วารสารวิชาการ

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566
Vol. 8 No. 1 Jan. - Jun. 2023

Approved by TCI during 2022-2024

Industrial Technology Journal

Surindra Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ISSN (Print) 2586-9353
ISSN (Online) 2730-4027
industrial-journal.srru.ac.th

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566
ISSN (Print) 2586 – 9353
ISSN (Online) 2730 - 4027
เจ้าของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และบริหารงานบุคคล
รองคณบดีฝ่ายวางแผน และกิจการนักศึกษา
รองคณบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา วะยะลุน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. กรินทร์ กาญทนานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระราชูปถัมภ์
รองศาสตราจารย์ ดร.วรัทยา ธรรมกิตติภพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพฏ พงษ์ศักดิ์ศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วงกต ศรีอุไร	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรีย์ พิมพิมูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ มณีวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
รองศาสตราจารย์ยุพดี สินมาก	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความทางวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ 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 ไม่น้อยกว่า 3 ท่านต่อหนึ่งบทความ

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เป็นวารสารวิชาการระดับชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นปีละ 2 ฉบับเพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความทางวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ฉบับนี้เป็นปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2566 ประกอบด้วย บทความวิจัยจำนวน 12 บทความ อนึ่งความคิดเห็นจากบทความวิชาการหรือรายงานการวิจัยแต่ละเรื่องที่นำเสนอในวารสารฉบับนี้เป็นความเห็นจากผู้เขียนหรือผู้วิจัยกองบรรณาธิการมีหน้าที่จัดพิมพ์และเผยแพร่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการแก่สังคมเท่านั้น กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบุคลากรทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการตลอดจนผู้สนใจโดยทั่วไปจะได้รับสาระประโยชน์จากวารสารฉบับนี้

สารบัญ

บทความวิจัย

การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณ ในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ *.....ยุทธศักดิ์ ทองแสน รัตนโชติ เทียนมงคล.....*	1
การตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งาน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ *.....วิทวัส สุขชีพ จรัญ แสนราช.....*	17
การประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย *.....พัฒนะ เจริญยิ่ง กุลธิดา ผาดีอุ่น สกุณา นาคพุ่ม และอุดมพล นาอุดม.....*	31
การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดของเสียชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์รุ่น WH - 6400 กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ *.....ธีระพงษ์ ทับพร.....*	41
การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ *.....ศุภชัย แก้วจันทร์ สุมณฑา จีระมะกร ขนิษฐา สีมา.....*	56
การพัฒนาระบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID *.....รัตนสุดา สุภดนัยสร ปุญญพัฒน์ คำสีหา และธีรถวัลย์ ปานกลาง.....*	71
การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ *....อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุนทด วัชเรศ แก่นบุตร วินัท พรมแดน อภิชัย ไพรสินธุ์.....*	85
การวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร *.....สนธยา เกาะสมบัติ อัสนี อำนวย ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ.....*	97
การวิเคราะห์สาเหตุการวิบัติเชิงลาดด้วยวิธีสมดุลจำกัด และ วิธีไฟไนต์อิลิเมนต์และแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข กรณีศึกษา ทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม. 27+700 *.....กฤษณะ มีลักษณะสม พงศกร พวงชมภู.....*	112
ความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต *.....ปองเดช กวินปัถย์ นันทิรา วรกาญจนบุญ สกุลรัตน์ สุทธิประภา ศศิวรรณ ทัศนเอี่ยม.....*	125

สารบัญ

บทความวิจัย (ต่อ)

นวัตกรรมการจัดการโซ่คุณค่าของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่ง บ้านหัวดอน เพื่อการจัดการในภาวะวิกฤติและรับมือภัยพิบัติ ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก จ.อุบลราชธานี *.....พชร วารินสิทธิกุล ณัฐภัค พละพันธุ์ อัสนี อำนวย ประภาพร กิติศรีวรพันธุ์.....*	135
System Identification and Control of DC Motor with PID Controller *.....Nattachai Pothi, Kan jantara, Pattana Charuenying, Phairoch Butpang,.....* *.... Areerat Dawongsa.....*	148

การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณ ในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

ยุทธศักดิ์ ทองแสน[1]* รัตนโชติ เทียนมงคล[2]
สาขาวิชาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศมหาวิทยาลัยมหาสารคาม[1*2]
อีเมล์ : yuttasak.t@ubru.ac.th[1]*

วันที่รับบทความ 22 พฤษภาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 28 มิถุนายน 2566
วันตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์ 2) เพื่อศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ 3) เพื่อศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เชิงคุณภาพ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะล้านช้างและผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ จำนวน 8 คน และกลุ่มตัวอย่างพระพุทธรูปโบราณ ในงานวิจัยเชิงปริมาณ จำนวน 2 องค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจากการสนทนากลุ่ม แบบประเมินผลของคุณภาพกระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพและแบบประเมินผลคุณภาพวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เป็นพระพุทธรูปที่ประกอบไปด้วย องค์พระ ฐานพระลักษณะสูงและพระเกศสูง มีความงามมีเอกลักษณ์แบ่งเป็นสกุลช่างหลวงและช่างพื้นถิ่น 2) การถ่ายภาพโดยใช้แสงธรรมชาติจะให้คุณภาพดีกกว่าและใช้จำนวนภาพถ่ายน้อยกว่าประหยัดเวลาในการทำงานมากกว่าภาพถ่ายที่ใช้แสงจากไฟสตูดิโอ โดยทั้งสองแบบจะต้องทำการถ่ายทำสามระดับ คือ ระดับล่าง ระดับกลางและระดับบน ความคมชัดทั่วทั้งภาพเพื่อทำให้มีจุดเชื่อมระหว่างรูปภาพที่สามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกันได้ 3) การจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง 3) ผลจากการสร้างแบบจำลองสามมิติเมื่อทำการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ผลปรากฏว่าวัตถุเสมือนจริงสามมิติที่ได้จากชุดข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้งแสงธรรมชาติในปริมาณแสงที่เพียงพอ จะมีคุณภาพสูงกว่าในพื้นที่ที่มีแสงน้อยและใช้แสงจากไฟสตูดิโอ ฉะนั้นการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ จะต้องได้ชุดข้อมูลรูปภาพที่มีความชัดเจนและไม่มีจุดรบกวนบนรูปภาพเพื่อทำการประมวลผลให้ได้วัตถุเสมือนจริงสามมิติและมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกับต้นแบบมากที่สุด 4) ผลการศึกษาความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญต่อวัตถุเสมือนจริงสามมิติ พบว่า ระดับค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23)

คำสำคัญ : พระพุทธรูปโบราณ,วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ, โฟโตแกรมเมทรี ,การอนุรักษ์

Storing ancient Buddha images in the form of 3D virtual objects with the photogrammetry technique for conservation

Yuttasak Thongsan[1*] Ratanachote Thienmongkol[2]
creative media Faculty of Information Sciences, Mahasarakham University[1*,2]
E-mail : yuttasak.t@ubru.ac.th[1*]

Received 22 May 2023
Revised 28 June 2023
Accepted 29 June 2023

abstract

The objectives of this research were 1) to study the information of the Lan Xang Art antique Buddha images for electronic photographic storage, 2) to study the photography of the Lan Xang Art ancient Buddha images in natural light and studio lighting, 3) to study Creating electronic data in the form of virtual three-dimensional objects with techniques Photogrammetry 4) to study the satisfaction of collecting data of ancient Buddha images in the form of virtual three-dimensional objects. with photogrammetry techniques for conservation The samples in this qualitative research were 8 Lan Xang art experts and 3D virtual object experts, and a group of ancient Buddha images. In this quantitative research, the amount of 2 elements used in the research were Semi-structured interview form based on focus group discussion. an evaluation form of the image data collection process quality and an evaluation form for the quality of 3D virtual objects of ancient Buddha images. data analysis with basic statistics The research findings were as follows: 1) the ancient Buddha images in Lan Xang art It is a Buddha image consisting of a Buddha image, a high base and a high hair. There is a unique beauty divided into Royal Craftsmen and Local Craftsmen. 2) Taking pictures using natural light produces better quality and takes less number of shots. Save time on work than photos using studio lighting. Both types must be filmed at three levels: lower, middle and upper. Contrast throughout the image in order to have points between the images that can be linked to each other. 3) Simulation of virtual objects with photogrammetry techniques. Ancient Buddha images of Lan Xang art. The result showed that the three-dimensional virtual objects obtained from the image data set were taken outdoors in natural light in sufficient light. Higher quality in dimly lit areas and using studio lighting. Therefore, collecting data of ancient Buddha images in the form of virtual three-dimensional objects using photogrammetry techniques for conservation. Must get the image data set that is clear and without noise on the image in order to process it to obtain a three-dimensional virtual object and complete as close as possible to the prototype. Three dimensions found that the average level of overall opinion was at a high level (= 4.23).

