเป็นต้องใช้ในการเทียบโอนศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา เช่นวิชาแกนและวิชาหลักที่นักศึกษาได้ศึกษามาจนจบจากที่เก่าสามารถมาใช้เทียบโอนในสาขาที่นักศึกษาต้องการจะศึกษาต่อหรือไม่เพราะถ้าหากจบมาสาขาวิชาหลักไม่ตรงแต่อาจจะใช้เทียบวิชาแกนได้และถ้าหากจบสายตรงมาต้องนำเกรดวิชานั้นๆมาคู่อีกว่าถึงเกณฑ์ที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนดไว้ใหม่ นี่คือปัญหาหลักที่นักศึกษาบางคนอาจจะยังไม่เข้าใจในเกณฑ์การพิจารณานี้ก็เป็นได้หรืออาจมองข้ามไปในบางจุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันนี้เพื่อรองรับและประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาระบบวิชาการเทียบโอนหรือวิชา CE นั้นเอง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการแจ้งเตือนรับงาน CE ซึ่งจะ เป็นสื่อเทคโนโลยีที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกต่อการแจ้งเตือนเพื่อตอบสนองผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี และหวังว่าคงเป็นประโยชน์ต่ออาจารย์และผู้ใช้งานที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแจ้งเตือนและตรวจสอบรายวิชา ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างแอปพลิเคชัน
- 2.2 เพื่อการพัฒนาและออกแบบแอปพลิเคชัน เรื่องการแจ้งเตือนCE
- 2.3 เพื่อความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการแจ้งเตือนCE

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาครั้งนี้จะดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือที่สามารถแสดงข้อมูลต่างๆของนักศึกษาในรายวิชา CE

- 3.1 มีการนำข้อมูลวิชา CE ใส่ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3.2 ผู้ใช้สามารถติดตามวันและเวลาการรับงานวิชา CE ผ่านอุปกรณ์มือถือของตัวเองได้ทุกที่ทุกเวลา

3.3 อาจารย์ผู้สอนสามารถติดตามตรวจเช็คการรับงานผ่านแอปพลิเคชันได้

3.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ เป็นตัวต้นแบบเท่านั้น

3.5 ส่วนของแอปพลิเคชันบนมือถือเป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

#### 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

##### 4.1 ศึกษาศึกษาข้อมูลในการทำวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาทฤษฎี ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำความเข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้ระบบ CE เก็บรวบรวมข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา หลังจากนั้นกำหนดความต้องการของระบบ โดยการสอบถาม เก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลของระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดขอบเขตและมาตรฐานของระบบที่ใช้ในการพัฒนา

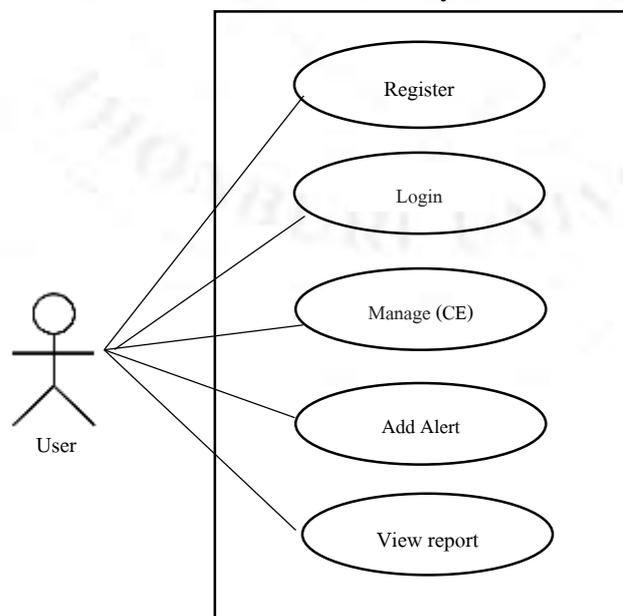
##### 4.2 วิเคราะห์ระบบ

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ระบบงานในแต่ละส่วนเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลของระบบงานทั้งหมด โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ดังนี้ 1) ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาโปรแกรม 2) วิธีการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้สอบถามความต้องการของผู้ใช้ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลเพื่อดำเนินการออกแบบระบบ

