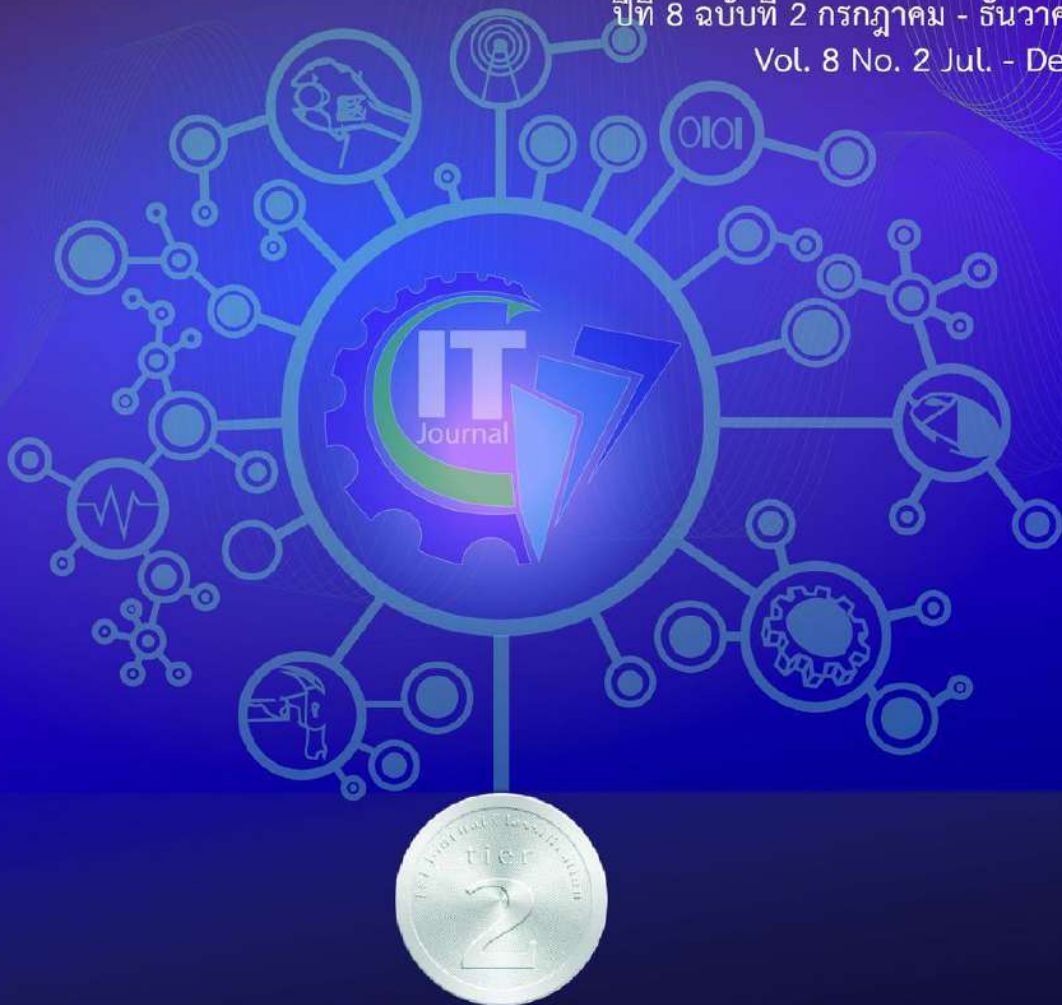




วารสารวิชาการ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566
Vol. 8 No. 2 Jul. - Dec. 2023



Approved by TCI during 2022-2024

Industrial Technology Journal
Surindra Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ISSN 3027-6314 (Print)
ISSN 3027-6322 (Online)



industrial-journal.sru.ac.th

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เป็นวารสารวิชาการระดับชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นปีละ 2 ฉบับเพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความ วิจัย และบทความทางวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ฉบับนี้เป็นปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2566 ประกอบด้วย บทความวิจัย จำนวน 13 บทความ อนึ่งความคิดเห็นจากบทความวิชาการหรือรายงานการวิจัยแต่ละเรื่องที่น่าสนใจในวารสารฉบับนี้เป็นความเห็นจากผู้เขียนหรือผู้วิจัยกองบรรณาธิการมีหน้าที่ จัดพิมพ์และเผยแพร่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการแก่สังคมเท่านั้น กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบุคลากรทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการตลอดจนผู้สนใจโดยทั่วไป จะได้รับสาระประโยชน์จากวารสารฉบับนี้

กองบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566

ISSN 3027 – 6314 (Print)

ISSN 3027 – 6322 (Online)

เจ้าของ
ที่ปรึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และบริหารงานบุคคล
รองคณบดีฝ่ายวางแผน และกิจการนักศึกษา
รองคณบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา วัชระยลุน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. กรินทร์ กาญจนานนท์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระราชูปถัมภ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วรัทยา ธรรมกิตติภาพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพฏ พงษ์ศักดิ์ศรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วงกต ศรีอุไร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญฉรีย์ พิมพ์มูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ มณีวรรณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

รองศาสตราจารย์ยุพดี สีนมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความทางวิชาการ ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของอาจารย์ นักศึกษา และนักวิชาการ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือนมกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

โดยทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรง 3 ท่านต่อหนึ่งบทความ

สารบัญ

บทความวิจัย

การจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดศิวพร แนนหนา ฉัตรพล พิมพา จีรวรรณ จันทรวง ฐิติกร พรหมบรรจง.....วริษฐา เทพนมิตร บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง.....	1
การประเมินคุณสมบัติคอนกรีตผสมวัสดุเหลือใช้และความคุ้มค่าสำหรับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามแดน อุดรพงษ์.....	13
การพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดตูปุลาขราชธานีศรีวะนาไลยุทธศักดิ์ ทองแสน.....	24
การพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้านทรงศักดิ์ มีสิทธิ์ สุพัตรา วยะลุน ภูวิติ อาสาแสน พัทธ์ แสนกล้า วีระนันต์ วิบูลย์อรรถ.....รัตยา ธาณี.....	39
การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคอิริช ลีตระกูล จีระศักดิ์ พิศเพ็ง วิชัย แหวนเพชร อัญญา วรรณกายนต์.....	49
การพัฒนาไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุสมภพ เพ็ชรดี ณัฐวุฒิ อริยะจินโณ.....	63
การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสงสุชาติ คุมนิล อภิชัย ไพโรสินธุ์.....	75
การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชันธีรวัลย์ ปานกลาง รัตนสุดา สุกदनัยสร.....	86
การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์อรฉัตร อินสว่าง นิคม ลนขุนทด เทียงธรรม สิทธิจันทเสน อัญญา วรรณกายนต์.....	98
การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดูลที่มีส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้าณัฐพงศ์ บุตรธนู บรรณญาติ บริบูรณ์ นพรัตน์ ธรรมวงษา นิวัตร ภูมิพันธ์.....	111
การศึกษาการแก้ไขพฤติกรรมขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยการออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนนและการบังคับใช้กฎหมายด้วยเทคโนโลยีกล้อง AI: การศึกษาการแก้ไขพฤติกรรมขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยการออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนนและการบังคับใช้กฎหมายด้วยเทคโนโลยีกล้อง AIศิริภา จันทโคตร เจษฎา คำผอง.....	124

สารบัญ

บทความวิจัย (ต่อ)

การออกแบบและสร้างชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ กรณีศึกษาสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิศรัณยู เหลาพา วีรवारณ พุทธมาตย์.....	137
องค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มชมรมผู้สูงอายุตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์มะโนด สุขตาม ยุพดี สีนมาก อภินันท์ชัย โจมสดี บัญชา ชื่นจิต กัญญา เขี่ยมสวัสดิ์.....	149

การจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด

ศิวพร แนนหนา¹ ฉัตรพล พิมพา² จรีวรรณ จันทร์คง³ ฐิติกร พรหมบรรจง⁴

วริษฐา เทพนมิตร⁴ บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง^{4*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์¹

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ²

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย³

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย⁴

อีเมล : Banthita.p@rmutsv.ac.th^{4*}

วันที่รับบทความ 10 สิงหาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 24 ตุลาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 24 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช หาพิกัดที่ตั้งและระยะทางการท่องเที่ยว เพื่อนำมาจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวสำหรับให้นักท่องเที่ยวใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการท่องเที่ยวภายใต้ระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีทั้งหมด 22 แห่ง กระจายตัวในบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอข้างเคียง การจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด (The Nearest Neighbor Method) ในการจัดเส้นทาง โดยกำหนดให้มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการท่องเที่ยวที่สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช มีเวลาในการเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ ที่ละ 30 นาทีและมีการท่องเที่ยว 6 ชั่วโมงต่อวัน เป็นต้น ผลจากการจัดเส้นทางพบว่า มีเส้นทางการท่องเที่ยวที่แนะนำทั้งสิ้น 4 เส้นทาง และใช้ระยะเวลาในการท่องเที่ยวแต่ละเส้นทาง 336.9, 346.3, 355.3, 211.4 นาทีตามลำดับ ผลการจัดเส้นทางนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราชของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำหรับนักท่องเที่ยวที่มีเวลาจำกัด หรือเป็นแนวทางในการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวในจังหวัดอื่น ๆ ได้อีกด้วย

คำสำคัญ : โปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยว การจัดเส้นทาง วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด



Organizing Tourism Route Programs in Nakhon Si Thammarat By Using The Nearest Neighbor Method

Siwaporn Nannar¹ Chatpon Phimpha² Jareewan Chankong³ Thitikorn Prombanchong⁴

Varidta Tapnimit⁴ Banthita Poosabmee Ponatong^{4*}

Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University¹

Faculty of industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi²

Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya³

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya⁴

E – mail : Banthita.p@rmutsv.ac.th^{4*}

Received 10 August 2023

Revised 24 October 2023

Accepted 24 November 2023

Abstract

The purpose of this research was to collect information on tourist attractions in Nakhon Si Thammarat Province. Find out the coordinates of the location and travel distance. To be used to organize tourism route programs for tourists to use as a guideline for planning tourism under a limited period time. There are 22 popular tourist attractions in Nakhon Si Thammarat province spread out in the city and neighboring districts. The Nearest Neighbor Method are used to organize the route for the tourism route program. By specifying the beginning and end of the tour at Nakhon Si Thammarat International Airport There were 30 minutes to visit each place and 6 hours of sightseeing per day. The results of the route arrangement showed that there were a total of 4 recommended travel routes and the travel time of each route was 336.9, 346.3, 355.3 and 211.4 minutes, respectively. The result of this route arrangement can be used as a guideline for promoting tourism in Nakhon Si Thammarat Province by relevant agencies. For travelers with limited time or as a guideline for organizing tourism routes in the province.

Keywords : Organizing Tourism Route Programs, Routing, The Nearest Neighbor Method.

1. บทนำ

การท่องเที่ยวเป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ และมีส่วนในการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่ง โดยตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2565 มีจำนวนนักท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในเดือนธันวาคมมีจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งหมด 242,870 คน (สำนักงานสถิติจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2566) ซึ่งจำนวนดังกล่าวรวมทั้งนักท่องเที่ยวชาวไทย และต่างประเทศ และพบว่าเป้าหมายของแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2566 – 2570) เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวของไทยให้เกิดการพัฒนาอย่างเป็นองค์รวมโดยการขับเคลื่อนให้เกิดการบูรณาการการทำงานของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการผลักดันให้มีการบริหารจัดการการท่องเที่ยว โดยหนึ่งในพันธกิจเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวบนพื้นฐานความสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อัตลักษณ์ของสังคมและชุมชน ศิลปวัฒนธรรม และการบริหารจัดการนักท่องเที่ยวอย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2566)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครศรีธรรมราชมีความแตกต่างกันตามลักษณะของเทือกเขานครศรีธรรมราช ซึ่งวางตัวทอดตามแนวของคาบสมุทร ทำให้สามารถแบ่งลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้เป็น 3 ส่วน คือ บริเวณเทือกเขตอนกลาง ที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก และที่ราบด้านตะวันตก (ศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยว จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2552) รวมทั้งมีวัฒนธรรมและประเพณีตามรูปแบบตอนใต้ของประเทศไทย จึงทำให้มีสถานที่ท่องเที่ยวมากมายหลายรูปแบบ ทั้งวัด น้ำตก และทะเล ซึ่งสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมในจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ไร่ชาอัสสัม หมู่บ้านคีรีวง ขนอมแกรนด์แคนยอน อุทยานพระพุทธรูปหินทราย ปากพนัง พิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช ถ้ำเขาพังทอง อุโมงค์ต้นยางขนอม กำแพงเมืองเก่า ไร่เกษมสุข ประตุน้ำปากพนัง ถนนเลียบทะเลขนอมสิชล ทะเลหมอกเขาขุนยี่ ทะเลหมอกกรุงชิง เขาหินพับผ้า หาดขนอม หาดสิชล หาดหินงาม หาดท้องหยี น้ำตกกรุงชิง และน้ำตกท่าแพ (สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬา จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2557) ซึ่งในปัจจุบันมีการอำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยว โดยการใช้สื่อประชาสัมพันธ์ทางเว็บไซต์ แผนที่การท่องเที่ยว สถานที่ท่องเที่ยว ข้อมูลการเดินทาง ข้อมูลที่พัก ของดีประจำจังหวัด ร้านอาหารแนะนำ ร้านของฝากแนะนำ เป็นต้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยว แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเพื่อเป็นเส้นทางท่องเที่ยวทางเลือกให้กับนักท่องเที่ยว เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถบริหารเวลาในการท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจน

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพิภพสถานที่ตั้ง และระยะทางการท่องเที่ยวในแต่ละสถานที่ เพื่อนำมาจัดโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวโดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลเพื่อหาคำตอบ และสามารถนำไปใช้ได้ง่าย เพื่อเป็นแนวทางให้นักท่องเที่ยวสามารถใช้เส้นทางในการท่องเที่ยวเพื่อบริหารจัดการเวลาได้อย่างดี

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อหาพิภพและระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราช
- 2.2 เพื่อจัดโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด

3. วิธีการวิจัย

การท่องเที่ยวถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ โดยในการท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวจะมีการวางแผนและกำหนดระยะเวลาในการท่องเที่ยว (Kwan et al. 2019) การจัดโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยวเป็นการบริหารจัดการการท่องเที่ยวภายใต้ทรัพยากรหรือข้อจำกัด โดยรูปแบบของโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยวมีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบโปรแกรมกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ เป็นการที่นักท่องเที่ยวเรียนรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับวิถีชีวิตชุมชนและเรื่องเล่าประวัติของแหล่งท่องเที่ยว (สุพัตรา พิทักษ์พรพลก ปวีรรต สมนึก และ นวทิwa สีหามาน. 2565) รูปแบบโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยว เชิงสร้างสรรค์แบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานข้อมูลแผนที่ที่มีเขียนเน้นการ

3.1 ศึกษาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.2 การหาพิกัดและระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.3 จัดทำเมตริกซ์ระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

$$T_t = \left(\frac{(s_t x 60)}{80} \right) + 30 \quad \dots(1)$$

T_t เวลาทั้งหมด ณ สถานที่ท่องเที่ยวนั้น ๆ (นาที)

S_t ระยะทางจากสถานที่นั้น ๆ (กิโลเมตร)

3.4 ทำการจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด

ในการจัดเส้นทางในการท่องเที่ยวเริ่มต้นการเดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาตินครราชสีมาไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยการจัดเส้นทางใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถใช้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการหาคำตอบ เช่นเดียวกับเกศินี สอนิ (2563) จัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดซึ่งสามารถลดต้นทุนลงร้อยละ 58.42 และนฤมล ไชยโคตร ภรพภากร อธิษฐานันท์ รติรัตน์ กิตติปัญญาพัฒน์ และสิริเดช ชาตินิยม (2560) ทำการปรับปรุงอัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุดในการจัดการขนส่งสามารถช่วงลดค่าใช้จ่ายลงร้อยละ 13.1 โดยหลักการของวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดที่ใช้ในการจัดเส้นทางนั้นเริ่มจากการพิจารณาจุดเริ่มต้นในการเดินทางเดินทางไปยังสถานที่ที่ใกล้ที่สุดหลังจากนั้นเดินทางต่อไปยังสถานที่ที่ใกล้ที่สุดไปเรื่อย ๆ จนครบหรือเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดตามระยะเวลา 6 ชั่วโมง

3.5 สรุปผลโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการศึกษาข้อมูลและพิกัดสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการศึกษาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่ได้รับความนิยมในการท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชในปัจจุบันทั้งหมด 22 แห่ง ซึ่งหลังจากนั้นนำมาหาพิกัดสถานที่ท่องเที่ยวด้วย Google Map ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าที่เียวที่ได้รับความนิยม ได้แก่ วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร ไร่ชาดเจดีย์ หมู่บ้านคีรีวง ขนอมแกรนด์แคนยอน อุทยานพระพุทธศาสนา ตลาดร้อยปีปากพั่น พิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช ถ้ำเขาวังทอง อุโมงค์ดินยางขนอม กำแพงเมืองเก่า ไร่เกษมสุข ประตุน้ำปากพั่น ถนนเลียบทะเลขนอมสิชล ทะเลหมอกเขาศูนย์ ทะเลหมอกกรุงชิง เขาหินพับผ้า หาดขนอม หาดสิชล หาดหินงาม หาดท้องหยี น้ำตกกรุงชิง และน้ำตกท่าแพ

ตารางที่ 1 พิกัดสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

รหัส	ชื่อสถานที่ท่องเที่ยว	พิกัดสถานที่ท่องเที่ยว (Latitude, Longitude)
T1	วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร	8.426013466196274, 99.9658790029094
T2	ไอ้ไข่วัดเจดีย์	8.911553874358743, 99.84761172418287
T3	หมู่บ้านคีรีวง	8.432708451363602, 99.78254869534224
T4	เขื่อนแควน้อยล้นเกล้า	9.26210955807458, 99.76399042400142
T5	อุทยานพระพุทธรูป	8.38740525796187, 99.39572649534189
T6	ตลาดร้อยปีปากพนัง	8.34815385204087, 100.19938755020513
T7	พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ นครศรีธรรมราช	8.472412884813687, 99.95180231171486
T8	ถ้ำเขาวังทอง	9.204967878393859, 99.77409468166965
T9	อุโมงค์ดินยางขนอม	9.211728524196351, 99.79832780883949
T10	กำแพงเมืองเก่า	8.42757424551069, 99.96090551194219
T11	ไร่เกษมสุข	8.318245001585186, 99.42966886810977
T12	ประตูปะนาบปากพนัง	8.199672803452525, 100.24044597283007
T13	ถนนเลียบทะเลขนอมลิขิต	9.11634534619687, 99.89725707338512
T14	ทะเลหมอกเขาขุนย	8.485844110329852, 99.46973592232368
T15	ทะเลหมอกกรุงชิง	8.776071691395133, 99.72198143767216
T16	เขานินทับผ้า	9.031809765094337, 99.76573569841331
T17	หาดขนอม	9.199147634009467, 99.87358948502866
T18	หาดลิขิต	9.009400889582576, 99.92186175984082
T19	หาดหินงาม	9.000807759226019, 99.91931101396423
T20	หาดทองหยี	9.112349013813295, 99.89901393767505
T21	น้ำตกกรุงชิง	8.712339029614697, 99.69444045076088
T22	น้ำตกท่าแพ	8.361037991494328, 99.69104916650525

4.2 ผลการจัดทำเมตริกซ์ระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช

เมื่อทราบสถานที่ท่องเที่ยวและพิกัดเส้นทางการท่องเที่ยวแล้วนำมาหาระยะทางระหว่างสถานที่และมีจุดเริ่มต้นในการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่ท่าอากาศยานนานาชาตินครศรีธรรมราช (D1) โดยใช้ Google Map ในการหาระยะทางดังกล่าวผลการจัดทำตารางเมตริกซ์ แสดงดังรูปที่ 1

	D1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
D1	0	12.63	41.70	14.22	80.94	32.17	24.93	7.43	74.56	75.17	12.44	35.46	40.61	64.24	24.51	28.63	55.54	73.49	52.32	51.36	63.79	23.00	23.40
T1	12.63	0	54.34	9.29	93.58	29.06	14.59	5.21	87.20	87.81	0.31	29.48	28.66	76.85	26.01	40.90	68.16	86.11	64.91	63.96	76.40	34.75	15.61
T2	41.70	54.34	0	53.35	39.23	62.57	65.10	49.11	32.85	33.48	54.12	69.23	81.55	22.92	51.06	16.39	14.03	32.01	11.54	10.60	22.49	23.50	61.72
T3	14.22	9.29	53.35	0	92.23	20.14	22.98	9.64	85.87	86.63	9.03	21.82	34.55	76.25	16.92	38.31	66.62	85.36	64.53	63.57	75.82	31.42	9.20
T4	80.94	93.58	39.23	92.23	0	99.01	103.96	88.32	6.38	5.88	93.33	106.28	120.50	17.64	87.59	54.09	25.61	9.06	29.27	30.16	18.08	61.24	100.26
T5	32.17	29.06	62.57	20.14	99.01	0	40.67	29.71	93.06	94.07	28.90	7.88	47.05	85.19	11.57	46.36	74.20	93.69	74.39	73.44	84.80	39.24	15.15
T6	24.93	14.59	65.10	22.98	103.96	40.67	0	18.66	97.86	98.31	14.94	38.81	16.64	86.87	40.03	53.55	79.31	96.16	74.93	74.02	86.41	48.07	25.63
T7	7.43	5.21	49.11	9.64	88.32	29.71	18.66	0	81.99	82.60	5.01	31.33	33.57	71.66	24.47	35.77	62.95	80.91	59.73	58.78	71.21	29.76	18.05
T8	74.56	87.20	32.85	85.87	6.38	93.06	97.86	81.99	0	1.48	86.95	100.10	114.18	11.77	81.43	47.77	19.26	5.26	23.06	23.92	12.19	54.93	93.93
T9	75.17	87.81	33.48	86.63	5.88	94.07	98.31	82.60	1.48	0	87.58	101.06	114.67	11.80	82.41	48.60	20.08	4.19	23.40	24.28	12.24	55.78	94.75
T10	12.44	0.31	54.12	9.03	93.33	28.90	14.94	5.01	86.95	87.58	0	29.32	28.93	76.66	25.72	40.65	67.95	85.92	64.73	63.78	76.21	34.49	15.47
T11	35.46	29.48	69.23	21.82	106.28	7.88	38.81	31.33	100.10	101.06	29.32	0	42.57	92.05	18.75	53.08	81.25	100.69	81.01	80.06	91.65	45.88	13.99
T12	40.61	28.66	81.55	34.55	120.50	47.05	16.64	33.57	114.18	114.67	28.93	42.57	0	103.50	50.39	69.42	95.78	112.79	91.55	90.64	103.04	63.51	32.98
T13	64.24	76.85	22.92	76.25	17.64	85.19	86.87	71.66	11.77	11.80	76.66	92.05	103.50	0	73.37	38.89	11.63	9.29	11.96	12.90	0.45	46.11	84.62
T14	24.51	26.01	51.06	16.92	87.59	11.57	40.03	24.47	81.43	82.41	25.72	18.75	50.39	73.37	0	34.78	62.64	82.10	62.79	61.85	73.19	27.69	17.80
T15	28.63	40.90	16.39	38.31	54.09	46.36	53.55	35.77	47.77	48.60	40.65	53.08	69.42	38.89	34.78	0	28.53	47.71	27.95	27.01	38.52	7.23	46.18
T16	55.54	68.16	14.03	66.62	25.61	74.20	79.31	62.95	19.26	20.08	67.95	81.25	95.78	11.63	62.64	28.53	0	19.45	8.49	8.69	11.34	35.71	74.68
T17	73.49	86.11	32.01	85.36	9.06	93.69	96.16	80.91	5.26	4.19	85.92	100.69	112.79	9.29	82.10	47.71	19.45	0	21.25	22.18	9.74	54.90	93.64
T18	52.32	64.91	11.54	64.53	29.27	74.39	74.93	59.73	23.06	23.40	64.73	81.01	91.55	11.96	62.79	27.95	8.49	21.25	0	0.96	11.51	35.03	73.02
T19	51.36	63.96	10.60	63.57	30.16	73.44	74.02	58.78	23.92	24.28	63.78	80.06	90.64	12.90	61.85	27.01	8.69	22.18	0.96	0	12.45	34.08	72.06
T20	63.79	76.40	22.49	75.82	18.08	84.80	86.41	71.21	12.19	12.24	76.21	91.65	103.04	0.45	73.19	38.52	11.34	9.74	11.51	12.45	0	72.06	84.19
T21	23.00	34.75	23.50	31.42	61.24	39.24	48.07	29.76	54.93	55.78	34.49	45.88	63.51	46.11	27.69	7.23	35.71	54.90	35.03	34.08	45.70	0	39.06
T22	23.40	15.61	61.72	9.20	100.26	15.15	25.63	18.05	93.93	94.75	15.47	13.99	32.98	84.62	17.80	46.18	74.68	93.64	73.02	72.06	84.19	39.06	0

รูปที่ 1 เมตริกซ์ระยะทางระหว่างสถานที่ท่องเที่ยวทั้ง 22 แห่ง (หน่วย : กิโลเมตร)

เมื่อได้เมตริกซ์ระยะทางดังรูปที่ 1 แล้ว จึงนำมาเปลี่ยนแปลงให้เป็นเมตริกซ์ระยะเวลา (หน่วย : นาที) เพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขในการท่องเที่ยวที่กำหนดให้ใช้เวลา 6 ชั่วโมงในการท่องเที่ยวต่อวัน โดยไม่พิจารณาเวลาในการหยุดพักหรือรับประทานอาหาร และการเยี่ยมชมในแต่ละสถานที่ท่องเที่ยวใช้เวลาประมาณที่ละ 30 นาที กำหนดให้มีการใช้ยานพาหนะในการท่องเที่ยวคือ รถยนต์ที่มีอัตราความเร็วอยู่ที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยการคำนวณระยะเวลาในตารางเมตริกซ์เป็นไปตามสมการ (1) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2 ดังเช่น ระยะทางจากสนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช(D1) เดินทางไปท่องเที่ยวยังวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร (T1) มีระยะทาง 12.63 กิโลเมตร และมีการเยี่ยมชมสถานที่ 30 นาที คิดเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น

$$[(12.63 \text{ กิโลเมตร} * 60 \text{ นาที})/80 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}] + 30 \text{ นาที} = 39.5 \text{ นาที}$$

	D1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
D1	0.0	39.5	61.3	40.7	90.7	54.1	48.7	35.6	85.9	86.4	39.3	56.6	60.5	78.2	48.4	51.5	71.7	85.1	69.2	68.5	77.8	47.2	47.6
T1	39.5	0.0	70.8	37.0	100.2	51.8	40.9	33.9	95.4	95.9	30.2	52.1	51.5	87.6	49.5	60.7	81.1	94.6	78.7	78.0	87.3	56.1	41.7
T2	61.3	70.8	0.0	70.0	59.4	76.9	78.8	66.8	54.6	55.1	70.6	81.9	91.2	47.2	68.3	42.3	40.5	54.0	38.7	38.0	46.9	47.6	76.3
T3	40.7	37.0	70.0	0.0	99.2	45.1	47.2	37.2	94.4	95.0	36.8	46.4	55.9	87.2	42.7	58.7	80.0	94.0	78.4	77.7	86.9	53.6	36.9
T4	90.7	100.2	59.4	99.2	0.0	104.3	108.0	96.2	34.8	34.4	100.0	109.7	120.4	43.2	95.7	70.6	49.2	36.8	52.0	52.6	43.6	75.9	105.2
T5	54.1	51.8	76.9	45.1	104.3	0.0	60.5	52.3	99.8	100.6	51.7	35.9	65.3	93.9	38.7	64.8	85.7	100.3	85.8	85.1	93.6	59.4	41.4
T6	48.7	40.9	78.8	47.2	108.0	60.5	0.0	44.0	103.4	103.7	41.2	59.1	42.5	95.2	60.0	70.2	89.5	102.1	86.2	85.5	94.8	66.0	49.2
T7	35.6	33.9	66.8	37.2	96.2	52.3	44.0	0.0	91.5	92.0	33.8	53.5	55.2	83.7	48.4	56.8	77.2	90.7	74.8	74.1	83.4	52.3	43.5
T8	85.9	95.4	54.6	94.4	34.8	99.8	103.4	91.5	0.0	31.1	95.2	105.1	115.6	38.8	91.1	65.8	44.4	33.9	47.3	47.9	39.1	71.2	100.5
T9	86.4	95.9	55.1	95.0	34.4	100.6	103.7	92.0	31.1	0.0	95.7	105.8	116.0	38.8	91.8	66.5	45.1	33.1	47.5	48.2	39.2	71.8	101.1
T10	39.3	30.2	70.6	36.8	100.0	51.7	41.2	33.8	95.2	95.7	0.0	52.0	51.7	87.5	49.3	60.5	81.0	94.4	78.5	77.8	87.2	55.9	41.6
T11	56.6	52.1	81.9	46.4	109.7	35.9	59.1	53.5	105.1	105.8	52.0	0.0	61.9	99.0	44.1	69.8	90.9	105.5	90.8	90.0	98.7	64.4	40.5
T12	60.5	51.5	91.2	55.9	120.4	65.3	42.5	55.2	115.6	116.0	51.7	61.9	0.0	107.6	67.8	82.1	101.8	114.6	98.7	98.0	107.3	77.6	54.7
T13	78.2	87.6	47.2	87.2	43.2	93.9	95.2	83.7	38.8	87.5	99.0	107.6	0.0	85.0	59.2	38.7	37.0	39.0	39.7	30.3	64.6	93.5	
T14	48.4	49.5	68.3	42.7	95.7	38.7	60.0	48.4	91.1	91.8	49.3	44.1	67.8	85.0	0.0	56.1	77.0	91.6	77.1	76.4	84.9	50.8	43.3
T15	51.5	60.7	42.3	58.7	70.6	64.8	70.2	56.8	65.8	66.5	60.5	69.8	82.1	59.2	56.1	0.0	51.4	65.8	51.0	50.3	58.9	35.4	64.6
T16	71.7	81.1	40.5	80.0	49.2	85.7	89.5	77.2	44.4	45.1	81.0	90.9	101.8	38.7	77.0	51.4	0.0	44.6	36.4	36.5	38.5	56.8	86.0
T17	85.1	94.6	54.0	94.0	36.8	100.3	102.1	90.7	33.9	33.1	94.4	105.5	114.6	37.0	91.6	65.8	44.6	0.0	45.9	46.6	37.3	71.2	100.2
T18	69.2	78.7	38.7	78.4	52.0	85.8	86.2	74.8	47.3	47.5	78.5	90.8	98.7	39.0	77.1	51.0	36.4	45.9	0.0	30.7	38.6	56.3	84.8
T19	68.5	78.0	38.0	77.7	52.6	85.1	85.5	74.1	47.9	48.2	77.8	90.0	98.0	39.7	76.4	50.3	36.5	46.6	30.7	0.0	39.3	55.6	84.0
T20	77.8	87.3	46.9	86.9	43.6	93.6	94.8	83.4	39.1	39.2	87.2	98.7	107.3	30.3	84.9	58.9	38.5	37.3	38.6	39.3	0.0	64.3	93.1
T21	47.2	56.1	47.6	53.6	75.9	59.4	66.0	52.3	71.2	71.8	55.9	64.4	77.6	64.6	50.8	35.4	56.8	71.2	56.3	55.6	64.3	0.0	60.0
T22	47.6	41.7	76.3	36.9	105.2	41.4	49.2	43.5	100.5	101.1	41.6	40.5	54.7	93.5	43.3	64.6	86.0	100.2	84.8	84.0	93.1	60.0	0.0

รูปที่ 2 เมตริกซ์ระยะเวลาในการท่องเที่ยวทั้ง 22 แห่ง (หน่วย :นาท)

4.3 ผลการจัดเส้นทางโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยว

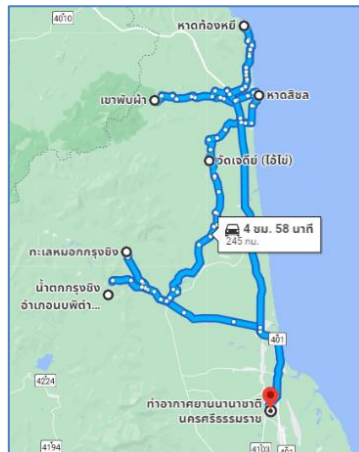
ในการจัดเส้นทางโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวพบว่าเงื่อนไขในการท่องเที่ยว ได้แก่ ระยะเวลาไม่เกิน 6 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลาที่ใช้ในการท่องเที่ยวแต่ละสถานที่เท่ากับ 30 นาที เป็นต้น โดยในการจัดเส้นทางใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด ซึ่งผลที่ได้จากการจัดเส้นทาง มีจำนวนทั้งสิ้น 4 เส้นทาง คือเส้นทางที่ 1 สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช – พิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช – กำแพงเมืองเก่า – วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร – หมู่บ้านคีรีวง – น้ำตกท่าแพ – ไร่เกษมสุข – อุทยานพระพุทธรศาสนา – ทะเลหมอกเขาศูนย์ – สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช ใช้เวลาทั้งสิ้น 336.9 นาทีหรือ 5.62 ชั่วโมง เส้นทางที่ 2 สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช – น้ำตกกรุงชิง - ทะเลหมอกกรุงชิง – ไอ้ไข่วัดเจดีย์ – หาดหินงาม – หาดลิซล – เขาหินพับผ้า – หาดทองหยี – สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช ใช้เวลาทั้งสิ้น 346.3 นาทีหรือ 5.77 ชั่วโมง เส้นทางที่ 3 สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช – ตลาดร้อยปีปากพนัง – ประตูละบายน้ำปากพนัง – ถนนเลียบทะเลขนอมลิซล – หาดขนอม – อุโมงค์ต้นยางขนอม – สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช ใช้เวลาทั้งสิ้น 355.3 นาทีหรือ 5.92 ชั่วโมง และเส้นทางที่ 4 สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช – ถ้ำเขาวังทอง – ขนอมแกรนด์แคนยอน – สนามบินนานาชาติ นครศรีธรรมราช ใช้เวลาทั้งสิ้น 211.4 นาทีหรือ 3.52 ชั่วโมงตามลำดับ และสรุปผลการจัดเส้นทางแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3-6

ตารางที่ 2 โปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราช

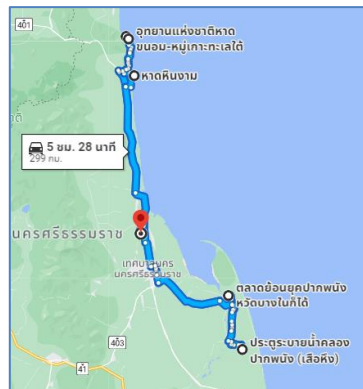
เส้นทาง ที่	โปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยว	ระยะเวลา ท่องเที่ยว (นาท)
1	D1-->T7-->T10-->T1-->T3-->T22-->T11-->T5-->T14-->D1	336.9
	สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช – พิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช – กำแพงเมืองเก่า – วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร – หมู่บ้านคีรีวง – น้ำตกท่าแพ – ไร่เกษมสุข – อุทยานพระพุทธศาสนา – ทะเลหมอกเขาขุนย – สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช	
2	D1-->T21-->T15-->T2-->T19-->T18-->T16-->T20-->D1	346.3
	สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช – น้ำตกกรุงชิง – ทะเลหมอกกรุงชิง – ไอ้ไข่วัดเจดีย์ – หาดหินงาม – หาดสิล – เขาหินพับผ้า – หาดท้องหยี – สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช	
3	D1-->T6-->T12-->T13-->T17-->T9-->D1	355.3
	สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช – ตลาดร้อยปีปากพั่น – ประตุน้ำปากพั่น – ถนนเลียบทะเลขนอมสิล – หาดขนอม – อุโมงค์ต้นยางขนอม – สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช	
4	D1-->T8-->T4-->D1	211.4
	สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช – ถ้ำเขาวังทอง – ขนอมแกรนด์แคนยอน – สนามบินนานาชาตินครศรีธรรมราช	



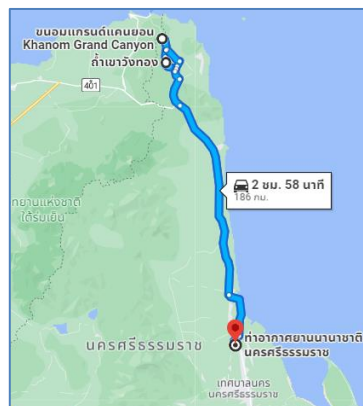
รูปที่ 3 เส้นทางท่องเที่ยวที่ 1



รูปที่ 4 เส้นทางท่องเที่ยวที่ 2



รูปที่ 5 เส้นทางท่องเที่ยวที่ 3



รูปที่ 6 เส้นทางท่องเที่ยวที่ 4

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การจัดโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยวในการท่องเที่ยวภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด เนื่องจากวิธีที่ใช้ในการจัดเส้นทางที่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ Nafia et al. (2020) วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดในการจัดเส้นทางที่ดีที่สุดในการขนส่งระยะ เช่นเดียวกับ เกศินี สื่อนิ (2563) พบว่าวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดมีประสิทธิภาพในการจัดเส้นทาง อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนในการจัดเส้นทาง และ นฤมล ไชยโคตร ภารภากร อธิษฐานันท์ รัตติรัตน์ กิตติปัญญพัฒน์ และสิริเดช ซาตินิยม (2560) ทำการปรับปรุงอัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุดในการจัดการขนส่งซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ผลจากการใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุดในการจัดเส้นทางโปรแกรมในการท่องเที่ยวพบว่าสามารถท่องเที่ยวสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชทั้งหมด 22 แห่ง ด้วย 4 เส้นทาง ซึ่งแต่ละเส้นทางใช้เวลาเท่ากับ 336.9, 346.3, 355.3, 211.4 นาที ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาไม่เกิน 6 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลาที่ใช้ในการท่องเที่ยวแต่ละสถานที่เท่ากับ 30 นาที อย่างไรก็ตาม อาจจะมีการพิจารณาทางด้านสิ่งแวดล้อมร่วมด้วยในการจัดเส้นทางเพื่อเป็นการลดมลพิษทางอากาศ (Jose et al. 2019) (Golman et al. 2023) (Jalel et al. 2023) และควรมีการศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อโซเชียลมีเดียของนักท่องเที่ยวร่วมด้วย เพื่อใช้ประกอบการออกแบบเส้นทางในการท่องเที่ยวต่อไป (กิ่งแก้ว บังศรี ภัทรภรณ์ บุญแข่ง เมษะธาวิ นพโยธิ และ กรรณิการ์ เกิดสวัสดิ์. 2565) และการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีศักยภาพในการดึงดูดในการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวด้วย (อดิลักษณ์ พุ่มอ้อม. 2566) ตลอดจนการสร้างความร่วมมือร่วมของชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป (ศศิพิสุทธิ หงส์สมบัติ สุภาวดี อีสณพงษ์ จำรูณ ศิขินารมย์ และ พรศักดิ์ พุทธมาตย์. 2562)

6. ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตหากจำนวนสถานที่ท่องเที่ยวมีจำนวนมาก เงื่อนไขในการท่องเที่ยวมีความซับซ้อน และปัญหาในการท่องเที่ยวมีขนาดใหญ่ขึ้นอาจจะมีการประยุกต์ใช้วิธีสถิติในการแก้ปัญหาการท่องเที่ยว เพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผลหาคำตอบ อีกทั้งอาจแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวที่ได้ไปจัดทำแอปพลิเคชันเพื่อความสะดวกในการทำงานต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2566). “แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2566-2570)”

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://drive.google.com/file/d/12-qp4UFjmLAKks2_UW3ux2SB8bh_Umpg/view. สืบค้น 7 สิงหาคม 2566.

กิ่งแก้ว บังศรี ภัทรภรณ์ บุญแข่ง เมษะธาวิ นพโยธิ และ กรรณิการ์ เกิดสวัสดิ์. (2565, มกราคม - มิถุนายน).

“การออกแบบเส้นทางท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการลดการใช้โซเชียลมีเดียภายในอำเภอ

เมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.”วารสารบัณฑิตศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 15(1): 49-67.

เกศินี สื่อนิ. (2563, กรกฎาคม - ธันวาคม). “การจัดเส้นทางขนส่งโดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้วิธีเซฟวิ่ง

อัลกอริทึมและวิธีขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม.” วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ

มหาวิทยาลัยทักษิณ. 12(2) : 1-14.

- นฤมล ไชยโคตร ภารภากร อธิษฐานันท์ ตรีรัตน์ กิตติปัญญาพัฒน์ และสิริเดช ชาตินิยม. (2560, กรกฎาคม – ธันวาคม). “การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการอิวิสติกส์ในการจัดการขนส่งสำหรับโรงงานกรณีศึกษา โรงงานจำหน่ายอุปกรณ์ระบบงานไฟฟ้า.” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 12(2): 168-177.
- วิศรา สมเกียรติกุล กมล เรืองเดช และ บุญฤกษ์ บุญคง. (2562, มกราคม-มิถุนายน). “แนวทางการจัดทำ โปรแกรมประยุกต์เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ในอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี.” *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*. 7(1): 144-155.
- ศศิพิสุทธิ์ หงส์สมบัติ สุภาวดี อีสณพงษ์ จำรูณ ศิขินารมย์ และ พรศักดิ์ พุทธมาตย์. (2562, กันยายน-ธันวาคม). “การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนารูปแบบการฟื้นฟูตลาดชุมชนตำบลบัวทอง ให้เกิดความยั่งยืน ตำบลบัวทอง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์.” *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์*. 4(3): 9-20.
- ศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยว จังหวัดนครศรีธรรมราช. (2552). “ลักษณะทางกายภาพ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.nakhonsithammarat.go.th/geography.php>. สืบค้น 8 สิงหาคม 2566.
- สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬา จังหวัดนครศรีธรรมราช. (2557). “ชาวประชาสัมพันธ์” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://nakhonsi.mots.go.th>. สืบค้น 9 สิงหาคม 2566.
- สำนักงานสถิติจังหวัดนครศรีธรรมราช ศาลากลางจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2565). “จำนวนนักท่องเที่ยว” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://nakhonsithammarat.gdcatalog.go.th/dataset/total_tourism/resource/7d1b4e0e-66d8-4748-a765-199763db7270. สืบค้น 7 สิงหาคม 2566.
- สุพัตรา พิทักษ์พรพลลภ บัณฑิต สมนึก และ นวทิวา สีหานาม. (2565, มกราคม-เมษายน). “รูปแบบโปรแกรม กิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์สำหรับแหล่งท่องเที่ยวสามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัด อุบลราชธานี.” *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์*. 8(1): 66-81.
- อดิลักษณ์ พุ่มอ้อม. (2566, มกราคม – มิถุนายน). “การวิเคราะห์เส้นทางปัจจัยองค์ประกอบ ศักยภาพในการดึงดูดใจ และการรองรับ ด้านการท่องเที่ยวที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ ในจังหวัดปราจีนบุรี.” *วารสารการบริการและการท่องเที่ยวไทย*. 18 (1) : 16-34.
- อรจนา แสนไชย จันทระประยูร และสวิทยา ศุภอุดมฤกษ์ ตรีรัตน์. (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม). “การพัฒนา โปรแกรมและกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์แบบมีส่วนร่วมบนพื้นที่ฐานข้อมูลแผนที่สีเขียว (Green Map) ของชุมชนบ้านโป่ง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่.” *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. 13(2): 230-243.
- Golman, R., Mostafa, M., Ali, S., Mostafa, H.K., Gaetano, F., and Chiara, C. (2023). “Heuristic approaches to address vehicle routing problem in the lot-based waste management system.” *Expert Systems with Applications*. 220.
- Jalel, E. and Adnan, Y. (2023). “A hybrid metaheuristic algorithm to solve the electric vehicle routing problem with battery recharging stations for sustainable environmental and energy optimization.” *Energy Systems*. 14, 243–267.
- Jose, C.M., Ignacio, E., and Jesus, R. (2019). “Reducing pollutant emissions in a waste collection vehicle routing problem using a variable neighborhood tabu search algorithm: a case study.” *TOP*. 27, 253–287.
- Kwan, H.L., Jeffrey, C., Shanika, K., and Christopher, L. (2019). “Tour recommendation and trip planning using location-based social media: a survey.” *Knowledge and Information Systems*. 60: 1247–1275.



Nafia, R., Annie, P. and Dwi, N.F. (2020). "The best route determination using nearest neighbor approach." **International Journal of Industrial Optimization**. 1(1): 43-52.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการจัดเส้นทางโปรแกรมเส้นทางการท่องเที่ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถบริหารระยะทางและระยะเวลาในการท่องเที่ยว อีกทั้งเป็นการสนับสนุนการท่องเที่ยวซึ่งส่งผลต่อการกระตุ้นเศรษฐกิจในจังหวัดนครศรีธรรมราช

การประเมินคุณสมบัติคอนกรีตผสมวัสดุเหลือใช้และความคุ้มค่าสำหรับการออกแบบ เฟอร์นิเจอร์สนาม

แดน อุตพงษ์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

อีเมล : dan.a@chandra.ac.th

วันที่รับบทความ 17 ตุลาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 25 ตุลาคม 2566

วันตอบรับบทความ 24 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบและการประเมินวัสดุคอนกรีตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุหลักในการออกแบบผลิตเฟอร์นิเจอร์กลางแจ้ง โดยการผสมคอนกรีตกับเศษวัสดุเหลือใช้ประเภทขวดน้ำดื่มพลาสติกใสและโฟมแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกล ความคุ้มค่า และการลดต้นทุนก่อนการผลิตจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกได้ดังนี้ ด้านการออกแบบเพื่อความยั่งยืน ด้านวิศวกรรม และด้านวัสดุ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติคอนกรีตที่ผสมเศษวัสดุที่ใช้แล้วโดยการนำมาทดสอบมวลรวมบางส่วน ด้วยวิธีการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (OPC) ผสมกับเศษวัสดุเหลือใช้ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ ตัวอย่างมีคาร์บอน 5 และ 10 โดยสัดส่วนของมวลรวมทั้งหมด การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกลในเบื้องต้นความสามารถรับกำลังอัดระหว่างคอนกรีตที่ผสมขวดน้ำพลาสติกและโฟมทดสอบมวลรวมบางส่วนในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 10 โดยสัดส่วนของมวลรวมทั้งหมด

ผลการทดสอบพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบและขึ้นรูปได้คือคอนกรีตที่ผสมพลาสติกกับโฟมร้อยละ 5 โดยสัดส่วนของมวลรวมทั้งหมดในระยะเวลาการบ่มที่ 14 และ 28 วัน เพราะมีกำลังที่มากที่สุดและค่ากำลังเสถียรที่สุด การพิจารณาค่าการรับกำลังอัดที่ทดสอบได้ให้เหมาะสมกับการรับกำลังอัดในงานออกแบบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์กลางแจ้งที่ไม่ต้องการแรงรับกำลังอัดสูงมาก ทำให้ต้นทุนของคอนกรีตผสมขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้วลดลง คิดเป็นจำนวนเงินได้ 13.71 ถึง 27.40 บาทต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนาม 1 ชุด เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับแนวคิดด้านเศรษฐกิจหมุนเวียนและการบริหารจัดการทรัพยากรตามหลัก 5Rs ภายในองค์กรการลดการใช้ (reduce) การใช้ซ้ำ (reuse) การแปรรูปมาใช้ใหม่ (recycle) การใช้ทรัพยากรแบบหมุนเวียน (renewable) และ การปฏิเสธการใช้ (refuse) ช่วยลดมลพิษลดการเกิดของเสียในวงจรผลิตภัณฑ์และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : เฟอร์นิเจอร์สนาม คอนกรีตผสม วัสดุเหลือใช้



Evaluating Concrete Mixed Waste Materials and Cost-Effectiveness in Primary stage of Outdoor Furniture Design

Dan Auttarapong

Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

E – mail : dan.a@chandra.ac.th

Received 17 October 2023

Revised 25 October 2023

Accepted 24 November 2023

Abstract

This study focuses at the design and assessment criteria for sustainable concrete materials that can be used as the primary component in the production of outdoor furniture. In this study, recyclable materials plastic water bottle fragments and foam are mixed with concrete, and their mechanical properties, reliability, and cost-effectiveness before production.

The researchers reviewed the literature in the areas of sustainable engineering, design and materials. In order to analyse the properties of concrete mixed with recycled materials, used to partially replace some of the aggregate, two various proportions of Portland Cement (OPC) were blended with the recycled materials mixture with a value of 5 and 10 percent by total volume. The initial analysis examines the compressive strength between concrete mixed with plastic bottles and foam, not exceeding 10 percent of the total volume.

The results of the experiment revealed that concrete combined with plastic and foam at a volume percentage of 5 percent is an appropriate ratio to use in the production of prototypes and molds after curing for 14 and 28 days, concrete mixture exhibits promising attributes in terms of compressive strength and stability, suitable for outdoor furniture that doesn't necessitate exceptionally high levels of strength. This leads to a cost reduction in concrete production by utilizing recycled plastic bottles and foam, resulting in savings ranging from 13.71 to 27.4 baht per set for field furniture production, while simultaneously enhancing product value. Methodology that is consistent with the circular economy and the organization's resource management based on the 5Rs principle: reduce, reuse, recycle, renewable, and refuse. It helps reduce pollution, minimize waste generation in the product lifecycle, and promote sustainable environmental conservation, which is a significant goal in the country's long-term development.

Keywords : outdoor furniture, concrete mixture, waste materials

1. บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจรวมถึงจำนวนประชากรที่มีอัตราการเติบโตสูงมากเพิ่มขึ้น และปัญหาที่ตามมาคือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดอย่างสิ้นเปลืองและไม่คุ้มค่า จึงทำให้เกิดขยะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงต้นทุนในการกำจัดขยะแนวโน้มจะมีมูลค่าสูงมากขึ้นจากอัตราค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Jones. 2020) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาภาครัฐบาลและภาคเอกชนได้คำนึงถึงความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม (Smith. 2019) จึงได้ส่งเสริมให้ใช้ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) เพื่อลดผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยการให้ความสำคัญกับระบบอุตสาหกรรมที่มีการให้ความสำคัญกับระบบอุตสาหกรรมที่มีการวางแผนและกลยุทธ์ในการออกแบบเพื่อคืนชีวิตใหม่แก่วัสดุต่าง ๆ (Ellen MacArthur Foundation. 2012) ในวงจรผลิตภัณฑ์และเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (sustainable development goals) ในกรอบความคิดที่มองการพัฒนาในมิติสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ให้มีความเชื่อมโยงกันได้ รวมถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่จะตอบสนองสภาพสังคมหลังจากที่ทั่วโลกประสบปัญหาจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา หรือ COVID-19 ตั้งแต่ปลายปี 2562 เป็นต้นมานักออกแบบควรเริ่มมาทบทวนและตระหนักถึงการออกแบบที่จะตอบสนองสภาพสังคม ตามที่กล่าวมาในข้างต้น จากสถานการณ์ดังกล่าวมาในขั้นต้นนั้นทำให้บริบททางสังคมและการอยู่รวมกลุ่มกันของมนุษย์ก็มีการปรับตัวไปในรูปแบบต่างๆรวมถึงการเว้นระยะห่างทางสังคม การดำเนินชีวิตอย่างระมัดระวังตัวกันมากยิ่งขึ้นหลีกเลี่ยงที่จะอยู่ในพื้นที่ที่แออัด หรือจำกัดเช่นอาคารในร่ม ดังนั้นการใช้พื้นที่กลางแจ้ง พื้นที่สาธารณะในการดำเนินกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวันจึงมีความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ (World Health Organization. 2020) นักออกแบบจึงต้องคำนึงถึงกลยุทธ์ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่หลากหลายตามวิถีของบริบททางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับผลิตภัณฑ์ (user interaction) ด้วยการวางแผนและกระบวนการออกแบบที่ครอบคลุม เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ (Clark et al. 2019) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การใช้พื้นที่กลางแจ้งและเฟอร์นิเจอร์สนาม

ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อทำการทดสอบวัสดุหลักที่ใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามด้วยคอนกรีตผสมกับเศษวัสดุเหลือใช้ในที่นี้ก็คือการนำเอาวัสดุขยะขวดน้ำดื่มพลาสติกใสและเศษโฟมเพื่อนำมาทดแทนมวลรวมบางส่วนด้วยอัตราส่วน 1:3:5 เพื่อปรับลดมวลรวมประเภทและทรายแทนที่โดยมวลรวมดังกล่าวในขั้นต้น หากคิดเป็นค่าร้อยละตามสูตรการผสมในอัตราส่วน 1:3:5

คือ มวลรวมหินและทรายร้อยละ 70 ปูนซีเมนต์ร้อยละ 11 ฟองอากาศร้อยละ 2 และน้ำร้อยละ 17 ในขั้นตอนของการทดสอบคือการนำเอาเศษวัสดุทั้ง 2 ชนิดไปทดแทนในส่วนมวลรวมหินและทรายแล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นก่อนขึ้นรูปออกแบบเป็นเฟอร์นิเจอร์กลางแจ้ง การเพิ่มเส้นใย PET ในอัตราส่วนที่จำกัดจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของน้ำในส่วนผสมคอนกรีต เนื่องจาก PET ไม่ดูดซับน้ำเพราะมีพื้นผิวเรียบและธรรมชาติไม่ดูดซับน้ำ ทำให้มีการเสียดสีระหว่างอนุภาคน้อยลงในทางกลับกันรูปร่างเส้นพลาสติกที่ตรงและซิกแซกทำให้กำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นลดลงเมื่อปริมาณเส้นพลาสติกมากขึ้นช่วยให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้น คุณสมบัติของโฟมเมื่อนำมาบดละเอียดแล้วนำมาผสมเพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนจะมีโครงสร้างจุลภาคของเซลล์ที่เป็นระบบกักเก็บอากาศได้ในระดับสูงพร้อมคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดี มีการสะสมพลังงานค่อนข้างต่ำระบายความร้อนได้ดี ความง่ายในการผลิตและการรีไซเคิล และต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างต่ำอีกทั้งยังช่วยลดปัญหาขยะโฟมที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ (Smith et al. 2021) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 วัสดุขยะขวดน้ำดื่มพลาสติกใสและเศษโฟม

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินคุณสมบัติคอนกรีตที่ผสมวัสดุเหลือใช้และความคุ้มค่าในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามเบื้องต้น

2.2 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นได้ในการใช้งานคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้วด้วยแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน

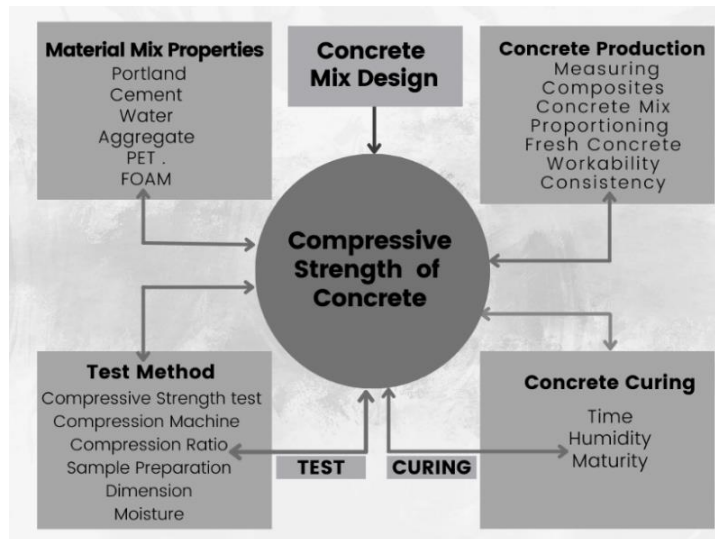
3. วิธีการวิจัย

3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การออกแบบกระบวนการเพื่อความยั่งยืนระหว่างผู้มีส่วนได้กับส่วนเสียรวมถึงการปรับเปลี่ยนกฎเกณฑ์ใหม่ในด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจให้สอดคล้องกับมิติทางสังคม (Brown, H. S., & Weaver, P. M. 2018) รวมทั้งวิธีการสร้างแรงบันดาลใจให้กับการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยแนวความคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมการออกแบบเพื่อความยั่งยืน (eco design) ทั้งในแง่ของการปรับปรุงขั้นตอนการทิ้งและการทำลายผลิตภัณฑ์ (optimization of end-of-life) ลดการใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (reduction of low-impact materials) ลดปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ (reduction of materials used)

Johnson (2021) ในการทดสอบนี้ได้ใช้กระบวนการในการการออกแบบเชิงทดลองเกี่ยวกับส่วนผสมคอนกรีต (concrete mix design) เพื่อหาสัดส่วนมวลรวมและระยะเวลาการบ่มที่เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งตามปกติแล้วคอนกรีตผสมต้องพึ่งพามวลรวมตามธรรมชาติ เช่น หินและทรายเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม

แนวทางนี้มาพร้อมกับต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่สูงเกินไป (Smith et al. 2020) ดังนั้นแนวทางการผลิตแบบเพอร์นิจอร์สนามได้ในการวิจัยนี้ได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่สัดส่วนผสมของขวดน้ำพลาสติกกับโฟมที่ใช้แล้วทดแทนส่วนผสมมวลรวมระหว่างหินและทราย รวมถึงระยะเวลาการบ่มคอนกรีต (Gan et al. 2020) โดยใช้วิธีการออกแบบเชิงทดลองการละส่วนผสมในปริมาณเท่าๆกัน 2 ชนิดและ 2 แบบให้เหมาะสมกับปริมาตรของมวลรวมในสูตรการผสม 1:3:5 มวลรวมในปฏิภาคส่วนของคอนกรีตจะช่วยให้ได้คอนกรีตมีราคาถูก มีเนื้อแน่นสม่ำเสมอ คุณภาพดี และทำงานง่าย นอกจากนี้ยังมีผลต่อการแยกตัวของคอนกรีต ปริมาณน้ำที่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมรวมถึงความสะดวกในการทำงาน เพื่อให้ได้คอนกรีตมีกำลังครอบคลุมกำลังอัดที่ใช้ในการออกแบบเพื่อกำหนด (specified compressive strength) เป็นแนวทางการในการใช้ออกแบบคอนกรีตผสมกับเศษวัสดุเหลือใช้ในงานออกแบบเพอร์นิจอร์สนามได้ นอกเหนือจากประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว ส่วนผสมใหม่นี้อาจเพิ่มศักยภาพให้แก่ผู้ผลิตและสร้างความได้เปรียบทางเศรษฐกิจจากการใช้วัสดุที่เหลือใช้โดยเฉพาะขวดพลาสติกและโฟมจะสามารถลดต้นทุนวัสดุได้อย่างมาก ส่งผลให้ส่วนผสมคอนกรีตนี้มีราคาไม่แพงกว่าคอนกรีตผสมทั่วไป (Chandra & Berntsson. 2019)



รูปที่ 3 แนวคิดการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตทดแทนมวลรวมบางส่วน

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

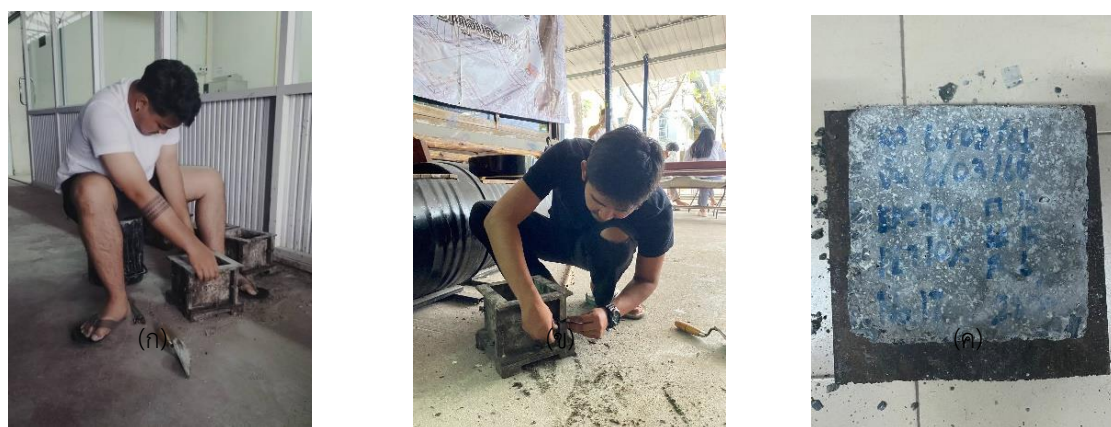
3.2.1 การวิจัยนี้มีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยโดยพื้นที่การทำวิจัยคือห้องปฏิบัติการและทดสอบวัสดุทางวิศวกรรมสาขาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง อาคาร 12 ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร

3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างทดสอบแบ่งออกเป็นคอนกรีตตัวอย่างสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการรับแรงของคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้ว การออกแบบก่อนคอนกรีตตัวอย่างในการทดสอบนี้คือขนาด 15x15x5 เซนติเมตร ซึ่งจะแตกต่างกับขนาดคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบตามมาตรฐานตามหลักการวิศวกรรมโยธาคือขนาด 15x15x15 เซนติเมตร เฉพาะในด้านความสูงเมื่อเทียบกับสัดส่วนความหนาของเพอร์นิจอร์สนามที่นิยมใช้กันอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน อัตราส่วนการผสมมวลรวมทดแทนที่กำหนดไว้ 2 ประเภท คือคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมในปริมาณที่เท่าๆ กันทดแทนหินและทรายคิดเป็นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยคิดจากร้อยละจากสูตรการผสมคอนกรีตในอัตราส่วน 1:3:5 คือ มวลรวมหินและทรายร้อยละ 70 ปูนซีเมนต์ร้อยละ

11 ฟองอากาศร้อยละ 2 และน้ำร้อยละ 17 ในขั้นตอนของการทดสอบคือการนำเอาเศษวัสดุทั้ง 2 ชนิดไปทดแทนในส่วนมวลรวมหินและทรายแล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นสำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ขวดน้ำดื่มชนิดพลาสติกใส ขนาด 1.25 ลิตร 1.5 ลิตร และ 2 ลิตร โดยทำการย่อยหรือตัดให้มีขนาดประมาณ 1x1 เซนติเมตร และโฟมปั่นละเอียด หิน ทราย และ ปูน ผสมให้เข้ากันตามสัดส่วนที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) (ข) (ค) และ (ง) รวมจำนวนตัวอย่างสำหรับการทดสอบกำหนดไว้ ตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด 15x15x5 เซนติเมตรจำนวน 32 ตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลและเก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักคอนกรีตที่มีผสมของเศษขวดน้ำพลาสติกและโฟมในระยะเวลาของการบ่มแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้ 7 14 และ 28 วัน



รูปที่ 4 (ก) หินกรวด (ข) ทราย (ค) ปูน (ง) เศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมปั่นละเอียด



รูปที่ 5 (ก) การประกอบแบบหล่อตัวอย่างทรงลูกบาศก์
(ข) การถอดชิ้นงานคอนกรีตจากแบบหล่อ
(ค) ชิ้นงานทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x5 เซนติเมตร

3.2.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพการรับแรงของคอนกรีตที่มีผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้วทั้ง 2 ประเภทจากชิ้นงานคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x5 เซนติเมตร ทั้งหมด 32 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) โดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุทางวิศวกรรม Universal Testing Machine – UTM ในการทดสอบดัง

แสดงในรูปที่ 6 (ข) เพื่อหาค่าการรับกำลังอัดที่เหมาะสมสำหรับการรับกำลังอัดในงานออกแบบชิ้นรูปผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์สนาม



(ก)



(ข)

รูปที่ 6 (ก) ชิ้นงานทรงลูกบาศก์ที่มีส่วนผสมมวลรวมทดแทนร้อยละ 5

(ข) เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine – UTM



(ก)



(ข)

รูปที่ 7 (ก) ชิ้นงานทรงลูกบาศก์ที่มีส่วนผสมมวลรวมทดแทนบางส่วนร้อยละ 10 ที่บ่ม 14 วัน

(ข) ชิ้นงานทรงลูกบาศก์ที่มีส่วนผสมมวลรวมทดแทนบางส่วนร้อยละ 5 ที่บ่ม 28 วัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 หลังจากการทดสอบคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x5 เซนติเมตร ทั้งในแบบที่มีส่วนผสมทดแทนมวลรวมบางส่วนทั้ง 2 ค่าและระยะเวลาของการบ่มที่ 7 14 และ 28 วัน รวมทั้งหมด 32 รูปแบบ เพื่อประเมินผลการทดสอบเบื้องต้นด้วยการสังเกตด้วยตาเพื่อประเมินคุณลักษณะการเสียหายเนื่องจากการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตจะเกิดการเสียหายรูปทรงตามแสดงในภาพที่ 7 (ก) และ (ข) ระหว่างคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้วร้อยละ 5 ที่บ่ม 14 วัน และร้อยละ 10 ที่บ่ม

28 วันตามลำดับซึ่งเป็นตัวอย่างของผลในการทดสอบ ซึ่งได้ผลการทดสอบชิ้นงานทั้งหมด 32 รูปแบบได้แสดงในตารางที่ 1 ถึง 2

ตารางที่ 1 ผลการสอบกำลังอัดของคอนกรีตแบบผสมพลาสติกและโฟมร้อยละ 5 เพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วน

อายุการบ่ม (วัน)	ปริมาณพลาสติก (กก.)	ปริมาณโฟม (กก.)	รหัส	น้ำหนักตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง	กำลังแรงอัด (กก./ซม2) / (กก.)	เฉลี่ย (กก./ซม2) / (กก.)
7วัน	5%	5%	1	3.46	15×15×5	72.68 / 16350	70.1825 / 15928.75
			2	3.57	15×15×5	65.70 / 15400	
			3	3.40	15×15×5	70.81 / 16125	
			4	3.38	15×15×5	71.54 / 15840	
14วัน	5%	5%	1	3.48	15×15×5	90.41 / 19345	95.35 / 19282.75
			2	3.45	15×15×5	98.21 / 18875	
			3	3.33	15×15×5	95.45 / 19154	
			4	3.02	15×15×5	97.33 / 19757	
28วัน	5%	5%	1	3.15	15×15×5	132.5 / 29820	119.5 / 26890
			2	3.24	15×15×5	108.9 / 24500	
			3	3.25	15×15×5	121.7 / 27390	
			4	3.39	15×15×5	114.9 / 25850	

ตารางที่ 2 ผลการสอบกำลังอัดของคอนกรีตแบบผสมพลาสติกและโฟมร้อยละ 10 เพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วน

อายุการบ่ม (วัน)	ปริมาณพลาสติก (กก.)	ปริมาณโฟม (กก.)	รหัส	น้ำหนักตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง	กำลังแรงอัด (กก./ซม2) / (กก.)	เฉลี่ย (กก./ซม2) / (กก.)
7วัน	10%	10%	1	3.65	15×15×5	69.35 / 15600	82.875 / 18645
			2	3.25	15×15×5	98.36 / 22130	
			3	3.36	15×15×5	82.53 / 18570	
			4	3.43	15×15×5	81.26 / 18280	
14วัน	10%	10%	1	3.25	15×15×5	75.13 / 16910	82.68 / 18607.5
			2	3.44	15×15×5	89.20 / 20070	
			3	3.46	15×15×5	100.8 / 22690	
			4	3.34	15×15×5	65.60 / 14760	
28วัน	10%	10%	1	3.51	15×15×5	114.7 / 25810	103.375 / 23255
			2	3.26	15×15×5	83.40 / 18760	
			3	3.65	15×15×5	114.3 / 25710	
			4	3.59	15×15×5	101.1 / 22740	

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่าจากผลการทดสอบและประเมินคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตผสมเบื้องต้นได้ว่าคอนกรีตแบบผสมเศษพลาสติกและโม่เพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนในอัตราส่วนร้อยละ 5 ในระยะเวลาของการบ่มที่ 28 วัน สามารถรับกำลังอัดของคอนกรีตได้สูงที่สุดคือ 132.5 / 29820 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสามารถรับกำลังอัดของคอนกรีตได้ต่ำสุดที่ 69.35 / 15600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรในคอนกรีตแบบผสมพลาสติกและโม่เพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนในอัตราส่วนร้อยละ 10 ในระยะเวลาการบ่มที่ 7 วัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบกำลังกำลังแรงอัดเฉลี่ยคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโม่ที่ใช้แล้วทั้ง 2 ชนิด

อายุการบ่ม	ปริมาณพลาสติกและปริมาณโม่ร้อยละ 5	ปริมาณพลาสติกและปริมาณโม่ร้อยละ 5	ค่าเบี่ยงเบน (ร้อยละ)
7 วัน	70.20	82.90	+17.1%
14 วัน	95.35	82.70	-17.3%
28 วัน	119.50	103.37	-3.37%

4.2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เมื่อได้ผลการวิเคราะห์และประเมินคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโม่ที่ใช้แล้วด้วยแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิด ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการนำเอาคอนกรีตผสมมาออกแบบเป็นชุดเฟอร์นิเจอร์สนาม พรปรียญ ปัญญาโกษา (2554) ได้นำเสนอข้อมูลสถิติเชิงสำรวจเรื่องต้นทุนการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามต่อ 1 ชุด โดยแยกเฉพาะวัตถุดิบหลักและปริมาณที่ใช้จะจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบกำลังกำลังแรงอัดเฉลี่ยคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโม่ที่ใช้แล้วทั้ง 2 ชนิด

ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	ต้นทุนวัตถุดิบ/ชุด
เฟอร์นิเจอร์สนาม	ปูน	50 กก.	50 กก.	145.00 บาท
	หิน	0.05 ลบ.ม.	550 ลบ.ม.	27.50 บาท
	ทราย	0.50 ลบ.ม.	493 ลบ.ม.	246.50 บาท
	รวม			419.00 บาท

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามต่อ 1 ชุดนั้นหากเรานำผลการทดสอบนี้ไปใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามก็จะสามารถต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วน of วัตถุดิบประเภทมวลรวม หินและทรายต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามได้ 13.71 ถึง 27.4 บาทต่อ 1 ชุด ในที่นี้ไม่ได้คำนวณรวมต้นทุนด้านอื่นๆ รวมถึงปัจจัยที่ใช้ในการผลิตเนื่องจากมีอัตราผันผวนและแปรไปตามสถานการณ์เศรษฐกิจที่ไม่แน่นอน อีกทั้งมูลค่าทางการตลาดของเฟอร์นิเจอร์สนามในท้องตลาดปัจจุบันมีราคาตั้งแต่ 2,500 ถึง 25,000 บาท ต่อ 1ชุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการออกแบบและวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การสรุปข้อมูล การวิเคราะห์ และการประเมินผลในการทดลองนี้ได้ดำเนินการเพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เข้าใจและสามารถใช้ประโยชน์จากการวิจัยนี้ได้โดยการเปรียบเทียบในด้านประสิทธิภาพการรับกำลังอัดของ

คอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้ว จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนผสมในสัดส่วนของการผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมเพื่อทดแทนมวลรวมทั้ง 2 รูปแบบ สามารถนำมาใช้ในการใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามได้ ความเหมาะสมกับการรับกำลังในแต่ละประเภทในอัตราที่มีการแปรผกผันกับระยะเวลาของการบ่มที่ 28 วัน ส่วนผสมทั้งแบบจะมีค่าเบี่ยงเบนในการรับแรงอัดน้อยที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการรับแรงอัด ในการนำเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมเพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนร้อยละ 5 สำหรับการออกแบบและขึ้นรูปต้นแบบเฟอร์นิเจอร์สนามให้ใช้งานได้จริง คอนกรีตผสมที่ได้จากการทดลองนี้ตามหลักการวิศวกรรมโยธาจะมีอัตราการรับแรงอัดคอนกรีตได้สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 119.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาของการบ่มที่ 7 14 และ 28 วัน การประเมินค่าการยุบตัวจากตัวอย่างในภาพที่ 7 (ก) และ (ข) จะสังเกตได้ว่าค่าที่เหมาะสมที่สุดคือในอัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 5 เพราะในอัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 10 เกิดการยุบตัวและแตกร้าวส่งผลเสียหายต่อโครงสร้างโดยรวม ดังนั้นสัดส่วนของพลาสติกและโฟมที่ผสมเพิ่มมากขึ้นรวมถึงระยะเวลาของการบ่มที่น้อยจะส่งผลต่อค่าการรับกำลังอัดที่ลดลงด้วย การนำเอาคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้วเพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนจะลดต้นทุนและปริมาณวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามต่อ 1 ชุดได้ถึงร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 10 หรือคิดเป็นเงินได้ 13.71 ถึง 27.4 บาท ต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนาม 1 ชุด ดังนั้นการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามด้วยคอนกรีตที่ผสมเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโฟมที่ใช้แล้ว นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้ว ยังเป็นแนวทางในการกำจัดขยะเหลือใช้ได้ด้วยแนวความคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมการออกแบบอย่างสร้างสรรค์เพื่อความยั่งยืน และช่วยประหยัดงบประมาณของประเทศด้านการกำจัดขยะที่สูงถึงปีละ 20,000 ล้านบาท

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาขั้นต้นในการประเมินการออกแบบโดยนำส่วนประกอบหลักที่ใช้เป็นงานโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์สนามโดยทั่วไป ในประเด็นที่จะนำผลการทดลองนี้ไปใช้กับการผลิตคอนกรีตผสมกับเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อที่จะสามารถเป็นต้นแบบผลิตได้จริงและมีผลการรับแรงอัดที่ได้มาตรฐาน สามารถลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้มวลรวมจากธรรมชาติแล้ว ยังควรมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่น่าจะมีผลกระทบต่อการรับแรงอัดของคอนกรีต เช่น อัตราส่วนผสมน้ำที่เหมาะสมรวมถึงน้ำยาทางเคมีที่ใช้ในการผสมคอนกรีต การวิเคราะห์ปัจจัยมูลค่าทางการตลาดในด้านอื่นๆ เมื่อเทียบกับราคาและต้นทุนในการผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามในปัจจุบัน เพื่อเป็นต้นแบบที่ตอบสนองภาพรวมต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างแท้จริง เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทดสอบวัสดุทางวิศวกรรมรวมถึงการให้คำแนะนำปรึกษาในด้านต่างๆ จนทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

พรปริญญา ปัญญาโกษา. 2554. **ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตชุดโต๊ะม้าหินอ่อน**

อำเภอเมืองลำพูน.(การค้นคว้าแบบอิสระบัญชีมหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Brown, H. S., & Weaver, P. M. (2018). "The social dimensions of sustainability and change in diversified farming systems". **Sustainability Science**. 13(2) : 463-479.

Chandra, S., & Berntsson, L. (2019). **Lightweight Aggregate Concrete: Science, Technology, and Applications**. CRC Press.

- Clark, J., Coleman, R., & Keates, S. (2019). **Inclusive Design: From Theories to Practices**. Routledge.
- Ellen MacArthur Foundation. (2012). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. [Online]. Available : <https://ellenmacarthurfoundation.org>. Retrieved May 9, 2023
- Gan, S. W., Nazari, A., Leong, C. Y., Lim, S. Y., & Yap, S. P. (2020). "Strength properties of lightweight foamed concrete containing polyethylene terephthalate (PET) bottles aggregate". **Construction and Building Materials**. 246 : 118442.
- Jones, D. (2020). **The Economics of Waste**. Routledge.
- Johnson, R. (2021). Sustainable product design. In Handbook of Sustainable Engineering (pp. 175-196). Springer.[Online]. Available : https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2012.pdf. Retrieved May 9, 2023.
- Smith, A. (2019). **Waste: A Philosophy of Things**. Bloomsbury Publishing.
- Smith, B., Johnson, C., & Williams, D. (2021). **Sustainable Materials: With Both Eyes Open**. UIT Cambridge.
- Smith, J., Gholampour, A., & Mahmud, M. A. P. (2020). "The Effects of Replacing Sand with Used Plastic in Concrete". **Environmental Processes**. 7(4) : 1117-1130.
- World Health Organization. (2020). COVID-19 : Operational Guidance for Maintaining Essential Health Services during an Outbreak. [Online]. Available : <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON229>. Retrieved May 9, 2023.

คุณค่าทางวิชาการ

การบูรณาการการออกแบบด้วยแนวความคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมการออกแบบเพื่อความยั่งยืน ด้วยการนำเศษขวดน้ำพลาสติกใสและโพลิที่ใช้แล้วมาเป็นส่วนผสมคอนกรีตเพื่อทดแทนมวลรวมบางส่วนนี้ไม่เพียงแต่จะจัดการกับข้อกังวลด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะเท่านั้น แต่ยังจะช่วยประหยัดต้นทุน ลดการใช้วัสดุจากธรรมชาติด้วยการวางแผนการออกแบบการทดลองเพื่อประเมินก่อนนำไปสู่การปฏิบัติตามหลักการทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง สำหรับงานด้านวิศวกรรมประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักในการรับแรงอัดตามที่ผลการทดลองนี้ได้รับ จะสามารถนำไปต่อยอดในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามได้อย่างคุ้มค่านอกเหนือจากประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว ส่วนผสมใหม่นี้อาจมีศักยภาพในการสร้างความได้เปรียบทางเศรษฐกิจโดยการใช้วัสดุทดแทน กระตุ้นให้เกิดการสร้างสรรค์เพื่อผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ สามารถนำวัสดุเหล่านี้มาใช้ได้อย่างเหมาะสมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรการผลิตและทำให้ทรัพยากรที่มีจำกัดได้นำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามที่ใช้วัสดุทดแทนนี้อาจมีผลต่อกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความตระหนักในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างจำกัดและสร้างการรับรู้ในการใช้เศษวัสดุทดแทนนั้นย่อมเป็นทางเลือกที่ดีทั้งในแง่ของคุณภาพ มีคุณค่าทางเศรษฐกิจส่งเสริมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน เป็นตัวอย่างในการส่งเสริมแนวทางการพัฒนาอาชีพเศรษฐกิจสร้างสรรค์ให้แก่อุตสาหกรรม หรือกลุ่มธุรกิจที่ผลิตเฟอร์นิเจอร์สนามในประเทศไทย โดยใช้แนวคิดนี้ในการลดต้นทุนวัสดุในการผลิตและมีราคาไม่แพงกว่าคอนกรีตผสมทั่วไป

การพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดคูบลราชธานีศรีวะนาไล

ยุทธศักดิ์ ทองแสน^{1*}

สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี^{1*}

อีเมล : yuttasak.t@ubru.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 16 พฤศจิกายน 2566

วันแก้ไขบทความ 27 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 28 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบภาพประกอบสำหรับการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดคูบลราชธานีศรีวะนาไล 2) เพื่อทดลองและประเมินการออกแบบภาพประกอบที่ใช้ในการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดคูบลราชธานีศรีวะนาไล 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เล่นเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดคูบลราชธานีศรีวะนาไล โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 30 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน จำนวน 3 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผู้วิจัยได้พัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดคูบลราชธานีศรีวะนาไล โดยใช้การเก็บแต้มจากการเล่นเกม โดยการเก็บแต้ม โดยสามารถเลือกสัญลักษณ์ที่แทนการขอพรใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านสุขภาพ 2) ด้านสติปัญญา 3) ด้านการงาน 4) ด้านทรัพย์สินสมบัติ จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจ โดยรวมพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.26$) ซึ่งถือได้ว่ามีคุณภาพสูง

คำสำคัญ : ภาพประกอบ เกมสองมิติ คอมพิวเตอร์กราฟิก

Development of two-dimensional game with pay respect from nine temples in UbonRatchathani Sri Wanalai.

Yuttasak Thongsan^{1*}

Major in Technology Multimedia and Animation

Faculty of computer science,Ubonratchathani Rajabhat University.^{1*}

E – mail : yuttasak.t@ubru.ac.th^{1*}

Received 16 November 2023

Revised 27 December 2023

Accepted 28 December 2023

Abstract

The research study aims to 1) design illustrations for use in the development of a two-dimensional game with pay respect from nine temples, Ubon Ratchathani SriWanalai. 2) experiment and evaluate the design of illustrations used in the development of a two-dimensional game with pay respect from nine temples, Ubon Ratchathani SriWanalai. 3) study the satisfaction of players of the two-dimensional game with pay respect from nine temples, Ubon Ratchathani SriWanalai. The sample group consists of 30 computer science students from Ubon Ratchathani Rajabhat University and 3 experts in multimedia and animation technology. The statistics used in the research are mean and standard deviation a two-dimensional game with pay respect from nine temples, Ubon Ratchathani SriWanalai. The research found that the researchers have developed a two-dimensional game that collects points from gameplay. The points can be used to choose symbols representing wishes in four aspects: 1) health, 2) intelligence, 3) career, and 4) wealth. The evaluation of the system's performance by experts showed that it is at a very high level (mean = 4.55), and the sample group is overall highly satisfied (mean = 4.26). This indicates that the game is of high quality.

Keywords : Illustrations, two-dimensional games, computer graphics.



1. บทนำ

อุบลราชธานีศรีวนาลัย (สุภาวณีย์ อมรจิตสุวรรณ. 2556). นับเป็นราชธานีแห่งราชะที่สร้างงามท่ามกลางไพรพฤกษ์และได้สะสมอารยธรรมในยุคต่าง ๆ เอาไว้ภายใต้สายแม่น้ำมูลที่เป็นเสมือนสายเลือดหล่อเลี้ยงชีวิตผู้คนที่เกิดขึ้นบนแผ่นดินนี้ ก่อให้เกิดนักปราชญ์ของแผ่นดิน ผู้รังสรรค์ศิลปวัฒนธรรม โบราณสถาน โบราณวัตถุ อันเป็นมรดกวัฒนธรรมอันล้ำค่ามากมายจนได้ชื่อว่า "ราชธานีแห่งอีสาน" เมืองอุบลราชธานีนี้ถือว่าเป็นเมืองแห่งนักปราชญ์มีขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามที่บ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของชนชาวอุบลอย่างเด่นชัด อย่างเช่น ประเพณีแห่เทียนพรรษา ที่มักจะจัดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกปี ซึ่งต้นกำเนิดเกิดจากการที่ชาวพุทธมักจะนำเอาเทียนที่ทำจากรวงผึ้งมาหล่อเป็นต้นเทียน นำไปถวายบูชาแก่พระภิกษุสงฆ์ เพื่อใช้ในการส่องสว่างในช่วงเข้าพรรษา (พระครูใบฎีกาสุพจน์ ตปสีโล และคณะ. 2558) ซึ่งขนบธรรมเนียมประเพณีต่าง ๆ ที่มีในจังหวัดอุบลราชธานี ล้วนแล้วแต่มีความเกี่ยวเนื่องกับพระพุทธศาสนาและวัดแทบทุกประเพณี เนื่องจากวัดเป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของทุกคน เป็นที่ซึ่งทุกคนให้ความเคารพและศรัทธา เป็นสถานที่ให้ความสงบสุขแก่ทุกคนที่ได้เข้าไปในสมัยก่อนใครมีความเดือดร้อนก็มักจะมองหาที่พึ่ง ซึ่งสิ่งแรกที่คนสมัยก่อนมักจะคิดถึงคือ วัด นั่นเอง การเข้าวัดเพื่อทำบุญให้พระขอพรจึงเป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจด้านความเชื่อของผู้นับในศาสนาพุทธ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นศาสตร์ที่ได้รับความนิยม และได้รับสนใจเป็นอย่างมากเนื่องมาจากภาพกราฟิกทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ต่างก็เข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่เพียงแต่เฉพาะในวงการคอมพิวเตอร์แต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังมีประโยชน์ในวงการด้านอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งคอมพิวเตอร์กราฟิก ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการที่จะนำเสนอผลงานต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบที่น่าสนใจและง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสามารถมองเห็นมากขึ้น เช่น การพัฒนาเกม การทำแอนิเมชัน คอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นศาสตร์ที่ประกอบขึ้นจากศาสตร์ที่สำคัญสามอย่าง นั่นก็คือ ความรู้ด้านศิลปะ วิทยาการคอมพิวเตอร์และคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันและนำมาใช้ประโยชน์ให้สอดคล้องกันอย่างลงตัว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวนาลัย มีการออกแบบภาพประกอบพื้นหลังสำหรับใช้ในการพัฒนาเกม โดยใช้ทฤษฎีสี่ตามหลักจิตวิทยาและการจัดองค์ประกอบศิลป์ (พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. 2544) เพื่อสร้างความสวยงามให้แก่เกม โดยนำเอาวัดสำคัญ ๆ ในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 9 วัด (บำเพ็ญ ญ อุบล และคณะ. 2535) มาเป็นต้นแบบ ซึ่งการให้พระขอพรแต่ละวัด มักจะมีเรื่องเล่าขานตำนานการขอพรอย่างไรให้สมหวัง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเอาไว้จากการลงพื้นที่ ซึ่งสื่อประเภทนี้สามารถเข้าถึงกลุ่มคนได้อย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือผู้ใหญ่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้จะได้ความรู้เรื่องการให้พระขอพรแล้วยังเป็นการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่มีความสนใจในที่อยู่ต่างจังหวัดได้ข้อมูลเส้นทางเดินทางที่ถูกต้อง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบภาพประกอบสำหรับใช้ในการพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวนาลัย
- 2.2 เพื่อทดลองและประเมินการออกแบบภาพประกอบที่ใช้ในการพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวนาลัย
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เล่นเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวนาลัย

3. วิธีการวิจัย

การพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวนาลัย ถือเป็นการออกแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ช่วง คือ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของวัด ทั้ง 9 วัด ที่ได้เลือกแบบเจาะจง และซึ่งได้จากการลงพื้นที่สำรวจ

และเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเป็นต้นแบบในการสร้างภาพประกอบฉากในเกม ระยะที่ 2 การพัฒนาเกมสองมิติให้พระแก้ววัดติอุบลราชธานีศรีวะนาไล โดยใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาพัฒนาเป็นต้นแบบเกม ระยะที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เล่นเกมสองมิติให้พระแก้ววัดติอุบลราชธานีศรีวะนาไล มีวิธีการดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2563 จำนวน 150 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 30 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน จากคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 3 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) (มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี. 2558) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลอง คือ เกมสองมิติให้พระแก้ววัดติอุบลราชธานีศรีวะนาไล โดยใช้หลักการ 3P (दनयर लताकुल और पुण्यारतन पुण्य. 2560) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนก่อนการผลิต (Pre-Production)

3.2.1.1 รวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประวัติของ พระแก้ววัดติอุบลราชธานีศรีวะนาไล จากเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากการสัมภาษณ์ผู้รู้ โดยการเก็บข้อมูลมีทั้งหมด 9 วัด ดังนี้ 1) วัดพระธาตุหนองบัว 2) วัดมหาวนาราม(วัดป่าใหญ่) 3) วัดทุ่งศรีเมือง 4) วัดมณีวนาราม 5) วัดพระเจ้าใหญ่องค์ต่อ 6) วัดหลวง 7) วัดกลาง 8) วัดศรีอุบลรัตนาราม 9) วัดสุปฏิหารามวรวิหาร

3.2.1.2 ศึกษาองค์ประกอบของเกม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบของเกม รูปแบบการนำเสนอเกม รูปแบบของภาพประกอบที่จะใช้ในเกม เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาเกมให้มีความสวยงาม โดยการวิเคราะห์และพัฒนาระบบเกม 2 มิติ

3.2.2 ขั้นตอนการผลิต (Production)

การพัฒนาระบบเกม 2 มิติ มีกระบวนการสร้างนวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้แบ่งระยะการพัฒนา ออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ออกแบบการสร้างเกม การวิเคราะห์เนื้อหาหรือเนื้อเรื่องที่ใช้ในการพัฒนามีกระบวนการสร้างนวัตกรรม

3.2.2.1 ขั้นตอนการออกแบบ

การออกแบบโลโก้ (Logo Design) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบโดยเน้นให้มีสีสันสดใส เหมาะสำหรับเด็ก สีสเหลือง คือ สีที่ชาวพุทธให้ความเคารพ (พระ) สีขาว คือ ความบริสุทธิ์ เทวดา คือ ความเชื่อ



รูปที่ 1 ออกแบบโลโก้ของเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2562)

การออกแบบตัวละคร (Character Design) การออกแบบตัวละครดำเนินเกมประกอบด้วย

1) เทวดา ผู้มีความเมตตา ให้ความรู้ ให้คำแนะนำแก่ผู้ที่มีความศรัทธาในสิ่งศักดิ์สิทธิ์ สามารถประทานพรให้กับผู้ที่มาขอพร ได้

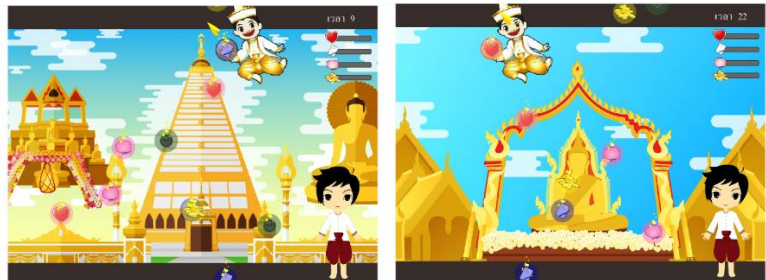
3.2.3 ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production)

ขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบเกม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเกมสองมิติโดยใช้ภาพทั้งหมดที่ได้ออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้านี้ เพื่อพัฒนาให้ได้เกมที่สามารถเล่นได้บนระบบปฏิบัติการแบบ Windows โดยผู้เล่นโหลดไฟล์ลงไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และทำการเข้าเล่นเกมได้ ในตัวเกมจะมีการแนะนำวิธีการเล่น



รูปที่ 5 ภาพทดสอบเล่นเกมโดยใช้ฉากเกมที่พัฒนาขึ้น (Post-Production) (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน, 2562)

จากรูปที่ 5 ลักษณะของหน้าเกมที่ผู้เล่นจะเข้าสู่ตัวเกมและทำการกดเลื่อนเพื่อดูคำอธิบายการเล่น และในเกมจะมีเสียงบรรยายเพื่อให้ความรู้แก่ผู้เล่น



รูปที่ 6 ภาพทดสอบเล่นเกมโดยใช้ฉากเกมที่พัฒนาขึ้น (Post-Production) (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน, 2563)

จากรูปที่ 6 ลักษณะของหน้าเกมที่ผู้เล่นจะเข้าสู่ตัวเกมและทำการกดเลื่อนเพื่อดูคำอธิบายการเล่นและในเกมจะมีเสียงบรรยายเพื่อให้ความรู้แก่ผู้เล่น

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดศรีอุบลราชธานีศรีระนาไล ดังนี้ การออกแบบฉาก (Graphic Design Background) ผู้วิจัยได้ออกแบบฉากที่ใช้ในพัฒนาเกมสองมิติครั้งนี้ โดยใช้วิธีการอ้างอิงโครงสร้างจากภาพจริงและองค์ประกอบสำคัญคือจุดเด่นในแต่ละวัด ซึ่งได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจริง เมื่อได้ชุดข้อมูลรูปภาพแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาคัดเลือกให้ได้รูปภาพที่มีจุดเด่นของแต่ละวัด มาจัดวางองค์ประกอบของภาพสำหรับเป็นเค้าโครงร่างของการออกแบบภาพพื้นหลังเพื่อคงสภาพอัตลักษณ์และเอกลักษณ์เดิมของวัด แล้วนำมาสร้างสรรค์เป็นภาพการ์ตูนสองมิติ ซึ่งมีการนำทฤษฎีองค์ประกอบศิลป์และทฤษฎีสี (พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์, 2544) มาเป็นแนวทางในพัฒนาภาพประกอบฉากทั้ง 9 วัด เพื่อให้ได้ฉากที่ออกแบบในครั้งมีความโดดเด่นและมีสีที่สวยงามตามหลักทฤษฎีสี ทำให้สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้เล่นเล่นได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเชิงลึก เพื่อให้ได้ข้อมูลมาเป็นจุดสำคัญในการเล่นเกมนี้นี้ คือ การขอพรในแต่ละวัด ซึ่งแต่ละสถานที่มีความเชื่อที่แตกต่างกัน

4.1 ผลการออกแบบภาพประกอบฉากสำหรับการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดศรีอุบลราชธานี



รูปที่ 7 วัดพระธาตุหนองบัว รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)

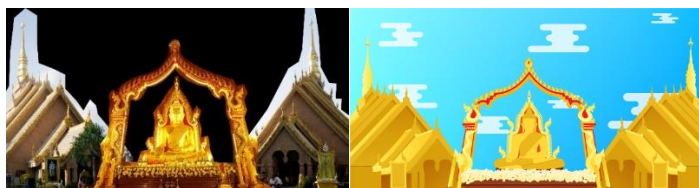


รูปที่ 8 วัดพระธาตุหนองบัว การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 8 วัดพระธาตุหนองบัว มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอได้ทุกอย่างครอบคลุมหมด แต่ที่โดดเด่น คือ “เรื่องการทำงาน ความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน จักสำเร็จได้ตั้งใจปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของวัดพระธาตุหนองบัว ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ พระธาตุเจดีย์ศรีมหาโพธิ์นี้ได้จำลองแบบมาจากเจดีย์พุทธคยา ประเทศอินเดีย สถานที่ที่ตรัสรู้ของพระพุทธเจ้า โดยได้พัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีเหลืองเป็นสีหลักของการออกแบบและใช้สีเขียวผสมสีฟ้าเป็นสีรอง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว



รูปที่ 9 วัดมหาวนาราม (วัดป่าใหญ่) รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)



รูปที่ 10 วัดมหาวนาราม (วัดป่าใหญ่) การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 10 วัดมหาวนาราม(วัดป่าใหญ่) มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอได้ทุกอย่างครอบคลุมหมด แต่ที่โดดเด่น คือ “เรื่องขอพรเกี่ยวกับสุขภาพจักสำเร็จเร็วตั้งใจปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของวัดมหาวนาราม (วัดป่าใหญ่) ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ พระเจ้าใหญ่อินทร์แปลง พระพุทธรูปศักดิ์สิทธิ์คู่เมืองอุบล และวิหารที่ประดิษฐานพระเจ้าใหญ่อินทร์แปลง มาจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำ

เป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีเหลือง เป็นสีหลักของการออกแบบและใช้สีฟ้าเป็นสีรองสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว



รูปที่ 11 วัดทุ่งศรีเมือง รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)



รูปที่ 12 วัดทุ่งศรีเมือง การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 12 วัดทุ่งศรีเมือง มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอได้ทุกอย่างครบคลุมหมด แต่ที่โดดเด่นคือ “ขอพรเกี่ยวกับการเงิน และ โชคลาภ จักสำเร็จได้ดังใจปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดทุ่งศรีเมือง ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะเจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ หอไตรวัดทุ่ง ซึ่งเป็นจุดเด่นของวัดทุ่งศรีเมืองแห่งนี้ มาจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีน้ำตาลแดงเป็นสีหลักของการออกแบบและใช้สีฟ้าเป็นสีรองสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว



รูปที่ 13 วัดพระเจ้าใหญ่องค์ตื้อ รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)



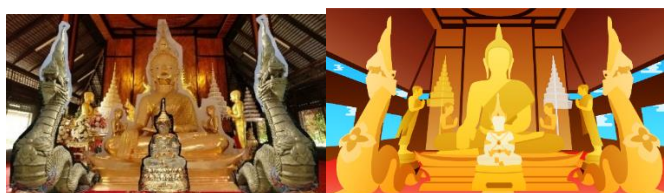
รูปที่ 14 วัดพระเจ้าใหญ่องค์ตื้อ การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 14 วัดพระเจ้าใหญ่องค์ตื้อมีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอพรด้าน“การปิดเป่าอุปสรรค ในทุก ๆ ด้าน จักสำเร็จได้ดังใจปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดพระเจ้าใหญ่องค์ตื้อ ที่ผู้คนได้มาทำบุญ

ไหว้พระแล้วมักจะจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ กลุ่มพระพุทธรูปในบริเวณวัด และ หลวงพ่อองค์ต่อ ซึ่งเป็นจุดเด่นของวัดพระเจ้าใหญ่องค์ต่อ แห่งนี้ มาจัดองค์ประกอบภาพเพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีเหลืองเป็นสีหลักของการออกแบบ สีขาวเป็นสีรอง สีเหลืองอ่อนสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว คงเอกลักษณ์จุดเด่นของวัดไว้อย่างชัดเจน



รูปที่ 15 วัดพระเจ้าใหญ่องค์ต่อ รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)



รูปที่ 16 วัดหลวง การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 16 วัดหลวง มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอพรด้าน “การเริ่มต้นกิจการใหม่ โชคลาภ เงินทอง จักสำเร็จได้ดังใจปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดหลวง ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ พระแก้วไพฑูรย์ และ หลวงพ่อองค์หลวง พระพุทธรูปศักดิ์สิทธิ์คู่เมืองอุบล ซึ่งเป็นจุดเด่นของวัดหลวงแห่งนี้ โดยการใช้การจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีเหลืองเป็นสีหลักของการออกแบบ สีขาวเป็นสีรอง สีเหลืองน้ำตาลเข้มตัดกับสีฟ้าสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว คงเอกลักษณ์จุดเด่นของวัดไว้อย่างชัดเจน



รูปที่ 17 วัดกลาง รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)

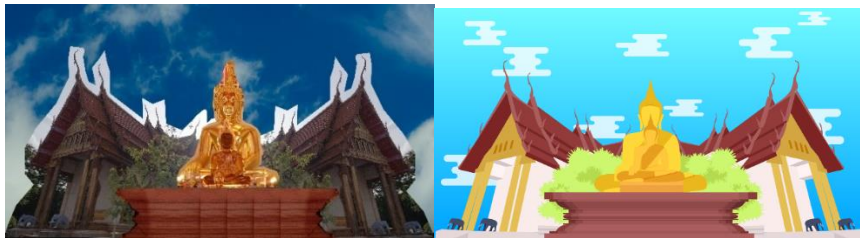


รูปที่ 18 วัดกลาง การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 18 วัดกลาง มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอพรด้านที่ “เกี่ยวกับสติปัญญา การศึกษา ทุกระดับ จักสมหวังดังปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดกลาง ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ พระบรมธาตุวัดกลาง พระพุทธรูปศักดิ์สิทธิ์คู่เมืองอุบลอีกหนึ่งองค์ ซึ่งเป็นจุดเด่นของวัดกลางแห่งนี้ โดยการใช้การจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยใช้สีเหลืองเป็นสีหลักของการออกแบบ สีแดงเพิ่มความโดดเด่นของภาพ สีเหลืองอ่อนผสมสีเขียวสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว คงเอกลักษณ์จุดเด่นของวัดไว้อย่างชัดเจน



รูปที่ 19 วัดศรีอุบลรัตนาราม รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)

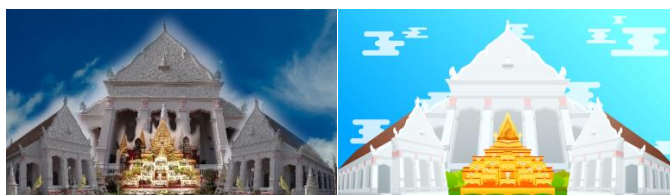


รูปที่ 20 วัดศรีอุบลรัตนาราม การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 20 วัดศรีอุบลรัตนาราม มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอพรด้าน “คู่ครอง แก้วแหวน เงินทอง เครื่องประดับ จักสมหวังดังปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดศรีอุบลรัตนาราม (วัดศรีทอง) ที่ผู้คนได้มาทำบุญไหว้พระแล้วมักจะจดจำเอกลักษณ์สถานที่แห่งนี้ได้คือ พระแก้วบุษราคัม พระพุทธรูปโบราณศักดิ์สิทธิ์คู่เมืองอุบลอีกหนึ่งองค์ ซึ่งเป็นจุดเด่นของวัดศรีอุบลรัตนาราม แห่งนี้ โดยการใช้การจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิกการ์ตูน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้สีเหลืองและสีน้ำตาลแดงเป็นสีหลักของการออกแบบ สีฟ้าสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว คงเอกลักษณ์จุดเด่นของวัดไว้อย่างชัดเจน



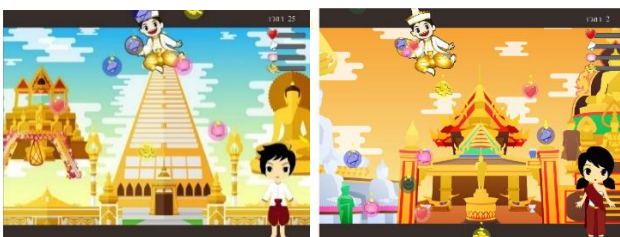
รูปที่ 21 วัดสุปฏิญนารามวรวิหาร รูปต้นแบบ (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2557)



รูปที่ 22 วัดสุปฏิญนารามวรวิหาร การออกแบบสำหรับใช้ในเกม (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 22 วัดสุปฏิญนารามวรวิหาร มีความเชื่อสืบทอดกันมาว่าสามารถขอพรด้าน “เกี่ยวกับสติปัญญา การเรียน การศึกษา ทุกระดับ จักสมหวังดังปรารถนา” ผู้วิจัยได้นำเอาจุดเด่นของ วัดสุปฏิญนารามวรวิหาร ซึ่งเป็นพระอารามหลวงชั้นตรีและเป็นวัดแรกของคณะสงฆ์ธรรมยุติกนิกายในจังหวัดอุบลราชธานีและภาคอีสานโดยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โปรดให้สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2396 การออกแบบภาพกราฟิก วิหารวัดสุปฏิญ ที่มีสีขาวงดงาม และพระประธานพระพุทธรูปโบราณศักดิ์สิทธิ์คู่มืองอุบลอีกหนึ่งองค์ ซึ่งเป็นจุดเด่นของวิหารวัดสุปฏิญ แห่งนี้ โดยใช้การจัดองค์ประกอบภาพ เพื่อทำเป็นโครงร่างต้นแบบแล้วนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบภาพกราฟิก การ์ตูน ผู้วิจัยได้เลือกใช้สีขาวเป็นสีหลัก สีเหลืองเสริมให้โดดเด่น สีฟ้าสำหรับทำพื้นหลัง เพื่อให้เป็นคู่สีที่มีความงามอย่างลงตัว คงเอกลักษณ์จุดเด่นของวัดไว้อย่างชัดเจน

จากการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของวัด ทั้ง 9 วัด ซึ่งเลือกแบบเจาะจง จากการลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเป็นต้นแบบในการสร้างภาพประกอบฉากในเกม ซึ่งเป็นการนำเอาจุดเด่นที่เป็นจุดสำคัญของแต่ละวัด อีกทั้งรวมเอาความเชื่อด้านการขอพร ที่เป็นจุดเด่นสำคัญของแต่ละวัด มาเป็นองค์ประกอบต้นแบบ เพื่อพัฒนาภาพประกอบฉากโดยยึดเอาทฤษฎีสีและการจัดองค์ประกอบ เป็นส่วนสำคัญในการออกแบบให้เกิดความสวยงาม



รูปที่ 23 ภาพทดสอบเล่นเกมโดยใช้ฉากเกมที่พัฒนาขึ้น (Post-Production) (ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2563)

จากรูปที่ 23 เป็นภาพฉากวัดในเกมที่ผู้เล่นได้เลือกเด็กผู้ชาย และ ผู้หญิง สำหรับเล่นเกมและทำการเล่นผ่านไปแต่ละวัดเพื่อเก็บคะแนนและเรียนรู้การไหว้พระทำบุญที่เป็นจุดสำคัญในเกม โดยการประกอบฉาก ตัวละคร เสียงการเคลื่อนไหวของตัวละครเพื่อพัฒนาเกมให้มีความสมบูรณ์

4.2 ผลการทดลองและประเมินการออกแบบภาพประกอบที่ใช้ในการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวะรนไล ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน คือ การประเมินด้านความสวยงามของภาพ การประเมินด้านเสียงประกอบ การประเมินด้านการได้รับความรู้ การประเมินประสิทธิภาพของระบบเกม เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเลือกแบบเจาะจง เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวัดค่ากลางของข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) และวัดการกระจายของข้อมูลโดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมได้มีการกำหนดเกณฑ์ตามวิธีของโลเกิร์ต โดยประกอบด้วยมาตราอันดับ (Rating Scale) 5 อันดับ (มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี.2558) ผลการประเมินปรากฏดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินด้านความสวยงามของภาพ ด้านเสียงประกอบ ด้านการได้รับความรู้ ประสิทธิภาพของระบบเกม ของเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดติอบลราชธานีศรีวะนาไล โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
การประเมินด้านความสวยงามของภาพ	4.67	0.57	ดีมาก
การประเมินด้านเสียงประกอบ	4.67	0.57	ดีมาก
การประเมินด้านการได้รับความรู้	4.33	0.58	มาก
การประเมินประสิทธิภาพของระบบเกม	4.55	0.57	ดีมาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินหาประสิทธิภาพการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดติอบลราชธานีศรีวะนาไลโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน โดยใช้เกณฑ์วัด 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดจากการประเมินด้านความสวยงามของภาพ อยู่ในระดับ 4.67 การประเมินด้านเสียงประกอบ อยู่ในระดับ 4.67 การประเมินด้านการได้รับความรู้ อยู่ในระดับ 4.33 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.55 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เล่นเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดติอบลราชธานีศรีวะนาไล ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้เล่น โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพ 10 ด้าน ดังนี้ คือ ความสวยงามของกราฟิกในเกม การได้รับความรู้เพื่อขอพรทั้ง 9 วัด เสียงประกอบฉาก เสียงของตัวละคร ความน่าสนใจของเนื้อเรื่องเกม ระบบและวิธีการเล่นเกมเข้าใจง่าย ความสนุกเพลิดเพลินของเกม การใช้สีในฉากตัวละครต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับการไหว้พระขอพร และ ความสมบูรณ์ภาพรวมของเกม เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้เล่น ซึ่งเลือกแบบการสุ่ม เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวัดค่ากลางของข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) และวัดการกระจายของข้อมูลโดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมได้มีการกำหนดเกณฑ์ตามวิธีของไลเกิร์ต โดยประกอบด้วยมาตราอันดับ (Rating Scale) 5 อันดับ (มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.2558) ผลการประเมินปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ความสวยงามของกราฟิกในเกม	4.26	0.52	ดี
การได้รับความรู้เพื่อขอพรทั้ง 9 วัด	4.36	0.49	ดี
เสียงประกอบฉาก	4.30	0.59	ดี
เสียงของตัวละคร	4.26	0.57	ดี
ความน่าสนใจของเนื้อเรื่องเกม	4.33	0.44	ดี
ระบบและวิธีการเล่นเกมเข้าใจง่าย	4.23	0.54	ดี
ความสนุกเพลิดเพลินของเกม	4.13	0.62	ดี
การใช้สีในฉาก ตัวละครต่าง ๆ	4.03	0.71	ดี
ความรู้เกี่ยวกับการไหว้พระขอพร	4.30	0.74	ดี
ความสมบูรณ์ภาพรวมของเกม	4.43	0.56	ดี
รวม	4.26	0.09	ดี



จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.26 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 ซึ่งหมายความว่าเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดตูปุลาขราชธานีศรีวะนาไล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากศึกษาการพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดตูปุลาขราชธานีศรีวะนาไล ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

5.1 การพัฒนาเกมสองมิติไหว้พระแก้ววัดตูปุลาขราชธานีศรีวะนาไล เป็นการพัฒนาเกม 2 มิติ พบว่า การนำเอาจุดเด่นของพื้นที่วัดทั้งหมด 9 วัดสำคัญของอุบลราชธานี โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง นำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบภาพประกอบฉากและภาพพื้นหลังสำหรับใช้ในงานสร้างเกมซึ่งมีลักษณะอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละวัดทำให้ผู้เล่นมีความสนใจภาพประกอบ โดยมีแรงกระตุ้นจากสีของฉากในเกมนี้ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเล่น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีสีตามหลักจิตวิทยา เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอันเป็นแรงกระตุ้นหรือสิ่งเร้า โดยคุณสมบัติของสีตามสิ่งเร้าประเภทต่าง ๆ ที่มองเห็น ซึ่งแม่สีนี้ประกอบไปด้วย 4 สีได้แก่ สีเหลือง สีเขียว สีนํ้าเงิน และสีแดง (พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์, 2544) สอดคล้องกับอนุสร อักษรเสื่อและจุมพล ราชวิจิตร (2566) ได้ศึกษาการสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีสีในกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งใช้ทฤษฎีสีเป็นองค์ประกอบหนึ่งของศิลปะที่มีความหมายมากเพราะการใช้สีในงานศิลปะนั้นเป็นสิ่งที่แสดงออกของอารมณ์ความคิดที่นับว่าเป็นสิ่งที่ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งเป็นข้อสำคัญของผู้ศึกษาศิลปะ คือ จดจำและเข้าใจความสัมพันธ์ของแต่ละสีและการใช้สีคุณสมบัติและเอกลักษณ์ของสีแต่ละชนิด สอดคล้องกับ วันวิสาข์ พรหมจีน และ อติเทพ แจ่มนาลาว (2563) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การใช้แสงและสีทางจิตวิทยา เพื่อการออกแบบพัฒนาฉากพบว่า แสงและสีเป็นเครื่องมือทางจิตวิทยา ที่สามารถสะท้อนอารมณ์ได้หลากหลาย สร้างความแตกต่างระหว่างฉากที่สื่ออารมณ์ ให้เป็นฉากที่สื่ออารมณ์ได้ยอดเยี่ยม โดยการออกแบบฉากลักษณะนี้คือการสร้างภาพให้มีชีวิตดึงดูดอารมณ์ของผู้ชม โดยใช้แสงและสีในลักษณะต่าง ๆ ตามที่ผู้ผลิตอยากให้อารมณ์นั้นปรากฏในฉาก ก่อให้เกิดความตื่นตาตื่นใจ ซึ่งการใช้สีทางจิตวิทยาเพื่อการออกแบบพัฒนาฉากนั้น ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดงานสร้างสรรค์ จึงเห็นได้ว่าการใช้แสงและสีทางจิตวิทยาเพื่อการออกแบบพัฒนาฉากนั้น สามารถช่วยให้การออกแบบฉากสื่ออารมณ์ได้ชัดเจนและสร้างอารมณ์ร่วมของผู้ชมได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ อรทัย สุทธิจักษ์ และ กษพรธณ ยังมี (2558) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาเกม 2 มิติ สำหรับฝึกทักษะการแยกสีขนาดและรูปทรงเรขาคณิตของเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับกลาง พบว่า การออกแบบทำให้เกิดการเคลื่อนไหวจะกระตุ้นความสนใจเด็กได้ดีทำให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์ขณะเล่นเกม การจัดวางองค์ประกอบควรเป็นระเบียบสีที่ใช้ในการออกแบบควรเป็นสีที่สดใส สะอาดตา เหมาะสมกับผู้เรียนเมื่อเด็กเล่นเกมผ่านแต่ละด่านมีการเสริมแรงด้วยการให้ดาวหรือสิ่งที่เด็กชอบ ส่งเสริมให้เด็กมีความมุ่งมั่นมีสมาธิในการเรียนรู้เกมมีความหลากหลายน่าสนใจ ซึ่งในการเล่นเกมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เล่นจะได้รับข้อมูลความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับประวัติทั้ง 9 วัด โดยมีขั้นตอนการเล่น ดังนี้ 1) หน้าแรก 2) รายการเพื่อเลือกเล่น 3) วิธีการเล่น 4) เริ่มเล่นเกม 5) อธิบายจุดประสงค์ของเกม 6) เลือกตัวละคร 7) หน้าเกมทั้งเก้าวัด 8) เล่นเกมโดยการเก็บคะแนนจากไอคอนที่มี ในระยะเวลา 30 นาที สอดคล้องกับ พชรพรธณ ชรารัตน์และคณะ (2558) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง เกมพัฒนาการสอน เรื่อง การแปลงเลขฐานในระบบคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า การสร้างเกมการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้น เป็นเกมเล่นตามบทละครโดยจะกำหนดตัวผู้เล่นขึ้น และให้ผู้เล่นสวมบทบาทเป็นตัวละคร ผจญภัยไปตามเนื้อเรื่องที่กำหนดโดยมีการสะสมคะแนน โบนัส เมื่อผจญภัยไปมากขึ้น มีขั้นตอนการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) หน้าแรก 2) ลงทะเบียนแสดงการยืนยันตัวตน 3) รายการเพื่อเลือกหัวข้อและกิจกรรมการเรียนรู้ 4) เลือกตัวละคร 5) ตอบคำถาม เพื่อเตรียมความพร้อมและวัดความรู้เดิม 6) หน้าเกม ที่นำเสนอภารกิจและเนื้อหา และสอดคล้องกับพรชนัน ดาราพงษ์ (2555) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อ

ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการใช้โปรแกรม และระบบภายในเกม คือ 1) บทนำ 2) ลงชื่อเล่นเกม 3) คำแนะนำการเล่นเกม 4) แบบทดสอบก่อนเรียน 5) หน้าเกม 6) แบบทดสอบหลังเรียน

5.2 การหาคุณภาพเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวะนาไล พบว่าผลการประเมินหาประสิทธิภาพเกมสองมิติให้พระแก้ววัดดีอุบลราชธานีศรีวะนาไล โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน โดยใช้เกณฑ์วัด 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.55 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่า สอดคล้องกับ ธนสาร รุจิรา (2559.) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง เกมส่งเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง การประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพเกมส่งเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 เช่นกัน

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานพบว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 ความสวยงามของกราฟิกในเกม(ภาพต่าง ๆ ในเกม) การได้รับความรู้เพื่อขอพรทั้ง 9 วัด เสียงประกอบฉาก เสียงของตัวละคร ความน่าสนใจของเนื้อเรื่องเกม ความสมบูรณ์ภาพรวมของเกม อยู่ในระดับดีมาก ระบบและวิธีการเล่นเกมเข้าใจง่าย ความสนุกเพลิดเพลินของเกม การใช้สีในฉาก ตัวละครต่าง ๆ อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยสุภาณี ศรีอุทธา และสวียา สุรมณี (2560) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาเกมแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเกมแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ตที่พัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 เช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานในระบบโทรศัพท์มือถือได้ จึงต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการใช้งานเท่านั้นควรพัฒนาต่อยอดให้สามารถดาวน์โหลดและใช้งานร่วมกับเครื่องมือสื่อสารทุกประเภทและทุกระบบและควรมีการพัฒนาเนื้อหา ใช้กราฟิกที่สวยงาม มีการเคลื่อนไหว และการเก็บคะแนนที่แปลกจากเดิมเพื่อดึงดูดความสนใจให้กับผู้เล่น

เอกสารอ้างอิง

วันวิสาข์ พรมจัน และ อติเทพ แจ้ดนาลาว. (2563). “การใช้แสงและสีทางจิตวิทยาเพื่อการออกแบบพัฒนาฉาก”.

วารสาร Veridian E-Journal. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 12(6) : 2521-2541.

พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์.(2544) . เทคนิคการออกแบบงานกราฟิก. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น.

อนุสรณ์ อักษรเสื่อ และ จุมพล ราชกิจิตร. (2566). “การสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีสีในกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”.วารสารศึกษาศาสตร์.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 32(2) : 120-127.

อรทัย สุทธิรักษ์ และ กชพรรณ ยังมี. (2558). “การพัฒนาเกม 2 มิติ สำหรับฝึกทักษะการแยกสี ขนาดและรูปทรง เรขาคณิตของเด็ก ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับกลาง”.

วารสารวิชาการ AJNU ศิลปะ สถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 6(1) : 170-183.

ดนัยพร ลดากุล และ ปุณณรัตน์ ปุณญา (2560) . “การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้านความซื่อสัตย์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2” .วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์.

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 1(1) : 64-71.



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. “การสุ่มตัวอย่าง [Chapter 6 Random Sampling] ”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.udru.ac.th/oldsite/attachments/elearning/01/07.pdf>. สืบค้น 1 กันยายน 2565.

พชรพรรณ ชรารัตน์ ประวิทย์ ชิมมาตุน และ พงศ์ธร โพธิ์ศักดิ์. (2558). “การพัฒนาเกมการสอนเรื่องการแปลงเลขฐานในระบบคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” *The 34th National Graduate Research Conference ABSTRACTS AND FULL PAPERS*. Khon Kaen University. (2026 - 2037).

ธนสาร รุจิรา ปานจิตร หลงประดิษฐ์ และ ณัฐชา เดชดำรง. (2560). “เกมส่งเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์”. *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยี*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2(1) : 19-27.

พรชนัน ดารางษ์. (2555). “การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3”. *วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยศิลปากร*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/3579> สืบค้น 1 กันยายน 2564.

สุภาณี ศรีอุทธา และ สวียา สุรมณี. (2560). “การพัฒนาเกมแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนแท็บเล็ต เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. *วารสารวิชาการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 1(1) : 70-78.

สุภาณีย์ อมรจิตสุวรรณ.(2556). “รากเหง้าคนอีสาน : เมืองอุบลราชธานีศรีวนาลัย” . *วารสารกฎหมายและนิติศาสตร์*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 6(12) : 7-35.

พระครูใบฎีกาสุพจน์ ตปสีโล และ คณะ.(2558). *บทบาทเยาวชนในประเพณีแห่เทียนพรรษา : บทสะท้อนช่องว่างของกระบวนการเรียนรู้และสืบสานวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดอุบลราชธานี*. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตอุบลราชธานี.

บำเพ็ญ ณ อุบล และคณะ. (2535). *อุบลราชธานี 200 ปี* .กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.

ยุทธศักดิ์ ทองแสน. (2557). *ภาพถ่ายวัดในจังหวัดอุบลราชธานี*. เสนอที่ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 9 กรกฎาคม 2563 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อการออกแบบภาพประกอบสำหรับใช้ในการพัฒนาเกมสองมิติ โดยเป็นการนำเอาจุดเด่นของวัดที่เป็นต้นแบบมาพัฒนาสร้างองค์ประกอบ เพื่อให้ได้เค้าโครงต้นแบบสำหรับการนำไปสร้างฉากประกอบในเกม เป็นการนำเอาทฤษฎีและการจัดองค์ประกอบของภาพมาเป็นหลักในการออกแบบ เพื่อพัฒนาฉากประกอบเกมให้เกิดความสวยงามมารวมถึงดึงดูดผู้เล่น ให้มีความสนใจและติดตามในขณะที่เล่นเกมได้

การพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน

ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์^{1*} สุพัตรา วยะสุน² ปฏิวัติ อาสาแสน³ พัทธักษ์ แสนกล้า⁴

วีระนันต์ วิบูลย์อรรถ⁵ รัตติยา ธาณี⁶

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*23456}

อีเมล : 252hot@srnu.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 16 สิงหาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 16 ตุลาคม 2566

วันตอบรับบทความ 26 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

สภาพปัญหาของการเลี้ยงไหมในโรงเลี้ยงไหมแบบระบบปิดของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมเกิดจากการเลี้ยงที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิหรือเครื่องมือควบคุมอุณหภูมิแสดงผลไม่แม่นยำทำให้เกิดปัญหาต่อการเลี้ยงหนอนไหม ทำให้หนอนไหมโตช้า หรือเป็นโรคไหม้ลูกกลามทำให้ได้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อให้สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไหมทุกระยะจะต้องมีเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิที่แม่นยำเพื่อบอกระดับอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนไหมทุกช่วงวัยที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือตรวจวัดเพื่อบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่สามารถแสดงผลบนสมาร์ตโฟนเป็นส่วนช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงไหมสามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตัวเครื่องวัดฯ นี้มีราคาต้นทุนต่ำกว่าเครื่องวัดฯ ในท้องตลาดแต่ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องจากต่างประเทศ โดยเครื่องวัดฯ มีอุปกรณ์และส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 WiFi ระบบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (DHT11) ระบบจะแสดงผลบน Google Sheet ในงานวิจัยได้ทำการทดลองในโรงเลี้ยงหนอนไหมระบบปิด โดยห้องมีขนาด 3 x 4 เมตร โดยการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องใช้เวลาดทดสอบ 7 วัน โดยใช้วิธีทดสอบการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากตัวเครื่องที่พัฒนาเปรียบเทียบกับเซ็นเซอร์ของเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นของบริษัท NECTEC รุ่น NEB6500 พบว่าค่าของอุณหภูมิของเครื่องที่พัฒนาฯ โดยเฉลี่ยมีเปอร์เซ็นต์การอ่านค่าผิดพลาดเท่ากับ 3.93% ส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่องที่พัฒนาฯ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 69.43 RH (Relative Humidity) และมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 1.62% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงมากนัก ทำให้เครื่องที่พัฒนามีประสิทธิภาพในขั้นต้นและด้านต้นทุนโดยประมาณในการพัฒนาเครื่องต้นแบบมีราคาต่ำกว่าเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นที่นำมาเปรียบเทียบ โดยรวมด้านประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นของบริษัท NECTEC รุ่น NEB6500 ประมาณ 94% ดังนั้น หากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมาก

คำสำคัญ : การตรวจติดตามอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ไอเอสพี8266



Development of data logger to monitor temperature and relative humidity in the local silkworm farm.