Keywords : Buddha Ancient, 3D virtual object, photogrammetry, conservation

1.บทนำ

พระพุทธรูปคือรูปเคารพในฐานะตัวแทนของพระสัมมาสัมพุทธเจ้า พระพุทธรูปจึงเปรียบเสมือนตัวแทนของศาสนาพุทธและพุทธศาสนิกชนในแต่ละยุคสมัยได้เป็นอย่างดี (ศักดิ์ชัย สายสิงห์.2564 :1) เนื่องด้วยพระพุทธรูปในศิลปะล้านช้างมีแหล่งบันดาลใจทางศิลปะจากหลายแหล่ง โดยเฉพาะที่สำคัญและมีบทบาทมากที่สุด คือศิลปะล้านนา เพราะเป็นดินแดนติดต่อกันและมีความสัมพันธ์กันทางเครือญาติทำให้ศิลปะล้านนามีอิทธิพลต่อรูปแบบพระพุทธรูปล้านช้างเป็นอย่างมาก และปรากฏอยู่เป็นระยะเวลานานก่อนที่ศิลปะล้านช้างจะพัฒนาเป็นของตัวเองอย่างแท้จริงตั้งแต่ปลายพุทธศตวรรษที่ 21 เป็นต้นมา(ศักดิ์ชัย สายสิงห์.2564 : 37) พุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างเริ่มกำเนิดราวพุทธศตวรรษที่ 19 โดยมีศิลปะเขมรแบบสมัยหลังบายนหรือแบบพระบางเป็นต้นแบบผสมผสานกับศิลปะสุโขทัยและล้านนา ซึ่งล้านช้างคุ้นเคยอยู่ก่อนที่ศิลปะขอมจะแพร่เข้ามา ซึ่งสุโขทัยและล้านนาเปรียบเหมือนบ้านพี่เมืองน้องกับล้านช้างคือลาวเคยตกเป็นเมืองขึ้นของสุโขทัยมีการไปมาหาสู่กันเสมอ รวมทั้งล้านช้างได้เมืองปัวมาเป็นเมืองขึ้นและในบั้นปลายชีวิตพระเจ้าฟ้างุ้มยังได้ไปพักอาศัยอยู่กับพระยาคำตันเจ้าเมืองน่าน ซึ่งเป็นดินแดนที่อุดมไปด้วยศิลปะสุโขทัยและล้านนา อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ศิลปะสุโขทัยและล้านนาแทรกซึมอยู่ในศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างมากขึ้น (สมเกียรติ โล่ห์เพชรัตน์, 2543) พุทธปฏิมากรรมศิลปะล้านช้างได้แพร่หลายในภาคอีสานของประเทศไทยปัจจุบันเพราะภาคอีสานเคยอยู่ภายใต้อิทธิพลของอาณาจักรล้านช้างมาก่อนและก่อนฝรั่งเศสจะเข้าปกครองอาณาจักรล้านช้างก็เคยอยู่ภายใต้ปกครองของไทยทำให้พบพุทธปฏิมากรรมที่มีลักษณะเป็นแบบศิลปะล้านช้างอยู่มากในอีสาน (วิจิตร วินทะไชย, 2560 : 345) การสร้างพระพุทธรูปล้านช้างเกิดขึ้นจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษที่มีความเชื่อความศรัทธาต่อพระพุทธเจ้าปรากฏในลักษณะเฉพาะของงานศิลปะจนทำให้เกิดเป็นสกุลช่างล้านช้างมีความประสานสอดคล้องกันระหว่างพุทธศาสนาและปรัชญาศิลปะที่ก่อให้เกิดคุณค่าความงามที่ทรงคุณค่าทางพระพุทธศาสนาพระพุทธรูปที่สร้างขึ้นนั้น ถือว่ามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการสร้างพระพุทธรูปตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันในอดีตนั้นพระพุทธรูปเป็นสื่อที่บ่งบอกถึงศรัทธา ความเชื่อ และการสืบเนื่องของมรดกวัฒนธรรมทางเชิงช่างที่ทรงคุณค่า ที่มีความละเอียดงดงาม อ่อนช้อยอันเป็นเป็นฐานรากทางภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ ได้สร้างสรรค์ขึ้นจนกลายเป็นความยิ่งใหญ่ของชาติ พระศาสนาเป็นแกนหลักสร้างบ้านแปงเมืองมาโดยตลอด ดังนั้นเพื่อให้ศิลปะพระพุทธรูปล้านช้างคงอยู่คู่บ้านเมืองสืบไป ควรมีการดูแลบูรณะอย่างถูกวิธี (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353)

การจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ คือ การจัดทำประวัติเรื่องราวและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศไว้เป็นหลักฐานสำคัญทางวิชาการเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์ โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ชิ้นใดไม่มีทะเบียนประวัติแน่ชัดย่อมขาดคุณค่าความสำคัญทางวิชาการและกฎหมาย การปฏิบัติงาน ด้านทะเบียนโบราณวัตถุศิลปะวัตถุต้องใช้ศาสตร์หรือวิทยาการหลากหลายสาขาร่วมกัน รวมทั้งต้องมีประสบการณ์และความชำนาญที่สั่งสมมานานพอสมควรจึงจะทำให้งานทะเบียนโบราณวัตถุศิลปะวัตถุมีความสมบูรณ์และถูกต้อง การรวบรวมความรู้ด้านนี้มาจัดทำเป็นหลักฐานเอกสารจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง (สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม . 2551) โดยในปัจจุบัน พระพุทธรูปโบราณที่มีคุณค่า บางชิ้นได้สูญหายไปด้วยการถูกโจรกรรมโดยบุคคลผู้ที่แสวงหาผลประโยชน์เพื่อนำไปขายให้กับนักสะสมวัตถุโบราณ ทำให้สิ่งมีค่าเหล่านั้นได้สูญหายไปและไม่สามารถสืบหาได้เนื่องจากโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ โดยเฉพาะพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง ที่มีอยู่มากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตามประวัติศาสตร์ คือพื้นที่ของ อาณาจักรล้านช้าง) เป็นพระพุทธรูปที่มีความงดงาม จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในหมู่นักสะสมพระพุทธรูปโบราณ เมื่อมีความนิยมมากความต้องการของนักสะสมจึงมีมากและทำให้พระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง จึงมีราคาสูงตามไปด้วย ทำให้เกิดการโจรกรรมและสูญหายไปอย่างที่ได้ยินข่าวอยู่ตามสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นประจำ การมีชุดข้อมูลภาพถ่ายหรือการมีข้อมูลภาพจำลองสามมิติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและจะต้องรีบทำการสำรวจให้โดยเร็วเพื่อเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ ทางวิชาการและทางกฎหมาย เมื่อเกิดการสูญหายหรือชำรุดจะได้ใช้ชุดข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานสำคัญได้ (พระมหาวัชรพัฒน์ เขมปัญโญ .2565) นอกจากนั้น

โบราณวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์มีการเสื่อมสภาพ เสื่อมสลายไปตามสภาวะทางธรรมชาติเป็นไปตามการเวลา โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุมักจะไม่มีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายไว้เป็นหลักฐาน หรือ ไม่มีข้อมูลของแบบจำลองสามมิติที่มีความเสมือนจริง ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะทำการอนุรักษ์หรือบำรุงรักษานั้นจึงไม่มีข้อมูลที่สามารถอ้างอิงในเชิงศิลปะและวิศวกรรมเพื่อทำการอนุรักษ์ได้ ถ้าสามารถทำการรังวัดและแสดงผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จากการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดิจิตอลมาสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ศิลปะและมรดกทางวัฒนธรรมเพื่อสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายซึ่งเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ และมีความถูกต้องแม่นยำสูงจึงเหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ได้ (ณรงค์ พูนพจน์มาศ. 2552)

การสร้างภาพสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เป็นองค์ความรู้ซึ่งเกิดจากการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์และศิลปะ เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในการวัดและการถ่ายภาพ เป็นเทคนิคในการเขียนและกำหนดภาพสามมิติของวัตถุ อาคาร หรือพื้นที่ใด ๆ จากภาพถ่ายสองมิติ ในเอกสารและงานวิจัยเรียกเทคนิคนี้ว่าการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้หรือใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า โฟโตแกรมเมทรี (Photogrammetry) (Redweik 2013) หมายถึง การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายวัตถุจริงโดยการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการถ่ายภาพสองมิติในมุมมองต่าง ๆ โดยรอบของวัตถุ สามารถสร้างเป็นพอยต์คลาวด์ (Point Cloud) ซึ่งเป็นกลุ่มของจุดสามมิติ เก็บค่าของตำแหน่งของวัตถุในพิกัดแกน X,Y,Z เพื่อใช้ในการประมวลผล สร้างแบบจำลองสามมิติโดยสร้างแผ่นของวัตถุ (Mesh Model) และการใส่ละเอียดของพื้นผิว (Texture Mapping) ทำให้วัตถุที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบจำลองสามมิติมีความใกล้เคียงกับวัตถุต้นแบบ (สุชาติ แสนพิช. 2566 : 7) เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ในการสร้างการจำลองแบบสามมิติอย่างรวดเร็วและแม่นยำ แม้ว่าคุณภาพด้านความสวยงามของโมเดลสามมิติที่สร้างขึ้นใหม่จะไม่สมบูรณ์ที่สุด แต่ปัจจัยอื่นๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการสร้างใหม่จะไม่นาน สามารถย่อหรือขยายขนาดของโมเดลได้ สามารถแก้ไขเพิ่มเติมตกแต่งได้ อีกทั้งสามารถผลิตงานได้รวดเร็ว (Denmark, Evan L. 2020) การนำเอาเทคนิคในการสร้างสรรค์ภาพสามมิติ ให้มีองค์ประกอบเหมือนต้นฉบับแล้วนำเสนอในรูปแบบของสื่อดิจิทัลโดยโมเดลโพลิกอนและ การทำพื้นผิว เพื่อให้การศึกษาและการอนุรักษ์ศิลปะ โบราณวัตถุ ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการรับชมและศึกษาศิลปะโบราณวัตถุและให้ผู้รับชมเกิดความสะดวกและเกิดทัศนคติที่ดีต่อการศึกษาศิลปะ (อภิวัฒน์ ปันทะธง และ จิรวัฒน์ สุขแก้ว.2565) อีกทั้งการสำรวจด้วยพื้นที่ต่าง ๆ หรือ สแกนวัตถุขนาดต่าง ๆ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีข้อดีคือปลอดภัย ราคาไม่แพง มีประสิทธิภาพ และใช้งานง่ายเป็น (Dai, Fei, and Wei Bing Peng. 2013)

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นศึกษาข้อมูลของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างอันทรงคุณค่าแก่การอนุรกษ์ โดยผู้วิจัยมีความมุ่งหวังที่จะพัฒนาคุณภาพของกระบวนเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายให้มีประสิทธิภาพอันเหมาะสม และสามารถนำไปสู่กระบวนการสร้างภาพจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณ เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการจัดเก็บเป็นคลังข้อมูลทางวิชาการนำไปใช้ในงานการอนุรักษ์โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ อันเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นและของประเทศไทยในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์

2.2 เพื่อศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ

2.3 เพื่อศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในการสำรวจเชิงพื้นที่โดยในการสัมภาษณ์ สำรวจ สังเกต โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกกเป็น 4 ช่วงได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ระยะที่ 2 ศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ ระยะที่ 3 ศึกษาการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีวิธีการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญที่ด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ จำนวน 3 คน

3.1.2 กลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับศึกษาข้อมูล พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ด้วยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และทำการการสนทนากลุ่มโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากเพื่อทำการวิเคราะห์ความงามของพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง จากการสนทนากลุ่มได้ข้อสรุป คือ พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง รวมถึงศึกษาสภาพปัญหาที่พบเจอจากสถานการณ์จริง โดยสรุปได้คือ คือ 1) พระพุทธรูปโบราณเกิดการชำรุดเสียหายตลกาลเวลา 2) ยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชากการของรูปภาพพระพุทธรูปโบราณอย่างเพียงพอ และ 3) พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้ เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันว่าเคยเป็นสมบัติของวัดมากก่อน