##### 4.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ

###### ผู้วิจัยออกแบบระบบ

4.3.1 การออกแบบขอบเขตของฟังก์ชันของโปรแกรม โดยมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ และสามารถทำอะไรได้บ้าง สำหรับระบบนี้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ ผู้ใช้ (User) มีความต้องการใช้ระบบจัดการข้อมูล CE ของตนเอง โดยภาพรวมและการทำงานหลักที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ โดยมีฟังก์ชันการใช้งานเป็นไป แสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพ Use case ของระบบ

4.3.2 จากแผนภาพในรูปที่ 1 มีรายละเอียดการทำงานในแต่ละยูสเคสดังต่อไปนี้

4.3.2.1 Use case Register สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการใช้งานระบบ ให้ทำการสร้างบัญชีเพื่อใช้งาน โดยกรอกข้อมูลส่วนตัว ได้แก่ ชื่อ นามสกุล รหัสผ่าน ตามรายละเอียดที่แสดงใน

ตารางที่ 1: Use case Register

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความต้องการสร้างบัญชี
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	ผู้ใช้สามารถสร้างบัญชีผู้ใช้สำเร็จ มีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของตนเอง
Trigger:	ผู้ใช้กดปุ่ม สร้างบัญชี ที่หน้าจอ
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่ระบบต้องการลงบนหน้าจอ 2. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผู้ใช้ 3. ระบบบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ลงฐานข้อมูล 4. ระบบแสดงข้อความแจ้งผลการสร้างบัญชี
Extensions:	กรณีผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน a1. หน้าจอแสดงข้อความบอกตำแหน่งที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบ a2. กลับไปยังหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขแบบฟอร์ม กรณีที่ชื่อผู้ใช้งานมีการใช้งานอยู่แล้ว b1. ระบบแจ้งผู้ใช้ว่าชื่อผู้ใช้งานมีการใช้งานแล้ว b2. กลับไปยังหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขแบบฟอร์ม

4.3.2.2 Use case Login สำหรับผู้ใช้งานที่ได้ลงทะเบียนชื่อผู้ใช้แล้ว ต้องการเข้ามาใช้งานระบบ โดยระบบจะตรวจสอบข้อมูลชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ว่ามีในระบบและยืนยันตัวตน ได้ถูกต้องหรือไม่รายละเอียดจะอยู่ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: Use case Login

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์เข้าสู่ระบบ
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องมีสมาชิก มีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน สำหรับเข้าสู่ระบบ
Post-conditions:	ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบได้
Trigger:	ผู้ใช้กดปุ่ม เข้าสู่ระบบ
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกรหัสนักศึกษาและรหัสผ่าน 2. ระบบตรวจสอบข้อมูลกับฐานข้อมูล 3. ระบบส่งผู้ไปยังหน้าจอเข้าสู่ระบบ
Extensions:	กรณีที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ตรงกับข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล a1. หน้าจอแสดงข้อความแจ้งผู้ใช้งานว่าข้อมูลชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

4.3.2.3 Use case Manage CE สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการจัดการข้อมูล CE ของตนเองรายละเอียดจะอยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: Use case Manage CE

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความต้องการจัดการข้อมูล
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	ข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูล
Trigger:	ผู้ใช้กดปุ่ม บันทึก
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรายวิชา วันเวลาเรียน ส่งงาน 2. ระบบบันทึกลงฐานข้อมูล
Extensions:	-

## 4.3.2.4 Use case Add Alert

สำหรับผู้ใช้งานที่ได้เข้าระบบเรียบร้อยแล้ว บันทึกข้อมูลรับ - ส่งงาน เพื่อให้ระบบแจ้งเตือนเป็น sms ตารางที่ 4 จะเป็นรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลการแจ้งเตือน

ตารางที่ 4: Use case Add Alert

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะบันทึกข้อมูลการรับ-ส่งงาน
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	ข้อมูลถูกบันทึก
Trigger:	ผู้ใช้กดปุ่ม บันทึก
Basic flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรับ-ส่งงาน 2. ระบบเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล 3. ส่งข้อมูลแจ้งเตือน
Extensions:	-

## 4.3.2.5 Use case View Report

ผู้ที่มีความประสงค์จะดูข้อมูลสรุปรายรับ-รายจ่าย ของตนเองเพื่อดูเงินออมของ ตน โดยผู้ใช้สามารถเลือกดูได้ทั้งแบบรายเดือน และรายปีโดยรายละเอียดของ ข้อมูลรายงานจะอยู่ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: Use case View Report