Songsak Meesit^{1*}, Supatra Wayalun², Patiwat Arsasen³, Pitak Saenkla⁴

Weeranan Viboonat⁵, Rattiya Thani⁶

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1*,2,3,4,5,6}

E – mail : 252hot@srru.ac.th^{1*}

Received 16 August 2023

Revised 16 October 2023

Accepted 26 October 2023

Abstract

The problem of silkworm farming in closed silk houses among silk farmers is caused by uncontrolled farming or inaccurate display of temperature control tools, causing problems for silkworm farming. This causes silkworms to grow slowly or the silkworm disease spreads, resulting in poor yields. Therefore, in order for the environment to be suitable for silkworm farming at all stages, there must be an accurate temperature measuring instrument to accurately and accurately identify the temperature and humidity levels that affect the growth of silkworms of all ages. This research has developed a measuring instrument to record temperature and relative humidity that can be displayed on smartphones to help silk farmers control the quality of their produce effectively. in the market, but the performance is similar to that of foreign machines. The meter has important equipment and components such as microcontrollers, NodeMCU, ESP8266 WiFi, temperature and relative humidity sensor system (DHT11). The test took 7 days to test the efficiency of the machine using the temperature and relative humidity readings from the developed unit compared to the sensors of NECTEC NEB6500 thermometers, which showed that the average temperature of the developed machine had an error reading percentage of 3.93%, an average relative relative humidity of 69.43 RH (relative humidity), and an error percentage of 1.62%, which is not very high. As a result, the developed machine has good performance and the estimated cost of developing the prototype is lower than the thermometer and humidity compared. Overall, the efficiency of the developed unit is about 94% similar to that of NECTEC NEB6500 thermometers. If this research is further commercialized, it will greatly reduce the cost of manufacturing scientific and technological equipment or instruments.

Keywords : Temperature monitoring, Relative humidity, ESP8266

1. บทนำ

อาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมถือว่าเป็นอาชีพดั้งเดิมของประเทศไทย เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมากที่สุดเมื่อเทียบกับเกษตรกรของประเทศไทย เนื่องจากมีการเลี้ยงไหมอย่างช้านานโดยทั่วไปการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมของเกษตรกรจะทำในรูปแบบวิถีชาวบ้าน มีวิธีการเลี้ยงไหมจะเป็นวิถีแบบดั้งเดิม โดยเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมกันอย่างแพร่หลายโดยทำเป็นอาชีพเสริม (ณัฏชนันท์ ภูมิโคกรักษ์ และคณะ. 2558) และมีการเลี้ยงไหมในโรงเลี้ยงไหมที่สร้างขึ้นเอง โดยมีลักษณะของโรงเลี้ยงไหมอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือแบบแรกเป็นโรงเลี้ยงไหมแบบระบบเปิด คือ โรงเลี้ยงไหมที่มุงด้วยตาข่ายไนลอนรอบด้านของโรงเลี้ยงทำให้มีอากาศถ่ายเทอย่างสม่ำเสมอแต่ในสภาวะช่วงฤดูฝนจะทำให้เลี้ยงไหมลำบากเนื่องจากละอองฝน และเชื้อไวรัส สามารถลอยเข้าไปในโรงเลี้ยงไหมได้ แบบที่สองเป็นโรงเลี้ยงไหมแบบระบบปิด คือ รอบด้านของโรงเลี้ยงไหมจะกันด้วยผนังคอนกรีต และบนเพดานจะปิดด้วยแผ่นผ้าเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกไม่ให้สามารถเข้าไปในโรงเลี้ยงไหมได้ แต่จะใช้วิธีการให้ความเย็นและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเลี้ยงไหม วิธีการนี้สามารถเลี้ยงไหมได้ทุกฤดูกาล

การเลี้ยงไหมให้ได้เส้นไหมที่มีคุณภาพนั้น การเลี้ยงไหมต้องมีความพิถีพิถันมาก โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เนื่องจาก มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหนอนไหมแต่ละช่วงวัย ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องเอาใจใส่ดูแลตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ ตลอดจนการเลี้ยงที่ได้มาตรฐาน โดยปกติแล้วลักษณะโรงเลี้ยงไหมที่ถูกสุขลักษณะต้องห่างไกลจากที่พักอาศัยและcockleสัตว์สะตอกต่อการทำความสะอาด และป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูสม่ำเสมอ มีอากาศถ่ายเท ขนาดโรงเลี้ยงขึ้นอยู่กับจำนวนที่ต้องการเลี้ยง เช่น ขนาด 6x8 ตารางเมตร เลี้ยงไหมได้ 2-3 แผ่น (1 แผ่นจะมีไหมประมาณ 20,000 ตัว) ขนาด 8x12 ตารางเมตร เลี้ยงได้ 4-6 แผ่น อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในการเลี้ยงสำหรับหนอนไหม 5 วัย ดังนี้ 1) วัยหนึ่ง 27-28 °C และ 90% 2) วัยสอง 26-27°C และ 85% 3) วัยสาม 25-26°C และ 80% 4) วัยสี่ 24-25°C และ 75% และ 5) วัยห้า 23-24°C และ 70% (กรมหม่อนไหม. 2558) ดังเช่นงานวิจัยของ มานพ แยมแพง และคณะ (มิถุนายน 2564) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหม และใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยร่วมกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ พบว่า ความแตกต่างเฉลี่ยจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงไหมวัยที่ 1-5 มีความแตกต่างกันออกไป จึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในการเลี้ยงไหมของวัยต่าง ๆ ให้คงที่ และเครื่องจะต้องมีความแม่นยำในอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้านที่มีต้นทุนต่ำ (ธีระยุทธ เสงี่ยมศักดิ์. 2554) โดยเครื่องสามารถอ่านค่าและบันทึกข้อมูลเก็บไว้บนยูเอสบีซีและสามารถดูผลการบันทึกค่าได้จากสมาร์ตโฟนหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถนำเครื่องวัดฯ ที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้เพื่อการต่อยอดในเชิงพาณิชย์และสามารถประดิษฐ์เพื่อใช้งานในโรงเลี้ยงไหมเองได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องบันทึกสำหรับตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกสำหรับตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน

3. วิธีการวิจัย

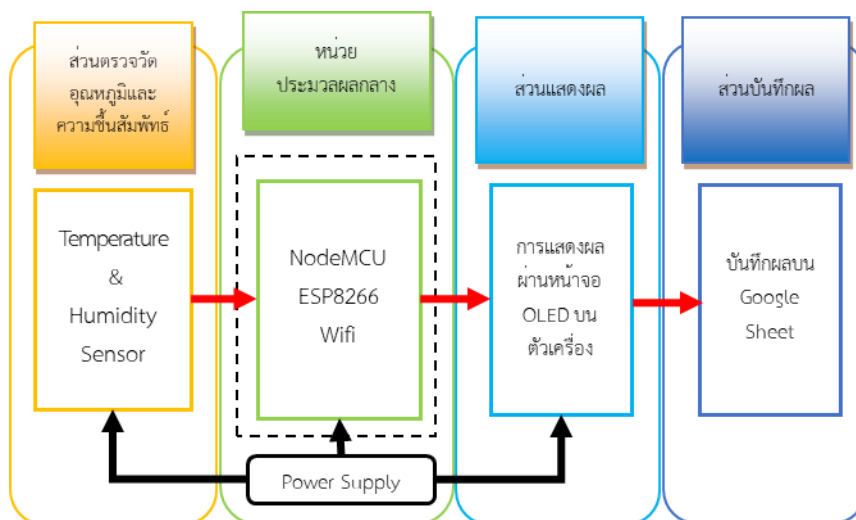
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน โดยแบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ความต้องการ

2) การออกแบบและพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 3) การทดสอบเครื่องบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการเครื่องตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมในอำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ใช้โรงเลี้ยงไหมแบบระบบปิด เกษตรกรจึงให้ความสำคัญกับเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากเครื่องที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาสูงและอาจต้องใช้เป็นจำนวนมากต่อโรงเลี้ยงหนึ่งโรง ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ใช้แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการ สำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้านให้มีประสิทธิภาพ

3.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (คงเดช พะสีนาม และคณะ. 2562) กับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 WiFi (วิจิตตรา คุ่มวงษ์ และสรวง รุ่งประกายพรรณ. 2565) และทำการพัฒนาเครื่องฯ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การออกแบบส่วนประกอบของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ รหัส DHT11 โดยส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นปริมาณทางกายภาพแล้วทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นปริมาณทางไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลต่อไป 2) หน่วยประมวลผลกลาง คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 สามารถประมวลผลได้ช่วยชุดคำสั่งและส่งไปแสดงผลหรือจัดเก็บยัง Google Sheet ได้ 3) ส่วนแสดงผล ทำหน้าที่แสดงผลผ่านจอ OLED บนตัวเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และ 4) ส่วนบันทึกผล ทำหน้าที่บันทึกค่าของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไว้บน Google Sheet และสามารถดูผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บน Google Sheet ได้ผ่านทางสมาร์ตโฟน (บุษราภรณ์ ศรีคำนวน และคณะ. 2557) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังส่วนประกอบของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

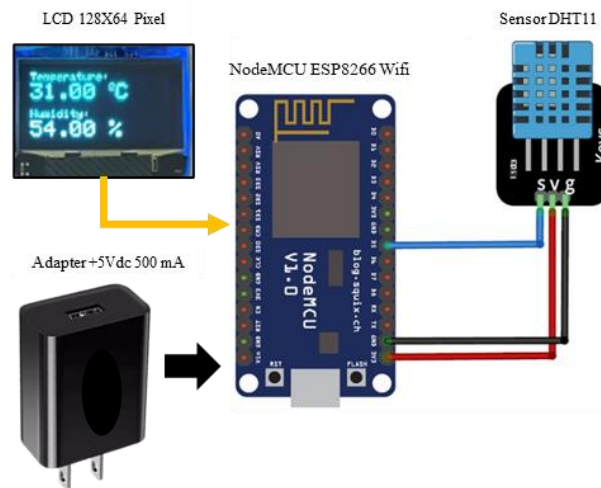
3.2.2 การพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์สำคัญ 3 ส่วนได้แก่

3.2.2.1 ESP8266 เป็นโมดูล Wifi ที่นิยมนำไปใช้พัฒนางานด้าน IoT (พิรศุขม์ ไชยศรีมณีพรรณ และคณะ. 2562) โดยสามารถโปรแกรมลงไปได้ ซึ่งมีพื้นที่โปรแกรมมากถึง 4 Mbytes ใช้ไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 3.3-10 VDC กระแส 200mA ระดับสัญญาณ In/Out (GPIO) = 3.3 VDC ขนาดของบอร์ด 25.4 mm x 48.26 mm.

3.2.2.2 Sensor DHT11 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีขนาดเล็ก โดยคุณสมบัติเด่น ได้แก่ 1) มีเสถียรภาพสูง 2) มีขนาดเล็ก และ 3) ประหยัดพลังงาน สามารถทำงานในย่านที่มีแรงดันไฟเลี้ยง + 2.4 VDC ถึง +5.5 VDC สามารถกำหนดความละเอียดของย่านการวัดได้

3.2.2.3 จอแสดงผล LCD ขนาด 128X64 Pixel เป็นจอแบบ OLED และประหยัดพลังงาน

อุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนนี้ใช้พลังงานจากอะแดปเตอร์ USB ขนาด +5VDC 500mA ก็เพียงพอสำหรับการใช้งานเป็นเวลานานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรูปแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนแสดงดังรูปที่ 2



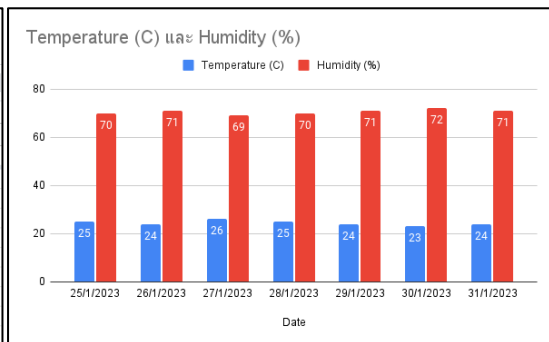
รูปที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.3 การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานของเครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน โดยทดสอบเปรียบเทียบกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นของเครื่อง NEB6500 ที่ผลิตโดยบริษัท NECTEC แล้วทำการเก็บข้อมูลลงในแบบบันทึก โดยขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

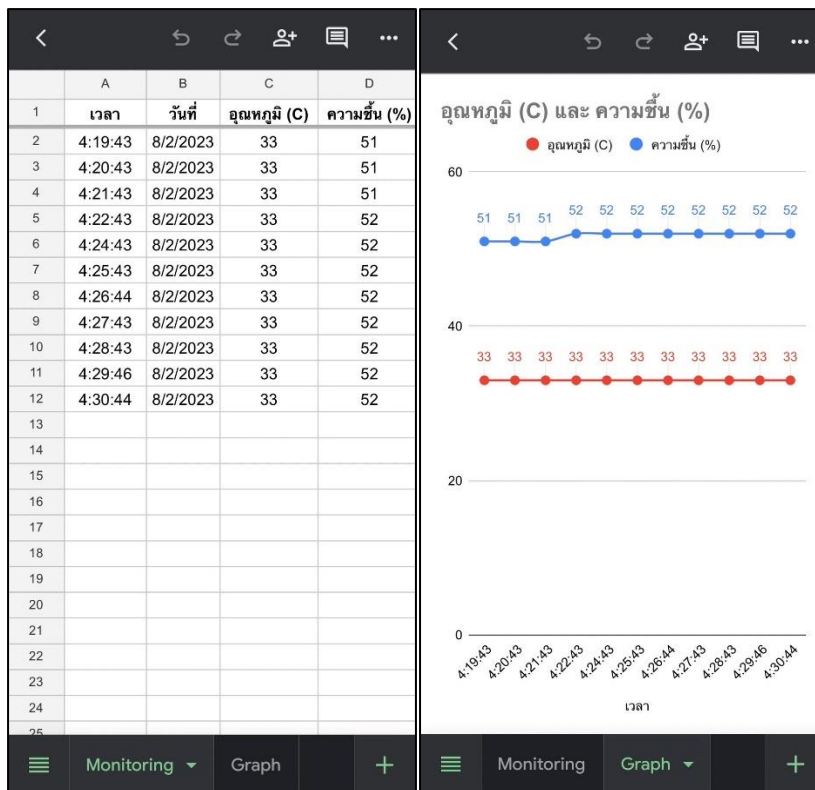
3.3.1 ติดตั้งเครื่องบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน โดยติดตั้งตรงบริเวณที่เลี้ยงหนอนไหมจุดเดียวกันกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นของเครื่อง NEB6500

3.3.2 การบันทึกข้อมูล โดยเครื่องฯ จะส่งข้อมูลที่ได้อ่านค่าแต่ละครั้งเป็นรายชั่วโมงผ่านอินเทอร์เน็ตไปยัง Google Sheet และทำการบันทึก วัน/เดือน/ปี ในช่องคอลัมน์ Date บันทึก ชั่วโมง/นาที/วินาที ในช่องคอลัมน์ Time บันทึกค่าอุณหภูมิในช่องคอลัมน์ Temperature (C) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส และบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ ในช่องคอลัมน์ Humidity (%) มีหน่วยเป็น % และมีการรายงานผลออกมาอยู่ในรูปแบบภูมิแพ่งหรือแผนภูมิกราฟเชิงเส้นเพื่อให้ดูข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถดูการรายงานผลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3 หรือดูผ่านสมาร์ตโฟนได้ ดังรูปที่ 4

DHT Monitoring ☆ 📄 🗑				
ไฟล์ แก้ไข ดู แทรก รูปแบบ ข้อมูล เครื่องมือ ส่วนขยาย ความช่วยเหลือ				
G12 fx 100% B % .0 .00 123 คำเริ่มต้น (A... 10				
	A	B	C	D
1	Date	Time	Temperature (C)	Humidity (%)
2	25/1/2023	18:00:00	25	70
3	26/1/2023	18:00:00	24	71
4	27/1/2023	18:00:00	26	69
5	28/1/2023	18:00:00	25	70
6	29/1/2023	18:00:00	24	71
7	30/1/2023	18:00:00	23	72
8	31/1/2023	18:00:00	24	71
9				
10				



รูปที่ 3 การรายงานผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บน Google Sheet ด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบแผนภูมิแท่ง



รูปที่ 4 การรายงานผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บน Google Sheet ด้วยสมาร์โฟนในรูปแบบกราฟเชิงเส้น

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ นำค่าที่อ่านได้จากเครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน จาก Google Sheet มาหาค่าเฉลี่ยทั้งค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ตามเวลาที่กำหนด เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเครื่อง NEB6500 แล้วหาความผิดพลาดและอ้างอิงความถูกต้องโดยสอบเทียบค่าจากเครื่อง NEB6500

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาเครื่องบันทึกสำหรับตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน โดยเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุนต่ำที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะและคุณสมบัติดังนี้

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 3.7 เซนติเมตร ความยาว 7.5 เซนติเมตร ความสูง 2.5 เซนติเมตร และมีน้ำหนักรวมประมาณ 90 กรัม มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ DHT11 2) NodeMCU ESP8266 Wifi หน่วยประมวลผลกลาง และ 3) จอ LCD ขนาด 128X64 Pixel และสามารถใช้งานแหล่งจ่ายไฟจากอะแดปเตอร์ขนาด 5VDC 500mA ทั่วไปได้ โดยลักษณะทางกายภาพแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน

4.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุนต่ำที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณสมบัติทางเทคนิค ได้แก่ 1) สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำ ± 2 องศาเซลเซียส และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 20 – 90 % RH มีความแม่นยำ ± 5 RH 2) แหล่งพลังงานได้มาจากอะแดปเตอร์ขนาด 5VDC 500mA 3) สามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านหน้าจอ LCD ของเครื่องได้ และ 4) เชื่อมต่อข้อมูลผ่าน Wifi ดูการรายงานผลได้จาก Google Sheet บนสมาร์ตโฟนและเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

4.2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบันทึกสำหรับตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้าน การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการทำงานนี้ เพื่อให้ทราบถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่อ่านค่าได้จากเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้นในสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป โดยทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้รับมาเพื่อเปรียบเทียบค่ากับเซนเซอร์ของบริษัท NECTEC รุ่น NEB6500 โดยได้ทำการทดสอบเป็นเวลา 7 วันตามขั้นตอนดังนี้

4.2.1 เปิดเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้พัฒนาขึ้นและชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่อง NEB6500 โดยที่เครื่องทั้งสองวางไว้ในบริเวณจุดเดียวกัน

4.2.2 วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นทั้งเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้นและชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่อง NEB6500 ทุก ๆ 30 นาที โดยเริ่มวัดตั้งแต่วันที่ 08:00 - 18:00 น. พร้อมทั้งบันทึกค่า

4.2.3 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นกับชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่อง NEB6500 พร้อมทั้งคำนวณค่าความผิดพลาดเบื้องต้น

ผลที่ได้จากการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของทั้งสองเครื่อง แสดงดังตารางที่ 1-2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ทดสอบโดยเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนา

Date	Time	Temp. (C)	RH (%)
25/1/2023	08:00:00-18:00:00	25	70
26/1/2023	08:00:00-18:00:00	24	71
27/1/2023	08:00:00-18:00:00	26	69
28/1/2023	08:00:00-18:00:00	25	70
29/1/2023	08:00:00-18:00:00	24	71
30/1/2023	08:00:00-18:00:00	23	72
31/1/2023	08:00:00-18:00:00	24	71
เฉลี่ย		24.43	70.57

ตารางที่ 2 ทดสอบโดยชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่อง NEB6500

Date	Time	Temp. (C)	RH (%)
25/1/2023	08:00:00-18:00:00	26	68
26/1/2023	08:00:00-18:00:00	25	72
27/1/2023	08:00:00-18:00:00	27	67
28/1/2023	08:00:00-18:00:00	24	71
29/1/2023	08:00:00-18:00:00	25	70
30/1/2023	08:00:00-18:00:00	26	68
31/1/2023	08:00:00-18:00:00	25	70
เฉลี่ย		25.43	69.43

ผลการทดสอบ การหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของอุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส โดยวัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นเทียบกับชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่อง NEB6500 มีค่าเท่ากับ 3.93% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็น %RH โดยวัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นเทียบกับชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของชุดตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่อง NEB6500 มีค่าเท่ากับ 1.62% ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนักและยอมรับได้ ประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาในด้านความถูกต้องเมื่อเทียบกับเครื่อง NEB6500 เท่ากับ 94%

การนำไปใช้จริงในโรงเรือนเลี้ยงไหมแบบระบบปิดของศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสุรินทร์ และสถานประกอบการเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้านในโรงเรือนเลี้ยงไหมแบบระบบปิดของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมบ้านตาเบา อำเภอบำรุงรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ สามารถรายงานผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการเปรียบเทียบเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่อง NEB6500 ทำให้ทราบว่าเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าความผิดพลาดจากการตรวจวัดอุณหภูมิ เท่ากับ 3.93% และค่าความผิดพลาดจากการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 1.62% ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนักและยอมรับได้ และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่อง NEB6500 ในด้านความถูกต้องประมาณ 94% และมีต้นทุนในการผลิตเครื่องที่ต่ำเหมาะแก่การนำไปใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไหมกับกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมบ้านตาเบา อำเภอบำรุงรัมย์ จังหวัดสุรินทร์

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาระบบเซนเซอร์ความชื้นให้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากขึ้น เมื่อต้องการนำไปใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไหมแบบระบบปิดที่มีขนาดใหญ่และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเลี้ยงไหมพันธุ์พื้นบ้านทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินบทความวิจัย และขอขอบคุณศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสุรินทร์ และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมบ้านตาเบา อำเภอบำรุงรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้คำปรึกษาและใช้สถานที่ในการวิจัยและทดลองเครื่องมือวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมหม่อนไหม. (2558). คู่มือการปฏิบัติงานด้านหม่อนไหม 52 สัปดาห์, ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ สุรินทร์.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [https://qsds.go.th/wp-content/uploads/](https://qsds.go.th/wp-content/uploads/2017/pdf/52Week.pdf)

2017/pdf/52Week.pdf. สืบค้น : 31 มกราคม 2566 .

คงเดช พะสีนาม และคณะ. (กรกฎาคม-ธันวาคม. 2562). “การออกแบบและพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการเพาะต้นอ่อนพืช”. วารสารเกษตรนเรศวร. 16 (2) : 27-34.

ณัฏชนันท์ ภูมิโคกรักษ์ และคณะ. (2558). ปัจจัยที่มีผลต่อราคาเส้นไหมไทยสาวมือ ใน 4 จังหวัด : นครราชสีมา บุรีรัมย์ ศรีสะเกษและสุรินทร์ ปี พ.ศ. 2561-2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

<https://qsds.go.th/newosrd/wp-content/uploads/sites/115/2022/07/silk-2565-7.pdf>.

สืบค้น 31 มกราคม 2566.

ธีรยุทธ เสี่ยมศักดิ์. (2554). “การพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุนต่ำสำหรับงาน สุขาสูตรอุตสาหกรรมและความปลอดภัย”. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. 19 (3) : 1-7.

บุษราภรณ์ ศรีคำนวน และคณะ. (2557). ระบบตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิรศุขม์ ไชยศรีมณีพรรณ และคณะ. (กันยายน-ตุลาคม. 2562). “การออกแบบระบบติดตามอุณหภูมิเพื่อเหนี่ยวนำการออกดอกของต้นมะขามเทศ”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 38(5) : 520-525.
- มานพ แยมแพง จักรवाल บุญหวาน ชินอส ละองวรรณ ญัฐกฤษ อัสนี รัตนชัย ไพรินทร์ และมนพร คุปตาสา. (มกราคม - มิถุนายน 2564). “การประยุกต์ใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยร่วมกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอน้ำใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไหม”. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏรำไพพรรณี. 19 (1) : 13-23.
- วิจิตตรา คุ่มวงษ์ และสรวง รุ่งประกายพรรณ.(กรกฎาคม-ธันวาคม. 2565). “การพัฒนาชุดอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับติดตามอุณหภูมิและความชื้นของการเก็บรักษา”. วารสารไทยไคซ์ชนิพนธ์. 17(2) : 101-118.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดธุรกิจเลี้ยงไหมของเกษตรกรในชุมชน เพื่อการบริหารจัดการการเลี้ยงไหมให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ และลดการขาดทุนได้มากขึ้น และเป็นองค์ความรู้ที่ทันสมัยตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มผู้เลี้ยงไหมและบุคคลทั่วไปที่สนใจการเลี้ยงไหม ตลอดจนนักเรียน นักศึกษาและนักวิชาการ สามารถศึกษาเรื่องของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเลี้ยงไหมโดยใช้นวัตกรรมที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้ได้

การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

อริรัช ลิ้ตระกูล¹ จิระศักดิ์ พิศเพ็ง² วิชัย แหวนเพชร³ และอัษฎา วรรณภานันต์^{4*}

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1 2}

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช³

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{4*}

อีเมล : asada2518@hotmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 19 กันยายน 2566

วันแก้ไขบทความ 28 พฤศจิกายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ 7 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนา 2) ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพและแบบประเมินคุณภาพ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค โดยนำขั้นตอนการพัฒนาเครื่องจักรกลและแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคจากนั้นนำเครื่องไปทดสอบประสิทธิภาพ ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องจักรกลเกษตร ด้านระบบไฟฟ้า ด้านการเลี้ยงสัตว์และด้านเทคโนโลยีการเกษตรและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้เป็นสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) ได้เครื่องจักรกลทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้จัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เป็นของเสียจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม ได้แก่ มูลโคและเศษหญ้าเศษอาหารที่โคนกินและมูลเปียกที่รวมกับปัสสาวะและน้ำล้างคอก เป็นต้น 2) ประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค (1) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 1:1 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 2.90 น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ 55.40 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 11 นาที และปริมาณการคัดแยกเฉลี่ย เท่ากับ 302.18 kg/hr. ประสิทธิภาพจากการคำนวณในการแยกของเหลว 67.41 % (2) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 2:3 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 3.34 น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 44.60 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 8.40 นาที และปริมาณการคัดแยกเฉลี่ยเท่ากับ 318.57 kg/hr. ประสิทธิภาพจากการคำนวณในการแยกของเหลว 73.76 % (3) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 3:2 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 2.90 น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 62.60 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 15.20 นาที และ ปริมาณการคัดแยกเฉลี่ยเท่ากับ 247.11 kg/hr. ประสิทธิภาพจากการคำนวณในการแยกของเหลว 63.17 % และ 3) คุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48

คำสำคัญ : การพัฒนา เครื่องแยกของเหลว มูลโค

Development of Liquid Separator from Cow Dung

Athiratch Leetrakool¹, Jeerasak Pitpeng², Wichai Vanpetch³, and Asada Wannakayont^{4*}

Faculty of Agriculture and Technology Rajamangala University of Technology Isan
Surin Campus^{1,2}

Nakornsrihammarat Rajabhat University³

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{4*}

Email: asada2518@hotmail.com^{4*}

Received 19 September 2023

Revised 28 November 2023

Accepted 7 December 2023

Abstract

This research aims to develop and test the efficiency and quality of a liquid separation machine for cattle manure. The research team designed and developed the machine by applying agricultural machinery and process technology concepts. Subsequently, they tested its performance and evaluated its quality with input from experts in agricultural machinery, electrical systems, animal husbandry, and agricultural technology. The statistical analysis included basic statistics such as percentages, averages, and standard deviations.

The research findings are as follows: 1) The research team successfully developed a machine for separating liquid from cattle manure, incorporating concepts from agricultural machinery and process technology. Efficiency of the Liquid Separation Machine: 2) The machine demonstrated efficient separation of various components of cattle manure, including moisture, waste, and wet manure mixed with urine and wash - water. Tests at different ratios of cattle manure to water showed good performance in separating liquid from manure, with notable efficiency percentages. Quality Assessment of the Liquid Separation Machine: The quality of the liquid separated from cattle manure was evaluated by experts in agricultural machinery, electrical systems, animal husbandry, and agricultural technology. The overall expert assessment indicated excellent quality, with a high average rating and low standard deviation. Research Outcomes: The liquid separation machine effectively handles waste generated in the beef and dairy cattle farming process, including cattle manure and unused feed. The machine's performance in separating liquid from cattle manure was tested at different ratios, demonstrating consistent efficiency percentages. Expert evaluations confirmed the high quality of the liquid separation machine, supporting its potential for sustainable agricultural waste management. This research contributes to the development of technology and tools that can efficiently manage waste from cattle farming, promoting sustainable agricultural practices.

Keywords: Development, Liquid separator, Cow dung

1. บทนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกายพบได้ทั้งในสัตว์และในพืชโปรตีนที่มาจากสัตว์จัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดีเพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนมีปริมาณเพียงพอขณะที่โปรตีนในพืชจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณน้อยไม่เพียงพอที่จะนำไปสร้างโปรตีนให้กับร่างกาย (ฉัตรภา หัตถโกศล และมนัรัตน์ เตชะวิเชียร. 2563) โปรตีนจากเนื้อสัตว์จะอยู่ในรูปแบบโปรตีนที่สมบูรณ์ซึ่งมีกรดอะมิโนที่ร่างกายต้องการโดยปริมาณโปรตีนที่ร่างกายต้องการต่อวันจะขึ้นอยู่กับเพศ อายุ น้ำหนัก สุขภาพ พฤติกรรมการเคลื่อนไหวกิจกรรมที่ทำในแต่ละวันจากการออกกำลังกาย (สยามรัฐออนไลน์. 2565) เนื้อสัตว์ประเภทเนื้อโคจึงเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีความสำคัญและมีคุณค่าของคนไทยมาเป็นเวลาช้านานโดยเฉพาะคนไทยในชนบทปริมาณการบริโภคเนื้อโคของคนไทยเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ นับว่าน้อยมากทั้งที่โปรตีนจากเนื้อโคมีค่าทางชีวภาพสูง (High Biological Value) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential Amino Acid) ครบถ้วนโปรตีนที่มีคุณภาพสูงนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกายเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสมองอย่างสมบูรณ์ (พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2565)

การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศเน้นหนักไปทางใช้แรงงานส่วนการเลี้ยงโคค้าขายทุ่งหญ้าธรรมชาติที่ว่างเปล่าและผลพลอยได้จากไร่มาแปรรูปเป็นอาหารเกษตรกรจะขายโคเข้าโรงฆ่าสัตว์หรือชำแหละขายก็ต่อเมื่อโคหมดสภาพการใช้งานแล้วปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อใช้แรงงานมีความสำคัญลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากการเข้าทดแทนด้วยเครื่องจักรซึ่งได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและความต้องการบริโภคเนื้อโคคุณภาพดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีประชากรเพิ่มขึ้นมีการขยายตัวของธุรกิจการท่องเที่ยวและกลุ่มผู้มีรายได้สูงขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดีสนองความต้องการตลาดผู้บริโภคภายในประเทศจึงมีความสำคัญมากเพราะนอกจากจะสร้างอาชีพเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรแล้วยังช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนเนื้อโค เช่น มั่นสำปะหลัง ปลายข้าว สับปะรด ต้นข้าวโพดฝักอ่อนเปลี่ยนมาทำเป็นอาหารเลี้ยงโคขุนนอกจากนั้นยังเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตเนื้อโคคุณภาพดีทดแทนเนื้อโคที่นำเข้าจากต่างประเทศทำให้ลดการสูญเสียเงินตราออกไปต่างประเทศอีกด้วย (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 2546)

จากการสรุปข้อมูลจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ปีงบประมาณ พ.ศ.2562 ของปศุสัตว์จังหวัดสุรินทร์ (2565) พบว่า จำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ในจังหวัดสุรินทร์มีเกษตรกรเลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ 110,913 ราย แบ่งเป็นการเลี้ยงไก่ มากที่สุด จำนวน 3,301,655 ตัว รองลงมา เลี้ยงเป็ด จำนวน 360,502 ตัว และลำดับที่สาม เลี้ยงโคเนื้อ จำนวน 291,827 ตัว ตามลำดับ การเลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ส่วนใหญ่จะได้ของเสียจากสัตว์ออกมาซึ่งได้แก่ มูลสัตว์ ซึ่งจะประกอบด้วยเศษของพืชซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อยหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมดจึงเหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมาโดยเศษอาหารเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ดังนั้นในส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงยังอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิดซึ่งเมื่อรวมกันเข้าก็จะมีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์ของพืชได้ (อุทัย คันโธ และสุกัญญา จิตตพรพงษ์. 2565) การเลี้ยงโคภายในโรงเรือนหรือคอกพักโค โคหนึ่งตัวมีการถ่ายมูลออกมาในแต่ละครั้งประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ดังนั้นโคหนึ่งตัวจะถ่ายมูล (อุจจาระและปัสสาวะ) ออกมาโดยเฉลี่ยต่อวันนั้นมีปริมาณมาก (ปรารธนา พุกกะศรี. 2536) การเก็บมูลโคและของเสียในฟาร์มหรือคอกวัวนิยมจัดการด้วยการใช้น้ำฉีดชะล้างพื้นในคอกวัวไปยังที่อื่น เช่น บ่อพัก หรือบริเวณใกล้เคียง เพื่อไม่ให้มูลโคเป็นที่สะสมของสิ่งโสโครก ปราศจากกลิ่นเหม็นและกำจัดแมลงมารบกวน ดังนั้น ถ้าไม่มีการจัดการมูลโคที่ดีแล้วนั้นก็อาจทำให้เกิดของเสียและมลภาวะให้แก่สิ่งแวดล้อมได้ โดยปกติมูลโคนั้นคนทั่วไปมักไม่เห็นความสำคัญมากนัก เพราะมันเป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงโคจะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อได้นำไปใช้เป็นวัสดุปลูกคอกวัวหรือใช้เป็นปุ๋ยในการทำเกษตรของเกษตรกรหรือนำไปจัดจำหน่ายให้กับเกษตรกรอื่นซึ่งในการนำมูลโคไปใช้ประโยชน์จะต้องมีการแยกของเหลวออกจากมูลโคก่อน วิธีที่นิยมทำกันคือการนำออกมาตากแดดเพื่อลดความชื้นหรือไล่น้ำออกจากมูลโคให้



เหลือน้อยที่สุด จึงสามารถนำกากที่แยกออกมาไปใช้เป็นวัสดุรองสำหรับคอกวัวและทำเป็นปุ๋ยได้ซึ่งในการนำมูลโคมาตากนั้นต้องใช้พื้นที่ แร่งงานหรือเครื่องจักร แสงแดดและระยะเวลาในการตาก อีกทั้งในการตากมูลโคอาจส่งกลิ่นเหม็นที่ก่อให้เกิดมลภาวะให้แก่สิ่งแวดล้อมภายในตัวฟาร์มเองและพื้นที่ใกล้เคียงได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการใช้เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคเพื่อนำมูลโคที่เหลือทิ้งหรือที่ไม่สามารถจัดการได้ทันจากเลี้ยงจากการเลี้ยงโคที่ส่งกลิ่นเหม็นภายในโรงเรือนหรือคอกพักโคโดยมูลโคที่ได้มาจากการแยกของเหลวออกไปแล้วนั้นจะนำไปใช้ทำเป็นอาหารสัตว์และพืชแปรรูปรวมทั้งเป็นวัสดุในการปลูกผักโคใช้ในการผลิตปุ๋ยคอกในการทำการเกษตรที่จะช่วยนำของเสียที่เหลือทิ้งหรือที่ไม่สามารถจัดการได้ทันมาใช้ให้เกิดประโยชน์ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยและช่วยให้มีรายได้เสริมจากการขายมูลสัตว์และสร้างความเข้มแข็งให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคได้อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

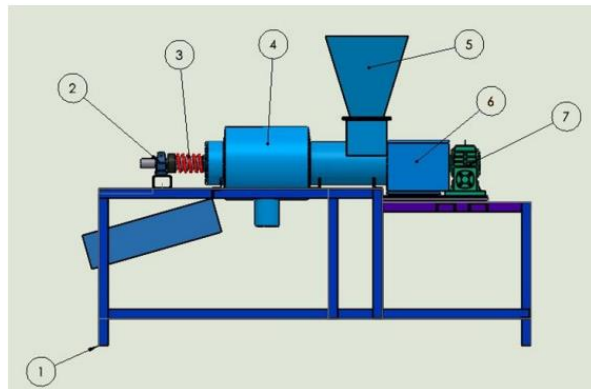
3.1 การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาเครื่องจักรกลและแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ดังนี้ (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2556 ; สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. 2565)

3.1.1 ปัญหาและความต้องการ (Problems and Needs) ผู้วิจัยได้รับรู้ปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณฟาร์มหรือบริเวณใกล้เคียงและได้รู้ความต้องการในการจัดการของเสียที่เกิดจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม ทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถแยกของเหลวออกจากมูลโคเพื่อจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลโคและเศษหญ้าเศษอาหารที่โคไม่กิน และส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ มูลเปียกที่รวมกับปัสสาวะและน้ำล้างคอกในส่วนที่เป็นของแข็งสามารถนำไปตากแห้งหรือกองทิ้งไว้ในฟาร์มเพื่อใช้หรือขายเป็นปุ๋ยคอกและในส่วนที่เป็นของเหลวยังสามารถนำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนซึ่งเป็นการนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.1.2 รวบรวมข้อมูล (Gather Information) ผู้วิจัยได้รวบรวมรายละเอียดจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมศาสตร์ เกี่ยวกับรายละเอียดองค์ประกอบของเครื่องจักรที่ผู้วิจัยเลือกในการพัฒนาซึ่งประกอบไปด้วย คุณลักษณะ การทำงาน รูปทรง ขนาด เช่น การศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องจักรที่สามารถแยกกาก ตะกอน ปีบอัด หรือการกรองของแข็งออกจากของเหลว ในลักษณะต่าง ๆ ที่มีความแข็งแรงทนทานและราคาถูกที่ใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น

3.1.3 ออกแบบ (Design) คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค โดยการออกแบบให้เป็นเครื่องจักรขนาดเล็กให้เข้ามาช่วยในการแยกของเหลวออกจากมูลโค เพื่อลดความชื้นหรือไล่ น้ำออกจากมูลโค เนื่องจากข้อดีของเครื่องจักรขนาดเล็ก มีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาไม่มากจนเกินไป การทำงานที่ไม่มีความซับซ้อน ง่ายต่อควบคุมดูแลและง่ายต่อการบำรุงรักษา โดยมีวิธีการออกแบบ ดังนี้

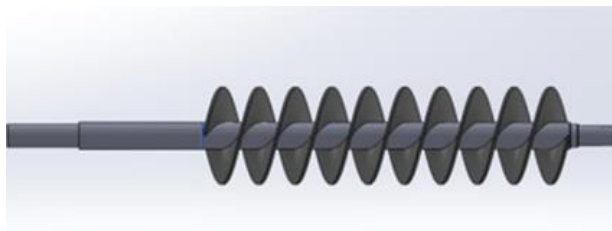
1) การร่างแบบ (Sketching) ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างแบบโดยใช้ดินสอร่างแบบจากนั้นนำมาสร้างเป็นภาพ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนแบบทางด้านวิศวกรรม และได้แบบเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคที่ต้องการซึ่งเป็นการกำหนดรายละเอียดคร่าว ๆ ถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง



รูปที่ 1 แบบเครื่องต้นแบบเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

รายละเอียดคร่าว ๆ ถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ในรูปที่ 1

1. โครงเครื่อง (Frame)
2. ตลับลูกปืน (Bearing)
3. สปริง (Spring)
4. ตัวบีบอัด (Presser)
5. ไซโล (Silo)
6. ฝาครอบเพลลา (Cover)
7. ชุดเฟืองทด (Reduction Gear)



รูปที่ 2 แบบเกลียวอัด

2) การกำหนดรายละเอียดโครงสร้างตัวเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ของเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคเป็นการดำเนินการกำหนดวัสดุและอุปกรณ์

(1) การคำนวณแรงบิด

จากสูตร

$$T = F \times r$$

(1)



กำหนดให้

T	คือ โมเมนต์บิดหรือแรงบิดที่เกิดขึ้น, N·m
F	คือ แรงที่กระทำ, N
r	คือ ระยะระหว่างจุดหมุนถึงจุดศูนย์กลาง, m

แทนค่า

$$T = (400 \times 9.81) \times 0.024 \quad T = 94.176 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(2) การคำนวณขนาดมอเตอร์

$$\text{จากสูตร} \quad P = \frac{2\pi T n}{60} \quad (2)$$

กำหนดให้

P	คือ กำลังที่ส่ง, W
n	คือ ความเร็วรอบของเฟลา, rpm
T	คือ โมเมนต์บิดหรือแรงบิดที่เกิดขึ้น, N·m

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2\pi T n}{60} \\
 P &= \frac{2\pi (94.176)(70)}{60} \\
 P &= \frac{960.34}{0.8} \\
 P &= 862.93 \text{ W} \\
 P &= 1.5 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

(3) การคำนวณความเร็วรอบมอเตอร์

หาความเร็วรอบปลาย (n_2)

จากสูตร

$$n_1 d_1 = n_2 d_2 \quad n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2} \quad n_2 = \frac{n_1}{i} \quad (3)$$

กำหนดให้

d_1	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตซ์เฟืองขับ, mm
-------	---

d_2 คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตซ์เฟืองตาม, mm

n_1 คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์, rpm

n_2 คือ ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด, rpm

i คือ อัตราทด

แทนค่า

$$n_2 = \frac{1400}{20} \quad n_2 = 70 \text{ rpm}$$

(4) การหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการคัดแยกมูลโค โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad \text{SEC} = \frac{E_{\text{power}}}{M_w} \quad (4)$$

กำหนดให้

SEC คือ ความสิ้นเปลืองจำเพาะ, kWh/kg

E_{power} คือ ปริมาณที่ใช้ในมอเตอร์ไฟฟ้า, kWh

M_w คือ น้ำหนักของมูลวัว, kg

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ โดยทดสอบการคัดแยกมูลโคในอัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 1:1

$$\text{SEC} = \frac{1.185}{4.43}$$

$$\text{SEC} = 0.267 \text{ kWh/kg}$$

(5) การหาประสิทธิภาพการแยกของเหลวจากมูลสัตว์

ในการหาประสิทธิภาพการแยกของเหลวจากมูลสัตว์สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\frac{\text{น้ำหนักมูลสัตว์ก่อนแยก} - \text{น้ำหนักมูลสัตว์หลังแยก}}{\text{น้ำหนักมูลสัตว์ก่อนแยก}} \times 100$$

3.1.4 สร้างและทดลอง

1) วัสดุ อุปกรณ์ตัวเครื่อง ประกอบไปด้วย

(1) ตัวเครื่องทำจากเหล็กฉากเป็น Unskilled Steel ซึ่งเหมาะสมในการรับแรงในการกระจาย

น้ำหนัก

(2) ตัวเครื่อง ขนาด กว้าง 60 ยาว 150 สูง 60 cm.

(3) ตะแกรงแยก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 mm.

(4) มอเตอร์ 1.5 แรงม้า 1 เฟส 220 โวลต์ 4 โพล 2 สาย IP55 ความเร็วรอบ 1,450 RPM (รอบต่อนาที) อัตราทด 1:60

(5) เฟลา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 48 mm.

2) การสร้าง

ผู้วิจัยได้นำแบบจากการร่างแบบมาทำการกำหนดวัสดุ ประเมินการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ จากนั้นทำการประกอบชิ้นส่วนตามแบบของเครื่องต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้ ดังนี้

(1) การติดตั้งมอเตอร์และอุปกรณ์อื่นสามารถทำการยึดติดกับโครงสร้างของเครื่องในส่วนของการติดตั้งมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงในแนวนอนอย่างเป็นระบบโดยใช้น้ำฟิวส์วัดร่วมกับระดับน้ำในการตรวจสอบการวางตำแหน่งของเกลียววัดนำเลื่อนทำการปรับระยะด้วยความสูงต่ำด้วยการใช้แผ่นซีมในการกำหนดระยะของสปริงจะทำการใช้บรรทัดเหล็กในการตรวจสอบเพื่อให้สังเกตระยะหัดตัวซึ่งเป็นสาเหตุบอกให้ทราบถึงแรงอัดทั้งก่อนและหลังการทดสอบแต่ละครั้งเพื่อสามารถปรับระยะที่เหมาะสมในการบีบอัดเนื่องจากต้องใช้ความเร็วรอบที่ต่ำเพื่อการบีบอัดให้มูลโคมีความแห้งให้มากที่สุดผู้วิจัยได้ใช้ชุดเกียร์ทดรอบในการทำให้ความเร็วรอบต่ำได้ตามต้องการโดยต่อผ่านมอเตอร์ตัวขับเคลื่อนอีกครั้งหนึ่งซึ่งโดยเมื่อผ่านการคำนวณจะได้ค่าความเร็วรอบต่ำตามความเหมาะสมการวางตำแหน่งมอเตอร์ที่ต้องเอาไว้ส่วนบนก็เพราะจะทำให้สามารถทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย



รูปที่ 3 เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3) การทดสอบ (Testing)

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการใช้งานเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

(1) ทดสอบการเดินเครื่องในแบบที่ไม่มีภาระโหลดเป็นระยะเวลา 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง อย่างละ 5 ครั้ง และในการทดสอบ ถ้าสังเกตว่ามีส่วนประกอบใดบนเครื่องผิดปกติหรือถ้าตรวจสอบพบว่าสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ให้ทำการจดบันทึก และนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

(2) ทดสอบการเดินเครื่องในแบบที่มีภาระโหลด โดยการนำมูลโคแห้งผสมกับน้ำในอัตราส่วน มูลโคต่อน้ำที่ 1:1 เป็นระยะเวลา 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง อย่างละ 5 ครั้ง โดยกระบวนการบีบอัดแยกน้ำออกมาให้เหลือแค่กาก ในการทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการจดบันทึกสิ่งต่างๆ ไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขเครื่องต่อไป



รูปที่ 4 การทดสอบในแบบที่มีภาระโหลด

ส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค มีดังนี้
 หมายเลข 1 โครงเครื่อง - มีหน้าที่รองรับและยึดส่วนประกอบอื่น
 หมายเลข 2 แป้นเกลียว - มีหน้าที่ปรับการแยกของการคั่นกากที่ผ่านตัวบีบอัดต่อจากหมายเลข 3
 หมายเลข 3 ตัวบีบอัด - มีหน้าที่บีบน้ำออกจากมูลโค
 หมายเลข 4 ไซโล - มีหน้าที่เป็นช่องเทมูลโคเพื่อนำมาบีบในเครื่อง
 หมายเลข 5 ชุดเฟืองทด - มีหน้าที่ทดความเร็วจากมอเตอร์ให้มีความเร็วรอบที่ต้องการ

3.1.5 การปรับปรุงแก้ไข (Improvement)

ผู้วิจัยได้นำเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคที่นำไปทดสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไข คือ พบว่าปัญหาในการเดินเครื่องในแต่ละครั้งจะมีแรงอัดของมูลโคทำให้เกิดการอัดตัวของมูลโคที่อยู่ในเครื่องแยกผู้วิจัยได้แก้ไขโดยใช้การคลายแป้นที่อยู่ตรงทางออกของเครื่องเพื่อให้กากของมูลโคออกมาสมบูรณ์

3.1.6 ประเมินผล (Evaluate)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคไปดำเนินการประเมินผลโดยนำไปประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องจักรกลเกษตร ด้านระบบไฟฟ้า ด้านการเลี้ยงสัตว์ และด้านเทคโนโลยีการเกษตรว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและความต้องการในการจัดการมูลโคของเกษตรกร ผู้เลี้ยงโคขนาดเล็กและขนาดกลาง

3.2 การสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ เครื่องจักร เพื่อนำมาประกอบในการสร้างและกำหนดหัวข้อการทดสอบประสิทธิภาพ

3.2.2 สร้างตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างให้ครอบคลุมประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ได้แก่ การทดสอบการแยกของเหลวออกจากมูลโคในอัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 1:1, 2:3 และ 3:2

3.2.3 นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างเสนอต่อที่ปรึกษา งานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมในการทดสอบและรับฟังข้อเสนอแนะจากที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.4 นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษางานวิจัย



3.2.5 นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างไปจัดพิมพ์เป็นตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับสมบูรณ์ต่อไป

3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร หลักการสร้างแบบสอบถามการประเมินคุณภาพเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดประเด็นสาระสำคัญของการศึกษาข้อมูลที่ต้องการกำหนดข้อคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการในแบบสอบถาม

3.3.2 ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างให้ครอบคลุมประเด็น ได้แก่ การออกแบบ การเลือกใช้อุปกรณ์ การใช้งาน การบำรุงรักษา และความปลอดภัย

3.3.3 นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างเสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาประเด็นข้อคำถามในเรื่องที่ต้องการศึกษาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.4 นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคฉบับร่างมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปจัดพิมพ์เป็นแบบประเมินคุณภาพฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในวิจัยต่อไป

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ และการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคจากผู้เชี่ยวชาญโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

- 1) เตรียมเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
- 2) เตรียมมูลโคแห้งผสมน้ำในอัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 1:1, 2:3 และ 3:2 ใส่ในบ่อ โดยมีการชั่งน้ำหนัก ทั้งนี้กำหนดให้น้ำหนักรวมก่อนเข้าเครื่องแยก 170 กิโลกรัม ทั้ง 3 อัตราส่วน
- 3) เดินเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
- 4) ทดสอบประสิทธิภาพการแยกของเหลวจากมูลโค ที่ละอัตราส่วน อัตราส่วนละ 5 ครั้ง
 - (1) อัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 1:1
 - (2) อัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 2:3
 - (3) อัตราส่วนมูลโคต่อน้ำที่ 3:2
- 5) บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพลงในตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3.4.2 การประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

- 1) ดำเนินการติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านทางด้านเครื่องจักรกลเกษตร ด้านระบบไฟฟ้า ด้านการเลี้ยงสัตว์หรือปศุสัตว์และด้านเทคโนโลยีการเกษตร โดยมีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี ในการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
- 2) ผู้วิจัยนัดวัน เวลา และสถานที่ในการประเมินคุณภาพ
- 3) การประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคโดยเริ่มจากการแนะนำตนเองชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้และแนะนำการใช้งานเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
- 4) ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองการใช้งานเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค
 - 5) ผู้วิจัยแจกแบบประเมินคุณภาพให้ผู้เชี่ยวชาญ
- 6) ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

3.4.3 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพและการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 ค่าร้อยละ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559: 34)

3.5.2 ค่าเฉลี่ย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549: 153)

3.5.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549: 167-168)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

ได้เครื่องจักรกลทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้จัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เป็นของเสียจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลโคและเศษหญ้าเศษอาหารที่โคนมกินและส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ มูลเปียกที่รวมกับปัสสาวะและน้ำล้างคอกในส่วนที่เป็นของแข็งสามารถนำไปตากแห้งหรือกองทิ้งไว้ในฟาร์มเพื่อใช้หรือขายเป็นปุ๋ยคอกและในส่วนที่เป็นของเหลวยังสามารถนำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนซึ่งเป็นการนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 1:1, 2:3 และ 3:2

อัตราส่วน	ความชื้น (ร้อยละ)		น้ำหนัก (kg)		ประสิทธิภาพ (%)	เวลาที่ใช้ (min)	ปริมาณการคัดแยก (kg/hr)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
(1:1) ผลเฉลี่ย	7.86	2.90	170	55.40	67.41	11	302.18
(2:3) ผลเฉลี่ย	8.52	3.34	170	44.60	73.76	8.40	318.57
(3:2) ผลเฉลี่ย	6.84	2.90	170	62.60	63.17	15.20	247.11

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคเมื่อทำการทดสอบ ประสิทธิภาพ

1) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 1:1 ทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง ความชื้นรวมก่อนการทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.86 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 2.90 น้ำหนักรวมก่อนการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ 170 กิโลกรัม น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ 55.40 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 11 นาที และปริมาณการคัดแยกเฉลี่ย เท่ากับ 302.18 kg/hr. ประสิทธิภาพในการแยกของเหลว 67.41 %

2) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 2:3 ทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง ความชื้นรวมก่อนการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 8.52 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 3.34 น้ำหนักรวมก่อนการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 170 กิโลกรัม น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 44.60 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 8.40 นาที และปริมาณการคัดแยกเฉลี่ยเท่ากับ 318.57 kg/hr. ประสิทธิภาพในการแยกของเหลว 73.76 %

3) ที่อัตราส่วนมูลวัวต่อน้ำ 3:2 ทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง ความชื้นรวมก่อนการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.84 ความชื้นรวมหลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 2.90 น้ำหนักรวมก่อนการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 170 กิโลกรัม

น้ำหนักรวมหลังการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 62.60 กิโลกรัม เวลาที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 15.20 นาที และปริมาณการคัดแยกเฉลี่ยเท่ากับ 247.11 kg/hr. ประสิทธิภาพในการแยกของเหลว 63.17 %

4.3 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค

การประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค คณะผู้วิจัยได้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญของทั้ง 5 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพโดยมีผลของการประเมินคุณภาพ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพ เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค จากผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายการประเมิน		SD.	ระดับความคิดเห็น
1	การออกแบบเครื่อง มีความเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
2	การเลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์ มีความเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
3	การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์ มีความเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
4	การติดตั้ง และการเคลื่อนย้ายเครื่อง	4.40	0.55	ดี
5	การควบคุมการทำงาน และการใช้งานเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
6	ระยะเวลาในการทำงานเครื่อง	4.60	0.55	ดีมาก
7	ความปลอดภัยในการทำงานเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
8	การจัดเก็บและบำรุงรักษาเครื่อง	4.40	0.55	ดี
9	ประสิทธิภาพในการทำงานเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยรวม		4.67	0.48	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับที่ดีมาก 7 ข้อ ได้แก่ การออกแบบเครื่อง มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์ มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 การควบคุมการทำงาน และการใช้งานเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ความปลอดภัยในการทำงานเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ประสิทธิภาพในการทำงานเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 การเลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์ มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 ระยะเวลาในการทำงานเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ดี 2 ข้อ ได้แก่ การติดตั้ง และการเคลื่อนย้ายเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 และ การจัดเก็บและบำรุงรักษาเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 ตามลำดับ

5. อภิปรายผล

เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกและทุนแรงทางการเกษตรช่วยให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรได้อย่างสะดวก สอดคล้องกับที่ สันติชัย ธรรมยศ (2551: 1) ได้กล่าวถึง การที่เกษตรกรนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาใช้เป็นเครื่องทุนแรงทุนเวลาและสามารถช่วยในกระบวนการผลิต เป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิต นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระงานหนักและค่าใช้จ่ายด้านการเกษตรและสอดคล้องกับที่ วรจรรย์ สอนาสี (2562) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเครื่องทุนแรงและ

เครื่องจักรกลเกษตรว่าเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรได้รวดเร็วประหยัดเวลาช่วยลดความยากลำบากในการทำงานได้ผลงานมากขึ้นและได้ผลิตผลเพิ่มขึ้น

เครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค มีประสิทธิภาพในการทำงานสามารถจัดการของเสียที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ได้แก่ การแยกส่วนที่เป็นของเหลว เช่น ปัสสาวะ และน้ำในส่วนอื่น ๆ ออกจากส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลโค และเศษอาหาร ซึ่งสามารถนำของเสียนั้นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น กากที่ได้นำมาตากแห้งทำเป็นปุ๋ยคอกหรือบรรจุถุงขาย น้ำเสียที่แยกออกมาให้นำมาพักไว้ที่บ่อพัก หมักเป็นก๊าซชีวภาพใช้ในครัวเรือน สอดคล้องกับที่ สุริยะ สรวานนท์ วรเทพ ขมภูนิษฐ์ และชุตินพงศ์ เนตรพระ (2554 : 50) ได้กล่าวถึง ของเสียจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนมเหล่านั้นจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณฟาร์มหรือชุมชนใกล้เคียงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะทั้งทางดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งทำให้มีการแพร่ระบาดของเชื้อโรคและแมลงวัน นอกจากนี้ยังสร้างปัญหาให้กับชุมชนรอบ ๆ ฟาร์ม เกษตรกรจะต้องมีการจัดการของเสียที่เกิดจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนมอย่างถูกต้องและเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คุณภาพเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากโดยเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์และช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาเครื่องจักรกลและแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยี (วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2556 ; สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. 2565) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคซึ่งเป็นวิธีการหรือกระบวนการพัฒนาเครื่องจักรกลและเทคโนโลยีที่มีขั้นตอนที่ชัดเจนมีการวางแผนอย่างเป็นระบบมีความต่อเนื่องและตอบสนอง ความต้องการของเกษตรกรโดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือรับรู้ความต้องการรวบรวมข้อมูลหรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการออกแบบเครื่องสร้างและทดสอบเครื่อง ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล

6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 ควรมีการพัฒนาเครื่องให้สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ในพื้นที่ในบริเวณอื่นของฟาร์มหรือพื้นที่ฟาร์มอื่น
- 6.2 ควรมีการพัฒนาเครื่อง ที่สามารถลดการใช้แรงงานให้น้อยที่สุด หรือสามารถที่จะดูดของเสียจากฟาร์มมาดำเนินการแยกของเหลวออกจากมูลโคได้อย่างอัตโนมัติ
- 6.3 ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น กากที่ได้ นำมาตากแห้งทำเป็นปุ๋ยคอกไปใช้ในการทำการเกษตรและบรรจุถุงขายสร้างรายได้เสริม น้ำเสียที่แยกออกมาให้นำมาหมักเป็นก๊าซชีวภาพใช้ในครัวเรือน สามารถประหยัดค่าเชื้อเพลิง

7. เอกสารอ้างอิง)

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. (2546). เอกสารแนะนำการเลี้ยงโคขุน. กรุงเทพฯ

: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ฉัตรภา หัตถโกศล และมนัสนันท์ เตชะวิเชียร. (2563). “โปรตีน: สารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย”.

วารสารโภชนาการ. 55 (1) : 82-94.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ

: วี.อินเตอร์ พรินท์.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. (2565). คุณค่าทางด้านโภชนาการของเนื้อโค. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :

เข้าถึงได้จาก http://extension.dld.go.th/th1/index.php?option=com_content&view=article&id=214:2012-03-12-07-20-25&catid=49:2012-03-05-10-24-38&Itemid=40 สืบค้น 4 กันยายน 2565.