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างงานวิจัย พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ปางมารวิชัย ซึ่งประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย และ พระพุทธรูปโบราณ ปางมารวิชัย ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้เป็นกลุ่มพระพุทธรูปที่มีความงดงามและครบองค์ประกอบของศิลปะล้านช้าง องค์พระมีขนาดไม่ใหญ่ สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งการตั้งวางได้และได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมศิลปากร โดยกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการถ่ายภาพ 2 พื้นที่ คือ บริเวณพื้นที่กลางแจ้งเพื่อใช้แสงแดดให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติและพื้นที่ในร่มที่มีแสงน้อยและใช้ไฟสตูดิโอแบบต่อเนื่องในอัตราแสงขาวให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายที่ได้

3.1.4 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการวิจัยระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ จำนวน 30 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ กับกลุ่มผู้ที่ชื่นชอบและติดตามข้อมูลพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้าง บนช่องทางออนไลน์จาก เพจเฟสบุ๊ค “ Larn Xang Style ”

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง 2) แบบประเมินผลของคุณภาพกระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพ 3) ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ 4) แบบประเมินผลคุณภาพวัตถุเสมือนจริงสามมิติพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง การหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย โดยนำ 1) ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ 2) แบบสอบถาม ที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิจัย พบว่า ชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี และ แบบสอบถาม มีค่าความเที่ยงตรง อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เดือนเมษายน 2565 ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยม (Constructionist Grounded Theory) และสุนทรียศาสตร์ (Aesthetics) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความงามทั้งในศิลปะและธรรมชาติโดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม ในการวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง โดยใช้ข้อมูลจาก รูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างในอีสาน (วิจิตร วินทะไชย. 2560 : 341) วิเคราะห์พุทธสุนทรียศาสตร์ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353) พระพุทธรูป : สัญลักษณ์แห่งศรัทธาที่มีต่อพระพุทธเจ้า (พระมหาสมเจต สมจาร.2559 : 94) ปรัชญา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชีวิตของอาณาจักรล้านช้าง (จักรพรรณ วงศ์พรพวัณ.2562 : 591) เพื่อนำไปใช้ในการสนทนากลุ่มและได้เลือกแบบเจาะจง ซึ่งพระพุทธรูปโบราณที่เลือกนี้ได้ทำการขึ้นทะเบียนโบราณวัตถุและศิลปวัตถุ โดยกรมศิลปากร พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง

ระยะที่ 2 ศึกษากระบวนเก็บชุดข้อมูลรูปภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เดือนเมษายน 2565 โดยผู้วิจัยได้ทดลองเก็บชุดรูปภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง จำนวน 2 องค์ ดังนี้

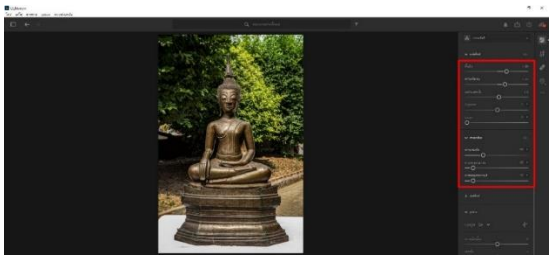
องค์ที่หนึ่ง พระพุทธรูปโบราณ ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย

ขนาดหน้าตักกว้าง	39.50	เซนติเมตร
สูงฐาน	94.00	เซนติเมตร
สูงองค์	68.00	เซนติเมตร
ฐานองค์	39.00	เซนติเมตร
ฐานล่าง	55.00	เซนติเมตร

รูปที่ 1 พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

วิธีการเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายบริเวณพื้นที่กลางแจ้งเพื่อใช้แสงแดดให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ในการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กล้อง Mirrorless ยี่ห้อ Sony A6500 และเลนส์มาโครความยาวโฟกัส (Focal length) 30 มิลลิเมตร โดยใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) ที่ F8 - F16 และใช้อัตราความไวแสง (ISO) 100 เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการถ่ายภาพกลางแจ้งที่มีแดดจัด ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สว่างที่สุดในการถ่ายภาพ โดยการถ่ายภาพ 360 องศาแบบ 3 ระดับ คือ 1)ระดับล่าง 2)ระดับกลาง และ 3)ระดับบน ผู้วิจัยได้ถ่ายรูปพระพุทธรูปโบราณทั้งหมด 45 รูปภาพแล้วนำไปตกแต่งบนในโปรแกรม Adobe lightroom ในการดึงในชุดข้อมูลนี้เพื่อให้

เพียงพอต่อการนำไปใช้งานในขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณให้ได้รูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีบนโปรแกรม reality capture



รูปที่ 2 ขั้นตอนการแต่งภาพให้มีความคมชัด ด้วยโปรแกรม Adobe lightroom
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

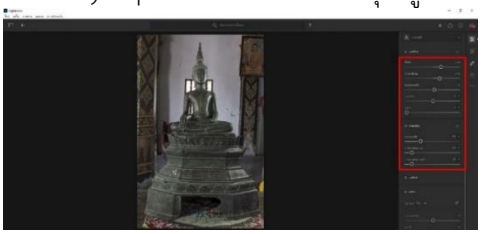
องค์ที่สอง พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย

ขนาดหน้าตักกว้าง	38.00	เซนติเมตร
สูงรวมฐาน	99.20	เซนติเมตร
สูงองค์	55.00	เซนติเมตร
ฐานองค์พระกว้าง	38.00	เซนติเมตร
ฐานองค์พระสูง	3.00	เซนติเมตร
ฐานสูง	43.50	เซนติเมตร
ฐานกว้าง	65.00	เซนติเมตร

รูปที่ 3 พระพุทธรูปโบราณ ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

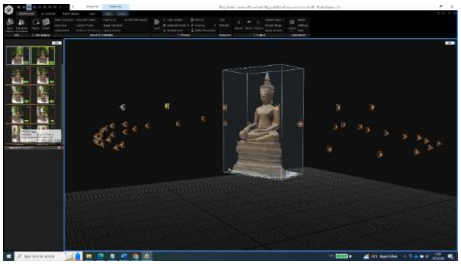
วิธีการเก็บชุดข้อมูลภาพถ่ายพื้นที่ในร่มที่มีแสงน้อยและใช้ไฟสตูดิโอแบบต่อเนื่องในอัตราแสงขาวให้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง ในการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กล้อง Mirrorless Sony A6500 และเลนส์มาโครความยาวโฟกัส (Focal length) 30 มิลลิเมตร โดยใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) ที่ F3.5 – 5.6 และใช้อัตราความไวแสง (ISO) 3000 - 5000 เพื่อให้ได้ภาพมีความสว่างมากยิ่งขึ้นเนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ถ่ายภาพอยู่ภายในโบถส์วิหาร โดยการถ่ายภาพ 360 องศาแบบ 3 ระดับ คือ 1)ระดับล่าง 2)ระดับกลาง และ 3)ระดับบน ผู้วิจัยได้ถ่ายรูปพระพุทธรูปโบราณทั้งหมด 75 รูปภาพแล้วนำไปตกแต่งบนในโปรแกรม Adobe lightroom ซึ่งปรากฏว่ามีจุดรบกวนภาพ (Noise) ในปริมาณที่มากเนื่องจากอยู่ในพื้นที่แสงไม่เพียงพอ แต่ก็ยังสามารถนำเอาชุด

ข้อมูลนี้นำไปใช้งานในขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณให้ได้รูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีบนโปรแกรม reality capture เช่นเดียวกับพระพุทธรูปองค์ที่ 1

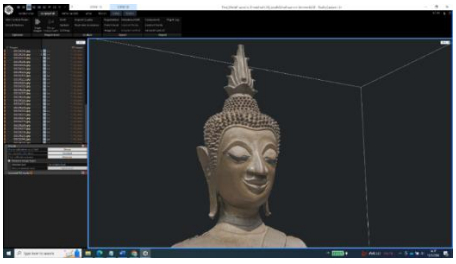


รูปที่ 4 ขั้นตอนการแต่งภาพให้มีความคมชัด ด้วยโปรแกรม Adobe lightroom
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

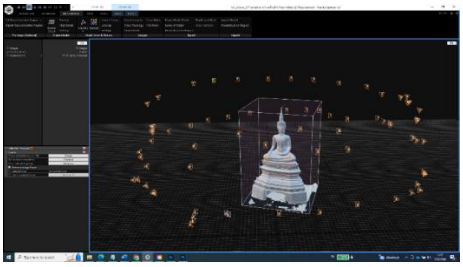
ระยะที่ 3 ศึกษาข้อมูลและพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เดือนพฤษภาคม 2565 และระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เดือน กรกฎาคม 2565



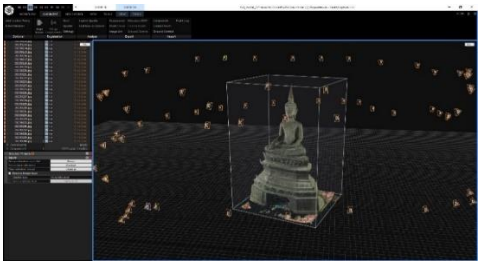
รูปที่ 5 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



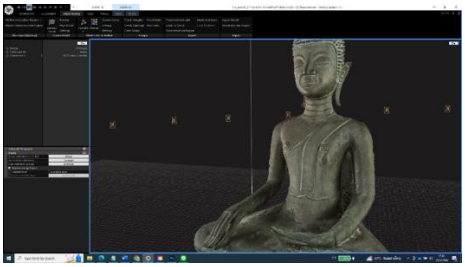
รูปที่ 6 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 8 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริง 3 มิติด้วยเทคนิค โฟโตแกรมเมทรีด้วยโปรแกรม reality capture
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)



รูปที่ 9 ขั้นตอนการประมวลผลภาพพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิค โฟโตแกรมเมทรี
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต มาวิเคราะห์โดยวิธีหาความสอดคล้อง (Method of Agreement) จากกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลประเด็นที่กำหนดไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulate) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเปรียบเทียบ t-test แบบ Independent การแปรผลการศึกษาความคิดเห็นมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Rensis Likert. 1932) ดังนี้ 1.00 - 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1.50 - 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 2.50 - 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ 3.50 - 4.49 หมายถึง เห็นด้วย 4.50 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายอิเล็กทรอนิกส์ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง โดยรูปแบบการโดยใช้ความรู้ด้าน พุทธสุนทรียศาสตร์ (Aesthetics) ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง เป็นตัวเชื่อมโยงการวิจัยทั้งสองตอนเข้าด้วยกัน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1.1.ผู้วิจัยวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลพระพุทธรูปโบราณที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจงโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารหนังสือ สมุดภาพ และจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ความรู้อย่างแท้จริง จนกระทั่งได้ข้อสรุปเชิงทฤษฎีชั่วคราว คือ ลักษณะพระพุทธรูปโบราณ โดยนิยมเรียกกันว่าศิลปะล้านช้าง สามารถแบ่งเป็นช่างปั้นได้สองแบบคือ ศิลปะล้านช้างสุกลช่างหลวง และ ศิลปะล้านช้างช่างพื้นถิ่น

