



วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

INSTITUTE OF VOCATIONAL EDUCATION
: EASTERN REGION JOURNAL



ปีที่ 4 ฉบับที่ 2
เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2568

VOL. 4 NO. 2
July – December 2025

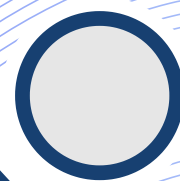
ISSN 3057 - 0565 (Online)



Our Phone
038 616 434



Our Website
<https://so10.tci-thaijo.org/index.php/ivee>



วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ได้ดำเนินการจัดทำ “วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก” เป็นวารสารทางวิชาการด้านการพัฒนานวัตกรรม สื่อสิ่งประดิษฐ์ เทคโนโลยีและด้านการบริหารการศึกษา เพื่อเผยแพร่ความรู้ ความก้าวหน้าของผลงานวิชาการของบุคลากรภายในและภายนอกสถาบัน ให้กับผู้ที่สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้เป็นช่องทางในการเผยแพร่ผลงานวิจัย บทความทางวิชาการด้านการพัฒนานวัตกรรม สื่อ สิ่งประดิษฐ์ เทคโนโลยีและด้านการบริหารการศึกษาสู่ชุมชนและสังคม
2. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลและแหล่งการเรียนรู้ในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา ครู อาจารย์ ในด้านการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการนำผลวิจัยไปบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ และการฝึกอบรมวิชาชีพให้ได้ประโยชน์สูงสุด

วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก มีการจัดทำวารสารวิชาการเป็น 2 รูปแบบ ทั้งรูปแบบตีพิมพ์ (Print) และรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Online)

ประเภทของบทความ

1. บทความพิเศษ (special article)
2. บทความปริทัศน์ (review article)
3. บทความวิชาการ (academic article)
4. บทความวิจัย (research article)

ทุกบทความผ่านการพิจารณาถ่วงดุลจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ท่านต่อบทความ โดยที่ผู้อ่านและผู้เขียนไม่สามารถรู้จักกันได้ (Double Blinded)

หลักเกณฑ์ที่ผู้พิจารณาได้รับคำขอให้พิจารณาการส่งบทความ ซึ่งใช้เวลา 15 วัน ในการดำเนินการพิจารณาบทความ ผู้พิจารณาบทความของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ไม่สามารถพิจารณาบทความของผู้เขียนจากสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกได้ กองบรรณาธิการมีสิทธิ์แก้ไขบทความตามความเหมาะสม

กำหนดการออกวารสาร

วารสารตีพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี ดังนี้

ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม

ที่ปรึกษา

นายณรงค์ เกษตรภิบาล

นายประทีป จุฬาลักษณ์

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

บรรณาธิการวารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

นายวิรัตน์ เศรษฐสภาพร

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

นายทนง ทองมาก

วิทยาลัยเทคนิคระยอง

นางสาวภารดี สารระวงษ์

เจ้าหน้าที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

กองบรรณาธิการภายนอก

1. ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
2. รองศาสตราจารย์ ดร.อัศรินทร์ พูลกระจำง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. รองศาสตราจารย์ ดร.กัญจนา ดิษฐ์แก้ว
คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ เฟื่องพันธ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์
ข้าราชการบำนาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรี ทังวงศ์
ข้าราชการบำนาญ
9. ดร.สมชาย อารังสุข
ข้าราชการบำนาญ

กองบรรณาธิการภายใน

1. รองศาสตราจารย์ประภาส พวงขึ้น วิทยาลัยเทคนิคระยอง
2. ดร.ประทีป ผลจันทร์งาม สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
3. ดร.พิรพงษ์ พันธุ์โสดา อาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
4. ดร.ศันย์สนธิ์ สายะสนธิ วิทยาลัยอาชีวศึกษาปทุมธานี
5. ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2568

VOL. 4 NO. 2 July – December 2025

ISSN 3057-0565 (Online)

ISSN 2821-9422 (Print)

บทบรรณาธิการ

ยินดีต้อนรับสู่ วารสารวิชาการ IVEE - JOURNAL ของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ฉบับนี้ เป็นฉบับที่ 2 ประจำปีที่ 4 ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งก้าวสำคัญในการส่งเสริมการศึกษาและการวิจัยด้านอาชีวศึกษา วารสารฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอาชีวศึกษา ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ โดยเรามุ่งหวังที่จะสนับสนุนให้ครู อาจารย์ นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไปสามารถแบ่งปันความรู้และแนวคิดใหม่ๆ ที่สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนและการฝึกอบรมทางวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาของวารสารนี้ครอบคลุมทั้งบทความวิชาการและบทความวิจัยที่ผ่านการกลั่นกรองอย่างรอบคอบจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นผลงานที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อการพัฒนาอาชีวศึกษาในอนาคต ทั้งนี้เราหวังว่าเนื้อหาภายในจะเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญสำหรับการศึกษาค้นคว้า การเรียนการสอน และการพัฒนางานวิจัยในด้านนี้

เราขอเชิญชวนผู้สนใจจากทั้งภายในและภายนอกสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ร่วมส่งบทความวิจัยและบทความวิชาการของท่านเพื่อเผยแพร่ในวารสารนี้ การมีส่วนร่วมของท่านจะช่วยเสริมสร้างการเติบโตและขยายความรู้ในวงการอาชีวศึกษาของเราให้ก้าวไกลและเกิดประโยชน์แก่สังคมในวงกว้าง

สารบัญ

CONTENT

	หน้า
1. การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม DEVELOPMENT AND ASSESSMENT EFFICIENCY EFFICIENCY EVALUATION OF DEMONSTRATION SET OF CONTROL SYSTEM FOR INDUSTRIAL AIR CONDITIONERS	1 - 14
2. การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า A GASOLINE ENGINE CAR TO AN ELECTRIC VEHICLE MODIFICATION USING ELECTRIC MOTOR.	15 - 29
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX CREATION AND EFFICIENCY OF THE ISUZU D-MAX ABS BRAKE SYSTEM ELECTRICAL RCUIT SIMULATION SET	30 - 41
4. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันของหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก Development a Digital in Business Technology (Continuing Program) WebApplication, Chonburi Vocational College	42 - 53
5. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ Creation and Efficiency Elderly Fall Alert System through the LINE Application	54 - 67
6. การศึกษาอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียน ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด Study of the mixing ratios of interlocking bricks from cow manure and Dan Kwian soil using compressive strength testing method	68 - 80
7. เครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ 4-wheel stretch thread winding machine, controlled by automatic system	81 - 97

การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม DEVELOPMENT AND ASSESSMENT EFFICIENCY EFFICIENCY EVALUATION OF DEMONSTRATION SET OF CONTROL SYSTEM FOR INDUSTRIAL AIR CONDITIONERS

พิทยา ศรีเสตกญฺชร^{1*} ยงยุทธ เครือวงษา¹ และสุธี เจตน์เจริญ¹
Pittaya Srisettagunchon^{1*} Yongyuth Kueawongsa¹ Sutee Jedjaroen¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง ประเมินคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม[1] โดยมีผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามประเมินคุณภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนักเรียนวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 15 คน หาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ทำการทดสอบการสอนระหว่างการใช้กับการสอนหลังการใช้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม E_1/E_2

ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม [1] จำนวน 1 ชุด 2) ประเมินคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อโดยรวม อยู่ที่ 4.29 อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.29$, S.D.=0.69) 3) หาประสิทธิภาพมีค่าเท่ากับ 82.67/88.00 ซึ่งสูงกว่าสมมุติฐานที่ผู้ทำโครงการกำหนดไว้ที่ 80/80

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพ ของ ชุดฝึก

Abstract

The objective of this term is to create a quality evaluation. And find the efficiency of the demonstration set of control system for Industrial air conditioners. In which there are 5 experts to evaluate by using the questionnaire. Assess the quality of control system for industrial air conditioners. Data were analyzed by using mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.) And 15 students from prachinburi technical college to find the efficiency of control System for Industrial air conditioners. Do the test of teaching during use with teaching after using the control system for industrial air conditioners of the E_1 / E_2 .

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3

¹ Automotive Technology Prachinburi Technical College Central Vocational Education Institute 3

*Corresponding Author , Email : pimpumya29@gmail.com

Received: มกราคม31,2025 Revised: ธันวาคม19,2025 Accepted: ธันวาคม23,2025

The results of the research were as follows : 1) Receive 1 set of demonstration set of control system for Industrial air conditioners. 2) Assess the quality of control system for industrial air conditioners. In which 5 experts have an average score of each topic at a total of 4.29 which is in very good level ($\bar{X} = 4.29$, S. D. = 0.69) 3) Find the efficiency equal to 82/88 which is higher than the hypothesis set by the researcher at 80/80

Keywords : Efficiency of training sets.

1. บทนำ

เนื่องด้วยโครงสร้างการเรียนรู้วิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ แผนกวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาที่เป็นอุปสรรคการเรียนรู้ และชุดสาธิตในกลุ่มผู้ศึกษาเกี่ยวกับระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม พบว่าผู้ศึกษายังขาดความรู้ ความเข้าใจรวมถึงเทคนิค ประสบการณ์ด้านการวิเคราะห์ปัญหาการทำงานของระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่ทำงานโดยหลักการที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้เกิดบทเรียนและหลักการทำงานที่ทันสมัยมากขึ้น เมื่อมีการพัฒนาของเทคโนโลยีใหม่เกิดขึ้นก็ต้องมีปัญหาค้างข้องทางด้านการซ่อมบำรุงและต้องพัฒนารูปแบบของเครื่องมือ และสื่อที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

ปัจจุบันการวิวัฒนาการก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ทันสมัยนั้นมีการพัฒนาเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและเจริญเติบโตขึ้นสูงมากในทางสรรพสินค้ารวมถึงมีการนำเอานวัตกรรมใหม่ๆ [2] มาใช้ในทางการศึกษามีการพัฒนาทักษะด้านการเรียนรู้ ให้นักศึกษามีแนวทางที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้นเมื่อได้เรียนรู้ผ่านสื่อที่สามารถเข้าใจได้ง่าย และทางสถานศึกษาจะต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีความก้าวหน้าในเทคโนโลยี มาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับการฝึกฝนทดสอบปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดทักษะในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาได้ทางผู้จัดทำโครงการ จึงเห็นว่าควรมีการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมให้เหมาะสม และรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบควบคุมที่ทันสมัย

ทางผู้จัดทำโครงการ จึงได้มีแนวคิดที่จะจัดทำแนวคิดนี้ เพื่อสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม [3] เพื่อศึกษาแนวทางการวิเคราะห์ปัญหาของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยสามารถฝึกปฏิบัติงานได้จริง จึงได้วางแผนจะสร้างชุดสาธิต ขึ้นโดยสามารถฝึกปฏิบัติงานได้จริง รวมถึงทำให้ผู้ศึกษาเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ จากมุมมองทางด้านปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่กล่าวมา และข้อดีของสื่อการสอนทางผู้จัดทำโครงการมีความสนใจในการศึกษาการเอาชุดสาธิต มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยมีความประสงค์ที่จะทำการพัฒนาระบบควบคุมอุตสาหกรรม ปฏิบัติที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพื้นฐานของแผนกวิชาช่างยนต์ อีกทั้งงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำเอาชุดสาธิตมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีปฏิสัมพันธ์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา และกลุ่มผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ต่อไป

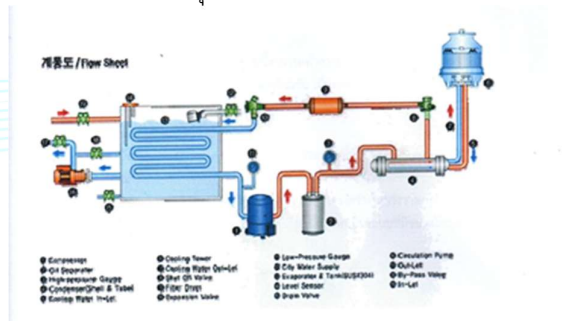
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
2. เพื่อหาคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดที่จะสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม คือ ศึกษากระบวนการของอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยอาศัยข้อมูลมาตรฐานของระบบควบคุมตามห้างสรรพสินค้าเป็นแนวทางในการศึกษา เพื่อจะได้เข้าใจระบบควบคุมทุกระบบในหลักการทำคามเย็นภายในห้างสรรพสินค้า เช่น ระบบการทำความเย็น ระบบควบคุมการปรับอากาศ ระบบควบคุม และระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำ เป็นต้น มีคู่มือการใช้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนกับนักศึกษาในระดับปริญญาตรีและผู้สนใจ ซึ่งพอจะสรุปแบ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1. ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
2. หลักการเบื้องต้นระบบทำความเย็น HVAC ในอาคาร
3. ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม
4. โครงสร้างของระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1 ระบบเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมซิลเลอร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลวิจัยตลอดจนงานวิจัยที่มีความสอดคล้องกับงานที่ผู้วิจัยทำโดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ยุทธนา ศรีผา และคณะ (2555) [4] ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ
2. ธนากร ทองล้วน (2547) [5] ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการพ่นน้ำ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ประเภทของการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ประเภทของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพด้วยการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมทางผู้วิจัยได้ปรึกษากับผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องแนวทางการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม เพื่อให้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำงานจึงได้ดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปัญหาจากความต้องการของผู้ศึกษา ในการเรียนอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้ศึกษาเกิดความรู้และประสบการณ์ ผู้วิจัยจึงได้สนใจในปัญหาดังกล่าวและได้พัฒนาชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม [1] ขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์กับกลุ่มผู้ศึกษา และได้ทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำรา และข้อคำแนะนำจากทรงคุณวุฒิตลอดจนวิธีการเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากตำราผู้เชี่ยวชาญต่างๆ
2. ศึกษาวิธีการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
3. ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
4. ศึกษาระเบียบวิธีการทำวิจัย



ภาพที่ 2 ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

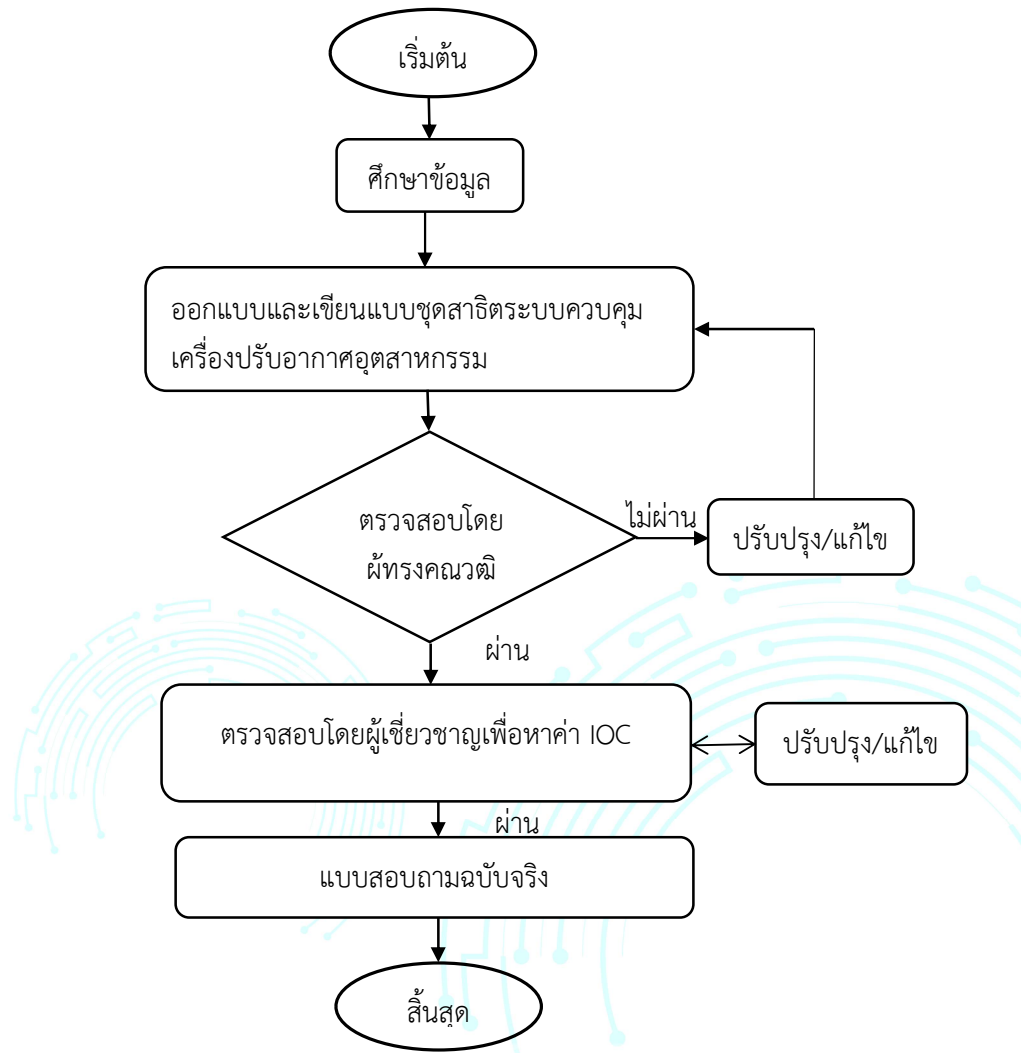
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรประกอบด้วย ผู้ศึกษา และ บุคลากร วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
2. กลุ่มตัวอย่าง 2 คือ ครูอาจารย์สาขาช่างยนต์จำนวน 5 ท่าน และ ผู้ศึกษาวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 15 คน โดยมีวิธีเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย [6]

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วย
 - ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
 - แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพ [3] ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
 - ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาก่อนศึกษาและหลังศึกษาโดยใช้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

การสร้างเครื่องมือการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงแผนการดำเนินงานสร้างชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 3 ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาปัญหาจากการใช้งานและความต้องการ เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดสาคิ แล้วนำเสนอการพัฒนาและประเมิน ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม ก่อนพัฒนาชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมจากนั้นนำไปทดลองสามารถทำงานได้ตามขอบเขตการศึกษาหรือไม่ เพื่อนำไปประเมินประสิทธิภาพใน ด้านโครงสร้างด้านประสิทธิภาพในการใช้ประกอบการสอน ด้านใบงาน ตามแบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ประเมินว่าชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมมีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพตามที่กำหนดก่อนนำไปใช้งานจริง

2. แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
3. ลักษณะของแบบประเมินคุณภาพ ใช้แบบมาตราส่วน 5 ระดับ โดยมีความหมายต่างๆ ดังนี้คือ

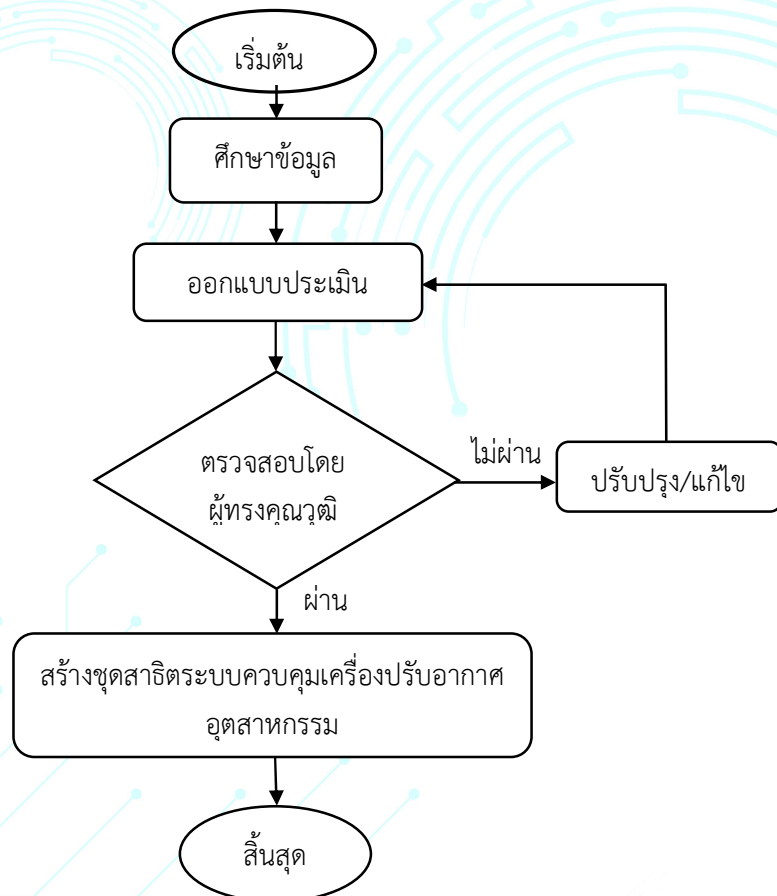
เกณฑ์การให้คะแนน

5	ความหมาย	มีคุณภาพดีมาก
4	ความหมาย	มีคุณภาพดี
3	ความหมาย	มีคุณภาพพอใช้
2	ความหมาย	มีคุณภาพควรปรับปรุง
1	ความหมาย	มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

4.51 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	คุณภาพดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
1.51 – 2.50	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง
ต่ำกว่า 1.51	หมายถึง	คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์

4. วิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ
ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 4 ขั้นตอนเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลรูปแบบ วิธีการประเมินแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบประเมินชุดฝึกปฏิบัติ ก่อนนำเสนอให้กับอาจารย์ตรวจสอบความเหมาะสมและถูกต้อง แล้วนำแบบสอบถามที่ผ่านจากที่ปรึกษาให้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อหาค่า IOC โดยจะต้องมีค่ามาก 0.5 ขึ้นไป 1 แล้วสร้างแบบประเมินฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการประเมิน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญและกำหนด วันเวลา สถานที่ เพื่อทำการทดลองและประเมินประสิทธิภาพ[2]ของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม เมื่อผู้เชี่ยวชาญมาถึงตามกำหนด ผู้ทำโครงการชี้แจงรายละเอียดแบบประเมินประสิทธิภาพกับผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นทำการใช้งานชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมด้วยตัวผู้ศึกษาแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตตามแบบประเมินคุณภาพและเก็บรวบรวมแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จากสูตร ดังนี้

1) ดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง A

R คือ คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

กำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1 ดังนี้

+1 คือ แนใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 คือ ไม่แนใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 คือ แนใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุ

เกณฑ์การแปลความหมาย

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

การวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมผู้ทำโครงการมีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติต่างๆ ดังนี้

1. การหาคุณภาพของแบบสอบถามโดยการหาค่า IOC

2. การหาคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมด้วยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3. การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมโดยใช้สูตรในการหาประสิทธิภาพของแบบฝึก $E_1 : E_2$ [3]

5. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มุ่งเน้นในการหาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมซึ่งมีผลการดำเนินการจำแนกตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
2. ผลการหาคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม
3. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

ผลการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ใช้ชุดสาธิตระบบการทำงานของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม วิเคราะห์ปัญหาของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยทำการตัดต่อวงจร ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่เชื่อมโยงไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ คอนเดนเซอร์ ฟิวเตอร์ รีซีเวอร์ เอ็กเพรสชันวาล์ว [3] โดยจะถูกต่อระบบควบคุมไปยังที่ระบบควบคุม ที่จะทำการวิเคราะห์ 1 ชุด และมีชุดสำหรับใช้งานฝึกจริงที่ตัวเครื่องทำความเย็น เพื่อเป็นชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ให้ผู้ศึกษาได้ฝึกทักษะการปฏิบัติวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องได้และจำลองสถานการณ์จริง และหลังจากได้ผลตามที่ต้องการแล้วผู้ทำโครงการได้นำไปทดลองใช้ ณ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี โดยการลองชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้น

ผลการหาคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

ในส่วนของการประเมินคุณภาพผู้ทำโครงการได้สร้าง ชุดสาธิตระบบการทำงานของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิต เพื่อใช้เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์กับแก้ไขปัญหา

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 1 แสดงระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ปริญญาตรี	0	0
สูงกว่าปริญญาตรี	5	100
รวม	5	100

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีวุฒิการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 2 แสดงประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญ

ประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน	ร้อยละ
1-5 ปี	0	0
6-10 ปี	0	0
11 ปีขึ้นไป	5	100
รวม	5	100

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์การทำงาน 11 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตอนที่ 2 ผลการประเมิน

ตารางที่ 3 ผลการหาคุณภาพชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.1 ความสอดคล้องระหว่างชิ้นงานกับวัตถุประสงค์	4.40	0.55	คุณภาพดี
1.2 ความน่าสนใจชิ้นงานระบบควบคุม	4.60	0.55	คุณภาพดีมาก
1.3 ความถูกต้องสมบูรณ์ของชุดสาคิ	3.60	0.55	คุณภาพดี
1.4 ความชัดเจนในการสาคิเป็นขั้นตอน	4.00	0.71	คุณภาพดี
1.5 รูปแบบในการสาคิ	3.80	0.45	คุณภาพดี
1.6 ความเหมาะสมของชุดสาคิกับระดับผู้ศึกษา	4.20	0.45	คุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.10	0.54	คุณภาพดี

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการหาคุณภาพของชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมด้านเนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.54) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความน่าสนใจของชุดสาคิ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.55) ความสอดคล้องระหว่างชุดสาคิกับวัตถุประสงค์ อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.55) ความเหมาะสมของชุดสาคิกับระดับผู้ศึกษา อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.45) ความชัดเจนในการสาคิเป็นขั้นตอนกับระดับของผู้ศึกษา อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.71) รูปแบบในการสาคิ อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=3.80$, S.D.=0.45) และความถูกต้องสมบูรณ์ของชุดสาคิ อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=3.60$, S.D.=0.55)

ตารางที่ 4 ผลการหาคุณภาพชุดสาคิระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและส่วนประกอบของชุดสาคิ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.1 การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำโครงการ	4.40	0.55	คุณภาพดี
2.2 ขนาดของชุดสาคิ	4.40	0.89	คุณภาพดี
2.3 การออกแบบโครงสร้างชุดสาคิ	4.40	0.55	คุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.40	0.66	คุณภาพดี

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการหาคุณภาพของการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ด้านโครงสร้างและส่วนประกอบของชุดสาธิต โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.66) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ขนาดของชุดสาธิต อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89) การเลือกใช้วัสดุ ในการจัดทำโครงการ และการออกแบบโครงสร้างชุดสาธิต อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.55)

ตารางที่ 5 ผลการหาคุณภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
3.1 ชุดสาธิตมีความแข็งแรงปลอดภัย	4.40	0.89	คุณภาพดี
3.2 ชุดสาธิตไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4.40	0.55	คุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.40	0.72	คุณภาพดี

จากตารางที่ 5 พบว่าคุณภาพของการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.72) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ชุดสาธิตมีความแข็งแรงปลอดภัย อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89) และชุดสาธิตไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.55)

ตารางที่ 6 ผลการหาคุณภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความสามารถในการแสดงผลในชุดศึกษาทดลอง

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
4.1 การแสดงผลในชุดสาธิต	4.00	1.00	คุณภาพดี
4.2 สิ่งอำนวยความสะดวกของชุดสาธิต	4.00	0.71	คุณภาพดี
4.3 ความน่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.27	0.72	คุณภาพดี

จากตารางที่ 6 พบว่าคุณภาพของการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ด้านความสามารถในการแสดงผลในชุดศึกษาทดลอง โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.27$, S.D.=0.72) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความน่าสนใจชวนให้ติดตาม อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, S.D.=0.45) การแสดงผลในชุดสาธิต อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.00$, S.D.=1.00) และสิ่งอำนวยความสะดวกของชุดสาธิต อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.71)

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมของผู้เชี่ยวชาญรวมทุกด้าน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
5.1 เนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน	4.10	0.54	คุณภาพดี
5.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของชุดสาธิต	4.40	0.66	คุณภาพดี
5.3 ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.40	0.72	คุณภาพดี
5.4 ความสามารถในการแสดงผลในชุดศึกษาทดลอง	4.27	0.87	คุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.29	0.69	คุณภาพดี

จากตารางที่ 7 พบว่าคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.29$, S.D.=0.69) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.72) โครงสร้างและส่วนประกอบของชุดสาธิต อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.66) ความสามารถในการแสดงผลในชุดศึกษาทดลอง อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.27$, S.D.=0.87) และเนื้อหาขั้นตอนการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.10$, S.D.= 0.54)

3. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนหน่วยการเรียนรู้

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	15	150	123	82

จากตารางที่ 8 พบว่าหลังจากผู้เรียนได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา จากชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม จนจบแต่ละหัวข้อแล้วผู้ทำโครงการได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนดังนี้

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คะแนนหลังการเรียนรู้

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ร้อยละ
แบบทดสอบหลังเรียน	15	150	132	88

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้เรื่องรวมกัน (E_1) และ (E_2) ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ผู้ทำโครงการตั้งไว้มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิต

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	ผลรวมของ คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	E_1/E_2
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้	15	150	123	8.20	82	82/88
แบบทดสอบหลังเรียน	15	150	132	8.80	88	

จากตารางที่ 10 พบว่าชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมที่ผู้ทำโครงการได้ทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82/88 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

6. การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม เพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม และผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าประเมินคุณภาพของผู้ใช้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยผู้ทำโครงการได้นำชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สนใจในระบบปรับอากาศอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 15 คน ที่ทำการเลือกแบบเจาะจงโดยใช้รูปแบบการทดลอง One Group Pretest Posttest จากการทดสอบหาประสิทธิภาพจะใช้ข้อมูลจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนการดำเนินการเรียนการสอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นใช้ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมที่ผู้ทำโครงการสร้างขึ้นเมื่อจบแต่ละหัวข้อให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าระหว่างเรียนและเมื่อเรียนจนครบทุกหน่วยเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ทำโครงการสามารถสรุปผลการ วิจัยอภิปรายผลการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องทำความเย็นอุตสาหกรรม [6] ของระบบควบคุมโดยผู้ทำโครงการได้นำไปทดลองใช้ ณ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ให้ผู้ศึกษาได้ฝึกทักษะการปฏิบัติวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องได้และของสถานการณ์จริง
2. การประเมินคุณภาพการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คะแนนเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับดีมากอยู่ที่ 4.29
3. การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82/88 ซึ่งสูงกว่าสมมุติฐานที่ผู้ทำวิจัยกำหนดไว้ที่ 80/80

อภิปรายผล

จากการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ผู้ทำโครงการมีประเด็นอภิปรายดังนี้

1. ด้านการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82/88 หมายความว่านักศึกษาทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ ร้อยละ 82 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 88 แสดงว่าการพัฒนาและประเมินชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่ผู้ทำโครงการสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ซึ่งสอดคล้องกับภาคินิพนธ์ การที่ชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่ผู้ทำโครงการสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1 การพัฒนาและประเมินชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการที่เหมาะสม และชุดสาธิตได้ผ่านการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องจากการทดลองใช้ และรวมทั้งผ่านการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

1.2 การพัฒนาและประเมินชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการทดลองกับกลุ่มทดลองย่อย 1 ครั้ง และนำข้อบกพร่องต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้มีความสมบูรณ์ที่สุดอย่างเป็นระบบก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ผู้ทำโครงการมีข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา สำหรับการใช้ประโยชน์ และสำหรับการศึกษาต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1.1 ควรมีเนื้อหาที่ละเอียดและอธิบายขั้นตอนระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ให้ละเอียดกว่านี้ เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญส่วนหนึ่งในการศึกษา

1.2 ควรนำเอาคอมพิวเตอร์มาออกแบบการสร้างชุดสาธิตระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม ต่อไป

8. องค์ความรู้ใหม่

เกิดองค์ความรู้ขึ้นจากการสังเคราะห์และวิเคราะห์ของทฤษฎีหลักการทำความเข้าใจระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศอุตสาหกรรม [6] และประดิษฐ์คิดค้นสร้างขึ้น เพื่อเป็นชุดสาธิตแก่นักเรียนนิสิตนักศึกษาและผู้สนใจมีประโยชน์แพร่หลายแก่วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรีและประเทศชาติต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบปรับอากาศอุตสาหกรรมฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจากท่านผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี อารีย์ เลิศกิจเจริญผล สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือและผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินทุกท่าน

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย. (2564, 30 กันยายน). การเพิ่มความชื้นโดยใช้เครื่องพ่นหมอก อัลต้าโซนิคที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยก. (สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2567) www.research-system.siam.cduimagcscoopA...2.pdf <https://www.sideshare.net>
- [2] ผศ.น.อ.ดร.ตระการ ก้าวกลกร. (2566). การทำความเย็น (Refrigeration). (สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2567) www.ebooks.in.th/download6444/การทำความเย็น
- [3] ศุภชัย ตระกูลทรัพย์. (2541). การควบคุมคุณภาพ (Quality Control). (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เอ็ดดูเคชั่น
- [4] ยุทธนา ศรีผา, นาทยา เจริญสุข และนายเมธาวุฒิ โชติสวัสดิ์. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ. [เอกสารนำเสนอ]. ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี ๒๕๖๒. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล. วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์. เมืองปทุมธานี, ประเทศไทย
- [5] ธนวรา ทองล้วน. (2547). การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการพ่นน้ำ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์
- [6] จิตาเดียว มยุรีสุวรรณ. (2553). สถิติสำหรับวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์. (ครั้งที่พิมพ์ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า A GASOLINE ENGINE CAR TO AN ELECTRIC VEHICLE MODIFICATION USING ELECTRIC MOTOR

ยงยุทธ เครือวงษา^{1*} นายสรพงศ์ เปลื้องหน้า¹
Yongyuth Kruewongsa^{1*} Sorapong Pluangnai¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้ใช้งานได้ ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน จำนวน 5 ท่าน ใช้แบบสอบถามประเมินคุณภาพการดัดแปลงแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้ใช้งานได้สำเร็จ 2) ประสิทธิภาพของการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า สามารถทำความเร็วสูงสุด 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถวิ่งได้ระยะทาง 65 กิโลเมตรต่อการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง สูงกว่าสมมุติฐานที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ 3) การประเมินคุณภาพรถยนต์ดัดแปลงจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน คะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.71 อยู่ในระดับ ดีมากที่สุด ($\bar{X}=4.71$, S.D.=0.52)

คำสำคัญ : การดัดแปลง, เครื่องยนต์แก๊สโซลีน, มอเตอร์ไฟฟ้า

Abstract

This research aimed to convert gasoline-powered cars to electric motor-powered vehicles, test their efficiency, and evaluate the quality of the conversion. Five experts participated in the evaluation using a questionnaire, and the data were analyzed using the mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.). The results showed that the conversion was successful. The converted vehicles achieved a maximum speed of 50 kilometers per hour and could travel 65 kilometers per battery charge, exceeding the researchers' original hypothesis, indicating that the vehicles were efficient and suitable for their intended purpose. The quality evaluation by the five experts yielded an average score of 4.71 ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.52), which is considered excellent.