- ปรารภณา พฤกษ์ศรี. (2536). คุยกับพ่อค้าวัววัวได้. วารสารโคกระบือ. 16(2) : 56-57.
- ปศุสัตว์ จังหวัดสุรินทร์. (2565). จำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ปีงบประมาณ พ.ศ.2562. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://pvlo-sur.dld.go.th/webnew/index.php/th/qa-menu-2/survey-menu/305-2562> สืบค้น 4 กันยายน 2565.
- วรารัตน์ เสนาสิงห์. (2562). วัฒนธรรมการใช้เครื่องทุ่นแรงทางการเกษตร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://shorturl.asia/n1TzS> สืบค้น 10 กันยายน 2565.
- วรวิทย์ อิงภากรณ์ และชาญ อดินงาน. (2556). การออกแบบเครื่องกล เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. (2565). กระบวนการเทคโนโลยี. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://designtechology.ipst.ac.th/?page_id=165 สืบค้น 4 กันยายน 2564.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). หนังสือรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สยามรัฐออนไลน์. (2565). "โปรตีนจากเนื้อสัตว์ ปลา และไข่ ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย". [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://siamrath.co.th/n/132912> สืบค้น 4 กันยายน 2565.
- สุริยะ สะวานนท์ วรเทพ ชมภูนิทย์ และชุตินพงศ์ เนตรพระ. (2554). "การใช้มูลโคในการปลูกหญ้าเนเปียร์ได้หวั่นในระบบอินทรีย์ : การใช้มูลโคสด". วารสารปศุสัตว์เกษตรศาสตร์. 38(150) : 50-56.
- สินธุ์ชัย ธรรมยศ. (2551). การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของเกษตรกรผู้ทำนาในจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์หลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช.
- อุทัย คันโธ และสุภัฏญา จัตตุพรพงษ์. (2565). การใช้ประโยชน์มูลสัตว์เป็นปุ๋ยให้กับพืชอย่างมีประสิทธิภาพ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/08-integration/Uthai/integration_00.html สืบค้น 4 กันยายน 2565.

8. คุณค่าทางวิชาการ

การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคนั้นเป็นการใช้กระบวนการวิจัยในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรขึ้นมาใช้ทุ่นแรงและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เป็นของเสียจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม ที่ก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันทางน้ำ และทางอากาศจากการเกษตรในฟาร์มที่ส่งผลกระทบต่อคนในชุมชนหรือพื้นที่ใกล้เคียง โดยมีผลพลอยได้เป็นกากมูลโคที่สามารถนำมาตากแห้งเพื่อทำเป็นปุ๋ยคอกใช้ทำการเกษตรที่เหลือสามารถนำมาบรรจุกระสอบขายสร้างรายได้เสริมให้เกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถนำน้ำเสียที่ทำการแยกนำลงบ่อพักเพื่อหมักเป็นแก๊สชีวภาพที่เป็นพลังงานสะอาดใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ผลิตพลังงานความร้อนทดแทนพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงอื่น ๆ ได้ เช่น พลังงานไฟฟ้า และก๊าซหุงต้ม เป็นต้น

การพัฒนาไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

สมภพ เพ็ชรดี^{1*} ณัฏฐ์วุฒิ อริยะจินโณ²

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย^{1*}

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย²

อีเมล : sompoppetch@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 14 พฤศจิกายน 2566

วันแก้ไขบทความ 22 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 25 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ การเก็บข้อมูลเป็นการทำระดับสายการระดับวงรอบปิดระยะทาง 3.4 กิโลเมตร แบ่งวิธีการทำระดับเป็นสองวิธี คือ วิธีที่ 1 การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ และวิธีที่ 2 การทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ โดยใช้เกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984 ที่ยอมให้คลาดเคลื่อนเข้าบรรจบได้ไม่เกิน $12\sqrt{K}$ มิลลิเมตร หลังจากนั้นวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับทั้งสองวิธี ด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุมีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบเฉลี่ย 6.2 มิลลิเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.7 มิลลิเมตร และการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติมีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบเฉลี่ย 5.7 มิลลิเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ที่ยอมให้คลาดเคลื่อนเข้าบรรจบได้ไม่เกิน 22 มิลลิเมตร ทั้งสองวิธี และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความถูกต้องเข้าบรรจบตามเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984 สามารถนำไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในการทำระดับในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากหรือพื้นที่ที่ต่างระดับกันมากที่ความยาวของไม้ระดับมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล้องระดับ และเป็นการประหยัดงบประมาณในการซื้อไม้ระดับใหม่ที่มีความยาวมากกว่า 3 เมตร

คำสำคัญ : การระดับ ไม้ระดับ ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ



Development of Extended Staff Made from Reused Material

Somphop Petchdee^{1*}, Nattawut Ariyajinno²

Civil Engineering and Construction Management, Faculty of Industrial Technology,
Loei Rajabhat University^{1*}

Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Loei Rajabhat University²

E – mail : sompoppetch@gmail.com^{1*}

Received 14 November 2023

Revised 22 December 2023

Accepted 25 December 2023

Abstract

This research was aimed to study the errors of closure and their comparison between the method of leveling with regular staff and the extended staff made from reused material. The data was collected from the 3.4-km long closure leveling. Two methods of leveling were conducted: 1) leveling with extended staff made from reused material and 2) leveling with regular staff. The leveling complied with the Federal Geodetic Control Committee 1984 standard Class 3 which allows the error of closure of $12\sqrt{K}$ mm. or less. The errors were analyzed to find the averages and the standard deviations. The difference between the errors of closure from both methods was compared with t-test. The result suggests that the error of closure with extend staff has the average of 6.2 mm and the S.D. of 0.7 mm., while the error of closure with regular staff has the average of 5.7 mm and the S.D. of 0.5 mm. While, the Class 3 standard allows the maximum error of 22 mm for both methods. The comparison between the errors from both methods indicates that they are indifference with the significant level of .05. This reveals that leveling with extended staff made from reused material yields the error of closure according to the Class 3 standard. The method developed by the researcher can be used in terrains with steep slope and high difference of level that the regular leveling instrument cannot be used. The method is more economical than buying a new staff with the length of 3 m or more.

Keywords : Leveling , Staff, Closure Accuracy

1. บทนำ

การทำระดับเป็นวิธีการสำรวจวิธีหนึ่งเพื่อหาค่าระดับความสูง (Elevation) ของภูมิประเทศ ซึ่งการหาค่าระดับความสูงในงานด้านวิศวกรรมโยธาหรืองานก่อสร้างจะต้องอ้างอิงค่าระดับจากระดับทะเลปานกลางโดยจะต้องทำระดับด้วยวิธีหาค่าต่างระดับไป - กลับ (Differential Double Run) จากหมุดหลักฐานการระดับหรือหมุดหลักฐานทางตั้ง (Bench Mark, BM) ที่ทราบค่าระดับจากระดับทะเลปานกลางแล้ว มายังโครงการก่อสร้างให้ครอบคลุมกับพื้นที่โครงการก่อสร้าง ซึ่งการทำระดับจะต้องมีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบตามข้อกำหนดชั้นงานระดับตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984 หรือตามข้อกำหนดชั้นงานระดับของหน่วยงานนั้น ๆ ในส่วนของการทำระดับที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม เป็นการทำระดับโดยใช้ข้อกำหนดชั้นงานระดับงานชั้นที่ 3 (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2557 : 5) ที่ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $12\sqrt{K}$ โดยจะต้องทำระดับไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเลยหรือให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการทำระดับที่สำคัญได้แก่ กล้องระดับ และไม้ระดับ เป็นเครื่องมือในการหาความต่างระดับระหว่างจุดสองจุด หรือจุดต่าง ๆ ที่ต้องการทราบค่าระดับความสูง และนำไปคำนวณหาค่าระดับของจุดที่ต้องการทราบค่าระดับความสูงนั้นจากระดับทะเลปานกลาง สำหรับกล้องระดับและไม้ระดับที่ใช้เป็นเครื่องมือในการทำระดับมีหลายชนิด โดยบริษัทผู้ผลิตจะผลิตให้เหมาะสมกับงานในแต่ละชนิด เช่น ระยะเวลาส่องไม้ระดับ ความยาวของไม้ระดับ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ในส่วนของไม้ระดับมีทั้งไม้ระดับอินวาร์ (Invar staff) ที่เป็นไม้ระดับสำหรับงานโครงการระดับชั้นที่ 1 ไม้ระดับธรรมดาความยาว 3 เมตร 4 เมตร สำหรับงานทำแผนที่ภูมิประเทศ ดังนั้นผู้ทำระดับจะต้องใช้เครื่องมือในการทำระดับให้เหมาะสมกับลักษณะงาน เพื่อให้ผลงานออกมาดีและประหยัด (ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. 2557 : 33) โดยกล้องระดับและไม้ระดับของแต่ละหน่วยงานจะมีรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือที่แตกต่างกันไปบ้างตามการได้รับจัดสรรงบประมาณในการจัดหาเครื่องมือและตามภารกิจหน้าที่ของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือที่แตกต่างกันอาจจะมีผลต่อปัญหาอุปสรรคในการทำระดับที่แตกต่างกันไปบ้างตามรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือ นั้น ๆ อย่างไรก็ตามผู้ที่ปฏิบัติงานการทำระดับจะต้องหาวิธีการแก้ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือที่แตกต่างกันไปเพื่อให้ผลงานที่ได้รับมอบหมายมีความละเอียดถูกต้อง

ในส่วนของการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ซึ่งตามหลักสูตรกำหนดให้นักศึกษาเรียนวิชาวิศวกรรมสำรวจ วิศวกรรมสำรวจเพื่องานโยธา และการสำรวจเส้นทาง ซึ่งเป็นวิชาที่มุ่งเน้นการเรียนภาคทฤษฎีควบคู่กับภาคปฏิบัติ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนรายวิชาดังกล่าวโดยตรง เมื่อนักศึกษาเรียนภาคทฤษฎีเสร็จสิ้นแล้ว ได้จัดกิจกรรมการเรียนภาคปฏิบัติโดยมอบหมายงานการทำระดับเพื่อหาระดับความสูงของภูมิประเทศสำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับทำแผนที่ภูมิประเทศ การออกแบบก่อสร้าง โดยใช้พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏเลยและพื้นที่บริเวณใกล้เคียงให้นักศึกษาได้ปฏิบัติงานภาคสนาม เมื่อนักศึกษาปฏิบัติงานการทำระดับภาคสนามโดยใช้กล้องระดับ และไม้ระดับความยาว 3 เมตร พบปัญหาว่าไม้ระดับมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล้องระดับทำให้ผู้ส่องกล้องระดับไม่สามารถอ่านค่าระดับจากไม้ระดับได้ เนื่องจากจุดที่ตั้งไม้ระดับเพื่อหาค่าระดับความสูงเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากตามลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดเลย และจากการที่ผู้สอนนำนักศึกษาออกค่ายวิศวกรรมสำรวจ ซึ่งเป็นการนำความรู้ในเนื้อหาวิชาวิศวกรรมสำรวจไปบริการวิชาการเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น พบปัญหาว่า สภาพพื้นที่ภูมิประเทศในการทำระดับมีความเปลี่ยนแปลงความสูงต่ำและมีความต่างระดับกันเป็นอย่างมาก ทำให้ผู้ส่องกล้องระดับไม่สามารถอ่านค่าระดับจากไม้ระดับได้ เนื่องจากไม้ระดับมีความยาว 3 เมตร ซึ่งมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล้องระดับเช่นเดียวกัน ในการทำระดับจึงต้องย้ายไม้ระดับและกล้องระดับให้มีระยะห่างน้อยลงเพื่อให้ผู้ส่องกล้องระดับสามารถอ่านค่าระดับจากไม้ระดับได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้าและไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน

จากมูลเหตุปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาไม้ระดับให้มีความยาวมากขึ้นแทนการซื้อไม้ระดับใหม่ที่มีความยาวมากกว่า 3 เมตร โดยนำเศษวัสดุที่เหลือจากการฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษาในวิชาปฏิบัติงานก่อสร้าง หรือ วัสดุที่เหลือจากการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารมาใช้ให้เกิดประโยชน์และประหยัดงบประมาณ โดยผู้วิจัยได้เลือกเศษวัสดุอะลูมิเนียมมาต่อความยาวไม้ระดับ เนื่องจากเป็นวัสดุชนิดเดียวกันกับไม้ระดับความยาว 3 เมตร ที่มีอยู่เดิม สำหรับวิธีการต่อความยาวไม้ระดับเป็นการนำเศษอะลูมิเนียมความยาว 1 เมตร มาต่อกับปลายด้านล่างของไม้ระดับความยาว 3 เมตร ที่มีอยู่เดิม โดยมีข้อต่อเหล็กยึดด้วยสกรู และใช้ระดับน้ำแบบคลิปปิดกับอะลูมิเนียมที่ต่อความยาวของไม้ระดับ จะทำให้ได้ไม้ระดับที่มีความยาวเพิ่มขึ้นจาก 3 เมตร เป็น 4 เมตร ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาไม้ระดับมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล่องระดับ ทำให้ผู้ส่งกล่องระดับสามารถอ่านค่าระดับจากไม้ระดับได้ และในการทำระดับก็ไม่จำเป็นต้องย้ายไม้ระดับและกล่องระดับให้มีระยะห่างน้อยลงเพื่อให้ผู้ส่งกล่องระดับสามารถอ่านค่าระดับจาก ไม้ระดับได้ อันจะเป็นประโยชน์ทำให้การทำงานระดับมีความรวดเร็วขึ้นและสะดวกมากขึ้น และเป็นการประหยัดงบประมาณในการซื้อไม้ระดับใหม่ที่มีความยาวมากกว่า 3 เมตร

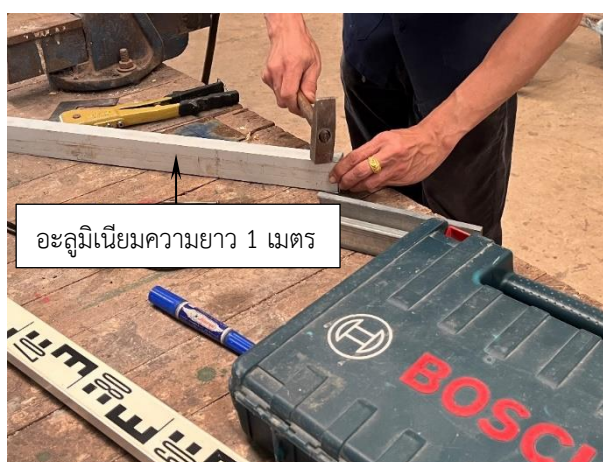
2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ
- 2.2 เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

3. วิธีการวิจัย

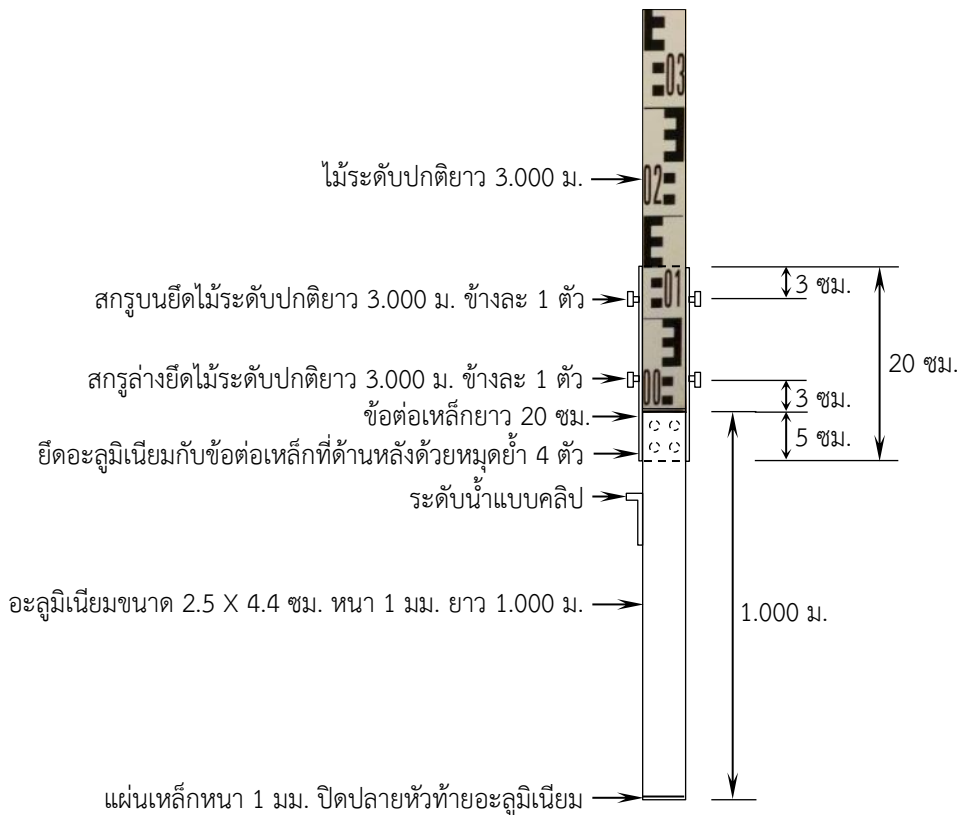
3.1 การต่อความยาวไม้ระดับด้วยเศษวัสดุ

3.1.1 นำอะลูมิเนียมขนาด 2.5 X 4.4 เซนติเมตร หนา 1 มิลลิเมตร ที่เหลือจากการใช้งานมาตัดให้ได้ความยาว 99.8 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อตัดให้ได้ความยาว 99.8 เซนติเมตรแล้วจะมีน้ำหนัก 419.40 กรัม และใช้เศษเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ปิดปลายทั้งสองด้านของอะลูมิเนียมโดยยึดด้วยหมุดย้ำ จะได้ความยาวของอะลูมิเนียมเป็น 1 เมตร

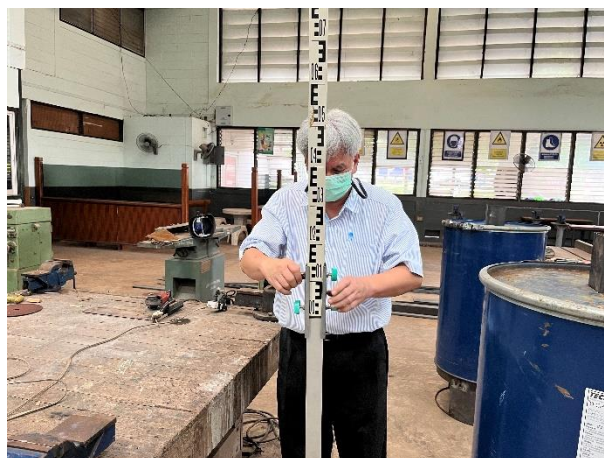


รูปที่ 1 อะลูมิเนียมความยาว 1 เมตร ที่ใช้ต่อความยาวไม้ระดับ

3.1.2 นำอะลูมิเนียมความยาว 1 เมตร ไปต่อกับไม้ระดับปกติความยาว 3 เมตร โดยมีข้อต่อเหล็กยึดด้วยสกรู และใช้ระดับน้ำแบบคลิปปิดกับอะลูมิเนียมที่ต่อความยาวของไม้ระดับ จะได้ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุมีความยาว 4.000 เมตร ตามแบบร่างในรูปที่ 2



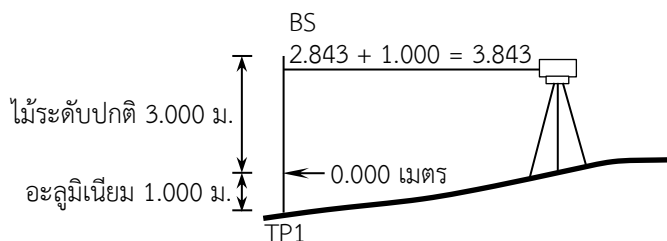
รูปที่ 2 แบบร่างไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ



รูปที่ 3 ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

3.2 การอ่านไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

เนื่องจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุมีความยาว 4 เมตร โดยความยาว 1 เมตร แรกจากพื้น เป็นอะลูมิเนียมที่ต่อความยาวไม้ระดับให้มีความยาวขึ้นจาก 3 เมตร เป็น 4 เมตร โดยด้านปลายของไม้ระดับปกติ มีมาตรการอ่านเริ่มต้น 0.000 เมตร ดังนั้นค่าที่อ่านจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุจึงต้องบวกด้วย 1 เมตร ซึ่งเป็นความยาวของอะลูมิเนียมที่ต่อความยาวไม้ระดับ



รูปที่ 4 การอ่านไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

จากรูปที่ 4 ค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ ณ สถานี TP1 เป็น 2.843 เมตร ต้องบวกด้วยความยาวของอะลูมิเนียม 1 เมตร ดังนั้นค่า BS จึงเป็น 3.843 เมตร

3.3 การประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

การประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ เป็นการตรวจสอบความยาวของอะลูมิเนียมที่นำมาต่อที่ปลายด้านล่างของไม้ระดับปกติ ซึ่งจะต้องได้ความยาว 1.000 เมตร โดยการอ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุเทียบกับการอ่านค่าจากไม้ระดับปกติ ณ จุดตั้งไม้ระดับจุดเดียวกัน และจุดตั้งกล้องระดับและความสูงของกล้องระดับเดียวกันเพื่อตรวจสอบความยาวของอะลูมิเนียมที่นำมาต่อปลายด้านล่างของไม้ระดับปกติ



รูปที่ 5 การประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

ชนิดของไม้ระดับ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ	0.438	0.266	0.579
ไม้ระดับปกติ	1.438	1.266	1.579
ความต่างของการอ่านค่าจากไม้ระดับ	1.000	1.000	1.000

จากตารางที่ 1 จากการอ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุเทียบกับการอ่านค่าจากไม้ระดับปกติ ณ จุดตั้งไม้ระดับจุดเดียวกัน และจุดตั้งกล้องระดับและความสูงของกล้องระดับเดียวกัน 3 ครั้ง พบว่า ครั้งที่ 1 อ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุได้ 0.438 เมตร และอ่านค่าจากไม้ระดับปกติได้ 1.438 เมตร ครั้งที่ 2 อ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุได้ 0.266 เมตร และอ่านค่าจากไม้ระดับปกติได้ 1.266 เมตร และ ครั้งที่ 3 อ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุได้ 0.579 เมตร และอ่านค่าจากไม้ระดับปกติ 1.579 เมตร ซึ่งมีความต่าง 1.000 เมตร ทั้ง 3 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า ความยาวของอะลูมิเนียมที่นำมาต่อความยาวไม้ระดับปกติ มีความยาว 1.000 เมตร ดังนั้น ค่าที่อ่านได้จากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุหลังจากที่บวกด้วยความยาว 1 เมตร จึงถือว่ามีความถูกต้อง ซึ่งการประเมินความถูกต้องจากการอ่านค่าจากไม้ระดับจำนวน 3 ครั้ง ถือว่าเพียงพอต่อการประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านได้ โดยการอ่านค่าในแต่ละครั้งได้ขจัดความเหลื่อมของภาพ (parallax) ในขณะที่อ่านแล้ว (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2557 : 85)

3.4 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเป็นการทำระดับสายการระดับวงรอบปิดเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบแบ่งวิธีการเก็บข้อมูลเป็นสองวิธี คือ วิธีที่ 1 การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ และวิธีที่ 2 การทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการเก็บข้อมูล พื้นที่เก็บข้อมูลและทิศทางการเดินระดับ และขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

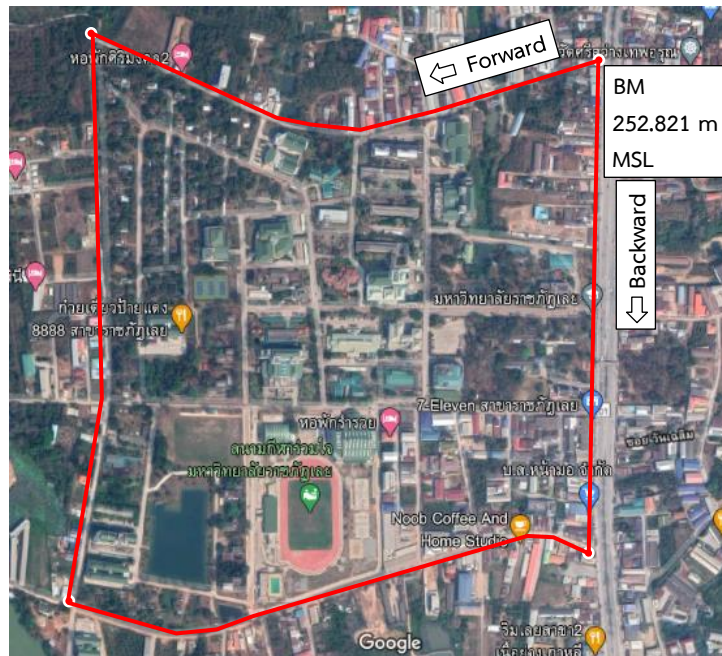
3.4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.4.1.1 ตัวแปรที่ใช้ควบคุมในการเก็บข้อมูล คือ ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ และไม้ระดับปกติความยาว 3.000 เมตร

3.4.1.2 ตัวแปรที่ยกเว้นการควบคุมในการเก็บข้อมูล คือ ความคลาดเคลื่อนชนิดที่เป็น Systematic Error และ Random Error

3.4.2 พื้นที่เก็บข้อมูลและทิศทางการเดินระดับ

พื้นที่เก็บข้อมูลใช้พื้นที่ถนนรอบมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย และทางหลวงหมายเลข 201 ด้านหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยทำระดับสายการระดับวงรอบปิดออกจากหมุด BM ทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ซึ่งมีค่าระดับจากระดับทะเลปานกลาง 252.821 เมตร และเข้าบรรจบกับหมุด BM ตรงข้ามทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ที่เป็นหมุด BM แรกออก



รูปที่ 6 พื้นที่เก็บข้อมูลและทิศทางการเดินระดับ
(ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://www.google.com>)

3.4.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.4.3.1 ทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเชือกวัสดุ โดยทำระดับสายการระดับวงรอบปิดออกจากหมุด BM ตรงข้ามทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ซึ่งมีค่าระดับ 252.821 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง และเข้าบรรจบกับหมุด BM ตรงข้ามทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ที่เป็นหมุด BM แรกออก โดยทำระดับเที่ยวไป 3 เที่ยว เทียบกลับ 3 เที่ยว



รูปที่ 7 การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเชือกวัสดุ

3.4.3.2 ทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ โดยทำระดับสายการระดับวงรอบปิดออกจากหมุด BM ตรงข้ามทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ซึ่งมีค่าระดับ 252.821 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง และเข้าบรรจบกับหมุด BM ตรงข้ามทางเข้าวัดศรีสว่างเทพอรุณ ที่เป็นหมุด BM แรกออก โดยทำระดับเที่ยวไป 3 เที่ยว เทียวกลับ 3 เที่ยว



รูปที่ 8 การทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

ตารางที่ 2 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ

เที่ยว ที่	ระยะ (กม.)	ค่าระดับ คงที่ (ม.)	ค่าระดับ เข้า บรรจบ (ม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจบ ที่เกิดขึ้น (มม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจบ ที่ยอมให้ (มม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจบ ที่เกิดขึ้นเฉลี่ย (มม.)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (มม.)
1	3.400	252.821	252.828	7	22	6.2	0.7
2	3.400	252.821	252.815	6	22		
3	3.400	252.821	252.828	7	22		
4	3.400	252.821	252.816	5	22		
5	3.400	252.821	252.827	6	22		
6	3.400	252.821	252.815	6	22		

จากตารางที่ 2 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบจากการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ โดยทำระดับสายการระดับวงรอบปิดระยะ 3.400 กิโลเมตร ออกจากหมุดหลักฐานการระดับที่มีค่าระดับแรกออกคงที่เท่ากับ 252.821 เมตร จำนวน 6 เที่ยว พบว่า ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบที่เกิดขึ้นเท่ากับ 7 มิลลิเมตร 6 มิลลิเมตร 7 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร 6 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์งานชั้นที่ 3 ทั้ง 6 เที่ยว

ที่ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุได้ไม่เกิน 22 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน FGCC 1984 โดยความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นน้อยสุดเท่ากับ 5 มิลลิเมตร และความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 7 มิลลิเมตร และเมื่อเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้น พบว่า ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 มิลลิเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.7 มิลลิเมตร ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากลักษณะเกิดความคลาดเคลื่อนเป็นแบบสะสมจากการทำระดับต่อเนื่อง (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2559 : 83) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานที่สามารถยอมรับได้ตามข้อกำหนดชั้นของงานระดับ (วัฒนวงศ์ รัตนวรท และ ธนัช สุขวิมลเสรี. 2557 : 117) ดังนั้นความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นดังกล่าวถือว่าผ่านเกณฑ์งานชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน FGCC 1984 ที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2557 : 5)

4.2 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุจากการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

ตารางที่ 3 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุจากการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

เที่ยว ที่	ระยะ (กม.)	ค่าระดับ คงที่ (ม.)	ค่าระดับ เข้า บรรจุ (ม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจุ ที่เกิดขึ้น (มม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจุ ที่ยอมให้ (มม.)	ความ คลาดเคลื่อน เข้าบรรจุ ที่เกิดขึ้นเฉลี่ย (มม.)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (มม.)
1	3.400	252.821	252.827	6	22	5.7	0.5
2	3.400	252.821	252.816	5	22		
3	3.400	252.821	252.815	6	22		
4	3.400	252.821	252.816	5	22		
5	3.400	252.821	252.827	6	22		
6	3.400	252.821	252.815	6	22		

จากตารางที่ 3 ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุจากการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ โดยทำระดับสายการระดับวงรอบปิดระยะ 3.400 กิโลเมตร ออกจากหมุดหลักฐานการระดับที่มีค่าระดับแรกออกคงที่เท่ากับ 252.821 เมตร จำนวน 6 เที่ยว พบว่า ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นเท่ากับ 6 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร 6 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร 6 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์งานชั้นที่ 3 ทั้ง 6 เที่ยว ที่ยอมให้เกิด ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุได้ไม่เกิน 22 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน FGCC 1984 โดยความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นน้อยสุดเท่ากับ 5 มิลลิเมตร และความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 6 มิลลิเมตร และเมื่อเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้น พบว่า ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.7 มิลลิเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากลักษณะเกิดความคลาดเคลื่อนเป็นแบบสะสมจากการทำระดับต่อเนื่อง (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2559 : 83) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานที่สามารถยอมรับได้ตามข้อกำหนดชั้นของงานระดับ (วัฒนวงศ์ รัตนวรท และ ธนัช สุขวิมลเสรี. 2557 : 117) ดังนั้นความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจุที่เกิดขึ้นดังกล่าวถือว่าผ่านเกณฑ์งานชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน FGCC 1984 ที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม (วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2557 : 5)

4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ

วิธีการทำระดับ	N	M	SD	t	p-value
ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุ	6	6.2	0.7	1.342*	0.209
ไม้ระดับปกติ	6	5.7	0.5		

*p-Value > .05

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบระหว่างการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุกับการทำระดับด้วยไม้ระดับปกติ เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วยการแจกแจงของที (t) ชนิดที่ทำการทำระดับทั้งสองวิธีเป็นอิสระจากกัน (t-test Independent) พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความถูกต้องเข้าบรรจบตามเกณฑ์ข้อกำหนดดัชนีงานระดับชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบเป็นไปตามเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้ในการต่อความยาวไม้ระดับเป็นอะลูมิเนียมซึ่งเป็นวัสดุชนิดเดียวกันกับไม้ระดับปกติจึงมีคุณสมบัติในด้านการขยายตัวหรือหดตัวที่ไม่แตกต่างกัน และในการต่อความยาวไม้ระดับได้ทำการต่อความยาวด้วยความละเอียดประณีต ถูกต้องได้มาตรฐาน ประกอบกับได้มีการประเมินตรวจสอบความยาวของอะลูมิเนียมที่ใช้ต่อความยาวของไม้ระดับ โดยการอ่านค่าระดับจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับการอ่านค่าระดับจากไม้ระดับปกติที่ผลิตมาจากบริษัทผู้ผลิต ซึ่งผลการตรวจสอบความยาวของอะลูมิเนียมที่ใช้ต่อความยาวไม้ระดับมีความยาว 1.00 เมตรพอดี ตามที่ได้ออกแบบและกำหนดวิธีการอ่านค่าจากไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุไว้ จึงทำให้การทำระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบเป็นไปตามเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน Federal Geodetic Control Committee 1984

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

การใช้ไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในการต่อความยาวของไม้ระดับในขณะทำการวัดควรต่อปลายด้านบนของอะลูมิเนียมกับปลายด้านล่างของไม้ระดับปกติให้สนิทพอดีกัน

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 6.2.1 ควรมีการพัฒนาการต่อความยาวของไม้ระดับด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น ต่อโดยการพับ หรือการเลื่อน
- 6.2.2 ควรมีการแก้ปัญหาพื้นที่ลาดเอียงด้วยการ Offset +1.00 เมตร เปรียบเทียบกับการต่อไม้ระดับ
- 6.2.3 ควรควบคุมจำนวนครั้งของการตั้งกล้องระดับ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นตัวแปรควบคุม

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยได้รับทุนจากกองทุนสนับสนุนงานวิจัยของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณ นายสุรัช กองชนิน ที่ให้ความกรุณาในการต่อความยาวไม้ระดับด้วยเศษวัสดุ และขอขอบคุณนักศึกษาที่ได้ออกเก็บข้อมูลภาคสนาม ตลอดจนคณาจารย์ บุคลากร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่เป็นกำลังใจให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. (2557). **การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร : คาโนทรัพย์สุขอำนวย.
- _____. (2555). **วิศวกรรมสำรวจ 1**. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร : คาโนทรัพย์สุขอำนวย.
- วัฒนวงศ์ รัตนวราห และ ธนัช สุขวิลลเสรี. (2557). **วิศวกรรมสำรวจ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชัย เยี่ยมวีรชน. (2557). **การสำรวจทางวิศวกรรม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2559). **การสำรวจรังวัด: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ เอื้ออัชฌาลัย. (2556). **วิศวกรรมสำรวจ**. ปทุมธานี : วรณกวี.
- อนันต์ สันตยากร. (ม.ป.ป.). **การสำรวจ**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- Barry F. Kavanagh. (2003). **Surveying Principles and Applications**. 6th ed. Prentice Hall.
- Barry, F. K. & Dianne, K. S. (2015). **Surveying with Construction Application**. 8th ed. Harlow, Essex: Pearson Education.
- Busko, M., Frukacz, M., & Szczutko, T. (2014). **Classification of precise Leveling instruments referring to the measurements of historic city centres**. The 9th International Conference “Environmental Engineering”. Vilnius, Lithuania: VGTU Press.
- Paul R. Wolf and Charles D. Ghilani (2006). **Elementary Surveying**. 7th ed. New Jersey: Pearson Education.

คุณค่าทางวิชาการ

การหาระดับด้วยไม้ระดับที่ต่อความยาวด้วยเศษวัสดุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถนำไปแก้ปัญหการหาระดับที่เกิดปัญหาไม้ระดับมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล้องระดับ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยมากในการหาระดับ เนื่องจากจุดที่ตั้งไม้ระดับเพื่อหาาระดับความสูงเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก พื้นที่ที่ต่างระดับกันมาก พื้นที่ที่เป็นหุบเขาที่ความยาวของไม้ระดับมีความยาวไม่ถึงแนวแกนกล้องระดับ โดยในการหาระดับก็ไม่จำเป็นต้องย้ายไม้ระดับและกล้องระดับให้ระยะห่างน้อยลงเพื่อให้ผู้ส่องกล้องระดับสามารถอ่านค่าระดับจากไม้ระดับได้ อันจะเป็นประโยชน์ทำให้การทำงานระดับมีความรวดเร็วขึ้นและสะดวกมากขึ้น และเป็นการประหยัดงบประมาณในการซื้อไม้ระดับใหม่ที่มีความยาวมากกว่า 3 เมตร สำหรับการนำข้อมูลของค่าระดับไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบในงานวิศวกรรมโยธา และงานอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนา ชุมชน ท้องถิ่น และประเทศ

การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

สุชาติ ดุมนิล^{1*} อภิชัย ไพรสินธุ์²

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*2}

E-mail : linesky0007@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 1 พฤศจิกายน 2566

วันแก้ไขบทความ 27 ธันวาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 28 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ คุณภาพของระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง กระบวนการวิจัยได้ดำเนินการผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำไปพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง เสร็จแล้วนำระบบไปถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นอาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และกลุ่มเกษตรกรที่สนใจ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง จากการประเมินความพึงพอใจการใช้งานของตัวควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง โดยภาพรวมพบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 โดยที่ด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ตามลำดับ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง ที่พัฒนาขึ้นสามารถดูแลการเจริญเติบโตของถั่วลิสงได้อย่างเหมาะสม และประหยัดเวลาในการดูแลถั่วลิสง สร้างความสะดวกสบายและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในการปลูกถั่วลิสงได้ และยังสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: ระบบควบคุม ถั่วลิสง อัตโนมัติ

Development of automatic water supply control system for peanut cultivation

Suchat Dumnit^{1*}, Aphichai Praisin²

Faculty of Industrial Technology SurindraRajabhat University^{1*, 2}

E-mail : linesky0007@gmail.com^{1*}

Received 1 November 2023

Revised 27 December 2023

Accepted 28 December 2023

Abstract

The objective of this research is to develop and find efficacy. Quality of Automatic Water Supply Control System for Peanut Cultivation and Study of User Satisfaction with Automatic Water Supply Control System for Peanut Cultivation The research process was conducted through evaluation by 3 experts, then developed an automatic water distribution control system for peanut cultivation, and then applied the system to transfer technology and evaluate user satisfaction with the use of automatic water distribution control system for peanut cultivation. 30 students, staff and interested farmers were acquired by specific selection, collected data and analyzed with mean statistics and standard deviations.

The results of the research showed that the development of automatic water distribution control system for peanut crops from the evaluation of the satisfaction of the automatic water distribution control system control cabinet for peanut crops showed the highest level of satisfaction at mean of 4.98, standard deviation of 0.05, with the benefits and functionality of the highest satisfaction at mean 5.00, standard deviation of 0.00, followed by the highest level of satisfaction at the average of 5.00, standard deviation of 0.00. The average value was 4.93, the standard deviation was 0.15, respectively.

Therefore, it can be concluded that the development of an automatic water distribution control system for peanut crops developed. It can take care of the growth of peanuts properly and save time on peanut care. Create convenience and lighten the burden of farmers to control the on-off order of watering in peanut planting. It can also help increase agricultural productivity with quality.

Keywords:Control System, Peanut, Automatic

1. บทนำ

ตำบลชุมแสงเคยเป็นส่วนหนึ่งของตำบลกระหาด อำเภอจอมพระ เนื่องจากตำบลกระหาดในขณะนั้นมีหมู่บ้านจำนวนมาก พื้นที่ทางภูมิศาสตร์ของแต่ละหมู่บ้านห่างไกลกันมากเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการประสานงานด้านการปกครองท้องที่ในที่สุดเมื่อปีพ.ศ. 2526 กระทรวงมหาดไทยได้ประกาศจัดตั้ง “ตำบลชุมแสง” ซึ่งมีระยะทางห่างจากที่ทำการอำเภอจอมพระ ประมาณ 15 กิโลเมตร ห่างจากตัวเมืองสุรินทร์ ประมาณ 41 กิโลเมตร ลักษณะเด่นของตำบลชุมแสงคือมีพื้นที่ของป่าหัวไร่ปลายนา จำนวน 2,409 ไร่ ซึ่งชุมชนใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์และมีผลผลิตจากปาล์ตลอดทั้งปี เช่น เห็ด ดอกกระเจียว ไข่มดแดง พืชสมุนไพร ฯลฯ ปัจจุบันตำบลชุมแสงแบ่งเขตการปกครองเป็นหมู่บ้านประชากรส่วนใหญ่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลชุมแสง ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำนา และถั่วลิสง เป็นหลัก

ถั่วลิสงเป็นพืชไร่ตระกูลถั่วที่ปลูกได้ตลอดปี และมีการปลูกแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ มีเกษตรกรที่เกี่ยวข้อง 89,679 ครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยมีพื้นที่ปลูก 1-3 ไร่ต่อครอบครัว ปี 2550 มีพื้นที่ปลูก 211,798 ไร่ ผลผลิตรวม 53,602 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 253 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในปี 2554 มีพื้นที่ปลูกลดลงเหลือ 188,620 ไร่ ผลผลิตรวม 47,840 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 254 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่า 1,107 ล้านบาท โดยภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 105,315 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 260 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูก 67,005 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 246 กิโลกรัมต่อไร่ ภาคกลางมีพื้นที่ปลูก 12,340 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 263 กิโลกรัมต่อไร่ และภาคใต้มีพื้นที่ปลูก 3,960 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 179 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555) สำหรับความต้องการใช้ถั่วลิสงภายในประเทศ พบว่า เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้ถั่วลิสงสูงถึงปีละ 100,000 ตัน เป็นผลทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ จึงมีการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยในปี 2553 มีการนำเข้าถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ รวม 56,935 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,595.7 ล้านบาท ปริมาณนำเข้าสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการใช้ส่วนการส่งออกในปี 2554 มีการส่งออกถั่วลิสงปรุงแต่ง เมล็ด ผักแห้งและน้ำมัน รวม 3,827 ตันคิดเป็นมูลค่า 490.3 ล้านบาท

ซึ่งปัจจุบัน แรงงานในการทำการเกษตรส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงอายุ การจัดการระบบน้ำเพื่อการผลิตผักและผลไม้จะนำมาซึ่งการผลิตและการตลาดที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาและส่งเสริมการจัดการระบบน้ำโดยการนำระบบเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาช่วยและใช้แรงงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้จะมีคุณภาพได้มาตรฐานมากขึ้นการนำระบบการทำเกษตรอัตโนมัติ มาประยุกต์ใช้กับภาคการเกษตรจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมหาศาล เนื่องจากระบบเกษตรอัตโนมัติมีกระบวนการจัดการ การควบคุมปริมาณ ความชื้นและอุณหภูมิ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าจึงถือเป็นโอกาสของเกษตรกรและโอกาสของประเทศที่จะทำให้อุตสาหกรรมมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และประเทศจะได้ก้าวพ้นจากกับดักรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศพัฒนาแล้วในอนาคตต่อไป (ณัฐกิตติ์ ปัทมะ. 2563)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี ได้นำมาปรับใช้กับเทคโนโลยีแบบผสมผสานทางการเกษตร จึงได้จัดทำโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง เพื่อเพิ่มแนวทางในการผลิตถั่วลิสงให้ได้รับปริมาณน้ำที่เหมาะสมและมีคุณภาพ สำหรับเกษตรกร ตำบลชุมแสง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง
- 2.2 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง
- 2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

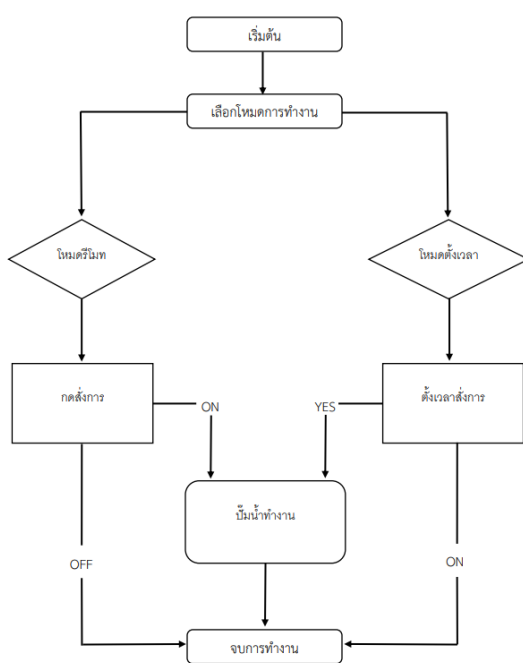
3. วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ศึกษาและความเป็นไปได้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานเพื่อมาพัฒนาระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

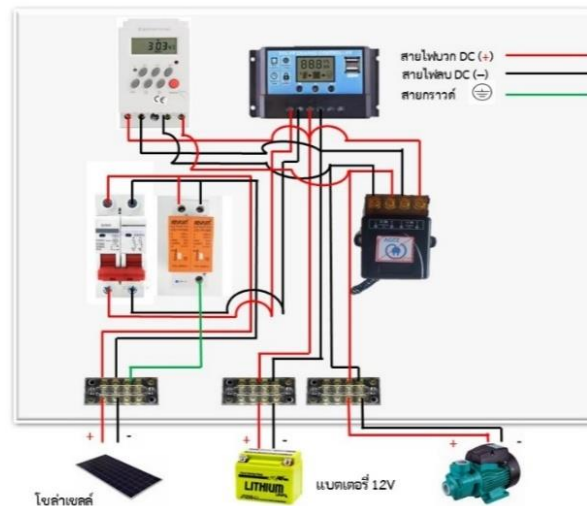
3.2 ออกแบบระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

3.2.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม ขั้นแรกในการออกแบบระบบควบคุมต้องเขียนโครงร่างขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยการเขียนผังการทำงานเพื่อกำหนดแนวทางและขั้นตอนการทำงานของวงจรควบคุมที่ต้องการ แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การทำงานของไดอะแกรม

3.2.2 การออกแบบการทำงานในระบบอัตโนมัติการออกแบบในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ เช่น การต่อโซลาร์เซลล์เข้าเชื่อมกับกับชาร์จเจอร์ เพื่อควบคุมพลังงานในการจ่ายให้กับ Timer digital และ รีโมทคอนโทรล ที่ใช้ในการสั่งการและควบคุมปั้มน้ำในการรดน้ำถั่วลิสง และการต่อแบตเตอรี่ ทำหน้าที่สำรองไฟฟ้ากรณีสภาพอากาศไม่อำนวยต่อการใช้โซลาร์เซลล์ ระบบจะทำการดึงไฟจากแบตเตอรี่มาใช้งาน เมื่อโซลาร์เซลล์ทำงานอีกครั้งจะทำการชาร์จไฟลงแบตเตอรี่กลับคืนต่อวาล์วน้ำเข้าที่ ปั้มน้ำ และต่อท่อพีวีซีเพื่อให้น้ำออกจากปั้มไปยังสวนถั่วลิสงสำหรับการใช้งานต่อไป



รูปที่ 2 การต่อวงจรการทำงานของระบบ

3.3 สร้างตู้ควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติ

3.4 ทำการทดสอบและเก็บความเรียบร้อยของระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ สำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

3.5 นำระบบที่ได้ไปใช้งานจริง ให้ผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง เพื่อหาความพึงพอใจ โดยให้ผู้ใช้งานตอบแบบประเมิน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล



รูปที่ 3 นำระบบที่ได้ไปใช้งานจริง



รูปที่ 4 สํารวจแปลงเพาะปลูก

3.6 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง และทำการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยให้กับผู้ใช้งานที่สนใจในระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง



รูปที่ 5 ทำการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ใช้งานที่สนใจ 1



รูปที่ 6 ทำการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ใช้งานที่สนใจ 2

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมดังกล่าวสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสงรายละเอียดดังแสดงตามตารางที่ 1

องค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
1.ด้านโครงสร้าง			
1.1การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.78	0.38	มากที่สุด
2.ด้านการติดตั้งระบบจัดการ			
2.1การส่งรีโมทควบคุมปั้มน้ำ	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2การส่งทามเมอร์ตั้งเวลาในการทำงาน	4.33	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.57	มากที่สุด
3.ด้านการใช้งานระบบจัดการ			
3.1ระยะการส่งการปั้มน้ำด้วยรีโมท	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2ความแม่นยำในการตั้งเวลาการทำงานของทามเมอร์	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.67	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.64	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.51

4.2 ผลการหาคุณภาพของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง ที่พัฒนาตามรูปแบบระบบควบคุมของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินการหาคุณภาพดังกล่าวมีรายละเอียดดังแสดงตาม ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	คุณภาพ
การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
ความสะดวกต่อการซ่อมบำรุงระบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
ความแม่นยำในการสั่งงานของระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ความเสถียรภาพการทำงานของระบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
ความสามารถการทำงานของระบบโดยรวม	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.79	0.36	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.79	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 คุณภาพของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของระบบโดยรวม ในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.36

4.3 แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับแสดงความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง แบ่ง 3 ตอน คือ ตอนข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนแบบประเมินระดับความพึงพอใจในการใช้ระบบของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง และส่วนข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานดังแสดงผลตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1.ด้านความสำคัญของเทคโนโลยีอัตโนมัติ			
1.1 เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติมีความจำเป็นและสำคัญในยุคปัจจุบันทำให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 การนำเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมดูแลสั่งงาน การทำงานของระบบต่าง ๆ ได้ทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1.ด้านความสำคัญของเทคโนโลยีอัตโนมัติ			
1.3 ระบบควบคุมอัตโนมัติมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในยุคปัจจุบัน	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.93	0.15	มากที่สุด
2.ด้านความสามารถของระบบ			
2.1สามารถสั่งการรดน้ำระยะไกลได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
3.ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
3.1 ตู้ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการเกษตรเป็นการนำเทคโนโลยีใช้สั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ทำให้ผู้ใช้งานสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลา และแรงงานในการดูแลสวนได้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ระบบช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้อย่างมีคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลรักษาผลผลิต	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.98	0.05	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานของตู้ควบคุมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสลง โดยรวมพบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 โดยที่ด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15ตามลำดับ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสลง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพบว่าความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบของตู้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสลง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.51 โดยที่องค์ประกอบของรูปแบบด้านโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม และการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสมโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านโครงสร้าง พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38



ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของระบบควบคุมของตู้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ ผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีความคิดเห็นต่อคุณภาพในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.36 โดยที่ความคิดเห็นต่อการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม มีระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00

ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุมของตู้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 โดยที่ด้านความสำคัญของเทคโนโลยีอัตโนมัติ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

จากผลการวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมของตู้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ ดังกล่าว เป็นไปตามเกณฑ์สมมุติฐานที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลาศ แซ่เตีย (2553) ได้ศึกษาการเครื่องรดน้ำต้นไม้แนวตั้งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในท้องถิ่น โดยผู้จัดทำได้นำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้จากการเรียนในวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมและในรายวิชาอื่นๆ เพื่อมาบูรณาการเกิดเป็นองค์ความรู้ ผูกทักษะด้านวิชาชีพตลอดจน การใช้เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติที่สร้างขึ้นเป็นการนำสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่างๆ มาใช้ในการประหยัดพลังงาน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการอนุรักษ์ฟื้นฟูธรรมชาติทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการช่วยลดสถานะโลกร้อนอนาคต

ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุมของตู้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ กนิษฐา อินธิจิต ณิชนนท์ ห่วงทิม และ อาทิตยา พิมพ์รัตน์ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการปลูกพืชทางการเกษตรสำหรับภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ กรณีศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี

5.2 สรุปผล

ผลการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ ที่หาความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วยแนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ การครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ และองค์ประกอบของรูปแบบพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ โดยรวมมีระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.51 โดยพบว่า องค์ประกอบด้านโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม และการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสมโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านโครงสร้าง มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 รองลงมา องค์ประกอบของรูปแบบด้านการใช้งานระบบจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วย ระยะเวลาส่งการปั้มน้ำด้วยรีโมทและ ความแม่นยำในการตั้งเวลาการทำงานของทามเมอร์ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านเทคโนโลยี มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 และ องค์ประกอบของรูปแบบด้านการติดตั้งระบบการจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วย การส่งรีโมทควบคุมปั้มน้ำ และการส่งทามเมอร์ตั้งเวลาในการทำงาน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านการติดตั้งระบบการจัดการ มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ตามลำดับ

ผลการประเมินหาคุณภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชกล้วยสับ โดยรวมมีระดับความคิดเห็นต่อคุณภาพที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.36 โดยพบว่า การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ความแม่นยำในการสั่งงานของระบบและ ความสะดวกในการใช้งานระบบ ระดับความ

คิดเห็นคุณภาพโดยรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 รองลงมาพบว่า การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม ความสะดวกต่อการซ่อมบำรุงระบบ ความเสถียรภาพการทำงานของระบบและ ความสามารถการทำงานของระบบโดยรวม ระดับความคิดเห็นคุณภาพโดยรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ควบคุมระบบสมรรถภาพร้อมอัตโนมัติสำหรับการเกษตร พบว่า ผู้ใช้งานโดยรวมมีความพึงพอใจต่อระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชถั่วลิสง มีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.05 โดยพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

6.1.1 การทำงานของระบบยังไม่มีระบบบันทึกและรายงานผล ในการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ประมวลผลได้

6.1.2 การทำงานของระบบยังไม่สามารถสั่งควบคุมการปรับระดับน้ำได้ ซึ่งส่งผลให้น้ำที่จ่ายไปไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่พืชต้องการได้

6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

6.2.1 ควรพัฒนาให้ระบบมีการบันทึกผลและรายงานผล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และพัฒนาต่อยอดให้เกิดการวิเคราะห์ประมวลผลต่อไป

6.2.2 ควรพัฒนาให้ระบบสามารถสั่งควบคุมการปรับระดับน้ำได้

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา อินธิจิต ณิชนนท์ ห่วงทิม และอาทิตยา พิมพ์รัตน์ (2564). การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการปลูกพืชทางการเกษตรสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือกรณีศึกษา.จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. 7(1) : 7-17.

ณัฐกิตติ์ ปัทมะ. (2563). การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก :

<https://online.fliphtml5.com/pyepm/stjp/#p=1>. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2566.

วิลาศ แซ่เตีย. (2553). “เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ”. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก : <http://www.ptc.ac.th/ptc/menu%20index/artefact/data%20project/2.pdf>. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2566.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

คุณค่าทางวิชาการ

มีความรู้ใหม่และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาและวงวิชาการ การเสนอความรู้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ และสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติได้ และกระตุ้นให้เกิดความคิดและการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง



การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

จิรฉวัลย์ ปานกลาง¹ รัตนสุดา สุกदनัยสร^{2*}

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา^{1 2*}

อีเมล : rattanasuda@yahoo.com^{2*}

วันที่รับบทความ 31 ตุลาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 24 พฤศจิกายน 2566

วันที่รับบทความ 28 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 2) เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์พรหม อธิการพิเศษ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ณ หอดูดาว มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ มาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

จากผลการทดสอบ พบว่า ต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน สามารถควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ให้หมุนตามมุมอิมพัลส์และมุมเงย ให้เคลื่อนที่ได้ทีละ 1 องศาด้วยการกดปุ่มบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้ และในการค้นหาตำแหน่งดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ พบว่า การค้นหาตำแหน่งดาวมีความคลาดเคลื่อนของมุมอิมพัลส์เฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 2.26% ดาวบีเทลจุส 2.97% ดาวพฤหัสบดี 1.13% และ ดาวอังคาร 0.91% ส่วนความคลาดเคลื่อนของมุมเงยเฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 3.45% ดาวบีเทลจุส 3.12% ดาวพฤหัสบดี 8.42% และดาวอังคาร 2.62%

คำสำคัญ : ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ แอปพลิเคชันไลน์ เว็บแอปพลิเคชัน

Development Automatic Remote Control Telescope Stand Via Web Application

Theerathawan Panklang¹ Rattanasuda Supadanaison^{2*}

Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University^{1,2*}

E – mail : rattanasuda@yahoo.com^{2*}

Received 31 October 2023.

Revised 24 November 2023

Accepted 28 November 2023.

Abstract

The research on Development of an automatic remote telescope Stand control system through a web application Its purpose is 1) Development Automatic remote control telescope stand via web application 2) determine the efficiency of the automatic telescope Stand control system through a web application. The sample group used to evaluate efficiency included junior high school students. and professors who teach astronomy from satriwatabsornsawan school, 35 people, who did astronomy activities. Special classroom at the Observatory, Bansomdejchaopraya Rajabhat University. The sample was selected using purposive random sampling. The statistics used in the research include a 5-level rating scale.

From the test results, it was found that the prototype system for controlling the automatic remote telescope stand via a web application can be rotation controlled according to the azimuth angle and altitude angles, move in 1 degree increments by pressing a button on the web application developed this time. In locating stars and planets, it was found that locating stars had an error in the average azimuth angle. For the star Rigel 2.26%, Betelgeuse 2.97%, Jupiter 1.13% and Mars 0.91%. As for the error in the altitude angle, the answer For Rigel 3.45%, Betelgeuse 3.12%, Jupiter 8.42% and Mars 2.62%.