4.1.2.นำลักษณะพระพุทธรูปโบราณ ที่นิยมเรียกกันว่าศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง และ ช่างพื้นถิ่น มาใช้ในการสนทนากลุ่มได้ผลสรุป ดังนี้

1. ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง คือ ศิลปะที่มีความงดงามอ่อนช้อย สัดส่วน องค์ประกอบ ฐานพระของ พระพุทธรูปนั้น ทุกอย่างจะดูสวยงาม ลงตัว มองจุดไหนก็จะมีความสอดคล้องกันอย่างลงตัว

2. ศิลปะล้านช้างช่างพื้นถิ่นมา คือ ศิลปะที่ชาวบ้านสร้างสรรค์กันขึ้นมาเอง สัดส่วน องค์ประกอบฐานพระ ของ พระพุทธรูปนั้น จะไม่สวยงาม มีการบิดเบี้ยวของรูปทรง องค์ประกอบต่างๆ โดยรวมแล้วดูไม่ละเอียด

3. หลักปรัชญาหรือความเชื่อทางศาสนา ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะสกุลช่างปั้นพระพุทธรูปเป็นแบบสกุลช่างหลวง มีองค์ประกอบสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง

จากการสัมภาษณ์และสนทนาแบบกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง สามารถคัดเลือกพระพุทธรูปเพื่อใช้ในการทดลองถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล คือ องค์ที่หนึ่งเป็น พระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง ประดิษฐานอยู่ในวัดท่าคกเรือ ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย และ องค์ที่สองเป็นพระพุทธรูปโบราณ ศิลปะล้านช้างสกุลช่างหลวง ประดิษฐานอยู่ในวัดอุดมสรรพผล ตำบลปะโค อำเภออำเภอเมืองหนองคาย จังหวัดหนองคาย

4.2 ผลการศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้กล้องดิจิทัล ทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา และจะต้องใช้มุมมองในการถ่ายภาพ 3 ระดับ คือ 1) ระดับล่าง 2) ระดับกลาง และ 3) ระดับบน เพื่อให้ได้รูปภาพที่มีจุดเชื่อมโยงกันในแต่ละรูปภาพ ให้สามารถนำไปใช้งานในการบวนการต่อไป

พระพุทธรูปองค์ที่หนึ่ง ใช้แสงธรรมชาติ

1) ใช้กล้องดิจิทัลที่ใช้งาน คือ ยี่ห้อ Sony รุ่น A6500
2) ใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ Macro 30 mm
3) ใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) อยู่ที่ช่วง 8 - 16
4) ใช้อัตราความไวแสง (ISO) อยู่ที่ช่วง 100
5) จำนวนภาพถ่าย 45 ภาพ

พระพุทธรูปองค์ที่สอง ใช้แสงจากไฟสตูดิโอ

1) ใช้กล้องดิจิทัลที่ใช้งาน คือ ยี่ห้อ Sony รุ่น A6500
2) ใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ Macro 30 mm
3) ใช้ค่ารูปรับแสง (F-Stop) อยู่ที่ช่วง 3.5 - 5.6

4) ใช้อัตราความไวแสง (ISO) อยู่ที่ช่วง 3000 - 5000

5) จำนวนภาพถ่าย 75 ภาพ

4.3 ผลการจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีโดยกากรนำเอาชุดข้อมูลจากการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มาประมวลผล พบว่าภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง ในพื้นที่ที่ใช้แสงจากธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดแสงนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 45 ภาพ ภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง อยู่ในพื้นที่ร่มและใช้แหล่งกำเนิดแสงจากไฟสตูดิโอนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 75 ภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติการภาพถ่ายและการประมวลผลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี

ข้อมูลทางเทคนิค	พระพุทธรูปองค์ที่ 1	พระพุทธรูปองค์ที่ 2
1.ยี่ห้อของกล้อง	Sony A6500	Sony A6500
2.ความยาวโฟกัส	Macro30 mm	Macro30 mm
3.ค่ารูปรับแสง (F-Stop)	8 - 16	3.5 – 5.6
4.อัตราความไวแสง (ISO)	100	3000-5000
5.จำนวนภาพถ่าย	45 ภาพ	75 ภาพ
6.เวลาในการประมวลผลสามมิติ	10 นาที	35 นาที
7.ความสมบูรณ์ของวัตถุสามมิติ	90%	80%

เมื่อนำเอาข้อมูลชุดรูปภาพทั้งสองชุดที่คัดเลือกแล้ว มาประมวลผลเพื่อจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี โดยเป็นการนำภาพถ่ายสองมิติ เข้าสู่กระบวนการประมวลภาพระบบพอยต์คลาวด์ (Point Cloud) ซึ่งเป็นกลุ่มของจุดสามมิติ เก็บค่าของตำแหน่งของวัตถุในพิกัดแกน X, Y, Z เพื่อใช้ในการประมวลผลและสร้างแบบจำลอง สามมิติโดยสร้างแผ่นของวัตถุ (Mesh Model) และการใส่ละเอียดของพื้นผิว (Texture Mapping) ทำให้วัตถุที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบจำลองสามมิติ มีความใกล้เคียงกับวัตถุต้นแบบ (สุชาติ แสนพิช ,2566 : 7), (Mikhail, Bethel, and Chris McGlone.2001) เพื่อพัฒนาให้ได้วัตถุเสมือนจริงสามมิติ (3D Model) ด้วยโปรแกรม RealityCapture (Denmark 2020), (Dai and Peng. 2013) ได้พระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ให้มีความใกล้เคียงกันต้นแบบมากที่สุด และสมบูรณ์ ดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 พระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี
(ที่มา : ยุทธศักดิ์ ทองแสน. 2565)

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

ผลการศึกษาสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้นจำนวน 30 คน เป็นผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับ พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง แบ่งเป็นชาย จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 และเพศหญิง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีอายุระหว่าง 30-55 ปี

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**S.D.**	**ระดับความคิดเห็น**
1. ด้านการถ่ายภาพ			
1. ความคมชัดของภาพถ่าย	4.19	0.60	มาก
2. มุมมองภาพถ่ายมีความต่อเนื่องในทุกภาพ	4.42	0.56	มาก
3. การจัดแสงให้วัตถุมีความชัดเจน	4.19	0.65	มาก
4. การวางตำแหน่งรูปภาพให้มีความต่อเนื่อง	4.13	0.67	มาก
5. ภาพรวมของรูปภาพทั้งหมดสามารถใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลภาพถ่ายได้	4.26	0.51	มาก
รวม	4.24	0.60	มาก
2. ด้านมุมกล้องและขนาดภาพ			
1. มุมกล้องด้านบนมีความสมบูรณ์	4.26	0.63	มาก
2. มุมกล้องตรงมีความสมบูรณ์	4.13	0.56	มาก
3. มุมกล้องด้านล่างมีความสมบูรณ์	4.10	0.54	มาก
4. ขนาดภาพมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลภาพถ่าย	4.16	0.58	มาก
5. การจัดเก็บข้อมูลรูปภาพสามารถนำไปเป็นแนวทางต้นแบบได้	4.16	0.64	มาก
รวม	4.16	0.59	มาก
3. ภาพถ่ายใช้แสงจากไฟสตูดิโอ			
1. แสงเข้าถึงวัตถุได้ทั่วทิศทาง	4.32	0.54	มาก
2. เงาของแสงตกกระทบทำให้เกิดมิติ	4.19	0.54	มาก
3. การเลือกทิศทางของแสงตกกระทบวัตถุได้ดี	4.29	0.59	มาก
4. สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุได้อย่างละเอียด	4.13	0.67	มาก
5. ภาพถ่ายที่นำมาใช้งานจริงได้อย่างพอดี	4.23	0.62	มาก
รวม	4.23	0.59	มาก

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
4. ภาพถ่ายใช้แสงจากธรรมชาติ			
1. แสงเข้าถึงวัตถุได้ทั่วทิศทาง	4.32	0.54	มาก
2. เงาของแสงตกกระทบทำให้เกิดมิติ	4.29	0.53	มาก
3. การเลือกทิศทางของแสงตกกระทบวัตถุได้ดี	4.29	0.64	มาก
4. สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุได้อย่างละเอียด	4.19	0.60	มาก
5. ภาพถ่ายที่นำมาใช้งานจริงได้อย่างพอดี	4.23	0.56	มาก
รวม	4.26	0.57	มาก
5. ด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติ			
1. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีโครงสร้างใกล้เคียงกับของจริง	4.29	0.64	มาก
2. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีพื้นผิวใกล้เคียงกับของจริง	4.26	0.51	มาก
3. วัตถุเสมือนจริงสามมิติมีความสวยงาม	4.19	0.60	มาก
4. วัตถุเสมือนจริงสามมิติสามารถใชในงานเพื่อการอนุรักษ์ได้	4.23	0.62	มาก
5. วัตถุเสมือนจริงสามมิติสามารถนำไปเผยแพร่สู่สาธารณชนได้	4.39	0.56	มาก
รวม	4.27	0.58	มาก
สรุปโดยภาพรวม	4.23	0.59	มาก

จากตารางที่ 2 การศึกษาความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจการจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ สรุปโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจด้านด้านวัตถุเสมือนจริงสามมิติโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.27) รองลงมาคือภาพถ่ายใช้แสงจากธรรมชาติโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26) ด้านการถ่ายภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24) ภาพถ่ายใช้แสงจากไฟสตูดิโอ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23) และด้านมุมกล้องและขนาดภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการวิจัย เรื่อง การจัดเก็บข้อมูลพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติ ด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีเพื่อการอนุรักษ์ การวิจัยในครั้งนี้เน้นให้ความสำคัญกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาวิจัย ข้อมูลและการวิเคราะห์เป็นสิ่งที่ถูกสร้างมาจากประสบการณ์และความสัมพันธ์กับประเด็นที่ศึกษาของผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างจึงให้ความสำคัญกับระบวนการและบริบทที่ทฤษฎีถูกสร้างขึ้นมาเป็นกรอบแนวคิดรูปแบบการวิจัยแบบผสมวิธีประกอบกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานราก ซึ่งอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษา การศึกษาข้อมูลพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยมและสุนทรียศาสตร ซึ่งผู้วิจัย พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมกับประเด็นวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่เลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พงษ์พิพัฒน์ สายทอง. 2561) กระทั่งได้ข้อสรุปเชิงทฤษฎีสุนทรียศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณ. 2562 : 353) และนำข้อสรุปไปใช้ในการจำแนกพระพุทธรูปโบราณตามแบบสกุลช่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิจิตร วินทะไชย, 2560 : 345) โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม พระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง มีองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) องค์พระมีลักษณะงดงามแบบศิลปะล้านช้าง 2) มีฐานแบบยกสูงเพื่อรองรับองค์พระ และ 3) มีพระเกศสูงตามแบบศิลปะล้านช้าง รวมถึงศึกษาสภาพปัญหาที่พบเจอจากสถานการณ์จริง โดยสรุปได้คือ คือ 1) พระพุทธรูปโบราณเกิดการชำรุดเสียหายตลกาลเวลา 2) ยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชากการของรูปภาพพระพุทธรูปโบราณอย่างเพียงพอ และ 3) พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันว่าเคยเป็นสมบัติของวัดมากก่อน