Keywords : Car modification, Gasoline Engines, Electric Motors

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3

¹ Automotive Technology Prachinburi Technical College Central Vocational Education Institute 3

* Corresponding Author, Yongyuth kueawongsa, E-mail : lip6mp@gmail.com

Received: มกราคม31,2025 Revised: ธันวาคม19,2025 Accepted: ธันวาคม23,2025

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่โลกเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง ภาวะโลกร้อนอันเป็นผลจากมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนและก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศในรูปแบบของการเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่งผลให้เกิดการกักเก็บความร้อน มาสู่การเพิ่มอุณหภูมิของโลกและส่งผลกระทบในวงกว้างต่อระบบนิเวศธรรมชาติ [1] แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกของไทย 4 อันดับแรกคือ ภาคพลังงาน (253 ล้านตันคาร์บอนฯ ต่อปี) ซึ่งคิดเป็น 70% ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของไทย ตามด้วยภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะนาข้าวและการทำปศุสัตว์ (52 ล้านตันคาร์บอนฯ) ภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการผลิตซีเมนต์ (31 ล้านตันคาร์บอนฯ) และภาคของเสีย (17 ล้านตันคาร์บอนฯ) [2] ซึ่งรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ก็เป็นแหล่งปล่อยมลพิษทางอากาศและมีการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีจากระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ไปสู่ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งสนับสนุนการใช้พลังงานสะอาดและยั่งยืน

การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Conversion) นอกจากจะช่วยลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ยังสามารถยืดอายุการใช้งานของตัวถังรถยนต์เดิม ลดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับรถที่ซื้อใหม่ และเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การดัดแปลงดังกล่าวยังต้องเผชิญกับความท้าทายหลายประการทั้งด้านวิศวกรรม เทคโนโลยี ระบบความปลอดภัย และข้อกำหนดทางกฎหมาย

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและนำเสนอแนวทางในการดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นรถยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาจากกรณีศึกษา รุ่น FESTIVA ขนาดเครื่องยนต์ 1,300 cc. ที่ขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์ มาดัดแปลงเป็นรถยนต์ไฟฟ้า และติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อความเหมาะสมและสะดวกกับการใช้งาน โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 48 โวลต์ จากแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนรถยนต์ ในการดัดแปลงคาดว่าจะใช้งบประมาณไม่เกิน 20,000 บาท และสามารถใช้งานได้จริง วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไม่ต่ำกว่า 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะที่รถดัดแปลงสามารถวิ่งได้ต่อการประจุไฟฟ้า 1 ครั้งไม่ต่ำกว่า 50 km ซึ่งในการดัดแปลงผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญในการดัดแปลงรถเก่า เพื่อให้เป็นรถไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้จะช่วยให้เกิดการพัฒนาด้านเทคนิคการออกแบบระบบ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักวิจัย ผู้ประกอบการ หรือผู้ที่สนใจในการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในภาคการขนส่ง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 3.1 เพื่อดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
- 3.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
- 3.3 เพื่อประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดหลักการเกี่ยวกับการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า [3],[4],[5],[6]

3.1 ยานยนต์ไฟฟ้า ประวัติของเทคโนโลยี

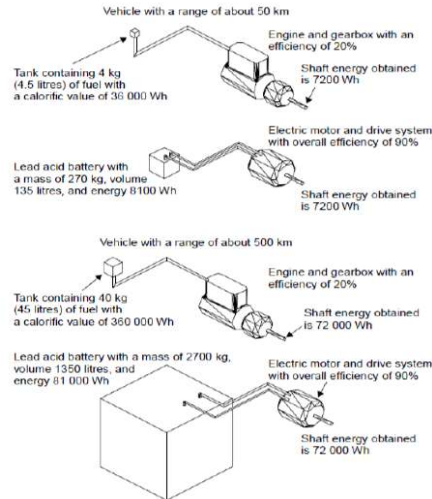
ในปี ค.ศ. 1834 ได้มีการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าขึ้นโดยใช้แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (แบตเตอรี่แบบไม่สามารถประจุไฟ ใหม่ได้) หลังจากนั้น ในช่วงศตวรรษที่ 19 ได้มีการผลิตแบตเตอรี่แบบประจุไฟใหม่ได้อย่างแพร่หลาย จึงส่งผลให้ยานยนต์ไฟฟ้า เป็นที่นิยมยิ่งขึ้น โดยนำมาใช้เป็นยานยนต์ส่วนบุคคลและรถแท็กซี่



ภาพที่ 1 รถแท็กซี่ไฟฟ้าของเมืองนิวยอร์ก, สหรัฐอเมริกา (ค.ศ. 1901)

เมื่อเริ่มต้นศตวรรษที่ 20 ยานยนต์ไฟฟ้ามีเสถียรภาพในการขับเคลื่อนสูง ง่ายต่อการใช้งาน ในขณะที่ยานยนต์สันดาปภายในยังใช้งานไม่สะดวกนัก เนื่องจากต้องใช้แรงคนในการเริ่มการ ทำงานของเครื่องยนต์ ส่วนเครื่องยนต์อื่นๆ เช่น เครื่องจักรไอน้ำ ยังต้องการการจุดเตา ตลอดจนประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องต่ำ ทำให้ในปี ค.ศ. 1920 มีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแพร่หลายยิ่งขึ้นอยู่ในรูปของระบบขนส่งสาธารณะและรถส่งของต่าง ๆ

อย่างไรก็ตามเครื่องยนต์สันดาปภายในมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (ค.ศ. 1911) จึง ทำใหยานยนต์สันดาปภายใน ได้รับความสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ความได้เปรียบในส่วนของคุณภาพพลังงานจำเพาะของเชื้อเพลิง (พลังงานที่ปล่อยออกมาในหนึ่ง หน่วยน้ำหนักของแหล่งพลังงาน) อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายในมีค่าพลังงานจำเพาะประมาณ 9000 Wh/kg แม้ยานยนต์จะมีประสิทธิภาพการทำงานเพียง 20% และ ทำให้ค่าพลังงานจำเพาะเหลือเพียง 1800 Wh/kg ในขณะที่แบตเตอรี่ Lead-acid นั้นมีพลังงานจำเพาะเพียง 30 Wh/kg เมื่อส่งพลังงานไปยังมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งมีประสิทธิภาพ 90% จึง ทำให้เหลือค่าพลังงานจำเพาะเพียง 27 Wh/kg เท่านั้น ส่งผลให้ต้องใช้แบตเตอรี่จำนวนมากในการให้พลังงาน หมายถึงการที่ ยานยนต์ต้องรับน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่มากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความได้เปรียบของเชื้อเพลิงของ เครื่องยนต์สันดาปภายในโดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนของพลังงานที่ใช้ต่อน้ำหนักที่ต้องรองรับเพื่อขับเคลื่อนยานยนต์ใน ระยะทาง 50 และ 500 กิโลเมตร



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่และน้ำมันสำหรับขับเคลื่อน ยานยนต์ในระยะ 50 และ 500 กิโลเมตร

ยานยนต์ไฟฟ้ายังมีข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งคือ เวลาที่ใช้ในการเติมพลังงาน ในขณะที่ยานยนต์สันดาปภายในใช้ เวลาเพียง 1 นาทีเติมเชื้อเพลิง ยานยนต์ไฟฟ้าต้องใช้เวลา 4–8 ชั่วโมง ในการประจุพลังงานเข้าไปในแบตเตอรี่ ตลอดจนแบตเตอรี่ นั้นมีราคาสูงและมีอายุการใช้งานจำกัด (ภายใน 5 ปี) เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ขนาดและคุณภาพเดียวกัน จึงทำให้ส่วนแบ่งการตลาดของยานยนต์เปลี่ยนข้างมาเป็นยานยนต์สันดาปภายใน

ในช่วงกลางของศตวรรษที่ 19 ได้มีการสร้างโรงไฟฟ้า เพื่อใช้บริเวณชุมชนเมือง เนื่องจากไม่มีมลภาวะทาง เสียงและทางอากาศ โดยโรงไฟฟ้านั้นจะใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานเมื่อออกจากจุดที่ใช้สร้างประจุไฟฟ้า แต่เนื่องจากระบบการขนส่งชนิดนี้ต้องใช้งบประมาณสูง จึงถูกจำกัดอยู่บางชุมชนเท่านั้น ในภายหลังได้มีการพัฒนายานยนต์ที่ใช้พลังงานร่วมกัน จากระบบสันดาปภายในและพลังงานไฟฟ้า หลังจากนั้นในช่วงปี ค.ศ. 1930 ยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดได้เริ่ม หายไปจากตลาดยานยนต์จากสาเหตุที่ได้กล่าวข้างต้น ฟอร์ดได้สร้างยานยนต์สันดาปภายใน โมเดล-ที ซึ่งใช้งานได้สะดวกสบาย กว่ายานยนต์ไฟฟ้า ใน ค.ศ. 1973 ราคาน้ำมันในตลาดโลกสูงขึ้น รัฐบาลสหรัฐจึงเริ่มรณรงค์ให้หันกลับมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอีกครั้ง เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันและลดมลพิษ คณะกรรมการทรัพยากรทางอากาศของแคลิฟอร์เนีย (California Air Resources Board (CARB)) มีนโยบายให้ผลิตและใช้ยานยนต์ไร้มลพิษ (Zero emission vehicle) โดยกำหนดให้ 2% ของยานยนต์ทั้งหมด ในรัฐแคลิฟอร์เนียโดยมีเป้าหมาย เพื่อลดมลพิษลง 10% ภายในปี ค.ศ. 2003 ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตหลายบริษัทผลิตรายานยนต์ไฟฟ้า เพื่อรักษาและแย่งกลุ่มลูกค้าในตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของแคลิฟอร์เนีย ค.ศ. 1993 กระทรวงพลังงานสหรัฐได้มีนโยบายร่วม ทุนกับบริษัทยานยนต์ต่างๆ เพื่อกระตุ้นการสร้างยานยนต์ไฟฟ้า แต่ถูกยกเลิกในปี ค.ศ. 2001 โดยเปลี่ยนสถานะเป็นองค์กรวิจัย อิสระภายใต้การดูแลของกระทรวงพลังงานแทน ในที่สุดโครงการต่างๆ ถูกยกเลิกโดยบริษัทยานยนต์อันเนื่องมาจากการตอบรับ จากผู้บริโภคไม่ดีเท่าที่ควร และอีกสาเหตุหนึ่งจากการลดหย่อนการบังคับใช้นโยบายยานยนต์ไร้มลพิษของ CARB อย่างไรก็ตาม ยานยนต์ไฟฟ้าได้เริ่มเกิดใหม่อีกครั้งในปี ค.ศ. 1997 เมื่อโตโยต้าได้เริ่มจัดจำหน่ายยานยนต์โตโยต้าพริอุสในประเทศญี่ปุ่น โดยการพัฒนายานยนต์ประเภท

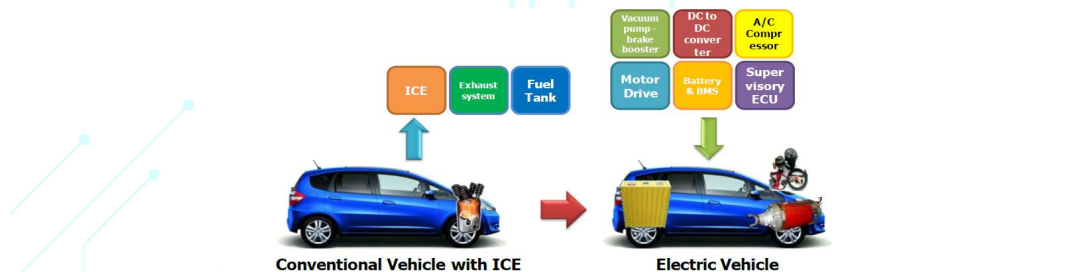
นี้ยังได้ดำเนินต่อมาถึงปัจจุบัน เนื่องจากเกิดการตระหนักในการรักษาสิ่งแวดล้อม และการพัฒนา ทางด้านเทคโนโลยีของแบตเตอรี่จากในยุคแรกที่มีการพัฒนาแบตเตอรี่แบบ Lead-acid ซึ่งมีขนาดใหญ่ น้ำหนักเยอะ แต่ให้พลังงานได้น้อย เป็นแบตเตอรี่แบบ Ni-Cd, Ni-MH, Li-ion และ Li-Po ซึ่งมีค่าอัตราส่วนพลังงานต่อน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามลำดับ ประกอบกับราคาของแบตเตอรี่มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อย ๆ จึง ทำให้เกิดความคุ้มค่าที่จะพัฒนาและผลิตออกมาใช้งานยิ่งขึ้น

3.2 การดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้า

การนำยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในมาดัดแปลงเป็นยานยนต์ที่มีการขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้านั้น ไม่มีรูปแบบหรือวิธีการที่เป็นมาตรฐาน การดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ความเหมาะสมทั้งเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ จึงยังถือว่ามีความท้าทายอยู่มากที่จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ การออกแบบ การจำลองการใช้งานจริง รวมไปถึงการทดสอบ ชิ้นส่วนและระบบย่อยต่าง ๆ (subsystem) เพื่อนำมาประกอบเข้าเป็นยานยนต์ไฟฟ้า ที่สามารถนำมาใช้งานได้ตามข้อกำหนดเชิงเทคนิค มีความปลอดภัย รวมไปถึงมีความทนทานต่อสภาวะการใช้งานจริง การเรียนรู้และ ทำความเข้าใจในเทคโนโลยีและสภาพการณ์ปัจจุบัน ของเทคโนโลยีการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นพื้นฐานสำคัญให้ภาคอุตสาหกรรมไทยได้สามารถปรับตัวและสามารถแข่งขันได้ ในอนาคต

3.3 ขั้นตอนการดัดแปลง (EV Conversion Process)

ดังที่แสดงในภาพที่ 3 ในการดัดแปลงยานยนต์สันดาปภายในให้เป็นยานยนต์ที่มีการขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้านั้น จะเริ่มต้นจากการถอดเครื่องยนต์ หม้อน้ำ ระบบท่อไอเสีย ถังน้ำมัน รวมถึงชิ้นส่วนที่ใช้จับยึดของอุปกรณ์ดังกล่าว แล้วจึง ทำการ ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์ บั๊มสุญญากาศสำหรับหม้อลมเบรก ชุดแบตเตอรี่และชุดควบคุมการ ทำงาน ชุดควบคุมอุณหภูมิ ของแบตเตอรี่ ชุดแปลงไฟกระแสตรง (DC to DC converter) คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบไฟฟ้า และชุดควบคุม อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit) รวมถึงชิ้นส่วนอุปกรณ์จับยึดสำหรับการติดตั้งเข้าไปแทนที่



ภาพที่ 3 ภาพรวมการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าจากยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 5 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยียานยนต์ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 10 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ส่วน

4.2.1 การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

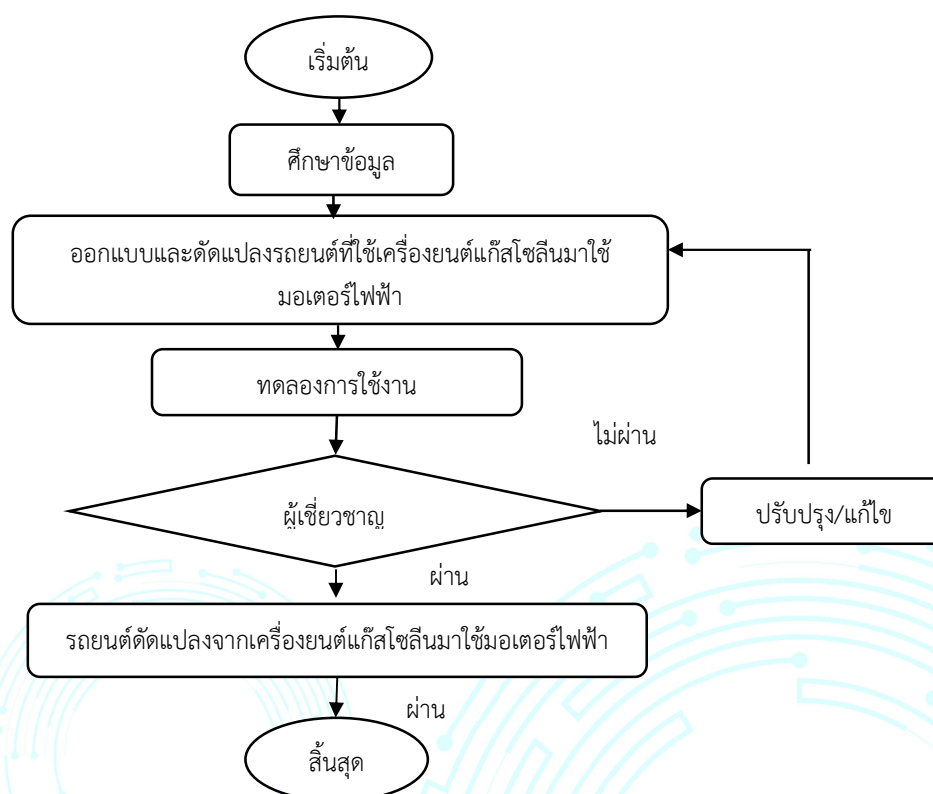
1) การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยพิจารณาเลือกรูปแบบ วิธีการที่ทำให้รถยนต์เครื่องยนต์แก๊สโซลีน มาดัดแปลงเป็นยานยนต์ที่มีการขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า มีการวิเคราะห์ ออกแบบ การจำลองการใช้งานจริง รวมไปถึงการทดสอบ ชิ้นส่วนและระบบย่อยต่าง ๆ (Sub system) เพื่อนำมาประกอบเข้าเป็นยานยนต์ไฟฟ้า ที่สามารถนำมาใช้งานได้ตามข้อกำหนดเชิงเทคนิค มีความปลอดภัยโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดัดแปลงตามขั้นตอนแสดงในภาพที่ 4

จากภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

(1) ศึกษาข้อมูลและวิธีการดัดแปลงรถยนต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเรียนรู้ทำความเข้าใจในการทำรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนสันดาปภายในให้เคลื่อนที่ได้โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เลือกรูปแบบของมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะนำมาใช้โดยเลือกเป็นมอเตอร์ชนิดกระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ ใช้ชุดควบคุมมอเตอร์กระแสตรงขนาด 3.7 กิโลวัตต์ และข้อกำหนดที่เหมาะสมในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง อาศัยการวิเคราะห์รูปแบบของการดัดแปลง รวมถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ

(2) การออกแบบดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ออกแบบกำหนด อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ดัดแปลง ให้มีความ เหมาะสมกับการติดตั้ง โดยได้ปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ แนะนำจนเห็นว่ามีความเหมาะสม โดยได้เลือกใช้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ ขนาด 3.7 กิโลวัตต์ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ใช้ชุดควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ขนาด 3.7 กิโลวัตต์ และใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 120 แอมแปร์ จำนวน 4 ลูก ต่ออนุกรมเข้าด้วยกัน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานในรถยนต์ดัดแปลง จากนั้นทำการติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงขนาด 24 โวลต์ ขับเคลื่อนเข้ากับตัวรถยนต์

(3) การประกอบชิ้นส่วน ผู้วิจัยได้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้จนเสร็จตามวัตถุประสงค์ โดยติดตั้งมอเตอร์เข้ากับล้อช่วยแรงเดิมของรถยนต์ เพื่อให้สามารถใช้ระบบเกียร์ส่งกำลังเดิมของรถยนต์ได้ ติดตั้งชุดควบคุมมอเตอร์ และแบตเตอรี่ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานโดยการติดตั้งแบตเตอรี่ต้องคำนึงถึงการกระจายน้ำหนักของตัวรถ เนื่องจากแบตเตอรี่มีน้ำหนักมาก จึงต้องคำนึงถึงการรักษาสมดุลของตัวรถยนต์



ภาพที่ 4 แสดงแผนการดำเนินงานการดัดแปลงรถยนต์ให้เป็นรถไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

(4) การทดลองใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในด้านต่างๆ เพื่อหาประสิทธิภาพของตัวรถและ เพื่อหาจุดบกพร่อง ของรถไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

(5) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำจุดบกพร่องต่าง ๆ ทำการแก้ไขและปรับปรุงในการออกแบบและการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า จนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

4.2.2 การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ในการออกแบบสร้างแบบประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการในการวิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

จากภาพที่ 5 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) การศึกษาข้อมูลและวิธีการสร้างแบบประเมิน ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากตำราและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์

2) การออกแบบประเมิน จากการศึกษาค้นคว้าและวิธีการสร้างแบบประเมินผู้วิจัยได้นำหัวข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์มากำหนดโครงสร้างของแบบสอบถามโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

3) เกณฑ์การประเมินคุณภาพ ใช้แบบมาตราส่วน 5 ระดับ โดยมีความหมายต่างๆ ดังนี้คือ

เกณฑ์การให้คะแนน

5	ความหมาย	มีคุณภาพดีมาก
4	ความหมาย	มีคุณภาพดี
3	ความหมาย	มีคุณภาพพอใช้
2	ความหมาย	มีคุณภาพควรปรับปรุง
1	ความหมาย	มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์

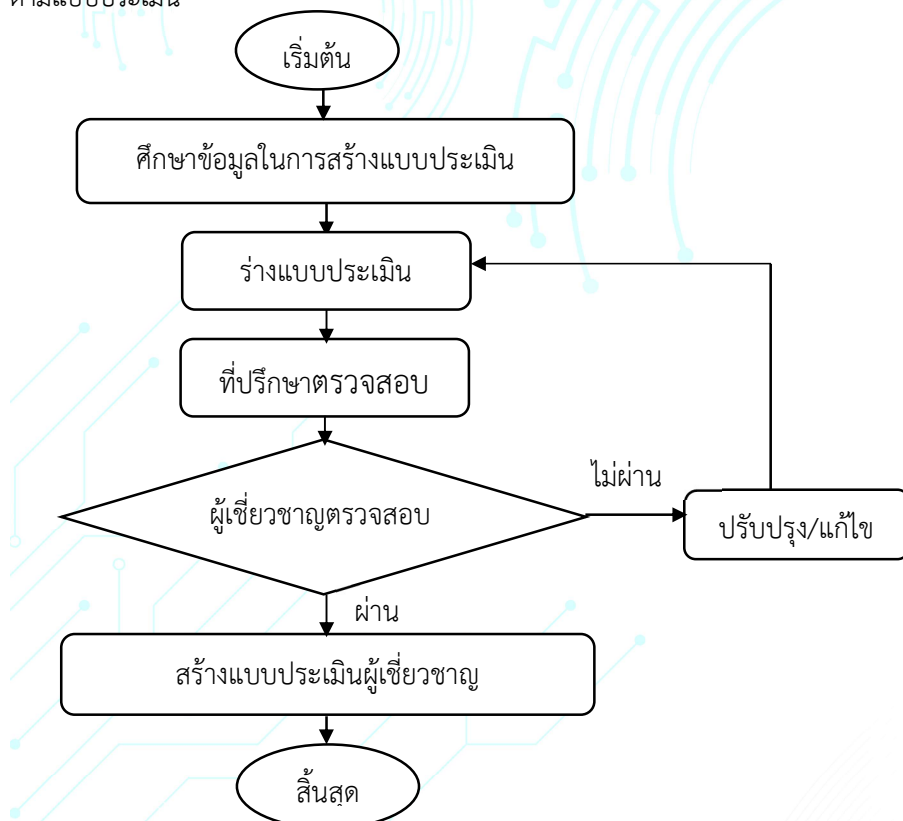
เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

4.51 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	คุณภาพดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
1.51 – 2.50	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง
ต่ำกว่า 1.51	หมายถึง	คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินด้านการออกแบบ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และผลการประเมินระดับความคิดเห็น

ตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอแนะทั่วไป และความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดขอบเขตของข้อเสนอตามแบบประเมิน



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

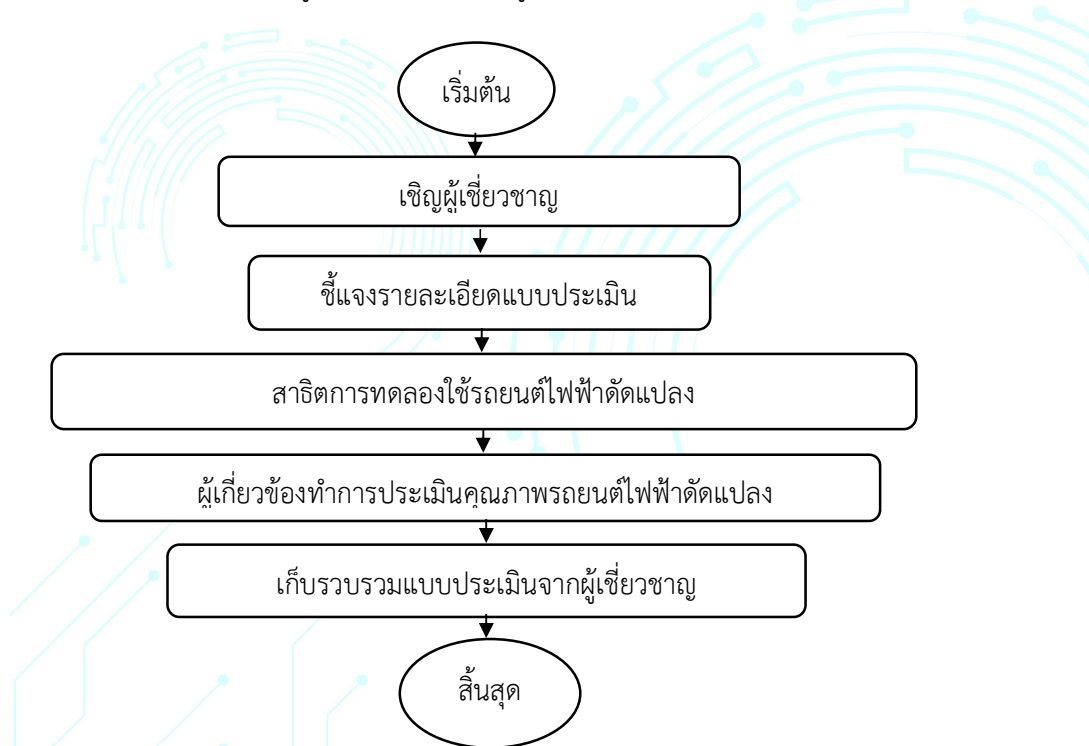
ผู้วิจัย นำรถยนต์ที่ดัดแปลงจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ทำการทดลองประเมินผล โดยผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ ประเมินผลการดัดแปลงรถยนต์ด้านการออกแบบและการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครูวิชาช่างยนต์จากวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 5 ท่าน ประเมินรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง โดยผู้วิจัยทำการ

4.3.1 ทดลองการทำงานของรถยนต์ดัดแปลงจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินผลประกอบกับการใช้แบบประเมินคุณภาพ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยได้แจกแบบประเมินให้กับผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียด ของแบบประเมินให้กับผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านการออกแบบและการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

2) ผู้วิจัยทำการสาธิตการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้กับผู้เชี่ยวชาญให้ดู พร้อมกับให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทดลองใช้รถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง และประเมินผลโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประเมินกับรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

3) ได้ข้อมูลจากแบบประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านการออกแบบและด้านการใช้งาน



ภาพที่ 6 แสดงลำดับขั้นตอนการทดลองรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าผู้วิจัยได้ใช้รถยนต์ ford เครื่องยนต์ 1,300 cc. เชื้อเพลิงเบนซิน โดยถอดเครื่องยนต์เดิมออกและติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงของรถกอล์ฟ (Club Car) ขนาด 48 โวลต์มีกำลังส่งออกของมอเตอร์ไฟฟ้า 3.7 กิโลวัตต์ ควบคุมความเร็วด้วยคอนโทรลเลอร์และได้ประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้จนสำเร็จตาม

วัตถุประสงค์ จำนวน 1 คัน ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งาน เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่น ๆ ทำการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องพร้อมทั้งทำการทดสอบการใช้งาน โดยจำลองจากสถานการณ์จริง หลังจากได้ผลตามที่ต้องการ ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ ณ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

5.2. ผลการหาประสิทธิภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

จากการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทดสอบคุณภาพ โดยการนำไปทดสอบกับสภาพการใช้งานจริง และได้ผลการทดสอบดังนี้

5.2.1 การทดสอบอัตราความเร็วสูงสุดของรถ ทำการทดสอบโดยการขับรถในระยะทาง 1 กิโลเมตรใช้เวลาในการวิ่งรถประมาณ 1 นาที 30 วินาที สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง

5.2.2 การทดสอบหาระยะทางในการใช้งานของแบตเตอรี่เมื่อประจุแบตเตอรี่ เต็มจนหมด สามารถขับได้ระยะทางสูงสุด 65 กิโลเมตรต่อการประจุไฟแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

ตารางที่ 1 การทดสอบอัตราเร่งจากจุดหยุดนิ่ง

ความเร็ว (กม./ชม.)	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)
10	0.67	1.01
20	1.42	4.12
30	2.15	9.23
40	2.89	16.38
ค่าเฉลี่ย	4.96	18.43

จากตารางที่ 1 พบว่าการทดสอบอัตราเร่งจากจุดหยุดนิ่ง ที่ความเร็ว 10 - 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบค่าเฉลี่ยเวลา 4.96 วินาที ที่ระยะทาง 18.43 เมตร

ตารางที่ 2 การทดสอบอัตราเร่งเฉลี่ย

จำนวนที่ทำการทดลอง	เวลา (วินาที)	ความเร็ว (กม./ชม.)
ครั้งที่ 1	7.7	43
ครั้งที่ 2	7.8	45
ครั้งที่ 3	7.6	47
ครั้งที่ 4	7.9	50
ค่าเฉลี่ย	7.75	46.25

จากตารางที่ 2 พบว่าการทดสอบอัตราเร่งเฉลี่ย ทั้งหมด 4 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 46.25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราเร่ง 7.75 วินาที

5.3 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.1 ความสอดคล้องระหว่างรถไฟฟ้าดัดแปลงกับวัตถุประสงค์	4.60	0.63	คุณภาพดีมาก
1.2 ความน่าสนใจของรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.53	0.74	คุณภาพดีมาก
1.3 ความถูกต้องสมบูรณ์ของการดัดแปลง	4.60	0.51	คุณภาพดีมาก
1.4 ความชัดเจนในการทำงานเป็นขั้นตอน	4.87	0.52	คุณภาพดีมาก
1.5 รูปแบบในใช้งาน	4.73	0.46	คุณภาพดีมาก
1.6 ความเหมาะสมของรถไฟฟ้าดัดแปลงกับระดับผู้ศึกษา	4.80	0.41	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.69	0.55	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.69$, S.D.=0.55) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความชัดเจนในการทำงานเป็นขั้นตอน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.87$, S.D.=0.52) ความเหมาะสมของรถไฟฟ้าดัดแปลงกับระดับผู้ศึกษา อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, S.D.=0.41) รูปแบบในการใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.46) ความสอดคล้องระหว่างรถไฟฟ้าดัดแปลงกับวัตถุประสงค์ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.63) ความถูกต้องสมบูรณ์ของการดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.51) ความน่าสนใจของรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.53$, S.D.=0.74) อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของ
ผู้เชี่ยวชาญ ด้านโครงสร้างและส่วนประกอบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.1 การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำโครงงาน	4.73	0.46	คุณภาพดีมาก
2.2 ขนาดของรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.40	0.74	คุณภาพดี
2.3 การออกแบบโครงสร้างรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.53	0.74	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.56	0.65	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน มาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านโครงสร้าง และส่วนประกอบ โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.56$, S.D.=0.65) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำโครงงาน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.46) การออกแบบโครงสร้างรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.53$, S.D.=0.74) และขนาดของรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.74)