Keywords : Telescope Stand, Automation System, LINE Application, Web Application



1. บทนำ

วิถีชีวิตของมนุษย์ มีความผูกพันและคุ้นเคยกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์มาช้านานด้วยความอยากรู้ ของมนุษย์ผลักดันให้มนุษย์พยายามสังเกตปรากฏการณ์ รวบรวมข้อมูลและค้นหาเหตุผลความจริงเกี่ยวกับวัฏจักร ของวัตถุท้องฟ้าอย่างต่อเนื่อง จนสามารถสังเกตเห็นวัฏจักร แห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบของวัตถุท้องฟ้า การเปลี่ยนตำแหน่งการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับการเกิดฤดูกาลใช้กำหนดเวลาและ ทิศทาง ตลอดจนการทำปฏิทินที่สอดคล้องกับวัฏจักรของฤดูกาล มีความเข้าใจระบบของธรรมชาติและศาสตร์ แห่งท้องฟ้า มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นระบบและเป็นไปอย่างปกติสุข อีกทั้งดาราศาสตร์ เป็นวิชา ที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และอยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชูชาติ แพน้อย. 2563) นอกจากนั้นวิชาดาราศาสตร์ยังเป็นวิชาที่อยู่ ใน หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ทั้งยังเป็นสาขาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่เกี่ยวข้อ ใกล้ชิด กับชีวิตประจำวันของมนุษย์มาก จึงเป็นสาขาวิชาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากชุมชน และสื่อมวลชน ทุกสาขา เมื่อเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ต่าง ๆ ขึ้น เช่น สุริยุปราคา ดาวหาง ฝนดาวตก เป็นต้น

การศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ที่ผ่านมาส่วนมากทำได้เฉพาะในทางทฤษฎี ปัจจุบันที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การขาดอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ ได้แก่ กล้องโทรทรรศน์ ซึ่งกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ในการสังเกตต้องตั้งอยู่ บนฐานตั้ง กล้อง ซึ่งฐานตั้งกล้องแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ฐานระบบขอบฟ้า (Altazimuth Mount) มีแกนหมุนได้ 2 แนว คือ แนวระดับ สำหรับปรับค่าตามมุมทิศ (Azimuth) และแกนหมุนแนวตั้ง สำหรับปรับค่าตามมุมเงย (Altitude) ฐานตั้ง กล้องอีกประเภทหนึ่ง คือ ฐานระบบศูนย์สูตร (Equatorial Mount) มีแกนหมุน 2 แนว ตามระบบศูนย์สูตร คือ แกนที่ชี้ไปยังขั้วท้องฟ้า (Polar Axis) จะหมุนตามการเคลื่อนที่ของดาว (แนวตะวันออก – ตะวันตก) อีกแกนหนึ่ง คือ แกนที่หมุนตั้งฉากกับแกนขั้วท้องฟ้า หรือ แกนเดคลิเนชัน (Declination Axis) ซึ่งเป็นการหมุนกล้องตามแนวขั้ว ฟ้าเหนือ – ใต้ (ศุภาวิดา จรรยา.2564) สำหรับการควบคุมกล้องโทรทรรศน์ให้สามารถดูดาวหรือสังเกตปรากฏการณ์ บน ท้องฟ้าที่ต้องการ ซึ่งในการปรับหมุนแกนของฐานตั้งกล้องเป็นแบบควบคุมด้วยตัวเอง ไม่สามารถใช้พร้อมกันได้ หลายคน ใช้งานกล้องโทรทรรศน์ได้สูงสุดครั้งละ 1 คน โดยต้องขึ้นมาในเวลากลางคืนเพื่อเก็บข้อมูลตามช่วงเวลา ที่ วัตถุนั้นปรากฏยังต้องคาดคะเนกับสภาพอากาศในคืนนั้นรวมถึงเรียนรู้วิธีการใช้งานและควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วย ตัวเองเพื่อไม่ให้อุปกรณ์นั้นเสียหาย หากจะให้ขาดกล้องดังกล่าวสามารถหมุนได้เองอัตโนมัติต้องนำเข้าช่างตั้งกล้อง ดังกล่าวจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงและใช้ระบบควบคุมแบบมีสาย ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการตั้งค่าและใช้งาน ซึ่งในปี 2563 สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) มีการดำเนินโครงการเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์ ระยะใกล้อัตโนมัติ ควบคุมการทำงานเพื่อเก็บข้อมูลตามเวลาจริง มีระบบอัตโนมัติที่สามารถตั้งเวลาเก็บข้อมูลต่าง ๆ ตอบสนองการใช้งานได้พร้อมกันหลายคน และยังทำงานได้ตลอดทั้งคืนอย่างเต็มประสิทธิภาพ ไม่เหน็ดไม่เหนื่อย จึงเป็นที่มาของ “การพัฒนา ระบบควบคุมกล้องโทรทรรศน์ระยะใกล้อัตโนมัติ” ของทีมวิศวกร NARIT (สถาบันวิจัย ดาราศาสตร์แห่งชาติ. 2563) การเก็บข้อมูลทางดาราศาสตร์ส่วนใหญ่จะใช้การถ่ายภาพ และการถ่ายภาพทำได้โดย การนำกล้องถ่ายรูปไปแนบกับเลนส์แล้วทำการถ่ายภาพซึ่งหากมีการกระแทกกระเทือน เนื่องจากตัวผู้ถ่ายภาพไป สัมผัสกับตัวกล้อง ภาพที่ถ่ายออกมาจะมีความคลาดเคลื่อน หรือไม่เห็นวัตถุที่ต้องการ ทำให้การศึกษาทางดาราศาสตร์เป็นเรื่องยากสำหรับคนทั่วไปโดยมีการศึกษาหาตำแหน่งดาวจากภาพถ่ายโดยใช้ กล้องดิจิทัล DSLR รุ่น Canon EOS 6D ต่อกับกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง โดยใช้ดาวฤกษ์เป็นดาวตัวอย่าง ในการศึกษา จากการ ทดสอบพบว่าตำแหน่งของดาวฤกษ์เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม Sky Image Processor มีความคลาดเคลื่อนของ ค่า Right Ascension (R.A) ประมาณ 0.01% (กฤษดา บุญชม และวิระภรณ์ ไหมทอง. 2560)

ปัจจุบันเป็นยุคที่ก้าวล้ำทางเทคโนโลยี ทำให้เกิดนวัตกรรมที่มีขนาดเล็ก ซึ่งนวัตกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัย เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรง และมีความแม่นยำในการผลิตเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านการควบคุมมี ความก้าวหน้า อาทิ เช่น เทคโนโลยีด้านการควบคุมความเร็ว เทคโนโลยีด้านการ ควบคุมตำแหน่ง และเทคโนโลยี

ด้านการตรวจวัด โดยนำเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมโดยจะออกแบบให้เหมาะสมกับการควบคุมในงานแต่ละประเภท เช่นเดียวกับ กำจัด ใจตรง และคณะ ได้ออกแบบการควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ผลจากการทดลองการทำงาน พบว่า ตัวควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงแบบพีไอดีที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC รุ่น 18F4431 สามารถควบคุมความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าความผิดพลาดของความเร็วรอบที่สถานะคงตัวน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวประมาณ 1 วินาที ทั้งในกรณีที่ไม่มีภาระและมีภาระ (กำจัด ใจตรง สงกรานต์ ภารกุล และณรงค์ฤทธิ์ ยัมเจริญพรสกุล.2564) นอกจากนี้มีการใช้เทคโนโลยีไอโอทีมาใช้ในการควบคุมระยะไกล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โหนดเอ็มชียู สำหรับการสั่งเปิด-ปิดท่อลำเลียงอาหารมาโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ การตรวจนับปริมาณอาหารแต่ละมือด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดน้ำหนัก การวัดความชื้นเพื่อควบคุมคุณภาพอาหารด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุม ตรวจสอบ และรายงานผลแจ้งเตือนผ่านทางไลน์ผลการวิจัยพบว่า ระบบให้อาหารมาที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำสูง สามารถให้อาหารได้ตรงเวลาทุกครั้ง และมีการรายงานผลแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันทุกครั้ง ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0 ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอาหารเท่ากับ 107.53 เมื่อสั่งให้อาหาร 100 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.65 กรัม ซึ่งคิดเป็น 7.00% (โกศล บุญนารกร. 2563)

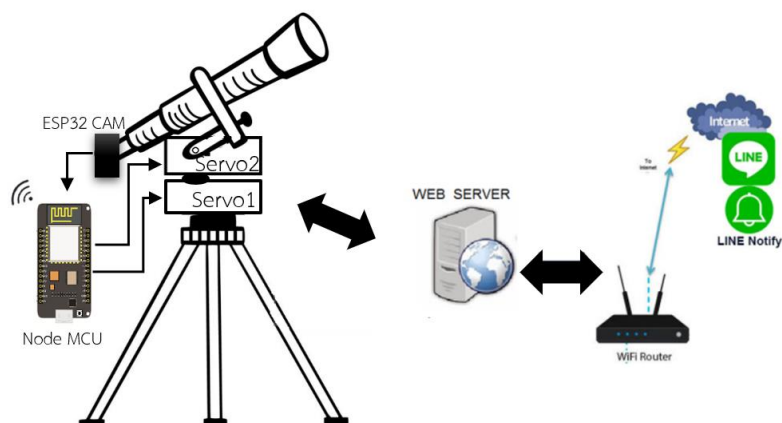
ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อตอบสนองการใช้งานดังกล่าวให้ง่ายขึ้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สั่งการได้จากทุกที่ทั่วโลก ระบบฐานตั้งกล้องสามารถควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์ ทั้งแกนหมุนในแนวราบ และแกนหมุนในแนวตั้ง แบบอัตโนมัติ และแสดงภาพวัตถุบนท้องฟ้าที่กล้องโทรทรรศน์ส่องผ่านด้วยเว็บเบราว์เซอร์ อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถถ่ายภาพส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ ทำให้การศึกษาด้านดาราศาสตร์ สามารถทำพร้อมกันได้หลายคนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งวัสดุที่ใช้สามารถหาได้ในประเทศไทย ราคาไม่แพง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

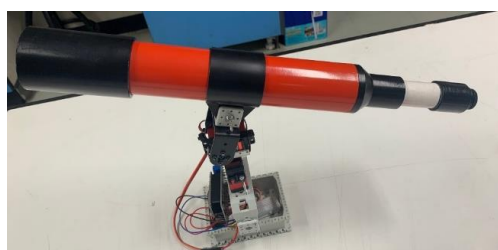
3. วิธีการวิจัย

ระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ และเว็บแอปพลิเคชันควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ระยะไกล

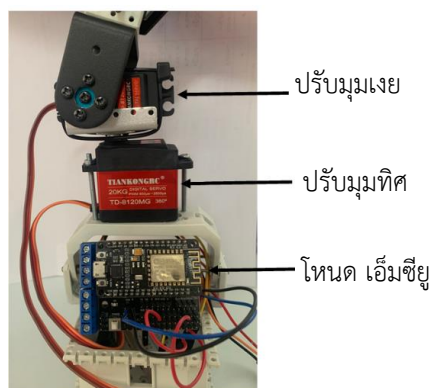


รูปที่ 1 การออกแบบภาพรวม

3.1 การออกแบบและสร้างฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วย เซอร์โวมอเตอร์ แรงบิดสูง 20 Kg เพื่อเป็นโลหะ 2 ตัว โดยเซอร์โวมอเตอร์ที่ 1 สามารถหมุน 0-360 องศา สำหรับหมุนกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวราบหรือหมุนตามมุมทิศ (Azimuth) และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 สามารถหมุนได้ 0-180 องศา ใช้สำหรับหมุนกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวมุมเงย (Altitude) เซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัวควบคุมการหมุนจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โหนด เอ็มซียู ผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในโครงการนี้



ก.



ข.

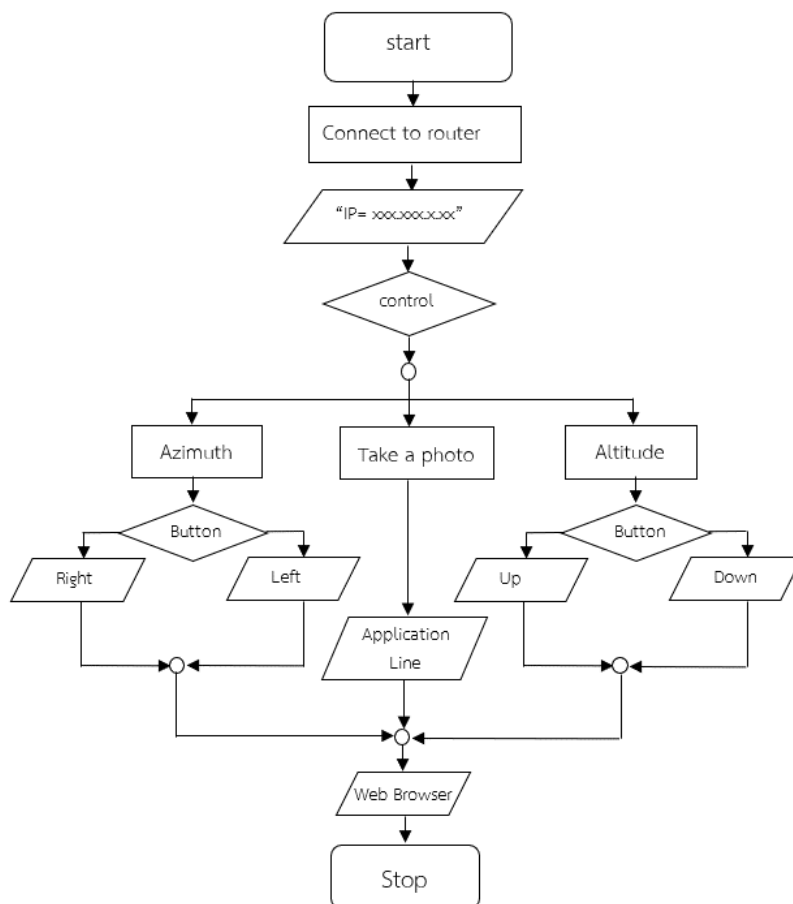
รูปที่ 2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ ก.การนำกล้องโทรทรรศน์ประกอบกับฐานตั้งกล้องที่พัฒนา
ข.ส่วนประกอบของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์

สำหรับกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ประกอบกับฐานตั้งกล้องที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้เป็นกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง เลนส์วัตถุขนาด 50 เซนติเมตร มีความยาวโฟกัส 50 เซนติเมตร เลนส์ใกล้ตาที่มีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร ความยาวของกล้อง 55 เซนติเมตร กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ 25 เท่าและตัวกล้องมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ซึ่งเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์จะติดตั้งโมดูลกล้อง ESP32 CAM เพื่อทำการถ่ายทอดภาพมายังเว็บแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3 การติดตั้งโมดูลกล้อง ESP32 CAM เข้ากับเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์

3.2 การออกแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันมีการออกแบบเพื่อควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่ในแนวราบหรือหมุนตามมุมทิศ และมุมเงย การทำงานของระบบเป็นดังรูปที่ 4

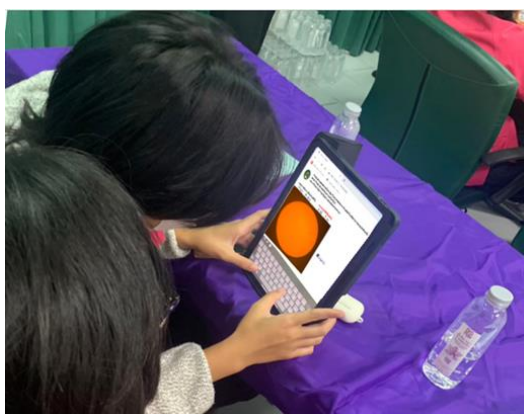


รูปที่ 4 การออกแบบระบบควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ระยะไกล

3.3 การประเมินประสิทธิภาพระบบ โดยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัมพวัน หอเรียนพิเศษ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ณ หอดูดาว มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา โดยทำการคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง



ก.



ข.

รูปที่ 5 ประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ก. การติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ ข. การควบคุมกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชันในครั้งนี้จะใช้สถิติในการวิจัย คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (นพพร ธนะชัยพันธ์. 2555).

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

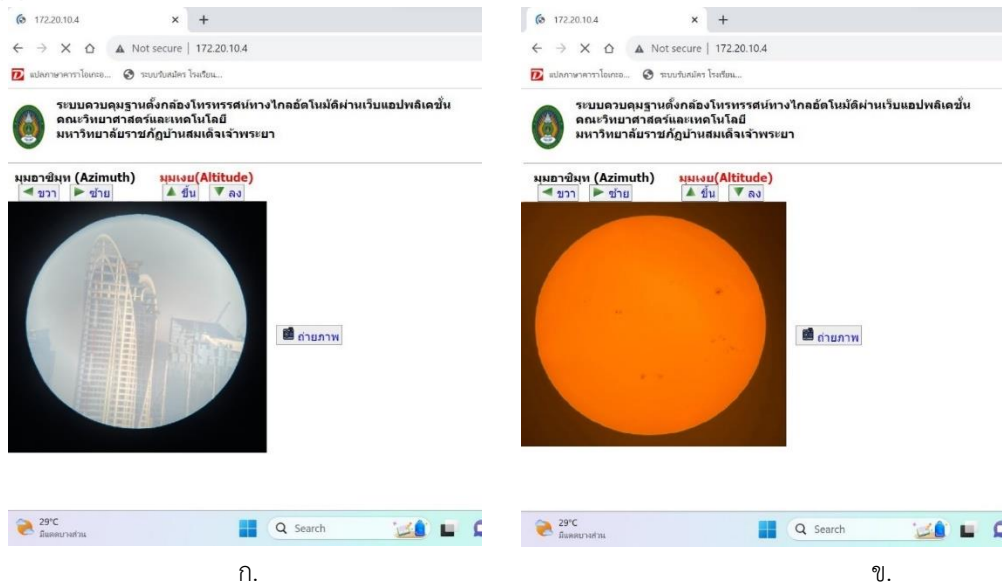
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน พบว่าสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ในระยะไกลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ google chrome, firefox, Internet explorer และ safari ในการทดสอบควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ให้เคลื่อนที่หมุนตามมุมทิศ และมุมเงย



รูปที่ 6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์และถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์
ก. ภาพทิวทัศน์ ข. ภาพดวงอาทิตย์

จากรูปที่ 6 ระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน สามารถถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์ด้วยโมดูลกล้อง ESP32CAM ซึ่งยึดติดกับตัวกล้องโทรทรรศน์โดยหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้มีปุ่มปรับหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ให้หมุนตามมุมทิศ(Azimuth) และมุมเงย(Altitude) นอกจากนี้ยังมีปุ่มสำหรับถ่ายภาพเพื่อส่งภาพทางดาราศาสตร์ที่ถ่ายทอดได้จากกล้องโทรทรรศน์ไปยังแอปพลิเคชันไลน์กลุ่มที่ผู้ใช้งานกำหนด



รูปที่ 7 การทดสอบถ่ายภาพจากเว็บเบราว์เซอร์มายังแอปพลิเคชันไลน์

การทดสอบกดปุ่มในเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเบราว์เซอร์เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทัศน์ตามการหมุนมุมแบบอะซิมุท (มุมทิศ) และมุมเงย เทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม (ครึ่งวงกลม) เป็นดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุม การหมุนของฐานตั้งกล้องตามการหมุนมุมแบบอะซิมุท (มุมทิศ) เปรียบเทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม (ครึ่งวงกลม)

จำนวนครั้งที่กดปุ่มควบคุมจากเว็บเบราว์เซอร์	มุมอะซิมุท (องศา)		ไม้บรรทัดวัดมุม (องศา)	
	หมุนซ้าย	หมุนขวา	หมุนซ้าย	หมุนขวา
1 ครั้ง	1	1	1	1
2 ครั้ง	2	2	2	2
3 ครั้ง	3	3	3	3
4 ครั้ง	4	4	4	4
5 ครั้ง	5	5	5	5

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องเปรียบเทียบกับครึ่งวงกลม พบว่า ปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันสามารถควบคุมการหมุนของกล้องโทรทัศน์ให้เคลื่อนที่ตามการหมุนมุมแบบอะซิมุท (มุมทิศ) ได้ทั้งหมุนซ้ายและหมุนขวา 360 องศา ซึ่งในการทดลองกดปุ่มควบคุม 1 ครั้ง มุมอะซิมุทในระบบควบคุมกล้องจะหมุนไปได้ ครั้งละ 1 องศา

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุม การหมุนของฐานตั้งกล้องตามการหมุนมุมเงยเปรียบเทียบกับไม้บรรทัดวัดมุม (ครึ่งวงกลม)

จำนวนครั้งที่กดปุ่มควบคุมจากเว็บเบราว์เซอร์	มุมอะซิมุท (องศา)		ไม้บรรทัดวัดมุม (องศา)	
	หมุนซ้าย	หมุนขวา	หมุนซ้าย	หมุนขวา
1 ครั้ง	1	1	1	1
2 ครั้ง	2	2	2	2
3 ครั้ง	3	3	3	3
4 ครั้ง	4	4	4	4
5 ครั้ง	5	5	5	5

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบกดปุ่มในเว็บแอปพลิเคชันจากเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เพื่อควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องเปรียบเทียบกับครึ่งวงกลม พบว่า ปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันสามารถ ควบคุมการหมุนของกล้องโทรทัศน์ให้เคลื่อนที่ตามการหมุนมุมเงย ได้ทั้งหมุนขึ้นและหมุนลง 90 องศา ซึ่งในการทดลองกดปุ่มควบคุม 1 ครั้ง มุมเงยในระบบควบคุมกล้องจะหมุนไปได้ ครั้งละ 1 องศา

การทดสอบหาตำแหน่งดาวจริง โดยทดสอบในเวลา 20.00 นาฬิกา เป็นต้นไป ณ อาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ชั้นดาดฟ้า ในระหว่างวันที่ 20 – 22 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางที่ 3 การทดสอบหาตำแหน่งดาวฤกษ์ (ดาวไรเจล และดาวบีเทลจุส) และดาวเคราะห์ (ดาวพฤหัสบดี และดาวอังคาร) ของระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับตำแหน่งดาวในโปรแกรม stellarium ในระหว่างวันที่ 20 – 22 มกราคม 2566 ตั้งแต่เวลา 20.00 น. ณ ชั้นดาดฟ้า อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

วันที่	เวลา	มุมอะซิมุท			มุมเงย		
		stellarium	ระบบฐาน ตั้งกล้อง	คลาดเคลื่อน	stellarium	ระบบฐาน ตั้งกล้อง	คลาดเคลื่อน
20 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	131	128	2.29%	57	55	3.50%
ดาวบีเทลจัส	20.30	100	97	3.00%	63	61	3.17%
ดาวพฤหัสบดี	21.00	262	259	1.14%	30	28	6.67%
ดาวอังคาร	21.30	341	338	0.88%	78	76	2.56%
21 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	132	129	2.27%	58	56	3.45%
ดาวบีเทลจัส	20.30	101	98	2.97%	64	62	3.12%
ดาวพฤหัสบดี	21.00	264	261	1.13%	22	20	9.09%
ดาวอังคาร	21.30	337	334	0.89%	78	76	2.56%
22 ม.ค. 66							
ดาวไรเจล	20.00	134	131	2.23%	59	57	3.39%
ดาวบีเทลจัส	20.30	102	99	2.94%	65	63	3.08%
ดาวพฤหัสบดี	21.00	265	262	1.13%	21	19	9.52%
ดาวอังคาร	21.30	312	309	0.96%	73	71	2.74%

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาตำแหน่งดาวจากการควบคุมการหมุนกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุท และมุมเงยของระบบฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ พบว่า การค้นหาตำแหน่งดาวมีความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 2.26% ดาวบีเทลจุส 2.97% ดาวพฤหัสบดี 1.13% และ ดาวอังคาร 0.91% ส่วนความคลาดเคลื่อนของมุมเงยเฉลี่ย สำหรับดาวไรเจล 3.45% ดาวบีเทลจุส 3.12% ดาวพฤหัสบดี 8.42% และดาวอังคาร 2.62%

ผลประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้ทดสอบใช้งานจริงและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอาจารย์ที่สอนวิชาดาราศาสตร์ จากโรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์ จำนวน 35 คน ที่ทำกิจกรรมปฏิบัติการดาราศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษ วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ.2566 ณ หอดูดาวสุริยะ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง แบ่งเป็น 5 ด้าน คือ 1) การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ 2) การออกแบบเว็บเบราว์เซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ 3) ประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ 4) ประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราว์เซอร์ 5) ประสิทธิภาพการถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินการทดสอบใช้งานและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมาย

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1.การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์	3.70	0.34	มาก
2.การออกแบบเว็บเบราว์เซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์	3.92	0.22	มาก
3.ประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์	3.52	0.13	มาก
4.ประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราว์เซอร์	3.87	0.11	มาก
5.ประสิทธิภาพการถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์	4.74	0.37	มาก

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินการทดสอบใช้งานและประเมินผลกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ความเหมาะสมการใช้งานทั้ง 5 ด้าน มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินด้านการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.74$, SD. = 0.37) รองลงมาคือ การออกแบบเว็บเบราว์เซอร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องโทรทรรศน์ ($\bar{X} = 3.92$, SD. = 0.22) ผลการประเมินประสิทธิภาพการถ่ายทอดภาพจากกล้องโทรทรรศน์มายังเว็บเบราว์เซอร์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.87$, SD. = 0.11) ด้านการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ ($\bar{X} = 3.70$, SD. = 0.34) และประสิทธิภาพการควบคุมใช้งานของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{X} = 3.52$, SD. = 0.13)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า สามารถควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์เพื่อหมุนกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุทและมุมเงย ผ่านเว็บแอปพลิเคชันตามองศาด้วยปุ่มกด ซึ่งการกดปุ่มบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้ จะทำให้ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์หมุนกล้องโทรทรรศน์ได้ทีละ 1 องศา โดยสามารถถ่ายทอดภาพตามเวลาจริงจากการหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์มายังหน้าเว็บแอปพลิเคชันทำให้ผู้ใช้สามารถดูภาพจากกล้องโทรทรรศน์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของอุปกรณ์พร้อมกันได้หลายอุปกรณ์ อาทิ โทรศัพท์ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ ฯลฯ แต่การใช้งานหากดาวที่สังเกตอยู่ในระยะห่างกันมากอาจต้องกดปุ่มเพื่อหมุนกล้องโทรทรรศน์ค้างไว้เพื่อให้กล้องโทรทรรศน์หมุนไปในองศาที่ต้องการหรืออาจหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ด้วยมือตามมุมอะซิมุทร่วมด้วย นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์ส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ที่ผู้ใช้กำหนดผ่านปุ่มกดถ่ายภาพบนเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้

5.2 การทดสอบหาดำแหน่งดาวจากต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า สามารถหาดำแหน่งของดาวได้ตามต้องการ โดยมีความคลาดเคลื่อนตำแหน่งดาวเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม stellarium ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการหาดำแหน่งของดาว ซึ่งมีค่าติดลบ 3 องศาสำหรับการหมุนฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ตามมุมอะซิมุท ซึ่งตำแหน่งดาวที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดคือตำแหน่งของดาวพฤหัสบดี มีความผิดพลาดในการค้นหาดำแหน่งดาวเฉลี่ย 1.13% และมีค่าติดลบ 2 องศาสำหรับการหมุนฐานตั้งกล้องตามมุมเงย โดยตำแหน่งดาวที่พบความผิดพลาดน้อยที่สุดคือตำแหน่งของดาวอังคารมีความผิดพลาดเฉลี่ย 2.62%

5.3 การเพิ่มประสิทธิภาพต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า ต้นแบบระบบควบคุมการหมุนของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์สามารถควบคุมการหมุนของกล้อง

โทรทัศน์เพียงครั้งละ 1 องศา ซึ่งอาจมีการพัฒนาเพิ่มปุ่มกดบนเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถหมุนได้มากกว่า 1 องศาต่อครั้ง

6. ข้อเสนอแนะ

ต้นแบบระบบควบคุมฐานตั้งกล้องโทรทัศน์ในครั้งนี้ใช้กล้องโทรทัศน์แบบหักเหแสงที่มีอัตรากำลังขยายของกล้องโทรทัศน์เพียง 25 เท่า ทำให้รายละเอียดของภาพที่ถ่ายทอดจากกล้องโทรทัศน์มายังเว็บแอปพลิเคชันหรือภาพถ่ายที่ส่งมายังแอปพลิเคชันมีไม่มากพอหากใช้กล้องโทรทัศน์ในการศึกษารายละเอียดของดวงดาวทางดาราศาสตร์ โดยหากเพิ่มกำลังขยายของกล้องโทรทัศน์จะต้องเปลี่ยนเลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุซึ่งมีผลต่อความยาวหรือน้ำหนักของกล้องโทรทัศน์ประเภทหักเหแสง จึงควรเปลี่ยนกล้องโทรทัศน์เป็นประเภทสะท้อนแสง จะทำให้กล้องโทรทัศน์สามารถศึกษารายละเอียดของดวงดาวได้มากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยนี้จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เอกสารอ้างอิง

ภุชชดา บุญชม และวิระภรณ์ ไหมทอง. (2560, เมษายน). “การหาดำแหน่งดาวจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล DSLR ผ่านกล้องโทรทัศน์ขนาดเล็ก”. วารสารวิชาการชาชนนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.

1(1) : 27-30.

กำจัด ใจตรง สงกรานต์ การกุล และณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล. (2564, มีนาคม). “การควบคุมความเร็วรอบของ เซอร์โวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC”.

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ. 5(1) :78-86.

ชูชาติ แพน้อย. (2563). การพัฒนาแบบจำลองระบุพฤติกรรมของวัตถุท้องฟ้าบนทรงกลมฟ้าเพื่อส่งเสริมความเข้าใจ ในแนวคิดดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์หลักสูตรการศึกษา ศึกษบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นพพร ณะชัยขันธ. (2555). สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.

โกที บุญนารกร. (2563). ระบบให้อาหารม้าแบบอัตโนมัติด้วยไอโอที.ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภาวิตา จรรยา.(2564).เทคโนโลยีอวกาศ.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : <https://www.scimath.org/lesson-earthscience/item/11308-2020-02-17-07-32-28>. สืบค้น 7 สิงหาคม 2566.

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ. (2564). บริบทใหม่ดาราศาสตร์ไทย. เชียงใหม่ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

อรฉัตร อินสว่าง¹ นิคม ลนขุนทด² เทียงธรรม ลิทธิจันทเสน³ และอัษฎา วรรณกายนต์^{4*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1 2 3 4*}

อีเมล : asada2518@hotmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 1 กรกฎาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 8 พฤศจิกายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ 6 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ และ 2) ประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริโภคสินค้าเกษตรและผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 30 คน สุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แอปพลิเคชัน และแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ในการดำเนินการวิจัย คณะผู้ได้ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน ตามกรอบแนวคิดวงจรพัฒนาระบบ SDLC และนำไปประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการซื้อขายสินค้าเกษตรอินทรีย์ สถิติที่ใช้เป็นสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย 1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ พบว่า ได้แอปพลิเคชัน ที่เป็นเทคโนโลยี Mobile Application สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ใช้งานได้กับโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต ทั้งในระบบ iOS และ ระบบ Android สามารถตอบโจทย์การซื้อ-การขายผลผลิตทางการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์ พัฒนาคูณภาพชีวิตของเกษตรกรและผู้บริโภค เพิ่มศักยภาพทางการตลาด สร้างเครือข่ายสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้มีความเข้มแข็งและสามารถพึ่งพาตนเองได้ 2. ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

คำสำคัญ : แอปพลิเคชัน ซื้อขายผลผลิต เกษตรอินทรีย์

Development of the Application for Organic Agriculture Products Trading

Orachat Insawang¹, Nikom Lonkuntosh², Teangtum Sittichantasen³, Asada Wannakayont^{4*}

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1 2 3 4*}

Email: asada2518@hotmail.com^{4*}

Received 1 July 2023

Revised 8 November 2023

Accepted 6 December 2023

Abstract

This research article uses the research and development model. The objective is to 1) develop applications for the trading of organic agricultural products and 2) assess the quality of the application. The samples used in this research were consumers of agricultural products and producers of organic agricultural products. In Surin province, 30 people were randomly sampled. Research tools include applications and application quality assessments. for trading organic produce in conducting research The team studied the appropriate methods for trading organic agricultural products. Then use the information obtained to develop the application. According to the concept of the SDLC system development cycle and used for quality assessment by experts. in the development of information systems and experts in organic products trading The basic statistics used are mean and standard deviation.

research results 1. Application development results For the trading of organic agricultural products, it was found that the application is a mobile application technology for mobile devices. That can be used with mobile phones, smartphones, tablets, both in iOS and Android systems, able to meet the needs of buying - selling products via organic farming Improve the quality of life of farmers and consumers increase marketing potential Build a network of organic agricultural products to be strong and self-reliant. 2. Application quality assessment results for trading organic produce From the experts found that the quality of the application for trading organic produce Overall, it is at the highest level. ($\bar{X} = 4.73$, $SD.= 0.44$)

Keywords : Application; Products Trading; Organic Agriculture

1. บทนำ

สาระสำคัญของยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ.2560- 2564 ซึ่งมีกรอบแนวคิดการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ ภายใต้พื้นฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีความสมดุล พอประมาณ มีเหตุผล และมีภูมิคุ้มกัน สอดคล้องกับภูมิสังคมแต่ละพื้นที่และวิถีชีวิตดั้งเดิม ได้แก่ การพัฒนาเกษตรอินทรีย์วิถีพื้นบ้าน ที่เป็นระบบการผลิตเพื่อพึ่งตนเองเป็นหลัก ยึดตามวิถีธรรมชาติและการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ให้ได้การรับรองมาตรฐานในระดับสากล รวมถึงการสร้างตราสินค้าเกษตรอินทรีย์ของไทยให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจนพัฒนาบุคลากรทางด้านเกษตรอินทรีย์ให้เป็นเกษตรกรปรารถนาดีในเรื่องเกษตรอินทรีย์ ทำให้กลุ่มเกษตรกรมีความเข้มแข็ง (smart group) และพัฒนาทักษะผู้ประกอบการเกษตรอินทรีย์ (smart enterprise) (คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ. 2560)

จังหวัดสุรินทร์ สามารถผลิตข้าวได้ในลำดับต้นๆ ของประเทศมา เนื่องจากเป็นเมืองเกษตรกรรม มีพื้นที่ในการเพาะปลูกข้าวจำนวนมาก โดยมีพื้นที่อยู่ระหว่าง 3.07 ถึง 3.08 ล้านไร่ ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตในแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 1.1 ล้านตัน (ที่ทำการปกครองจังหวัดสุรินทร์. 2563) ในปีพ.ศ. 2542 จังหวัดสุรินทร์ได้ดำเนินนโยบายด้านเกษตรอินทรีย์ขึ้น และมีมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ได้ประกาศให้เป็นจังหวัดนำร่องในการดำเนินงานทางด้านเกษตรอินทรีย์ โดยให้ความสำคัญกับเกษตรอินทรีย์เป็นอันดับแรก เพื่อให้ประชาชนอยู่ดีกินดี มีสุขภาพดีตลอดระยะเวลา การขับเคลื่อนงานทางด้านเกษตรอินทรีย์ของจังหวัดสุรินทร์ที่ผ่านมา พบปัญหาอุปสรรค เช่น ขาดการรวมกลุ่มเกษตรกรที่เข้มแข็ง ไม่สามารถผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ได้เพียงพอตามความต้องการของตลาด สินค้าเกษตรอินทรีย์มีค่าใช้จ่ายในการตรวจรับรองมาตรฐานอินทรีย์ และจำนวนเกษตรกรรุ่นใหม่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งเกิดจากสังคมผู้สูงอายุและการอพยพย้ายถิ่นฐานไปประกอบอาชีพอื่น (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสุรินทร์. 2563) นอกจากนี้เกษตรกรยังขาดความรู้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าเกษตรอินทรีย์และขาดการบูรณาการฐานข้อมูลเกษตรอินทรีย์ร่วมกัน กระบวนการผลิตและการตลาดที่ผ่านมา ยังคงมีรูปแบบการค้าในแบบดั้งเดิมคือค้าขายผ่านพ่อค้าคนกลาง ซึ่งกำหนดราคาไม่ต่างจากผลผลิตทั่วไปที่ใช้สารเคมีเป็นหลัก มีบางส่วนที่จำหน่ายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ผ่านตลาดชุมชน ตลาดสีเขียว หรือตลาดนัดที่หน่วยงานต่าง ๆ จัดขึ้นในพื้นที่จำกัด ดังนั้นเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์จึงเป็นเกษตรกรที่ขาดช่องทางการตลาด ขาดเครื่องมือและเทคโนโลยีที่จะช่วยพัฒนาการตลาดมาโดยตลอด ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถขายผลผลิตเกษตรได้ ดังนั้น เกษตรกรจึงต้องมีการปรับตัวไปสู่การเป็นเกษตรกรยุคใหม่ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปัจจุบันการซื้อขายสินค้าในรูปแบบออนไลน์เข้ามามีบทบาทในตลาดเพิ่มมากขึ้น แอปพลิเคชันถือว่าเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน และสามารถทำงานได้ในหลาย ๆ ระบบปฏิบัติการ หลายอุปกรณ์เคลื่อนที่ (ปิยธิดา ศรีพล. 2564) โมบายแอปพลิเคชัน (mobile application) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาพร้อม ๆ กับการใช้อินเทอร์เน็ตบนโทรศัพท์มือถือ ถือว่าเป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาให้สามารถใช้งานบนสมาร์ทโฟน (smart phone) หรือแท็บเล็ต (tablet) ได้อย่างรวดเร็ว สะดวก และเรียบง่ายกว่าการเข้าผ่านเบราว์เซอร์ จึงทำให้มีผู้ประกอบการธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะมีขนาดใหญ่ หรือขนาดเล็ก ได้ให้ความสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันของตน เพื่อให้เป็นอีกหนึ่งช่องทางการโฆษณาประชาสัมพันธ์การซื้อขายสินค้า รวมไปถึงการติดต่อกับกลุ่มลูกค้าของตนด้วยต้นทุนที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับช่องทางอื่น (หทัยรัตน์ เกตุณัฐชัยรัตน์ และคณะ. 2562)

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัยในช่วงต้น ผู้วิจัยในฐานะผู้บริโภคผลผลิตเกษตรอินทรีย์ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีทางการสื่อสารแบบไร้สายบนโทรศัพท์มือถือที่จะช่วยเหลือให้เกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ ที่ขาดช่องทางการตลาดและผู้บริโภคผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ได้ติดต่อซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ได้สะดวก และตอบสนองความต้องการของผู้ผลิต และผู้บริโภค โดย (ขวัญฤดี ฮวดหุ่น. 2560) ได้กล่าวว่า ในปัจจุบันแอปพลิเคชันได้เข้ามามีอิทธิพลในการสื่อสารของโลกยุคปัจจุบันในเรื่องของการติดต่อสื่อสารในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ดังนั้น การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ขึ้นมานั้น

จะสามารถนำไปช่วยเหลือเกษตรกรซึ่งเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้มีช่องทางการตลาดในการจำหน่ายสินค้าและช่องทางในการเลือกซื้อสินค้าให้กับผู้บริโภคในรูปแบบใหม่ซึ่งเป็นตลาดเฉพาะสินค้าเกษตรอินทรีย์ ที่ได้พบกับผู้ผลิตสินค้าโดยตรง ไม่ต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง สร้างความมั่นใจในการขายให้กับผู้ผลิตสินค้าและสร้างความเชื่อถือในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าให้กับผู้บริโภคที่จะได้รับสินค้าที่มีความปลอดภัย ปราศจากสารเคมีตกค้าง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มโอกาสทางการค้าในรูปแบบของธุรกิจออนไลน์ ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อซื้อขายและเพิ่มการหลีกเลี่ยงในการซื้อขายโดยการพบเจอกันในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 โดยการซื้อขายผ่านแอปพลิเคชันสำหรับสินค้าที่เป็นผลผลิตเกษตรอินทรีย์ (organic society) เพื่อยกระดับสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับในทางการค้าต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์
- 2.2 เพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้พัฒนาตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) 7 ขั้นตอน (โอภาส เอี่ยมศิริวงศ์, 2547) ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์กิจการ (enterprise analysis) โดยการกำหนดขอบเขตของปัญหาในการวิจัย

ทำให้ทราบความต้องการระบบของผู้ใช้ และนำไปสู่การวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยรวบรวมข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

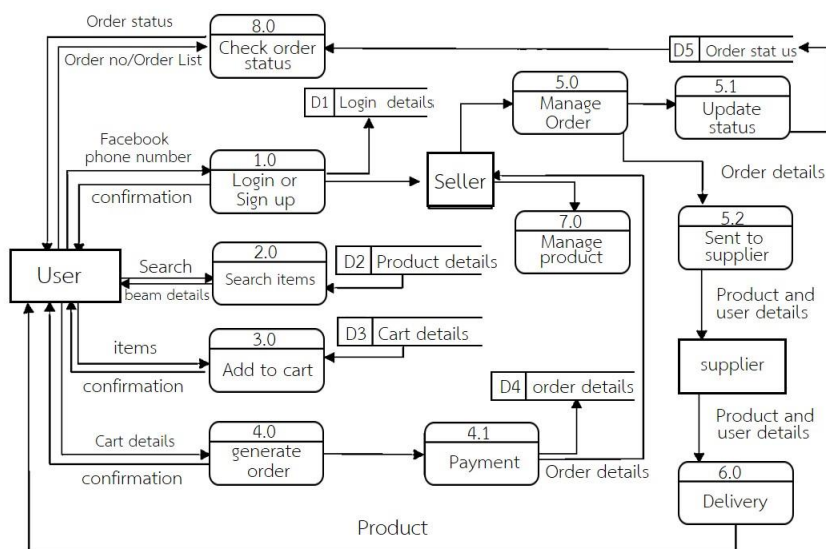
1) ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เพื่อเก็บข้อมูล การซื้อ การขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ จากเกษตรกร ผู้บริโภคสินค้าเกษตร และเกษตรอินทรีย์

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) โดยการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความวิจัย งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลทางเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การระบุปัจจัยของความสำเร็จ (Critical Success Factors : CSFs) โดยทำการวิเคราะห์ความเหมาะสม เกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชัน ในการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดสุรินทร์ ที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน เช่น หน้าตา รูปแบบ เมนู วิธีการซื้อ การขาย ราคา สินค้า ในการซื้อขายของผู้ผลิตและผู้บริโภค

3.1.3 การวิเคราะห์ระบบงาน (working system analysis) ดำเนินการวิเคราะห์งาน โดยออกแบบ หน้าตา รูปแบบ เมนูแอปพลิเคชันในเบื้องต้น จากนั้นนำไปสอบถามเกษตรกรผู้ผลิต และผู้บริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 6 คน เพื่อดูความต้องการ ความเข้าใจและรับฟังข้อเสนอแนะในการออกแบบระบบต่อไป

3.1.4 การออกแบบระบบ (design system) ตามความต้องการในการใช้งานของเกษตรกรผู้ผลิต และผู้บริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดสุรินทร์จากขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบงาน ให้มีความเหมาะสม สะดวกต่อการใช้งานและเป็นช่องทางการติดต่อกับผู้ใช้งานระบบ (user interface) โดยการออกแบบนี้ยังได้เชื่อมความสัมพันธ์กับระบบฐานข้อมูลภายใน ซึ่งได้นำรายละเอียดที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบงานที่รวบรวมได้มาดำเนินการออกแบบ ให้มีรายละเอียดในการออกแบบโครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 แผนภาพกระแสข้อมูลของแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

1) แผนภาพกระแสข้อมูลของแอปพลิเคชัน เป็นส่วนที่แสดงการไหลของข้อมูลและการประมวลผลต่าง ๆ ทั้งหมดของแอปพลิเคชัน ซึ่งแสดงในรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย 8 กระบวนการหลัก ดังนี้

1.1) เข้าสู่ระบบ (login or sign-up)

1.1.1) สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

1.1.2) สำหรับผู้ขาย สมัครเปิดร้านค้า กรอกข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ

สามารถเข้าสู่ระบบได้ 3 ช่องทาง คือ เบอร์โทรศัพท์, เฟซบุ๊ก (facebook) และ บัญชีที่ใช้เพื่อเข้าถึงบริการทั้งหมดของแอปเปิ้ล (apple id)

1.2) ค้นหาสินค้า (search items)

1.3) เพิ่มสินค้าลงในตะกร้า (add to cart)

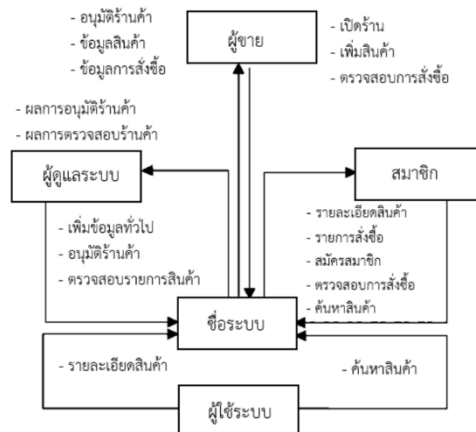
1.4) สร้างคำสั่งซื้อ (generate order) ระบบรวบรวมรายละเอียดคำสั่งซื้อทั้งหมดเพื่อให้ผู้ซื้อชำระเงิน โดยที่ระบบจะส่งข้อมูลไปให้ผู้ขายและจัดการระบบคลังสินค้า

1.5) การจัดการคำสั่งซื้อ (manage order)

1.6) การจัดส่งสินค้า (delivery) สามารถรับเองได้ที่ร้านค้า หรือจัดส่งผ่านขนส่งบริษัทต่าง ๆ

1.7) การจัดการสินค้าและคลังสินค้า (manage product and cargo) ผู้ขายเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า และจำนวนสินค้าที่พร้อมจำหน่าย

1.8) การติดตามสถานะคำสั่งซื้อ (check order status) การยืนยันคำสั่งซื้อ การเตรียมสินค้าเพื่อจัดส่ง และการจัดส่งสินค้าสำเร็จ



รูปที่ 2 แผนภาพบริบทโดยรวมของแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

2) แผนภาพบริบทโดยรวมของแอปพลิเคชัน จะแสดงให้เห็นถึงขอบเขตของการทำงานภายในแอปพลิเคชัน ใช้ในการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งมีการอธิบายการทำงานกับระบบเป็น 4 ส่วนหลักซึ่งประกอบด้วย

- 2.1) ผู้ดูแลระบบ (admin) เป็นผู้ใช้สูงสุดในระบบมีหน้าที่จัดการดูแลข้อมูลหลักภายในระบบโดยการ เพิ่ม ลด แก้ไขข้อมูล เช่น การกระด้างตู้ ประกาศข่าว ประชาสัมพันธ์ด้านต่าง ๆ
- 2.2) ผู้ขาย (seller) เป็นผู้ขายสินค้า
- 2.3) สมาชิก (member) เป็นผู้ที่ลงทะเบียนในการซื้อ การขายสินค้า
- 2.4) ผู้ใช้ที่ลงแอปพลิเคชัน (users installed the application) เป็นผู้ที่แจ้งความประสงค์ในการซื้อขายในระบบแอนดรอยด์ (android) และไอโอเอส (iOS)

3) การออกแบบฐานข้อมูล (database design) เป็นการออกแบบเพื่อการเก็บข้อมูลของระบบ อีกทั้งลดความซ้ำซ้อนและความผิดพลาดของข้อมูล การป้องกันการเข้าถึงข้อมูลและใช้ข้อมูลจะใช้วิธีการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แบบจำลองโครงสร้างของฐานข้อมูล หรือที่เรียกว่า แผนภาพ อีอาร์ (E-R Diagram) เพื่อแสดงชื่อของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือที่เรียกว่า เอ็นทิตี (entity) ของระบบและความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีในฐานข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

การออกแบบระบบได้พิจารณาส่วนประกอบที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วย การออกแบบทางด้านเว็บไซต์ (website) การออกแบบหน้าต่างการเข้าถึงข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การบันทึกข้อมูล ลบ เพิ่ม และการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากเว็บบอร์ด (web board) การประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสาร การแสดงผลมีการออกแบบส่วนที่ต้องทำการติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยมีการแบ่งหมวดหมู่สินค้าให้ชัดเจนด้วยภาพที่สวยงาม ตรวจสอบราคาที่แสดงจากสินค้า มีความปลอดภัยในการเข้าใช้งาน โดยต้องมีการสมัครสมาชิกและป้อนรหัสผ่าน เพื่อให้สามารถเข้าใช้งาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการลักลอบเข้าไปใช้งานระบบ

3.1.5 การพัฒนาระบบ (development system) ผู้วิจัยได้จำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (application server) และระบบฐานข้อมูล (database server) เพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรมที่มีองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการเขียนโปรแกรม ในการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างส่วนประกอบของระบบ โดยเริ่มเขียนโปรแกรม และทดสอบโปรแกรม พัฒนาการติดต่อระหว่างผู้ใช้ระบบและฐานข้อมูล เขียนโปรแกรมตามข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบซึ่งมีการตรวจสอบ

ผลการทำงานเพื่อค้นหาว่ามีการผิดพลาดที่ส่วนใดหรือไม่ และทำการแก้ไขข้อผิดพลาดให้เรียบร้อย ในส่วนของการขอความช่วยเหลือ (help) ในขั้นตอนนี้ ได้ทำคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อแนะนำการใช้งานในการตอบข้อสงสัยหากเกิดข้อคำถามเกิดขึ้น

3.1.6 การทดสอบ (testing system) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระบบ โดยการตั้งชื่อแอปพลิเคชัน (application name) ให้สอดคล้องกับการวิจัย ที่สามารถสื่อสารได้เข้าใจตรงความหมาย จากนั้น ดำเนินการถ่ายโอนข้อมูล (upload) ทั้งหมดเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน เริ่มทดสอบระบบโดยการสมมติการเป็นผู้ซื้อ การเป็นผู้ขาย สมมติสมาชิก ทดสอบการลงขายสินค้า-การซื้อสินค้า เป็นต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

3.1.7 การบำรุงรักษา (maintenance) หลังจากดำเนินการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบ ซึ่งอาจเกิดจากความต้องการในการใช้งานที่เพิ่มขึ้น หรือเกิดจากปัญหาในภายหลัง เพื่อเป็นการบำรุงรักษาระบบที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำไปใช้งาน

3.1.8 นำระบบที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัย ทดลองการใช้งานระบบ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงข้อผิดพลาด ให้ระบบมีประสิทธิภาพที่ดีต่อไป



รูปที่ 3 แอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ที่ได้พัฒนาขึ้น

3.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นข้อคำถาม ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

3.2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันฉบับร่าง ด้วยวิธีการทดสอบระบบแบบกล่องดำ (black box testing) โดยมีองค์ประกอบของการประเมินในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความสามารถของโปรแกรม, ด้านความถูกต้องและการทำงานของโปรแกรม, ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน และด้านความปลอดภัยของระบบ

3.2.3 นำแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันฉบับร่าง เสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาประเด็นข้อคำถาม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันฉบับร่าง ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Consistency : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 0.75 แปลว่า ข้อคำถามในแบบประเมินมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้

3.2.5 นำแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันฉบับร่าง ที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการจัดพิมพ์เป็นแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันต่อไป

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ ด้านเกษตรอินทรีย์ และด้านการขายสินค้าออนไลน์ จำนวน 5 คน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

3.3.2 ทำเรื่องขออนุญาตหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือเสนอผู้เชี่ยวชาญ นัดวัน เวลา และสถานที่ในการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

3.3.3 นำแอปพลิเคชันมาทำการสาธิต แนะนำและอธิบายวิธีการพัฒนา พร้อมทั้งวิธีการใช้งานในรูปแบบวิดีโอให้ผู้เชี่ยวชาญได้เข้าใจ และตอบคำถามตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ซักถามกับผู้วิจัย

3.3.4 ผู้เชี่ยวชาญทำการทดสอบการใช้งาน และประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

3.3.5 นำผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ค่าเฉลี่ย (arithmetic mean : $\bar{x}$) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549 : 153)

3.4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : S.D.) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549 : 167-168)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์เกษตรอินทรีย์

ได้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (front end) ได้ออกแบบโดยใช้การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) ส่วนที่ทำงานเบื้องหลัง (back end) ประกอบด้วย ฐานข้อมูลและการรักษาความปลอดภัยบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่การทำงานต้องแสดงผลตอบสนองทันทีทันใดต่อการทำงานของผู้ใช้งานในระบบ (real time application) โดยการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ซึ่งประกอบด้วย 1) ผู้ดูแลระบบ 2) ผู้ขาย 3) สมาชิก และ 4) ผู้ใช้ที่แปลงแอปพลิเคชัน

4.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน ด้านความสามารถของโปรแกรม

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ	ลำดับ
1.	ความสามารถของระบบในการลงข้อมูลเสนอขายสินค้า	4.56	0.52	มากที่สุด	2
2.	ความสามารถของระบบในการแสดงข้อมูลสินค้า	4.52	0.45	มากที่สุด	4
3.	ความสามารถของระบบในการจัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลสินค้า	4.63	0.42	มากที่สุด	1
4.	ความสามารถของระบบในการค้นหาข้อมูล และเข้าถึงข้อมูล	4.50	0.41	มากที่สุด	5
5.	ความสามารถของระบบในการสั่งซื้อสินค้า	4.54	0.44	มากที่สุด	3
	เฉลี่ย	4.55	0.46	มากที่สุด	

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน ด้านความสามารถของโปรแกรม ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับที่มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ระดับคุณภาพที่มากที่สุด ได้แก่ความสามารถของระบบในการจัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.42 รองลงมา คือ ความสามารถของระบบในการลงข้อมูลเสนอขายสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.52 ความสามารถของระบบในการสั่งซื้อสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 ความสามารถของระบบในการแสดงข้อมูลสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 และความสามารถของระบบในการค้นหาข้อมูล และเข้าถึงข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านความถูกต้องของระบบ

ข้อที่	รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ระดับคุณภาพ	ลำดับ
1.	ความถูกต้องของระบบในการลงข้อมูลเสนอขายสินค้า	4.57	0.46	มากที่สุด	4
2.	ความถูกต้องของระบบในการแสดงข้อมูลสินค้า	4.36	0.47	มาก	5
3.	ความถูกต้องของระบบในการจัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลสินค้า	4.62	0.42	มากที่สุด	3
4.	ความถูกต้องของระบบในการค้นหาข้อมูล และเข้าถึงข้อมูล	4.90	0.44	มากที่สุด	1
5.	ความถูกต้องของระบบในการสั่งซื้อสินค้า	4.74	0.41	มากที่สุด	2
	เฉลี่ย	4.64	0.44	มากที่สุด	

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านความถูกต้องของระบบ ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับที่มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับคุณภาพที่มากที่สุด ได้แก่ ความถูกต้องของระบบในการค้นหาข้อมูล และเข้าถึงข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 รองลงมาคือ ความถูกต้องของระบบในการสั่งซื้อสินค้า ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 ความถูกต้องของระบบในการจัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.42 ความถูกต้องของระบบในการลงข้อมูลเสนอขายสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 และระดับคุณภาพที่มาก ได้แก่ ความถูกต้องของระบบในการแสดงข้อมูลสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.47 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน

ข้อที่	รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ระดับคุณภาพ	ลำดับ
1.	ความสะดวกและความง่ายในการติดตั้งและเข้าสู่ระบบ	4.52	0.42	มากที่สุด	7
2.	ความสะดวกและความง่ายในการใช้งานเมนูต่างๆ	4.80	0.48	มากที่สุด	1
3.	ความสะดวกและความง่ายในการขายสินค้า	4.72	0.41	มากที่สุด	3

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ระดับคุณภาพ	ลำดับ
4.	ความสะดวกและความง่ายในการซื้อสินค้า	4.63	0.42	มากที่สุด	6
5.	ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอแสดงผล	4.70	0.45	มากที่สุด	4
6.	ความเหมาะสมของตัวอักษร พื้นหลัง สีและภาพประกอบ	4.67	0.43	มากที่สุด	5
7.	ความเหมาะสมของภาษาและภาพที่ใช้สื่อความหมาย	4.78	0.47	มากที่สุด	2
	เฉลี่ย	4.68	0.44	มากที่สุด	

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับที่มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.68 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับคุณภาพที่มากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกและความง่ายในการใช้งานเมนูต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.48 รองลงมาคือ ความเหมาะสมของภาษาและภาพที่ใช้สื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 ความสะดวกและความง่ายในการขายสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอแสดงผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ความเหมาะสมของตัวอักษร พื้นหลัง สีและภาพประกอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.43 ความสะดวกและความง่ายในการซื้อสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.42 และความสะดวกและความง่ายในการติดตั้งและเข้าสู่ระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.42 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน ด้านความปลอดภัยของระบบ

ข้อที่	รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ระดับคุณภาพ	ลำดับ
1.	ความปลอดภัยของระบบในการเข้าใช้งาน	4.74	0.47	มากที่สุด	2
2.	ความปลอดภัยของระบบในการลงทะเบียนสมาชิก	4.51	0.46	มากที่สุด	5
3.	ความปลอดภัยของระบบในการแก้ไข และการป้องกันการแก้ไขข้อมูล	4.62	0.45	มากที่สุด	4
4.	ความปลอดภัยของระบบในการซื้อสินค้า	4.90	0.42	มากที่สุด	1
5.	ความปลอดภัยของระบบในการขายสินค้า	4.65	0.44	มากที่สุด	3
	เฉลี่ย	4.71	0.44	มากที่สุด	

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน ด้านความปลอดภัยของระบบ ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับที่มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.71 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับคุณภาพที่มากที่สุด ได้แก่ความปลอดภัยของระบบในการซื้อสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.42 รองลงมา คือ ความปลอดภัยของระบบในการเข้าใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 ความปลอดภัยของระบบในการขายสินค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 ความปลอดภัยของระบบในการแก้ไข และ

การป้องกันการแก้ไขข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 และความปลอดภัยของระบบในการลงทะเบียนสมาชิกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.46 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 สรุปผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์

ด้านที่	รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ด้านความสามารถของโปรแกรม	4.55	0.46	มากที่สุด
2.	ด้านความถูกต้องของระบบ	4.64	0.44	มากที่สุด
3.	ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน	4.68	0.44	มากที่สุด
4.	ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.71	0.44	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.65	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 การประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ จากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความปลอดภัยของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 ด้านความถูกต้องของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 และด้านความสามารถของโปรแกรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 ตามลำดับ

5. อภิปรายผล

การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ใช้หลักการออกแบบและการพัฒนาระบบตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ ซึ่งเป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบงาน โดยเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง มีขั้นตอนตั้งแต่การเริ่มวิเคราะห์ระบบ การออกแบบ และการพัฒนาระบบไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการพัฒนา จนกระทั่งระบบงานที่พัฒนาขึ้นใช้งานได้ เพื่อใช้ในการซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (อัมภา วรรณกายนต์ และคณะ. 2562) ที่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการท่องเที่ยวเศรษฐกิจชุมชนและสินค้าโอท็อป จังหวัดสุรินทร์ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้งาน และเป็นสื่อกลางที่จะเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารไปสู่สาธารณะชน และนักท่องเที่ยว และแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือให้เกษตรกรและผู้บริโภค ได้ติดต่อซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ได้สะดวกผ่านช่องทางออนไลน์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุภาวดี ชัยวิวัฒน์ตระกูล. 2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้โมบายแอปพลิเคชันสำหรับตลาดสินค้าเกษตรออนไลน์ ที่นำเสนอแนวคิดบูรณาการเทคโนโลยีและตลาดสินค้าเกษตรในชุมชน โดยประยุกต์โมบายแอปพลิเคชันที่มีการเชื่อมโยงสินค้าเกษตรสู่ตลาดออนไลน์ แสดงให้เห็นว่าแนวคิดของระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ได้ในการเชื่อมโยงสินค้าเกษตรสู่ตลาดออนไลน์ และผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ (กิตติคุณ จงมานัสเจริญ และโกวิท ทรัพย์พิศาล. 2560) ที่ได้ประเมินคุณภาพการใช้แอปพลิเคชันเรียกรถรับจ้างสาธารณะ (แท็กซี่) ผ่านสมาร์ตโฟนของแอปพลิเคชัน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันในภาพรวมมีระดับความคิดเห็นมากที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากการพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมานั้น ได้มีการวางแผนการดำเนินการอย่างเป็นระบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งทำให้ทราบความต้องการระบบของผู้ใช้งาน และนำไปสู่การวิเคราะห์และออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน พัฒนาระบบ ทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ

ที่พัฒนาขึ้น และปรับปรุงแก้ไขระบบ ที่อาจเกิดจากความต้องการในการใช้งานที่เพิ่มขึ้น หรือเกิดจากปัญหาในภายหลัง อีกทั้งแอปพลิเคชันที่พัฒนานี้สามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น ทำให้เกษตรกร และผู้บริโภคได้รับความสะดวกสบายในการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ ในแบบออนไลน์ ที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการค้าขายและบริการยุคใหม่ที่ต้องอาศัยแพลตฟอร์มอุปกรณ์พกพาที่เชื่อมโยงอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการค้าขายออนไลน์ โดยใช้ช่องทางต่างๆ ช่วยก่อนผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ (ไทยรัฐออนไลน์. 2564)

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 เกษตรกรสามารถนำไปกำหนด กลยุทธ์ และวางแผนในการพัฒนาการขายสินค้าในแบบออนไลน์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

6.2 สามารถนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปใช้สำหรับ เป็นตลาดซื้อขายสินค้าด้านเกษตรอินทรีย์ในแบบออนไลน์ เพื่อยกระดับตลาดสินค้าด้านเกษตรอินทรีย์

6.3 ควรส่งเสริมให้เกษตรกร ผู้บริโภคสินค้าเกษตร รวมไปถึงหน่วยงานต่างๆ ควรให้มีการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้ในการซื้อขายสินค้าเกษตรอินทรีย์ในรูปแบบออนไลน์ เพื่อยกระดับคุณภาพและมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์สู่ความยั่งยืน ต่อไป

6.4 สามารถนำแอปพลิเคชันที่ได้ดำเนินการไปต่อยอดเพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินการซื้อขายสินค้าเกษตรอื่น ๆ ต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

กิตติคุณ จงมานัสเจริญ และโกวิท ทรัพย์ศาล. (2560). การศึกษาพฤติกรรม การประเมินคุณภาพ และการยอมรับในการใช้แอปพลิเคชันเรียกรถรับจ้างสาธารณะ (แท็กซี่) ผ่านสมาร์ทโฟน ในเขตกรุงเทพมหานคร.

การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2560; 28 เมษายน 2560. ปทุมธานี; มหาวิทยาลัยรังสิต. หน้า 179-189.

ขวัญฤดี ฮวดหุ่น. (2560). อิทธิพลแอปพลิเคชันไลน์ในการสื่อสารยุคปัจจุบัน. วารสารศิลปการจัดการ. 1(2): 75-88.

คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ. (2560). ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ

พ.ศ. 2560 – 2564. กรุงเทพฯ: สำนักเศรษฐกิจการเกษตร.

ที่ทำการปกครองจังหวัดสุรินทร์. (2563). แผนพัฒนาจังหวัดสุรินทร์ พ.ศ.2561-2565 (ฉบับทบทวน

พ.ศ. 2563). สุรินทร์: ที่ทำการปกครองจังหวัดสุรินทร์.

ไทยรัฐออนไลน์. (2564). การตลาดออนไลน์ ดิจิทัลมาร์เก็ตติ้ง (Digital Marketing) คืออะไร. ออนไลน์.

[เข้าถึงได้จาก] : <https://www.thairath.co.th/lifestyle/tech/2046652>. สืบค้น 13 กุมภาพันธ์ 2566.

ธานีรินทร์ ศิลปจารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพฯ: วี.อินเตอร์ พรีนธ์.

ปิยธิดา ศรีพล. (2564). “การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในธุรกิจส่งอาหารเดลิเวอรี่ในจังหวัดขอนแก่น”.

วารสารพุทธศึกษาและวิจัย. 7(1): 130-142.

หทัยรัตน์ เกตุณิชัยรัตน์ และคณะ. (2562). “แอปพลิเคชันการตลาดออนไลน์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

กรณีศึกษา บริษัท สวรรา อินทิเกรชั่น จำกัด”. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

18(2): 52-62.

สุภาวดี ชัยวิวัฒน์ตระกูล. (2563). “การออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อนำการบริโภคผลไม้ไทย”.

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(2): 88-97.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสุรินทร์. (2563). **สินค้าเกษตรอินทรีย์**. สุรินทร์: สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสุรินทร์.
อัษฎา วรรณกายนต์ และคณะ. (2562). “การพัฒนาแอปพลิเคชันการท่องเที่ยวเศรษฐกิจชุมชนและสินค้า
โอท็อป จังหวัดสุรินทร์”. **วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น**. 41(1): 85-100.
โอภาส เอี่ยมศิริวงศ์. (2547). **การวิเคราะห์ระบบและการออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

8. คุณค่าทางวิชาการ

การพัฒนาแอปพลิเคชัน สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์นั้น เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาสำหรับ
อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น โดยพัฒนาตามแนวคิดวงจร
การพัฒนาระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในทางการค้าของตลาดเกษตรอินทรีย์ที่มีการเติบโตมากขึ้น โดยการปรับเปลี่ยน
รูปแบบตลาดเกษตรในแบบเดิมไปสู่รูปแบบตลาดเกษตรในแบบดิจิทัล ที่เป็นรูปแบบตลาดเฉพาะกลุ่มระหว่าง
เกษตรกรผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์และผู้บริโภคโดยตรง ซึ่งจะเป็นการช่วยเหลือให้เกษตรกรมีช่องทางในการจำหน่าย
ผลผลิตที่เป็นเกษตรอินทรีย์และผู้บริโภคมีช่องทางในการเลือกซื้อสินค้าที่ปลอดภัย ดีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
 อีกทั้งยังเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และการใช้ชีวิตประจำวันบนวิถีชีวิตใหม่ (new normal) ภายหลังจาก
สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19

การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดุล ที่มีส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

ณัฐพงศ์ บุตรธน¹ บรรณณัติ บริบูรณ์^{2*} นพรัตน์ ธรรมวงษา³ ไพบุลย์ บุปผา⁴ นิวัตร ภูมิพันธุ์⁵

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี^{1 2*3 4 5}

อีเมล : banyat.bo@udru.ac.th^{2*}

วันที่รับบทความ 31 พฤษภาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 29 ตุลาคม 2566

วันตอบรับบทความ 2 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองและการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดุล สำหรับกรณีที่ระบบจำหน่ายสามเฟสไม่ได้ดุลมีส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า พารามิเตอร์คุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ต้องการศึกษาผลกระทบจากโหลดยานยนต์ไฟฟ้าคือขนาดของแรงดัน แบบจำลององค์ประกอบของระบบที่นำเสนอ ในบทความประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิด หม้อแปลง สายส่งจำหน่าย โหลดสายป้อน และโหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบการแจกแจงปกติของระบบ IEEE สืบสุ่มประยุกต์ใช้เพื่อ คำนวณโหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 24,001 กรณี เพื่อนำไปวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีกวดย้อนกลับ และไปหน้า ผลจากการจำลองด้วยรหัสคำสั่งไพทอนของงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า โหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า ที่เป็นโหลดแบบสุ่มทั้งระดับของส่วนแบ่งโหลด และช่วงเวลาของการต่อกับระบบจำหน่าย มีผลกระทบทำให้ขนาดของแรงดันสามเฟสมีค่าไม่เท่ากัน และเป็นสาเหตุของปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดุล

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า ระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดุล โหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า ส่วนแบ่ง โหลดยานยนต์ไฟฟ้า คุณภาพกำลังไฟฟ้า



Load Flow Analysis for Unbalanced Radial Distribution System with the Penetration of Electric Vehicles

Nuttapong Bootthanu¹, Banyat Boribun^{2*}, Nopparat Thammawongsa³, Phaiboon Boup⁴,
Niwat Bhumiphan⁵

Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University^{1, 2*, 3, 4, 5}

E – mail : banyat.bo@udru.ac.th^{2*}

Received 10 May 2023

Revised 29 October 2023

Accepted 2 November 2023

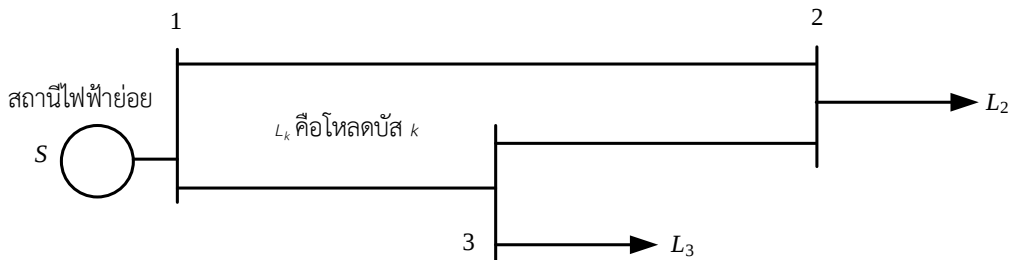
Abstract

This article presents the modeling and analysis of power flow in an unbalanced radial distribution system with the penetration of electric vehicles. The power quality parameter that needs to be studied for the impact of electric vehicle load is the voltage magnitude. The system component models presented in the article includes a source, transformer, distribution line, feed line, load, and electric vehicle charging load. The normal distribution probability density function of an IEEE 4-bus test system is applied to calculate 24,001 cases of electric vehicle charging load, to analyze the power flow using the backward and forward sweep methods. The results from the simulation with the Python codes of this research were summarized. The electric vehicle charging load is randomly about penetration levels and the time of connection to the distribution system. These affect the magnitudes of the three-phase voltage are unequal, and is the cause of the power quality problem of the unbalanced radial distribution system.

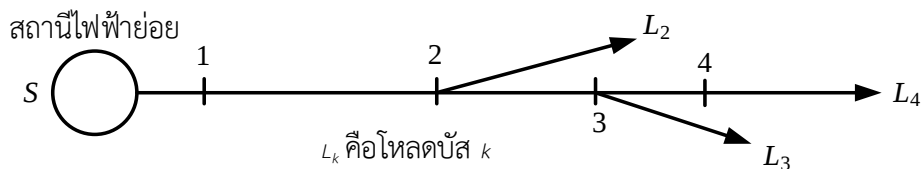
Keywords : Power Flow Analysis, Unbalanced Three-Phase Distribution System, Electric Vehicle Charging Load, Electric Vehicles Load Penetration, Power Quality

1. บทนำ

ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับการคาดหมายว่าเป็นยานยนต์แห่งอนาคต เพราะเป็นยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ และมีแหล่งพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ดังนั้นจึงมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศในปริมาณที่น้อยมากจนอาจพิจารณาได้ว่าเท่ากับศูนย์ การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ภายในในอดีตไม่มีปัญหาหรือความเกี่ยวข้องใด ๆ กับระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพราะแหล่งเชื้อเพลิงของยานยนต์ชนิดนี้คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่สามารถเติมได้จากสถานีบริการที่มีอยู่เพียงพอ แต่ในภาวะปัจจุบันจำนวนของยานยนต์ไฟฟ้ามีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จึงมีความเกี่ยวข้องกับโหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากการต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าเพื่ออัดประจุแบตเตอรี่เป็นภาวะที่เกิดขึ้นแบบสุ่มทั้งในประเด็นเกี่ยวกับระดับพลังงานการอัดประจุ เวลา และระยะเวลาของการอัดประจุ ดังนั้นการที่โหลดมีภาวะดังกล่าวนี้ย่อมส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินงานของระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดุลของการไฟฟ้า โดยเฉพาะคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบ เช่น ขนาดของแรงดัน แรงดันต่ำเกิน แรงดันสูงเกิน เป็นต้น การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าเพื่อศึกษาผลกระทบอันเนื่องมาจากส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ให้เกิดผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าคือการหาค่าในภาวะอยู่ตัวของแรงดัน กระแส และการไหลของกำลังภายในระบบ การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบมาตรฐานสามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบไฟฟ้าแบบลูบซึ่งมีทอพอโลยีดังแสดงในรูปที่ 1 แต่โครงข่ายของระบบจำหน่ายมีทอพอโลยีเป็นแบบรัศมีดังแสดงในรูปที่ 1 รูปที่ 2 มีอัตราส่วนของ R/X สูง การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบมาตรฐานกับระบบจำหน่ายจึงให้ความถูกต้องของผลลัพธ์ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (Mishra & Das, 2008) อีกทั้งระบบจำหน่ายมีความใกล้ชิดกับผู้ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด การเปลี่ยนแปลงของโหลดจึงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาและรวดเร็ว เช่น ระบบไฟฟ้าในช่วงเวลาการระบาดของโรคโควิด-19 โหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายสามเฟสไม่ได้ดุลจึงได้รับการพัฒนาโดยนักวิจัยอย่างต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1 ทอพอโลยีระบบไฟฟ้ากำลังแบบลูบ



รูปที่ 2 ทอพอโลยีระบบไฟฟ้ากำลังแบบรัศมี

ย้อนหลังไปเมื่อ 35 ปีที่แล้วในปี ค.ศ. 1988 Shirmohammadi, Hong, Semlyen, & Luo (1988) เสนอวิธีการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่ายสามเฟสที่มีได้ดูลและไม่ไดดูลเพื่อจำแนกบัสอ่อนแอของระบบ จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการกำหนดชั้นของบัสและกิ่งของสายป้อน ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของงานวิจัยอื่น ๆ จนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของ Das, Kothari, & Kalam (1995) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยทั้งคู่นี้ไม่มีการพิจารณาชนิดของโหลดที่แตกต่างกัน และไม่มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับงานวิจัยอื่นเช่นเดียวกันกับงานวิจัยที่นำเสนอโดย Rana, Darji, & Pandya (2014)

วิธีการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมในการพัฒนาให้มีความถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นคือการคำนวณแบบกวาดย้อนกลับและไปหน้า Bompard, Carpaneto, Chicco, & Napoli (2000) นำเสนอผลศึกษาการลู่เข้าสู่คำตอบของรหัสคำสั่งที่พัฒนาขึ้นมาจากขั้นตอนวิธีการคำนวณแบบกวาดย้อนกลับและไปหน้าสำหรับโหลดแตกต่างกันห้าระดับ ชนิดของโหลดที่นำเสนอในงานวิจัยนี้คือโหลดที่มีกำลังคงที่และแอดมิตแตนซ์คงที่ ผลจากการจำลองสรุปว่าระดับของโหลดที่มากกว่าต้องใช้จำนวนรอบของการวนซ้ำมากกว่า ในปี ค.ศ. 2011 Kocar & Lacroix (2011) ได้มีการประยุกต์วิธีการดังกล่าวนี้และนำเสนอแบบจำลองของหม้อแปลงเพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์แบบโนดดัดแปลง ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้ากับระบบทดสอบ IEEE ขนาดสี่บัส พบว่าแรงดันบัสและจำนวนรอบของการวนซ้ำมีค่าใกล้เคียงกับการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ EMTP-RV และ OpenDSS อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ดังกล่าวนี้อาจไม่สามารถยืนยันได้กับระบบที่มีขนาดมากกว่า IEEE ขนาดสี่บัส

สำหรับระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าในปัจจุบัน ความหลากหลายและความไม่แน่นอนของแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทนหรือโหลดมีระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะโหลดที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า Adusumilii & Kumar (2020) จึงนำเสนอการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบกวาดย้อนกลับ โดยเพิ่มข้อมูลรบกวนแบบแบ่งเลขคณิตสุ่มพรคเข้าไปในทุกรอบของการวนซ้ำ ผลการจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้พบว่ามีความใกล้เคียงกับการจำลองมอนติคาร์โล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบอื่นที่มีการพิจารณาความไม่แน่นอนของพารามิเตอร์ภายในระบบจำหน่าย

เมื่อพิจารณาจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น และสภาพความเป็นจริงของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงต้องการนำเสนอการสร้างแบบจำลองขององค์ประกอบในระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดูลที่มีส่วนแบ่งของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบกวาดย้อนกลับ โดยใช้รหัสคำสั่งที่พัฒนาขึ้นจากทรัพยากรของโปรแกรมไพทอน ข้อมูลของระบบทดสอบที่นำมาจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบอันเนื่องมาจากส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้าคือระบบ 4 บัสของ IEEE ซึ่งมีรายละเอียดที่ปรากฏใน Kersting & Kerestes (2023)

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลององค์ประกอบของระบบจำหน่ายรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูลกับส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

2.2 เพื่อศึกษาขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีกวาดย้อนกลับและไปหน้า และพัฒนาเป็นรหัสคำสั่งภาษาไพทอน

2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดแรงดันระบบจำหน่ายรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูลเมื่อพิจารณาระดับที่แตกต่างกันของส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้รหัสคำสั่งไพทอนวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีกวาดย้อนกลับและไปหน้า

3. วิธีการวิจัย

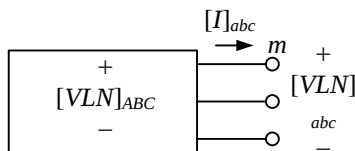
ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดขั้นตอนของวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 พัฒนาแบบจำลองในภาวะอยู่ตัวขององค์ประกอบในระบบจำหน่ายสามเฟสไม่สมดุล องค์ประกอบดังกล่าวประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิด หม้อแปลง สายป้อนจำหน่าย โหลดสายป้อน และโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า โดยมีรายละเอียดของแบบจำลองดังต่อไปนี้

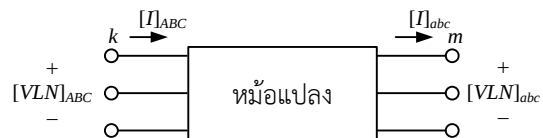
3.1.1 แหล่งกำเนิดสามเฟส

แหล่งกำเนิดสามเฟสอาจต่อแบบวายหรือเดลตา กำหนดให้แผนภาพบล็อกของแหล่งกำเนิดแสดงในรูปที่ 3-(ก) กำหนดให้ $[B_t]$ คือเมทริกซ์อิมพีแดนซ์ภายในของแหล่งกำเนิด นิพจน์ของสมการแรงดันเฟสที่บัสปลายรับ m คือ

$$[VLN]_{abc} = [VLN]_{ABC} - [B_t] \cdot [I]_{abc} \quad (1)$$



(ก) แหล่งกำเนิด



(ข) หม้อแปลง

รูปที่ 3 แผนภาพบล็อกของแหล่งกำเนิดและหม้อแปลงสามเฟส

3.1.2 หม้อแปลง

หม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทำหน้าที่ปรับแรงดันของสายส่งจากระบบส่งจ่ายของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตให้มีค่าแรงดันที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้า กำหนดให้ $[A_t]$ $[B_t]$ $[c_t]$ และ $[d_t]$ คือเมทริกซ์ค่าคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดของการต่อหม้อแปลงสามเฟสที่แสดงในรูปที่ 3-(ข) รูปแบบนิพจน์ทั่วไปของสมการคำนวณกวดไปข้างหน้า และการคำนวณกวดย้อนกลับตามลำดับคือ

$$[VLN]_{abc} = [A_t] \cdot [VLN]_{ABC} - [B_t] \cdot [I]_{abc} \quad (2)$$

$$[I]_{ABC} = [c_t] \cdot [VLN]_{ABC} + [d_t] \cdot [I]_{abc} \quad (3)$$

รายละเอียดสมการคำนวณเมทริกซ์ค่าคงตัวของหม้อแปลงสามเฟสแสดงใน (Kersting & Kerestes. 2023)

ตารางที่ 1 เมทริกซ์ค่าคงตัว $[A_t]$ $[B_t]$ $[c_t]$ และ $[d_t]$ ของหม้อแปลงสามเฟส

ชนิดการต่อหม้อแปลง	เมทริกซ์ค่าคงตัว
$\Delta - Y_g$ ลดแรงดัน	$n_t = VLL_{RatedPrimary} / VLN_{RatedSecondary}$ $[A_t] = (n_t)^{-1} \cdot [-1 \ 0 \ 1; 1 \ -1 \ 0; 0 \ 1 \ -1]$, $[B_t] = [Z_{ta} \ 0 \ 0; 0 \ Z_{tb} \ 0; 0 \ 0 \ Z_{tc}]$ $[c_t] = [0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0]$, $[d_t] = (n_t)^{-1} \cdot [1 \ -1 \ 0; 0 \ 1 \ -1; -1 \ 0 \ 1]$
$\Delta - Y_g$ เพิ่มแรงดัน	$n_t = VLL_{RatedPrimary} / VLN_{RatedSecondary}$ $[A_t] = (n_t)^{-1} \cdot [1 \ 0 \ -1; 0 \ 1 \ -1; -1 \ 0 \ 1]$, $[B_t] = [Z_{ta} \ 0 \ 0; 0 \ Z_{tb} \ 0; 0 \ 0 \ Z_{tc}]$ $[c_t] = [0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0]$, $[d_t] = (n_t)^{-1} \cdot [1 \ 0 \ -1; 0 \ 1 \ -1; -1 \ 0 \ 1]$

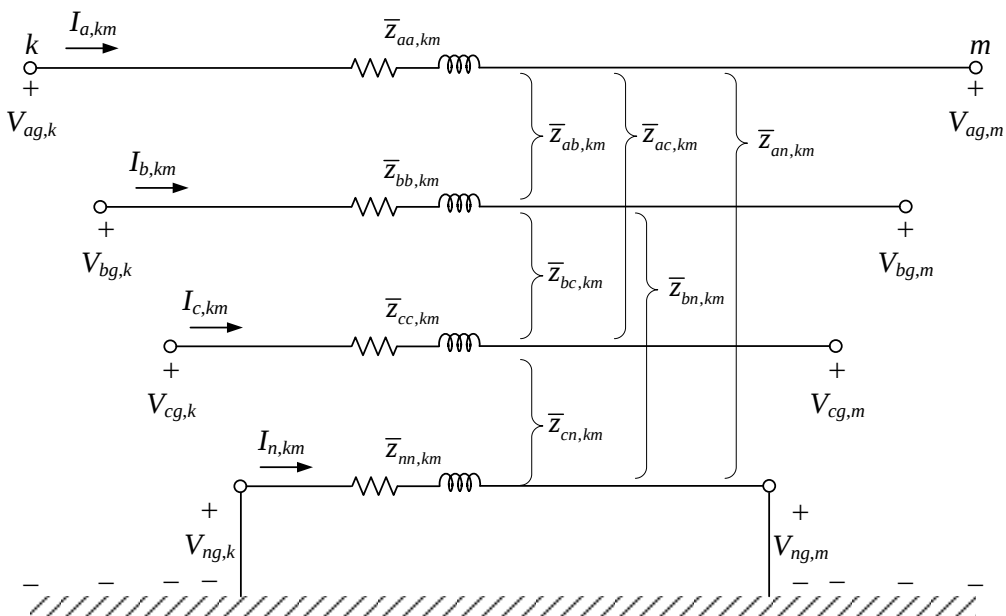
ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดการต่อหม้อแปลง	เมทริกซ์ค่าคงตัว
Y – Δ ลดแรงดัน	$n_t = VLN_{RatedPrimary} / VLL_{RatedSecondary}$ $[A_t] = (3n_t)^{-1} \cdot [2 \ 1 \ 0; 0 \ 2 \ 1; 1 \ 0 \ 2]$ $[B_t] = (9)^{-1} \cdot [2Z_{tab} + Z_{tbc} \ 2Z_{tbc} - Z_{tab} \ 0;$ $2Z_{tbc} - 2Z_{tca} \ 4Z_{tbc} - Z_{tca} \ 0;$ $Z_{tab} - 4Z_{tca} \ -Z_{tab} - 2Z_{tca} \ 0]$ $[c_t] = [0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0], [d_t] = (3n_t)^{-1} \cdot [1 \ -1 \ 0; 1 \ 2 \ 0; -2 \ -1 \ 0]$
Yg – Yg	$n_t = VLN_{RatedPrimary} / VLL_{RatedSecondary}$ $[A_t] = (n_t \cdot [1 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 1])^{-1}, [B_t] = [Z_{ta} \ 0 \ 0; 0 \ Z_{tb} \ 0; 0 \ 0 \ Z_{tc}]$ $[c_t] = [0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0], [d_t] = (n_t)^{-1} \cdot [1 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 1]$
Δ – Δ	$n_t = VLL_{RatedPrimary} / VLL_{RatedSecondary}$ $[A_t] = [W] \cdot (n_t \cdot [1 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 1])^{-1} \cdot [D_v],$ $[B_t] = [W] \cdot [Z_{ta} \ 0 \ 0; 0 \ Z_{tb} \ 0; 0 \ 0 \ Z_{tc}] \cdot [G_1]$ $[c_t] = [0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 0], [d_t] = (n_t)^{-1} \cdot [1 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ 1]$

3.1.3 สายป้อนจำหน่าย

ทอพอโลยีของส่วนย่อยของสายส่งพาดในอากาศสี่เส้นและนิวทรัลต่อกับกราวด์แสดงในรูปที่ 4 การคำนวณอิมพีแดนซ์อนุกรมของสายส่งพาดในอากาศจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นเมทริกซ์อิมพีแดนซ์ดั้งเดิม $[z_{pri}]$ ที่มีมิติเท่ากับ $n \times n$ โดยที่ n คือจำนวนของตัวนำสายส่ง รูปแบบทั่วไปของเมทริกซ์อิมพีแดนซ์ดั้งเดิมจะมีนิพจน์ดังสมการที่ (4) (Grigsby, 2012)

$$[z_{pri}] = \begin{bmatrix} [\bar{z}_{ij}] & [\bar{z}_{in}] \\ [\bar{z}_{nj}] & [\bar{z}_{nn}] \end{bmatrix} \quad (4)$$



รูปที่ 4 ส่วนย่อยของสายส่งสี่เส้นนิวทรัลต่อกับกราวด์ (Kersting & Kerestes. 2023)

การวิเคราะห์ระบบจำหน่ายใช้เมทริกซ์อิมพีแดนซ์เฟสที่มีมิติ 3×3 เมทริกซ์อิมพีแดนซ์ดั้งเดิมจะถูกลดรูปด้วยวิธีการลดแบบกรน (Kron. 1951) ดังรายละเอียดในสมการที่ (5)

$$[Z_{abc}] = [\bar{Z}_{ij}] - [\bar{Z}_{in}][\bar{Z}_{nn}]^{-1}[\bar{Z}_{nj}] = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} \end{bmatrix} \quad (5)$$

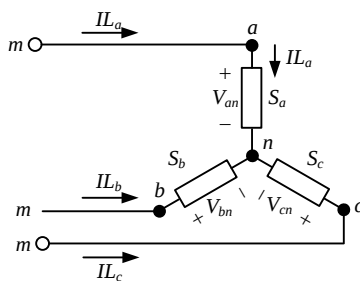
สมการที่เกี่ยวข้องกับแรงดันของบัสปลายส่ง k และบัสปลายรับ m สำหรับการคำนวณกวาดย้อนกลับและกวาดไปข้างหน้าคือ

$$[VLG]_k = [VLG]_m + [Z_{abc}] \cdot [I_{abc}] \quad (6)$$

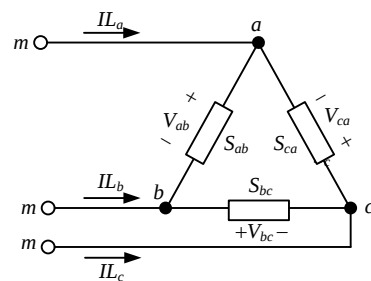
เมื่อ $[VLG]$, $[VLG]_m$ คือแรงดันเฟสเทียบกับกราวด์ของบัสปลายส่ง k และบัสปลายรับ m ตามลำดับ $[Z_{abc}]$ คือเมทริกซ์อิมพีแดนซ์ และ $[I_{abc}]$ เวกเตอร์ของกระแสที่ไหลในส่วนย่อยของสายส่ง

3.1.4 โหลดสายป้อน

เมื่ออ้างอิงตามลักษณะที่โหลดต่อกับสายป้อนอาจจำแนกโหลดได้สองชนิดคือโหลดแบบจุดและแบบกระจาย ทอพอโลยีการต่อของโหลดสามเฟสมีสองรูปแบบคือวายและเดลตามีแสดงในรูปที่ 5 แบบจำลองของโหลดมีสามแบบจำลองคือกำลังจริงและรีแอกทีฟคงที่ กระแสคงที่ อิมพีแดนซ์คงที่ หรือแบบผสม รายละเอียดของสมการและขั้นตอนการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับโหลดสามชนิดแสดงในตารางที่ (Kersting & Kerestes. 2023)



(ก) วาย



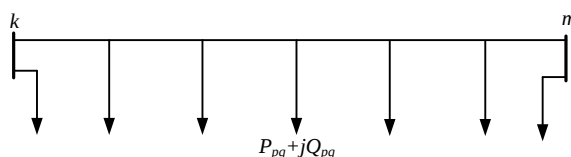
(ข) เดลตา

รูปที่ 5 ทอพอโลยีโหลดสามเฟส

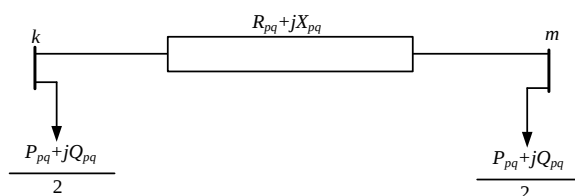
ตารางที่ 2 ขั้นตอนและสมการคำนวณของโหลด 3 แบบจำลอง

แบบจำลองโหลด	ขั้นตอนและสมการคำนวณกระแส
กำลังจริงและรีแอกทีฟคงที่	วาย : $[IL]_{abc} = ([S]_{abc}/[Vn]_{abc})^*$, เดลตา : $[IL]_{abc} = ([S]_{abc}/[V]_{abc})^*$
กระแสคงที่	วายและเดลตา $[\theta]_{abc} = \cos^{-1}([P]_{abc}/ [S]_{abc})$, $[IL]_{abc} = [IL]_{abc} \angle ([\phi]_{abc} - [\theta]_{abc})$
อิมพีแดนซ์คงที่	วาย: $[Z]_{abc} = [Vn]_{abc} ^2/([S]_{abc})^*$, $[IL]_{abc} = [Vn]_{abc}/[Z]_{abc}$ เดลตา: $[Z]_{abc} = [V]_{abc} ^2/([S]_{abc})^*$, $[IL]_{abc} = [V]_{abc}/[Z]_{abc}$

กรณีของโหลดแบบกระจายจะมีค่าสม่ำเสมอตลอดระยะความยาวของสายป้อนดังแสดงในรูปที่ 6(ก) การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าต้องเปลี่ยนแปลงให้เป็นโหลดแบบจุด โดยเปลี่ยนค่ากำลังเชิงซ้อนของโหลดและย้ายไปเชื่อมต่อที่ปลายส่ง k และปลายรับ m บัลละ 0.5 เท่าของโหลดค่าเดิม ดังแสดงในรูปที่ 6(ข)



(ก) โหลดกระจายสม่ำเสมอตลอดระยะความยาวของสายป้อน



(ข) โหลดกระจายสมมูลถูกย้ายไปที่ปลายส่งและปลายรับของสายป้อน

รูปที่ 6 ทอพอโลยีโหลดแบบกระจาย

3.1.5 โหลดยานยนต์ไฟฟ้า

การต่อยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า กับระบบจำหน่ายเพื่ออัดประจุแบตเตอรี่ของยานยนต์เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ ตัวอย่างของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า เช่น จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าที่อัดประจุ เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการหยุดอัดประจุ กำลังไฟฟ้าของการอัดประจุ เป็นต้น ดังนั้นการพยากรณ์โหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าจึงเป็นปัญหาที่สำคัญของการวางแผนสำหรับระบบจำหน่าย (Tian et al. 2022) การจำลองโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า สำหรับงานวิจัยนี้ จะเป็นการสุ่มค่าของพารามิเตอร์โดยใช้ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบการแจกแจงปกติ $f(x)$ ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (7)$$

เมื่อ σ คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน μ คือค่ามัธยฐาน และ x คือค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการทราบความน่าจะเป็น พารามิเตอร์ของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าที่ต้องคำนวณหาจากฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบการแจกแจงปกติมีดังต่อไปนี้

- ก) จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า ที่ต่อกับระบบจำหน่ายอัดประจุ (NV) กำหนดให้ $n = 1, 2, 3, \dots, NV$
- ข) กำลังอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าคันที่ n (Pch_n)
- ค) เวลาเริ่มต้นอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า คันที่ n (Tst_n)
- ง) เวลาหยุดอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า คันที่ n (Tfn_n)

จากพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากข้อ ก)-ง) สามารถคำนวณหาโหลดอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าได้จากสมการที่ (8)

$$P_{EV} = \sum_{n=1}^{NV} Pch_n \quad (8)$$

3.2 เขียนรหัสคำสั่งของไพทอนสำหรับวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีกวาดย้อนกลับและไปหน้า ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสำหรับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแบบรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูล ขึ้นตอนวิธีดังกล่าวนี้ถูกดัดแปลงมาจากขั้นตอนวิธีเกาส์-เซเดลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเสถียรภาพของการลู่อู่เข้าสู่ค่าตอบที่ถูกต้อง ขั้นตอนการกวาดวิธีย้อนกลับและไปหน้ามีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Adusumilii & Kumar. 2020)

1) กำหนดค่าเริ่มต้นของขนาดและเฟสของแรงดันบัส โดยทั่วไปนิยมกำหนดให้มีค่าเท่ากับ $1.0 \angle 0^\circ$ pu

2) ขั้นตอนการคำนวณกวาดย้อนกลับ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณกระแสที่บัส (I_i) ง่ายให้โหลดด้วยสมการที่ (9) โดยที่ $i = 2, 3, 4, \dots, N$, $[P]_{abc,i}$ และ $[Q]_{abc,i}$ คือกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟที่บัส i ง่ายให้โหลดตามลำดับ

$$[I]_{abc,i} = \left\{ ([P]_{abc,i} + j[Q]_{abc,i}) / [V]_{abc,i} \right\}^* \quad (9)$$

คำนวณกระแสกิ่ง $[Ibr]_{abc,l}$ ของสายส่งส่วนที่ l ซึ่งต่อบัส k และ m ด้วยสมการที่ (10) โดยที่ M คือเซตของกิ่งที่ต่อกับบัส m และอยู่ด้านหลังบัส m

$$[Ibr]_{abc,l} = [I]_{abc,n} + \sum_{p \in M} [Ibr]_p \quad (10)$$

3) ขั้นตอนการคำนวณกวาดไปหน้า:

หลังจากปรับปรุงค่ากระแสที่กิ่ง ($[Ibr]_{abc,l}$) ด้วยขั้นตอนการคำนวณกวาดย้อนกลับแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณแรงดันบัสกวาดไปหน้าด้วยสมการที่ (10) กำหนดให้ $k = 1, 2, 3, \dots, N$ และ $m = 2, 3, 4, \dots, N$

$$[V]_{abc,m} = [V]_{abc,k} - [Z]_{abc,km} [Ibr]_{abc,p} \quad (11)$$

4) ตรวจสอบผลต่างของขนาดและมุมเฟสของแรงดันบัสด้วยสมการที่ (12) หากผลต่างในรอบปัจจุบัน (ε_{q+1}) มีค่ามากกว่าความคลาดเคลื่อนยินยอมในรอบที่ผ่านมาหนึ่งรอบ (ε_q) ให้ย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2) แต่หากมีค่าน้อยกว่าให้สิ้นสุดการคำนวณ

$$\varepsilon_{mag,q+1} = \max \left(\frac{[V]_{abc,q+1} - [V]_{abc,q}}{[V]_{abc,q}} \right) \times 100\% \quad (12)$$

$$\varepsilon_{arg,q+1} = \max \left(\frac{\angle [V]_{abc,q+1} - \angle [V]_{abc,q}}{\angle [V]_{abc,q}} \right) \times 100\% \quad (13)$$

$$\varepsilon_{q+1} = \max (\varepsilon_{mag}, \varepsilon_{arg}) \times 100\% \quad (14)$$

กำหนดให้ $\mathcal{E}_{mag}$ คือความคลาดเคลื่อนของขนาดแรงดัน $\mathcal{E}_{arg}$ คือความคลาดเคลื่อนของเฟสแรงดัน และ q คือเลขที่ของการคำนวณซ้ำ

5) คำนวณกำลังสูญเสียในสายส่งด้วยสมการที่(15)พร้อมทั้งแสดงผลกำลังสูญเสียของสายส่งและแรงดันบัส

$$P_l = [Rbr]_{abc,l} \cdot \left([Ibr]_{abc,l} \right)^2 \quad (15)$$

กำหนดให้ $[Rbr]_{abc,l}$ คือความต้านทานของสายส่งส่วนที่ l

3.3 แสดงผลการจำลองในรูปแบบของขนาดแรงดัน N_{sample} กรณี

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาและพัฒนาแบบจำลององค์ประกอบของระบบจำหน่ายรัศมีที่ไม่สมดุลกับส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

ผลการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองถูกนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลของระบบจำหน่าย IEEE ขนาดสี่บัส ซึ่งมีข้อมูลของสถานีไฟฟ้าย่อย สายส่ง และโหลดดังแสดงใน

ตารางที่ (Kersting & Kerestes. 2023) การคำนวณหาโหลด PEVs แบบสุ่มค่าโดยใช้ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นสำหรับการแจกแจงปกติในสมการที่ (7) ค่าเฉลี่ย (μ) ของโหลดคือ 1.225 kW และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) คือ 130.30 W ผลลัพธ์ของจำนวนข้อมูลและการจำลองเพื่อวิเคราะห์หาแรงดันบัสที่ 3 – 4 ซึ่งมีความอ่อนไหวมากที่สุดเท่ากับ 24,001 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3 ข้อมูลระบบจำหน่าย IEEE ขนาดสี่บัส

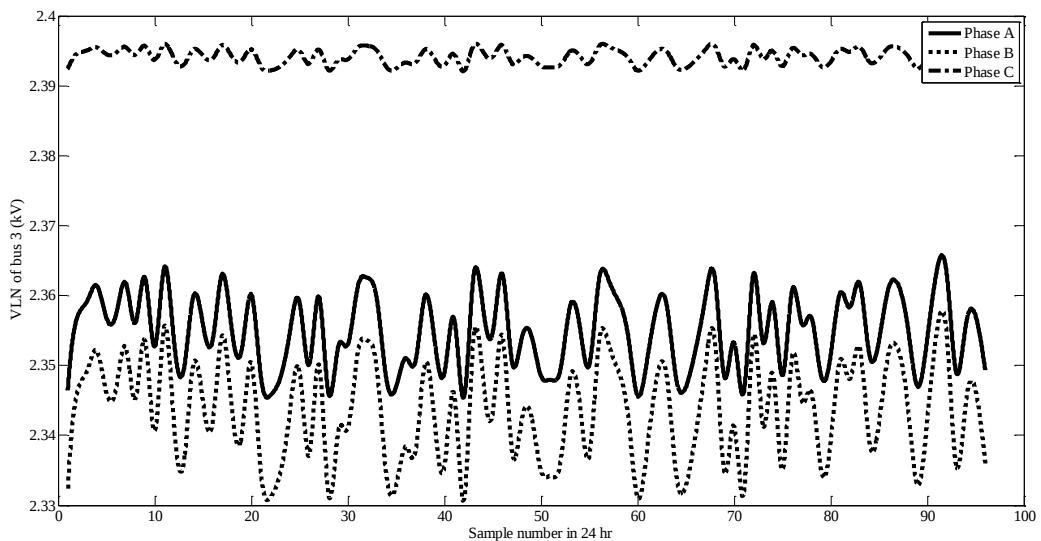
บัสอนันต์				
บัส	แรงดัน (kV _{LL})			
1	12.47			
หม้อแปลง				
บัส ปลายส่ง	บัส ปลายรับ	กำลังปรากฏ (MVA)	แรงดัน (kV _{LL}) (Δ/Yg)	อิมพีแดนซ์ (pu)
2	3	6	12.47/4.16	0.01+j 0.06
สายส่ง				
บัสปลายส่ง	บัส ปลายรับ	อิมพีแดนซ์ (Ω)		
1	2	[0.1520+j0.5353 0.0361+j0.3225 0.0361+j0.2752; 0.0361+j0.3225 0.1520+j0.5353 0.0361+j0.2955; 0.0361+j0.2752 0.0361+j0.2955 0.1520+j0.5353]		
3	4	[0.2166+j0.5140 0.0738+j0.2375 0.0727+j0.1823; 0.0738+j0.2375 0.2209+j0.4963 0.0748+j0.2006; 0.0727+j0.1823 0.0748+j0.2006 0.2185+j0.5043]		
โหลด				

ตารางที่ 3 (ต่อ)

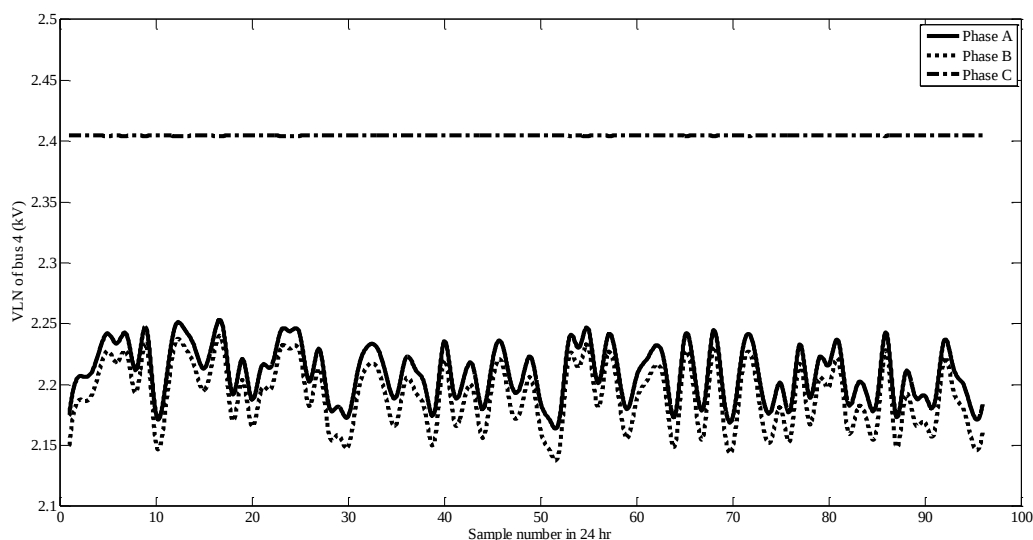
บัส	กำลังเชิงซ้อน (kVA)	ชนิดของโหลด	ทอพอโลยีของการต่อ
4	$[-637.50 + j395.09;$ $-810.00 + j392.30;$ $-1045.0 + j343.48]$	PQ คงที่	Y

4.2 ผลการพัฒนารหัสคำสั่งภาษาไพทอนสำหรับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยขั้นตอนวิธีวิวกวาดย้อนกลับและไปหน้า คือไฟล์รหัสคำสั่งภาษาไพทอนทั้งหมดสำหรับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยขั้นตอนวิธีวิวกวาดย้อนกลับและไปหน้า ถูกเก็บรวบรวมไว้ในลิงค์ <https://shorturl.at/jwxzO>

4.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดแรงดันระบบจำหน่ายรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูเฉพาะเมื่อพิจารณาระดับที่แตกต่างกันของส่วนแบ่งโหลดยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้รหัสคำสั่งไพทอนวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิวกวาดย้อนกลับและไปหน้า พบว่าบัสที่ 3 – 4 ถูกเลือกแสดงผลแรงดันเพราะมีความอ่อนไหวมากที่สุด ผลการจำลองการวิเคราะห์หาแรงดันจากโหลด 24,001 ตัวอย่างพบว่ากรณีที่ขนาดของแรงดันมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดสำหรับบัสที่ 3 แสดงในรูปที่ 7 ส่วนแรงดันของบัสที่ 4 แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของแรงดันบัสที่ 3



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของแรงดันบัสที่ 4

5. อภิปรายผลและสรุป

ผลการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาจากการวิเคราะห์การไหลกำลังไฟฟ้าระบบจำหน่ายรัศมีไม่ได้ดูล IEEE ขนาดสี่บัสของ Kersting & Kerestes (2023) ซึ่งไม่มีการพิจารณาความน่าจะเป็นของโหนดยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นการจำลองโหลดด้วยทฤษฎีความน่าจะเป็นสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอจึงเป็นการวิเคราะห์ที่ให้ผลลัพธ์แม่นยำมากกว่า Kersting & Kerestes (2023) ปัญหาของการพัฒนาเครื่องมือจำลองคือความยุ่งยากของการเขียนรหัสคำสั่ง และระยะเวลาในการจำลองที่มีมากกว่ากรณีปกติ ดังนั้นรหัสคำสั่งภาษาไพทอนเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพราะสามารถดำเนินการรหัสคำสั่งได้หลายชุดพร้อมกันบนเบร้าวเซอร์

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดแรงดันระบบจำหน่ายรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูลเมื่อพิจารณาระดับที่แตกต่างกันของส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่าย IEEE ขนาดสี่บัส โดยใช้รหัสคำสั่งไพทอนวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีกวาดย้อนกลับและไปหน้า ได้ผลลัพธ์ของสัญญาณแรงดันดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8 ระดับความไม่ได้ดูลของแรงดันสามเฟสจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบัสที่มีความอ่อนแอมากที่สุดจะมีการเปลี่ยนแปลงของความไม่ได้ดูลและขนาดของแรงดันมากที่สุด

ดังนั้นผลจากการวิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบจำหน่ายสามเฟสไม่ได้ดูลมีผลตอบสนองโดยตรงต่อส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้า โดยเฉพาะบัสที่อยู่ห่างจากสถานีไฟฟ้าย่อยมากที่สุดจะมีระดับของแรงดันจะที่อ่อนแอมากที่สุด จากการจำลองของงานวิจัยนี้บ่งชี้ชัดเจนว่าระดับของแรงดันบัสจะเปลี่ยนแปลงเมื่อส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้ามีการเปลี่ยนแปลง และความไม่ได้ดูลของแรงดันสามเฟสแปรผันตรงกับส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบเข้าที่ไม่มีการควบคุมให้เหมาะสมที่สุด

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่ายรัศมีสามเฟสไม่ได้ดูลเมื่อพิจารณาระดับที่แตกต่างกันของส่วนแบ่งโหนดยานยนต์ไฟฟ้า ควรพัฒนาขั้นตอนวิธีหรือเทคนิคที่ช่วยให้การดำเนินงานของรหัสคำสั่งวนรอบซ้ำเพื่อหาค่าโหลดด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและยานยนต์ไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

เอกสารอ้างอิง

- Adusumilii, B. S., & Kumar, B. K. (2020). **Backward/forward sweep based power flow analysis of distribution systems under uncertainty using new affine arithmetic division**. Paper presented at the 2020 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT).
- Bompard, E., Carpaneto, E., Chicco, G., & Napoli, R. (2000). “Convergence of the backward/forward sweep method for the load-flow analysis of radial distribution systems”. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**. 22(7) : 521-530.
- Das, D., Kothari, D., & Kalam, A. (1995). “Simple and efficient method for load flow solution of radial distribution networks”. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**. 17(5) : 335-346.
- Grigsby, L. L. (2012). **Electric power generation, transmission, and distribution**. 3^{ed}. Taylor & Francis Group, LLC.
- Kersting, W. H., & Kerestes, R. J. (2023). **Distribution system modeling and analysis with MATLAB and WindMil**. Florida: CRC Press.
- Kocar, I., & Lacroix, J.-S. (2011). “Implementation of a modified augmented nodal analysis based transformer model into the backward forward sweep solver”. **IEEE Transactions on Power Systems**. 27(2) : 663-670.
- Kron, G. (1951). “Tensorial Analysis of Integrated Transmission Systems Part I. The Six Basic Reference Frames”. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**. 70(2) : 1239-1248.
- Mishra, S., & Das, D. (2008). **Distribution system load flow methods: a review**. Icfai Univ. J. Electr. Electron. Eng. I, 2.
- Rana, A., Darji, J., & Pandya, M. (2014). “Backward/forward sweep load flow algorithm for radial distribution system”. **International journal for scientific research and development**. 2(1) : 398-400.
- Shirmohammadi, D., Hong, H. W., Semlyen, A., & Luo, G. X. (1988). “A compensation-based power flow method for weakly meshed distribution and transmission networks”. **IEEE Transactions on Power Systems**. 3(2) : 753-762.
- Tian, J., Lv, Y., Zhao, Q., Gong, Y., Li, C., Ding, H., & Yu, Y. (2022). “Electric vehicle charging load prediction considering the orderly charging”. **Energy Reports**. 8 : 124-134.

การศึกษาแนวทางการแก้ไขพฤติกรรมขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดย การออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนนและการบังคับใช้กฎหมายด้วยเทคโนโลยีกล้อง AI

ศิริณภา จันทระโคตร¹ เจริญ คำผอง^{2*}

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น^{1,2*}

อีเมล : Jetsada.ku@rmu.ac.th

วันที่รับบทความ 19 ตุลาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 12 ธันวาคม 2566

วันตอบรับบทความ 15 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากรถจักรยานยนต์เป็นอันดับต้น ๆ ของโลก พฤติกรรมการขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรมักพบเห็นมากตามท้องถนน ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมเส้นทางการขับขี่ยานยนต์ และศึกษาแนวทางการแก้ไขพฤติกรรมการขับขี่ยานยนต์ย้อนศรโดยใช้เทคโนโลยีกล้อง AI และการออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนน โดยมีพื้นที่ศึกษาคือจุดตัดทางรถไฟกับถนนศรีจันทร์ในเขตเมืองขอนแก่น เก็บข้อมูลโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียม และข้อมูลภาคสนามจากการลงพื้นที่สำรวจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการทดสอบทีทดสอบ (t-test) เพื่อนำมาออกแบบการติดตั้งเทคโนโลยีกล้อง AI และออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนนโดยใช้หลักวิศวกรรม การทาง ผลการศึกษาพบว่า จากพฤติกรรมเส้นทางการขับขี่ยานยนต์ระยะสั้นจากภาพถ่ายดาวเทียม ทั้งหมด 6 รูปแบบ ระยะเส้นทางถูกกฎจราจรของจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การออกแบบการติดตั้งเทคโนโลยีกล้อง AI ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร และการออกแบบทางเรขาคณิตของจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ผ่านการตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับขั้นตอนการออกแบบ

คำสำคัญ : การขับรถจักรยานยนต์ย้อนศร/จุดกลับรถ/กล้อง AI/ความปลอดภัยทางถนน

Study of Solution for Wrong-Way Riding Behavior of Motorcyclists by Geometric Design of Roads and Law Enforcement with AI Camera Technology

Sirinapa Jantarakot¹, Jetsada Kumphong^{2*}

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan

Khon Kaen Campus ^{1, 2*}

E – mail : Jetsada.ku@rmuti.ac.th ^{2*}

Received 19 October 2023

Revised 12 December 2023

Accepted 15 December 2023

Abstract

Thailand is among the tops of the world in the death rate from motorcycle riding. The wrong-way riding behavior is usually found on roads and causes risks of road accidents. This research was aimed at studying the behaviors of riding on the legal way and the means to solve the wrong-way riding behavior of motorcyclists by the use of AI camera technology and by geometric design of roads. The study site was the cross between the railway and Srichan Road in Khon Kaen City. The data was collected using satellite images and field data from survey areas. The data was analysed by the descriptive statistics method and T-test. The design was based on the principle of traffic engineering and AI camera technology. The result shows that from the satellite photographs, there are 6 patterns of way-using behaviors of motorcyclists. The distance of road that meets the traffic law of the turning points of motorcycles was significantly different from the distance of other legal routes ($p < 0.05$). The design for installation of AI camera technology has been verified in terms of the design and installation standard. The geometric design of the turning point for motorcycles has been verified in terms of safety.

Keywords : Wrong-way riding of motorcyclists/ Turning point/ AI camera/ Road safety

1. บทนำ

องค์การอนามัยโลกได้ทำการศึกษารายงานสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของประเทศสมาชิกทั่วโลก ผลการศึกษาพบว่าผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกประมาณ 1.35 ล้านคนต่อปี และมักเกิดกับประชากรในช่วงกลุ่มอายุ 5-29 ปี เป็นอันดับที่ 1 ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประเทศสมาชิกขององค์การอนามัยโลก และเป็นอันดับที่ 1 ของผู้ขับขี่ที่เสียชีวิตจากรถจักรยานยนต์ เนื่องจากรถจักรยานยนต์ มีราคาไม่แพง เดินทางและใช้งานได้สะดวก ประชาชนนิยมใช้เป็นยานพาหนะในการเดินทางมากกว่ายานพาหนะประเภทอื่น ๆ (WHO. 2018) พฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่เป็นสาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุทางถนน คือการใช้ความเร็วสูงในการขับขี่ การฝ่าไฟแดง การขับรถย้อนศร เป็นต้น ซึ่งการตั้งใจในการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรมักพบในประเทศไทยมากกว่าต่างประเทศโดยมีงานวิจัยที่ผ่านมาได้แก่

Scaramuzza และ Cavegn (2007) ได้ทำการศึกษาการประมาณขอบข่ายของปัญหาการขับรถย้อนศรที่ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ พบว่า ระหว่างปี 2000 และ 2004 มีข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 106 ครั้ง เกี่ยวกับการย้อนศรโดยมีผู้เสียชีวิต 15 ราย และบาดเจ็บ 99 ราย เมื่อเปรียบเทียบกับทุก ๆ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนมอเตอร์เวย์แล้ว พบว่า ช่วงเวลากลางคืนเกิดการขับรถย้อนศรมากที่สุด และเพศหญิงเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากย้อนศรมากกว่าเพศชาย โดยมีช่วงอายุ มากกว่า 65 ปี และยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น การดื่มสุรา ยาเสพติด เป็นต้น

Emmanuel Kemel (2015) ได้ทำการศึกษาการเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถย้อนศรบนถนนที่มีเกาะกลางในประเทศฝรั่งเศสโดยใช้ข้อมูลที่เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด 266 ราย ที่สามารถระบุลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุได้มาเปรียบเทียบกับผู้ที่เกิดอุบัติเหตุแบบอื่น ๆ อีก 22,120 ราย ที่เกิดขึ้นบนถนนสายเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน การเกิดอุบัติเหตุจากการย้อนศรนั้นเกิดขึ้นได้ยากแต่มีความรุนแรง โดยการเกิดอุบัติเหตุจากการย้อนศรนั้นจะเกิดช่วงเวลากลางคืนและบนถนนที่ไม่ใช่ทางด่วน ซึ่งมีปัจจัยด้านคนขับคือ ช่วงอายุเป็นคนอายุมาก เมาสุราและใช้สารเสพติด ไม่มีผู้โดยสารมากับรถ จะทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการขับรถย้อนศร

ในประเทศไทยมีการศึกษาการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรเป็นพฤติกรรมการขับขี่ที่ผิดกฎหมายและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุซึ่งพบได้บ่อย ในเขตเมืองขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่าอัตราการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรแปรผันตรงตามอัตราส่วนระยะทาง เปรียบเทียบระหว่างการขับขี่บนเส้นทางกลับรถตามกฎหมายจราจรต่อการขับขี่บนเส้นทางย้อนศร โดยการศึกษาครั้งนี้ยังได้เสนอข้อเสนอแนะปรับปรุงกายภาพของถนน ได้แก่ ระยะของจุดกลับรถเพื่อลดพฤติกรรมการขับขี่ย้อนศรของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ (ณัฐวัตร ราสี และคณะ. 2565)

ดังนั้น การขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรหรือการขับรถผิดช่องทางเป็นการขับขี่ย้อนศรสวนกระแสจราจรของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์และพฤติกรรมนี้มักนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบการชนประเภทประสานงา (Head on crash) ซึ่งมีความรุนแรงส่งผลทำให้มีโอกาสสูงที่จะบาดเจ็บสาหัสและเสียชีวิต

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรและเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ถูกกฎหมาย
- 2.2 เพื่อศึกษาแนวทางการแก้ไขพฤติกรรมขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยเทคโนโลยีกล้อง AI และการออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนน

3. วิธีการวิจัย

- 3.1 พื้นที่ศึกษาและการสำรวจภาคสนาม

- 3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่การศึกษานี้ คือ ในจังหวัดขอนแก่นมีการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรหลายจุดและถนนศรีจันทร์เป็นถนนที่มีอัตราการย้อนศรจำนวนมาก อาทิ ถนนศรีจันทร์หน้าสำนักงานทางหลวงที่ 7 มีอัตราการย้อนศร ร้อยละ 96 ถนนศรีจันทร์หน้าโรงพยาบาลขอนแก่นราม มีอัตราการย้อนศร ร้อยละ 85 (ณัฐวัตรราศี และคณะ. 2565) จุดตัดทางรถไฟกับถนนศรีจันทร์ในเขตเมืองขอนแก่น ดังรูปที่ 1 ในพื้นที่ศึกษาจะเป็นช่วงถนนสายรองที่จะเชื่อมต่อกับถนนสายหลัก (ถนนมิตรภาพ) ทำให้ในพื้นที่นี้มีปริมาณจราจรมาก ในลักษณะทางกายภาพ มีช่องว่างเปิดของรางรถไฟประกอบกับการติดตั้งเสาเข็มลุมที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้รถจักรยานยนต์มีโอกาสนในการขับแทรกย้อนศรตัดสวนกระแส



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

3.1.2 การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจพื้นที่การศึกษามีอุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์วัดระยะ หมวกนิรภัย เสื้อสะท้อนแสง สมุดภาคสนาม เป็นต้น



รูปที่ 2 การสำรวจภาคสนาม

3.1.3 การจำลองรูปแบบเส้นทางการเดินทางและการหาจุดเหมาะสมในการติดตั้งกล้อง AI และการออกแบบจุดกลับรถ ซึ่งการจำลองรูปแบบเส้นทางการเดินทางจะมีการกำหนดเส้นทางการขับซึ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศรและเส้นทางการขับซึ่งรถจักรยานยนต์ถูกกฎจราจรของผู้ขับซึ่งจากจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางเดียวกัน

3.2 การวิเคราะห์และการออกแบบเชิงเรขาคณิต

3.2.1 การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทาง พฤติกรรมการขับซึ่งย้อนศร

การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางโดยจำลองรูปแบบเส้นทางต่าง ๆ มีการวัดระยะทางจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยมีการนำข้อมูลระยะทางจริงที่ผู้ขับซึ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศรเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ผู้วิจัยจำลองการเดินทางรูปแบบต่าง ๆ โดยการทดสอบสถิติทีเทส (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2555)

3.2.2 การออกแบบจุดติดตั้งกล้อง AI ที่เหมาะสม

การออกแบบจุดติดตั้งกล้อง AI เพื่อตรวจจับรถจักรยานยนต์ย้อนศร จะออกแบบโดยการพิจารณาลักษณะการทำงาน ระยะของกล้อง ระยะของเสา ระบบหรือขั้นตอนการตรวจจับพฤติกรรมแบบอัตโนมัติ และมีการออกแบบป้ายเตือนสำหรับมาตรการนี้

หลังจากการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบการออกแบบตามคู่มือมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร (กรมทางหลวง, 2561)

3.2.3 การออกแบบจุดกลับรถที่เหมาะสมกับพื้นที่และรถจักรยานยนต์

การออกแบบจุดกลับของรถจักรยานยนต์ โดยมีการนำข้อมูลภาคสนามมาสร้างแบบจำลองสนามจริงโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบฟังก์ชันถนน ปริมาณจราจร ระดับการให้บริการ (Level of traffic service provided)
2. ตรวจสอบ Horizontal Alignment และ Vertical Alignment
3. กำหนดวงเลี้ยวรถจักรยานยนต์ที่พิจารณาจากขนาดของรถ
4. ออกแบบและเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามข้อมูลภาคสนาม
5. ออกแบบจุดขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นและจุดกลับเฉพาะรถจักรยานยนต์
6. ออกแบบจุดติดตั้งป้ายหรือเครื่องหมายจราจรบนผิวถนนของมาตรการ
7. หลังจากการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบการออกแบบตามคู่มือการตรวจสอบและยกระดับความปลอดภัยงานทางสำหรับกรมทางหลวงชนบท (กรมทางหลวงชนบท, 2563)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมเส้นทางการขับซึ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศร

ผลการศึกษาพฤติกรรมเส้นทางการขับซึ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยภาพถ่ายทางดาวเทียม พบว่า ผู้ขับซึ่งจะขับซึ่งจากถนนรอบศาลหลักเมืองขอนแก่นมุ่งไปถนนมิตรภาพ ก่อนถึงจุดตัดทางรถไฟก็จะขับตัดข้ามช่องจราจรย้อนศรเข้าห้างสรรพสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3 (มีระยะการเดินทางเท่ากับ 0.5 กม.) ได้จำลองรูปแบบการเดินทางมาทั้งหมด 6 รูปแบบ มีการเดินทางที่ถูกต้องตามกฎหมาย ดังแสดงในรูปที่ 4-7 รวมถึงมาตรการการทำจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ ซึ่งรูปที่ 8 พฤติกรรมการขับซึ่งรถจักรยานยนต์จากจุดต้นทางไปจุดปลายทางโดยมาตรการจุดกลับรถเฉพาะ มีระยะการเดินทางเท่ากับ 1.21 กม.