ระยะที่ 2 ศึกษาการภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้างในพื้นที่บริเวณแสงธรรมชาติและแสงจากไฟสตูดิโอ พบว่าการใช้กล้องดิจิทัลทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา และจะต้องใช้มุมมองในการถ่ายภาพ 3 ระดับ คือ 1) ระดับล่าง 2) ระดับกลาง และ 3) ระดับบน เพื่อให้ได้รูปภาพที่มีจุดเชื่อมโยงกันในแต่ละรูปภาพสามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน เป็นการอ้างอิงระหว่างมุมมองของภาพถ่ายทำให้เกิดการคำนวณได้ง่าย ซึ่งการถ่ายภาพที่ดีจะนำไปสู่การสร้างส่วนต่อเสื่อมได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (สุชาติ แสนพิช. 2566). ที่ได้ใช้กล้องดิจิทัลและกล้องมือถือทำการถ่ายภาพด้วยมุมมอง 360 องศา เพื่อสร้างภาพลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะที่ 3 ศึกษาข้อมูลและพัฒนาวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี พบว่า ในพื้นที่ที่ใช้แสงจากธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดแสงนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 45 ภาพ ภาพถ่ายพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง อยู่ในพื้นที่ร่มและใช้แหล่งกำเนิดแสงจากไฟสตูดิโอนั้น จะได้ชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 75 ภาพ โดยการนำเอาภาพทั้งสองชุดไปประมวลสร้างเป็นพระพุทธรูปโบราณจำลองวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างภาพสามมิติสามารถทำการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในรูปแบบดิจิทัล สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (Anette Eltner and Giulia Sofia.2020) ที่นำเอาเทคโนโลยีโฟโตแกรมเมทรีมาทำการวิจัยทำให้ได้เห็นภาพจำลองสามมิติขนาดใหญ่เพื่อพัฒนาพื้นที่ที่จำเป็นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของของ (Christophe Helmke et al. 2023) ที่ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพเสมือนจริงวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เพื่อจำลองโบราณคดี และมรดกทางวัฒนธรรมด้วยภาพสามมิติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของ (สุชาติ แสนพิช. 2566) ที่ได้ใช้เทคนิคโฟโตแกรมเมทรี ไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย สามารถสร้างต้นแบบวัตถุสามมิติได้ตรงตามความต้องการอีกทั้งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นการปริ้นต้นแบบสามมิติเป็นโมเดลจำลองได้อีกด้วย

ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดข้อมูลวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมท พบว่า ระดับค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการสร้างวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี มีความใกล้เคียงกับของจริงทั้งรูปทรงและพื้นผิวของวัตถุจำลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Yinglong Hu. et al.2021) ที่ใช้เทคโนโลยีสร้างภาพเสมือนจริงวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี เพื่อบันทึกข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมและอารยธรรมเพื่อเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัล โดยค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1การสร้างแบบจำลองสามมิติจากรูปภาพหลายมุมมองให้ผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้สำหรับนำเสนอลงานผ่านสื่อต่างๆและเพื่อการอนุรักษ์แต่หากต้องการนำข้อมูลดังกล่าวเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการบูรณะซ่อมแซม

จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการในการสร้างแบบจำลองสามมิติโดยตรงจากวัตถุหรือการสร้างจากแบบจำลองสามมิติจากอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงแบบ เช่น 3D laser scanner ซึ่งจะให้ค่าความแม่นยำของพื้นผิวและรูปทรงวัตถุในระดับสูง

6.2 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากรูปภาพหลายมุมมองสามารถนำไปใช้กับวัตถุโบราณประเภทอื่น ๆ เช่น วัตถุโบราณขนาดเล็ก ไปถึงสิ่งก่อสร้าง ปราสาทใหญ่ขึ้นเพื่อการอนุรักษ์ ซึ่งวัตถุโบราณยิ่งนับวันยิ่งเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา หากมีคณะทำงานขนาดใหญ่ที่ทำการเก็บข้อมูลไว้จะทำให้เป็นคลังข้อมูลความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายในอนาคตและเป็นฐานข้อมูลให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ได้

6.3 พระพุทธรูปโบราณที่จัดเก็บในวัดต่าง ๆ นั้นเกิดการชำรุดเสียหายไปมาก มีปัญหาข้อมูลรูปภาพที่วัดมีอยู่นั้นยังไม่มีฐานข้อมูลทางวิชากการเพื่อจัดเก็บข้อมูลและไม่มีเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าว ซึ่งหรือเมื่อจะทำการซ่อมบำรุงพระพุทธรูปโบราณ มักจะไม่มีข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์และไม่สามารถทำการซ่อมบำรุงได้ หรือในบางพื้นที่พระพุทธรูปโบราณหลายองค์ได้ถูกลักขโมยและไม่สามารถติดตามมาคืนได้เนื่องจากไม่มีหลักฐานรูปภาพเพื่อยืนยันได้หากมีคณะทำงานขนาดใหญ่ควรรีบทำการบันทึกภาพเพื่อเป็นหลักกฐานสำคัญในโอกาสต่างได้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก พระญาคูจุณฑ์ เสนาสนะสัตรป่าเจ้าสัว ที่เมตตาอนุเคราะห์ให้ข้อมูลและชี้แนะแนวทางการพัฒนางานวิจัยพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง พระอธิการจีราวัฒน์ จิรวัฑฒโน เจ้าอาวาสวัดท่าคกเรือ พระอาจารยเจ้าอาวาส วัดอุดมสรรพผล ที่เมตตาอนุเคราะห์มอบข้อมูลสำคัญและอนุญาติให้ถ่ายภาพพระพุทธรูปโบราณศิลปะล้านช้าง สำหรับงานวิจัยและกราบขอบพระคุณ พระมหาวัชร เขมปัญโญ วัดนรนาถสุนทริการาม ที่เป็นผู้ร่วมวิจัยและนำพาไปเก็บข้อมูลตามสถานที่ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

จักรพรรณ วงศ์พรพวัณ และ สาริกา ไสวงาม.(2562) .ปรัชญา ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชีวิตของอาณาจักรล้านช้าง. **รายงานการวิจัย.** มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

พระมหาสมเจต สมจารี หลวงกัน. (2559). พระพุทธรูป : สัญลักษณ์แห่งศรัทธาที่มีต่อพระพุทธเจ้า.**วารสารศึกษาศาสตร์.** มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย. 4(1) 94-111.

พระอธิวัฒน์ รตนวณฺโณและคณะ. (2562) .วิเคราะห์พุทธสุนทรียศาสตร์ ในพระพุทธรูปศิลปะล้านช้าง. **วารสารธรรมวิชญ์.** 2(2) มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. วิทยาเขตเชียงใหม่.

พงษ์พิพัฒน์ สายทอง. (2561). การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฐานรากแนวสร้างสรรค์นิยมเพื่อสร้างมโนทัศนศิลป์ในการออกแบบตัวละครสัตว์หิมพานต์สำหรับงานแอนิเมชัน. **Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University**.11(3), 914-928.

วิจิตร วินทะไชย. (2560). รูปแบบทางศิลปะของพุทธปฏิมากรรมสำริดศิลปะล้านช้างในอีสาน. **Journal of Fine and Applied Arts Khon Kaen University 9** (1): 341–64ศักดิ์ชัย สายสิงห์. (2564). พระพุทธรูปในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/2021/06/detail_ file/NmOBH5KF1AeeHHciRPQPP3ShJYoTWFDy2gZaUU9I.pdf**. สืบค้น 19 มกราคม 2565.

ศักดิ์ชัย สายสิงห์. (2565). พระพุทธรูปสำคัญและพระพุทธรูปศักดิ์สิทธิ์ในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/2022/07/detail_file/G38qf9I3ar5aK4m9HllLkyPOKGUdsLYFQ2ndSZZJ.pdf.** สืบค้น 19 มกราคม 2565.

สมเกียรติ โล่ห์เพชรัตน์. (2543). **ประวัติศาสตร์การสร้างพระพุทธรูปล้านช้าง**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สำนักพิมพ์สยามอินเตอร์บุ๊คส์.

สุชาติ แสนพิช. (2566). **สร้างโมเดล สามมิติเทคนิคโฟโตแกรมเมทรีด้วยโปรแกรม RealityCapture**. พิมพ์ครั้งที่1. ปทุมธานี :สำนักพิมพ์วีอาร์สยามเมตาแล็บ.

สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรร . (2551) **.** คู่มือการจัดทำทะเบียนโบราณวัตถุศิลปวัตถุ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.finearts.go.th/storage/contents/detail_file/1WsWxgESixfCL5TxmNZa1oY1SZL8OGcIcUfPIJKC.pdf**.สืบค้น 19 มกราคม 2565.

อภิวัฒน์ ปันทะธง และ จิรวัฒน์ สุขแก้ว.(2565) การสร้างสื่อดิจิทัลแบบจำลองสามมิติพระพุทธรูปหินทรายสกุลช่างพะเยา ภายในหอวัฒนธรรมนิทัศน์ วัดศรีโคมคำ จังหวัดพะเยา. มหาวิทยาลัยพะเยา. **วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ**. 7(8) : 504 – 520.

Anette Eltner and Giulia Sofia. (2020). “**Chapter 1 - Structure from motion photogrammetric technique**.” Developments in Earth Surface Processes. Volume 23, 2020, Pages 1-24.

Christophe Helmke et al. (2022). "All that is old is new again: Epigraphic applications of photogrammetry in ancient Mesoamerica**.**" Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage. [Online]. Available : **e00214.https://doi.org/10.1016/j.daach.2022. e00214.** Retrieved 25 June 2022.

Connor Elkhill et al. (2023). "Geometric learning and statistical modeling for surgical outcomes evaluation in craniosynostosis using 3D photogrammetry." Computer Methods and Programs in Biomedicine. [Online]. Available **: https://doi.org/10.1016/j. cmpb. 2023.107689**. Retrieved 25 June 2023.