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
3.1 รถไฟฟ้าดัดแปลงมีความปลอดภัย	4.93	0.26	คุณภาพดีมาก
3.2 รถไฟฟ้าดัดแปลงไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4.87	0.35	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.90	0.31	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน มาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.90$, S.D.=0.31) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ รถไฟฟ้าดัดแปลงมีความแข็งแรงปลอดภัย อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.93$, S.D.=0.26) และรถไฟฟ้าดัดแปลงไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.87$, S.D.=0.35)

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความสามารถในการแสดงผลในรถไฟฟ้าดัดแปลง

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
4.1 การแสดงผลในรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.80	0.56	คุณภาพดีมาก
4.2 สิ่งอำนวยความสะดวกของรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.53	0.64	คุณภาพดีมาก
4.3 ความน่าสนใจชวนให้ติดตาม	4.73	0.59	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.69	0.60	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 6 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน มาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความสามารถในการแสดงผลในชุดศึกษาทดลอง โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.69$, S.D.=0.60) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การแสดงผลในรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, S.D.=0.56) ความน่าสนใจชวนให้ติดตาม อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.59) และสิ่งอำนวยความสะดวกของรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.53$, S.D.=0.64)

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าของผู้เชี่ยวชาญ รวมทุกด้าน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
5.1 เนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน	4.69	0.55	คุณภาพดีมาก
5.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ	4.56	0.65	คุณภาพดีมาก
5.3 ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.90	0.31	คุณภาพดีมาก
5.4 ความสามารถในการแสดงผลในรถไฟฟ้าดัดแปลง	4.69	0.60	คุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.71	0.52	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 7 พบว่าผลการประเมินคุณภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญสรุปหัวข้อการประเมิน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.71$,

S.D.=0.52) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}$ =4.90, S.D.=0.31) ความสามารถในการแสดงผลในรถไฟฟ้าดัดแปลง อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}$ =4.69, S.D.=0.60) เนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}$ =4.69, S.D.=0.55) และโครงสร้างและส่วนประกอบ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}$ =4.56, S.D.=0.65)

6. การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการดัดแปลงและหาประสิทธิภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน มาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยมีประเด็นอภิปรายดังนี้

6.1 การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าได้ใช้รถยนต์ ford เครื่องยนต์ 1,300 cc. เชื้อเพลิงเบนซิน โดยถอดเครื่องยนต์เดิมออกและติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงของรถกอล์ฟ (Club Car) ขนาด 48 โวลต์มีกำลังส่งออกของมอเตอร์ไฟฟ้า 3.7 กิโลวัตต์ ควบคุมความเร็วด้วยคอนโทรลเลอร์และได้ประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้จนสำเร็จ ตามทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.2 ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า กับสภาพการใช้งานจริง และได้ผลการทดสอบดังนี้

6.2.1 การทดสอบอัตราความเร็วสูงสุดของรถ ทำการทดสอบโดยการขับรถในระยะทาง 1 กิโลเมตรใช้เวลาในการวิ่งรถประมาณ 1 นาที 30 วินาที สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง

6.2.2 การทดสอบหาระยะทางในการใช้งานของแบตเตอรี่เมื่อประจุแบตเตอรี่เต็มจนหมด สามารถขับได้ระยะทางสูงสุด 65 กิโลเมตรต่อการประจุไฟแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

6.3 ด้านการประเมินคุณภาพของการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.71 หมายความว่าผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบประเมิน อยู่ในระดับ มากที่สุด เป็นไปตามวัตถุประสงค์ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของงานวิจัย การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

6.3.1 การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการที่เหมาะสม ผ่านการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องจากการทดลองใช้ และรวมทั้งผ่านการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

6.3.2 การดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าได้ผ่านการทดลองใช้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการ 1 ครั้ง และนำข้อบกพร่องต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความสมบูรณ์ที่สุด อย่างเป็นระบบก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

7.1 ให้มีการพัฒนาชุดคิทการดัดแปลง (conversion kit) ที่ได้มาตรฐาน ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับรถยนต์หลากหลายรุ่น พร้อมคู่มือทางเทคนิคที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้ประกอบการรายย่อยสามารถดำเนินการดัดแปลงได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

7.2 งบประมาณในการทำวิจัยค่อนข้างสูง ชิ้นส่วนอุปกรณ์หายากและมีราคาแพงต้องมีการระดมทุน ทำให้งานวิจัยล่าช้า ควรมีการสนับสนุนด้านงบประมาณในบางส่วน

7.3 หากต้องการที่ให้อะไรได้ระยะทางที่ไกลขึ้นกว่าเดิม ควรเพิ่มขนาดของแบตเตอรี่ที่มีกระแสที่สูงขึ้น แต่ต้องระวังเรื่องของน้ำหนักด้วย

7.4 การเลือกซื้อมอเตอร์ควรเลือกซื้อมอเตอร์ที่มีการหดรอบอยู่ในตัว เพราะถ้าเลือกซื้อมอเตอร์ที่ไม่มีการหดรอบอาจทำให้มอเตอร์ไหม้ได้

8. องค์ความรู้ใหม่

ปัจจุบันการเปลี่ยนรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนให้เป็นรถยนต์พลังงานไฟฟ้ากำลังได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากแนวโน้มของโลกที่มุ่งเน้นการลดการปล่อยมลพิษและการใช้พลังงานสะอาด องค์ความรู้ใหม่ในด้านนี้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ครอบคลุมตั้งแต่เทคโนโลยีมอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ ระบบควบคุม และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การดัดแปลงรถยนต์แก๊สโซลีนให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยอาศัยเทคโนโลยีใหม่ที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปได้และมีประสิทธิภาพมากขึ้น แม้จะมีความท้าทายด้านต้นทุนและกฎหมาย แต่แนวโน้มในอนาคตชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาและขยายตัวของตลาดนี้มากขึ้น

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้จากคณะผู้บริหาร ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ที่ให้ความกรุณา ด้านสถานที่ คำแนะนำ การให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤษฎา เสกตระกูล. (2564, 25 มิถุนายน). ธุรกิจกับการแก้ปัญหาโลกร้อน (ตอนที่ 1). (สืบค้นวันที่ 29 เมษายน 2566), มติชนออนไลน์ <https://www.sdthailand.com/2021/06/global-warming-effect-to-business/>
- [2] ชัยยศ ยงค์เจริญชัย. (2566, 29 เมษายน). โลกร้อนไทยขยับช้า! โลกร้อนไทยขยับช้า! รัฐบาลตั้งเป้าลดก๊าซเรือนกระจก 25% ในที่ประชุม COP26 แต่สิ่งแวดล้อมยังน่าห่วง. (สืบค้นวันที่ 29 เมษายน 2566), BBC ไทย. <https://www.bbc.com/thai/international-59059419>
- [3] สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2556, 22 สิงหาคม) โครงการวิจัยสถานีบริการอัดประจุแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน CHAdeMO สำหรับระบบไฟฟ้าอัจฉริยะของ กฟผ. การประชุมทางวิชาการด้านพลังงานไฟฟ้าและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.
- [4] ชिरดา สามศรี และเอกชัย ไพศาลกิตติสกุล. (2558). การจัดการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าตาม เวลาจริง โดยการรักษาระดับความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดในระบบไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บทความวิจัย. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ และนวัตกรรม. ม.อบ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2558. 77-90
- [5] อธิวัฒน์ ศรีวิไล. (2558). การศึกษาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ต่อการใช้พลังงานของประเทศไทย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- [6] อรรณ ตังชัยศรี. (2560, 5 มิถุนายน). รถยนต์ไฟฟ้ากับการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมรถยนต์ไทย. (สืบค้นวันที่ 29 เมษายน 2566). ธนาคารออมสิน.

https://www.gsb.or.th/GSBResearch/IN_hotissue_car_detail.aspx?lang=th-TH



การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX CREATION AND EFFICIENCY OF THE ISUZU D-MAX ABS BRAKE SYSTEM ELECTRICAL CIRCUIT SIMULATION SET

สุธี เจตน์เจริญ^{1*} ยงยุทธ เครือวงษา¹ และพิทยา ศรีเสตฤณชร¹
Sutee Jedjaroen^{1*} Yongyuth Kueawongsa¹ Pittaya Sesatakunchon¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้าง ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX และหาประสิทธิภาพของชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX รายวิชา การวินิจฉัยและแก้ไขข้อขัดข้องยานยนต์ รหัสวิชา 17-4101-2406 และหาคุณภาพเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ระบบเบรกเอบีเอส เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยเอกสารประกอบการเรียน โดยรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกมาโดยวิธีเจาะจง จำนวน 10 คน และประเมินความพึงพอใจโดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการทำวิจัยพบว่า 1) ได้ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ใช้ประกอบการเรียนในรายวิชาการวินิจฉัยและแก้ไขข้อขัดข้องยานยนต์ รหัสวิชา 17-4101-2406 จำนวน 1 หน่วย และ สามารถประกอบการทำวิจัยในครั้งนี้ 2) ประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX โดย E_1 เท่ากับ 93.60 ซึ่ง E_2 เท่ากับ 92.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX 3) คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการประเมินการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยทุกด้านอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 จึงสรุปได้ว่าชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียน รายวิชาการวินิจฉัยและแก้ไขข้อขัดข้องยานยนต์ รหัสวิชา 17-4101-2406 ได้ และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การสร้าง, การหาประสิทธิภาพ, ชุดจำลอง

Abstract

The purpose of this research was to develop a simulation of the electrical circuit for the ABS braking system of the ISUZU D-MAX and to assess its effectiveness. This was conducted in the course "Vehicle Diagnostics and Troubleshooting" (Course Code: 17-4101-2406) and to evaluate the quality of instructional materials on ABS braking systems.

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3

¹ Automotive Technology Prachinburi Technical College Central Vocational Education Institute 3

* Corresponding Author, Sutee Jedjaroen, E-mail : Sutee.j27@gmail.com

Received: กุมภาพันธ์ 7, 2025 Revised: ธันวาคม 19, 2025 Accepted: ธันวาคม 23, 2025

The research also aimed to compare the learning outcomes before and after the students used the instructional materials. A sample group of 10 participants was selected through a purposive sampling method, and their satisfaction was assessed by 5 experts. The data were analyzed using the mean and standard deviation.

The research findings were as follows:

1. A simulation of the ISUZU D-MAX ABS electrical circuit was developed as a teaching tool for the course "Vehicle Diagnostics and Troubleshooting" (Course Code: 17-4101-2406) and was successfully used in this research.
2. The effectiveness of the ABS electrical circuit simulation for the ISUZU D-MAX was found to be high, with an E1 score of 93.60 and an E2 score of 92.00, which exceeded the set standard of 80/80. The simulation received high quality evaluations from 5 experts, with an average score of 4.42, indicating that the simulation is of good quality and suitable for use in teaching the course.
3. The comparison of learning outcomes, measured by pre- and post-test scores, showed significant improvement in learning outcomes after using the instructional materials, with statistical significance at the 0.05 level.

Keywords: Development, effectiveness evaluation, simulation.

1. บทนำ

ในปัจจุบันสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่งของการขับรถยนต์ก็คือระบบเบรคนับเป็นอีกระบบหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ขับรถยนต์เกิดความปลอดภัย และช่วยลดอุบัติเหตุลง ผู้ผลิตรถยนต์ได้มองเห็นความสำคัญอันนี้ จึงได้นำเอาระบบเบรกที่ควบคุมการทำงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรถยนต์ ระบบเบรกเอบีเอส (ABS) ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ล้อรถยนต์เกิด การล็อกตายขณะเหยียบเบรก เมื่อต้องการห้ามล้อในสภาพการขับขี่ที่รถขณะนั้นที่วิกฤตหรือสถานการณ์ที่คับขัน เช่น การขับขี่รถบนถนนเปียกชื้นหรือเกิดการความตกใจแบบกระทันหัน ผู้ขับขี่จะไม่สามารถควบคุมแรงเหยียบที่ส่งไปเบรกได้ จึงทำให้การเบรกมีแรงที่มากเกินไป ทำให้ล้อล็อกตายและเกิดการลื่นไถล ไปบนถนน เป็นผลให้รถยนต์วิ่งไปโดยไม่สามารถควบคุมทิศทางได้ มีผู้เชี่ยวชาญได้คาดคะเน ไว้ว่าประมาณ 10 % ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนเกิดจากเบรกที่แรงมากเกินไปจึงเกิดการล้อรถเกิด ล้อ ล็อกหรือล้อตายในขณะที่ทำการเบรคนั้นเอง [1] สื่อการเรียนการสอนสามารถช่วยการเรียนการสอนของ ครูได้ดีมากซึ่งเราจะเห็นว่าครูนั้นสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้มาก ช่วย ให้ครูมีความรู้มากขึ้นในการจัดแหล่งวิทยาการที่เป็นเนื้อหาเหมาะสมแก่การเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายในการสอน ช่วยครูในด้านการคุมพฤติกรรม การเรียนรู้และสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากและในปัจจุบันรถยนต์ขนาดต่ำกว่า 2,000 ซีซี ก็มีการนำระบบเบรกดังกล่าวมาใช้โดยผู้ผลิตรถยนต์ บางบริษัทกำหนดให้เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ผู้ซื้อสามารถเลือกซื้อหรือติดตั้งระบบเบรกเอบีเอส (ABS) ไว้แล้วได้ หรือบางบริษัทก็ติดตั้งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานประจำรถคันนั้น จึงนับว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่และมีความสำคัญที่ได้นำมาใช้กับรถยนต์ ซึ่งในอนาคตต่อไปนั้นวันจะนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้รถยนต์ไประยะหนึ่งจะต้องมีการตรวจซ่อมและบริการ ตามคู่มือการใช้รถ เพื่อให้รถยนต์มีสภาพพร้อมใช้งาน ในการตรวจซ่อมและบริการรถยนต์ที่ใช้ ระบบเบรกเอบีเอส (ABS) นั้นจำเป็นต้องใช้

บุคลากรหรือช่างเทคนิคที่มีความรู้ ความสามารถ ตลอดจนทักษะเป็นพิเศษ เพราะมีการนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ควบคุมการทำงานซึ่งเป็นเทคโนโลยีขั้นสูง

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งมีหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยี ได้เล็งเห็นความสำคัญของการฝึกกำลังคนเพื่อออกไปปฏิบัติงานในด้านดังกล่าว และสนองความต้องการตลาดแรงงาน จึงได้บรรจุวิชาการวินิจัยและแก้ไขข้อขัดข้องยานยนต์ รหัส 17-4101-2406 ไว้ในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ (ต่อเนื่อง) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563) ซึ่งเนื้อหาวิชาได้เพิ่มเอาระบบต่าง ๆ ที่เป็นเทคโนโลยีใหม่มาไว้ในวิชานี้ รวมทั้งเนื้อหาเรื่อง ระบบเบรกเอ็ปเอส (ABS) ด้วยในด้านการเรียนการสอน เป็นหน้าที่ของแผนกช่างยนต์ที่จะต้องดำเนินการ ให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดเอาไว้แม้ว่าเรื่อง ระบบเบรกเอ็ปเอส (ABS) จะได้รับการจัดไว้ในหลักสูตรตั้งแต่ พุทธศักราช 2559 แล้วก็ตาม แต่ทางแผนกช่างยนต์ ก็ยังมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนอยู่มาก จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรื่อง ระบบเบรกเอ็ปเอส (ABS) โดยเก็บข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอนวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี พบว่า แผนกช่างยนต์มีแผนฝึกกระบบเบรกเอ็ปเอส (ABS) แต่ไม่มีชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส สำหรับปัญหาในการเรียนการสอนพบว่าปัญหาอยู่ในระดับหนึ่ง คือ ขาดชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ และเนื้อหาการสอนในหลักสูตรไม่ละเอียดชัดเจน จากข้อมูลดังกล่าว พอสรุปได้ว่ามีประเด็นปัญหาที่สำคัญดังต่อไปนี้ คือ ขาดชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอสที่ทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้อย่างครบถ้วนและมีขั้นตอน เนื้อหาที่ใช้สอนเป็นไปตามความรู้และประสบการณ์ของผู้สอนแต่ละท่าน ทำให้ผู้เรียน ได้รับความรู้แตกต่างกัน ขาดงบประมาณในการจัดซื้อ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นแรงจูงใจให้คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำโครงการในหัวข้อ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX ขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ระบบเบรกเอ็ปเอส (ABS) และผลของการวิจัยนี้ยังจะเป็นแนวทางที่จะส่งเสริมให้ผู้สนใจได้ทำการศึกษา แล้วนำไปสร้างชุดจำลองวงจรไฟฟ้าในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษาให้ดียิ่งขึ้น เพื่อสนองต่อแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในส่วนของการผลิตกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีความรู้และความสามารถให้กับระบบอุตสาหกรรมซึ่งจะช่วยให้ ประเทศสามารถก้าวไปสู่ประเทศอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX
- 2.3 เพื่อหาคุณภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX

สมมติฐาน

1. คุณภาพของชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีผลคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.50 อยู่ในเกณฑ์ไม่น้อยกว่าคุณภาพดี
2. ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอ็ปเอส ISUZU D-MAX ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจะต้องสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบเบรก ABS ย่อมาจาก ANTI-LOCK BREAK SYSTEM การทำงานของระบบ ABS จะมีระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับอยู่บริเวณล้อ หากล้อข้างใดข้างหนึ่งเริ่มทำงานผิดปกติ ระบบก็จะทำการส่งสัญญาณให้ชุดปั๊มเบรกจับและปล่อยจนเป็นจังหวะ โดยระบบนี้จะทำงานเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉินที่จะช่วยให้ผู้ที่ขับขึ้นนั้นไม่เหยียบเบรกแบบจมมิดและยังช่วยในการป้องกันไม่ให้ล้อล็อก ทำให้การขับขึ้นนั้นปลอดภัยและไม่เกิดรถหมุนจนสูญเสียการควบคุมไปทั้งหมด และในขณะที่ระบบทำงานนั้นจะมีแรงดันที่ปั๊มเบรก ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติ เบรก ABS ทำงานโดยการตรวจสอบความเร็วในการหมุนของแต่ละล้ออย่างต่อเนื่องระหว่างการเบรก เมื่อตรวจพบการชะลอตัวกะทันหัน ระบบ ABS จะปรับแรงดันเบรกในแต่ละล้อโดยอัตโนมัติ กระบวนการนี้สำเร็จได้ด้วยการผสมผสานระหว่างชิ้นส่วนไฮดรอลิกและอิเล็กทรอนิกส์

เมื่อผู้ขับขี่เหยียบเบรกอย่างแรง ABS จะทำงาน โดยจะปล่อยแรงดันเบรกเป็นจังหวะอย่างรวดเร็ว ปล่อยและกดซ้ำหลายครั้งต่อวินาที การเต้นเป็นจังหวะนี้ช่วยป้องกันไม่ให้ล้อล็อก ส่งผลให้การยึดเกาะและเสถียรภาพดีขึ้น ด้วยการป้องกันการล้อล็อก ABS ช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถควบคุมรถได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ฉุกเฉินหรือบนพื้นผิวที่ลื่น [1] การสร้างสื่อการสอนระบบเบรกครรถยนต์ ประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.17$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ สรุปได้คือ การทำงานของชุดการสอน, ชุดการสอนมีความประณีตสวยงาม และความเหมาะสมของการออกแบบโดยรวม อยู่ในระดับดีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.40$) รองลงมาคือขนาด รูปร่างของชุดการสอนเหมาะสมกับการใช้งาน และการ เลือกใช้วัสดุในการสร้างชุดการสอนมีความเหมาะสม อยู่ในระดับดีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.40$) [2] การพัฒนาชุดเครื่องมือการประเมินสื่อการเรียนการสอนสำหรับการวิจัย ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผลการวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอน จำนวน 126 เรื่อง พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ ศึกษาโดยใช้สื่อการเรียนการสอนจำแนกได้ดังนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายการ วิดีทัศน์ ชุดการสอน บทเรียนออนไลน์ และเว็บเพจ ผลการวิเคราะห์ของแบบประเมินสื่อการเรียนการสอน พบว่า ข้อคำถามในแบบประเมินสื่อการเรียนการสอน ในด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ที่มีค่า IOC อยู่ในระหว่าง 0.50 1.00 ผ่านการคัดเลือกทุกข้อ คำถาม ผลการตรวจคุณภาพของชุดเครื่องมือการประเมินสื่อการเรียนการสอน พบว่า ข้อคำถามของชุดเครื่องมือ การประเมิน สื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมีคุณภาพดีทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา [2] สร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการเรียนวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 78.01/76.56 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75/75 นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01[3] โครงการวิจัยการผลิตสื่อการสอนออนไลน์ รายวิชา 89530364 การออกแบบสื่อและการนำเสนอ การประเมินสื่อการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งได้ให้ความคิดเห็นว่าเนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน เนื้อหาสมบูรณ์ แบ่งหน่วยย่อยชัดเจน มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันทั้งวิชา มีลำดับ เนื้อหาจากหลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ ครอบคลุมทั้งการจัดทำสื่อรูปแบบสไลด์นำเสนอ การจัดทำสื่อรูปแบบ Infographic การจัดทำสื่อรูปแบบวีดิทัศน์ รวมทั้งหลักการนำเสนอ การดำเนินเนื้อหา มีความกระชับเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่จะนำพื้นฐานความรู้ไปต่อยอดในการปฏิบัติได้จริง และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านการกำหนดสัดส่วนของคะแนน ซึ่งให้ข้อเสนอแนะว่าควรปรับคะแนนปฏิบัติให้มากขึ้น คะแนนสอบให้น้อยลง เพื่อให้ตรงเป้าหมายรายวิชาการออกแบบสื่อและการนำเสนอ [4] วารสารวิชาการเรื่องการพัฒนาชุด

ฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ กรณีศึกษา “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุม ระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา ทางเทคโนโลยียานยนต์ กรณีศึกษา “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมระบบจุดระเบิดของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน” และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2559 จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดฝึกอบรม คู่มือวิทยากร และคู่มือผู้เข้ารับการ ฝึกอบรม จำนวนหนึ่งหน่วยฝึกอบรม 3 ใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพชุดฝึกอบรมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดย ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.48, S.D. = 0.67) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อ เสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนร้อยละ 87.15 และร้อยละ ที่ ผ่านเกณฑ์ 82.04 สูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐานร้อยละ 80/80 และการประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยภาพรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.63, S.D. = 0.34) และ สอดคล้องกับงานวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับ นักสารสนเทศ. [5] ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษ สำหรับ นักสารสนเทศ และคุณภาพทางเทคนิคและเนื้อหาของแอปพลิเคชัน โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยที่ 4.14 2) ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษ สำหรับนัก สารสนเทศ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.19

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การประเมินคุณภาพครั้งนี้ มีผู้เชี่ยวชาญคือครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 5 คน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยียานยนต์ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จำนวน 10 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 แบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX

ตอนที่ 1 ด้านการออกแบบ

ตอนที่ 2 ด้านใบงาน

ตอนที่ 3 ด้านใบเนื้อหา

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

4.2.2 เอกสารประกอบการเรียนที่ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนในหน่วยการเรียน เรื่อง ระบบเบรกเอบีเอส ประกอบด้วย

4.2.2.1 ใบเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้มีทั้งหมด 5 ใบเนื้อหา ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา

4.2.2.2 ใบแบบฝึกหัดมี 5 แบบฝึกหัด ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา พร้อมใบเฉลยแบบฝึกหัด

4.2.2.3 ใบงานมีทั้งหมด 5 ใบงานๆ ละ 10 คะแนน ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา พร้อมใบตรวจงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

4.2.2.4 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3.1 การเก็บข้อมูลด้านความพึงพอใจ ได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ และทดลองใช้ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX พร้อมทั้งตอบแบบประเมินความพึงพอใจ

4.3.2 การหาประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยได้นำชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX และเอกสารประกอบการเรียนไปใช้ทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ (ปรับปรุง พ.ศ. 2563) สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4.4.1.2 ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย คือ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความเชื่อมั่น

4.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของสถิติ

4.5.1 ระดับช่วง คะแนนแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ

เกณฑ์การให้คะแนน

5	ความหมาย	มีคุณภาพดีมาก
4	ความหมาย	มีคุณภาพดี
3	ความหมาย	มีคุณภาพปานกลาง
2	ความหมาย	มีคุณภาพพอใช้
1	ความหมาย	มีคุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

4.51 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	คุณภาพดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
ต่ำกว่าเกณฑ์ 1.51	หมายถึง	คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์

4.5.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน และอังกฤษ, 2543)

$$\text{สูตร } SD = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

โดยที่ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N = จำนวนข้อมูล

4.5.3 ค่า IOC มีค่ามากกว่า 0.05 ขึ้นไป ถือว่าความเที่ยงด้านเนื้อหาเป็นไปได้

$$\text{สูตร } IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR = ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

4.5.4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ย

ΣX แทนผลรวมทั้งหมดของความถี่ คูณ คะแนน

n แทนผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.6 การสร้างชุดจำลอง และเอกสารประกอบการเรียน

4.6.1 สร้างชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอปีเอส ISUZU D-MAX ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ตัวปรับรอบความเร็วรอบของล้อแต่ละล้อ และส่วนที่ 2 ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอปีเอส ISUZU D-MAX

4.6.2 จัดทำเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอนในหน่วยการเรียน เรื่อง ระบบเบรกเอปีเอส ประกอบด้วย

4.6.2.1 ใบเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้มีทั้งหมด 5 ใบเนื้อหา ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา

4.6.2.2 ใบแบบฝึกหัดมี 5 แบบฝึกหัด ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา พร้อมใบเฉลยแบบฝึกหัด

4.6.2.3 ใบงานมีทั้งหมด 5 ใบงานๆ ละ 10 คะแนน ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา พร้อมใบตรวจงานใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

4.6.2.4 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ครอบคลุมสมรรถนะรายวิชา



ภาพที่ 1 ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX

5. ผลการวิจัย

5.1 การประเมินคุณภาพ

5.1.1 ด้านการออกแบบ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านการออกแบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	(S.D.)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีขนาดและน้ำหนักที่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยผู้ใช้	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
2. วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงสามารถทนต่อแรงกระทำภายนอกได้	4.60	0.55	คุณภาพดีมาก
3. การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ให้สามารถจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ได้สะดวก	4.20	0.84	คุณภาพดี
4. รูปร่างและสีก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.20	0.84	คุณภาพดี
5. มีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าที่หาซื้อได้ง่าย	4.20	0.84	คุณภาพดี
6. ขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์อ่านได้ถูกต้องและชัดเจน	4.00	0.71	คุณภาพดี
เฉลี่ย	4.33	0.70	คุณภาพดี

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินด้านการออกแบบ โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.33$, S.D.=0.70) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ มีขนาดและน้ำหนัก

ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยผู้ใช้ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, $S.D.=0.45$) วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรง สามารถทนต่อแรงกระทำภายนอกได้ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, $S.D.=0.45$) การจัดวางตำแหน่ง อุปกรณ์ ให้สามารถจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ได้สะดวก อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.084$) รูปร่างและสีก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.84$) มีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าที่หาซื้อได้ง่าย อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.84$) และขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์อ่านได้ถูกต้องและชัดเจน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.84$)

5.1.2 ด้านใบงาน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	(S.D.)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชาที่ตั้งไว้	4.80	0.45	คุณภาพดีมาก
2. มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องตามคู่มือซ่อม	4.60	0.55	คุณภาพดีมาก
3. ใช้ภาษาและจัดวางรูปภาพ แบบตัวอักษรเป็นระเบียบ และเข้าใจง่าย	4.20	0.84	คุณภาพดี
4. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดทักษะพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา	4.20	0.84	คุณภาพดี
เฉลี่ย	4.45	0.67	คุณภาพดี

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินด้านใบงาน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.45$, $S.D.=0.67$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชาที่ตั้งไว้ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.80$, $S.D.=0.45$) มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องตามคู่มือซ่อม อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, $S.D.=0.55$) ใช้ภาษาและจัดวางรูปภาพแบบตัวอักษรเป็นระเบียบ และเข้าใจง่าย อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.84$) และมีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดทักษะพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.20$, $S.D.=0.84$)

5.1.3 ด้านใบเนื้อหา

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านใบเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	(S.D.)	เกณฑ์การประเมิน
1. มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชาที่ตั้งไว้	4.60	0.55	คุณภาพดีมาก
2. มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.60	0.55	คุณภาพดีมาก
3. ใช้ภาษาถูกต้องและทำความเข้าใจได้ง่าย	4.40	0.89	คุณภาพดี
4. ใช้ขนาดตัวอักษรและรูปภาพชัดเจน	4.40	0.89	คุณภาพดี
5. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา	4.40	0.89	คุณภาพดี
6. มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยสอดคล้องกับทักษะพิสัย	4.40	0.89	คุณภาพดี
เฉลี่ย 4.47 0.77 คุณภาพดี			

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการประเมินด้านใบเนื้อหา โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.47$, S.D.=0.77) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชาที่ตั้งไว้ อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.55) มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.55) ใช้ภาษาถูกต้องและทำความเข้าใจได้ง่าย อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89) ใช้ขนาดตัวอักษรและรูปภาพชัดเจน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89) มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยตรงตามสมรรถนะรายวิชา อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89) มีการกำหนดกิจกรรมก่อให้เกิดพุทธิพิสัยสอดคล้องกับทักษะพิสัย อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.89)

5.1.4 ค่าเฉลี่ยรวมชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอปีเอส ISUZU D-MAX

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยรวมชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอปีเอส ISUZU D-MAX

รายการประเมิน	$\bar{X}$	(S.D.)	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านการออกแบบ	4.33	0.70	คุณภาพดี
2. ด้านใบงาน	4.45	0.67	คุณภาพดี
3. ด้านใบเนื้อหา	4.47	0.77	คุณภาพดี
เฉลี่ย 4.42 0.71 คุณภาพดี			

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอปีเอส ISUZU D-MAX โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.71) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านใบเนื้อหา อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.47$, S.D.=0.77) ด้านใบงาน อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.45$, S.D.=0.67) และด้านการออกแบบ อยู่ในระดับ คุณภาพดี ($\bar{X}=4.33$, S.D.=0.70)

5.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางการเรียน

จากการนำชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX และเอกสารประกอบการเรียนไปใช้ทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ (ปรับปรุง พ.ศ. 2563) สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยมีคะแนนเต็มจากการทำแบบฝึกหัดรวมกับใบงาน 50 คะแนน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 20 คะแนน ผลของการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	ΣX	E_1/E_2
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	10	50	468	93.60
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	10	20	184	92.00

จากตารางที่ 5 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน จากการทดลองหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีประสิทธิภาพทางการเรียน E_1/E_2 เท่ากับ 93.60/92.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จึงสรุปได้ว่า ชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX และเอกสารประกอบการเรียน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

6. การอภิปรายผลการวิจัย

6.1 จากการสร้างชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 3.50 ที่กำหนด และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาการวินิจัยและแก้ไขข้อขัดข้องยานยนต์ รหัส 17-4101-2406 ได้

6.2 ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

7.1 ในการสร้างชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX เป็นการ จัดสร้างขึ้นครั้งแรก ด้านการออกแบบการสร้างอาจมีรูปแบบการสร้างที่บกพร่อง และไม่มีรูปแบบที่เทียบเคียง

7.2 ควรพัฒนาให้สามารถใช้ร่วมกับทุกรุ่นรถได้

8. องค์ความรู้ใหม่

จากการศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองวงจรไฟฟ้าระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX สามารถสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ได้ ดังนี้

8.1 แนวทางที่ได้จากการศึกษา

8.1.1 ออกแบบให้ชุดฝึกสามารถจำลองการทำงานของระบบเบรกเอบีเอส ISUZU D-MAX ได้ ใช้วัสดุที่แข็งแรง ทนทาน เคลื่อนย้ายได้ง่าย สะดวกในการนำไปใช้ในพื้นที่จำกัด

8.1.2 การใช้กระบวนการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ และช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

8.1.3 แนวทางพัฒนาชุดฝึกในอนาคต ควรนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้พัฒนาให้ใช้งานกับรุ่นอื่นๆ ได้

8.2 การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถพัฒนาเป็น เครื่องมือฝึกอบรม สำหรับสถาบันอาชีวศึกษาและศูนย์ฝึกอบรมด้าน ยานยนต์ ใช้เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาสื่อการสอนในเรื่องการวิเคราะห์ทำงานของระบบเบรก ABS

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้จากคณะผู้บริหาร ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิค ปราจีนบุรี ที่ให้ความกรุณา ด้านสถานที่ ค่าแนะนำ การให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิเชฐ สินธุ์ชัย. (2560). การสร้างสื่อการสอนระบบเบรครถยนต์. วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา
- [2] กนกกาญจน์ ทองศฤงคสี. (2556). การพัฒนาชุดเครื่องมือการประเมินสื่อการเรียนการสอนสำหรับการ วิจัย ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- [3] จรรยา อันปันส์. (2564). โครงการวิจัยการผลิตสื่อการสอนออนไลน์ รายวิชา 89530364 การออกแบบ สื่อและการนำเสนอ. คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
- [4] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ยานยนต์ กรณีศึกษา งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซนเซอร์ควบคุม ระบบจุดระเบิดของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. ปีที่(ฉบับที่)2559. 24
- [5] ชินวัจน์ งามวรรณกร. (2562) การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- [6] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่เรือตรี ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี และคณะ (2565). โครงการวิจัยและ ตรวจสอบสมรรถนะการห้ามล้อจักรยานยนต์ ตามมาตรฐานการทดสอบในประเทศ. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันของหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจ
ดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
Development a Digital in Business Technology (Continuing Program)
WebApplication, Chonburi Vocational College

นิภา วิรเศรษฐ¹ พรรัมภา จินาพันธ์² วสุพล กลมเกลี้ยง² ณัฐนันท์ อันสังหาร² พิมณัฐ กิ่งจำปา^{2*}
Nipa Wiraset¹ Pornrumpa Jinaphan² Wasupon Komkleang² Natthanut Aunsanghat²
Pimonnat Kingchampa^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์หลักสูตรฯ 2) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษา คณะอาจารย์ในหลักสูตรฯ 3) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับยื่นความประสงค์เข้าศึกษาต่อสำหรับนักศึกษาที่สนใจจะศึกษาต่อในหลักสูตรฯ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บไซต์หลักสูตรฯ ประชากรเป็นนักศึกษาในหลักสูตรฯ คณะอาจารย์และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อเว็บไซต์หลักสูตรฯ

ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อเว็บไซต์หลักสูตรฯ ด้านคุณภาพของเนื้อหาพบว่าภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ได้แก่ ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ ความรวดเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล ความถูกต้อง ครบถ้วนของข้อมูล ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์ และโดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของเนื้อหาในระดับดี ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 ได้แก่ ความสวยงาม ความทันสมัยน่าสนใจของโฮมเพจ การจัดรูปแบบในเว็บไซด์ต่อการอ่าน และการใช้งาน สีสีในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม เมนูง่ายต่อการใช้งาน สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสม ต่อการอ่าน ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรอ่านได้ง่ายและสวยงาม ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน และสามารถสื่อความหมายได้ โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซต์ในระดับดี

คำสำคัญ : เว็บไซต์, การพัฒนาและปรับปรุง, วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

¹ ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

¹ Specialist Teacher, Chonburi Vocational College, Eastern Vocational Education Institute

² ครู วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

² Teacher, Chonburi Vocational College, Eastern Vocational Education Institute

* Pimonnat Kingchampa, E-mail e-mail : chaonvc2024@gmail.com

Received: มกราคม 29, 2025 Revised: ธันวาคม 19, 2025 Accepted: ธันวาคม 23, 2025

Abstract

The purposes of this research are 1) to develop and improve the curriculum website and 2) to facilitate students. Faculty members in the program 3) to be an area for applying for further study for students Who are interested in continuing their studies in the course. 4) To assess their satisfaction with using the course website. The population consisted of students in the program, faculty members, and students at the Diploma level. Digital Business Technology Branch, 64 students.