Actor:	ผู้ใช้งานที่มีความประสงค์จะดูข้อมูล
Pre-conditions:	ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบแล้ว
Post-conditions:	หน้าจอแสดงข้อมูล
Trigger:	ผู้ใช้เลือกเมนูที่ต้องการดูผล
Basic flow:	1. ผู้ใช้เลือกเมนูที่จะดูข้อมูล 2. ระบบเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผล และแสดงผลไปยัง หน้าจอ
Extensions:	-

## 4.3.2.6 หน้าจอการทำงานของระบบทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้ ตามรูปภาพที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพ หน้าจอทั้งหมดของระบบ

#### 4.4 ทดสอบโปรแกรม

ผู้วิจัยทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อทดสอบกระบวนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม โดยอินพุตข้อมูลเข้าไปในระบบ เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบความถูกต้องหรือไม่รวมทั้งระบุว่า อินพุตที่ทำให้เกิดความผิดพลาดมีอะไร และทำการทดสอบว่าเกิดความผิดพลาดตามที่คาดไว้หรือไม่ เมื่อทำการทดสอบโดยการป้อนข้อมูลที่ถูกต้องและป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง ซึ่งการทดสอบโปรแกรมทำโดยผู้ใช้งาน ที่ทำการทดสอบ

4.5 การประเมินผล ผู้วิจัยนำวัดความพึงพอใจของผู้ใช้จากการนำระบบไปใช้งาน จำนวน 30 คน วัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.32) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.40) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.30) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี(4.02)

การกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินคะแนนเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด : 2543)

ดีมาก	มีค่าระดับเท่ากับ	4.51 – 5.00
ดี	มีค่าระดับเท่ากับ	3.51 – 4.50
ปานกลาง	มีค่าระดับเท่ากับ	2.51 – 3.50
น้อย	มีค่าระดับเท่ากับ	1.51 – 2.50
ควรปรับปรุง	มีค่าระดับเท่ากับ	1.01 – 1.50

## 5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาแอปพลิเคชันการแจ้งเตือนรับงานวิชา CE ที่ส่งข้อมูลจากระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ถึงผู้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น พบว่าแอปพลิเคชันสามารถส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ได้ติดตั้งโปรแกรมรับข้อความเอาไว้ได้ดี และยังสามารถทำงานบนบราวเซอร์ได้หลากหลายชนิด โดยไม่กระทบต่อการใช้งาน ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกสบายในการใช้เว็บแอปพลิเคชันที่เป็นเหมือนตัวกลางในการรับส่งข้อมูลโดยผ่านกระบวนการต่างๆในการเชื่อมโยงอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารอีกทางหนึ่งด้วย

## 6. ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันการแจ้งเตือนการเรียน CE บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ในอนาคต หากมีการพัฒนาในขั้นต่อไป ควรจะทำการเขียนโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ทั้งแอนดรอยด์และ IOS และนำไปลงทะเบียน เพื่อที่จะสามารถดาวน์โหลดได้หลากหลาย รวมไปถึงการพัฒนารูปแบบการส่งข้อมูล ให้สามารถส่งข้อมูลรูปภาพหรือเสียงไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสมาร์ตโฟนได้อีกด้วยเพื่อเพิ่มรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการจะสื่อสารได้หลากหลายแบบมากขึ้น

## 7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก คณะผู้บริหาร คณาจารย์ นักศึกษา ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ จนการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธนบุรีที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

### บรรณานุกรม

กรรณิการ์ ห่อหุ้ม. (2556). แอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติ "ในประเทศไทย สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แคมณี. (2550) รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. สนพ.แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

กรุงเทพ

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร (2559) คู่มือเขียนแอป Android ด้วย Android Studio. บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

ผศ.ดร. จักรชัย โสอินทร์ และคณะ (2559) คู่มือพัฒนาโปรแกรม Android ฉบับสร้างสื่อการสอน. บริษัท โปรวิชั่น

จำกัด

# BENJAMITRA VICHAKARN

---

## National & International Conference



THONBURI UNIVERSITY

248 Phetkasem 110 Nongkhaengphlu, Nongkhaem District,  
Bangkok, Thailand 10160 Tel. 02-809-0823-25 [www.thonburi-u.ac.th](http://www.thonburi-u.ac.th)