Dai, Fei, and Wei Bing Peng. (2013). “Reality Capture in Construction Engineering Applications Using Close-Range Photogrammetry.” **Applied Mechanics and Materials**. 353–356 (August): 2795–98.

Denmark, Evan L. (2020). “A Technical Analysis of Photogrammetry with Reality Capture.” Massachusetts Institute of Technology. [Online]. Available : **https://dspace.mit. edu/handle/1721.1/129202?show=full?show=full.** Retrieved 25 June 2023.

Elkhill, Connor, Jiawei Liu, Marius George Linguraru, Scott LeBeau, David Khechoyan, Brooke French, and Antonio R. Porras. (2023). “Geometric Learning and Statistical Modeling for Surgical Outcomes Evaluation in Craniosynostosis Using 3D Photogrammetry.” **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, June, 107689.

Redweik, Paula. (2013). “**Photogrammetry.” In Sciences of Geodesy - II: Innovations and Future Developments**, edited by Guochang Xu, 133–83. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Uwe Stilla and Yusheng Xu."Change detection of urban objects using 3D point clouds: A review." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Volume 197, Pages 228-255. [Online]. Available : **https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.010**. Retrieved March 2023.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการวางรากฐานในการอนุรักษ์และสืบสานพระพุทธรูปโบราณในรูปแบบวัตถุเสมือนจริงสามมิติด้วยเทคนิคโฟโตแกรมเมทรี การออกแบบวิธีการรวบรวมและการสร้างฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติเสมือนจริง มีนัยทางวิชาการเป็นการเน้นย้ำถึงความสำคัญของงานวิจัยนี้เพื่อการพัฒนาความรู้และส่งเสริมความร่วมมือในด้านการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งมีส่วนช่วยในการจัดการอย่างยั่งยืนเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการวิจัยสู่อนาคต

การตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์

วิทวัส สุขชีพ[1*] จรัญ แสนราช[2]
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ[1*2]
s6402042910045@email.kmutnb.ac.th[1*]

วันที่รับบทความ 13 ธันวาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 28 พฤษภาคม 2566
วันตอบรับบทความ 29 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ 2) เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบระดับความตระหนักรู้ด้านภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ โดยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ด้วยการวิจัยเชิงสำรวจ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย ประชากร ได้แก่ นักเรียน นักศึกษา ศิษย์เก่า ครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และผู้บริหารสถานศึกษา โดยมีขนาดตัวอย่าง 400 คน และใช้การสุ่มตัวอยางแบบชั้นภูมิและสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอยางตามสัดส่วนของขนาดกลุ่มประชากร

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ มีประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 79.00) และมีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 91.75) และมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.55, SD.=0.68) เมื่อจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า อายุ และประสบการณ์ทำงานที่ต่างกันจะมีระดับความตระหนักรู้ด้านถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ที่แตกต่างกัน และผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์และมีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ในระดับมากจะมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ในระดับมากเช่นกัน โดยผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัจจุบัน ตามรูปแบบการใช้อินเทอร์เน็ตที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษารู้เท่าทันและป้องกันตนเองได้ก่อนที่จะเกิดความไม่ปลอดภัยกับชีวิตและทรัพย์สินจากภัยและอาชญากรรมไซเบอร์ต่อไป

คำสำคัญ : การตระหนักรู้ ภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ สถานศึกษา

Awareness of Cybercrime Threats and Cybercrimes by Internet Users in Educational Institutions Surin Province

Vitthawat Suksheep[1*], Charun Sanrach[2]
Department of Computer Education, Faculty of Technical Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok [1*2]
s6402042910045@email.kmutnb.ac.th[1*]

Received 13 December 2022
Revised 28 May 2023
Accepted 29 May 2023

Abstract

This research studied Internet network usage behaviour in educational institutions. Surin Province. The objectives of this research were to 1) study the experience of cyber threats and cybercrime among internet network users in educational institutions, 2) to study the knowledge of cyber threats and cybercrime among internet network users in educational institutions. and 3) to compare the level of threat and cybercrime awareness among internet users in educational institutions in Surin Province. This was quantitative research that using process with exploratory research. There were questionnaires which used as a research tool. The populations are students including alumni Teachers, staff, and school administrators. The sample size was 400 people which used stratified sampling and random sampling and obtained a proportional number of cohorts of population size.

The results showed that the internet network users were found in educational institutions in Surin Province and had experience with threats and cybercrime is less level (79.00 percent). There were the greatest level of awareness of threats and cybercrime (91.75 percent). Moreover, there were the greatest level of awareness of threats and cybercrime ($\bar{x}$=4.55, SD.=0.68). When classified according to personal factors, found that the different ages and work experiences had different levels of awareness of threats and cybercrimes. Moreover, it found that the users who had experience and knowledgeable about threats and cybercrime in large level were also had aware of threats and cybercrime. The results can be used to design appropriate learning to prevent threats and cybercrime that are appropriate for today. According to the rapidly changing Internet usage patterns, so that Internet users in educational institutions can be aware and protect themselves before life and property are insecure from further threats and cybercrime.

Keywords: Awareness, Threats and Cybercrime, Cybersecurity, Educational Institutions

1. บทนำ

ภัยคุกคามและอาชญากรรมคอมพิวเตอร์เป็นสถานการณ์ที่ทวีความรุนแรงและมีการกระทำความผิดที่สลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามยุคสมัย ส่งผลให้เกิดปัญหาทางสังคมและเศรษฐกิจอย่างมากมาย โดยอาชญากรรมทางคอมพิวเตอร์ที่พบเห็นมากมาย และจากรายงานอาชญากรรมด้านความปลอดภัยบนอินเทอร์เน็ต (Internet Security Threat Report-ISTR) ฉบับที่ 22 ของไซแมนเทค ปรากฏว่ามีการตรวจพบภัยคุกคามใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นบนอุปกรณ์พกพา และแนวโน้มดังกล่าวยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา การลักลอบเข้าถึง แก้ไขเปลี่ยนแปลงการทำลายระบบข้อมูลสำคัญ การขโมยข้อมูลระบุตัวตน การปลอมหรือสวมรอย เป็นต้น (ชฎาภรณ์ สิงห์แก้ว. 2564 : 541) นอกจากนี้ ประเทศไทยได้ถูกจัดเป็นประเทศที่มีการป้องกันภัยคุกคามไซเบอร์ต่ำกว่ามาตรฐาน และติดอันดับ 15 ของโลกในเรื่องประเทศที่มีความเสี่ยงด้านไซเบอร์ (Marketing Oops!. 2018) ขณะที่ประเทศไทยมีการพัฒนาด้านธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์มากเท่าใด ภัยคุกคามในโลกไซเบอร์ถือได้ว่าเป็นภัยร้ายที่ประชาชนคนไทยต้องเผชิญหน้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อาทิเช่น การปลอมบัญชีโซเชียลมีเดีย การขโมยข้อมูล การโจมตีระบบ และภัยคุกคามไซเบอร์อื่น ๆ ซึ่งปัจจุบันภัยคุกคามทางไซเบอร์ในประเทศไทยมีจำนวนที่เพิ่มสูงขึ้นและทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ความสามารถในการเข้าถึงโครงข่ายไซเบอร์ของประชากรในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด จึงทำให้ความเสี่ยงด้านอาชญากรรมไซเบอร์มีสูงขึ้นหลายเท่าตัวและเป็นภัยคุกคามที่จะถูกยกระดับในเชิงยุทธศาสตร์ของประเทศ และการที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตทำให้ปัจจุบันมีการสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย จึงทำให้ความสามารถของอาชญากรทางไซเบอร์ที่มี จำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยระบบสารสนเทศขององค์กร ทำให้การดำเนินงานขององค์กรต้องถูกชะงัก สร้างความเสียหาย ทำลายความน่าเชื่อถือขององค์กร (เมธาพร ธรรมศิริ และศิรภัสสรศ์ วงศ์ทองดี. 2565 : 4)

สถาบันการศึกษาใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลและถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตต้องให้ความสำคัญและมีองค์ความรู้ที่ส่งผลต่อความมั่นคงและปลอดภัยทางไซเบอร์ของสถานศึกษา ในปัจจุบันในสถานศึกษามีการลงทุนจัดซื้ออุปกรณ์เพื่อสร้างระบบรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์มากมาย แต่อาจมีความเสี่ยงได้หากผู้ใช้งานไม่เกิดการเรียนรู้ในการป้องกันตนเองให้ห่างไกลจากภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์ได้ ดังนั้นการศึกษาถึงความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาจะสะท้อนการพัฒนาแนวทางในการกำหนดนโยบายด้านความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ อันจะนำไปสู่การออกแบบกระบวนการสร้างองค์ความรู้เพื่อสร้างความตระหนักรู้ด้านภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์

2.2 เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์

2.3 เพื่อเปรียบเทียบระดับความตระหนักรู้ด้านภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาถึงความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ลักษณะทางประชากร
1. ปัจจัยส่วนบุคคล 2. ประสบการณ์เกี่ยวกับความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ 3. ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ 4. ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญกรรมทางไซเบอร์

⇨

การตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป ในสถานศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 400 คน โดยใช้สูตรการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Cochran (1977) กรณีที่ไม่ทราบขนาดประชากร โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ n แทน ขนาดตัวอย่าง
P แทน สัดสวนของประชากรที่ผู้วิจัยกำลังสุม (ในที่นี้กำหนดไวที่ 0.50)
Z แทน ค่าสถิติ Z ที่ระดับความเชื่อมั่นรอยละ 95 (มีคาเทากับ 1.96)
e แทน คาความคลาดเคลื่อนจากการสุมตัวอย่างที่ยอมใหเกิดขึ้นได้ (ในที่นี้กำหนดไวที่รอยละ 5 หรือ 0.05)

แทนคาในสูตร

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

$$= 384.16$$

จากการคำนวณจะได้ขนาดตัวอย่าง 384 คน แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาดงานวิจัยครั้งนี้จะใช้ขนาดตัวอย่าง 400 คน

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบสอบถามแบบ และทำการทดสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย โดยทำการทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item – Objective Congruence) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และความน่าเชื่อถือโดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้จำนวน 30 ชุด ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของเครื่องมือในการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางประชากร เกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ประสบการณ์ ทำงาน และระดับการศึกษา

ตอนที่ 2 ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ซึ่งสามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ จำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ มีประสบการณ์ = 1 และ ไม่มีประสบการณ์ = 0 แล้วนำมารวมคะแนนเพื่อนำไปใช้ในการตอบสมมติฐานและแบ่งตามระดับประสบการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) 0 – 3 คะแนน คือ มีประสบการณ์น้อย 2) 4 – 6 คะแนน คือ มีประสบการณ์ปานกลาง และ 3) 7-10 คะแนน คือ มีประสบการณ์มาก