The research tools were satisfaction surveys on the course website. The results showed with the course website in terms of content quality it was found that The overall level is good. with a mean of 4.50 and a standard deviation of 0.65, including convenience in linking information within the website Speedy of downloading information, accuracy, completeness of information, suitability of the information on the website, and overall, you are satisfied with the quality of the content at any level Design and formatting The overall level is good. with a mean of 4.46, and a standard deviation of 0.64, including the beauty, and modernity of the home page, the formatting on the website, ease to read and use, and the colors in the website design are appropriate. The menu is easy to use. The background color and font color are suitable for reading. Font size and font style are easy to read and beautiful. Images and content are consistent. And can convey meaning. Overall, what level of satisfaction do you have with website design

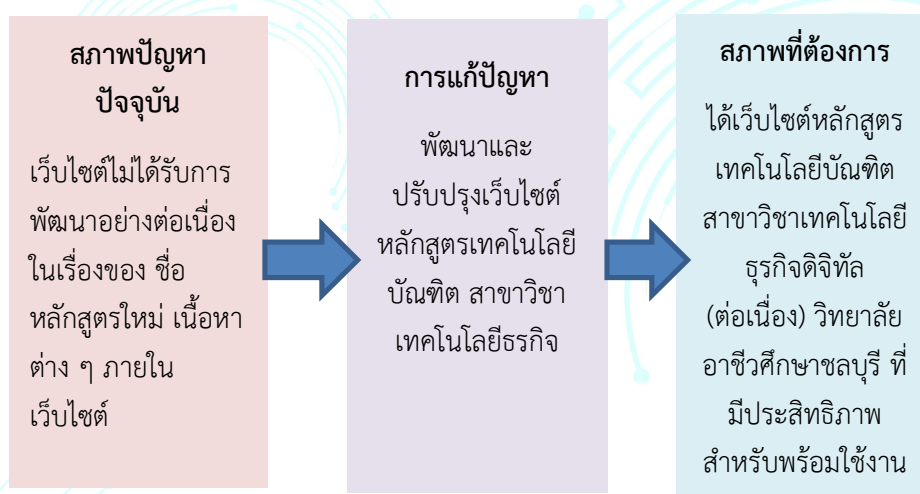
Keywords : Website, Development and Improvement, Chonburi Vocational College

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่มีระบบเครือข่ายเชื่อมโยงกันไปทั่วโลก ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารหรือค้นหาข้อมูลได้ทั่วทุกมุมโลก จนกลายเป็นแหล่งข้อมูลข่าวสารขนาดใหญ่ที่มีทั้งความสะดวกและรวดเร็ว โดยมีการทำงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นอินเทอร์เน็ตจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อสังคมและทุกสาขาอาชีพ ในการที่จะได้รับประโยชน์จากการรับรู้ข่าวสารผ่านทางอินเทอร์เน็ตจากที่กล่าวขึ้นมาข้างต้นนี้ มีการทำงานในรูปแบบของการสืบค้นสารสนเทศที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตในระบบของข้อความหลายมิติ ทางการศึกษาเว็บแอปพลิเคชันก็มีส่วนสำคัญที่ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เป็นแหล่งความรู้ที่มีคุณค่า เหมาะสมกับทุกการเรียนรู้ของทุกคน ถึงแม้จะมีรูปแบบและลักษณะการใช้งานที่ต่างกันออกไป แต่ก็มีเอกลักษณ์เฉพาะ ยกตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการให้ความรู้ เว็บแอปพลิเคชันความบันเทิง เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา และเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการค้นหาข้อมูลความรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันที่มีในลักษณะสื่อหลายมิติที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย ช่วยทำให้ผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเกิดความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น ดังนั้น องค์ประกอบของเว็บแอปพลิเคชันต้องประกอบด้วยข้อความหลายมิติ และสื่อหลายมิติที่ผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ในลักษณะอื่น รูปแบบการเรียนรู้ผ่านเว็บแอปพลิเคชันจะมีการผสมผสานสื่อหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น ภาพนิ่ง ข้อความ ภาพกราฟิกและเสียง ดังนั้น เว็บแอปพลิเคชันจึงเป็นส่วนสำคัญสำหรับผู้เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยที่

สามารถเรียนรู้ผ่านสื่อเหล่านี้ได้เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพประชากรของประเทศ วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี เป็นวิทยาลัยที่เปิดการเรียนการสอนในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) เป็นหลักสูตรที่ส่งเสริมด้านทักษะในการปฏิบัติการ และพัฒนางานระดับเทคโนโลยี ระบบสารสนเทศในทางธุรกิจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้เรียน เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติการทางด้านเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัลในปัจจุบันได้ และด้วยการรับสมัครนักศึกษาในปีการศึกษา 2568 ยังขาดในส่วนของผู้ที่สำหรับการรวบรวมข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน พื้นที่สำหรับประชาสัมพันธ์นักศึกษา การติดต่อสื่อสารระหว่างระหว่างกันนั้น

การวิจัยในครั้งนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันของหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น ในส่วนของข้อมูลการประชาสัมพันธ์การรับสมัครนักศึกษาปีการศึกษาในปัจจุบัน ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นในส่วนนี้ว่าเว็บแอปพลิเคชันหลักสูตรฯ นั้นควรได้รับการพัฒนา โดยได้ทำการศึกษาในส่วนของการทำงานจากเว็บไซต์เดิมศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น และได้ทำการรวบรวมข้อมูล ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบเว็บไซต์ใหม่ ทั้งในด้านข้อมูลเนื้อหาที่เป็นมาตรฐานในปัจจุบัน ด้านรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน มีความสมบูรณ์ของเนื้อหา จึงสามารถเรียกใช้งานได้ผ่านทางเว็บไซต์ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี โดยสามารถใช้งานผ่านทางสมาร์ตโฟนและคอมพิวเตอร์ได้



ภาพที่ 1 แสดงที่มาของปัญหา
ที่มา : พิมพ์รัฐ กิ่งจำปา (2567)

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี
2. เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษา คณะอาจารย์ในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี
3. เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับยื่นความประสงค์เข้าศึกษาต่อ สำหรับนักศึกษาที่สนใจจะศึกษาต่อในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บไซต์หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือคณาครู อาจารย์ นักศึกษาระดับชั้นปวส.และระดับชั้นปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต ฯ ในวิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สังกัดสถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออก จำนวนรวมทั้งสิ้น 64 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.เว็บไซต์ (Website) หมายถึง เว็บไซต์หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

2.ประชาสัมพันธ์ (Public Relations) หมายถึง การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมข่าวสาร เอกสารที่เกี่ยวข้อง แบบคำร้องที่ใช้ในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

3.หลักสูตร (Course) หมายถึง หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

4.บัณฑิต (Graduate) หมายถึง นักศึกษาที่จบการศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 เว็บไซต์ความหมายของเว็บไซต์

เว็บไซต์ (Web Site) เป็นแหล่งเก็บข้อมูลเว็บเพจหลายๆเว็บเพจ แล้วจึงรวบรวมเว็บเพจเหล่านี้เข้าด้วยกันเพื่อจัดตั้งขึ้นเป็นเว็บไซต์ โดยเว็บไซต์นั้นจะต้องมีรหัสหรือชื่อโดเมน (Domain Name) ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารเพื่อการเชื่อมโยงเข้าหาเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต

ปิยวิทย์ เจริญกิจจาไพบุลย์ (2542) [1] ได้กล่าวว่า เว็บไซต์ถูกเรียกเป็นตำแหน่งที่อยู่ของผู้ที่มีเว็บเพจเป็นของตัวเองบนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้จากการลงทะเบียนกับผู้ให้บริการเช่าพื้นที่บนระบบอินเทอร์เน็ตเมื่อลงทะเบียนในชื่อที่ต้องการแล้วก็สามารถจัดทำเว็บเพจและส่งให้ศูนย์บริการนำขึ้นไปไว้บนอินเทอร์เน็ตซึ่งถือว่าเว็บไซต์เป็นของตนเองแล้ว และเว็บไซต์ก็คือแหล่งที่รวบรวมเว็บเพจเรื่องเดียวกันจำนวนมากมาหลายหน้ามารวมอยู่ด้วยกัน แต่สิ่งหนึ่งในการเสนอเรื่องราวที่อยู่บนเว็บไซต์แตกต่างไปจากโปรแกรมโทรทัศน์ เนื้อหาในนิตยสาร หรือหนังสือพิมพ์เนื่องจากการทำงานบนเว็บจะไม่มีความสิ้นสุด ทั้งนี้เนื่องจากเราสามารถเปลี่ยนแปลงและเพิ่มสารสนเทศบนเว็บไซต์ได้ตลอดเวลาและแต่ละเว็บเพจจะมีการเชื่อมโยงกันภายในเว็บไซต์หรือเชื่อมโยงไปยังกับไฟล์อื่นๆ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถอ่านในเวลารวดเร็ว [2]

นิรุช อำนวยศิลป์ (2542) [3] กล่าวถึงเว็บไซต์ว่า เป็นชื่อเรียก Host หรือ Server ที่ได้จดทะเบียนอยู่ในเวิร์ลด์ไวด์เว็บ ซึ่งก็คือชื่อ Host ที่ถูกกำหนดให้มีชื่อในเวิร์ลด์ ไวด์ เว็บ ขึ้นต้นด้วย http: และมีโดเมนหรือนามสกุลเป็น.com.,.net,.org หรืออื่นๆ

ดวงพร เกียงคำ (2549) [4] กล่าวว่า เว็บไซต์ หมายถึงกลุ่มของเว็บเพจที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน เช่น กลุ่มของเว็บเพจที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติ รวมทั้งสินค้าและบริการของบริษัทหนึ่งเป็นต้น ภายในเว็บไซต์

นอกจากเว็บเพจหรือไฟล์ HTML แล้วยังประกอบด้วยไฟล์ชนิดอื่นๆที่จำเป็น สำหรับสร้างเป็นหน้าเว็บเพจ เช่น รูปภาพ,มัลติมีเดีย,ไฟล์โปรแกรมภาษาสคริปต์และไฟล์ข้อมูลสำหรับดาวน์โหลด เป็นต้น

3.2 การประชาสัมพันธ์

ความหมายการประชาสัมพันธ์ มาจากภาษาอังกฤษว่า "Public Relations" ซึ่งคำว่า "Public" แปลว่า "ประชาชน" หมายถึง หมู่ชน สาธารณชน หรือประชาชน ส่วนคำว่า Relations แปลเป็นไทยว่า "ความสัมพันธ์" หมายถึง การสัมพันธ์หรือการผูกพัน ดังนั้น คำว่าการประชาสัมพันธ์จึงแปลว่า "การเกี่ยวข้องผูกพันกับหมู่คน" หรือ "ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานหรือสถาบันกับกลุ่มประชาชน" [5] จากคำจำกัดความต่างๆข้างต้น พอจะสรุปคุณลักษณะที่สำคัญของการประชาสัมพันธ์ได้ดังนี้ [6]

1. เป็นการทำงานที่มีการวางแผนการปฏิบัติงานอย่างรอบคอบ และมีการติดตามประเมินผล
2. เป็นการทำงานในรูปของการติดต่อสื่อสาร ซึ่งเป็นการสื่อสารสองทางและเป็นการสื่อสารเพื่อโน้มน้าวใจ
3. เป็นการทำงานที่ต้องมีการให้อิทธิพลทางความคิดและทัศนคติต่อกลุ่มชนเป้าหมาย
4. เป็นการทำงานที่ต้องต่อเนื่อง และหวังผลระยะยาว

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญทางการประชาสัมพันธ์หลายท่านได้ให้ความหมายของการประชาสัมพันธ์ไว้ดังนี้

สก็อตต์ เอ็ม คัทลิฟ และ เอเลน เอช เซนเตอร์ [7] ศาสตราจารย์ทางการประชาสัมพันธ์ แห่งมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน ประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นผู้แต่งตำราทางการประชาสัมพันธ์ ที่มีผู้นิยมใช้กันมาก ได้เขียนหนังสือชื่อ Effective Public Relations โดยให้คำจำกัดความว่า "การประชาสัมพันธ์" คือความพยายามซึ่งได้วางแผนในอันที่จะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นโดยอาศัยวิธีการที่ยอมรับกันในสังคมว่าเป็นวิธีการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยยึดหลักการสื่อสารสองทางที่ก่อให้เกิดความพอใจทั้งสองฝ่าย

เอ็ดเวิร์ด แอล เบอร์เนย์ส [8] บุคคลสำคัญที่มีชื่อเสียงและเป็นผู้บุกเบิกงานด้านการประชาสัมพันธ์ ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้ทัศนะว่า การประชาสัมพันธ์มีความหมาย 3 ประการ คือ

1. เป็นการเผยแพร่ข่าวสารความรู้ไปให้ประชาชนทราบ
2. ชักชวนให้ประชาชนให้การสนับสนุนและเห็นชอบด้วยกับความมุ่งหมายและการดำเนินงานของสถาบัน
3. เพื่อปรับแนวความคิดของประชาชนและสถาบันให้มีส่วนประสานและสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

เอ็ดเวิร์ด แอล เบอร์เนย์ส [8] ได้ให้ความหมายการประชาสัมพันธ์ไว้ว่า หน้าที่ความรับผิดชอบของฝ่ายบริหารที่จะต้องให้ความเอาใจใส่ต่อชื่อเสียงและความชื่นชอบที่ประชาชนมีต่อองค์กร และต้องให้ความสำคัญของงานประชาสัมพันธ์เท่ากับงานส่วนอื่นขององค์กร

อรุณ งามดี (2527) [9] ได้กล่าวว่าการประชาสัมพันธ์ไว้ว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสถาบันกับกลุ่มประชาชนและระหว่างกลุ่มประชาชนด้วยกัน
2. วิธีการหรือการใช้เครื่องมือเพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อกัน
3. สภาพและคุณภาพของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานกับประชาชน
4. ตรวจสอบและแก้ความเข้าใจผิดต่อสถาบัน
5. การอธิบายชี้แจงให้ประชนเข้าใจเกี่ยวกับสถาบัน
6. การปรับปรุงส่งเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างกัน
7. การติดต่อสื่อสารสองทางเพื่อทราบความต้องการ ทัศนคติของกันและกัน

8. การเอาชนะจิตใจหรือประชามติเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

สำหรับสมาคมวิชาชีพทางด้านการประชาสัมพันธ์ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมมาตรฐานแห่งวิชาชีพได้ให้นิยามของการประชาสัมพันธ์ไว้ดังนี้

สมาคมการประชาสัมพันธ์แห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา (Public Relations Society of America หรือ PRSA อ้างในวิรัช ลิขิตนกุล [5] ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า "เป็นอาชีพที่ให้บริการผลประโยชน์อย่างถูกต้องตามกฎหมายแก่บรรดาลูกจ้างและผู้ว่าจ้าง อาชีพการประชาสัมพันธ์พื้นฐานอยู่ที่ความเข้าใจอันดีและความร่วมมือกันระหว่างสถาบันกับกลุ่มประชาชนที่เกี่ยวข้อง

3.3 การประชาสัมพันธ์ทางเว็บไซต์

เทคนิค SEO (Search Engine Optimization) SEO เป็นการจัดทำ ปรับปรุง หรือปรับแต่งหน้าเว็บไซต์เพื่อให้ติดอันดับต้นๆ ในหน้าผลการค้นหาของเสิร์ชเอนจิน เช่น Google Yahoo MSN การพัฒนาโครงสร้างและเนื้อหาของเว็บไซต์ให้ติดอันดับต้นๆ ในหน้าค้นหาของ เสิร์ชเอนจินจำเป็นต้องปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้ [10]

3.3.1 การวิเคราะห์และพัฒนาโครงสร้างและเนื้อหาของเว็บไซต์ (Site Architecture and Content Development) เป็นส่วนเริ่มแรกที่มีการพัฒนา โดยเริ่มจากการจัดวางหัวข้อหมวดหมู่เนื้อหาและรายละเอียดรายละเอียดที่สัมพันธ์กัน

Site Architecture โครงสร้างเว็บไซต์

- Hosting จะต้องมีความเสถียร หากเว็บไซต์ไม่สามารถใช้งานได้เปิดปกติแล้ว Web Crawlers เข้ามาเก็บข้อมูลในขณะนั้นพอดีก็จะส่งผลต่อการจัดทำดัชนี (Index)
- Domain ของเว็บไซต์ที่มีการจดทะเบียนมานานจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือ
- Sitemap ของเว็บไซต์ควรทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ เนื่องจาก Web Crawlers จะสามารถเข้ามาเก็บข้อมูลบนเว็บไซต์ได้สะดวกยิ่งขึ้น และทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ภายในเว็บไซต์ได้สะดวก
- URL Structure หรือโครงสร้างของเว็บไซต์ควรมีการวาง Keyword แทรกอยู่ไม่ว่าจะเป็นหน้าเว็บเพจหรือไฟล์ต่างๆ ดังนี้ /keyword.html/keyword1/keyword.html)

Contents เนื้อหาข้อมูลเว็บเพจ

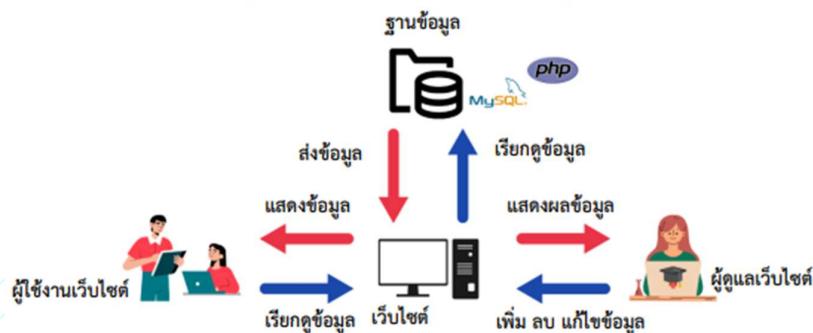
- Unique Content and Frequency of change หมายถึงเนื้อหาไม่ควรซ้ำกับของเว็บไซต์อื่นและมี การปรับเปลี่ยนเนื้อหาอยู่เป็นประจำ
- Keyword Formatting หากข้อความใดภายในContent ที่เป็น Keyword ควรเน้นเป็นพิเศษ เช่น การใช้ Tag หรือ
- การแทรก Keyword ที่ควรแทรกไว้ใน Tags ต่างๆรายละเอียดดังนี้
 - Title Tag - <TLE></TITLE>
 - Head Tag - <H1></H1>,<H2></H2>,<H3></H3>
 - Meta Keyword Tag
 - Meta Description Tag
 - Image ALT Tag
 - Density of Keywords ควรระวังให้มี Keyword แทรกอยู่เกิน 5 % ของเนื้อหาทั้งหมดบนหน้าเว็บเพจเนื่องจาก Search Engine จะถือว่าเป็น Spam

3.3.2. การเลือกใช้คำสำคัญ (Keyword Research) ส่วนที่ต้องมีกระบวนการค้นหาและเลือกคำสำคัญที่เหมาะสมกับเว็บไซต์และและแนวโน้มของผู้ใช้ ผู้พัฒนาเว็บไซต์ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่าเว็บไซต์ที่

นั้นๆ ต้องการนำเสนอเนื้อหาใด ทั้งนี้เพื่อให้คำสำคัญสอดคล้องกับเว็บไซต์ สำหรับการเลือกคำสำคัญให้เหมาะสมกับเว็บไซต์นั้น ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ คำสำคัญ อาทิเช่น Good Keyword Word Tracker หรือ อีกวิธีหนึ่งคือการกรอกคำที่ต้องการลงไปไปในช่องค้นหาของเว็บไซต์ Google เพื่อดูผลลัพธ์ว่ามีจำนวนของคำที่ค้นพบเท่าใด โดยในสารบบของ Google จะบรรจุ คำว่า "เทคโนโลยีสารสนเทศ" ไว้สูงถึงวิเคราะห์ได้ว่าถ้าหากผู้พัฒนาใช้คำสำคัญนี้ก็จะต้องแข่งขันกับคู่แข่งจำนวนมาก ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เช่น มีผู้ที่แข่งขันทางธุรกิจมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถสังเกตได้จากผลการค้นหาทางด้านขวามือของการแสดงผล Google ซึ่งเป็นตำแหน่งผู้สนับสนุนว่ามี ผู้ที่ลงโฆษณา หากมีจำนวนผู้สนับสนุนมากนั้นหมายความว่า มีอัตราการแข่งขันธุรกิจมากเช่นกัน ทั้งนี้ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถใช้โปรแกรม Google Trend เพื่อตรวจสอบการใช้คำสำคัญ ที่เลือกใช้ได้ว่ามีทิศทางหรือแนวโน้ม เช่นไร เช่น ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันคำสำคัญนั้นๆ เป็นที่นิยมใช้หรือไม่อย่างไร เช่นตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันคำสำคัญนั้นๆ เป็นที่นิยมใช้หรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นบริการฟรีโดยขอใช้บริการได้ที่ <http://www.google.com/trends>

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการศึกษาจากเว็บไซต์เดิมที่มีการจัดทำขึ้น และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสาร การประชาสัมพันธ์ ข้อมูลของหลักสูตรฯ การออกแบบเว็บไซต์ให้มีความทันสมัย และรูปแบบของเว็บไซต์ตามที่ต้องการ โดยเล็งเห็นถึงการพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์หลักสูตรฯ ว่าหากพัฒนาแล้วจะเป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษา คณะอาจารย์ของหลักสูตรฯ และนักศึกษาที่มีความประสงค์จะศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี



ภาพที่ 2 ภาพแสดงขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล
ที่มา : พิมพ์ณัฐ กิ่งจำปา (2567)

4.1 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย

4.1.1 การสร้างเครื่องมือการวิจัย ดำเนินการดังนี้

4.1.1.1 ศึกษาหลักการ แนวคิด เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม

4.1.1.2 กำหนดโครงสร้างแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างแบบสอบถามจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป จะประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ สถานภาพ ส่วนที่ 2 แบบประเมิน

ความพึงพอใจที่มีต่อเว็บไซต์ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ 2 หมวดหมู่ด้วยกันคือ ด้านการออกแบบและจัดการรูปแบบ (Design) ด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content) และส่วนที่ 3 ความคิดเห็นที่มีต่อเว็บไซต์หลักสูตรฯ

4.1.1.3 สร้างแบบสอบถามตามโครงสร้างที่กำหนด ดังนี้ แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ที่มีประเด็นคำถามและคำตอบในลักษณะ เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ใช้เกณฑ์แปลผลเป็นความถี่และร้อยละ

4.1.1.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสม ของภาษา และความสอดคล้องของข้อความคำถามกับเนื้อหา โดยนำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษา จำนวน 2 คน ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องโดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับเนื้อหา

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องเนื้อหา

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

4.1.1.5 ปรับปรุงข้อความและคำถามหาความสอดคล้องของข้อความคำถามกับเนื้อหาแบบสอบถาม และจัดทำเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามกลุ่มประชากร ดำเนินการดังนี้

ก) ประสานกลุ่มเป้าหมายและดำเนินการสอบถามความคิดเห็นตามแบบสอบถามที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

ข) ดำเนินการสอบถามกลุ่มเป้าหมายด้วยตัวเอง พร้อมบันทึกข้อมูลการสอบถามในเอกสารที่ทางคณะผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้

ค) รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการสอบถามในประเด็นที่เกี่ยวข้อง

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในเว็บไซต์หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตฯ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์การประเมิน

4.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรหาค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อใช้แปลความหมายของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ตามส่วนที่ 1 การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ (Frequency Table)

4.5 ระดับเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินเว็บไซต์หลักสูตรฯ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานเว็บไซต์หลักสูตรฯ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจ ได้กำหนดเกณฑ์ตามวิธี ของไลเคิร์ต (Likert Scale) โดยประกอบด้วยมาตรอันดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ และมาตรอันดับเชิงปริมาณ 5 ระดับด้วยกัน โดยจะให้คะแนนในแต่ละข้อตามความเหมาะสมซึ่งมีลำดับตามความหมายของคะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

5	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับดีมาก
4	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับดี
3	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

4.51 - 5.00	มีความพึงพอใจในระดับดีมาก
3.51 - 4.50	มีความพึงพอใจในระดับดี
2.51 - 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ต่ำกว่าเกณฑ์ 1.51	ความพึงพอใจในระดับไม่ผ่านเกณฑ์

5. ผลการวิจัย

จากการออกแบบพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรีมีความสามารถของระบบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนร้อยละ และเพศของประชากร

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
ชาย	33	51.56
หญิง	31	48.44
รวม	64	100.00

ที่มา : พิมพ์รัฐ กิ่งจำปา (2567)

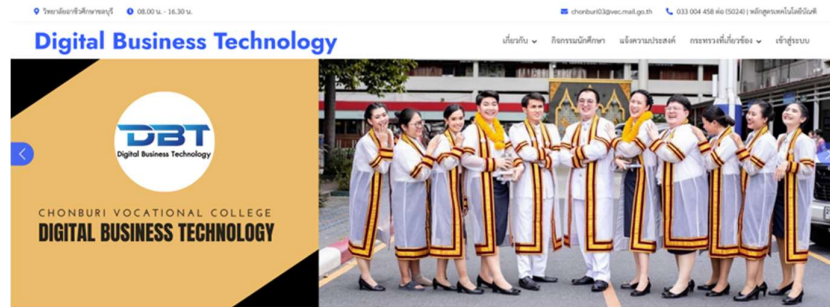
จากตารางที่ 1 พบว่า เพศของประชากร จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 พบว่าเป็นเพศชาย จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 51.56 เป็นเพศหญิง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 48.44

ตารางที่ 2 ตารางแสดงความพึงพอใจของประชากรด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content)

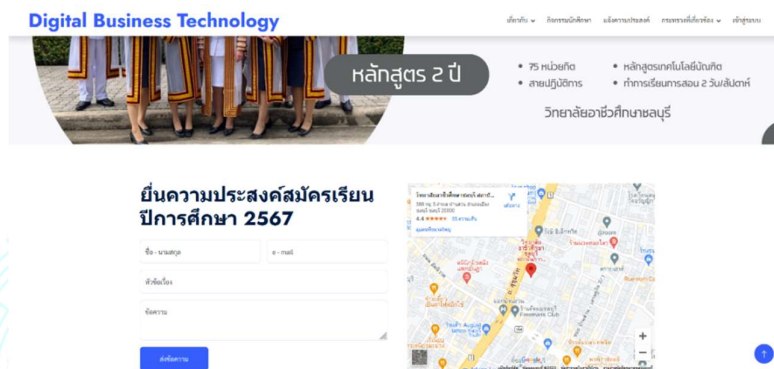
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content)			
ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.47	0.64	ดีมาก
ความรวดเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล	4.41	0.72	ดี
ความถูกต้อง ครบถ้วนของข้อมูล	4.38	0.65	ดี
ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.60	0.52	ดีมาก
โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของเนื้อหาในระดับใด	4.63	0.74	ดีมาก
รวม	4.50	0.65	ดี

ที่มา : พิมพ์รัฐ กิ่งจำปา (2567)

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของประเมินด้านคุณภาพ โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดี ($\bar{X}=4.50$, S.D.= 0.65) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของเนื้อหาในระดับใด อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X}=4.63$, S.D.= 0.74) ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์ อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.= 0.52) ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X}=4.47$, S.D.= 0.64) ความรวดเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X}=4.41$, S.D.= 0.72) และความถูกต้อง ครบถ้วนของข้อมูล อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X}=4.38$, S.D.= 0.65)



ภาพที่ 3 แสดงหน้าหลักของเว็บไซต์หลักสูตรฯ
ที่มา : พิมลณัฐ กิ่งจำปา (2567)



ภาพที่ 4 หน้าสำหรับยื่นความประสงค์ของหลักสูตรฯ
ที่มา : พิมลณัฐ กิ่งจำปา (2567)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลความพึงพอใจของประชากรด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design)			
1.ความสวยงาม ความทันสมัยน่าสนใจของโฮมเพจ	4.34	0.59	ดี
2.การจัดรูปแบบในเว็บไซด์ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งาน	4.58	0.58	ดีมาก
3.สีสันทันในการออกแบบเว็บไซด์มีความเหมาะสม	4.28	0.63	ดี
4.เมนูง่ายต่อการใช้งาน	4.44	0.63	ดี
5.พื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	4.36	0.76	ดี
6.ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม	4.50	0.66	ดี
7.ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกัน และสามารถ สื่อความหมายได้	4.53	0.66	ดีมาก
8.โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซด์ในระดับใด	4.64	0.57	ดีมาก
รวม	4.46	0.64	ดี

ที่มา : พิมลณัฐ กิ่งจำปา (2567)

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.46$, $S.D. = 0.64$) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ โดยภาพรวม ท่านมีความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซต์ ในระดับใด อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.64$, $S.D. = 0.57$) การจัดรูปแบบในเว็บไซต้ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งาน อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.58$, $S.D. = 0.58$) ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน และสามารถ สื่อความหมายได้ อยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, $S.D. = 0.66$) ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.50$, $S.D. = 0.66$) เมนูง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.44$, $S.D. = 0.63$) พื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.36$, $S.D. = 0.76$) ความสวยงาม ความทันสมัยน่าสนใจของโฮมเพจ อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.34$, $S.D. = 0.59$) และสีสันทันในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม อยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.28$, $S.D. = 0.63$)

6. อภิปรายผลการวิจัย

1. การประเมินด้านคุณภาพของเนื้อหาโดยทำการประเมินจากกลุ่มนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) คณะอาจารย์ในหลักสูตร พบว่ามีความพึงพอใจด้านเนื้อหาของระบบอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.50$, $SD = 0.65$)

2. การประเมินด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบโดยทำการประเมินจากกลุ่มนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล และนักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) และคณะอาจารย์ในหลักสูตรฯ พบว่ามีความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ($\bar{X} = 4.46$, $SD = 0.64$)

7. ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ที่จะมาพัฒนาเว็บไซต์ต่อ ควรจะวางแผนเรื่องระยะเวลาในการพัฒนาเว็บไซต์ การรวบรวมข้อมูลภายในเว็บไซต์ เพราะเนื่องจากแต่ละขั้นตอนของการพัฒนานั้นใช้ระยะเวลานาน และเกิดข้อผิดพลาดได้ตลอดเวลา ดังนั้น จึงควรที่จะต้องวางแผนเรื่องระยะเวลาให้เหมาะสม

2. เนื่องจากเว็บไซต์สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล (ต่อเนื่อง) เป็นเว็บไซต์ที่ใช้ในสถานศึกษารูปแบบโครงสร้างเนื้อหาและการทำงาน จะมีมากกว่าเว็บไซต์ปกติทั่วไป ดังนั้น หากจะดำเนินการพัฒนาให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการทำเว็บไซต์ ถึงรูปแบบการประชาสัมพันธ์ตามจุดประสงค์โดยการใช้เครื่องมือให้ถูกต้องเหมาะสม

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปิยวิทย์ เจริญกิจจาไพบูลย์. (2542). *เรียนรู้การสร้างโฮมเพจ HTML*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วิศาสตร์. หน้า 4.
- [2] จักรพงษ์ เจือจันทร์. (2543). *การศึกษาการออกแบบเว็บเพจของโรงเรียนในโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต] สาขาสาธิตทัศนศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 24.
- [3] นิรุช อำนวยศิลป์. (2542). *สร้างเว็บเพจอย่างไว้ชีวิตจำกัด CGI&PERL*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด. หน้า 8

- [4] ดวงพร เกียงคำ. (2549). *คู่มือสร้างเว็บไซต์ด้วยตนเอง*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด. หน้า 22
- [5] วิรัช ลภีรัตนกุล. (2554). *การประชาสัมพันธ์ฉบับสมบูรณ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร : สำนักงาน. พิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 13
- [6] พรทิพย์ วรกิจโกศาทร. (2537). *ภาพพจน์นั้นสำคัญยิ่ง : การประชาสัมพันธ์กับภาพพจน์*. กรุงเทพมหานคร : คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หน้า 219 - 220.
- [7] Scott M. Cutlip & Allen H. Center. 1982. *Effective Public Relation*. New Jersey : Prentice Hall Inc. page 16.
- [8] Edward L. Berneys. 1952. *Public Relation*. University of Oklahoma Press, page 3.
- [9] อรุณ งามดี. (2527). *การประชาสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ: เทพนารี. หน้า 3-4.
- [10] คมสัน โกเสนตอ. (2552). *การพัฒนาปริมาณและคุณภาพของผู้เข้าชมเว็บไซต์ผ่านโปรแกรมการค้นหสำหรับองค์กรกรณีศึกษาเว็บไซต์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* [สารนิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ Creation and Efficiency Elderly Fall Alert System through the line Application

จิรวรรณ มะลาไสย^{1*} ปลายตะวัน สีส่อน¹ บรรจง มะลาไสย¹และวาสนา ดิสสร¹
Jirawan Malasai^{1*} Paltawan Sion¹ Banchong Malasai¹ And Wasana Disson¹

บทคัดย่อ

ในการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ 2. ศึกษาความพึงพอใจของประชาชนในชุมชนย่อยที่ 17 เขตเทศบาลเมืองจันทบุรี ที่มีต่อเครื่องเตือนการล้มฯ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องเตือนการล้มฯ โทรศัพท์ที่มีระบบอินเทอร์เน็ต ตารางทดสอบประสิทธิภาพ แบบสอบถามความพึงพอใจ

ผลการวิจัย 1. สามารถสร้างเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้ ซึ่งมีการหาประสิทธิภาพของเครื่องเตือนการล้มฯ สามารถทำงานได้คิดเป็นร้อยละ 100 หมายถึงเมื่อมีการทดลองใช้เครื่องเตือนการล้มฯ โดยจำลองการล้มของผู้ทดลองในทิศทางที่กำหนดในแต่ละครั้งมีข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทุกครั้งที่มีการล้มทุก 5 วินาทีจนกว่าผู้ทดลองจะสามารถยืนยันขึ้นได้จึงหยุดการส่งข้อความ 2. ผลการศึกษาค้นคว้าความพึงพอใจของประชาชนผู้สูงอายุในเขตชุมชนย่อยที่ 17 เทศบาลเมืองจันทบุรีจำนวน 20 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เพราะกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีความเสี่ยงในการล้มมากกว่าประชากรกลุ่มอื่น ๆ และอยู่ในพื้นที่ที่สามารถทดลองได้สะดวก ที่มีต่อการใช้เครื่องเตือนการล้มฯ ค่าเฉลี่ยรวมคือ ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, $SD = 0.288$)

คำสำคัญ เครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุ, แอปพลิเคชันไลน์, NodeMCU ESP8266

¹วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี / สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

¹ Chanthaburi technical college / The Eastern Institute of Vocational Technology

* Corresponding Author, E-mail : k rua1.com@gmail.com

Received: มีนาคม 18, 2025 Revised: ธันวาคม 19, 2025 Accepted: ธันวาคม 23, 2025

Abstract

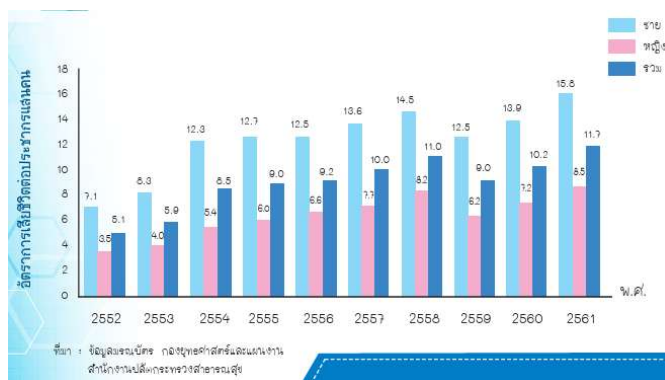
In creating and finding the efficiency of a fall warning device for the elderly through the LINE application, the objectives were to 1. create and find the efficiency of a fall warning device for the elderly through the LINE application, 2. study the satisfaction of people in Sub - Community 17, Chanthaburi Municipality, towards the fall warning device. The research tools included a fall warning device, a telephone with internet access, an efficiency test table, and a satisfaction questionnaire.

Research results 1. The elderly fall warning device can be created through the LINE application. The efficiency of the fall warning device can be found to work at 100 percent. This means that when the fall warning device is tested by simulating the tester's fall in the specified direction each time, there will be a notification message via the LINE application every time there is a fall every 5 seconds until the tester can stand up and then stop sending messages. 2. The study of the satisfaction of the elderly people in Sub-Community 17, Chanthaburi Municipality, 20 people as a specific sample group because the elderly sample group is at higher risk of falling than other population groups and is in an area where it is convenient to test the use of the fall warning device. The overall mean is 4.64 (S.D. = 0.288), the highest level of satisfaction.

Keywords : Elderly fall alarm, Line application, NodeMCU ESP8266

1. บทนำ

การพลัดตกหกล้มเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับสองในกลุ่มของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ รองจากการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน การพลัดตกหกล้มมีตั้งแต่การล้มบนพื้นระดับเดียวกัน จากการลื่น สะดุด ก้าวพลาด ถูกผู้อื่นชนหรือดัน หรือการล้มจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง เช่นจากการปีน ตกจากที่สูง ตกบันได รวมถึงการตกหรือล้มที่เกี่ยวข้องกับเก้าอี้ เตียง รถเข็น เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น การพลัดตกหกล้มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มในปี พ.ศ. 2554 ประมาณ 391,000 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 424,000 คน ในปี พ.ศ. 2555 (เฉลี่ยวันละ 1,160 คน) [1] สำหรับประเทศไทยมีผู้สูงอายุเสียชีวิตกว่า 1,000 คน หรือเฉลี่ยวันละ 3 คน โดยเพศชายมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่าเพศหญิงกว่า 3 เท่า ความเสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Ageing Society) โดยมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 10 และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในระยะ 10 ปี มีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นถึง 2,500,000 คน และคาดการณ์ว่าจะสูงถึงร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2568 [2] จึงนับว่าเป็นปัจจัย สำคัญ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและความเสื่อมตามวัยทำให้มีปัญหาดังกล่าวไม่ติดต่อ และการบาดเจ็บ โดยเฉพาะการบาดเจ็บจากการพลัดตกหกล้มในผู้สูงอายุ



ภาพที่ 1 แสดงอัตราการเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไปต่อประชากรแสนคน
จำแนกตามเพศ พ.ศ. 2552-2561 [3]

ที่มา: กองป้องกันการบาดเจ็บ กรมคุ้มครองโรค กระทรวงสาธารณสุข

จึงเป็นที่มาของเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่จะลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการล้มได้ และยังสามารถลดปัญหาการป่วยติดเตียง ซึ่งจะทำให้ญาติของผู้ป่วยต้องคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ไม่สามารถทำงานอย่างอื่นได้ เสียสุขภาพจิตทั้งผู้ป่วยและญาติหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์นั้นจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมไทยต่อหน่วยงานทางด้านสาธารณสุขต่อไป

2. จุดประสงค์งานวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์
- 2.2 ศึกษาความพึงพอใจของประชาชนในชุมชนย่อยที่ 17 เขตเทศบาลเมืองจันทบุรี ที่มีต่อเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ จำนวน 20 คน

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุ คือ อุปกรณ์ที่ประกอบขึ้นจาก นำ NodeMCU ESP8266 , MPU9250 , GPS Module GY-NEO6MV2 (u-blox NEO-6M) ต่อลง breadboard และทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้ Arduino ด้วยภาษา C++ จากนั้นผู้สูงอายุคาดอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ที่เอวเมื่อผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุพลัดตกหกล้ม จะมีข้อความเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ ว่า “มีการล้มทางด้านซ้าย” หรือ “มีการล้มทางด้านขวา” หรือ “มีการล้มทางด้านหน้า” หรือ “มีการล้มทางด้านหลัง” ซึ่งข้อความจะขึ้นตามทิศทางการล้มของผู้สูงอายุ และจะหยุดแจ้งเตือนเมื่อมีการลุกขึ้นยืนในท่าปกติ ไม่เช่นนั้นข้อความจะขึ้นเตือนทุกๆ 5 วินาที

3.2 แอปพลิเคชันไลน์ คือ แอปพลิเคชันตัวหนึ่ง ที่ใช้ในการติดต่อพูดคุยสื่อสารกับอีกบุคคลหนึ่ง ซึ่งใช้อินเทอร์เน็ตในการพูดคุยติดต่อสื่อสาร ซึ่งไลน์สามารถใช้แชทหรือใช้โทรหาผู้อื่นได้ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และสามารถโทรได้ตลอดไม่จำกัดระยะเวลา ซึ่งในปัจจุบันสามารถพูดคุยโดยเห็นหน้าซึ่งกันและกันโดยการเปิดกล้องได้แล้ว แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของอินเทอร์เน็ต หากอินเทอร์เน็ตสัญญาณไม่ดี หรือความเร็วไม่เสถียรพอ ก็จะเห็นภาพไม่ชัดเจน

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 ถนอม กองใจและอริษา ทาทอง (2565) [4] ใช้งานระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้งาน คือ บุคลากรสังกัดภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สายวิชาการและสายปฏิบัติกรรวมทั้งหมด 36 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถส่งการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งาน ผ่านแอปพลิเคชันไลน์บนโทรศัพท์มือถือเมื่อถึงเวลาที่นัดหมายไว้ได้อย่างถูกต้อง สะดวกต่อการใช้งาน สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้รวดเร็ว มีการแจ้งสรุปรายการกิจกรรมหรือการนัดหมายในแต่ละวันให้รับทราบล่วงหน้า ซึ่งช่วยเตือนความจำและทำให้สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้มากขึ้น ในส่วนของข้อมูลกิจกรรมที่บันทึกไว้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดกิจกรรมล่วงหน้า และสร้างรายงานสรุปกิจกรรมในแต่ละปี เพื่อแสดงผลการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามพันธกิจของหน่วยงานที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ผลการศึกษาความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบมีรายละเอียด ดังนี้ ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการแจ้งเตือนในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D = 0.37$)

3.3.2 ณพวุฒิ โพธิ์หอม (2560) [5] เพื่อพัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนผ่าน Line SMS และ E-Mail โดยใช้ RaspberryPi ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ พัฒนาด้วยภาษา Python และ Visual Basic.NET เมื่อระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ได้จากเซ็นเซอร์แล้วจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังเซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีระบบประมวลผลเพื่อวิเคราะห์และแยกแยะประเภทการแจ้งเตือนก่อนตัดสินใจแจ้งเตือนผ่านช่องทางต่าง ๆ ตามกลุ่มผู้รับที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ได้ จากการทดลองพบว่าระบบสามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้รับปลายทางได้ครบถ้วนทั้ง 3 ช่องทางตามที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยพบว่าการส่งผ่าน Line มีความรวดเร็วมากที่สุด อย่างไรก็ตาม SMS สามารถเข้าถึงผู้รับที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ในขณะที่การแจ้งเตือนผ่าน E-Mail มีการแสดงรายละเอียดข้อมูลได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ

3.3.3 Smith, Lee et al. (2024) [6] เป็นบทความที่นำเสนอแนวทางใหม่ในการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิค การประมาณท่าทางมนุษย์ (Human Pose Estimation) ร่วมกับ โครงข่ายการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์ท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกายจากวิดีโอแบบไม่ต้องใช้อุปกรณ์สวมใส่ (Non-wearable System) ระบบจะดึงจุดสำคัญของร่างกาย (Keypoints) จากแต่ละเฟรมของภาพ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยโมเดล Transformer-based Model เพื่อจำแนกเหตุการณ์ว่าเป็นการล้มหรือไม่ ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถตรวจจับการล้มได้อย่างแม่นยำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการทำงานแบบ Edge Processing ซึ่งช่วยรักษาความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของการพัฒนาเทคโนโลยีตรวจจับการล้มในอนาคต ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบ IoT หรือแพลตฟอร์มแจ้งเตือน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของผู้สูงอายุในชีวิตประจำวัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ตารางทดสอบประสิทธิภาพ แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวิจัย ด้วยการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทางทะเบียนราษฎร์และข้อมูลทางด้านสาธารณสุข ที่มีผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นและมีอุบัติเหตุในการล้มหรือตกจากที่สูงเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ ข้อมูลข้างต้นจึงเป็นสาเหตุของการสร้างเครื่องแจ้งเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้อัตราการสูญเสียชีวิตและลดอัตราการเจ็บป่วยที่ทำให้เป็นโรคติดเตียงหรืออื่น ๆ เป็นต้น

4.2 การออกแบบและดำเนินงานในการเขียนโปรแกรมและทดสอบเครื่องเตือนการล้ม

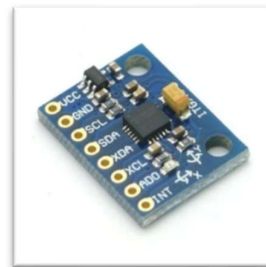


ภาพที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบและดำเนินงานในการเขียนโปรแกรมและทดสอบเครื่องเตือนการล้ม

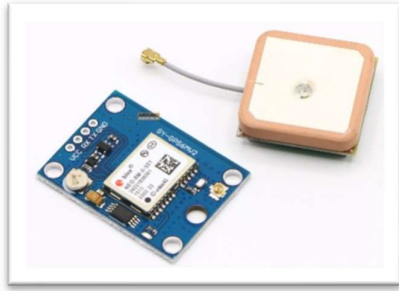
4.3 เตรียมอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องเตือนการล้ม



ภาพที่ 3 NodeMCU ESP8266



ภาพที่ 4 MPU 9250



ภาพที่ 5 GPS Module GY-NEO-6M Ublox

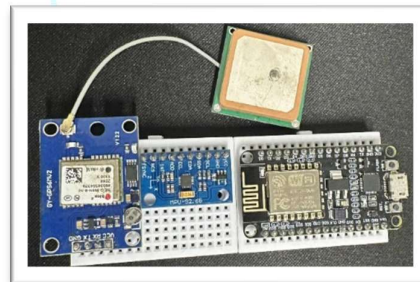


ภาพที่ 6 Power Bank 5 watt

4.4 การสร้างเครื่องเตือนการล้มและการติดตั้งเครื่องเตือนการล้มกับแอปพลิเคชันไลน์

4.4.1 การสร้างเครื่องเตือนการล้ม

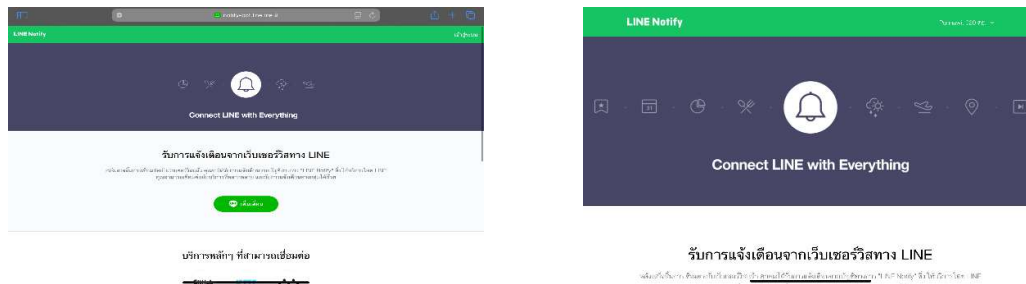
นำ NodeMCU ESP8266 , MPU9250 , GPS Module GY-NEO6MV2 (u-blox NEO-6M) ต่อลง breadboard และทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด [5] โดยใช้ Arduino ด้วยภาษา C++ มีหลักการทำงานของเครื่องฯ ดังนี้ ใช้เซนเซอร์ MPU9250 ตรวจจับมุมเอียงของร่างกาย (Pitch/Roll) ตั้งค่ามุมจะเปลี่ยนเมื่อร่างกายเอียง เช่น แนวนอนเท่ากับ 0° ล้มไปด้านหน้าเท่ากับ $Pitch \approx +60^\circ$ ถึง $+90^\circ$ ล้มไปด้านหลังเท่ากับ $Pitch \approx -60^\circ$ ถึง -90° ล้มไปด้านขวาเท่ากับ $Roll \approx +60^\circ$ ถึง $+90^\circ$ ล้มไปด้านซ้ายเท่ากับ $Roll \approx -60^\circ$ ถึง -90° หาก Pitch หรือ Roll เกิน $\pm 60^\circ$ ขึ้นไป ถือว่าเป็น “การล้ม” แจ้งเตือนเมื่อมีการล้มโดยการส่งข้อแจ้งเตือนเข้าไปในไลน์ของผู้ที่ตั้งค่าไว้ เมื่อมีการล้มมากกว่า 1.30 นาที หรือ การแจ้งเตือนเกิน 10 ครั้งจะมีการส่งลิงค์ Google map ไปในไลน์ของผู้ที่ตั้งค่าไว้ และตำแหน่ง GPS มีการขยับจะหยุดการส่งลิงค์ Google map



ภาพที่ 7 แสดงการต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ลง breadboard ภาพที่ 8 แสดงการประกอบเครื่องเตือนการล้ม

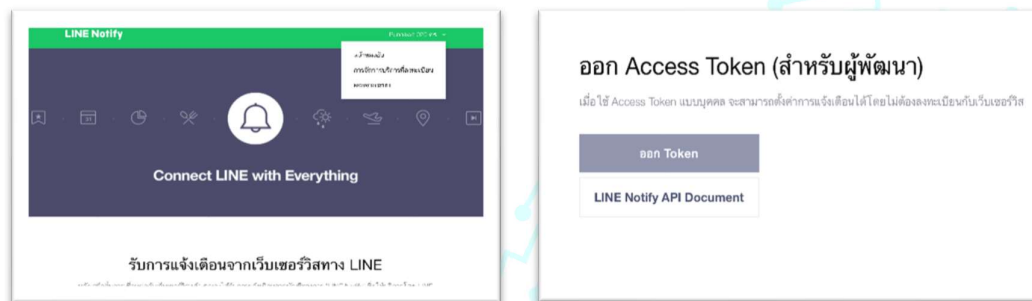
4.4.2 การติดตั้งเครื่องเตือนการล้มกับแอปพลิเคชันไลน์

4.4.2.1 เข้าเว็บไซต์ <https://notify-bot.line.me/th> และเข้าสู่ระบบบัญชีไลน์ของตนเอง และแตะที่ชื่อผู้ใช้



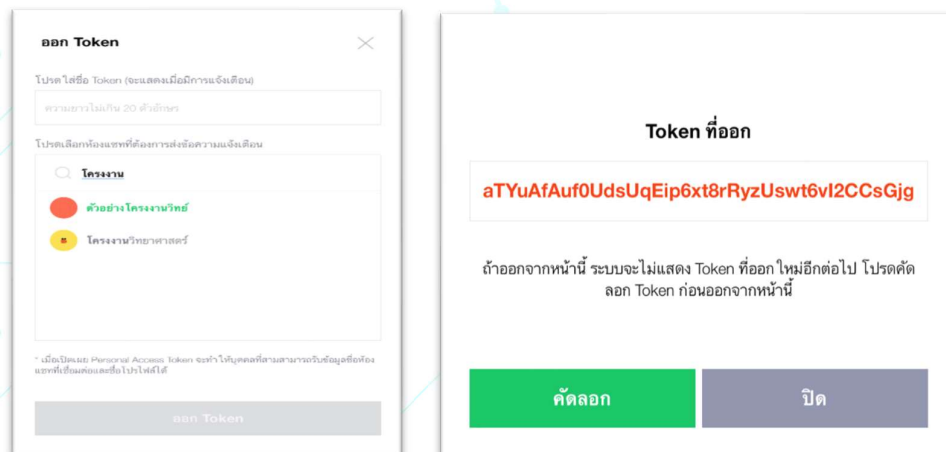
ภาพที่ 9 แสดงหน้าแอปพลิเคชันไลน์ที่ทำการเข้าสู่บัญชีไลน์

4.4.2.2 เลือกตัวเลือกหน้าแรกและเลื่อนลงมาข้างล่างจะเจอตัวเลือกออก Access Token



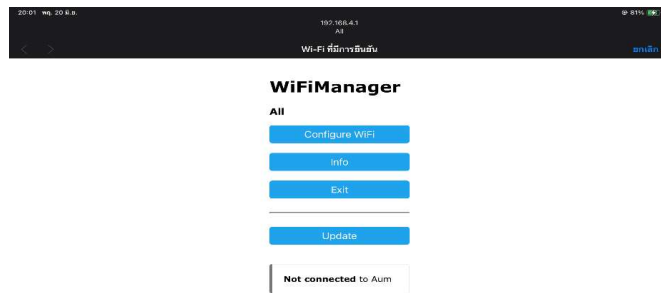
ภาพที่ 10 การเลือกหน้าแรก และการเลื่อนหาข้อความ ออก Access Token

4.4.2.3 ตั้งชื่อให้กับอุปกรณ์ และ เลือก กลุ่ม ที่ต้องการให้แจ้งเตือนหรือ รับการแจ้งเตือนแบบส่วนตัว จากนั้น คัดลอก Token เก็บไว้ (เนื่องจาก Token สามารถออกได้เพียงครั้งเดียว ควรเก็บ Token ไว้ในโน้ต)



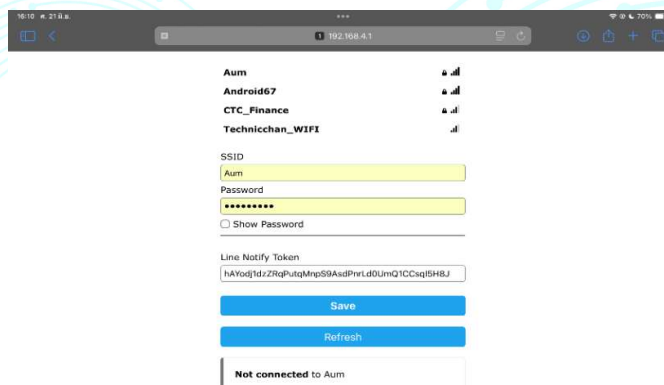
ภาพที่ 11 การตั้งชื่ออุปกรณ์และเลือกกลุ่ม พร้อมคัดลอก Token

4.4.2.4 เปิดตัวอุปกรณ์ และ เชื่อมต่อ Wi-Fi ที่มีชื่อว่า Setup จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างเพื่อตั้งค่า และ เลือกตัวเลือก Configure WiFi (หากไม่ขึ้นหน้าต่างเพื่อตั้งค่า สามารถใช้ เว็บเบราว์เซอร์ และเข้าเว็บไซต์ 192.168.4.1)



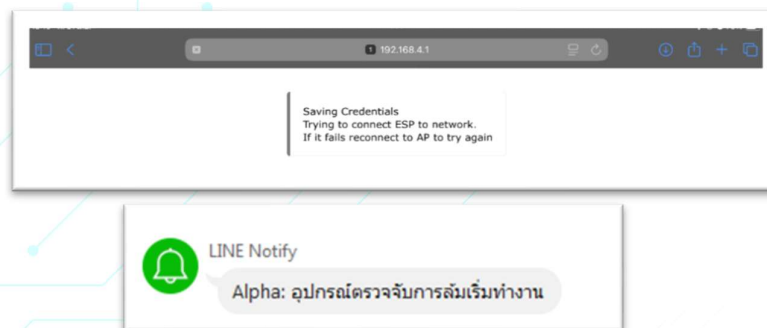
ภาพที่ 12 การเชื่อมต่อWi-Fi

4.4.2.5 เลือก Wi-Fi ที่ต้องการให้อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกรอกรหัสผ่าน และวาง Line Notify Token ที่คัดลอกมา



ภาพที่ 13 แสดงการเลือก Wi-Fi และวาง Token ที่คัดลอกไว้

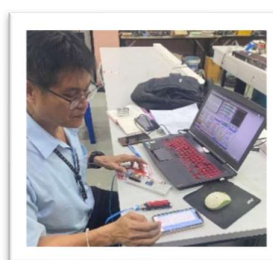
4.4.2.6 เมื่อถึงหน้าต่างนี้ รอจนกว่า WiFi ที่มีชื่อว่า Setup จะหายไปหลังจากนั้นจะมีการแจ้งเตือนว่าอุปกรณ์ตรวจจบการล้มเริ่มทำงาน



ภาพที่ 14 แสดงการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์

4.5 การทดสอบเครื่องเตือนการล้มฯ

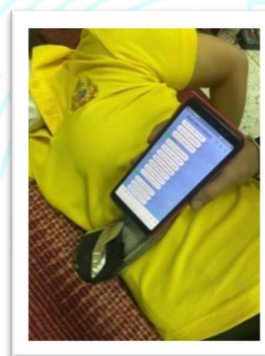
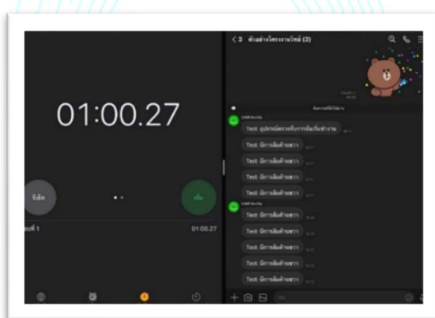
การสอบเครื่องการล้มฯ ด้วยการทดสอบการล้มในทิศทางต่าง ๆ เช่นการล้มทางด้านซ้าย ข้อความแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ได้ถูกต้องในทิศทางที่ล้มใช่หรือไม่ ใช้เวลาเท่าไรในการจะขึ้นข้อความ ทำการทดสอบซ้ำๆและมีการปรับแก้ให้ได้ผลการทดสอบ ได้ประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงนำไปใช้ในขั้นทดลองใช้งานต่อไป



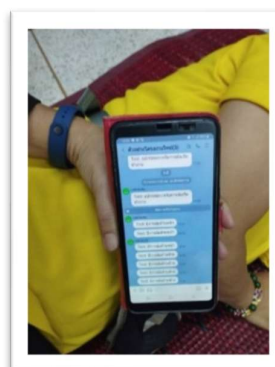
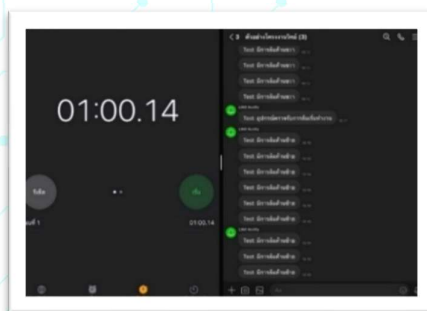
ภาพที่ 15 การทดสอบเครื่องเตือนการล้มฯ

4.6 การทดลองเครื่องเตือนการล้มฯ

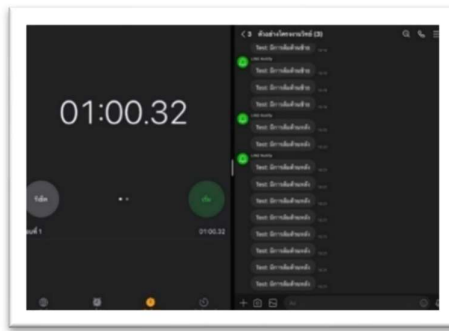
การทดลองได้ใส่กล่องไวไฟที่สายรัดเอวแล้วทดลองล้มในแต่ละด้าน พร้อมจดสถิติการแจ้งเตือนในแต่ละครั้งที่ล้มในแต่ละทิศทาง



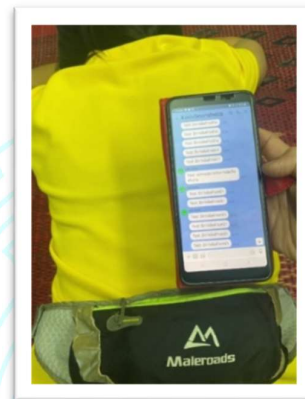
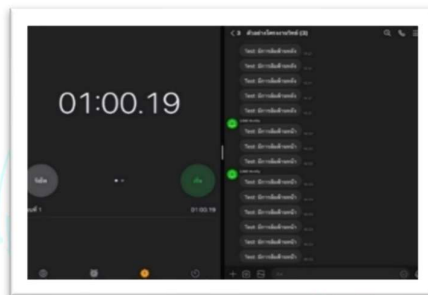
ภาพที่ 16 การทดลองเครื่องเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อมีการล้มทางด้านขวา



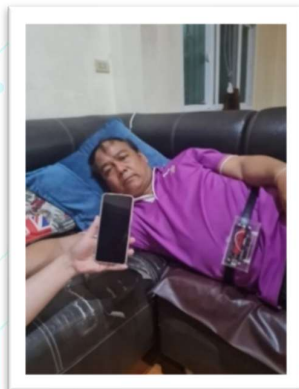
ภาพที่ 17 การทดลองเครื่องเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อมีการล้มทางด้านซ้าย



ภาพที่ 18 การทดลองเครื่องเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อมีการล้มทางด้านหลัง



ภาพที่ 19 การทดลองเครื่องเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อมีการล้มทางด้านหน้า



ภาพที่ 20 ทดลองเครื่องเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์กับผู้สูงอายุ (เครื่องเก่า)

4.7 การให้คะแนนในแต่ละข้อตามความเหมาะสมซึ่งมีลำดับตามความหมายของคะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

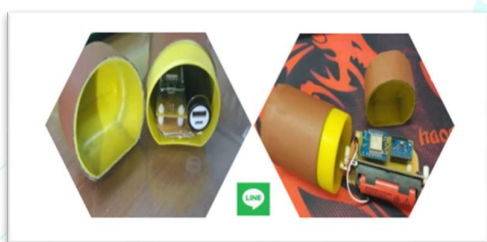
5	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับมาก
3	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1	ความหมาย	มีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

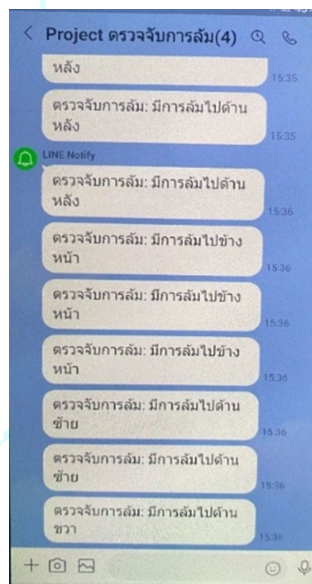
4.51 - 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 - 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ต่ำกว่าเกณฑ์ 1.51	มีความพึงพอใจในระดับไม่ผ่านเกณฑ์

5. ผลการวิจัย

ในการทดลองการใช้งานเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มีผลการทดลองดังนี้ ซึ่งในการทดลองครั้งแรกนั้นเกิดปัญหาเรื่องการประกอบอุปกรณ์ไม่มั่นคง ทดลองได้ไม่กี่ครั้งก็ไม่สามารถทดลองต่อได้จึงปรับตัวกล่องให้มีความยึดหยุ่นขึ้นจึงทำการทดลองใหม่ และการแจ้งเตือนมีความถี่สูงเกินไปทำให้ข้อความขึ้นเยอะไป และแจ้งในไลน์ได้คนเดียว ซึ่งกลุ่มประชากรอยากให้มีการใช้งานได้หลาย ๆ คน (แจ้งเตือนไลน์กลุ่ม) จากนั้นได้ทำการทดลองสร้างไลน์กลุ่มและดำเนินการเพิ่มข้อความให้แจ้งเตือนในไลน์กลุ่มได้และสามารถมีเสียงแจ้งเตือนเมื่อข้อความขึ้นทุกครั้งขึ้นอยู่กับการตั้งค่าในแอปพลิเคชันไลน์ พร้อมทั้งสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องเตือนการล้ม ๆ ดังรายงานต่อไปนี้