รูปที่ 3 พฤติกรรมรถจักรยานยนต์ย้อนศร



รูปที่ 4 เส้นทางการเดินทางที่ถูกต้องตามกฎหมายของรูปแบบที่ 1



รูปที่ 5 เส้นทางการเดินทางที่ถูกต้องตามกฎหมายของรูปแบบที่ 2



รูปที่ 6 เส้นทางการเดินทางที่ถูกต้องตามกฎหมายของรูปแบบที่ 3



รูปที่ 7 เส้นทางการเดินทางที่ถูกต้องตามกฎหมายของรูปแบบที่ 4



รูปที่ 8 พฤติกรรมกรการขับร่จักรยานยนต์จากจุดต้นทางไปจุดปลายทางโดยมาตรการจุดกลับรถเฉพาะ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระยะทางของรูปแบบเส้นทาง

การทดสอบ	M	SD	n	Mean Difference	95% CI for Mean Difference	t	df
เส้นทางขับรถย้อนศรเปรียบกับเส้นทางถูกต้อง	2.37	0.87	5	1.87	0.79-2.94	4.83*	4
เส้นทางจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์กับเส้นทางถูกต้อง	2.66	0.66	4	1.45	0.40-2.51	4.38*	3

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

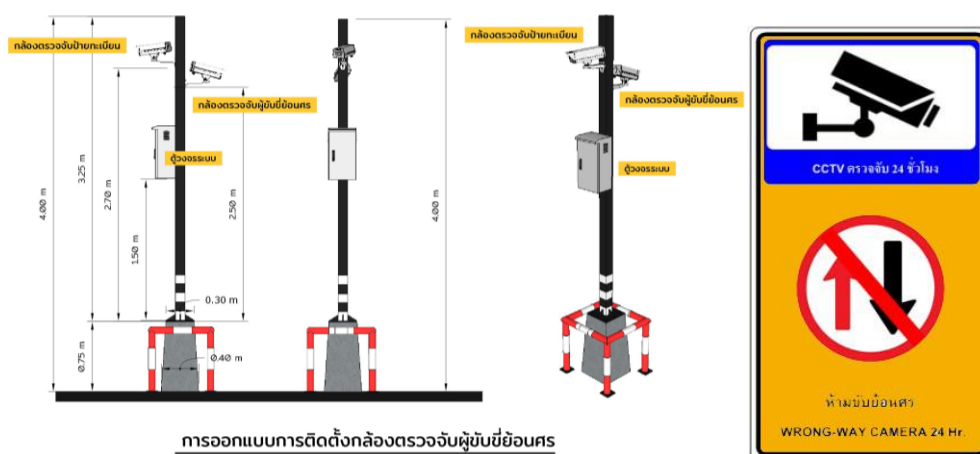
จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระยะทางของเส้นทางขับรถย้อนศรกับเส้นทางถูกต้อง พบว่าระยะทางมีความยาวโดยเฉลี่ยมากกว่า 1.87 กม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบระยะทางของเส้นทางจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์กับเส้นทางถูกต้อง พบว่าระยะทางมีความยาวโดยเฉลี่ยมากกว่า 1.45 กม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ผลการศึกษาแนวทางการแก้ไขพฤติกรรมการขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยเทคโนโลยีกล้อง AI และการออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนน

4.2.1 เทคโนโลยีกล้อง AI

จากการออกแบบกล้องตัวที่ 1 ติดตั้งตำแหน่งกล้องตรวจจับพฤติกรรมย้อนศรที่มุมภาพจะต้องให้เห็นภาพที่ขณะขับรถย้อนศร โดยมุมภาพสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ (มุมกล้องทำมุม 90 องศา กับแนวความสูงของเสา; มุมกล้องทำมุม 20 องศา กับแนวขนานกับเส้นขอบทาง) และติดตั้งอยู่บนเสาสูงประมาณ 3.25 เมตร นอกจากนี้กล้องตัวที่ 2 ติดตั้งตำแหน่งกล้องถ่ายภาพป้ายทะเบียน (มุมกล้องทำมุม 45 องศา กับแนวความสูงของเสา; มุมกล้องทำมุม 20 องศา กับแนวขนานกับเส้นขอบทาง) ติดตั้งอยู่บนเสาเดียวกันสูงประมาณ 3.25 เมตร แสดงดังรูปที่ 8 ฉะนั้นแล้วความสูงของเสารวมความสูงฐานรากมีความสูง 4 เมตรจากระดับพื้นดินและติดตั้งห่างจากขอบถนนหรือขอบผิวจราจร 1-2 เมตร

นอกจากนี้ยังออกแบบการติดตั้งป้ายเตือนตรวจจับการขับรถย้อนศรด้วยกล้อง CCTV ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อเตือนผู้ขับขี่ถนน ว่ามีการบังคับใช้กฎหมายด้วยกล้อง CCTV ตลอด 24 ชั่วโมง โดยตัวอย่าง แบบและขนาดของป้ายแสดงดังรูปที่ 8 โดยป้ายที่ติดตั้งควรได้มาตรฐานทั้งรูปแบบและสีต้องมีขนาดและคุณภาพที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะในเวลากลางคืนควรสะท้อนแสงเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งป้ายนั้นควรติดตั้งก่อนบริเวณจุดที่มีมาตรการกล้อง 100 เมตรทั้งสองฝั่งจราจรเพื่อสร้างความรับรู้และการตัดสินใจของผู้ขับขี่ และติดตั้งห่างจากขอบถนนหรือขอบผิวจราจร 1-2 เมตร จากตารางที่ 2 การตรวจสอบมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร พบว่ามีระยะห่างจากขอบถนนหรือขอบผิวจราจร 1-2 เมตร ซึ่งมากกว่าเกณฑ์กำหนดระยะห่างจากขอบผิวจราจรหรือขอบไหล่ทางอย่างน้อย 0.6 เมตร



รูปที่ 9 การออกแบบการติดตั้งกล้องและป้ายเตือน

ตารางที่ 2 การตรวจสอบมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร

อุปกรณ์	รายละเอียด	ผลการตรวจสอบ
เสาติดตั้งกล้อง	มีระยะห่างจากขอบถนนหรือขอบผิวจราจร 1-2 เมตร > เกณฑ์กำหนดระยะห่างจากขอบผิวจราจรหรือขอบไหล่ทางอย่างน้อย 0.6 เมตร	ผ่าน
ป้ายเตือนกล้องตรวจจับการขับรถย้อนศร	มีระยะห่างจากขอบถนนหรือขอบผิวจราจร 1-2 เมตร > เกณฑ์กำหนดระยะห่างจากขอบผิวจราจรหรือขอบไหล่ทางอย่างน้อย 0.6 เมตร	ผ่าน
	สีของป้ายเป็นกลุ่มสีที่ได้รับการอนุญาตให้ใช้	ผ่าน

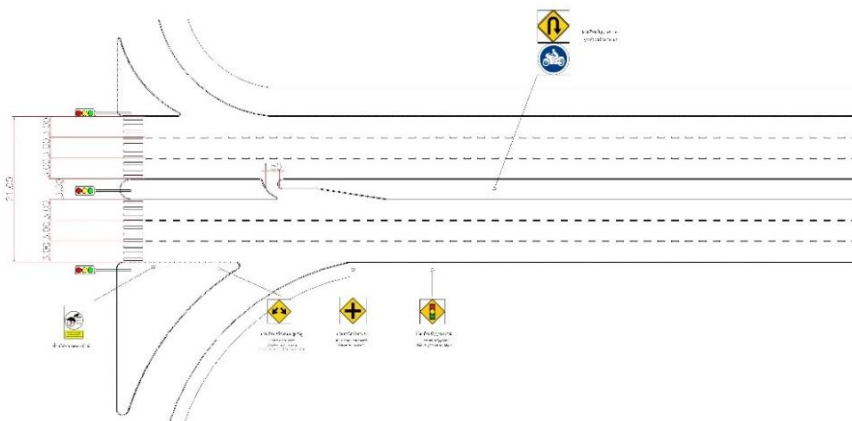
หมายเหตุ : การพิจารณาเป็นการประยุกต์ใช้เกณฑ์การออกแบบตามคู่มือมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร ของกรมทางหลวง ปี พ.ศ.2561

4.2.3 การออกแบบเชิงเรขาคณิตของถนน

รูปที่ 10-11 เป็นการออกแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ แบบ 3 มิติ และ 2 มิติ โดยมีแนวความคิดตามวงเลี้ยวรถจักรยานยนต์ที่มีขนาดความเหมาะสมเฉพาะรถจักรยานยนต์ โดยออกแบบให้มีช่องจราจรสำหรับการเลี้ยวของรถ และมีจุดพักคอยที่มีความกว้างขนาด 1.5 เมตร ก่อนจะมีการกลับรถ



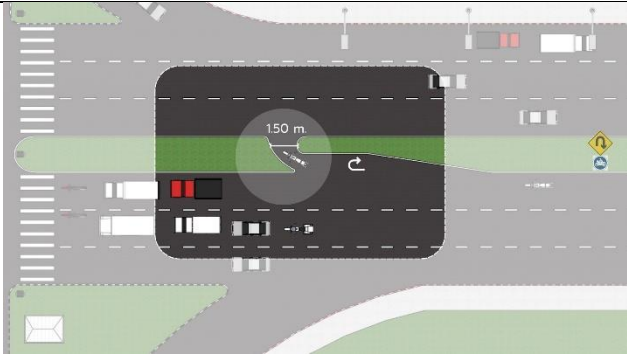
รูปที่ 10 การออกแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ (แบบ 3 มิติ)



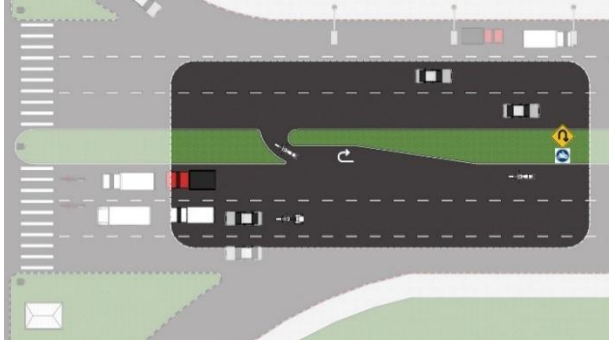
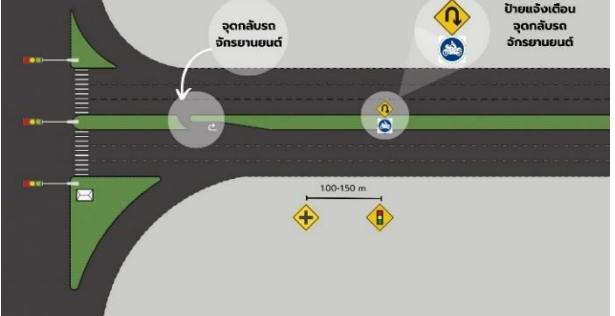
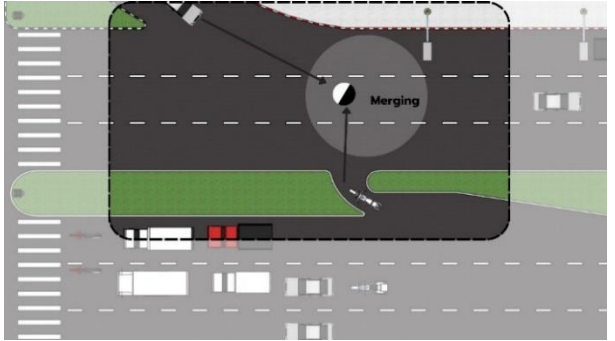
การออกแบบจุดกลับรถจักรยานยนต์เบื้องต้น (ใช้หน่วยเป็นเมตร)

รูปที่ 11 การออกแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ (แบบ 2 มิติ)

ตารางที่ 3 การตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับขั้นตอนการออกแบบ

ลักษณะการประเมิน	รายละเอียด
ประเด็นทั่วไป การออกแบบการเปิดเกาะกลางเพื่อเป็นจุดกลับรถสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยพิจารณาจากขนาดรถจักรยานยนต์มาตรฐานโดยทั่วไป และขนาดช่องทางเดินรถทางเดียวของรถจักรยานและรถจักรยานยนต์ เพื่อนำมาออกแบบช่องทางกลับรถที่มีขนาดความกว้างที่ 1.50 เมตร	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายละเอียดแนวเส้นทาง เส้นทางจุดกลับรถจักรยานยนต์ มีช่องทางเบี่ยงออกจากเส้นจราจรหลัก และมีบริเวณพื้นที่พักคอยกลับรถที่มีขนาดเพียงพอปลอดภัยสำหรับกลับรถ	
ทางแยก ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์สามารถรับรู้และเข้าใจรูปแบบของช่องทางจุดกลับรถได้อย่างถูกต้องในเวลาที่ย่ำกัก จากป้ายเตือนแจ้งถึงช่องทางกลับรถจักรยานยนต์	
ผู้ใช้นถนนอื่น ๆ จุดกลับรถจักรยานยนต์ มีรัศมีวงเลี้ยวที่เพียงพอสำหรับกลับรถจักรยานยนต์ ที่จะไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุกับรถที่สัญจรในทิศทางตรงข้าม โดยออกแบบไม่ให้เกิดจุดขัดแย้งเพิ่มขึ้นและจุดกลับรถจักรยานยนต์จะมีระยะทางน้อยที่สุดสำหรับเส้นทางถูกกฎจราจรไปยังจุดปลายทางเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางถูกกฎจราจรในรูปแบบอื่น ๆ	

จากตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับขั้นตอนการออกแบบพบว่าการออกแบบได้คำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ รวมถึงประเด็นหลักความปลอดภัยทางถนนของผู้ใช้จุดกลับรถนี้ ให้มีความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุน้อยและไม่รุนแรง

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลจากการศึกษาเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศร เมื่อเปรียบเทียบระยะทางระหว่างรูปแบบของเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรกับรูปแบบเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ถูกกฎจราจรอื่น ๆ พบว่ารูปแบบเส้นทางการขับขี่รถจักรยานยนต์ถูกกฎจราจรมีระยะทางมีความยาวโดยเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งพฤติกรรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรในประเทศไทยจะเป็นพฤติกรรมที่พึงใจกระทำ ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาในต่างประเทศที่มีสาเหตุเกิดจากพฤติกรรมที่ไม่ตั้งใจที่จะกระทำพฤติกรรม อาทิ การหลงลืม

เส้นทาง เป็นต้น (Kemel E. 2015) นอกจากนี้จากผลการศึกษาพฤติกรรมการขับซิ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศรของกลุ่มวัยรุ่นในเขตเมืองขอนแก่น พบว่าระยะทางที่ห่างจากจุดกลับรถก็มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตั้งใจขับรถย้อนศร (Satiennam, T. et al. 2023) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ ที่จุดต้นทางและจุดปลายทางของเส้นทางย้อนศรมีระยะทางที่สั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ถูกกฎจราจร

ผลจากการศึกษาการวางตำแหน่งต่าง ๆ ของการติดตั้งกล้อง AI ตรวจจับพฤติกรรมการขับซิ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศร เป็นส่วนที่สนับสนุนข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การทำงานอย่างเป็นระบบ การศึกษานี้สอดคล้องกับระบบของกล้องตรวจจับการฝ่าไฟแดงแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างกล้องตัวที่ 1 ตรวจจับผู้ขับขี่ขณะฝ่าไฟแดงและกล้องตัวที่ 2 ตรวจป้ายทะเบียนรถของผู้ฝ่าไฟแดงรายนั้น (พลิชฐ์ วงษ์หาญศย์และคณะ. 2562) นอกจากนั้นแล้วมาตรการกล้องตรวจจับต่าง ๆ นั้นต้องเสริมการรับรู้ด้วยป้ายเตือนควบคุมมาตรการจะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น การนำเทคโนโลยีกล้องเข้ามาช่วยในการบังคับใช้กฎหมายจราจร (Traffic enforcement) เป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อาทิ การศึกษาที่ผ่านมามีการลดการใช้ความเร็วสูงในการขับซิ่ง ลดพฤติกรรมการฝ่าไฟแดงและเพิ่มพฤติกรรมการสวมหมวกนิรภัยในพื้นที่เขตเมืองขอนแก่นโดยการใช้เทคโนโลยีกล้อง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา ปัจจัยทัศนคติที่มีต่อการขับรถย้อนศรและปัจจัยการคล้อยตามบุคคลที่มีความสำคัญหรือกลุ่มอ้างอิง ส่งผลเชิงบวกต่อความตั้งใจในการขับรถย้อนศร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ณัฐภณ อัครพินและคณะ. 2564)

ผลจากการศึกษาการออกแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์ได้มีการออกแบบเชิงเรขาคณิตโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของวงเลี้ยวของรถจักรยานยนต์ ซึ่งจะแตกต่างจากการใช้วงเลี้ยวของรถยนต์หรือรถบรรทุกมาออกแบบ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังได้ออกแบบไม่ให้เกิดจุดขัดแย้งเพิ่มขึ้นและจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์จะมีระยะทางน้อยที่สุดสำหรับเส้นทางที่ถูกกฎจราจรไปยังจุดปลายทางเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ถูกกฎจราจรในรูปแบบอื่น ๆ การออกแบบเชิงเรขาคณิตจากการศึกษาที่ผ่านมามีการลดความกว้างของช่องจราจรเพื่อลดความเร็วของยานพาหนะได้(วิชุดา เสถียรนาม. 2558) ในทางเดียวกันนี้หากมีการออกแบบระยะจุดกลับที่เหมาะสมตามมาตรการนี้จะสนับสนุนและลดพฤติกรรมการขับซิ่งรถจักรยานยนต์ย้อนศรได้

สรุปการศึกษาตามเส้นทางที่ถูกกฎจราจรในการออกแบบจุดกลับรถเฉพาะรถจักรยานยนต์มีระยะทางที่สั้นกว่าเส้นทางที่ถูกกฎจราจรรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งจะสนับสนุนลดพฤติกรรมการขับรถจักรยานยนต์ย้อนศร หากมีการนำเทคโนโลยีกล้อง AI ในการบังคับใช้กฎจราจรตรวจจับการขับรถจักรยานยนต์ย้อนศรโดยมาตรฐานการติดตั้งและการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบตรวจจับ

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ในการเลือกใช้มาตรการต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาของพื้นที่จริง ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของคุณค่าของการก่อสร้าง งบประมาณและค่าบำรุงรักษา เป็นต้น

6.2 เนื่องจากการออกแบบจุดกลับรถมักจะนำวงเลี้ยวของยานพาหนะมากกว่าหรือเท่ากับ 4 ล้อมาออกแบบ ผู้วิจัยจึงเสนอว่าในอนาคตควรมีการศึกษานาของวงเลี้ยวของรถจักรยานยนต์เพื่อเป็นมาตรฐานการออกแบบต่อไป

6.3 การศึกษาในครั้งนี้เป็นการตรวจสอบการออกแบบตามคู่มือมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรของกรมทางหลวง หากมีการนำการศึกษานี้ไปอ้างอิงควรยึดถือข้อบังคับหรือข้อปฏิบัติของหน่วยงานที่รับผิดชอบของพื้นที่นั้น ๆ

6.4 เนื่องจากการออกแบบจุดกลับรถกลับบริเวณทางแยก ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาระยะห่างระหว่างทางแยกปละจุดกลับรถที่เหมาะสมและมีการทดสอบแบบจำลองการไหลของกระแสจราจรโดยละเอียด เพื่อความปลอดภัยทางถนนและไม่ก่อให้เกิดปัญหาหลังการก่อสร้าง

7. กิตติกรรมประกาศ

บทความงานวิจัยนี้ขออุทิศให้แก่นายวุฒิเดช คำผอง ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน ขอให้ดวงวิญญาณของพี่ชายไปสู่สุคติในภพภูมิที่ดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมทางหลวง. (2561). **คู่มือมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจร**. กรุงเทพฯ:กรมทางหลวง.
- กรมทางหลวงชนบท. (2563). **คู่มือการตรวจสอบและยกระดับความปลอดภัยงานทางสำหรับกรมทางหลวงชนบท**. กรุงเทพฯ:กรมทางหลวงชนบท.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2555). **สถิติสำหรับงานวิจัย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐภณ อัครพน ธนศ เสถียรนาม วิชุดา เสถียรนาม เจษฎา คำผองและธันยรัตน์ เสถียรนาม. (2564). “การศึกษาที่มีปัจจัยอิทธิพลต่อความตั้งใจขับรถย้อนของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์” **วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)**. 21(4) : 83-96.
- ณัฐวัตร ราชิ ธนศ เสถียรนาม วิชุดา เสถียรนาม และสิทธา เจนศิริศักดิ์. (2565). “ความเสี่ยงต่อการถูกชนที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ย้อนศรในเมืองขอนแก่น.” **วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)**. 22(4) : 185-198.
- พลิชฐ์ วงษ์หาญศย์ รุจชัย อังอาร์ณยะวิ ธนศ เสถียรนาม วาธิส สีสลักทร ปิยณัฐ จันทโสฤทธิ์และเจษฎา คำผอง. (2562). “การพัฒนาโปรแกรมตรวจจัดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงและไม่สวมหมวกนิรภัยด้วยกล้องวงจรปิด.” **วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)**. 19(2) : 41-52.
- วิชุดา เสถียรนาม. (2558). **การออกแบบถนนเชิงเรขาคณิตและความปลอดภัย**. ขอนแก่น : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Kemel E. (2015). “Wrong-way driving crashes on French divided roads.” **Accident Analysis Prevention**. 75 (2015) : 69-76.
- Satiennam, T. Akapin, N. Satiennam, W. Kronprasert, N. Kumphong, J. and Ratanavaraha, V. (2023). “Wrong way driving intention and behaviour of young motorcycle riders.” **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**. 9 : 100827.
- Scaramuzza G, Cavegn M. (2007). “Wrong-Way Drivers: Extent – Interventions.” **The European Transportation Conference**.
- World Health Organization [WHO]. (2018). **Global Status Report on Road Safety 2018**. Geneva: Switzerland

คุณค่าทางวิชาการ

ผลการศึกษาในครั้งนี้จะถูกนำเสนอให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัยทางถนนจังหวัดขอนแก่น และหน่วยงานประชาคมลดอุบัติเหตุทางถนนจังหวัดขอนแก่นและมูลนิธิเพื่อความปลอดภัยทางถนนเพื่อผลักดันเป็นนโยบายของจังหวัดต่อไป นอกจากนี้การศึกษานี้ยังสนับสนุนการศึกษาต่อเนื่องของบัณฑิตที่ความร่วมมือโครงการ “โครงการถนนศรีจันทร์ปลอดภัย” ระหว่างคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เทศบาลนครขอนแก่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมูลนิธิเพื่อความปลอดภัยทางถนน

การออกแบบและสร้างชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ กรณีศึกษาสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

ศรัณยู เหลาพา¹ และ วิราวรรณ พุทธมาตย์^{2*}

โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ¹

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ^{2*}

อีเมล : Pwirawan6251@gmail.com²

วันที่รับบทความ 31 สิงหาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 2 ตุลาคม 2566

วันตอบรับบทความ 6 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและประเมินคุณภาพชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ 2) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จำนวนทั้งหมด 7 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สามารถสาธิตและทดลองการทำงานได้ 3 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบรดน้ำ 2) ระบบตรวจวัดความชื้น 3) จอแสดงผล และคุณภาพของชุดฝึกแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23) ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) ด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66) และคุณภาพของชุดฝึกโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51)

คำสำคัญ : ชุดฝึก ระบบรดน้ำอัตโนมัติ วงจรไฟฟ้า



Design and construction of automatic sprinkler system control training package: A case study of Pomelo Orchards Ban Thaen sub district, Ban Thaen District, Chaiphum Province

Saranyu Laopa¹ and Wirawan Puttamat^{2*}

Establishment Project of the Faculty of Engineering and Industrial Technology, Chaiphum Rajabhat University¹

Program in Mathematics, Faculty of Education, Chaiphum Rajabhat University^{2*}

E – mail : Pwirawan6251@gmail.com²

Received 31 August 2023

Revised 2 October 2023

Accepted 6 October 2023

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop and assess a quality of a training set, 2) to determine the efficiency of a training set and 3) to study the satisfaction of students, who used a training package. The sample consisted of 7 students in 3 years, Mechanical Engineering Programs, Establishment Project of the Faculty of Engineering and Industrial Technology, Chaiphum Rajabhat University. The research tools consisted of 1) automatic sprinkler system control training package, 2) quality assessment form and 3) satisfaction questionnaire. The statistics used in this study were percentage and mean.

The results of the research were the automatic sprinkler system control training package to demonstrate and test the operation of 3 systems, namely 1) sprinkler system 2) humidity monitoring system 3) display. The quality structure was good with a mean of 4.23, the usability quality was very good with a mean of 4.75, and the quality of content was very good with a mean of 4.66. The overall quality of the training package was very good with a mean of 4.55. The overall satisfaction level of the sample group was very good with a mean of 4.51

Keywords : Training Package, Automatic Sprinkler System, Electrical Circuit

1. บทนำ

เทคโนโลยียุค 4.0 มีส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการทำงานในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมากด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT ซึ่งหมายถึงการที่สิ่งของอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ใช้อย่างต่าง ๆ รอบตัวเรา ทั้งที่เป็นสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น นาฬิกา โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรศัพท์ พัดลม เครื่องปรับอากาศถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ โทรศัพท์ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ เทคโนโลยี IoT ยังถูกนำไปใช้ในงานด้านการเกษตร เพื่อวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพโดย ช่วยลดปัญหาความเสียหายของผลผลิต เพิ่มประสิทธิภาพของการปลูกพืชในพื้นที่จำกัด การประหยัดทรัพยากรน้ำ ดิน ปุ๋ย สนับสนุนการใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบควบคุมอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ดิน น้ำ ความชื้น อุณหภูมิ การเจริญเติบโต การควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในดิน การให้อาหารผ่านระบบน้ำ การสอดส่องดูแลศัตรูพืช ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ ล้วนแล้วแต่ทำให้เกษตรกรของไทยสามารถผลผลิตสินค้าทางการเกษตรได้อย่างสะดวกและมีคุณภาพ ยกกระดับเกษตรกรของไทย ให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด เช่น การนำอุปกรณ์เซนเซอร์มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิในอากาศ ปริมาณฝุ่นละออง และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (กอบเกียรติ สรรอุปบล. 2561)

จังหวัดชัยภูมิเป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งผลิตส้มโออยู่ที่บ้านหนองผักหลอด หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ เกษตรกรมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อฉ่ำ รสหวานไม่ซ่า ตรงตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งสวนส้มโอ ต้องมีระบบการให้น้ำที่ดี น้ำจะช่วยให้การเจริญเติบโตที่ดีและสม่ำเสมอในช่วงแรกของการปลูก ต่อมาเมื่อต้นส้มโอโตพอที่จะเริ่มบังคับให้มีผลผลิตอย่างเต็มที่ เช่น อายุ 3-4 ปีขึ้นไป เทคนิคการรดน้ำให้กับต้นส้มโอจนเหมาะสมแล้วเปิดน้ำให้กับต้นส้มโออย่างเต็มที่ เพื่อกระตุ้นการออกดอกก็ต้องอาศัยระบบน้ำที่ดีมีประสิทธิภาพเป็นต้น (กรมวิภากร เกษตร. 2560) จากรายงานของคณะกรรมการและคณะทำงานสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์จังหวัดชัยภูมิ (2562) พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอตำบลบ้านแท่นยังประสบปัญหาเกี่ยวกับระบบการให้น้ำที่มีคุณภาพ

ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไฟฟ้ามีการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ และสามารถลงมือปฏิบัติงานได้จริง โดยมีการใช้สื่อการสอนหลากหลายรูปแบบ เช่น การใช้สื่อการสอนชุดฝึกทักษะในการจัดการเรียนรู้ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากให้ผู้เรียนได้ดูการสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติ ซึ่งนำเสนออย่างมีสีสันและดึงดูดความสนใจในรูปแบบตัวอักษรที่ชัดเจนและการใช้อุปกรณ์ชุดต่อสายวงจรไฟฟ้าที่มีความสะดวกในการใช้งานสามารถมองเห็นภาพรวมของวงจรได้ รวมทั้งการบรรยายประกอบเป็นการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ทักษะ และประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ตรงจากการนำเสนอสื่อที่ได้จัดเรียงไว้เป็นลำดับขั้นตอนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ตัวอย่างวงจร ใบงาน ที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ตอบกับผู้สอน ซึ่งจะประหยัดเวลาในการทำความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ ชุดฝึกปฏิบัติถือเป็นตัวกลางที่สำคัญในการเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน ให้มีความเข้าใจในเรื่องที่ต้องการจะศึกษา การสร้างชุดฝึกเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในการถ่ายทอด สามารถทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย สามารถทำเรื่องที่ยากซับซ้อนให้สามารถเข้าใจได้ง่าย (ลัดดา สุขปริดี. 2522) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542)

จากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยในรายวิชา PLC สำหรับวิศวกรรมเครื่องกล ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและความก้าวหน้าของเทคโนโลยี IoT ที่จะนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ เช่น PLC สำหรับ

วิศวกรรมเครื่องกล วิชาวงจรไฟฟ้า หรือวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และจากปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอตำบลบ้านแท่นที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ เพื่อเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่เกิดการเรียนรู้ในหลาย ๆ ด้านและสามารถลงมือฝึกปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง โดยสามารถต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้ และสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้กับการเรียนการสอนและสามารถนำความรู้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการสร้างชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้ตัวควบคุมตรรกะโปรแกรม (Programmable logic controller: PLC) ในการควบคุมการทำงาน มีขอบเขตการฝึกปฏิบัติดังนี้ 1) การฝึกต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมระบบรดน้ำ 2) การฝึกต่อวงจรและการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบตรวจวัดความชื้น 3) การฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมจอแสดงผล

3.1 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชุดฝึกควบคุม

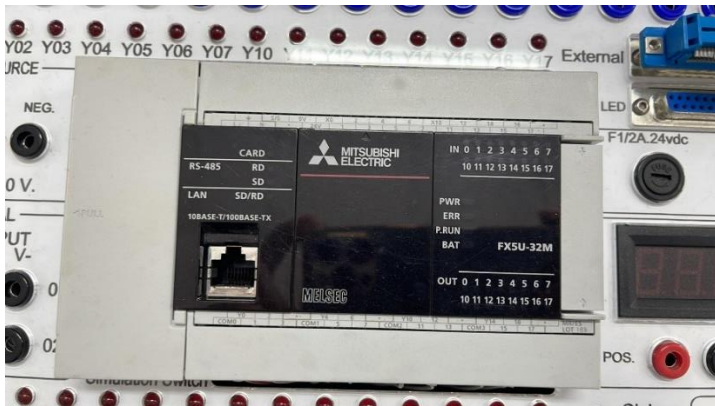
3.1.1 ศึกษาเอกสาร หนังสือ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเกษตรอัจฉริยะ พร้อมทั้งกำหนดขอบเขต วัตถุประสงค์ รายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ในการออกแบบชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ทำการวิเคราะห์ระบบการทำงานต่างๆ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

3.1.2 ออกแบบองค์ประกอบหลักของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ออกเป็น 3 ส่วน คือ

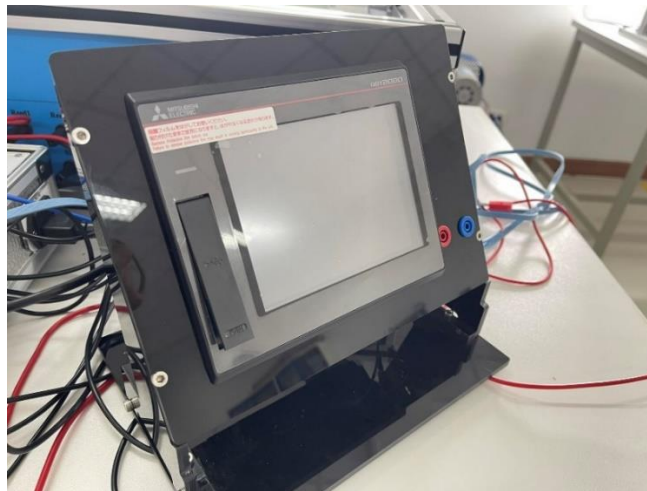
1) ชุดคอนโทรลเลอร์ มีหน้าที่ประมวลผลอินพุต และ ควบคุมการทำงานของเอาต์พุต ควบคุมการทำงานโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC โดยมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการสำคัญ ดังรูปที่ 1

2) ชุดแผงควบคุม มีหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งานไปประมวลผล และ แสดงผลข้อมูลโดยจอสัมผัส (Touch screen proface) เปนจอสัมผัสแบบ Human Machine Interface (HMI) ใช้ทำงานโดยการสื่อสารกันระหว่าง PLC และแสดงในรูปแบบกราฟฟิค HMI ดังรูปที่ 2

3) ชุดอุปกรณ์ ประกอบด้วย ระบบปั้มน้ำ สปริงเกอร์ และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน



รูปที่ 1 โครงสร้างของชุดคอลโทรเลอร์



รูปที่ 2 โครงสร้างของแผงควบคุมชุดฝึก



รูปที่ 3 ภาพรวมโครงสร้างของชุดฝึก

จากรูปที่ 3 คือแบบของชุดฝึกควบคุมระบบอัตโนมัติด้วย PLC ที่นำส่วนชุดคอนโทรลเลอร์และชุดแผงควบคุม ที่ทำการประกอบเสร็จแล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งในส่วนของชุดคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย PLC Mitsubishi FX5U แผ่นรอง และเสาอะคริลิก ส่วนของชุดแผงควบคุม ซึ่งอุปกรณ์หลักๆจะประกอบไปด้วย Touch screen ยี่ห้อ Samkoon HMI SK-070HS และ Terminal block

3.2 ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ โครงสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติมี 3 ส่วนประกอบ ดังนี้

3.2.1 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้นาฬิกาอินพุตอ่านค่าความชื้น หรือเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trimpot การใช้งานจะต้องเสียบแผ่น PCB สำหรับวัดลงดิน เพื่อให้วงจรแบ่งแรงดันทำงานได้ครบวงจร จากนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช่อุปกรณ์ LM393 เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบกันระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดินกับแรงดันที่วัดได้จากวงจรแบ่งแรงดัน ปรับค่าโดยใช้ Trimpot หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นของดินมีมากกว่า ก็จะทำให้วงจรปล่อยลอจิก 1 ไปที่ขา D0 แต่หากความชื้นในดินมีน้อย ลอจิก 0 จะถูกปล่อยไปที่ขา D0 ขา A0 เป็นขาที่ต่อโดยตรงกับวงจรที่วัดความชื้นในดิน ซึ่งให้ค่าแรงดันออกมาตั้งแต่ 0 - 5V

3.2.2 ป้อนน้ำ เลือกใช้ปั้มน้ำหอยโข่งหน้า 1.5 แรง เชื่อมต่อกับ PLC (ระบบควบคุม) และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

3.2.3 ระบบควบคุม ประกอบด้วย ชุดคอนโทรลเลอร์ และชุดแผงควบคุม โดยระบบควบคุมมีหลักการทำงาน ดังนี้

- 1) เมื่อถึงเวลาที่กำหนด PLC สั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 และปั้มน้ำทำงาน
- 2) ปั้มน้ำทำงานครบ 30 นาที จะหยุดการทำงานของโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1
- 3) หลังจากโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 หยุดการทำงาน โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 จะทำงานอัตโนมัติ รดน้ำเป็นเวลา 30 นาที
- 4) เมื่อถึงเวลาที่กำหนด PLC จะสั่งวงจรรดน้ำต้นไม้ ทำงานซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะหยุดการทำงานของวงจร กระบวนการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติ ดังรูปที่ 4

3.3 การประเมินคุณภาพของชุดฝึกควบคุม

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ เมื่อทำการสร้างชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ เรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำไปประเมินหาคุณภาพของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อประเมินว่าชุดฝึกมีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปทดลองใช้ประกอบการเรียนการสอนได้หรือไม่ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด. 2545) แล้ววิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย นำไปเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

3.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.1 ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รูปแบบ วิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะมีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด 2 หมายถึง พึงพอใจ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 4 หมายถึง พึงพอใจมาก และ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การแปลระดับความคิดเห็น ดังนี้

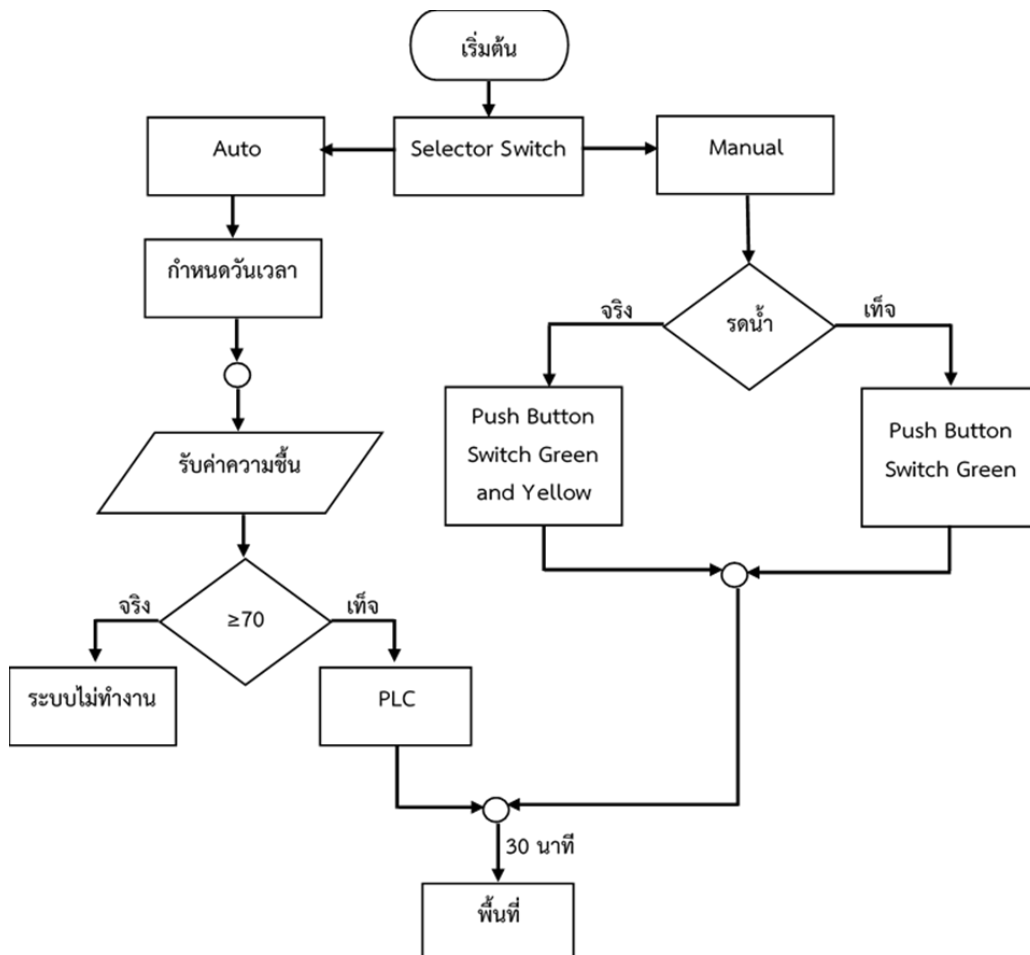
ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด



รูปที่ 4 กระบวนการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ

ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพของชุดฝึก

รายการประเมิน		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					X̄
		1	2	3	4	5	
ด้านโครงสร้าง							
1	รูปทรงและขนาดมีความเหมาะสม	4	4	5	4	4	4.20
2	วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงทนทาน	4	4	5	4	5	4.40
3	การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์สามารถทำการทดลองได้สะดวก	4	4	4	4	5	4.20
4	อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสม	5	5	4	5	4	4.60
5	การออกแบบชิ้นส่วนสามารถประกอบได้ง่าย	4	4	4	4	4	4.00
6	ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	4	4	4.00
ค่าเฉลี่ยรวม							4.23
ด้านใช้งาน							
7	ใช้งานง่ายและสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง	5	5	5	4	5	4.80
8	เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน	5	5	4	5	5	4.80
9	สามารถทำการศึกษาได้หลายตัวแปร	5	5	5	5	5	5.00
10	ความปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง	4	5	5	4	5	4.60
11	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	5	4	4	4	5	4.40
12	ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซม	5	5	4	4	5	4.60
13	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ	5	5	4	5	5	4.80
14	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	5	5	5	5	5	5.00
ค่าเฉลี่ยรวม							4.75
ด้านเนื้อหา							
15	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	5	4	4	5	4.40
16	เนื้อหาชัดเจนและถูกต้อง	5	4	4	5	5	4.60
17	การจัดแบ่งและการเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	5	5	4	4	5	4.60
18	ความชัดเจนของขั้นตอนปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	4.80
19	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$
		1	2	3	4	5	
ด้านเนื้อหา							
20	เนื้อหามีความสนใจในการเรียน	5	4	5	5	5	4.80
21	คู่มือการใช้งานมีความเหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40
ค่าเฉลี่ยรวม							4.66
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด							4.55

จากตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพของชุดฝึกโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55) และผลการประเมินคุณภาพจำแนกรายด้านเป็นดังนี้

ด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23) โดยอุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมมีระดับคุณภาพสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมาคือ วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40

ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) โดยชุดฝึกสามารถทำการศึกษได้หลายตัวแปร และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีระดับคุณภาพสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาคือ ใช้งานง่ายและสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

ด้านเนื้อหาคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66) โดยเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาคือ ความชัดเจนของขั้นตอนปฏิบัติงาน และเนื้อหาความสนใจในการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยการวัดความชื้นในดินเป็นระยะเวลา 10 วัน ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการทำงานของชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ

ครั้งที่	รดน้ำ		ค่าความชื้น (%)
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	
1	✓		59
2	✓		64
3	✓		54
4	✓		68
5		✓	72
6		✓	71
7	✓		65

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ครั้งที่	รดน้ำ		ค่าความชื้น (%)
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	
8	✓		62
9	✓		51
10	✓		59

หมายเหตุ: ค่าความชื้นในดิน เท่ากับ 70% % สัมโจะจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด (มัลลิกา เจริญสุธาสินี และคณะ. 2561)

จากตารางที่ 2 ถ้าความชื้นในดินมีค่าความชื้นน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะสั่งให้จ่ายน้ำให้กับต้นส้มโอ และเมื่อความชื้นในดินมีค่าความชื้นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ระบบจะสั่งให้หยุดจ่ายน้ำ ในการจ่ายน้ำนั้นต้องอยู่ในเงื่อนไขของเวลาที่กำหนด คือช่วงเวลา 06.00 น. ถึง 09.00 น. และ 16.00 น. ถึง 18.00 น. ระบบจึงจะทำการจ่ายน้ำได้ ถ้าอยู่นอกเหนือเวลาที่กำหนด ระบบจะไม่สามารถจ่ายน้ำได้

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนผ่านชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ และตอนที่ 2 ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนผ่านชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ

รายการประเมิน	คนประเมินที่							$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	
1. ชุดฝึกมีความน่าสนใจในการใช้เรียน	5	4	4	5	5	5	4	4.57
2. มีขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	5	5.00
3. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม	5	4	4	5	5	5	5	4.71
4. เนื้อหาความยากง่ายเหมาะสม	4	4	4	4	4	5	4	4.14
5. ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5.00
6. ชุดฝึกช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับระบบ Smart Farm	4	4	4	4	4	4	4	4.00
7. ช่วยให้มีความรู้ในเรื่องการควบคุมอุปกรณ์สำหรับ Smart Farm	4	4	4	4	4	4	4	4.00
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	4	4	4	5	5	4	5	4.43
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์สำหรับ Smart Farm	4	4	4	4	5	5	4	4.29

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนประเมินที่							$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	
10. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเน้นให้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	5	5	5	5	5	5	5	5.00
11. ส่งเสริมให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง	5	4	4	5	4	5	5	4.57
12. มีความสะดวกและการใช้งานง่าย	4	4	3	4	5	4	4	4.00
13. สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน	5	5	4	5	5	5	5	4.86
ค่าเฉลี่ยรวม								4.51

จากตารางที่ 3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51) เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจสูงที่สุดใน 3 ประเด็น ได้แก่ ชุดฝึกมีขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจง่าย ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และชุดฝึกส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเน้นให้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00) รองลงมาคือ ชุดฝึกสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สามารถใช้ทดลองหรือสาธิตการทำงานได้ 3 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบน้ำ 2) ระบบตรวจวัดความชื้น 3) จอแสดงผล ได้ผ่านการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยแบ่งเป็น 3 ด้าน โดยด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23) ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66) คุณภาพของชุดฝึกโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55) สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ เนื่องจากชุดฝึกเป็นสื่อประเภทสาธิตการฝึกปฏิบัติ และสถานการณ์จำลองที่เป็นรูปธรรมของสื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เข้าใจความหมายและเป็นแนวทางให้เข้าใจสิ่งนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ตรงเกิดความสนใจและเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนิศร์ พันธุ์ประยูร (2563) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วย Programmable Logic Controller วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วย Programmable Logic Controller ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสนธิ ขวัญเมือง (2564) ได้สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษาสาขาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขา อิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและสามารถใช้งานได้จริง มีคุณภาพของชุดฝึกจัดอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51) ทั้งนี้ เพราะชุดฝึกมีขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจง่าย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเน้นให้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน สอดคล้องกับงานวิจัยของอัษฎา วรรณกายนต์ (2562) ได้พัฒนาและประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้ และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศจากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.75 และการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ จากการประเมินของผู้เรียน มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.47

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลองที่มีการใช้งานเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับนี้ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ

6.2 การเลือกใช้วัสดุสำหรับประกอบเป็นชุดทดลอง ควรเลือกวัสดุต่าง ๆ ให้เป็นชนิดที่มีความผิดพลาดต่ำ และสามารถหาซื้อได้ทั่วไปในประเทศ ต่างจังหวัด เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาชุดทดลอง

6.3 การเรียนการสอนภาคปฏิบัติผู้สอนจะต้องทำการสาธิตเบื้องต้นก่อนให้ผู้เรียนลงปฏิบัติงาน และต้องวางแผนการใช้ระยะเวลาให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากใบงานให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และเกิดทักษะจากการฝึกตามใบงานมากที่สุด ในขณะที่ผู้เรียนกำลังฝึกผู้สอนควรทำหน้าที่ตรวจสอบความรู้และทักษะของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2560). “การปลูกส้มโออย่างถูกต้องและเหมาะสม”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.hongkhrai.com/pdf/>. สืบค้น 20 พฤษภาคม 2566.
- กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). **พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi**. หสม สำนักพิมพ์อินเทอร์มีเดีย.
- ธนิศร์ พันธุ์ประยูร. (2563). “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย Programmable Logic Controller สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพเชียงราย”. **วารสารครูสภาวิทยากร**. 1(1) : 75-85. โรงพิมพ์ครูสภา ลาดพร้าว.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. สุวีริยาสาสน.
- มัลลิกา เจริญสุธาสินี และคณะ. (2561). **รายด้วยส้มโอทับทิมสยาม**. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนิเวศวิทยาพยากรณ์ และการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- ลัดดา สุขปรีดี. (2522). **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์พิมพ์เนศ.
- สนธิ ขวัญเมือง. (2564). “ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์”. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 20(3) : 80-90.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). **พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**.
- อัษฎา วรรณกายนต์. (2562). “การพัฒนาชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ”. **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 13(3) :163-178.

องค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ ชุมชนผู้สูงอายุตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

มะโนด สุขตาม¹ ยุพดี สีนมาก^{2*} อภินันท์ชัย โจมสติ³ บัญชา ชื่นจิต⁴ กัญญา เยี่ยมสวัสดิ์⁵

องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งมน ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์¹

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ^{2* 3 4 5}

อีเมล : ysinmark@gmail.com^{2*}

วันที่รับบทความ 19 ตุลาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 13 ธันวาคม 2566

วันที่รับบทความ 16 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาบริบทขององค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่จากชุมชนผู้สูงอายุ ภูมิปัญญาในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ และเพื่อหาแนวทางการพัฒนาภูมิปัญญาในท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปฏิบัติการ ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ ชุมชนผู้สูงอายุ ที่มีองค์ความรู้ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน จำนวน 50 คน ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบไปด้วย แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม แบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง การจัดเวที การออกแบบผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และวิเคราะห์เนื้อหา สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

บริบทขององค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่จากชุมชนผู้สูงอายุภูมิปัญญาในท้องถิ่น เป็นภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสานผู้สูงอายุสืบทอดการจักสานจากบรรพบุรุษจากรุ่นสู่รุ่น มีอุปกรณ์ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานที่ไม่ยุ่งยาก ประกอบด้วย มีด เครื่องเรียดไม้ไผ่ ทำเป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน ได้แก่ ตุ่มเป็นเครื่องมือจักสานขนาดใหญ่ มีรูปทรงกรวยตั้ง ขะลอมใส่ไก่ เล้าไก่ไข่ และตะกร้า

พัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ หาแนวทางการพัฒนาภูมิปัญญาในท้องถิ่นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์มีรูปแบบที่ทันสมัยสอดคล้องกับความต้องการซื้อ ผู้วิจัยร่วมกับชุมชนผู้สูงอายุ วิเคราะห์คัดสรรผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนา โดยใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานสำหรับงานตกแต่งและใช้สอยได้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ประเภท โคมไฟแขวน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและลวดลายเดิม ๆ ให้เป็นงานที่แปลกใหม่มีความทันสมัย มีเอกลักษณ์ของชุมชน รูปแบบเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ใช้งานสะดวก และมีความเป็นไปได้ในการผลิต

คำสำคัญ : หัตถกรรมจักสาน ภูมิปัญญาท้องถิ่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ ผู้สูงอายุ



Knowledge of Bamboo Weaving Handicrafts and Local Wisdom for Product Development and Value Added with Creative Economy Thung Mon Subdistrict Elderly Club Prasat District, Surin Province

Manod Suktam¹, Yupadee Sinmak^{2*}, Apinantichai Jomsati³, Bancha Chuenchit⁴, Kanya Yiamsawat⁵
Thung Mon Subdistrict Administrative Organization, Thung Mon Subdistrict, Prasat District, Surin Province¹
Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{2*,3,4,5}
Email : ysinmark@gmail.com^{2*}

Received 19 October 2023

Revised 13 December 2023

Accepted 16 December 2023

Abstract

The Objective of this Research is To Study the Context of Knowledge Regarding Bamboo Basketry Handicrafts from the Local Wisdom Elders club. To Develop Bamboo Handicraft Products to Increase Creative Economic Value. and to Find Ways to Develop Local Wisdom for the Development of Bamboo Handicraft Products to Increase Creative Economic Value. It is Qualitative and Action Research. The Study was Based on a Sample Group Using the Purposive Selection Method, Including the Elderly Club. There Were 50 People with Knowledge and Wisdom About Basketry Handicrafts. Data Collection tools Were Used, Including in - depth interviews. Participation behavior observation form Semi-structured interviews, staging, product design Product development by analyzing qualitative data and analyze content Summary of operating results according to objectives as follows:

Context of knowledge on bamboo weaving handicrafts from the local wisdom elders club. It is the wisdom of basketry handicrafts. Elderly people inherit basketry from their ancestors from generation to generation. There is equipment for producing wicker products that is not complicated, including knives and bamboo shaving machines. Made into household utensils such as turn, a large basketry tool. It has a conical shape, a chicken bowl, a chicken coop for laying eggs, and a basket.

Develop bamboo handicraft products to add creative economic value. Find ways to develop local wisdom in developing products that are unique to the community in order to add value to products with modern styles that are consistent with purchasing needs. The researcher collaborates with the Elderly Club. Analyze selected products, exchange opinions and listen to suggestions from experts. To find guidelines for development Using product design principles The design of woven handicraft products for decoration and use is a prototype product in the category of hanging lamps, which has changed the old style and pattern into something new and modern. Has the uniqueness of the community The format is suitable for utility, convenient to use, and has production possibilities.

Keywords : Basketry Handicraft, Local Wisdom, Product Development, Creative Economic Value Added, Elderly people

1. บทนำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องจักรสานเพื่อการส่งเสริมเศรษฐกิจ มีแนวคิดมาจากการเปลี่ยนแปลงในวิถีของชุมชนในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามด้านเทคโนโลยีและสภาวะเศรษฐกิจ เป็นเหตุให้การดำเนินชีวิตเปลี่ยนแปลงไป แต่งานจักสานเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตของชุมชนที่แยกกันไม่ได้ เพราะผลิตภัณฑ์จักสานผลิตขึ้นมาเพื่อประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก การพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้มีผลิตภัณฑ์สังเคราะห์มาทดแทนงานจักสานจากวัสดุธรรมชาติ งานจักสานเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีความสำคัญจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต แต่ในปัจจุบันจะพบว่างานจักสานจากวัสดุธรรมชาติมีบทบาทลดลง ทั้งในสังคมชนบทและสังคมเมืองต่างให้ความสนใจผลิตภัณฑ์อันเกิดจากเทคโนโลยีอย่างมาก ส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของการดำเนินชีวิตกับสภาพแวดล้อมทั้งโดยตรงและโดยอ้อม และส่งผลกระทบต่อด้านสภาวะเศรษฐกิจอย่างมาก จากการที่รู้จักผลิตของใช้เองเปลี่ยนเป็นการใช้เงินซื้อ ไม่สนใจผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากแรงงานฝีมือจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของบรรพบุรุษและวัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น ส่งผลกระทบทางด้านวัฒนธรรมที่กำลังถูกกลืนในที่สุด ซึ่งคุณค่าทางวัฒนธรรมและประเพณีในชุมชนจะถูกเปลี่ยนแปลงที่ละน้อยจนหายไปในที่สุด (วิบูลย์ ลี้สุวรรณ, 2540) ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นสิ่งที่ชุมชนได้สั่งสมประสบการณ์ ใช้สติปัญญาในการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันในแต่ละสังคมและวัฒนธรรม จึงมีการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมเพื่อตอบสนองความต้องการใช้สอย งานจักสานถือว่าเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของคนไทย ทั้งในด้านของสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต มีคุณค่าทางจิตใจจากความงาม ความประณีตและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานในท้องถิ่นส่วนใหญ่ มุ่งเน้นในด้านประโยชน์ใช้สอยตามสภาพของสังคมแต่ละยุคสมัย จากการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างรวดเร็วในคริสต์ศตวรรษที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากนโยบายการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมซึ่งต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ ๆ มากขึ้น ความจำเป็นในการใช้ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานจากวัสดุธรรมชาติโดยตรงลดลง ในอดีตเครื่องจักรสานสร้างขึ้นมาสอดคล้องความต้องการใช้สอย ใช้เวลาว่างจากการทำนาทำเครื่องจักรสานไว้ใช้ผลิตแบบง่าย ๆ

การศึกษาเอกลักษณ์เฉพาะของตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ และนำมาเป็นแนวทางนำเสนอเรื่องราวที่สร้างสรรค์และน่าสนใจในผลิตภัณฑ์ มีเอกลักษณ์ของชุมชนที่แสดงถึงความเป็นตัวตนของชุมชน ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของวัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิตความเป็นอยู่และการยอมรับร่วมกัน และถือปฏิบัติสืบต่อกันมาจนกลายเป็นวัฒนธรรมการดำรงชีวิตของคนในชุมชน เอกลักษณ์ที่พบ ได้แก่ มีอาชีพเกษตรกรรมทำนาปีละครั้ง อาชีพเสริมกลุ่มผู้หญิงทอผ้าและกลุ่มชมรมผู้สูงอายุตำบลทุ่งมนทำเครื่องจักสาน นอกจากนั้นในเรื่องความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ยังพบว่าผู้บริโภคที่นิยมสินค้าต้องการสินค้าหัตถกรรมจักสานที่มีรูปแบบทันสมัย สดใสสมัยใหม่หรือร่วมสมัย เรียบง่ายเน้นประโยชน์ใช้สอยสามารถใช้งานได้หลายอย่าง ลวดลายบนงานจักสานไม่ต้องมาก ควรเรียบง่ายเพราะลวดลายที่มากเกินไปบนงานจักสานจะดูล้นตา ไม่น่าสนใจ ควรมีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น และจากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มชมรมผู้สูงอายุตำบลทุ่งมนและสมาชิกกลุ่ม สินค้าที่กลุ่มผลิต ได้แก่ ตุ่มเป็นเครื่องมือจักสานขนาดใหญ่ มีรูปทรงกรวยตั้ง ขะลอมใส่ไก่ เล้าไก่ไข่ และตะกร้า ขายได้เฉพาะในชุมชนยังไม่มีตลาดภายนอก และพบปัญหาของผลิตภัณฑ์จักสานที่จำหน่ายดังนี้ สินค้าไม่มีความประณีต ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบไม่หลากหลาย ไม่มีความแปลกใหม่ ขาดเอกลักษณ์ของชุมชน และไม่พบปัญหาผลิตภัณฑ์ที่มีเชื้อราเพราะชาวบ้านจึงเลือกใช้วัสดุผิวไม้ที่ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานไม่ขึ้นราเมื่อถูกความชื้น

สาขาวิชาวัฒนธรรมการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีหน้าที่หลักที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตที่มีทักษะปฏิบัติการด้านการพัฒนาท้องถิ่น จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้เป็นการลอกเลียนรูปแบบ หากแต่พัฒนางานจักสานที่ประยุกต์ใหม่นี้ให้มีประโยชน์ใช้สอยเดิมหรือคล้ายคลึงของเดิมเป็นการประยุกต์งานจักสานที่มีประโยชน์ใช้สอยสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิต ชนบทรรมนิยมประเพณีของคนในท้องถิ่นปัจจุบันและยังคงไว้ซึ่งรูปทรงหรือลวดลายที่สอดคล้องกับศิลปวัฒนธรรมของคนในท้องถิ่นด้วย นอกจากนี้จากการศึกษาแนวคิด ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์งานหัตถกรรมเครื่องจักสาน ในปัจจุบันคุณค่าในด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ จักสานลดน้อยลงจึงต้องมีการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานโดย

การประยุกต์การนำวัสดุอื่น ๆ มาเสริมเพื่อผลิตถังจกสานมีความแข็งแรง มีความแปลกใหม่สร้างความน่าสนใจ และด้านประโยชน์การใช้สอยและเพื่อการจำหน่ายด้วย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาบริบทขององค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่จากชมรมผู้สูงอายุภูมิปัญญาในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์

2.2 เพื่อหาแนวทางการพัฒนาภูมิปัญญาในท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์

3. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเชิงเอกสาร วิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร โดยการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สำหรับการกำหนดระเบียบวิธีการวิจัยหรือกระบวนการวิธีการวิจัย โดยการใช้กระบวนการวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ที่ศึกษา คือ ใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้สูงอายุที่มีภูมิปัญญาทางด้านหัตถกรรม เครื่องจักสานในพื้นที่ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ที่สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยเกี่ยวกับภูมิปัญญาเครื่องจักสาน โดยลักษณะการเก็บข้อมูลเน้นการพูดคุยแบบเป็นกันเองชวนสนทนาและเป็นธรรมชาติ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้การจัดเวที การออกแบบผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งร่วมกับชมรมผู้สูงอายุ ร่วมกันวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับความต้องการของตลาด

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสานพื้นบ้าน ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ อายุ 60 ปี ขึ้นไป

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ ผู้สูงอายุ อายุ 60 ปี ขึ้นไป ทั้งชายและหญิงผู้มีความรู้ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน จำนวน 50 คน

3.2 เครื่องมือการวิจัย สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นแบบสัมภาษณ์ ใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์คำถามเหมือนกันทุกคน และการศึกษาจากข้อมูลที่มีผู้บันทึกไว้แล้ว โดยเน้นกระบวนการสัมภาษณ์เจาะลึกและการสังเกตแบบมีส่วนร่วมกับผู้สูงอายุ ที่มียศความรู้ ความเชี่ยวชาญผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องจักสาน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

3.2.1 แบบสัมภาษณ์เชิงลึก ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาด้านหัตถกรรม เครื่องจักสานพื้นบ้าน ขั้นตอน กระบวนการทำเครื่องจักสาน

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม ใช้ประกอบการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มตัวอย่างโดยที่ผู้วิจัย เข้าไปร่วมในการทดลองปฏิบัติด้วยซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ถูกสัมภาษณ์จะรู้ตัวเองพร้อมทั้งสอนกระบวนการให้กับผู้วิจัย

3.2.3 แบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง เกี่ยวกับเรื่องการดำเนินชีวิต การมีส่วนร่วมในการทำหัตถกรรมเครื่องจักสาน

3.2.4 การจัดเวทีวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ ผู้สูงอายุ ผู้มีความรู้ภูมิปัญญา ด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้น ดังต่อไปนี้

3.3.1 ศึกษาค้นคว้าจากตำราทางวิชาการ เอกสาร หนังสือ วารสาร บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น แนวทางในการออกแบบสัมภาษณ์ ให้มีเนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงในด้านเนื้อหา

3.3.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งเพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือ

3.3.4 ทดลองแบบสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทำการทดลองสัมภาษณ์กับกลุ่มผู้สูงอายุ ที่ประกอบอาชีพจักสาน ครัวภูมิปัญญา และผู้นำชุมชน ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 10 คน เพื่อทดสอบความเหมาะสมของความเข้าใจตรงกันในภาษาที่ใช้สื่อความหมายของเครื่องมือการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับกระบวนการหรือแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดกระบวนการหรือแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ กระบวนการหรือแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการและข้อมูลจากสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและกระบวนการหรือแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำคัญสำคัญโดยสรุปดังนี้

3.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานหัตถกรรมพื้นบ้าน

3.4.2 ทำหนังสือขออนุญาต ถึงประธานกลุ่มผู้สูงอายุ และผู้สูงอายุที่มีองค์ความรู้หัตถกรรมพื้นบ้าน ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และขออนุญาตเก็บข้อมูล

3.4.3 จัดเวทีชี้แจงวัตถุประสงค์ในการดำเนินการศึกษามิปัญญาและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานพื้นบ้าน ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เวทีชี้แจงวัตถุประสงค์โครงการวิจัย

3.4.4 ลงพื้นที่หาหรือกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และขอความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ในการดำเนินการศึกษามิปัญญาด้านหัตถกรรมพื้นบ้านของผู้สูงอายุ ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เข้าพบหารือกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

3.4.5 ดำเนินการเก็บข้อมูล ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เข้าพบกลุ่มเป้าหมาย ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาหัตถกรรมพื้นบ้าน และขั้นตอนเทคนิคการผลิต เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง เดือน มีนาคม – กันยายน 2566 เป็นเวลา 6 เดือน ดังในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การลงพื้นที่และสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง

3.4.6 สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างรายบุคคล ณ ที่อยู่ของกลุ่มตัวอย่าง และเวทีชุมชน

3.4.7 จัดเวทียืนยันความถูกต้องและความครอบคลุมของข้อมูลในประเด็นเกี่ยวกับความเป็นมาของการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาหัตถกรรมพื้นบ้าน ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือการจักสาน การผลิต/ขั้นตอนการผลิต และการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยเชิญกลุ่มตัวอย่างทั้ง 50 คน เข้าร่วมยืนยันความถูกต้องของข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

3.4.8 จัดเวทีวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งความต้องการของตลาด โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ ผู้สูงอายุ ผู้มีองค์ความรู้ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากการสัมภาษณ์ การจัดเวทีและข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร หนังสือ วารสาร บทความทางวิชาการแล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของการบรรยายเป็นความเรียง

4. ผลการวิจัย

การวิจัย องค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ ชมรมผู้สูงอายุ ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมพื้นบ้านของผู้สูงอายุ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมพื้นบ้านของผู้สูงอายุ โดยเก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุที่มีภูมิปัญญาทางด้านหัตถกรรมเครื่องจักสานพื้นบ้าน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอ ผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ศึกษาบริบทขององค์ความรู้ด้านงานหัตถกรรมจักสานไม้ไผ่จากชมรมผู้สูงอายุภูมิปัญญาในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์

4.1.1 บริบทชุมชนวิถีชีวิตของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยลงพื้นที่สัมภาษณ์แบบเชิงลึกกับกลุ่มเป้าหมายในตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ มีสภาพธรรมชาติที่สวยงาม มีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์สำคัญทั้งที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ มีเอกลักษณ์ของชุมชนที่แสดงถึงความเป็นตัวตนของชุมชน ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของวัฒนธรรม ประเพณีวิถีชีวิตความเป็นอยู่ และการยอมรับร่วมกันและถือปฏิบัติสืบทอดกันมาจนกลายเป็นวัฒนธรรมการดำรงชีวิตของคนในชุมชนทุ่งมน ชุมชนนั้นนับถือศาสนาพุทธไปทำบุญตักบาตรตามประเพณีและร่วมงานบุญต่าง ๆ ที่วัดทุ่งมน ด้านประเพณีและความเชื่อของคนชุมชนนั้นนับถือผียังมีการบวงสรวงอย่างเคร่งครัด เอกลักษณ์ที่พบ ได้แก่ มีอาชีพเกษตรกรรม ทำนาปีละครั้ง อาชีพเสริม

กลุ่มผู้หญิงทอผ้าและกลุ่มผู้ชายจักสาน ภาษ่าใช้ภาษาเขมรในการสื่อสารภายในชุมชน ประธานกลุ่มและสมาชิกทุกคนได้เรียนภาษาไทยและพูดอ่านเขียนภาษาไทยได้

4.1.2 ภูมิปัญญาทางด้านหัตถกรรมพื้นบ้านที่ครูภูมิปัญญาได้ดำเนินการในปัจจุบัน ได้แก่ ได้แก่ ต้มเป็นเครื่องมือจักสานขนาดใหญ่ มีรูปทรงกรวยตั้ง ชะลอมใส่ไก่ เล้าไก่ไข่ และตะกร้า ขายเป็นเฉพาะในชุมชนยังไม่มีตลาดภายนอกและพบปัญหาของผลิตภัณฑ์จักสานที่จำหน่าย คือ สินค้าไม่มีความประณีต ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบไม่หลากหลาย ไม่มีความแปลกใหม่ ขาดเอกลักษณ์ของชุมชน และไม่พบปัญหาผลิตภัณฑ์มีเชื้อราชาวบ้านจึงเลือกใช้วัสดุไม้ไผ่ที่สามารถเก็บไว้ได้นานไม่ขึ้นราเมื่อถูกความชื้น

4.1.3 ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานพื้นบ้านที่ผู้สูงอายุ ในตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ผลิตตามต้องการในการใช้งานเฉพาะในชุมชน ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ในการจับสัตว์น้ำ ดังในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานผู้สูงอายุ ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

4.1.4 กระบวนการผลิตหัตถกรรมเครื่องจักสาน จากการศึกษาข้อมูล พบว่า ส่วนใหญ่จะผลิตงานหัตถกรรมประเภทเครื่องใช้สอย ลักษณะของงานจักสานที่มีลักษณะการนำวัสดุมาทำให้เป็นเส้น เป็นแฉก หรือเป็นริ้วเพื่อความสะดวกในการสาน ลักษณะของการจักโดยทั่วไปนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของวัสดุแต่ละชนิดซึ่งจะมีวิธีการเฉพาะที่แตกต่างกันไป หรือบางครั้งการจักไม้ไผ่จะเรียกว่า “ตอก” ซึ่งการจักถือได้ว่าเป็นขั้นตอนของการเตรียมวัสดุในการทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานขั้นแรกของการสาน ทางผู้วิจัยเข้าไปสัมภาษณ์โดยมีวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ ที่ไม่ยุ่งยากซึ่งประกอบด้วย มีด เครื่องเรียด ก่อนที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์

4.2 พัฒนาภูมิปัญญาในท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานหัตถกรรมไม้ไผ่เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์

จากการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสานพื้นบ้าน ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้สูงอายุ ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์คัดสรรผลิตภัณฑ์ การเพิ่มมูลค่า สำหรับผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนา โดยการประมวลสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องจักสาน วิเคราะห์ปัญหาของผลิตภัณฑ์ ที่มีอยู่เดิมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สังเคราะห์เปรียบเทียบความเป็นไปได้ในการออกแบบ

พัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานเชิงสร้างสรรค์ โดยออกแบบภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัย คัดเลือกสายเอกลักษณ์ ที่เป็นลายขัดมาสร้างสรรค์บนผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบผสมผสาน กับแนวคิดหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์นวัตกรรมของ Osborn ใช้เป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและลวดลายเดิม ๆ ให้เป็นงานที่แปลกใหม่มีความเป็นไปได้ในการผลิต คือ การใช้เส้นตอกขนาดใหญ่ - และขนาดเล็ก สาน เป็นลายขัด สลับกับเส้นตอกเส้นเล็ก บนฐานทักกะมีมีความชำนาญในการสานของ

ผู้ผลิต ให้มีรูปแบบที่ทันสมัยและปรับเปลี่ยนหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับสังคมบริบทวัฒนธรรมปัจจุบัน เช่น จากตุ้ม เป็นเครื่องมือจักสานขนาดใหญ่ ชะลอมใส่ไก่ เล้าไก่ไข่ และตะกร้า เพิ่มประโยชน์ใช้สอยสานเป็นโคมไฟแขวน ใช้ประโยชน์ ภายในบ้านพักอาศัยหรือใช้ตกแต่งร้านอาหาร ผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสาน จัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ทดลองนำไปจำหน่ายตามร้านค้าชุมชน

ออกแบบและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์ได้แก่ โคมไฟแขวน ตามกรอบคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ วัฒนธรรมที่มีเอกลักษณ์ของชุมชน และมีการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มิจัยร่วมกับกลุ่มผู้สูงอายุ

รูปแบบและผลิตภัณฑ์เป็นเอกลักษณ์บนงานจักสานดั้งเดิมของกลุ่มผู้สูงอายุ ดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 รูปแบบและผลิตภัณฑ์เป็นเอกลักษณ์บนงานจักสานดั้งเดิมของกลุ่มผู้สูงอายุ

ผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสาน ดังในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ออกแบบและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์ โคมไฟแขวน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอการอภิปรายในประเด็นที่สำคัญเกี่ยวกับบริบทขององค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาในท้องถิ่น และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาหัตถกรรมพื้นบ้านของผู้สูงอายุ ตำบลทุ่งมน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

ภูมิปัญญาหัตถกรรมเครื่องจักสาน สิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญในการดำเนินชีวิตที่ยั่งยืน ได้แก่ ภูมิปัญญา ศักยภาพที่มีอยู่ และองค์ความรู้ในการปฏิบัติงานจริง ไม่สามารถที่จะขาดสิ่งใดได้ในการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุนั้นต้องเริ่มจาก ภูมิปัญญา เป็นองค์ความรู้ที่นำไปใช้ในการปฏิบัติการจริง พร้อมทั้งศักยภาพในการดำเนินงานจนได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งส่วนใหญ่ผู้สูงอายุ สืบทอดการจักสานกันมาจากการติดจนถึงปัจจุบัน อุปกรณ์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ยุ่งยากซึ่งประกอบด้วย มีด เครื่องเรียด ไม้ไผ่ ผลิตเป็นชิ้นงานเครื่องใช้ในครัวเรือน ได้แก่ ตุ่มเป็นเครื่องมือจักสานขนาดใหญ่ ชะลอมใส่ไก่ เล้าไก่ไข่ และตะกร้า และหลีกเลี่ยงการใช้สามารถนำไปจำหน่ายในท้องถิ่นซึ่งมีราคาที่ไม่แพง

การสร้างมูลค่าเพิ่มทางด้านเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ บทบาทของการใช้เศรษฐกิจสร้างสรรค์ในการพัฒนาสังคมและชุมชน โดยจำแนกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณีได้แก่ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Area Base) และการวิเคราะห์เชิงสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ (Product Base) โดยศึกษาผลการศึกษา พบว่า ประเด็นที่เป็นส่วนสำคัญสุดในกระบวนการใช้เศรษฐกิจสร้างสรรค์ในการพัฒนาสังคมและชุมชน ได้แก่ กระบวนการและวิธีการมองหา “ทุนจากภายใน” ของชุมชนและท้องถิ่นที่มีอยู่แล้วเพื่อนำมาซึ่งการต่อยอดสร้างสรรค์และสร้างมูลค่าเพิ่มซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็น “อัตลักษณ์” ที่สำคัญในการสะท้อนความเป็นตัวตนของชุมชนและท้องถิ่น อันเป็นปัจจัยที่สำคัญหนึ่งต่อความสำเร็จในการพัฒนาสังคมและชุมชนที่ยั่งยืน

พัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานเชิงสร้างสรรค์ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้สูงอายุในชุมชนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และคัดสรรผลิตภัณฑ์การเพิ่มมูลค่าสำหรับผลิตภัณฑ์ สร้างความเข้มแข็งให้แก่สมาชิกกลุ่มผู้สูงอายุมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ผลงานที่ทันสมัยขึ้น ซึ่งผู้สูงอายุยังขาดความชำนาญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย จึงต้องใช้เวลาในการพัฒนาและในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ชี้แนะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัย แปลกใหม่ที่ตรงกับตลาดผู้ซื้อ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาต้องเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นตามภูมิปัญญาหัตถกรรมเครื่องจักสาน การพัฒนาโดยยึดเอาวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตงานจักสาน คือ ไม้ไผ่ ต้องเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ภายในท้องถิ่นชุมชนหมู่บ้านนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและสามารถพึ่งตนเองได้โดยมีแนวทางในการพัฒนาโดยคำนึงถึง ความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นที่บรรพบุรุษได้สั่งสมและถ่ายทอดสืบต่อกันมาจากรุ่นสู่รุ่นโดยไม่ละทิ้งวัฒนธรรมท้องถิ่นดั้งเดิมโดยยึดถือคุณค่าเดิม ประโยชน์ใช้สอยต้องคำนึงถึงทรัพยากรของชุมชนและศักยภาพของผู้สูงอายุที่จะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ผลิตขึ้นต้องมีคุณภาพทางด้านความประณีต เพิ่มเทคนิคให้เกิดความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมหรือรูปทรงเดิม

จากผลการวิจัย สอดคล้องกับ จีรวัดน์ นาคพนม (2549) ได้ ศึกษาการพัฒนากระบวนการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านอาชีพ จักสานของชุมชนในจังหวัดอ่างทอง ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนา รูปแบบการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านอาชีพจักสานของชุมชนในจังหวัดอ่างทอง มีองค์ประกอบสำคัญด้วยกัน 3 ส่วน คือ องค์ประกอบที่ 1 ค่านิยมของการจักสาน องค์ประกอบที่ 2 องค์ความรู้ด้านการจักสาน และองค์ประกอบที่ 3 วิธีการสอนการจักสาน และผลจากการทดลองปฏิบัติการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านอาชีพจักสานของชุมชนในจังหวัดอ่างทอง โดยผู้สอนหรือผู้ถ่ายทอดใช้กระบวนการ 3 องค์ประกอบดังกล่าว พบว่า ผู้เรียนสามารถผลิตผลงานกระเป๋าถือสตรีได้ทุกคน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีพอใช้ ผลจากการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความรัก ความชอบ มีความศรัทธา มีทัศนคติ และเกิดค่านิยมในการจักสาน มีความรู้ความเข้าใจ บอกได้ปฏิบัติได้อย่างชัดเจน เกิดทักษะในเรื่องการจักสานจนสามารถนำไปทำต่อ และผลิตผลงานได้อย่างมีคุณภาพนำไปสู่การประกอบอาชีพได้ และผลจากการทดลองปฏิบัติการ พบว่า การพัฒนารูปแบบการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านอาชีพจักสานของชุมชนในจังหวัดอ่างทองโดยใช้กระบวนการ 3 องค์ประกอบนี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ผู้สอนจะต้องทำตามขั้นตอนของการถ่ายทอดทีละขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบ และสอดคล้องกับ สุภาพร ชาววัง (2552) ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านในการพัฒนาเครื่องจักสานเชิงพาณิชย์ จังหวัดนครราชสีมา จากการศึกษา พบว่าการพัฒนาอุปสรรคที่จะต้องมีการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะ ความสามารถ และ

ประสบการณ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์จากงานที่มีคุณภาพได้มาตรฐานซึ่งต้องมีการเรียนรู้ การเลือกวัตถุดิบ การออกแบบ การทำลายจากงาน การย้อมสี การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์สรุปเป็นความรู้ใหม่แล้ว จึงนำความรู้ใหม่นั้นมา พัฒนากลุ่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะเพิ่มมูลค่าในด้านการขาย ที่ได้แสดงถึงภูมิปัญญาและความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละกลุ่ม และสอดคล้องกับ อัญชลี คงทอง (2553) ได้วิจัยเรื่องแบบอย่างในการพัฒนาอาชีพ เครื่องจักสานอำเภอพนสนิม จังหวัดชลบุรี จากผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหัตถกรรมจักสาน กลุ่มอาชีพจักสาน พบว่า ควรอนุรักษ์หรือคงความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ของกลุ่มอาชีพจักสานแต่ละกลุ่มไว้ให้เป็นอย่างดี เพราะความโดดเด่นผลงานของแต่ละกลุ่มจักสานไม่เหมือนกันงานจักสานที่พบเจอ จะสามารถบอกแหล่งที่มาได้ว่าผลิตจากกลุ่มจักสานที่ใด และด้านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พบว่า กลุ่มอาชีพจักสานควรให้ความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพิ่มขึ้น ควรมีการวางแผนสำหรับการสืบทอดอาชีพจักสานเพื่อให้กลุ่มคงอยู่ได้ตลอดไปมิฉะนั้นแล้ว กลุ่มอาจจะล่มสลายเพราะงานจักสานต้องมีการฝึกฝนให้เกิดความชำนาญเป็นการสะสมประสบการณ์แล้วสืบทอดให้ลูกหลานรุ่นต่อไป ในลักษณะครูสอนศิษย์ พ่อสอนลูก พี่สอนน้องต่อไปเรื่อย ๆ ด้วยการฝึกจนปฏิบัติจริง ส่วนเรื่องปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน พบว่า ปัญหาของกลุ่มอาชีพจักสานก็จะมีขึ้นตลอดทุกยุคสมัย แต่ลักษณะของปัญหาช่วงระยะเวลาของการรวมตัวมีปัญหาด้านการ ขาดทักษะฝีมือของสมาชิก กลุ่มได้ร่วมกันแก้ไขในเรื่องที่ทำเองได้กลุ่มก็ดำเนินการเอง เพราะว่าต้องอาศัยการฝึกฝนของแต่ละคนอาศัยร่วมกันฝึกสอน เพื่อพัฒนาฝีมือของแต่ละคน และยังคงสอดคล้องกับ อนุชิต กุลมาลา (2552) การศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นบ้าน จักสานไม้ไผ่ เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง จากการศึกษา พบว่า องค์ความรู้งานจักสานที่สืบทอดต่อกันมา ได้แก่ การปลูกไม้ การสังเกตชนิดของไม้ และอายุไม้ การคัดเลือกไม้สีสุก การตัดไม้ฤดูกาลและวันตัดไม้ และการเก็บรักษาไม้ไผ่ องค์ความรู้เหล่านี้เกิดจากประสบการณ์จึงได้เส้นตอกที่มีคุณภาพเหนียวและทนทาน ลวดลายที่นิยม คือ ลายแม่บทกรรมวิธีที่ทำให้เกิดความคงทนและเพื่อป้องกันเชื้อราและมอด ได้แก่ การรมควันและการทาน้ำมันยางหรือครั่ง ปัจจุบันการผลิตยังคงสืบทอดองค์ความรู้เดิมแต่เมื่อผลิตเป็นสินค้าจึงมีความประณีตยิ่งขึ้น มีการจักตอกด้วยเครื่องรีด การสานลวดลายใหม่ การเคลือบเงาด้วยสารสังเคราะห์ การย้อมด้วยสีเคมี และประกอบด้วยวัสดุอื่นเพื่อให้ชิ้นงานมีคุณค่ามากขึ้น และยังคงสอดคล้องกับแนวคิดของ ปานฉัตร อินทร์คง (2560) ที่กล่าวว่า การปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมธรรมชาติไปสู่ผลิตภัณฑ์วัฒนธรรมที่มี คุณค่าและเพิ่มมูลค่า ด้วยการผสมองค์ความรู้เข้ากับ แนวคิดและกรรมวิธีแบบใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับบริบท สังคมวัฒนธรรมปัจจุบัน ในการปรับเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนหน้าที่ ของผลิตภัณฑ์จักสานผสมกับ เรื่องราววัฒนธรรม และสอดคล้องกับบทความที่เกี่ยวกับ การพัฒนางานหัตถกรรมของ ศูนย์ศิลปาชีพระหว่างประเทศ (2556) ที่กล่าวว่า สินค้าหัตถกรรมที่จะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องไม่เป็นเพียงสินค้าที่ใช้งานหัตถกรรมได้เพียงอย่างเดียว แต่ยังคงเป็นสินค้าที่ระลึกและก่อให้เกิดความรู้สึกแตกต่างแก่ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์บางครั้งผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเล็กน้อยและออกแบบให้มีความทันสมัย ถึงแม้ว่าจะต้องจ่ายต้นทุนสูงขึ้นแต่คุณภาพของสินค้าก็ช่วยลดต้นทุนทางเวลาและต้นทุนทางความไม่พอใจของลูกค้าได้เช่นเดียวกัน รวมถึงสอดคล้องกับคำอธิบาย ของ สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ (2550) ที่กล่าวว่า การเอาภูมิปัญญา ร่วมกับวัสดุและฝีมือช่างก่อให้เกิดงานหัตถกรรมที่มีคุณค่า ลักษณะเด่นให้แก่สินค้าชุมชนและสามารถสร้างรายได้กลับสู่ชุมชน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 มีผู้นำที่มีความรู้ความสามารถเพื่อประสาน ร่วมมือภายในชุมชนในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาในท้องถิ่น

6.2 ควรส่งเสริมให้กลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชนให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. ผลิตภัณฑ์จักสาน ไม้ไผ่) ซึ่งจะนำไปสู่โอท็อประดับดาว จะช่วยทำให้ส่งเสริมการตลาดชุมชนจะมีรายได้เพิ่มขึ้น

6.3 ควรมีการสืบทอดภูมิปัญญาในการจักสาน ตระหนักถึงความสำคัญในการจักสาน เพราะเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นที่บรรพบุรุษได้สะสมถ่ายทอดมาจนถึงปัจจุบัน

6.4 ควรหาแนวทางให้มีการฝึกทักษะฝีมือให้พัฒนางานให้ทันเหตุการณ์ตามความต้องการของตลาด สามารถจำหน่ายและทำรายได้ให้กลุ่ม เป็นการช่วยให้มีงานป้อนให้ทำตลอดเวลา และจะช่วยจูงใจให้คนหนุ่มสาวหันกลับมาทำงานในหมู่บ้านของตนเอง แทนการเคลื่อนย้ายแรงงานเข้าไปขายแรงงานในเมืองหลวง ซึ่งส่งผลไปถึงการลดปัญหาสังคมต่าง ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- จิรวัดน์ นาคพนม. (2549). การพัฒนารูปแบบการถ่ายทอด ภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านจักสานของชุมชนในจังหวัด
อ่างทอง. ปรัชญาการศึกษาคุณภูมิบัณฑิต สาขาการศึกษา ผู้ใหญ่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปานฉัตร อินทร์คง. (2560). การออกแบบผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม แนวคิด รูปแบบ และการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ :
บริษัทอัลลิเมต พรินต์ติ้ง จำกัด. พิพิธภัณฑ์ผ้าห่อหม้อหริภุญชัย.
- วิบูลย์ ลีสุวรรณ. (2540). เครื่องจักสานไทย. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.
- ศูนย์ศิลปาชีพพระหว่านประเทศ (2566). “การพัฒนางานหัตถกรรมสู่อาเซียน”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.sacict.or.th/scripts/knowledge.php?ntabmenu>. สืบค้น 6 มิถุนายน 2566.
- สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ (2550). ผลของ เทคโนโลยีที่มีต่อการออกแบบ. กรุงเทพฯ : โอ เอสพริ้นต์ติ้งเฮาส์.
- สุภาพร ชาววัง. (2552). การประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านในการ พัฒนาเครื่องจักสานเชิงพาณิชย์ จังหวัดนครราชสีมา.
วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัฒนธรรม ศาสตร มหาวิทยลัยมหาสารคาม.
- อนุชิต กุลมลา. (2552). การศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หัตถกรรมพื้นบ้านจักสานไม้ไผ่ เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิง
พาณิชย์ ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัญชลี คงทอง. (2553). แบบอย่างในการพัฒนาอาชีพจักสาน อำเภอพนสนิมคม จังหวัดชลบุรี.
วิทยานิพนธ์รัฐประศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัย ขอนแก่น, ขอนแก่น.

คุณค่าทางวิชาการ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน ถือว่าเป็นองค์ความรู้ที่มีการสั่งสมและถ่ายทอดมาเป็นระยะเวลานาน เครื่องจักสานยังเป็นเครื่องมือที่มนุษย์สามารถจะนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี และไม่เพียงแต่ด้านประโยชน์ใช้สอยเท่านั้นที่มนุษย์พัฒนาขึ้น ความสวยงาม และความทนทานถาวรเป็นปัจจัยที่มนุษย์ให้ความสำคัญอีกด้วย ปัจจุบันเครื่องจักสานได้มีการพัฒนาไปมาก โดยการประดิษฐ์คิดค้นทำให้ได้รูปแบบต่าง ๆ ที่ทันสมัย ตลอดจนกลายเป็นสิ่งที่รับใช้ชีวิตมนุษย์จนเป็นมรดกตกทอดมาจนทุกวันนี้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเครื่องจักสานนั้นดำรงอยู่ คือ การจัดการเรียนรู้ เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดมีการจัดเก็บ การพัฒนาและการนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาทั้งในระดับครัวเรือน ชุมชน ตลอดถึงระดับประเทศ

รายละเอียดและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Industrial Technology Journal, Surindra Rajabhat University

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้เปิดรับบทความจากนักวิชาการ นักวิจัยและนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือน มกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม โดยยินดีรับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวข้องกับศาสตร์ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและสหวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทุกบทความจะได้รับ การตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. รับต้นฉบับจากผู้สนใจตีพิมพ์บทความผ่านระบบ ThaiJo (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>)
 2. กองบรรณาธิการตรวจสอบความสมบูรณ์ความถูกต้องและคุณภาพของบทความต้นฉบับ
 3. กองบรรณาธิการเตรียมต้นฉบับจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviews) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่าสองท่านต่อหนึ่งบทความ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่ง (Authors) จะไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (Double – blind Peer Reviews) โดยบทความที่ลงตีพิมพ์นั้นจะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสอง ท่านหรือสองในสามท่าน
- ทั้งนี้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทความมีดังนี้
- Accept Submission = รับตีพิมพ์บทความโดยให้กองบรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Revisions Required = แก้ไขบทความโดยให้บรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Resubmit for Review = ผู้แต่งต้องแก้ไขบทความส่งกลับมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง
 - Resubmit Elsewhere = ปฏิเสธรับตีพิมพ์บทความ กรณีที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของวารสาร และการเตรียมบทความ ทั้งนี้ให้ผู้แต่ง ส่งบทความตีพิมพ์ในวารสารอื่น
 - Decline Submission = ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ
 - See Comments = พิจารณาข้อเสนอแนะของผู้ประเมินบทความ
4. กองบรรณาธิการส่งต้นฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมสรุปผลการประเมินคุณภาพต้นฉบับและจัดส่งผู้แต่ง เพื่อปรับแก้ไข พร้อมให้ชี้แจงการปรับแก้ไขกลับมายังกองบรรณาธิการ
 5. กองบรรณาธิการตรวจสอบการปรับปรุงแก้ไขความถูกต้อง และรูปแบบการเขียนต้นฉบับ
 6. บรรณาธิการตอบรับการตีพิมพ์และเผยแพร่ต้นฉบับดังกล่าวผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) จากนั้น จะออกหนังสือตอบรับการตีพิมพ์ บทความอย่างเป็นทางการจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์อีกครั้ง
 7. กองบรรณาธิการรวบรวมต้นฉบับและตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนจัดส่งโรงพิมพ์เพื่อจัดทำวารสารฉบับร่าง
 8. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้องของวารสารฉบับร่างจากโรงพิมพ์อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งตีพิมพ์ เผยแพร่

9. กองบรรณาธิการเผยแพร่วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) และจัดส่งวารสารฉบับตีพิมพ์ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่ง และหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

หลักเกณฑ์ในการส่งบทความของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. บทความที่ผู้แต่งส่งมาเพื่อตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์จากวารสารอื่น ๆ
2. เนื้อหาในบทความต้องไม่คัดลอก ลอกเลียนแบบ หรือไม่ตัดทอนจากบทความอื่นโดยเด็ดขาด (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น)
3. ผู้แต่งต้องเขียนบทความตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์” ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
4. การพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จะพิจารณาเฉพาะบทความที่ได้รับการประเมินให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น
5. กรณีมีข้อเสนอนี้จากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่งต้องปรับแก้ไขตามข้อเสนอนี้ของผู้ทรงคุณวุฒิ และชี้แจงการแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการ

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ รับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาในศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรับบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทความที่รับพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฯ มีสองลักษณะ และความยาวของบทความควรเป็นดังนี้

- 1) บทความวิจัย (Research Article) ประมาณ 15 หน้า ต่อบทความ
- 2) บทความทางวิชาการ (Article) ประมาณ 10 หน้า ต่อบทความ

ผู้เขียนสามารถจัดเตรียมต้นฉบับเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่บทความภาษาไทยจะต้องมีชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด อีเมล บทคัดย่อและคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษด้วย โดยบทความที่เสนอจะต้องพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ ใช้ตัวหนังสือแบบ TH SarabunPSK กำหนดตั้งค่าหน้ากระดาษซ้าย 2 เซนติเมตร ขวา 1.5 เซนติเมตร บน 2 เซนติเมตร ล่าง 1.5 เซนติเมตร กำหนดการตั้งแท็บ คือ 1.00 1.59 2.06 2.54 และ 3.02 เซนติเมตร ลงบนกระดาษขนาด B5 (182 x 257 mm) พิมพ์ต้นฉบับแบบขาว - ดำ โดยยึดรูปแบบการพิมพ์ตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารนี้ โดยขนาดและรูปแบบให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

รายการ	แบบอักษรและขนาด	การจัดตำแหน่ง	ลักษณะตัวอักษร
ชื่อเรื่อง	TH Sarabun PSK 18 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
ชื่อและที่อยู่ผู้เขียน	TH Sarabun PSK 14 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
หัวข้อ	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนา
เนื้อเรื่อง	TH Sarabun PSK 14 pt	กระจายแบบไทย	ตัวธรรมดา
ชื่อรูป	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนาเฉพาะคำว่า รูปที่ x
ชื่อตาราง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้ายอยู่เหนือตาราง	ตัวหนาเฉพาะคำว่า ตารางที่ x
ชื่อเอกสารอ้างอิง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวธรรมดา

บทความภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน โดยหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยในข้อความ และถ้าในบทความมีศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะให้ใช้คำทับศัพท์ และ/หรือ ศัพท์บัญญัติ พร้อมวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้นด้วย

การเขียนภาษาอังกฤษเพื่ออธิบายศัพท์ทางเทคนิคให้เขียนในวงเล็บภาษาอังกฤษต่อท้ายคำศัพท์นั้น ๆ โดยอธิบายเพียงครั้งแรกที่ศัพท์นั้นปรากฏในบทความ โดยใช้ตัวพิมพ์เล็ก (Small Letter) ยกเว้นชื่อเฉพาะ ชื่อคน หรือ อักษรย่อที่ต้องใช้หรือขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ (Capital Letter)

การพิมพ์จะไม่มีการเว้นบรรทัด เว้นแต่หากต้องการขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นหนึ่งบรรทัดหรือการแทรกตารางหรือรูปภาพและเว้นอีกหนึ่งบรรทัดก่อนจะขึ้นย่อหน้าใหม่หลังการแทรกตารางหรือรูปภาพดังกล่าว

การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่องให้ใช้เลขกำกับนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1 เป็นต้น

สำหรับการอ้างอิงเอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้ให้ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 11 เอกสารอ้างอิง (References)

เอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้บทความประเภทต่าง ๆ ในวารสารเล่มนี้ มีหัวข้อโดยประมาณ ดังนี้

บทความวิจัย (Research Article)	บทความวิชาการ (Article)
1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)	2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)
3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. บทนำ (Introduction)	4. ประเด็นหัวข้อ/เนื้อหาสาระ
5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)	5. สรุป (Conclusion)
6. วิธีการวิจัย (Methodology)	6. เอกสารอ้างอิง (References)
7. ผลการวิจัย (Results)	
8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)	
9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)	
10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) - ถ้ามี	
11. เอกสารอ้างอิง (References)	
12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)	

1. ชื่อเรื่อง (Title)

ควรกะทัดรัดไม่ยาวจนเกินไป ถ้าบทความเป็นภาษาไทย ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2. รายละเอียดผู้แต่งบทความ

2.1 รายชื่อผู้เขียน (Authors) ให้เขียนชื่อเต็ม นามสกุลเต็ม ของผู้แต่งครบทุกคน ทั้งบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2.1.1 ไม่ใส่ตำแหน่งทางวิชาการ ยศ ตำแหน่งทางทหาร สถานภาพทางการศึกษา หรือ คำนำหน้าชื่อ หรือท้ายชื่อ และไม่ต้องระบุสถานภาพผู้แต่ง เช่น นักศึกษาปริญญาเอก หรืออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นต้น

2.1.2 ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.2 สถานที่ทำงาน (Addresses) ระบุชื่อคณะและสถาบันการศึกษาของผู้เขียนบทความทุกคนในกรณีที่มีผู้เขียนหลายคน ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายสถานที่ทำงานของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะสถานที่ทำงานของผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.3 ที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address) ระบุอีเมลที่ใช้ติดต่อของผู้รับผิดชอบบทความหลัก ทั้งนี้ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดผู้แต่งบทความ

ในบทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษให้พิมพ์เช่นเดียวกับรายละเอียดผู้แต่งบทความเพียงแต่แปลเป็นภาษาอังกฤษ ดังแสดงในรูปที่ 1 และ รูปที่ 2

บัญชา ชื่นจิต^{1*} นวัตร โพธิสาร²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@srru.ac.th^{1*}

รูปที่ 1 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาไทย

Bancha Chunjit^{1*} Nawattakorn Phothisar²
Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}
Faculty of Management technology, Rahanangala University of
Technology Isan Surin Campus²
E – mail : Bancha@srru.ac.th^{1*}

รูปที่ 2 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาอังกฤษ

3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อภาษาไทย และบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ต้องมีความยาวระหว่าง 200 ถึง 350 คำ และมีความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อจากรายละเอียดผู้แต่งบทความ และเป็นบทคัดย่อบทคัดย่อประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ (Objective) วิธีการวิจัย (Methods) สรุปผลการวิจัย (Conclusion) และคุณค่าหรือการนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ (Keywords) มีคำสำคัญ 3 - 5 คำ ที่ครอบคลุมชื่อเรื่องที่ศึกษา เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นหาข้อมูลและจัดเรียงคำสำคัญตามตัวอักษร ส่วนการเขียน Keywords ภาษาอังกฤษ ควรถูกต้องและชัดเจนตามหลักภาษา สอดคล้องกับคำสำคัญภาษาไทย โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อบทคัดย่อ

4. บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนของเนื้อหาที่อธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา และเหตุผลนำไปสู่การศึกษาวิจัย ทั้งนี้ ควรอ้างอิงเอกสารและงานวิจัยที่มีความทันสมัยและความถูกต้องที่เกี่ยวข้องด้วยเพื่อให้มีน้ำหนักและเกิดความน่าเชื่อถือ โดยเป็นการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา (In - text Citation) แบบนามปีที่ใช้ระบบ APA (American Psychological Association citation style)

5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

วัตถุประสงค์มีความชัดเจนสอดคล้องกับชื่อบทความและอยู่ในกรอบของเรื่องที่ศึกษาวิจัย ไม่ควรเกิน 3 ข้อ

6. วิธีการวิจัย (Methodology)

อธิบายถึงกระบวนการวิจัยอย่างละเอียดและชัดเจน เช่น ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตการศึกษา เครื่องมือที่ใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งถ้าต้องมีการอ้างถึงสมการ ผู้แต่งต้องพิมพ์ด้วยฟังก์ชันในการเขียนสมการในเวิร์ดโปรเซสเซอร์ เช่น Math Type หรือเครื่องมือสมการอื่น ๆ และห้ามบันทึกสมการเป็นรูปภาพเด็ดขาด โดยรูปแบบอักษรในสมการต้องเป็น **Times New Roman** ขนาด 12 point

สมการทุกสมการจะต้องมีหมายเลขที่อยู่ในวงเล็บกำกับและเรียงตามลำดับ หมายเลขสมการต้องอยู่ชิดขอบขวาของคอลัมน์ โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนสมการ ดังตัวอย่าง

$$f_{rmp}^{TM^2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{x_{mn}}{a}\right)^2 + \left(\frac{x_{mn}}{b}\right)^2 + \left(\frac{p\pi}{L}\right)^2}}{2\pi\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (1)$$

การนิยามและอธิบายตัวแปรในสมการให้ใช้รูปแบบอักษรหรือสัญลักษณ์ที่เหมือนกันกับที่ปรากฏในสมการทั้งแบบอักษรและขนาดอักษร

7. ผลการวิจัย (Results)

เสนอผลการวิจัยที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยการบรรยายในเนื้อเรื่อง หรือแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมด้วยภาพประกอบ ตาราง กราฟ หรือแผนภูมิ ตามความเหมาะสม

7.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับรูป ต้องมีความกว้างไม่เกินขอบหน้ากระดาษ โดยวรรค 1 บรรทัด ก่อนและหลังรูป กรณีที่เป็นรูปขนาดใหญ่จะลงเต็มหน้ากระดาษทางขวาก็ได้ โดยให้จัดรูปแบบให้เหมาะสมและชัดเจน รูปกราฟหรือแผนภูมิต่าง ๆ ควรวาดด้วยลายเส้นคมชัดบนพื้นที่สีขาว รูปถ่ายต้องเป็นรูปจริงและเป็นรูปขาวดำเท่านั้น รูปประกอบแต่ละรูปจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายประกอบที่มีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด โดยจัดชิดซ้ายได้รูปที่ หากรูปมีตัวอักษร ขนาดของอักษรต้องมีขนาดที่อ่านได้และไม่ควรมีขนาดเล็กกว่าขนาดอักษรที่เป็นเนื้อเรื่อง (14 point) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 สายอากาศในการทดลองโดยมีสายโพรบเป็นสายวัดที่ต่อเข้ากับ Network Analyzer

7.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับตาราง เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนตาราง ใช้ขนาดของตัวเลขและตัวอักษร 14 point ควรตีเส้นในตารางให้เรียบร้อย ตารางแต่ละตารางจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายตารางความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด พิมพ์ชิดขอบซ้ายเหนือตารางนั้น ๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 - 2

8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

ชี้แจงผลวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์หรือสมมุติฐานการวิจัย วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการวิจัยให้เข้ากับหลักทฤษฎีสอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

ระบุข้อเสนอแนะหรือการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทั้งประเด็นคำถามวิจัยซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) – ถ้ามี

ระบุสั้น ๆ ว่างานนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใดหรือผู้ใดบ้าง (ถ้ามี) โดยให้ละเว้นการกล่าวขอบคุณบุคลากรหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

11. เอกสารอ้างอิง (References)

เป็นการอ้างอิงเอกสารในเนื้อหาให้ใช้ระบบ APA Style (American Psychological Association Style) ให้เริ่มต้นด้วยเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ หากผู้เขียนมีมากกว่า 3 คน ให้ใส่ชื่อ 3 คนแรกแล้วตามด้วย และ คณะหรือ et al.

11.1 การอ้างอิงในเนื้อหาใช้ระบบนาม-ปี (Name-year Reference)

1) การอ้างอิงในเนื้อหาจากสื่อทุกประเภท ลงในรูปแบบ “ชื่อ นามสกุล./ปีที่พิมพ์./เลขหน้าที่ปรากฏ” อยู่ในเครื่องหมายวงเล็บเล็ก

2) ผู้เขียนคนไทยลงชื่อ-สกุล ส่วนผู้เขียนชาวต่างชาติลงเฉพาะนามสกุล ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

โสเกรตัสย้ำว่าการอ่านสามารถจุดประกายได้จากสิ่งที่นักอ่านรู้อยู่แล้วเท่านั้นและความรู้ที่ได้รับมาไม่ได้มาจากตัวหนังสือ (แมนเกล. 2546 : 127)

สุมาลี วีระวงศ์ (2552 : 37) กล่าวว่า การที่ผู้หญิงจะไปสื่อชักผู้ชายมาบ้านเรือนของตัวเองทั้ง ๆ ที่เขายังไม่ได้มาสู่ขอนั้น เป็นเรื่องผิดขนบธรรมเนียมจารีตประเพณี

หมายเหตุ : รายการที่อ้างอิงในเนื้อหา ต้องปรากฏในรายการบรรณานุกรมเสมอ

11.2 บรรณานุกรม (Bibliography) การเขียนบรรณานุกรมใช้รูปแบบของ APA (American Psychology Association) ดังตัวอย่างตามชนิดของเอกสารดังนี้

1) หนังสือ

ชื่อ-สกุลผู้แต่ง./ปีที่พิมพ์./ชื่อหนังสือ./เล่มที่ (ถ้ามี)./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์./สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

แมนเกล, อัลแบร์โต. (2546). **โลกในมือนักอ่าน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : พิมพ์ศ พรินต์ติ้ง เซ็นเตอร์.

สุมาลี วีระวงศ์. (2552). **วิถีชีวิตไทยในลิลิตพระลอ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.

Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2001). **Managing innovation**. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons.

2) บทความวารสาร

ชื่อ-สกุลผู้เขียน./ปีที่พิมพ์./เดือน วันที./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./ปีที่หรือเล่มที่(ฉบับที่)/:เลขหน้า

ตัวอย่าง

ธเนศ อาภรณ์สุวรรณ. (2538, มกราคม). “ข้อสังเกตเกี่ยวกับการศึกษาประวัติศาสตร์เศรษฐกิจของไทย.” **วารสารมนุษยศาสตร์**. ฉ. 2 : 35-40.

Cooray, V. (1992, July-August). “Horizontal Field Generated by Return Strokes.” **Radio Science**. 27(4) : 529-537.

3) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์.// (ปีพิมพ์).// ชื่อวิทยานิพนธ์.// ระดับวิทยานิพนธ์.// ชื่อสาขาวิชา.// หรือภาควิชา.// คณะ.// ชื่อสถาบัน

ตัวอย่าง

บุญเรือง เนียมหอม. (2540). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปณิธิ งามตฤกุล. (2547). การย้ายถิ่นของชาวไทยใหญ่เข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิภาคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วันดี สนธิวุฒิเมธี. (2545). กระบวนการสร้างอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์ของชาวไทยใหญ่ชายแดนไทย-พม่า กรณีศึกษาหมู่บ้านเปียงหลวง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์สังคมวิทยาและมานุษยวิทยามหาบัณฑิต สาขาวิชามานุษยวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

4) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

4.1) ข้อมูล/สารสนเทศจากสารานุกรมบนซีดีรอม

ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// “ชื่อบทความ.”/ชื่อสารานุกรม.// จำนวนแผ่น.// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// ชื่อสารานุกรม./ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Meade, M. S. (2002). “Thailand.” **Compton’s Interactive Encyclopedia**. [CD-ROM]. Available : Compton’s Interactive Encyclopedia. Retrieved July 4, 2002.

4.2) ข้อมูล/สารสนเทศจากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// “ชื่อบทความ.”/ชื่อวารสาร./ปีที่(ฉบับที่).// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Erdelez, S., Ware, N. (2001). “Finding Competitive Intelligence on Internet Start-up Companies : A Study of Secondary Resource Use and Information-Seeking Processes.” **Information Research**. 7(1). [Online]. Available : <http://information.net/ir/7-1/paper115.html> Retrieved July 11, 2002.

Kenneth, I. A. (2000). “A Buddhist Response to The Nature of Human Rights.” **Journal of Buddhist Ethics**. 8(3). [Online]. Available : <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html> Retrieved March 2, 2009.

4.3) ข้อมูล/สารสนเทศอื่นๆ บนอินเทอร์เน็ต

ผู้เขียนบทความ.// (ปี).// “ชื่อบทความ.”// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2550). “แรงงานต่างด้าวในภาคเหนือ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [ผิตพลาด! การอ้างอิงไฮเปอร์ลิงก์ไม่ถูกต้อง](http://www.btc.or.th/public/Econ/ch7/42BOX04.HTM) northern /public/Econ/ch7/42BOX04. HTM. สืบค้น 2 กันยายน 2550.

Beckenbach, F. and Daskalakis, M. (2009). “Invention and Innovation as Creative Problem Solving Activities: A Contribution to Evolutionary Microeconomics.” [Online]. Available : http://www.wiwi.uni-augsburg.de/vwl/hanusch/emaee/papers/Beckenbach_neu.pdf Retrieved September 12, 2009.

12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)

การนำเสนอให้ความรู้ใหม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาและวงวิชาการ/การเสนอความรู้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ/สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติได้/กระตุ้นให้เกิดความคิดและการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง

การส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้แต่งต้องส่งบทความผ่านทางระบบออนไลน์ โดยการสมัครสมาชิก (Register) วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) เพื่อขอรับ Username และ Password และคลิกที่ปุ่ม Log In เพื่อเข้าสู่ระบบ ในกรณีที่已是สมาชิกของวารสารแล้ว กรุณาเข้าสู่ระบบ log in และดำเนินการส่งบทความโดยดูตัวอย่างการส่งบทความได้ที่ ขั้นตอนการ SUBMISSION

หมายเหตุ:

1. กองบรรณาธิการฯ ขอสงวนสิทธิ์ ในการแก้ไขข้อความบางส่วนโดยไม่กระทบต่อเนื้อหาหลักของบทความ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบการตีพิมพ์ของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. บทความในวารสารฉบับนี้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น

**รูปแบบของบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์
ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**

[ขนาด 18 pt
ตัวหนา
เว้น 1 บรรทัด]

ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่^{1*} ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@sru.ac.th^{1*}

[ขนาด 14 pt
ตัวหนา
เว้น 1 บรรทัด]

บทคัดย่อ [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

การจัดพิมพ์เอกสารต้นฉบับ ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดตามรูปแบบที่กำหนด ในกรณีบทความเป็นภาษาไทย ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาไทย ควรมีย่อหน้าเดียวไม่ควรเกิน 250 คำ บทคัดย่อควรกล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของบทความ ผลลัพธ์ หรือสรุปผลที่ได้จากการทำวิจัย คำสำคัญที่เป็นภาษาไทยไม่ต้องมีเครื่องหมายจุลภาค (,) ระหว่างคำ

[ขนาด 14 pt
ตัวบาง
เว้น 1 บรรทัด]

คำสำคัญ : คำสำคัญ1 คำสำคัญ2 คำสำคัญ3 [ขนาด 14 pt]

A Manuscript Preparation Guideline for Paper Submitted
to Industrial Technology Academic Journal,
Surindra Rajabhat University

ขนาด 18 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

Author^{1*}, Author²

Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}

Faculty of Management Technology, Rajamangala University of

Technology Isan Surin Campus²

E – mail : Bancha@srru.ac.th^{1*}

ขนาด 14 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

Abstract

ขนาด 14 pt ตัวหนา

This Is an instruction for manuscript preparation. Please follow this guideline strictly. For a Thai article, an abstract in English must accompany the Thai version. The abstract should contain a single paragraph and its length should not exceed 250 words. It should be prepared in concise statement of objectives and summary of important.

ขนาด
14 pt
ตัวบาง

เว้น 1 บรรทัด

Keywords : Keywords1, Keywords2, Keywords3

ขนาด 14 pt

บทนำ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Introduction {14 pt bold

{ขนาด 14 pt ตัวบาง

วัตถุประสงค์ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Research Objectives {14 pt bold

{ขนาด 14 pt ตัวบาง

วิธีการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Methods {14 pt bold

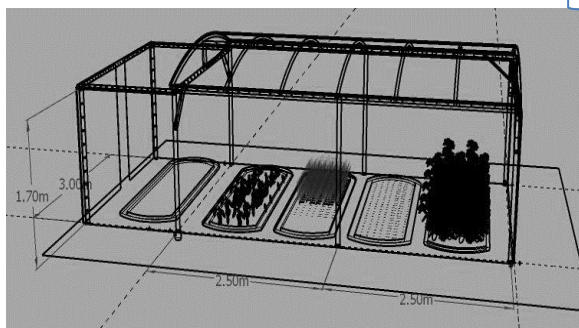
{ขนาด 14 pt ตัวบาง

ผลการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Results {14 pt bold

{ขนาด 14 pt ตัวบาง

{เว้น 1 บรรทัด



{เว้น 1 บรรทัด

รูปที่ 1 การออกแบบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำเกษตรปลอดสารพิษของผู้สูงอายุ

ตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงตารางผสมปฏิภาคคอนกรีต

เว้น 1 บรรทัด

ส่วนผสม	ปฏิภาคส่วนผสม(กก./ม ³)				ค่ายุบตัว คอนกรีต (ม.ม.)
0.61	น้ำ	ซีเมนต์	หิน	ทราย	90
	200	327	1056	740	

หมายเหตุ : ในส่วนหมายเหตุใช้ TH SarabunPSK ขนาด 12 pt ตัวธรรมดา

อภิปรายผลและสรุปผล

ขนาด 14 pt ตัวหนา

Discussion and Conclusion

14 pt bold

.....

.....

.....

ขนาด 14 pt ตัวบาง

ข้อเสนอแนะ

ขนาด 14 pt ตัวหนา

Suggestion

14 pt bold

.....

.....

.....

ขนาด 14 pt ตัวบาง

กิตติกรรมประกาศ

ขนาด 14 pt ตัวหนา

(ถ้ามี).....

.....

.....

.....

ขนาด 14 pt ตัวบาง

เอกสารอ้างอิง

ขนาด 14 pt ตัวหนา

References

14 pt bold

1 ซม.

.....

.....

ขนาด 14 pt ตัวบาง

คุณค่าทางวิชาการ

ขนาด 14 pt ตัวหนา

Academic Value

14 pt bold

.....

.....

.....

ขนาด 14 pt ตัวบาง

จริยธรรมการตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กำหนดจริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics) ของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ ไว้ดังนี้

หน้าที่และความรับผิดชอบของบรรณาธิการ

บรรณาธิการควรรับผิดชอบต่อทุกสิ่งที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารในความรับผิดชอบของตน ดังนี้

1. ดำเนินงานต่าง ๆ ของวารสารให้ตรงตามความประสงค์ของผู้อ่านและผู้แต่ง
2. มีการปรับปรุงวารสารอย่างต่อเนื่อง
3. รับรองคุณภาพของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์
4. ให้เสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น
5. คงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ
6. ปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญาจากความต้องการทางธุรกิจ
7. ยินดีแก้ไขข้อผิดพลาดการตีพิมพ์ การทำให้เกิดความกระจ่าง การถอนบทความ และการขอภัยหากจำเป็น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้อ่าน

แจ้งให้ผู้อ่านทราบเกี่ยวกับผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและบทบาทของผู้ให้ทุนวิจัยในการทำวิจัยนั้น ๆ

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้แต่ง

1. บรรณาธิการควรดำเนินการทุกอย่างเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ เพื่อรับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ตีพิมพ์และตระหนักว่าวารสารและแต่ละส่วนของวารสารมีวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ต่างกัน
2. การตัดสินใจของบรรณาธิการต่อการยอมรับหรือปฏิเสธบทความวิจัย บทความวิชาการเพื่อการตีพิมพ์ควรขึ้นอยู่กับความสำคัญ ความใหม่และความชัดเจนของบทความ ตลอดจนความเกี่ยวข้องกับขอบเขตของวารสาร
3. ควรมีการชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (Peer Review) นอกจากนี้ บรรณาธิการควรมีความพร้อมในการชี้แจงความเบี่ยงเบนต่าง ๆ จากกระบวนการตรวจสอบที่ได้รับไว้
4. วารสารควรมีช่องทางให้ผู้แต่งบทความอุทธรณ์ได้หากผู้แต่งมีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ
5. บรรณาธิการควรจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้แต่งบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวังในทุกเรื่อง ผู้แต่งควรรับทราบและควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
6. บรรณาธิการไม่ควรเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว ยกเว้นพบว่า มีปัญหาร้ายแรงเกิดขึ้นในระหว่างการส่งบทความมารับการพิจารณา
7. บรรณาธิการใหม่ไม่ควรกลับคำตัดสินใจมาตีพิมพ์บทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงปัญหาร้ายแรงที่เกิดขึ้น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้ประเมินบทความ

1. บรรณาธิการจัดพิมพ์รายละเอียดรายละเอียดย่อยและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์และแบบประเมินบทความแก่ผู้ประเมินบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวัง และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
2. บรรณาธิการควรมีระบบที่ปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ ยกเว้นวารสารนั้นมีการประเมินบทความแบบเปิดที่ได้แจ้งให้ผู้แต่งและผู้ประเมินรับทราบล่วงหน้าแล้ว

กระบวนการพิจารณาประเมินบทความ

บรรณาธิการควรมีระบบที่ทำให้มั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามายังวารสารจะได้รับการปกปิดเป็นความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน

การร้องเรียน

1. บรรณาธิการควรดำเนินการตามขั้นตอนที่ของกระบวนการพิจารณาบทความที่กำหนดโดยคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการควรมีการตอบกลับคำร้องเรียนในทันที และควรแสดงให้ผู้ร้องเรียนมั่นใจได้ว่าสามารถร้องเรียนได้อีกหากยังไม่พอใจ ซึ่งกลไกดังกล่าวนี้ควรปรากฏชัดเจนในวารสาร และควรรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการส่งเรื่องที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขไปให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

การสนับสนุนการอภิปราย

1. ควรมีการเปิดเผยคำวิจารณ์บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร ยกเว้นบรรณาธิการจะมีเหตุผลอื่นที่ดีเพียงพอในการไม่เปิดเผยคำวิจารณ์นั้น
2. ควรเปิดโอกาสให้ผู้มีพหุทัศนะที่มีคนอื่นวิจารณ์ให้สามารถชี้แจงตอบกลับได้ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่มีผลขัดแย้งกับบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ไปแล้ว ก็ควรได้รับโอกาสเช่นกัน
3. การศึกษาวิจัยที่มีการรายงานผลการวิจัยในด้านลบก็ควรรวมไว้ในบทความด้วย ไม่ควรตัดส่วนนี้ออกไป

สนับสนุนความถูกต้องทางวิชาการ

1. บรรณาธิการควรทำให้เกิดความมั่นใจว่ารายละเอียดทุกส่วนในบทความวิจัย บทความวิชาการที่มีการตีพิมพ์ในวารสาร ต้องเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากลที่ได้รับการยอมรับ
2. บรรณาธิการควรหาหลักฐานเพื่อให้มั่นใจว่าบทความวิจัยทุกชิ้นที่จะตีพิมพ์นั้นได้รับการอนุมัติและเห็นชอบโดยคณะบุคคลที่มีอำนาจ (เช่น คณะกรรมการทางจริยธรรมด้านงานวิจัย คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัยของสถาบัน เป็นต้น) อย่างไรก็ตามบรรณาธิการควรระลึกไว้เสมอว่าการพิจารณาอนุมัตินั้นไม่ได้เป็นการรับประกันว่างานวิจัยนั้นถูกต้องตามหลักจริยธรรมเสมอไป

การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

บรรณาธิการควรปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้เป็นความลับ (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคนไข้และแพทย์ เป็นต้น) ดังนั้นบรรณาธิการจึงต้องมีหนังสือยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากคนไข้ หากชื่อ หรือ รูปของคนไข้ปรากฏในรายงานหรือบทความ อย่างไรก็ตามบรรณาธิการสามารถตีพิมพ์บทความได้โดยไม่ต้องมีเอกสารยินยอมหากบทความนั้นมีความสำคัญต่อสุขภาพของทุกคนทั่วไป (หรือมีความสำคัญในบางเรื่อง) หรือมีความยากลำบากในการได้มาซึ่งเอกสารยินยอม และบุคคลผู้นั้นไม่คัดค้านต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ (จึงต้องมีการปฏิบัติตามเงื่อนไขสามประการดังกล่าว)

การติดตามความประพฤติมิชอบ

1. บรรณาธิการมีหน้าที่ติดตามความประพฤติมิชอบในกรณีเกิดข้อสงสัย ซึ่งรวมถึงบทความวิจัย หรือบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์และยังไม่ได้รับการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการไม่ควรปฏิเสธบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่อาจจะมีประเด็นมิชอบในทันทีทันใด บรรณาธิการมีหน้าที่ต้องติดตามบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ถูกกล่าวหาว่าประพฤติมิชอบเพื่อหาข้อเท็จจริง
3. บรรณาธิการควรแสวงหาคำตอบจากบุคคลผู้ถูกกล่าวหา ก่อน แต่หากยังไม่พอใจต่อคำตอบที่ได้รับให้สอบถามหัวหน้าหรือคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง (ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นหน่วยงานที่ออกกฎระเบียบ) เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง
4. บรรณาธิการควรดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในผังการทำงานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้
5. บรรณาธิการควรพยายามทำให้เกิดความมั่นใจว่าได้มีการดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริงอย่างถูกต้องด้วยหลักเหตุและผล แต่หากไม่ได้ดำเนินการดังกล่าว บรรณาธิการควรขวนขวายหาทางแก้ไขปัญหาซึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ยุ่งยากแต่ก็เป็นภาระหน้าที่ที่สำคัญ

การรับรองความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ

1. เมื่อมีการรับรู้ว่ามีปัญหาไม่ถูกต้องเกิดขึ้นกับบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้ว รวมถึงมีประโยชน์นำไปสู่ความเข้าใจผิด หรือเป็นรายงานที่บิดเบือนข้อเท็จจริง บรรณาธิการต้องแก้ไขทันทีและด้วยความชัดเจน
2. หากปรากฏการประพฤติทุจริตภายหลังการดำเนินการตรวจสอบแล้ว บรรณาธิการต้องดำเนินการถอดถอนบทความนั้นด้วยความชัดเจนที่สามารถพิสูจน์ได้ ทั้งนี้การถอดถอนนี้ต้องให้อ่านและระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ทราบด้วย

ความสัมพันธ์กับเจ้าของวารสารและสำนักพิมพ์

ความสัมพันธ์ของบรรณาธิการต่อสำนักพิมพ์และเจ้าของวารสารมักมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามควรมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นอิสระของบรรณาธิการ และแม้ว่าสภาพความเป็นจริงทางเศรษฐกิจและการเมืองของวารสารจะเป็นเช่นไร บรรณาธิการควรพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการรับบทความเพื่อตีพิมพ์โดยยึดคุณภาพและความเหมาะสมกับผู้อ่านมากกว่าผลตอบแทนทางการเงินหรือการเมือง

ประเด็นพิจารณาที่เกี่ยวข้องในเชิงพาณิชย์

1. บรรณาธิการควรประกาศนโยบายในด้านการโฆษณาที่เน้นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวารสาร และในการตีพิมพ์ส่วนเสริมหรือเพิ่มเติมใด ๆ ของวารสาร
2. บรรณาธิการต้องไม่ตีพิมพ์การโฆษณาที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิด และต้องยินดีที่จะตีพิมพ์คำวิจารณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ให้ยึดถือเกณฑ์เดียวกันกับการพิจารณาส่วนต่าง ๆ ของวารสาร
3. ในการนำบทความเดิมมาพิมพ์ใหม่นั้น ต้องให้คงลักษณะเดิมทุกประการยกเว้นหากจะมีการเพิ่มเติมส่วนที่แก้ไข

ผลประโยชน์ทับซ้อน

บรรณาธิการควรมีระบบในการจัดการผลประโยชน์ทับซ้อน (การขัดกันด้านผลประโยชน์) ของบรรณาธิการเองรวมทั้งของเจ้าหน้าที่วารสาร ผู้แต่ง ผู้ประเมินบทความ และสมาชิกกองบรรณาธิการ

คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา วัชระสุน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภินันท์ชัย โจมสติ

อาจารย์ธาริณี มีเจริญ

นายพงศกร เดชศิริ

ดร.วณดา เผ่าศิริ

นายสังเวียน ก้อนทอง

นางสาวนิษฐา ชิมทอง

นายโปsek ภาณุรัตน์

นางวิศราภรณ์ อารยางค์กูร

นางสาวสุนทราภรณ์ เนินแก้ว

นางสาวแสงเดือน ธรรมวัตร

เทคโนโลยีสร้างสรรค์
มุ่งเน้นวิชาการ
บริการท้องถิ่น



INDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 ม.1 ถนนสุรินทร์ - ปราสาท ต.นอกเมือง
อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

Tel. 044-514601 Fax : 044-514601

www.industrial-journal.srru.ac.th