ตอนที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ จำนวน 13 ข้อ ให้ตอบเพียง 2 ตัวเลือกเท่านั้นคือ “ใช่” และ “ไม่ใช่” โดยข้อความที่ถูกต้องจะได้ 1 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มารวมเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน และแบ่งตามระดับความรู้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) 0 – 4 คะแนน คือ มีความรู้น้อย 2) 5 – 9 คะแนน คือ มีความรู้ปานกลาง และ 3) 10-13 คะแนน คือ มีความรู้มาก

ตอนที่ 4 ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ประกอบด้วยข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมิน 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2557: 77) จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ 2) ด้านการกลั่นแกล้งกันบนโลกไซเบอร์ 3) ด้านการสร้างความเสียหาย 4) ด้านการสร้างความเดือดร้อนรำคาญ และ 5) ด้านกลุ่มอาชญากรหรือมิจฉาชีพ รวมทั้งสิ้น 22 ข้อ โดยระบุเกณฑ์การแปลผล ดังนี้ ตระหนักมากที่สุด คือ 5 ตระหนักมาก คือ 4 ตระหนักปานกลาง คือ 3 ตระหนักน้อย คือ 2 และตระหนักน้อยที่สุด คือ 1 และนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยแบ่งระดับความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมทางไซเบอร์

ตอนที่ 5 เป็นแบบสอบถามเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.3 คุณภาพของเครื่องมือวัด ผู้วิจัยได้ทดสอบความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach ซึ่งด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาระหว่าง 0.863 - 0.882 ด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาระหว่าง 0.893- 0.919 และด้านความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ อยู่ระหว่าง 0.941 - 0.949 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (Discriminant Power) ของแต่ละด้านโดยใช้เทคนิค Corrected Item – total Correlation ซึ่งด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.491-0.753 ด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.415 – 0.835 และด้านความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.442 – 0.890 สอดคล้องกับ Nunnally (Nunnally, J. C. 1978) ได้กล่าวว่าการทดสอบค่าอำนาจจำแนกเกินกว่า 0.20 เป็นค่าที่ยอมรับได้

3.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ประสานสถาบันการศึกษา แล้วนำแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นไปมอบให้ผู้ประสานงานในแต่ละสถาบันการศึกษา และแบบสอบถามออนไลน์เพื่อให้ผู้ที่มีความประสงค์ตอบคำถามและได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรไว้อย่างชัดเจน โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม-พฤษภาคม 2565

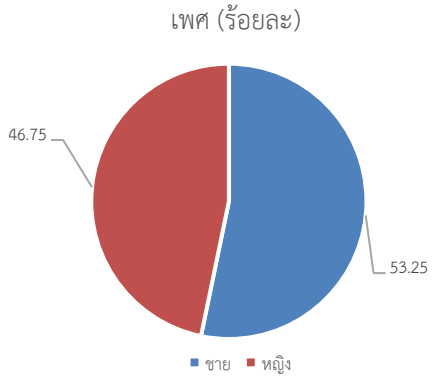
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ประมวลผลทางสถิติ และสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ประเภท

3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่การแจกแจงความถี่ (Frequency) แบบค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อแสดงรายละเอียดของข้อมูลและอธิบายค่าของข้อมูล

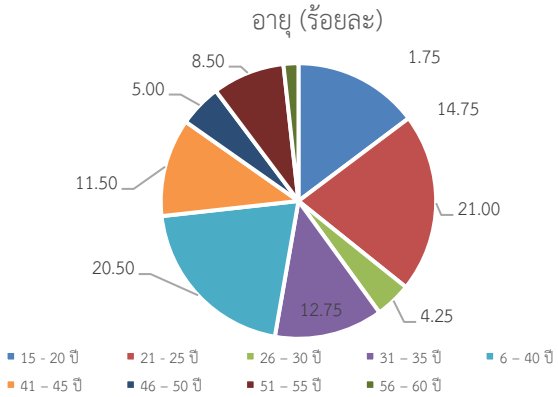
3.4.2 สถิติเชิงอนุมาณ (Inferential Statistics) การนำข้อมูลที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่าง มาทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variables) กับตัวแปรตาม(Dependent Variables) โดยใช้สถิติ One way ANOVA ทดสอบความแตกต่างจะทำการทดสอบด้วยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSDและ Pearson Correlation ในการทดสอบสมมติฐาน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางประชากร พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 213 คน คิดเป็นร้อยละ 53.25 และเป็นเพศหญิง จำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 46.75 ดังรูปที่ 2 และมีอายุระหว่าง 21-25 ปี จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00 รองลงมาคือ 36-40 ปี จำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 20.50 และน้อยที่สุดคือ 56-60 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 1.75 ดังรูปที่ 3

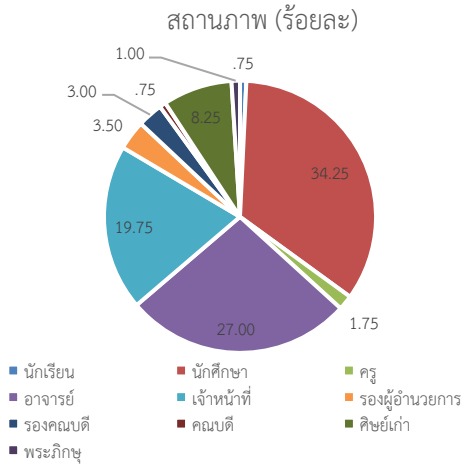


รูปที่ 1 เพศ

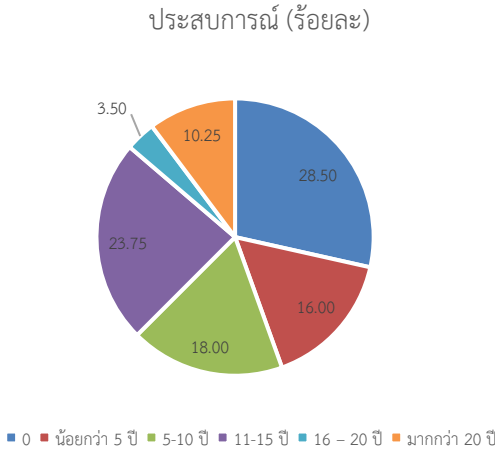


รูปที่ 2 อายุ

นอกจากนี้ยังพบว่า มีสถานภาพเป็นนักศึกษามากที่สุด จำนวน 137 คน คิดเป็นร้อยละ 34.25 รองลงมา คือ เป็นอาจารย์ จำนวน 108 คน คิดเป็นร้อยล 27.00 และน้อยที่สุดคือเป็นนักเรียน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 0.75 ดังรูปที่ 4

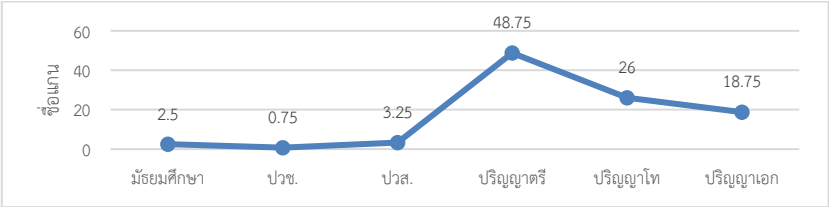


รูปที่ 4 สถานภาพ



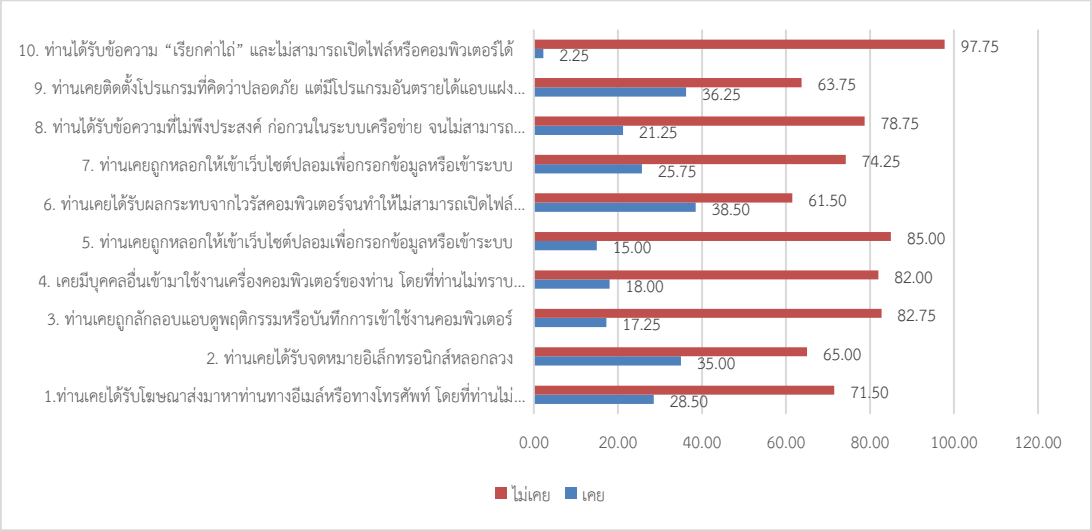
รูปที่ 5 ประสบการณ์

ในด้านประสบการณ์ของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ คือไม่มีประสบการณ์ จำนวน 114 คน คิดเป็นร้อยละ 28.50 รองลงมาอยู่ระหว่าง 11-15 ปี จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 23.75 และน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 16-20 ปี จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 3.50 ดังรูปที่ 5 และระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม คือปริญญาตรี จำนวน 195 คน คิดเป็นร้อยละ 48.75 รองลงมาคือปริญญาโท จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 26.00 และน้อยที่สุดคือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 0.75 ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ระดับการศึกษา