ภาพที่ 21 แสดงเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 22 แสดงข้อความการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ด้านที่ล้ม	การล้มในแต่ละครั้งมีการแจ้งเตือนตามทิศทางการล้มทุก ๆ 5 วินาที										รวม	คิดเป็นร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ล้มทางด้านขวา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	100
ล้มทางด้านซ้าย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	100
ล้มทางด้านหน้า	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	100
ล้มทางด้านหลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	100
การแจ้งเตือนการล้มคิดเฉลี่ยได้												100

จากตารางที่ 1 จะพบว่า ในการทดลองเครื่องเตือนการล้มในแต่ละด้านจำนวนด้านละ 10 ครั้งนั้น จะปรากฏข้อความแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ ทุก ๆ 5 วินาที จนกว่าผู้สูงอายุจะนั่งตัวตรงหรือยืนตรงได้ เครื่องก็จะหยุดการแจ้งเตือน ซึ่งในการทดลองนั้นจะนำเครื่องรัดไว้ที่เอวแล้วทำท่าล้มในทิศทางที่ต่างกัน ออกไปตามตารางที่ 1 คือ เมื่อล้มทางด้านขวา ข้อความจะแจ้งเตือนว่า “มีการล้มทางด้านขวา” เมื่อล้มทางด้านซ้าย ข้อความจะแจ้งเตือนว่า “มีการล้มทางด้านซ้าย” เมื่อล้มทางด้านหน้า ข้อความจะแจ้งเตือนว่า “มีการล้มทางด้านหน้า” เมื่อล้มทางด้านหลัง ข้อความจะแจ้งเตือนว่า “มีการล้มทางด้านหลัง” ทุกด้านในทุก ๆ 5 วินาที คิดเป็นร้อยละ 100 ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 2 ตารางสรุปความพึงพอใจการใช้เครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์

รายการ	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	แปล ความหมาย
1. ออกแบบได้เหมาะสม	4.00	0.54	มาก
2. น้ำหนักมีเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.45	0.49	มาก
3. ความเร็วในการแจ้งเตือน	4.65	0.47	มากที่สุด
4. ความถี่ในการแจ้งเตือนเหมาะสม	4.85	0.35	มากที่สุด
5. สะดวกในการใช้งาน	4.50	0.59	มากที่สุด
6. สามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้	4.85	0.35	มากที่สุด
7. สามารถช่วยเหลือผู้สูงอายุที่เกิดอุบัติเหตุจากการล้มได้รวดเร็วขึ้น	4.90	0.30	มากที่สุด
8. เครื่องเตือนฯ สามารถลดอัตราการสูญเสีย/พิการของประชากรผู้สูงอายุได้	4.90	0.30	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.64	0.28	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าความพึงพอใจของประชาชน ในเขตชุมชนย่อยที่ 17 เทศบาลเมืองจันทบุรี จำนวน 20 คน โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.64$, S.D.=0.28) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ สามารถช่วยเหลือผู้สูงอายุที่เกิดอุบัติเหตุจากการล้มได้รวดเร็ว

ขึ้น อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.30$) เครื่องเตือนฯ สามารถลดอัตราการสูญเสีย/พิการของ ประชากรผู้สูงอายุได้ อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.30$) ความถี่ในการแจ้งเตือนเหมาะสม อยู่ใน ระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.35$) สามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้ อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.85$, $S.D.=0.35$) ความเร็วในการแจ้งเตือน อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.65$, $S.D.=0.47$) สะดวกในการใช้งาน อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.50$, $S.D.=0.59$) น้ำหนักมีเหมาะสมต่อการใช้งาน อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.45$, $S.D.=0.49$) และออกแบบได้เหมาะสม อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.45$, $S.D.=0.49$)

6. การอภิปรายผล

ในการสร้างเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ได้หาประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่องเตือนการล้มฯ ได้ร้อยละ 100 จากนั้นได้หาความพึงพอใจของผู้ใช้งานได้ค่าเฉลี่ยรวมคือ ($\bar{X} = 4.64$, $S.D.= 0.107$) ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัย ของ ญพุดิ โพธิ์ หอม (2561) [5] จากการทดลองจะพบว่าระบบสามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้รับปลายทางได้ ครบถ้วนทั้ง 3 ช่องทางตามที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยพบว่าการส่งผ่าน Line มีความรวดเร็วมากที่สุด อย่างไรก็ตาม SMS สามารถเข้าถึงผู้รับที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ในขณะที่การแจ้งเตือนผ่าน E-Mail มีการ แสดงรายละเอียดข้อมูลได้มากกว่าวิธีอื่นๆ

ถนอม กองใจ และอริษา ทาทอง (2565) [4] ผลการวิจัย พบว่า ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถส่ง การแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งาน ผ่านแอปพลิเคชันไลน์บนโทรศัพท์มือถือเมื่อถึงเวลาที่นัดหมายไว้ได้ อย่างถูกต้อง สะดวกต่อการใช้งาน สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้รวดเร็ว มีการแจ้งสรุปรายการ กิจกรรมหรือการนัดหมายในแต่ละวันให้รับทราบล่วงหน้า ซึ่งช่วยเตือนความจำและทำให้สามารถเข้าร่วม กิจกรรมได้มากขึ้นผลคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, $S.D = 0.50$) แสดง ว่าเครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์นั้นนำไปใช้งานได้จริงเพราะผ่านขบวนการ ทดสอบ และทดลองซ้ำๆ จนได้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเตือนการล้มฯ ได้ร้อยละ 100

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

7.1 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ ด้านเทคนิค/การใช้งาน

จากความพึงพอใจของผู้ใช้ในเรื่องการออกแบบที่เหมาะสมและน้ำหนักเหมาะสมต่อการใช้งาน ยังอยู่ในระดับมาก ซึ่งแสดงว่า อาจยังมีข้อบกพร่องอยู่ดังนั้นควรปรับปรุง แก้ไขหรือพัฒนาให้ดีขึ้น ด้วยการออกแบบให้มีความยืดหยุ่นของกล่อง (บรรจุภัณฑ์) ผู้ใช้เมื่อล้มจะได้ไม่บาดเจ็บจากตัวเครื่องเตือน การล้มฯ และเพื่อพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อยอด

จากผลการวิจัยเบื้องต้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระบบเตือนภัย กับหน่วยงานด้านสาธารณสุขในระดับพื้นที่ เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) หน่วยกู้ชีพ หรือศูนย์บริการฉุกเฉิน เพื่อจัดตั้งระบบรับแจ้งเหตุที่สามารถประสานงานและส่งเจ้าหน้าที่เข้าช่วยเหลือได้ ทันทีในกรณีฉุกเฉินจริง การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลของหน่วยงานรัฐยังสามารถช่วยให้การวางแผน ดูแลผู้สูงอายุเป็นระบบมากขึ้น เช่น การเก็บสถิติการล้ม ความถี่ และสาเหตุ เพื่อประเมินความเสี่ยงและ ปรับปรุงแนวทางป้องกันล่วงหน้า

8. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากการล้มของผู้สูงอายุ โดยการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มและส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งเป็นช่องทางที่ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความคุ้นเคย ทำให้การแจ้งเตือนมีความรวดเร็วและเข้าถึงผู้ดูแลหรือญาติได้ทันที เพื่อลดความล่าช้าในการช่วยเหลือ นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในทางเทคนิค ได้แก่ การติดตั้ง GPS Module GY-NEO8MV2 Ublox เข้ากับระบบตรวจจับการล้ม เพื่อให้สามารถระบุพิกัดของผู้สูงอายุได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลสามารถเข้าถึงสถานที่เกิดเหตุได้อย่างแม่นยำ เพิ่มโอกาสในการช่วยเหลืออย่างทันท่วงที โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้สูงอายุอาศัยอยู่คนเดียว หรือมีภาวะหลงลืม การผสานเทคโนโลยี GPS จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการล้ม

9. กิตติกรรมประกาศ

เครื่องเตือนการล้มของผู้สูงอายุผ่านแอปพลิเคชันไลน์ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากทุกภาคส่วนโดยเฉพาะผู้สูงอายุในชุมชนย่อยที่ 17 เขตเทศบาลเมืองจันทบุรีที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามนี้ และขอขอบคุณคณะผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจนสามารถทำการวิจัยเป็นผลความสำเร็จ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมโรค. (2565, 23 กุมภาพันธ์). ข้อมูลพลัดตกหกล้ม . (15 พฤษภาคม 2567). <https://ddc.moph.go.th/dip/news.php?news=23567&deptcode=>.
- [2] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). (2557, 19 มีนาคม). ไทยจ่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเต็มตัวปี 2568. (14 พฤษภาคม 2567). <https://www.thaihealth.or.th/?p=277102>.
- [3] นิพา ศรีช้าง และลลิตรา ก้าวี. (2560, 14 พฤษภาคม). รายงานพยากรณ์การพลัดตกหกล้มของผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ในประเทศไทยปี พ.ศ.2560-2564. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (15 พฤษภาคม 2567). <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1037120200813042821.pdf>
- [4] ฌนอม กองใจและอริษา ทาทอง. (2565, 19 สิงหาคม). การพัฒนาระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยประยุกต์ใช้ Google Application และ Line Notification. (16 พฤษภาคม 2567). <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/mur2r/article/view/255408>
- [5] ณพวุฒิ โพธิ์หอม. (2561). อุปกรณ์แจ้งเตือนอัตโนมัติผ่าน Line, SMS และ E-mail. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [6] Smith, Lee et al. (2024). "Next-generation fall detection: harnessing human pose estimation with deep learning." Computers and Electrical Engineering 118: 109345.

การศึกษาอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียน ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด

Study of the mixing ratios of interlocking bricks from cow manure and Dan Kwian soil using compressive strength testing method

นันทนา บอกขุนทด^{1*} เอกชัย แก่นวงศ์คำ¹ และเสกสรรค์ พักสันเทียะ²
Nanthana Bokkhunthod^{1*} Ekkachai Keanvongkham¹ and Saksan Paksantien²

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐประสานที่ผลิตจากมูลวัวและดินดานเกวียน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินกำลังรับแรงอัดของอิฐที่ได้จากอัตราส่วนผสมที่ต่างกัน การวิจัยนี้มีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อลดต้นทุนการผลิตและปริมาณของเสียในชุมชน ในการศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐประสานที่ผลิตจากส่วนผสมของดินดานเกวียน มูลวัว และปูนซีเมนต์ ดินดานเกวียนซึ่งเป็นดินเหนียวคุณภาพดีจากจังหวัดนครราชสีมา ถูกเลือกใช้เป็นส่วนประกอบหลักเนื่องจากคุณสมบัติเด่นในการเพิ่มความแข็งแรงและช่วยในการระบายความร้อนของวัสดุก่อสร้าง การทดสอบได้ดำเนินการกับอัตราส่วนผสมที่หลากหลาย โดยเน้นการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับอิฐควบคุมที่ผลิตจากส่วนผสมมาตรฐาน

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัด พบว่า อัตราส่วนผสมที่ 1 (ดินดานเกวียน 70%, มูลวัว 10%, ปูน 20%) ให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงและใกล้เคียงกับอิฐควบคุม ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุเหลือใช้อย่างมูลวัวในปริมาณที่เหมาะสมสามารถทดแทนทรัพยากรบางส่วนในการผลิตอิฐได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของวัสดุ นอกจากนี้ คุณสมบัติของดินดานเกวียนยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงและประสิทธิภาพในการระบายความร้อนของอิฐประสาน อย่างไรก็ตาม เมื่อสัดส่วนของมูลวัวเพิ่มสูงขึ้น เช่น อัตราส่วนผสมที่ 3 (มูลวัว 30%) และ อัตราส่วนผสมที่ 4 (มูลวัว 40%) ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐลดลงอย่างเห็นได้ชัด จาก 5.4 MPa เหลือเพียง 4.6 MPa และ 4.1 MPa ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ผกผันระหว่างปริมาณมูลวัวที่เพิ่มขึ้นกับกำลังรับแรงอัดที่ลดลง

คำสำคัญ : มูลวัว, ดินดานเกวียน, การทดสอบกำลังรับแรงอัด

¹ วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

* ¹ Suranaree Technical College Vocational Education Institute Northeast 5

² วิทยาลัยเทคนิคหลวงพ่อดูน ปรีสุทโธ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

² Luang Pho Khun Parisuttho Technical College Vocational Education Institute Northeast 5

* ผู้นิพนธ์ ประธานงาน โทร +66874458622 อีเมล ; Chairat.wong2520@gmail.com

*Author Coordinator Tel : +66874458622 Email ; Chairat.wong2520@gmail.com

Received: สิงหาคม5,2025 Revised: ธันวาคม19,2025 Accepted: ธันวาคม23,2025

Abstract

This research investigated the optimal mix ratio for interlocking bricks produced from cow dung and Dan Kwian clay. The primary objective was to evaluate the compressive strength of the bricks resulting from various mixture ratios. This study plays a vital role in promoting the utilization of agricultural waste materials to reduce production costs and the amount of waste in the community. In this study, the researchers performed compressive strength tests on interlocking bricks made from a mixture of Dan Kwian clay, cow dung, and cement. Dan Kwian clay, a high-quality clay from Nakhon Ratchasima province, was selected as the main component due to its prominent properties in enhancing strength and contributing to the thermal performance of the building material. The testing was conducted using a variety of mix ratios, with an emphasis on comparing the results with control bricks produced from a standard mix.

The compressive strength test results revealed that Mix Ratio 1 (Dan Kwian Clay 70%, Cow Dung 10%, Cement 20%) yielded a high compressive strength value that was comparable to the control bricks. This result indicates that the use of waste material like cow dung in an appropriate amount can partially substitute resources in brick production without significantly affecting the material's strength. Furthermore, the properties of Dan Kwian clay helped enhance the strength and thermal efficiency of the interlocking bricks. However, when the proportion of cow dung increased, such as in Mix Ratio 3 (30% Cow Dung) and Mix Ratio 4 (40% Cow Dung), the compressive strength of the bricks decreased notably, dropping from 5.4 MPa to 4.6 MPa and 4.1 MPa , respectively. This demonstrates an inverse relationship between the increasing amount of cow dung and the decreasing compressive strength.

Keywords : Cow dung, Dan Kwian clay, Compressive strength

1. บทนำ

แนวทางการพัฒนาประเทศในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้จัดทำบนพื้นฐานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) ซึ่งเป็นแผนแม่บทหลักของการพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาฉบับนี้มีเป้าหมายหลักคือการพาประเทศไทยสู่ "ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน" โดยวางกรอบการทำงานตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติ แนวทางสำคัญในการพัฒนาคือนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เน้นการพัฒนาที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ขับเคลื่อน Thailand 4.0 ปรับโครงสร้างเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน พัฒนาคุณภาพชีวิตเพื่อมุ่งยกระดับรายได้ แก้ไขปัญหาภาคเกษตรกรรม และสร้างความมั่นคงด้านอาหาร การมีส่วนร่วมของประชาชนโดยเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศทั้งหมดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคม และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนไทยอย่างยั่งยืน

ในยุคปัจจุบันที่ทรัพยากรธรรมชาติลดน้อยลง และปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะอินทรีย์ทวีความรุนแรงขึ้น การหาแนวทางใหม่ในการผลิตวัสดุก่อสร้างจากทรัพยากรหมุนเวียนหรือวัสดุเหลือใช้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง มูลวัว ซึ่งเป็นของเสียจากการเกษตรจำนวนมาก คือหนึ่งในวัสดุที่กำลังได้รับความสนใจ การนำมูลวัวมาผสมผสานกับดินดานเกวียน ซึ่งเป็นดินเหนียวคุณภาพสูงอันเนื่องมาจากจังหวัดนครราชสีมา เพื่อผลิตอิฐประสาน ถือเป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจ แนวทางนี้ไม่เพียงแต่ช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ในชุมชนเท่านั้น แต่ยังเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ และสร้างทางเลือกใหม่สำหรับวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของ เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ที่เน้นการใช้ทรัพยากรซ้ำและลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

แม้ว่าแนวคิดการใช้วัสดุเหลือใช้ในการผลิตอิฐประสานจะดูดี แต่ปัญหาสำคัญที่ยังคงอยู่คือการขาดข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่อ กำลังรับแรงอัดและความทนทาน ของอิฐโดยตรง หากไม่มีการวิจัยและพัฒนาอย่างจริงจัง มูลวัวซึ่งมีศักยภาพสูง อาจถูกมองข้ามและยังคงเป็นปัญหาขยะต่อไป ในทางกลับกันหากสามารถระบุอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมได้ อิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียนจะกลายเป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกที่มีคุณภาพ สามารถลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจะประโยชน์อย่างยิ่งต่อชุมชนที่ต้องการที่อยู่อาศัยราคาประหยัด บทความวิจัยนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเติมเต็มช่องว่างทางองค์ความรู้ และเป็นการต่อยอดบทความวิจัยเดิม

2. วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการสร้างองค์ความรู้ที่ครอบคลุมและเป็นระบบ เกี่ยวกับการพัฒนาอิฐประสานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่าง มูลวัว ผสมผสานกับดินดานเกวียน ซึ่งเป็นทรัพยากรท้องถิ่นที่มีศักยภาพ จุดมุ่งหมายคือ งานนี้มีความเป็นไปได้สูงในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เนื่องจากการนำวัสดุที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น (มูลวัวและดินดานเกวียน) มาใช้ประโยชน์ และใช้วิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานและวัดผลได้ (การทดสอบกำลังรับแรงอัด) การนำเสนอแนวทางที่เป็นรูปธรรมในการลดปัญหาขยะ และสร้างสรรค์วัสดุก่อสร้างทางเลือกที่ยั่งยืน

2.1 วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดระหว่างมูลวัวและดินดานเกวียน ที่ส่งผลให้ได้อิฐประสานที่มีกำลังรับแรงอัดสูงสุด
- 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐประสานที่ใช้มูลวัวเป็นส่วนประกอบ ในสัดส่วนต่างๆ กับอิฐประสานมาตรฐานที่ผลิตตามท้องตลาด
- 3) เพื่อสร้างองค์ความรู้และข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอิฐประสานในระดับชุมชนหรือเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.2 สมมุติฐานงานวิจัย

สมมุติฐานที่ 1 : การนำมูลวัวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐประสานร่วมกับดินดานเกวียนและปูนซีเมนต์ จะส่งผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐอย่างมีนัยสำคัญ

สมมุติฐานที่ 2 : อัตราส่วนของมูลวัวที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสมจะส่งผลให้กำลังรับแรงอัดของอิฐลดลง เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่สูงขึ้นทำให้โครงสร้างอิฐมีความพรุนมากขึ้น

สมมุติฐานที่ 3 : อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของดินดานเกวียน มูลวัว และปูนซีเมนต์ สามารถสร้างอิฐประสานที่มีกำลังรับแรงอัดเทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับอิฐควบคุมที่ใช้ส่วนผสมมาตรฐาน

2.3 ขอบเขต

1.) ประชากร

อิฐประสานทั้งหมดที่สามารถผลิตได้จากส่วนผสมของดินดานเกวียน, มูลวัว และ ปูนซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันตามที่ระบุในบทความวิจัย

2.) กลุ่มตัวอย่าง

ในบทความวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างจะถูกกำหนดตามจำนวนก้อนอิฐที่ผลิตขึ้นเพื่อทดสอบในแต่ละอัตราส่วน ได้แก่ ดิน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

อิฐประสานที่ใช้อัตราส่วนผสมที่ 1 : ร้อยละ 70 : ร้อยละ 10 : ร้อยละ 20

อิฐประสานที่ใช้อัตราส่วนผสมที่ 2 : ร้อยละ 60 : ร้อยละ 20 : ร้อยละ 20

อิฐประสานที่ใช้อัตราส่วนผสมที่ 3 : ร้อยละ 50 : ร้อยละ 30 : ร้อยละ 20

อิฐประสานที่ใช้อัตราส่วนผสมที่ 4 : ร้อยละ 40 : ร้อยละ 40 : ร้อยละ 20

อิฐควบคุม : ร้อยละ 70 : ร้อยละ 10 : ร้อยละ 20

โดยแต่ละอัตราส่วนผลิตจำนวน 5 ก้อนเพื่อทดสอบ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบัน สังคมไทยและทั่วโลกต่างตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาวะโลกร้อน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลือง หรือปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรซึ่งหากไม่มีการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อทั้งสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศในระยะยาว การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น มูลวัว มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้าง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) และเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) การสร้างองค์ความรู้ที่ครอบคลุมและเป็นระบบเกี่ยวกับการพัฒนา "อิฐประสานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม" โดยการใช้มูลวัวผสมผสานกับดินดานเกวียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งในหลายมิติ ทั้งในด้านวิชาการ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ประการแรก การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตอิฐประสานจากวัสดุเหลือใช้เช่นมูลวัว จำเป็นต้องอาศัยการศึกษาทดลองที่เป็นระบบ มีการเก็บข้อมูล วิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ การผสมสัดส่วนที่เหมาะสม รวมถึงการทดสอบความแข็งแรง ความทนทาน และคุณสมบัติอื่น ๆ ของอิฐประสาน เพื่อให้มั่นใจว่าวัสดุดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้อย่างปลอดภัยและมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าวัสดุก่อสร้างทั่วไป องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาเหล่านี้จะสามารถถ่ายทอดต่อไปยังชุมชน เกษตรกร หรือผู้ประกอบการรายย่อยได้อย่างเป็นรูปธรรม

ประการที่สอง การใช้ดินดานเกวียน ซึ่งเป็นดินท้องถิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ร่วมกับวัสดุเหลือใช้อย่างมูลวัว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรท้องถิ่น ช่วยลดต้นทุนการผลิตวัสดุก่อสร้าง และกระตุ้นเศรษฐกิจในระดับชุมชน อีกทั้งยังลดการพึ่งพาวัสดุก่อสร้างจากภายนอก ซึ่งมักมีต้นทุนสูงและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

ประการที่สาม การผลิตอิฐประสาน จากการวิจัยและพัฒนาที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ จะทำให้สามารถวัดผลได้จริงทั้งในด้านต้นทุน ประสิทธิภาพของวัสดุ และความสามารถในการผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาและขยายผลในอนาคต อิฐเหล่านี้ยังสามารถนำไปใช้

ในโครงการต้นแบบ เช่น ที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก อาคารเรียนชุมชน หรือศูนย์เรียนรู้เกษตรยั่งยืน เพื่อแสดงศักยภาพของวัสดุที่พัฒนาขึ้นให้เป็นที่ประจักษ์

สุดท้าย การบูรณาการองค์ความรู้ดังกล่าว จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในมิติเชิงลึกเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง และวางรากฐานให้แก่การพัฒนานวัตกรรมวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในอนาคต

ดังนั้น การสร้างองค์ความรู้ที่ครอบคลุมและเป็นระบบในการพัฒนาอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียน จึงมีไว้เพื่อการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ หากแต่เป็นการริเริ่มแนวทางใหม่ที่มีคุณค่าทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง

นวัตกรรมของบทความวิจัยนี้อยู่ที่การผสมผสานองค์ความรู้พื้นถิ่น (การใช้ดินดานเกวียน) เข้ากับการจัดการของเสียทางการเกษตร (มูลวัว) เพื่อสร้างสรรค์วัสดุก่อสร้างที่ไม่ผ่านการเผา ลดการใช้พลังงาน และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดจากบทความวิจัยเดิมที่อาจยังไม่ได้เจาะจงอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวัสดุทั้งสองชนิดนี้ในบริบทของอิฐประสาน บทความวิจัยนี้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมและประเทศชาติอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้าน

1. การจัดการสิ่งแวดล้อม : ช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์จากภาคปศุสัตว์ ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ของชุมชน
2. การพัฒนาเศรษฐกิจหมุนเวียน : ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและลดการพึ่งพาทรัพยากรใหม่
3. การสร้างอาชีพและลดต้นทุน : เป็นการสร้างโอกาสในการผลิตวัสดุก่อสร้างราคาถูกสำหรับชุมชน ทำให้ประชาชนสามารถเข้าถึงที่อยู่อาศัยได้ง่ายขึ้น
4. ความยั่งยืน : เป็นการสร้างทางเลือกใหม่สำหรับวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถนำไปใช้งานได้จริงในระยะยาว

ด้วยเหตุผลและแนวโน้มที่กล่าวมา การศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของมูลวัวและดินดานเกวียนนี้ จึงเป็นบทความวิจัยที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ไม่เพียงแต่เพื่อศึกษาความแข็งแรงของอิฐประสานในเชิงกลศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นการส่งเสริมการใช้วัสดุท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดปริมาณของเสียอินทรีย์ และเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืนในชุมชน โครงการนี้จึงมุ่งหวังจะสร้างองค์ความรู้ที่สามารถนำไปต่อยอดในระดับชุมชนหรือเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นประโยชน์ต่อสังคมในภาพรวม

การศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียนด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐประสานจากมูลวัว และดินดานเกวียน โดยนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด ซึ่งจะต้องนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาวิเคราะห์แนวทางการดำเนินบทความวิจัย และอ้างอิงถึงเหตุผลและความเป็นมาในการจัดทำ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจนคณะผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมและนำเสนอข้อมูล ดังนี้

อิฐประสาน อิฐประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่ผลิตจากดินและวัสดุผสมอื่น ๆ ผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์โดยไม่ผ่านการเผา มีข้อดีในเรื่องการลดการใช้พลังงานและลดมลพิษจากการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น มูลสัตว์ มาผสมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติและลดต้นทุน อิฐประสาน อิฐบล็อกประสาน เป็นอิฐที่ออกแบบมาให้มีรู ร่อง และเดือยเพื่อช่วยในการก่อผนังได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย อิฐชนิดนี้เป็นอิฐก่อสร้างแบบผสมระหว่างอิฐแดงและอิฐบล็อก ส่วนผสมหลักของอิฐ

ประสานคือดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำ การใช้งานอิฐประสานเหมาะสำหรับการก่อผนัง กำแพง หรือใช้ในการตกแต่งสวน

มูลวัว อาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อย หรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมด จึงเหลือเป็นกากสัตว์ขับถ่ายออกมา โดยเฉพาะอาหารเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ดังนั้น ในส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงยังอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด ซึ่งเมื่อรวมกันเข้าก็จะมีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์ของพืช

ดินดานเกวียน ดินเหนียวดานเกวียนเป็นดินที่มีคุณสมบัติพิเศษในด้านความเหนียวและการจับตัวดี ทำให้นิยมนำมาผลิตอิฐและวัสดุก่อสร้างท้องถิ่นในจังหวัดนครราชสีมา การผสมดินดานเกวียนกับวัสดุอื่น ๆ สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของอิฐประสานให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปูนอินทรีเพชรพลัสเป็นปูนซีเมนต์ไหลลื่นดีสำหรับงานคอนกรีตและชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ มักใช้ในงานหล่อสำเร็จ

เตาอบแห้ง ออกแบบมาเพื่ออุ่นล่วงหน้าหรืออบวัสดุและตัวอย่างต่างๆ เครื่องมือนี้มีการควบคุมอุณหภูมิที่แม่นยำ ทำให้สามารถให้ความร้อนวัสดุในอุณหภูมิที่ควบคุมได้เป็นระยะเวลาที่กำหนด

เครื่องอัดอิฐประสาน เครื่องอัดอิฐประสานเป็นเครื่องอัดแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนสร้างแรงดันในท่อไฮดรอลิก

เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงอัดหมายถึงความสามารถของวัสดุก่อสร้างในการรับแรงกดโดยไม่เกิดความเสียหาย เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินคุณภาพและความแข็งแรงของวัสดุก่อสร้าง การทดสอบกำลังรับแรงอัดเป็นการทดสอบมาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

บทความวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมมาใช้ในการผลิตวัสดุก่อสร้างได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะการใช้มูลสัตว์เป็นส่วนผสมของอิฐหรือวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งมีจุดเด่นทั้งในด้านต้นทุนต่ำ ความยั่งยืน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

วรรณิ วงศ์เวียน (2562) [1] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ “การผลิตอิฐประสานจากขี้วัวและดินเหนียวท้องถิ่น” พบว่า อิฐที่มีการผสมขี้วัวในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถเพิ่มการยึดเกาะและความแข็งแรงได้ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ 30:70 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองในโครงงานฉบับนี้

สมคิด แสงอรุณ (2563) [2] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ “การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการผลิตอิฐประสาน” โดยใช้ฟางข้าว ขี้วัว และแกลบ พบว่าการผสมขี้วัวกับดินในอัตรา 25–35% ให้ค่ากำลังอัดที่ดีและลดการแตกร้าวของอิฐในระยะยาว ซึ่งช่วยยืนยันว่ามูลวัวมีศักยภาพสูงในการนำมาทำอิฐ

Kumar et al. (2018) [3] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ ทำการวิจัยในอินเดียเกี่ยวกับ “การผลิตอิฐจากมูลวัวผสมแกลบและดินเหนียว” โดยเน้นการใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น ผลวิจัยพบว่าการเพิ่มมูลวัว 20–30% ช่วยลดน้ำหนักของอิฐโดยไม่กระทบต่อกำลังรับแรงอัดมากนัก และยังช่วยลดการใช้ดินบริสุทธิ์

สำนักงานพลังงานจังหวัดนครราชสีมา (2561) [4] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ ได้ส่งเสริมโครงการชุมชนผลิตอิฐประสานจากมูลสัตว์ เพื่อใช้สร้างอาคารราคาประหยัดในท้องถิ่น โดยอ้างอิงจากดินดานเกวียนที่มีความเหนียวและเหมาะกับการทำอิฐมากที่สุดในพื้นที่ ทำให้ชุมชนสามารถผลิตวัสดุก่อสร้างใช้เองและลดต้นทุนได้มากกว่า 30%

Khan et al. (2015) [5] ทำการศึกษาวิจัย จากประเทศปากีสถาน รายงานผลการทดลองเรื่อง “Development of Eco-Friendly Bricks from Agricultural Waste” โดยใช้มูลวัวร่วมกับแกลบและ

ดินเหนียว ผลการทดลองพบว่าอิฐที่มีมูลวัวผสมในอัตราไม่เกิน 30% มีโครงสร้างแข็งแรงเทียบเท่าอิฐเผาทั่วไป แต่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและต้นทุนต่ำ

Mansour and El Hagggar (2010) [6] ทำการศึกษาวิจัย จากประเทศอียิปต์ ศึกษา “Sustainable Clay Bricks Using Agricultural Wastes” โดยนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรหลายชนิด เช่น มูลวัว ฟางข้าว และขี้เลื่อย มาผสมกับดินเหนียว พบว่าอิฐที่ได้มีคุณสมบัติทางกลที่ดี และสามารถใช้ในการก่อสร้างขนาดเล็กถึงปานกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abdullahi (2005) [7] ทำการศึกษาวิจัย จากมหาวิทยาลัยไนจีเรีย ศึกษา “Compressive Strength of Compressed Earth Blocks Stabilized with Cow Dung” ซึ่งเน้นการใช้มูลวัวเป็นสารปรับปรุงคุณภาพในบล็อกดินอัด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเติมมูลวัวในอัตรา 10–30% ช่วยเพิ่มค่ากำลังรับแรงอัดได้ชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อผ่านการบ่มอย่างเหมาะสม

Bhattacharjee et al. (2020) [8] ทำการศึกษาวิจัย จากอินเดีย ศึกษา “Performance of Cow Dung Ash in Making Eco Bricks” โดยใช้อิฐประสานที่ผสมมูลวัวแห้งและเถ้าอินทรีย์ พบว่ามีค่าการนำความร้อนต่ำ เหมาะกับการใช้ในอาคารอนุรักษ์พลังงาน และยังสามารถทนต่อแรงอัดได้ดีพอ ๆ กับอิฐดินเหนียวทั่วไป

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้การศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเหนียว ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1. วัสดุอุปกรณ์

- 1) มูลวัว
- 2) ดินดานเหนียว
- 3) ปูน
- 4) น้ำ
- 5) กระบะผสมปูน
- 6) เครื่องร่อน
- 7) เครื่องปั่น เครื่องบด
- 8) เครื่องอัดอิฐประสาน
- 9) เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

4.2 การเตรียมวัสดุ

- 1) รวบรวมมูลวัวจากฟาร์มวัว นำไปตากและอบให้แห้ง



ภาพที่ 1 รวบรวมมูลวัวจากฟาร์มวัว และนำมูลวัวไปตาก



ภาพที่ 2 นำมูลวัวไปอบในเตาอบ

2) นำมูลวัวที่แห้งและไปปั่นบดละเอียด



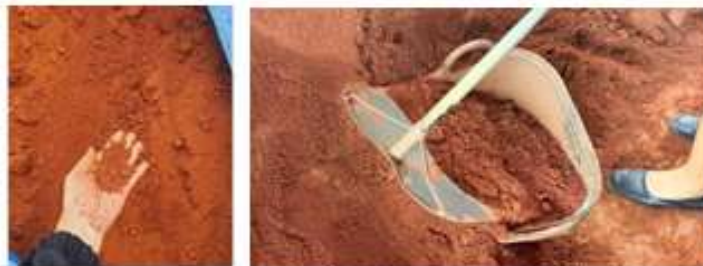
ภาพที่ 3 ปั่นบดมูลวัว

3) ร่อนมูลวัวด้วยขนาดตะแกรงเบอร์ 4 เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนและควบคุมขนาดอนุภาคให้มีความสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4 ร่อนมูลวัว

4) รวบรวมดินด้านเกวียนจากตำบลด้านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 6 เตรียมดินด้านเกวียน

4.3 การผสมวัสดุ

ผสมดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วน ดังนี้

control ดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 70:10:20

อัตราส่วนที่ 1 ดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 70:10:20

อัตราส่วนที่ 2 ดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 60:20:20

อัตราส่วนที่ 3 ดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 50:30:20

อัตราส่วนที่ 4 ดินด้านเกวียน : มูลวัว : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 40:40:20

4.4 การขึ้นรูปอิฐประสาน

ใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปอิฐตามขนาดมาตรฐาน เติมน้ำในปริมาณที่ควบคุมให้เหมาะสมและผสมจนเข้ากันดี



ภาพที่ 7 ใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปอิฐประสาน

4.5 การบ่มอิฐ

นำอิฐที่ขึ้นรูปแล้วไปบ่มในที่ร่ม และควบคุมความชื้น บ่มอิฐ 28 วัน



ภาพที่ 8 การบ่มอิฐ

4.6 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด (Universal Testing Machine) เป็นการทดสอบกำลังรับแรงอัดในแต่ละอัตราส่วนผสมทำให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตอิฐได้



ภาพที่ 9 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

5. ผลการวิจัย

จากการศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินด้านเกวียน ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด ผลการศึกษาแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 ผลจากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐประสานจากมูลวัว และดินด้านเกวียน

ตารางที่ 1 ผลจากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐประสานจากมูลวัวและดินด้านเกวียน

อิฐประสาน	อัตราส่วนร้อยละ (ดิน:มูลวัว:ปูนซีเมนต์)	น้ำหนัก (กก./ ก้อน)	ทดสอบกำลังรับแรงอัด (MPa)
Control	70:10:20	5.2	6.1
สูตรที่ 1	70:10:20	5.2	5.4
สูตรที่ 2	60:20:20	4.9	5.1
สูตรที่ 3	50:30:20	4.7	4.6
สูตรที่ 4	40:40:20	4.2	4.1

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลจากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐประสานจากมูลวัวและดินด้านเกวียน เมื่อเทียบกับอิฐประสานทั่วไป โดยคงอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ไว้ที่ ร้อยละ 20 และปรับอัตราส่วนของดินด้านเกวียนและมูลวัวจาก สูตรที่ 1 เป็นดินด้านเกวียน ร้อยละ 70 และมูลวัว ร้อยละ 10 พบว่า กำลังรับแรงอัดลดลงเหลือ 5.4 MPa สูตรที่ 2 เป็นดินด้านเกวียน ร้อยละ 60 และเพิ่มมูลวัว เป็นร้อยละ 20 พบว่า กำลังรับแรงอัดลดลงเหลือ 5.1 MPa สูตรที่ 3 เป็นดินด้านเกวียน ร้อยละ 50 และเพิ่มมูลวัว เป็นร้อยละ 30 พบว่ากำลังรับแรงอัดลดลงเหลือ 4.6 MPa และสูตรที่ 4 เป็นดินด้านเกวียน ร้อยละ 40 และเพิ่มมูลวัว เป็นร้อยละ 40 พบว่า กำลังรับแรงอัดลดลงเหลือ 4.1 MPa ตามลำดับ

6. สรุปและอภิปราย

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษา และเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินด้านเกวียน ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด พบว่า สูตรที่ผสมดินด้านเกวียน และมูลวัว โดยเฉพาะ สูตรที่ 1 (ดินด้านเกวียนร้อยละ 70, มูลวัวร้อยละ 10, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 20) ให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ต่ำกว่าอิฐควบคุม แต่เป็นส่วนผสมที่มีกำลังอัดสูงที่สุดในกรณีที่ใช้มูลวัวเป็นส่วนผสม แสดงให้เห็น

ว่า การใช้มูลวัวในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถแทนทรัพยากรบางส่วนในอิฐได้โดยไม่ลดความแข็งแรงลงมากนัก และที่สำคัญดินดานเกวียนที่มีคุณสมบัติเป็นดินเหนียวคุณภาพดีที่มีชื่อเสียงในท้องถิ่นจังหวัดนครราชสีมา จะช่วยในเรื่องของการเพิ่มความแข็งแรง และระบายความร้อนของอิฐประสาน อย่างไรก็ตาม เมื่อสัดส่วนของมูลวัวเพิ่มสูงขึ้น เช่น 30–40% ตามสูตรที่ 3 และ 4 ค่ากำลังรับแรงอัดลดลงชัดเจนจาก 5.4 MPa เหลือเพียง 4.6 MPa และ 4.1 MPa ตามลำดับ สาเหตุอาจเนื่องมาจากโครงสร้างของมูลวัวมีลักษณะเป็นเส้นใยและมีช่องว่างภายในมาก ทำให้ไม่สามารถยึดเกาะกับปูนซีเมนต์ได้ดีเท่ากับอนุภาคดินส่งผลให้ความแน่นของอิฐลดลง และไม่สามารถรับแรงกดทับได้ดี ในทางตรงกันข้าม แม้ความแข็งแรงจะลดลงบ้าง แต่คุณสมบัติด้านอื่น เช่น ความสามารถในการกันความร้อน น้ำหนักเบา และความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในบริบทที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักมาก เช่น งานตกแต่งผนัง ผนังเบา หรืออาคารชั่วคราวในพื้นที่ชนบทหรือเกษตรกรรม

6.2 อภิปรายผล

ผลการศึกษา และเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียน ด้วยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด ในอัตราส่วนผสมของอิฐประสาน จำนวน 4 สูตร โดยมีการวัดค่าความแข็งแรง ความทนทานและน้ำหนัก เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการใช้งานในประเภทต่าง ๆ หลังจากการบ่มอิฐในระยะเวลา 28 วัน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า

- สูตรที่ 1 (70:10:20) มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 5.4 MPa น้ำหนัก 5.2 กิโลกรัม ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในงานบ้านพักอาศัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602/2547 เนื่องจากมีความแข็งแรงและน้ำหนักที่เหมาะสม
- สูตรที่ 2 (60:20:20) มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 5.1 MPa น้ำหนัก 4.9 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างเบา โดยมีความแข็งแรงที่ดีและน้ำหนักที่เบากว่าสูตรแรก
- สูตรที่ 3 (50:30:20) มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 4.6 MPa น้ำหนัก 4.7 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานสถาปัตยกรรมที่ไม่ต้องการความแข็งแรงสูงเกินไป
- สูตรที่ 4 (40:40:20) มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 4.1 MPa น้ำหนัก 4.2 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานสถาปัตยกรรมเช่นกัน แต่มีความแข็งแรงและน้ำหนักที่ใกล้เคียงกับสูตรที่ 3

เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่ผสมมูลวัวและดินดานเกวียน) ที่มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 6.1 MPa น้ำหนัก 5.2 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่าอิฐประสานจากมูลวัวและดินดานเกวียน สูตรที่ 1 มีความแข็งแรงเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัด 5.4 MPa น้ำหนัก 5.2 กิโลกรัม ซึ่งเป็นผลการทดสอบการอัดที่ดีที่สุดใกล้เคียงกับสูตรควบคุม เหมาะสำหรับการใช้งานในงานบ้านพักอาศัย เนื่องจากมีความแข็งแรงและน้ำหนักที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุก่อสร้างบางประเภทได้ในบางงาน แต่ต้องเลือกสูตรที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามลักษณะของงานนั้น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานและประหยัดต้นทุนในโครงการก่อสร้างต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ควรมีการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุเพิ่มเติมก่อนการนำไปใช้งานจริง เพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยและความทนทานของอาคารหรือโครงสร้างที่ใช้วัสดุนี้

6.3 คุณค่าและประโยชน์ของโครงการ

บทความวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถนำของเสียจากเกษตรกรรม (มูลวัว) มาพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และช่วยลดการใช้ดินจากธรรมชาติ ส่งเสริมแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในท้องถิ่นที่มีวัตถุดิบเหลือใช้จำนวนมาก ช่วยสร้างรายได้เสริมให้ชุมชน และใช้เป็นตัวอย่างในการสร้างโครงการพัฒนาท้องถิ่นในด้านนวัตกรรมอย่างยั่งยืน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

อิฐประสานจากมูลวัวเหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เช่น ผนังเบา รั้ว หรือบ้านพักชั่วคราวเหมาะสำหรับนำไปต่อยอดในชุมชนเกษตรกรรมที่มีมูลสัตว์จำนวนมาก โดยจัดตั้งกลุ่มผลิตอิฐชุมชน

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

- 1) ใส่วัสดุที่ผสมไฉลงในเครื่องอัดให้มากพอต่อการอัดอิฐบล็อก 1 ครั้ง
- 2) ควบคุมอัตราส่วนความชื้นของวัสดุให้เหมาะสมก่อนอัด เพื่อลดปัญหาอิฐแตกร้าว
- 3) ปรับปรุงกระบวนการบ่มอิฐ เช่น ใช้การอบที่อุณหภูมิที่เหมาะสมแทนการตากแดด เพื่อลดการ แตกร้าว

8. องค์ความรู้ใหม่

การลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ : บทความวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า มูลวัว ซึ่งเป็นของเสียจากภาคการเกษตรสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการผลิต อิฐประสาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตอิฐและยังช่วยจัดการขยะในชุมชนอีกด้วย

อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของมูลวัว : การใช้มูลวัวในปริมาณที่เหมาะสมที่ 10% ร่วมกับดินดาน เกลียนและปูนซีเมนต์ สามารถผลิตอิฐที่มีกำลังรับแรงอัดสูงใกล้เคียงกับอิฐมาตรฐานได้ แต่หากเพิ่มสัดส่วนมูลวัวให้สูงขึ้น จะส่งผลให้กำลังรับแรงอัดของอิฐลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัด : ปริมาณ สารอินทรีย์ ที่สูงเกินไปในมูลวัวส่งผลให้โครงสร้างของอิฐมีความพรุนมากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้กำลังรับแรงอัดของอิฐลดลง

9. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำบทความวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและให้การสนับสนุนจนบทความวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กลุ่มเครื่องปั้นดินเผาชุมชนด่านเกวียน ต.ด่านเกวียน อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่สำหรับการทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อเสนอแนะและทบทวนเนื้อหาบทความ ทำให้บทความวิจัยมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการทำทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐประสาน

และที่สำคัญที่สุด ขอขอบพระคุณ แหล่งเงินทุน/ผู้สนับสนุน ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การทดลองดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

การสนับสนุนและความร่วมมือจากทุกท่านล้วนเป็นแรงผลักดันที่สำคัญ ทำให้บทความวิจัยนี้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลบทความวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและต่อยอดในอนาคตต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรณีย์ วงศ์เวียน. (2562). การผลิตอิฐประสานจากขี้วัวและดินเหนียวท้องถิ่น. [รายงานวิจัย]. วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- [2] สมคิด แสงอรุณ. (2563). การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการผลิตอิฐประสาน. [รายงานวิจัย]. วิทยาลัยการอาชีพบุรีรัมย์.
- [3] Kumar, A., et al. (2018). Production of bricks from a mixture of cow dung, rice husk ash, and clay. *International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)-India Office*, New Delhi, India.
- [4] สำนักงานพลังงานจังหวัดนครราชสีมา. (2561). โครงการชุมชนผลิตอิฐประสานจากมูลสัตว์. [รายงานโครงการ]. กระทรวงพลังงาน.
- [5] Khan, M. I., et al. (2015). Development of Eco-Friendly Bricks from Agricultural Waste., Pakistan.
- [6] Mansour, W., & El Hagggar, S. (2010). Sustainable Clay Bricks Using Agricultural Wastes., Egypt.
- [7] Abdullahi, M. (2005). Compressive Strength of Compressed Earth Blocks Stabilized with Cow Dung., Nigeria.
- [8] Bhattacharjee, S., et al. (2020). Performance of Cow Dung Ash in Making Eco Bricks., India.

เครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ 4-wheel stretch thread winding machine, controlled by automatic system

ชัยรัตน์ วงศ์ฮาดจันทร์¹ สิริสมัย เยี่ยมรัมย์¹ อติสร สิทธิวงศ์^{2*} และทวีศักดิ์ ผู้มีสัตย์¹
Chairut Wonghardjun¹ Sirisamai Yemrum¹ Adisorn Sittthiwong^{2*}
and Thaweesak Phumeesat¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ ๑). เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ๒). เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกรอเส้นไหม และ ๓). เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหม จากกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มสตรีทอผ้าไหมบ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบบันทึกผลประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ แบบบันทึกประสิทธิภาพเซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหม แบบบันทึกประสิทธิภาพความสมดุลของโครงสร้างเครื่องขณะทำงานด้วยกำลังสูงสุด และแบบบันทึกผลประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมของเครื่องกรอเส้นไหมควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับการกรอเส้นไหมแบบปกติ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยสถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย มีดังนี้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานของมอเตอร์ พบว่า ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ 8 ครั้ง ใช้เวลาดังแต่เวลา 1 ถึง 8 ชั่วโมง และพักเครื่อง 10 นาทีต่อครั้งประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์อยู่ในระดับปกติ คิดเป็นร้อยละ 100 ผลของประสิทธิภาพเซ็นเซอร์ในการตรวจจับเมื่อเส้นไหมขาด จำนวน 10 ครั้ง พบว่า สามารถตรวจจับเส้นไหมได้ 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความสมดุลของโครงสร้างเครื่องขณะทำงานกำลังสูงสุด พบว่า ผลทดสอบจำนวน 7 ครั้งเวลาที่ ใช้ทดสอบ ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวนเส้นไหม 40 หลอด ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมของเครื่องควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ใช้เวลาเฉลี่ย 50.83 นาที และการกรอเส้นไหมแบบปกติ ใช้เวลาเฉลี่ย 147.10 นาที มีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.27 นาที ผลการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติการทดสอบที (Paired samples T test) พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องกรอเส้นไหมควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สูงกว่าประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหมควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ข้อ และระดับมาก 7 ข้อ เรียงจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับแรก คือ มอเตอร์สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง รองลงมาคือ กรอเส้นไหมได้เร็วมีคุณภาพเหมือนกันทุกชิ้น และความแข็งแรงและความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้

คำสำคัญ : เครื่องกรอเส้นไหม, การควบคุมระบบอัตโนมัติ

¹วิทยาลัยเทคนิคคูเมือง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

^{*1} Khumueng Technical College Vocational Education Institute Northeast 5

²สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

² Vocational Education Institute Northeast 5, Office of the Vocational Education Commission

*Author Coordinator Tel : +66973439056 Email : sittthiwong2012@gmail.com

Received: ตุลาคม 7, 2025 Revised: ธันวาคม 19, 2025 Accepted: ธันวาคม 23, 2025

Abstract

The objectives of this research were: 1) to design and build a prototype of a four-spool, fully automated silk winding machine; 2) to determine the machine's performance; and 3) to study the user perceptions of the machine. A sample of 30 silk weavers from Ban Khubon and Ban Hin Lek Fai, Khu Mueang District, Buriram Province, were used. The research instruments included a motor performance record form, a silk sensor performance record form, a structural balance performance record form while operating at maximum power, and a silk winding performance record form for the fully automated silk winding machine compared to conventional silk winding. A user satisfaction questionnaire was also used. Statistics used in this research included means, percentages, and standard deviations. The results are as follows:

The motor performance test revealed that the motor was tested eight times, running for 1 to 8 hours, with a 10-minute break between each test. The motor's performance was within normal limits. Calculated as 100 percent. The result of the efficiency of the sensor in detecting when the silk is broken 10 times, it was found that it could detect the silk 10 times, which is 100 percent. The result of the efficiency test of the balance of the machine structure while working at maximum power found that the results of the test 7 times, the time used for testing was 1 hour each time, the amount of silk was 40 spools, and there were 30 testers. The efficiency of the silk winding machine controlled by the automatic system took an average of 50.83 minutes, and the normal silk winding took an average of 147.10 minutes, with a difference of the average of 96.27 minutes. The result of the hypothesis testing using the t-test (Paired samples T test) found that the efficiency of the automatic silk winding machine was higher than the efficiency of the normal silk winding with statistical significance at the .05 level. The overall satisfaction of the users of the automatic silk winding machine was at a high level. When considering each item, it was found that it was at the highest level with 3 items and at a high level with 7 items, in order of most to least, the first 3 items were the motor that could work continuously, followed by the fast silk winding with the same quality in every piece. and the strength and suitability of the materials used

Keywords : Silk winding machine, Automatic control system

1. บทนำ

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี มุ่งพัฒนาคนไทยให้มีทักษะที่สอดคล้องกับโลกยุคใหม่ มีความรู้ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในการสร้างความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ และด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม รวมถึงการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่ร่วมกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมอาชีพและสร้างรายได้ให้กับประชาชนใน

ชุมชนท้องถิ่น โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชน ผ้าไหมไทยเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่าของประเทศไทยมาอย่างยาวนาน เป็นสัญลักษณ์ของความประณีต วิถีชีวิต และความสามารถทางหัตถกรรมของคนไทย โดยเฉพาะในชุมชนท้องถิ่นที่สืบทอดการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมและการทอผ้าด้วยมือมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นศิลปวัฒนธรรม หากยังเป็นแหล่งรายได้สำคัญของครัวเรือนในหลายพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก ยกระดับผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และสร้างโอกาสใหม่ทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนอย่างยั่งยืน การส่งเสริมความเข้มแข็งของชุมชนผ่านการใช้ทรัพยากรภายในพื้นที่ เช่น พันธุ์หม่อนในท้องถิ่น พันธุ์ไหมพื้นบ้าน ความรู้การทอผ้าแบบดั้งเดิม และลวดลายเฉพาะถิ่น ให้กลายเป็นทุนทางวัฒนธรรมที่สามารถต่อยอดสู่มูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ การตลาดดิจิทัล และนวัตกรรมการออกแบบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ผ้าไหมไทยสามารถแข่งขันได้ในตลาดทั้งในและต่างประเทศ การกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อส่งเสริมและพัฒนากการทอผ้าไหมของชุมชนท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โดยสามารถกำหนดแนวทางสำคัญไว้ได้ดังนี้ 1) การอนุรักษ์และส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่คนรุ่นใหม่ ผ่านชุมชน หรือศูนย์การเรียนรู้ในท้องถิ่น 2) การเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตด้วยการสนับสนุนสร้างเครื่องมือ เครื่องทอผ้าสมัยใหม่ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตชุมชน 3) การส่งเสริมการตลาด และการสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น เว็บไซต์ การขายผ่านโซเชียลมีเดีย และ 4) การบูรณาการความร่วมมือระหว่างภาคส่วน ทั้ง ภาครัฐ เอกชน มหาวิทยาลัย และชุมชนท้องถิ่น

การผลิตผ้าไหมพื้นบ้านจึงสอดคล้องโดยตรงกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีของไทย เพราะเป็นแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากที่ผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ ลดความเหลื่อมล้ำ และรักษามรดกทางวัฒนธรรมของชาติให้คงอยู่คู่กับการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs) โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 8 (งานที่มีคุณค่าและการเติบโตทางเศรษฐกิจ) และเป้าหมายที่ 12 (การบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน) ผ้าไหมไทยเป็นหนึ่งในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่าของชาติไทย สะท้อนถึงความประณีต ละเมียดละไม และความสามารถทางหัตถกรรมของคนไทยที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นมายาวนาน การทอผ้าไหมของชุมชนท้องถิ่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนทอผ้าไหมบ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ ตำบลคูเมือง อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จึงเป็นอาชีพที่รองจากการทำไร่ ทำนา เมื่อเสร็จสิ้นฤดูทำนาหรือฤดูกาลเก็บเกี่ยว การถ่ายทอดฝีมือและศิลปะภูมิปัญญาท้องถิ่นการทอผ้าไหม จึงมีลวดลายเอกลักษณ์ที่หลากหลาย อาทิ ลายกงเจ็ด ลายกระจับทว่าน ลายน้ำพองเครือลายหงส์ ลายขาเป๋ ฯลฯ เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นจำนวนมาก [1] การพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นและวัฒนธรรมไทยจึงเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนที่มีอยู่ประเทศ โดยเฉพาะในชุมชนท้องถิ่นต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์ ขอนแก่น หรืออุบลราชธานี ซึ่งล้วนมีรูปแบบลวดลายเฉพาะตัวที่สะท้อนถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่น ความศรัทธา วิถีชีวิต และความผูกพันกับธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันการทอผ้าไหมของชุมชนท้องถิ่นกำลังเผชิญกับความกับปัญหาหลายด้าน ทั้งด้านการตลาด การสืบทอดภูมิปัญญาและการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ ปัญหาการสืบทอดภูมิปัญญาให้คงอยู่ต่อไปในโลกยุคดิจิทัลจึงมีมากมาย สามารถจำแนกสภาพปัญหาของชุมชนท้องถิ่นได้ดังนี้

- 1) ปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิตเส้นไหม ส่วนใหญ่ยังคงใช้แรงงานคนและเครื่องมือแบบโบราณดั้งเดิม ทำให้การผลิตล่าช้า เฉลี่ยเพียง 100–150 เมตรต่อชั่วโมง และไม่สามารถรักษาความสม่ำเสมอของเส้นไหมได้ ส่งผลให้คุณภาพของผ้าไหมไม่คงที่ และสูญเสียโอกาสทางการตลาด

2). ปัญหาด้านต้นทุนและแรงงาน การขาดแคลนแรงงานฝีมือในชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มวัยแรงงานที่ย้ายถิ่นไปทำงานในเมือง ทำให้ภาระการผลิตตกอยู่กับผู้สูงอายุ ซึ่งมีข้อจำกัดทางด้านกำลังและทักษะการใช้เครื่องมือ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของเส้นไหมเพิ่มสูงขึ้น

3). ปัญหาด้านการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาพัฒนากระบวนการผลิต กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตผ้าไหม จำนวนมากยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น ระบบอัตโนมัติในการกรอไหม การควบคุมความตึงของเส้นไหม และระบบมอเตอร์ที่มีความแม่นยำ ทำให้กระบวนการผลิตขาดมาตรฐานกลาง และไม่สามารถเพิ่มผลผลิตทันต่อความต้องการของตลาดได้

4). ปัญหาด้านการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก แม้ผลิตภัณฑ์ผ้าไหมไทยจะเป็นสินค้าทางวัฒนธรรมที่มีมูลค่าสูง แต่การผลิตในระดับชุมชนยังขาดระบบการบริหารจัดการคุณภาพ (Quality Control) และเครื่องจักรที่ช่วยลดเวลาในการผลิตและลดต้นทุนการผลิตได้ จึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการต่อยอดสู่เศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy)

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมจึงควรคำนึงถึงความยั่งยืน ทั้งในมิติของเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมควบคู่กันไป การทอผ้าไหมจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ชุมชนได้พึ่งพาตนเอง สร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้ชุมชนมีรายได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว เพื่อให้ผ้าไหมไทยยังคงสืบสานอยู่ในหัวใจของคนไทยเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติได้ จากสภาพปัญหาดังกล่าว ทำให้คณะผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการส่งเสริมเครื่องมืออุปกรณ์ในการทอผ้าไหมของชุมชนท้องถิ่นในรูปแบบองค์รวม คือ การสร้างและพัฒนาเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จึงเป็นการตอบสนองความต้องการพัฒนาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและวิถีชีวิตชุมชนท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน แท้จริง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ
- 2.3 เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของกลุ่มสตรีทอผ้าไหมผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหม

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตผ้าไหมยังคงพึ่งพาแรงงานคนในหลาย ๆ ขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการกรอเส้นไหม ที่ต้องใช้ความประณีตและระยะเวลานาน ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีข้อจำกัดด้านปริมาณและความสม่ำเสมอของเส้นไหม ดังนั้นการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพการทำงานและพึ่งพาแรงงานคน ลดภาระแรงงาน และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยควบคุมความเร็วและแรงตึงของการกรอเส้นไหม ช่วยให้ได้เส้นไหมที่มีความยืดหยุ่นสม่ำเสมอ และสามารถทำงานได้พร้อมกัน 4 ระวัง เพิ่มปริมาณการผลิตในระยะเวลาเท่าเดิม อีกทั้งยังลดความผิดพลาดจากมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้นแบบเครื่องนี้ยังสามารถวัดและบันทึกค่าประสิทธิภาพต่าง ๆ ได้ เช่น ความเร็วการกรอ อัตราการยิด ความสม่ำเสมอของเส้นไหม ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องให้ดียิ่งขึ้น โดยมีการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อต่าง ๆ ดังนี้

เบญจมาศ แก้วรัตน์ และคณะ (2565) [3] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ในกระบวนการทอผ้าไหมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ พบว่า ผลการศึกษาการทดสอบการปฏิบัติงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดเปรียบเทียบ 3 แบบ ได้แก่ แบบดั้งเดิม แบบของเกษตรกร และแบบเครื่องต้นแบบ

การวิจัย พบว่า 1) การค้นหามีด้วยเครื่องต้นแบบการวิจัยซึ่งทำงาน ด้วยระบบไฟฟ้า มีความรวดเร็วที่สุด ซึ่งเร็วกว่าแบบดั้งเดิมถึง 15 - 16 เท่า ช่วยลดเวลาและความเมื่อยล้าได้มาก 2)การมัดหมีในทุกแบบใช้ ระยะเวลาไม่แตกต่างกัน แต่การใช้เครื่องต้นแบบการวิจัยจะเกิดความเมื่อยล้าน้อยกว่า แบบดั้งเดิม เนื่องจากได้พัฒนาอุปกรณ์ให้มีที่นั้งปฏิบัติงานที่มั่นคง ต่างจากแบบดั้งเดิมที่ต้องนั่งปฏิบัติงานกับพื้น 3) การกรอเส้นไหมในทุกแบบใช้ระยะเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบต่อการกรอเส้นไหมจำนวน 1 โจ แต่การกรอเส้นไหมด้วยเครื่องต้นแบบการวิจัยซึ่งทำงานด้วยระบบไฟฟ้า สามารถกรอได้จำนวน 6 โจ พร้อมกัน ส่งผลให้ได้ปริมาณงานมากกว่าแบบดั้งเดิมถึง 6 เท่า ช่วยลดความเมื่อยล้าได้มาก 4) การปั่นไหม เข้าหลอดเส้นพุ่ง ด้วยเครื่องต้นแบบการวิจัยซึ่งทำงานด้วยระบบไฟฟ้า ใช้เวลาเพียง 25 - 30 นาที ต่างจากแบบดั้งเดิมซึ่งใช้เวลา 40 - 45 นาที ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและความเมื่อยล้า ผลการวิจัย นี้ได้แบบและอุปกรณ์ในกระบวนการทอผ้าไหมที่พัฒนาขึ้นใหม่ เพิ่มความสะดวก ลดขั้นตอน และเวลา และลดความเมื่อยล้าจากการทำกิจกรรมในกระบวนการทอผ้าได้มาก โดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเป็น เครื่องต้นแบบการวิจัย สามารถนำไปถ่ายทอดความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์ที่แพร่หลายให้แก่ผู้สูงอายุ ที่ทำอาชีพ ทอผ้า อีกทั้งสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาต่อยอดการวิจัยให้อุปกรณ์ทอผ้ามีวิธีการใช้งาน ที่เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ศักดิ์ทงศ์ วงศ์เจริญ และคณะ (2553) [4] ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่อง กรอด้วยกึ่งอัตโนมัติ โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติที่ได้ทำ การออกแบบและสร้างเครื่องกรอด้วยกับกลุ่มแม่บ้านที่ทำอาชีพทอผ้าและชาวบ้าน ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพการทำงานของในกรอด้วยมือ และเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติในการใช้เส้นด้ายเป็น ตัวทดสอบ ปรากฏว่าในกรอด้วยมือใช้เวลากรอด้วยเฉลี่ย 2.43 นาที และเครื่องกรอด้วยกึ่งอัต โนมัติใช้เวลาในการกรอด้วยเฉลี่ย 1.2 นาที แสดงว่าเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลา ในการกรอด้วยที่น้อยกว่าการกรอด้วยด้วยมือ 1.23 นาที คิดเป็นร้อยละ 50.6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการ วัดความยาวของเส้นด้ายที่กรอด้วยในกรอด้วยมือมีความยาวเฉลี่ย 91 เมตร และเครื่องกรอด้วย กึ่งอัตโนมัติมีความยาวเฉลี่ย 120.17 เมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติ มีเส้นด้ายที่ขาว กว่ากรอด้วยด้วยมือ 29.17 เมตร คิดเป็นร้อยละ 32 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบการกรอด้วย แสดงให้ เห็นว่าประสิทธิภาพในการกรอด้วยของเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติสูงกว่าในกรอด้วยด้วยมือ ลักษณะ ของเส้นด้ายจะเรียงกันเป็นเส้นต่อเส้นทำให้เก็บเส้นด้ายได้มากขึ้นและหลอดด้ายแน่นขึ้น ไม่มีปัญหาใน ขั้นตอนการทอผ้าขั้นตอนการบำรุงรักษาง่าย

ศุภชัย แก้วจันทร์ และคณะ (2562) [5] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ เครื่องตีเกลียวเส้นไหมพุ่งแบบ 2 หัวปั่น สำหรับกลุ่มเกษตรกรทอผ้าไหมในเขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพเครื่องตีเกลียวเส้นไหมพุ่งแบบ 2 หัวปั่น โดยใช้เส้นไหมทดสอบที่ 120 กรัม หรือ (1โจ) ความเร็วรอบอีกกรอ 72 รอบต่อนาที เครื่องสามารถ"กวัก"เส้นไหมหลังการย้อมออกจาก" กง"เข้าอีกกรอเพื่อเตรียมนำไปตีเกลียวเส้นไหมพุ่งใช้เวลาเฉลี่ย 128.18 นาทีต่อ 120 กรัม หมุน แบบต่อเนื่อง ผลทดสอบการควบเส้นไหมสองสีเข้าหลักใน" และตีเกลียวเส้นไหมพุ่งเข้าอีกกรอ ใช้เวลา เฉลี่ย 162 นาทีต่อ 120 กรัม ความถี่ระยะเกลียวเส้นไหมเฉลี่ย 8-12 เกลียว ต่อนิ้ว ผลทดสอบการดึงเส้น ไหมพุ่งเข้าหลอดใช้เวลาเฉลี่ย 62.9 นาทีต่อ120 กรัม ได้เส้นไหมพุ่งเฉลี่ย 40 หลอด ผลการถ่ายทอดองค์ ความรู้และเทคโนโลยีเครื่องตีเกลียวเส้นไหมพุ่งแบบ 2 หัวปั่น ต่อกลุ่มเกษตรกรทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ พบว่า ภาพรวมมีคิดเห็นและความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 437 , S.D= 041)

สุทธิสันต์ พิมพ์ศาล และคณะ (2562) [7] ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาเครื่องสางและเครื่องตีเกลียวเส้นไหม สำหรับไหมอีรี การศึกษาได้ออกแบบเครื่องสางไหมอีรีมีขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร โครงสร้างทำจากเหล็กฉาก 3:3 เซนติเมตร ที่มีความแข็งแรงทนทาน โดยปิดทับด้วยแผ่นสแตนเลสเงา และฝาครอบหัวสางรังไหมทำจากสแตนเลส ความหนาหนา 1.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางความยาว 25 เซนติเมตร ความกว้าง 410 มิลลิเมตร หนามสางรังไหมอีรีติดตั้งบนเหล็กกลมกลวง พันล้อมรอบด้วยหนามตะปู ระบบส่งกำลังของหัวสางรังไหมใช้มอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 2 แรงม้า สามารถปรับความเร็วรอบการหมุนได้ใช้อินเวอร์เตอร์ ควบคุมความเร็วมอเตอร์หัวสางรังไหม เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ปรับความเร็วรอบของลูกรีดป้อนรังไหมได้ตามต้องการ มีระบบความปลอดภัย โดยจะตัดไฟเมื่อเปิดฝาครอบหัวสางรังไหมออก จากการทดสอบสางรังไหมอีรีแบบป้อนต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง มีอัตราการสางรังไหมเฉลี่ย 526 กรัมต่อชั่วโมง โดยทำงานแบบต่อเนื่องนาน 6 ชั่วโมง สามารถสางรังไหมอีรีได้ 3,156 กรัมต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสางหรือยี่เส้นใยอีรีด้วยมือ ซึ่งปกติจะทำได้เพียง 1,500 กรัมต่อวัน ลักษณะเส้นใยที่ได้มีการกระจายตัวได้ดี สามารถลดปัญหาในการผลิตเส้นใยไหมอีรีของเกษตรกรได้ดี ต้นทุนเครื่องสางรังไหมอีรีราคา 80,000 บาท คิดค่าจ้างแรงงานป้อนรังไหมอีรี 300 บาท ต่อวัน เกษตรกรสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาประมาณ 11 เดือน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างและออกแบบเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้ารายละเอียด ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเรียบเรียงเนื้อหา ซึ่งมีการวางแผนและเตรียมการ และมีการแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ อันจะทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยในการดำเนินโครงการ ได้มีการวางแผนดำเนินการ ซึ่งสรุปเป็นลำดับขั้นตอนในการออกแบบและดำเนินงาน ได้ดังนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในการทำงาน

4.2 ศึกษาสภาพปัญหา และความต้องการรับการสนับสนุนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สร้างสัมพันธภาพ และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอความยินยอมในการให้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูล

4.3 ออกแบบ สร้าง และพัฒนาเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย โครงสร้างหลักแท่นเครื่อง ระบบส่งกำลัง และระบบควบคุมการทำงาน

4.4 จัดทำโครงสร้างแท่นเครื่องและระบบตรวจจับเส้นด้ายไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ และติดตั้งระบบในการควบคุมควบคุมเครื่องกรอเส้นไหม

4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย คือ แบบสอบถาม และแบบบันทึกผลการทดลอง ประกอบด้วย

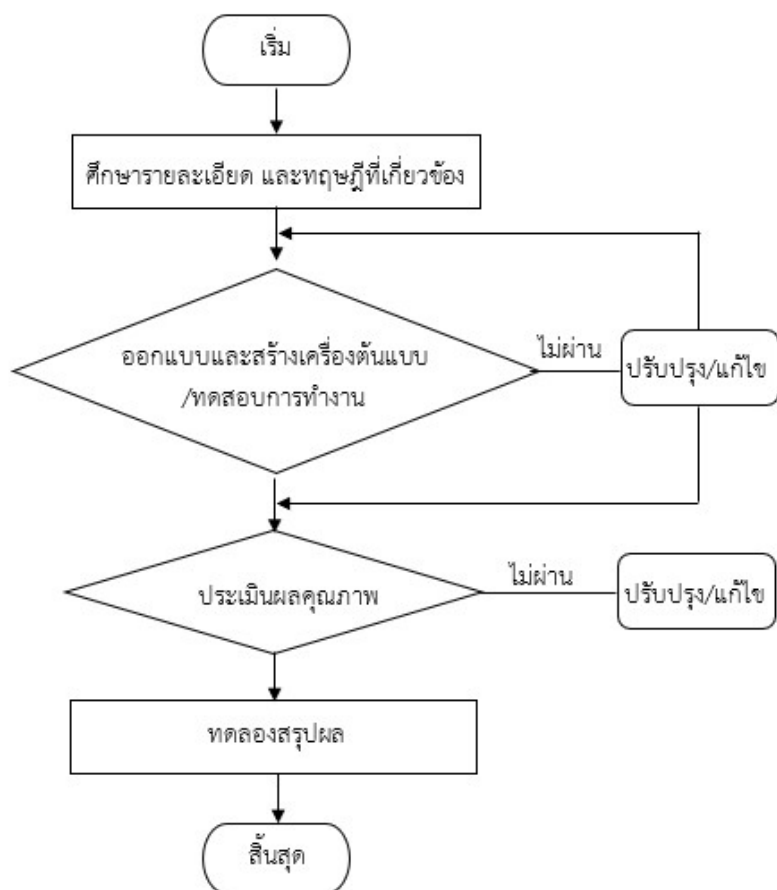
- 1). แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานของมอเตอร์
- 2). แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหม
- 3). แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของความสัมพันธ์ของโครงสร้างเครื่องกรอเส้นไหม
- 4). แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง

4.6 การสร้างหาประสิทธิภาพเครื่องมือ การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

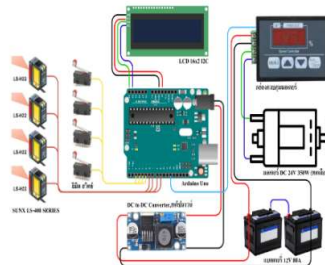
1). ศึกษาข้อมูลการสร้างเครื่องมือ ก่อนนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาของแบบสอบถาม และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2). นำแบบสอบถามที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ไปปรับปรุงแก้ไข และทำการทดลองเพื่อให้ได้คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่ได้กำหนดไว้

- 3). นำแบบสอบถาม หรือแบบบันทึกผลการทดลอง ไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย
- 4). นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม หรือแบบบันทึกผลการทดลองหาประสิทธิภาพ มาทำการสรุปและเปรียบเทียบข้อมูล ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลและ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล



รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนในการสร้างเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ



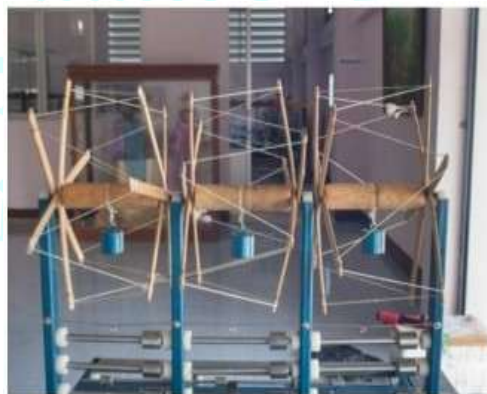
รูปที่ 2 ทำโครงสร้างแท่นเครื่อง ระบบตรวจจับเส้นด้าย และระบบควบคุมควบคุมเครื่องกรอเส้นไหม

4.7 การทดลองใช้งานจริง เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ระบบตรวจจับเส้นด้ายไหมยัด 4 ระวัง และติดตั้งระบบในการควบคุมควบคุมการทำงาน เครื่องกรอเส้นไหม



รูปที่ 3 การออกแบบและทำกล่องควบคุมมอเตอร์ด้วยระบบอัตโนมัติ

4.8 นำแบบสอบถามไปทำการเก็บข้อมูล ความคิดเห็นของกลุ่มสตรีทอผ้าไหม และกลุ่มทอผ้าไหมที่ผลิตเส้นใยไหม บ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ ต.คูเมือง อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ที่ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหมต้นแบบยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4 การทดลองใช้งานจริง เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง

4.9.การให้คะแนนในแต่ละข้อตามความเหมาะสมซึ่งมีลำดับตามความหมายของคะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | | |
|---|----------|-------------------------------|
| 5 | ความหมาย | มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด |
| 4 | ความหมาย | มีความพึงพอใจในระดับมาก |
| 3 | ความหมาย | มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง |
| 2 | ความหมาย | มีความพึงพอใจในระดับน้อย |
| 1 | ความหมาย | มีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก |

เกณฑ์การแปลความหมายของข้อมูล

4.51 - 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 - 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ต่ำกว่าเกณฑ์ 1.51	มีความพึงพอใจในระดับไม่ผ่านเกณฑ์

5. ผลการวิจัย

จากผลการทดลองใช้เครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สรุปผลได้ดังนี้

5.1 ผลจากการศึกษาสภาพปัญหา บริบทและพฤติกรรมกรอเส้นไหมของกลุ่มเป้าหมายของกลุ่มสตรีทอผ้าไหมบ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ ต.คูเมือง อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ร้อยละ 100 ใช้วิธีการกรอเส้นไหมแบบดั้งเดิม ซึ่งส่งผลกระทบต่อร่างกาย คือ อาการเมื่อยล้า และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและสร้างเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มสตรีทอผ้าไหมบ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ ต.คูเมือง อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ซึ่งได้มาโดยวิธีการสำรวจและทดสอบ จำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองประสิทธิภาพของการทำงานของมอเตอร์ ดังนี้

1. การทำงานมอเตอร์ 8 ครั้ง ใช้เวลาทดสอบตั้งแต่เวลา 1 ชั่วโมง ถึงเวลา 8 ชั่วโมง และพักเครื่อง 10 นาทีต่อครั้ง ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ อยู่ในระดับปกติ คิดเป็น ร้อยละ 100

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหม พบว่า เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับเส้นไหม จำนวน 10 ครั้ง และตรวจจับเส้นไหมเมื่อเส้นไหมขาดได้ จำนวน 10 ครั้ง คิดเป็น ร้อยละ 100

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพความสมดุลของโครงสร้างเครื่อง ในขณะที่เครื่องกรอเส้นไหม ทำงานด้วยกำลังสูงสุด พบว่า จากการทดสอบจำนวน 7 ครั้ง เวลาที่ใช้ทดสอบครั้งละ 1 ชั่วโมง พบว่า การสั่นของโครงสร้าง การหมุนของระวัง เครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมขาด และเครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมเต็มหลอด โดยทุกรายการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ซึ่งมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 100

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของความสมดุลของโครงสร้างเครื่อง ในขณะที่เครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ทำงานด้วยกำลังสูงสุด พบว่า จากการทดสอบจำนวน 7 ครั้ง เวลาที่ใช้ทดสอบครั้งละ 1 ชั่วโมง สรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้ การสั่นของโครงสร้าง การหมุนของระวัง เครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมขาด และเครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมเต็มหลอด โดยทุกรายการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ซึ่งมีค่าความถูกต้องเท่ากับ ร้อยละ 100

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมของเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับการกรอเส้นไหมแบบปกติ

ผู้ทดสอบ (คนที่)	ระยะเวลาในการกรอเส้นไหม (นาที) ต่อจำนวนที่ทดสอบ 40 หลอด		
	กรอเส้นไหมแบบปกติ	กรอเส้นไหมด้วยระบบอัตโนมัติ	ผลต่าง
1	145	55	90.00
2	162	48	114.00
3	137	45	92.00
4	148	53	95.00
5	159	39	120.00
6	141	64	77.00
7	138	57	81.00
8	124	55	69.00
9	147	57	90.00
10	140	48	92.00
11	137	42	95.00
12	146	54	92.00
13	151	47	104.00
14	162	58	104.00
15	166	46	120.00
16	157	51	106.00
17	149	40	109.00
18	142	53	89.00
19	151	58	93.00
20	151	52	99.00
21	152	65	87.00
22	134	41	93.00
23	128	47	81.00
24	155	46	109.00
25	147	53	94.00
26	142	55	87.00
27	153	46	107.00
28	136	52	84.00
29	165	48	117.00
30	148	50	98.00
เฉลี่ย	147.10	50.83	96.27

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมของเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับการกรอเส้นไหมแบบปกติ โดยได้ทดสอบกรอเส้นไหมจำนวน 40 หลอด ซึ่งใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่า การกรอเส้นไหมแบบปกติ ใช้เวลาเฉลี่ย 147.10 นาที ส่วนเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ใช้เวลาเฉลี่ย 50.83 นาที และผลต่างระหว่าง เครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ กับ การกรอเส้นไหมแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.27 นาที ในขณะที่ผลการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติการทดสอบที (Paired samples T test) พบว่า ประสิทธิภาพเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สูงกว่า ประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับของความพึงพอใจของความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ (n = 30)			
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	อันดับ
ข้อ 1. ความแข็งแรงและความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้	4.63	0.56	มากที่สุด	3
ข้อ 2. มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสม	3.80	0.48	มาก	9
ข้อ 3. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.43	0.77	มาก	4
ข้อ 4. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.77	0.68	มาก	10
ข้อ 5. ความเหมาะสมของการออกแบบ และความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน	4.20	0.71	มาก	7
ข้อ 6. เซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.37	0.72	มาก	6
ข้อ 7. มอเตอร์สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง	4.70	0.53	มากที่สุด	1
ข้อ 8. ความสมดุลของโครงสร้างเครื่อง ในขณะที่ทำงานด้วยกำลังสูงสุด	4.37	0.61	มาก	5
ข้อ 9. กรอเส้นไหมได้เร็ว และมีคุณภาพเหมือนกันทุกชิ้น	4.67	0.48	มากที่สุด	2
ข้อ 10. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา มีความเหมาะสม	4.13	0.68	มาก	8
รวม	4.31	0.62	มาก	

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.55) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ มอเตอร์สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.70$, S.D.=0.53) กรอเส้นไหมได้เร็ว และมีคุณภาพเหมือนกันทุกชิ้น อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.67$, S.D.=0.48) ความแข็งแรงและความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.63$, S.D.=0.56) ความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.43$, S.D.=0.77) ความสมดุลของโครงสร้างเครื่อง ในขณะที่ทำงานด้วยกำลังสูงสุด อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.61) เซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.72) ความเหมาะสมของการออกแบบ และความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.71) คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา มีความเหมาะสม อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.13$,

S.D.=0.68) มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสม อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ =3.80, S.D.=0.48) และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ =4.77, S.D.=0.68)

6. การอภิปรายผล

จากการวิจัย และสร้างเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยการหาประสิทธิภาพของเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ และวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ คณะผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหม พบว่า การทดสอบเซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหม จำนวน 10 ครั้ง เซ็นเซอร์ตรวจจับเส้นไหมเมื่อเส้นไหมขาดได้ จำนวน 10 ครั้ง คิดเป็น ร้อยละ 100.00 และการทดสอบประสิทธิภาพของความสัมพันธ์ของโครงสร้างเครื่อง ในขณะเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ทำงานด้วยกำลังสูงสุด พบว่า จากการทดสอบจำนวน 7 ครั้ง เวลาที่ใช้ทดสอบครั้งละ 1 ชั่วโมง สรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้ การสั้นของโครงสร้าง การหมุนของระวัง เครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมขาด และเครื่องหยุดเมื่อเส้นไหมเต็มหลอด โดยทุกรายการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ซึ่งมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 100.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของศุภชัย แก้วจันทร์, สมณชา จีระมะกร และชนิษฐา สิม่า (2567) [6] ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพ กิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ประสิทธิภาพระบบควบคุมความเร็วที่เหมาะสมในการขึ้นลำม้าย้อมเส้นไหม จำนวนการขึ้นลำ 25 ลำและใช้ความเร็วรอบของโครงม้วนเส้นไหมที่ 80 รอบต่อนาที เมื่อประเมินประสิทธิภาพแล้วพบว่า ความเร็วมอเตอร์เฉลี่ย ที่ 164 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ 1.56 นาที นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นลำย้อมเส้นไหมได้ตั้งสม่ำเสมอโดยที่เส้นไหม ไม่ขาด มีความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมเหมาะกับระบบควบคุมความเร็ว เพื่อการขึ้นลำม้าย้อมเส้นไหม เปรียบเทียบกับสัดส่วนของเวลาหลังพัฒนา พบว่ามีผลต่างสัดส่วนของเวลาที่ลดลงร้อยละ 87.20

การทดสอบประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมของเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับการกรอเส้นไหมแบบปกติ โดยได้ทดสอบกรอเส้นไหมจำนวน 40 หลอด ซึ่งใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่า การกรอเส้นไหมแบบปกติ ใช้เวลาเฉลี่ย 147.10 นาที ส่วนเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ใช้เวลาเฉลี่ย 50.83 นาที และผลต่างระหว่าง เครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ กับการกรอเส้นไหมแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.27 นาที ในขณะที่ผลการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติการทดสอบที (Paired samples T test) พบว่า ประสิทธิภาพเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สูงกว่าประสิทธิภาพการกรอเส้นไหมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งวิธีการกรอเส้นไหมแบบดั้งเดิมหรือแบบ ปกติ จะมีความเมื่อยล้าสะสมจากการทำงานในระยะเวลานานติดต่อกัน โดยมีแนวโน้มที่จะใช้เวลาในการกรอเส้นไหมต่อ 1 หลอด มากขึ้นหากทำการเพิ่มจำนวนในการทดสอบ ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติจะใช้มอเตอร์ในการหมุน และมีเซ็นเซอร์ช่วยควบคุมการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร อ่อนเกตุพล (2558) [8] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ ได้แก่ ผู้รับจ้างกรอเส้นด้ายที่ใช้เครื่องกรอเส้นด้าย สำหรับทอผ้าแบบดั้งเดิม จำนวน 15 คน และผู้ประกอบการทอผ้า จำนวน 10 คน จากสถานประกอบการทอผ้า 10 แห่ง ในจังหวัดลำพูน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพ

สิ่งประดิษฐ์ แบบประเมินมาตรฐานสิ่งประดิษฐ์ แบบประเมินสมรรถนะการทำงานสิ่งประดิษฐ์ แบบประเมินโครงสร้างและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ แบบบันทึกเวลาการกรอเส้นด้าย แบบบันทึกจำนวนชิ้นงานจากการกรอเส้นด้าย โดยจำกัดเวลาทดลอง & ชั่วโมง แบบบันทึกคุณภาพชิ้นงานการกรอเส้นด้าย แบบบันทึกกำลังการผลิตต่อวันในการกรอเส้นด้าย แบบบันทึกการทำงานต่อเนื่องของมอเตอร์และการพักเครื่อง แบบวิเคราะห์จุดคุ้มทุน แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเปรียบเทียบ t-test ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และยังมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์พงศ์ วงศ์เจริญ และคณะ (2553) [4] ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติ โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติที่ได้ทำกรอออกแบบและสร้างเครื่องกรอด้ายกับกลุ่มแม่บ้านที่ทำอาชีพทอผ้าและชาวบ้าน ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของการกรอด้ายที่กรอด้วยมือ และเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติในการใช้เส้นด้ายเป็นตัวแทนทดสอบ ปรากฏว่าในการกรอด้ายที่กรอด้วยมือใช้เวลากรอด้วยเฉลี่ย 2.43 นาที และเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติใช้เวลาในการกรอด้วยเฉลี่ย 1.2 นาที แสดงว่าเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาในการกรอด้ายที่น้อยกว่าการกรอด้วยมือ 1.23 นาที คิดเป็นร้อยละ 50.6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการวัดความยาวของเส้นด้ายที่กรอด้วยในการกรอด้วยมือมีความยาวเฉลี่ย 91 เมตร และเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติมีความยาวเฉลี่ย 120.17 เมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติ มีเส้นด้ายที่ยาวกว่าการกรอด้วยมือ 29.17 เมตร คิดเป็นร้อยละ 32 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบการกรอด้วย แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการกรอด้วยของเครื่องกรอด้ายกึ่งอัตโนมัติสูงกว่าในการกรอด้วยมือ ลักษณะของเส้นด้ายจะเรียงกันเป็นเส้นต่อเส้นทำให้เก็บเส้นด้ายได้มากขึ้นและหลดด้ายแน่นขึ้น ไม่มีปัญหาในขั้นตอนการทอผ้า ขั้นตอนการบำรุงรักษาง่าย ผลการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกรอเส้นไหม และระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานเครื่องกรอเส้นไหม กลุ่มสตรีทอผ้าไหม บ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ มีการอภิปรายผลดังนี้

1) การสร้างและพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า ได้ดำเนินการประเมินคุณภาพสิ่งประดิษฐ์ มาตรฐานสิ่งประดิษฐ์ สมรรถนะการทำงานตัวเครื่อง และโครงสร้างและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ โดยผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง สรุปผลดังนี้

1.1) การประเมินคุณภาพผลงานสิ่งประดิษฐ์ (ตามเกณฑ์ประเมินสิ่งประดิษฐ์ของอาชีวศึกษา) ได้แก่ ข้อกำหนด/คุณสมบัติของสิ่งประดิษฐ์ ความเหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์ในด้านการออกแบบ การใช้วัสดุผลิต คุณค่าของสิ่งประดิษฐ์ การนำเสนอผลงาน และเอกสารประกอบเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 5 คน พบว่า เครื่องกรอระบบไฟฟ้ามีคุณภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.49)

1.2) การประเมินมาตรฐานสิ่งประดิษฐ์ (ตามเกณฑ์การประเมินมาตรฐานขั้นต้นของนวัตกรรมการศึกษาของอาชีวศึกษา ประเภทชุดทดลอง/ชุดอุปกรณ์) ได้แก่ มาตรฐานทั่วไป และมาตรฐานเฉพาะ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 5 คน พบว่า เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต้นด้านทุกรายการ

1.3) การประเมินสมรรถนะการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ ระบบโครงสร้างภายในระบบควบคุม และการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุและอุปกรณ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างไฟฟ้าจำนวน 5 คน

พบว่า เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า มีสมรรถนะการทำงานตัวเครื่องที่เหมาะสมระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.44)

1.4) ประเมินโครงสร้างและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ โครงสร้างและการออกแบบตัวเครื่อง เทคนิคการผลิต และการติดตั้งชิ้นส่วนวัสดุและอุปกรณ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขา ช่างกลโรงงานและช่างเชื่อม จำนวน 3 คน พบว่า เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้ามีโครงสร้างและการออกแบบที่เหมาะสมระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.49) 2) สมรรถนะการทำงานของเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า สามารถกรอได้ครั้งละ 3 หลอด การกรอเส้นด้ายหลอดใหญ่ ใช้เวลาเฉลี่ยครั้งละ 7.55 นาที หลอดเล็ก ครั้งละ 2 นาที ทดสอบโดยใช้เวลา 8 ชั่วโมง ได้หลอดใหญ่ 189 หลอด และหลอดเล็ก 720 หลอด คุณภาพชิ้นงานของการกรอเส้นด้ายหลอดใหญ่และหลอดเล็ก เปรียบเทียบ ชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 100 มีคุณภาพในระดับมาก และเป็นมาตรฐานเดียวกัน การทดสอบเวลาทำงานต่อเนื่องของมอเตอร์และการพักเครื่อง ในเวลาที่เหมาะสม ควรให้มอเตอร์ทำงานต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง 30 นาที และพักเครื่อง 30 นาที เพื่อยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้า กำลังการผลิตต่อวัน (24 ชั่วโมง) สามารถกรอเส้นด้ายหลอดใหญ่ 513 หลอด และหลอดเล็ก 1,944 หลอด

จากข้อสรุปตั้งแต่ข้อ 1.1 – 1.4 การออกแบบ และสร้างต้นแบบเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ มีการประเมินคุณภาพสิ่งประดิษฐ์ มาตรฐานสิ่งประดิษฐ์ สมรรถนะการทำงานตัวเครื่อง และโครงสร้างและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร อ่อนเกตุพล (2558) [8] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า พบว่า การประเมินคุณภาพผลงานสิ่งประดิษฐ์ (ตามเกณฑ์การประเมินสิ่งประดิษฐ์ของอาชีวศึกษา) ได้แก่ ข้อกำหนด/คุณสมบัติของสิ่งประดิษฐ์ ความเหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์ในด้านการออกแบบ การใช้วัสดุผลิต คุณค่าของสิ่งประดิษฐ์ การนำเสนอผลงานและเอกสารประกอบการเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 5 คน พบว่า เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า มีคุณภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.49)

2) เปรียบเทียบผลการใช้เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า กับเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าแบบดั้งเดิม

2.1) ผลการทดลองใช้เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า การกรอเส้นด้ายสามารถกรอได้ครั้งละ 3 หลอด หลอดใหญ่ ใช้เวลาเฉลี่ย ครั้งละ 7.55 นาที หลอดเล็ก 2.00 นาที ทดสอบการกรอ โดยใช้เวลา 8.00 - 17.00 น. พักเครื่อง 1 ชั่วโมง กรอหลอดใหญ่ 189 หลอด และหลอดเล็ก 720 หลอด กำลังการผลิตต่อวัน สามารถกรอหลอดใหญ่ 513 หลอด หลอดเล็ก 1,944 หลอด โดยคุณภาพการกรอเส้นด้าย ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 100 เป็นมาตรฐานเดียวกันได้ชิ้นงานไม่แตกต่างกัน

2.2) ผลการทดลองใช้เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าแบบดั้งเดิม การกรอเส้นด้ายสามารถกรอได้ครั้งละ 1 หลอด หลอดใหญ่ ใช้เวลาเฉลี่ย ครั้งละ 15.25 นาที หลอดเล็ก 3.50 นาที ทดสอบการกรอ โดยใช้เวลา 8.00 - 17.00 น. พักเที่ยง 1 ชั่วโมง สามารถกรอด้วยหลอดใหญ่ เฉลี่ย 24 หลอด และหลอดเล็ก 103 หลอด กำลังการผลิตต่อวัน หลอดใหญ่ เฉลี่ย 30 หลอด หลอดเล็ก 120 หลอด โดยคุณภาพการกรอเส้นด้ายแต่ละชิ้นไม่เหมือนกัน จำนวนชิ้นงานและคุณภาพชิ้นงานขึ้นอยู่กับความชำนาญและฝีมือของผู้กรอแต่ละคน ลักษณะการทำงาน ความเร็ว การหยุดพัก ขึ้นอยู่กับภาวะสุขภาพส่วนบุคคล และการใช้แรงงานคน ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่องเกิน 12 ชั่วโมง

2.3) การกรอเส้นด้ายโดยใช้เครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า ได้จำนวนชิ้นงานมากกว่า และมีคุณภาพดีกว่า การใช้เครื่องกรอแบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมี

ความสอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร อ่อนเกตุพล (2558) [8] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาเครื่องกรอเส้น ด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องกรอเส้นด้ายด้วยระบบไฟฟ้าที่สร้างขึ้น มีคุณภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.49)

2.4) วิเคราะห์การลงทุน ซื้อเครื่องกรอเส้นสาย สำหรับทอผ้าระบบไฟฟ้าเครื่องละ 25,000 บาท กับค่าจ้างแรงงานในการกรอเส้นด้าย หลอดใหญ่ 8 บาท หลอดเล็ก 2 บาท เทียบกับวิธีการใช้เส้นด้ายสำหรับการทอผืนผ้า 1 ผืน ใช้ด้ายหลอดใหญ่ 40 หลอด หลอดเล็ก 125 หลอด เมื่อกลุ่มธุรกิจมีอัตราการทอผืนผ้า มากกว่า 44 ผืน ซื้อเครื่องกรอไฟฟ้าคุ้มค่าต่อการลงทุน สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร อ่อนเกตุพล (2558) [8] ซึ่งได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า พบว่า วิเคราะห์การลงทุน ซื้อเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า เครื่องละ 25,000 บาท กับค่าจ้างแรงงานในการกรอเส้นด้าย หลอดใหญ่ 8 บาท หลอดเล็ก 2 บาท เทียบกับอัตราการใช้เส้นด้ายสำหรับการทอผืนผ้า 1 ผืน ใช้ด้ายหลอดใหญ่ 40 หลอด หลอดเล็ก 125 หลอด เมื่อกลุ่มธุรกิจ มีอัตราการทอผืนผ้า มากกว่า 44 ผืน ซื้อเครื่องกรอไฟฟ้าคุ้มค่าต่อการลงทุน

3) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีเครื่องกรอด้วยเส้นสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.81) สอดคล้องกับงานวิจัยของนนทนันท์ พลพันธ์ และธนากร ไชยโคตร (2566) [2] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปั่นด้าย กรอไหมอีรี่สำหรับทอผ้าพื้นเมือง โดยพัฒนาเครื่องปั่นด้าย กรอไหมอีรี่ สำหรับทอผ้า พื้นเมืองที่สามารถปรับความเร็วในการหมุนปั่นเส้นไหมให้เหมาะสมกับ ความชำนาญของเกษตรกรแต่ละคน เพื่อให้เส้นไหมมีขนาดสม่ำเสมอ กัน ลดระยะเวลาในกระบวนการสาวไหม และได้เส้นไหมที่มีคุณภาพ ต้นกำลังระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรง 36 โวลต์ ขนาด 250 วัตต์ เป็นตัวขับเคลื่อน ส่งกำลังผ่านเพลาชัปลายพานเพื่อหมุนชุดปั่นขึ้นเส้นไหมอีรี่และปั่นดีเกลียว สามารถปรับความเร็วรอบได้ตาม ความชำนาญของผู้ใช้งาน ผลการทดสอบเครื่องปั่นด้าย กรอไหมอีรี่ สำหรับทอผ้าพื้นเมืองที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เทียบกับแบบดั้งเดิม พบว่า อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถทำงานได้ดีกว่า ผู้ที่เริ่มค้นก็สามารถ ปรับความเร็วรอบให้ต่ำและปั่นได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสูงกว่าแบบดั้งเดิม จากผลการทดลองจะเห็นว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถปรับ ความเร็วรอบการทำงานได้ตั้งแต่ 100 - 3,000 รอบ/นาที ทดสอบที่ ความเร็วรอบ 6 ระดับ คือ 1,000, 1,200, 1,400, 1,600, 1,800, 2,000 และ 2,200 รอบ/นาที โดยผลการทดสอบที่ระดับความเร็ว 2,200 รอบ/นาที มี อัตราการทำงานสูงสุดเป็น 3 กรัมชั่วโมง ทั้งนี้เป็นเพราะอุปกรณ์ที่ พัฒนาขึ้นมาเกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถทำงานได้สูงกว่าแบบเดิมถึง 5 เท่าที่ประสิทธิภาพการปั่นเส้นใย 16 % อีกทั้งเครื่องที่พัฒนายังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นต้นกำลังให้กับอุปกรณ์การทอผ้า พื้นเมืองแบบดั้งเดิม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร อ่อนเกตุพล (2558) [8] ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า พบว่า การศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วย ระบบไฟฟ้า พบว่า ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.71)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรมีการปรับขนาดของเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ให้เล็กลง เพื่อให้มีน้ำหนักเบา และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกยิ่งขึ้น

7.2 เพื่อสวยงามและทันสมัย ควรมีการออกแบบ และเก็บรายละเอียดเครื่องกรอเส้นไหมยัด 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ให้ดียิ่งขึ้น

7.3 แบตเตอรี่ควรใช้งานเป็นแบตเตอรี่แบบลิเธียม เพื่อให้มีน้ำหนักเบา มีอายุการใช้งานยาวนานมากขึ้น และให้พลังงานสูง

8. องค์ความรู้ใหม่

สมรรถนะในการทำงานของเครื่องกรอเส้นไหมยี่ห้อ 4 ระวัง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ สามารถเพิ่มปริมาณการผลิต ลดภาระการใช้แรงงาน และพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ให้ทันสมัยของตลาดยุคปัจจุบัน

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มสตรีทอผ้าไหมบ้านคูบอน และบ้านหินเหล็กไฟ ต.คูเมือง อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องกรอเส้นไหม ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยอย่างยิ่ง และคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุน ในการจัดทำงานวิจัยจากสภาวิชาแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2560). [ออนไลน์]. *ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ อุบลราชธานี แหล่งเรียนรู้หม่อนไหม*. (สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พ.ค. 2567). สารสนเทศท้องถิ่นอีสาน. <https://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/esaninfo/?p=2964>.
- [2] นนทพันธ์ พลพันธ์ และ ธนากร ไชยโคตร. 2566. *การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปั่นด้ายกรอไหมอีรี่สำหรับทอผ้าพื้นเมือง*. [เอกสาร]. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 15 (1-3 พฤษภาคม 2566), สถาบันวิจัยและพัฒนา – มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร.
- [3] เบญจมาศ แก้วรัตน์ , วุฒิชัย สิทธิวงษ์ , เกียรติภูมิ ดวงศรี, เสถียร แจ่มแสง, คุณกร พลสินธุ์ และ สมบัติกองภา. (2565) *การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ในกระบวนการทอผ้าไหมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ*. รายงานผลการวิจัยหม่อนไหม ประจำปี 2565.165-198.
- [4] ศักดิ์ทงงค์ วงศ์เจริญ และคณะ. (2553). *การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องกรอด้วยกึ่งอัตโนมัติ*. (รายงานวิจัย). สถาบันวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- [5] ศุภชัย แก้วจันทร์, ชูชาติ พยอม และ เอกราช นาคนวล (2562). *การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องตีเกลียวเส้นไหมพุ่งแบบ 2 หัวปั่นสำหรับกลุ่มเกษตรกรทอผ้าไหมในเขตพื้นที่ จังหวัดสุรินทร์*. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2. 70-82
- [6] ศุภชัย แก้วจันทร์, สุนันทา จิระมะกร และชนิษฐา สีมา (2567). *การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพ กิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์*. (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
- [7] สุทธิสันต์ พิมพะสาล และคณะ (2562). *การพัฒนาเครื่องสางและเครื่องตีเกลียวเส้นไหม สำหรับไหมอีรี่*. (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิ.ย. 2567). เว็บไซต์ของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี <https://qsds.go.th/newosrd/wp-content/uploads>

/sites/115/2021/06/20-The-Development-of-a-Carding-Machine-and-a-Twisting-Silk-Machine-for-Eri-Silk-.pdf.

- [8] สมพร อ่อนเกตุพล. (2558). *การพัฒนาเครื่องกรอเส้นด้ายสำหรับทอผ้าด้วยระบบไฟฟ้า*. (รายงานวิจัย). วิทยาลัยเทคนิคลำพูน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.





ISSN 3057 - 0565 (Online)



Our Phone
038 616 434



Our Website
<https://so10.tci-thaijo.org/index.php/ivee>