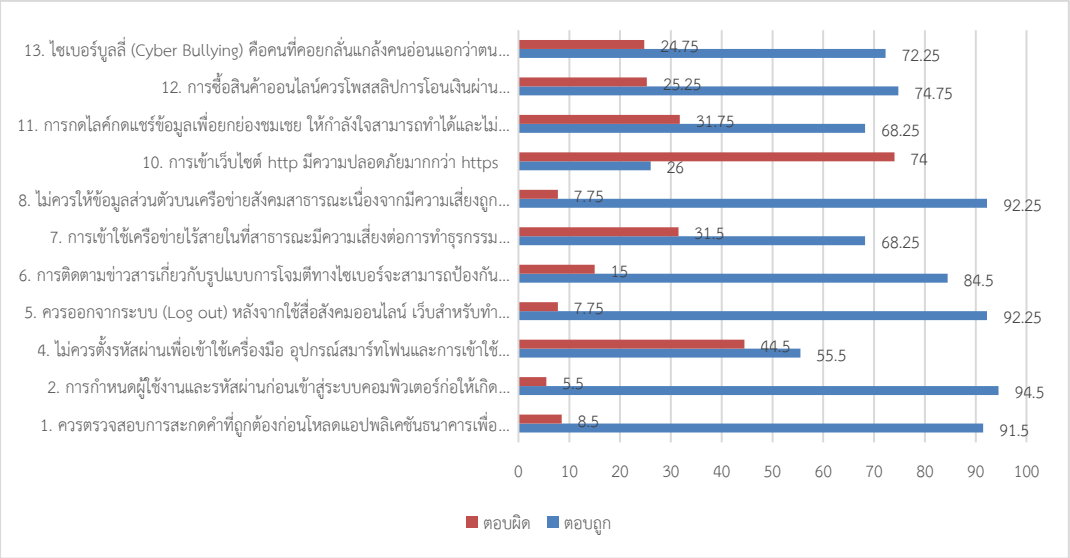
4.2 ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ พบว่า ส่วนใหญ่เคยได้รับข้อความที่ไม่พึงประสงค์ก่อกวนในระบบเครือข่าย จนไม่สามารถทำงานได้ มากที่สุด จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 38.50 และไม่เคย จำนวน 246 คน คิดเป็นร้อยละ 61.50 รองลงมา ท่านเคยติดตั้งโปรแกรมที่คิดว่าปลอดภัย แต่มีโปรแกรมอันตรายได้แอบแฝงมาด้วย จำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 36.25 และไม่เคย จำนวน 255 คน คิดเป็นร้อยละ 63.75 และน้อยที่สุดคือ เคยได้รับข้อความ “เรียกค่าไถ่” และไม่สามารถเปิดไฟล์หรือคอมพิวเตอร์ได้ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 2.25 และ ไม่เคย จำนวน 391 คน คิดเป็นร้อยละ 97.75 ดังรูปที่ 7 และสามารถจัดกลุ่มระดับประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ได้ 3 ระดับ โดยพบว่า ส่วนใหญ่มีประสบการณ์น้อย จำนวน 316 คน คิดเป็นร้อยละ 79.00 รองลงมามีประสบการณ์ปานกลาง จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 12.25 และ มีประสบการณ์มาก จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 8.75



รูปที่ 7 ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์

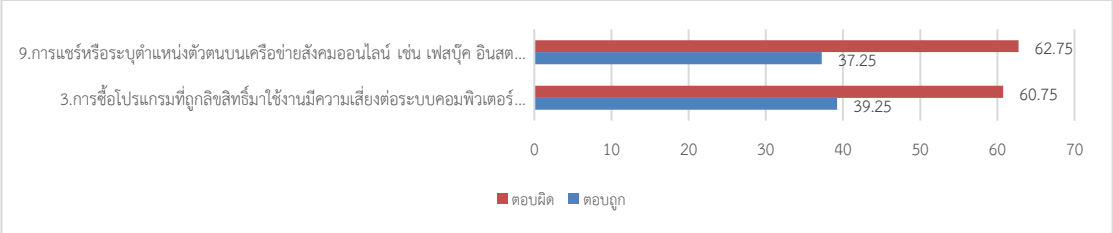
4.3 ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ พบว่าข้อที่ตอบถูกคือข้อที่ “ใช่” ได้แก่ข้อ 1 2 4 5 6 7 8 10 11 12 และ 13 ที่ตอบถูกมากที่สุดคือ การกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่านก่อนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ก่อให้เกิดความปลอดภัยในการเข้าใช้งาน จำนวน 378 คน คิดเป็นร้อยละ 94.50 และตอบผิด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 4.80 รองลงมาคือ ไม่ควรให้ข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคมสาธารณะเนื่องจากมีความเสี่ยงถูกลักลอบ

ข้อมูล จำนวน 369 คน คิดเป็นร้อยละ 92.25 และตอบผิด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 7.75 และน้อยที่สุดคือ การเข้าเว็บไซต์ http มีความปลอดภัยมากกว่า https จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ร้อยละของผู้ตอบถูก

ข้อที่ตอบถูกคือข้อที่ “ไม่ใช่” ได้แก่ข้อ 3 และ 9 ที่ตอบถูกมากที่สุดคือ การซื้อโปรแกรมที่ถูกลิขสิทธิ์มาใช้งานมีความเสี่ยงต่อระบบคอมพิวเตอร์คล้ายคลึงกับโปรแกรมที่แชร์ให้โหลดได้ฟรีในอินเทอร์เน็ต จำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 39.25 และตอบผิด จำนวน 243 คน คิดเป็นร้อยละ 60.75 รองลงมา คือการแชร์หรือระบุตำแหน่งตัวตนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น เฟสบุ๊ค อินสตราแกรม สามารถทำได้และไม่ได้รับอันตรายใด ๆ จำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 37.25 และตอบผิด จำนวน 251 คน คิดเป็นร้อยละ 62.75 ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ร้อยละของผู้ตอบผิด

โดยสามารถจัดกลุ่มความรู้ได้ 3 ระดับ โดยพบว่ามีความรู้มาก จำนวน 367 คน คิดเป็นร้อยละ 91.75 รองลงมา คือ มีความรู้มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 5.25 และ น้อยที่สุด คือ มีความรู้น้อย จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 3

4.4 ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์

ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความตระหนัก
ด้านความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ	4.59	0.66	มากที่สุด
ด้านการกลั่นแกล้งกันบนโลกไซเบอร์	4.02	0.96	มาก
ด้านสร้างความเสียหาย	4.66	0.58	มากที่สุด
ด้านสร้างความเดือดร้อนรำคาญ	4.79	0.49	มากที่สุด
ด้านกลุ่มอาชญากรหรือมิจฉาชีพ	4.68	0.59	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.55**	**0.68**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 1 ความตระหนักเกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับความตระหนัก ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.55, S.D.= 0.68) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านสร้างความเดือดร้อนรำคาญ อยู่ในระดับความตระหนักมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.79, S.D.= 0.49) รองลงมาคือ ด้านกลุ่มอาชญากรหรือมิจฉาชีพ อยู่ในระดับความตระหนักมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.68, S.D.= 0.59) และระดับความตระหนักน้อยที่สุด คือ ด้านการกลั่นแกล้งกันบนโลกไซเบอร์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.02, S.D.= 0.96)

4.5 การทดสอบสมมติฐาน

4.5.1 ลักษณะทางประชากรมีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาจำแนกตามอายุ

4.5.1.2 อายุมีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต จำแนกตามอายุ

แหล่งที่มา	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	3.612	8	.451	3.229*	.001
ภายในกลุ่ม	54.662	391	.140		
รวม	58.274	399			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 พบว่า ยอมรับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ อายุที่ต่างกันมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ อายุมีความสัมพันธ์กับความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการ LSD ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของอายุ ด้วยวิธีการ LSD

อายุ	$\bar{x}$	15-20 ปี	21-25ปี	26–30ปี	31–35ปี	36–40ปี	41–45ปี	46–50ปี	51–55ปี	56–60ปี
		4.57	4.58	4.71	4.60	4.70	4.56	4.36	4.45	4.31
15 - 20 ปี	4.57	-	-0.10	-.141	-.033	-.132*	.009	.206*	.124	.258
21 - 25 ปี	4.58		-	-.131	-.023	-.122*	.019	.216*	.134	.268
26 – 30 ปี	4.71				.108	.009	.150	.348*	.265*	.400*
31 – 35 ปี	4.60					-.099	.042	.240*	.157	.292
36 – 40 ปี	4.70						.141*	.339*	.256*	.391*
41 – 45 ปี	4.56							.198*	.115	.250
46 – 50 ปี	4.36								-.083	.052
51 – 55 ปี	4.45									.135
56 – 60 ปี	4.31									-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 1 พบว่า พบว่า ผู้ที่มีอายุ 36 - 40 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้มีอายุ 15 - 20 ปี กับและอายุ 46 - 50 ปี เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 2 พบว่า ผู้มีอายุ 36 - 40 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้ที่มีอายุ 21 - 25 ปี กับและอายุ 46 - 50 ปี เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 3 พบว่า ผู้มีอายุ 26 – 30 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้มีอายุ 46 - 50 ปี เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 4 พบว่า ผู้ที่มีอายุ 31 – 35 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้ที่มีอายุ 46 - 50 ปี เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 5 พบว่า ผู้ที่มีอายุ 36 – 40 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้มีอายุ 46 - 50 ปี อายุ 51-55 ปี และ อายุ 56-60 ปี และดเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ 6 พบว่า และผู้ที่มีอายุ 41 – 45 ปี มีค่าเฉลี่ยความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่าผู้มีอายุ 46 - 50 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.5.2 ลักษณะทางประชากรมีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาจำแนกตามประสบการณ์ทำงาน

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต จำแนกตามประสบการณ์ทำงาน

แหล่งที่มา	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	3.810	5	.762	5.513*	.000
ภายในกลุ่ม	54.463	394	.138		
รวม	58.274	399			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 พบว่า ยอมรับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ ประสบการณ์ทำงานที่ต่างกันมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ ประสบการณ์มีความสัมพันธ์

กับความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการ LSD ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสบการณ์ทำงาน ด้วยวิธีการ LSD

ประสบการณ์	$\bar{x}$	0	< 5 ปี	5-10 ปี	11-15 ปี	16-20 ปี	> 20 ปี
		4.53	4.65	4.59	4.69	4.21	4.51
0	4.53	-	-.118*	-.060	-.159*	.321*	.017
< 5 ปี	4.65			.057	-.041	.439*	.134
5-10 ปี	4.59				-.099	.381*	.077
11-15 ปี	4.69					.480*	.175*
16-20 ปี	4.21						-.304*
> 20 ปี	4.51						-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 พบว่า ผู้ไม่มีประสบการณ์ กับผู้มีประสบการณ์น้อยกว่า 5 ปี กับประสบการณ์ 11-15 ปี และประสบการณ์ 16-20 ปี มีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากกว่า ผู้มีประสบการณ์น้อยกว่า 5 ปี กับประสบการณ์ 16-20 ปี มีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์แตกต่างกัน ผู้มีประสบการณ์ 5-10 ปี กับประสบการณ์ 16-20 ปี มีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์แตกต่างกัน ผู้มีประสบการณ์ 11-15 ปี กับผู้มีประสบการณ์ 16-20 ปี กับมากกว่า 20 ปี มีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์แตกต่างกัน และผู้มีประสบการณ์ 16-20 ปี กับมากกว่า 20 ปี มีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.5.3 ปัจจัยทางด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์

ตัวแปร	ความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์	
	r	p
ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์	.952*	.003

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 พบว่า ยอมรับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ ประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($p < .05$) โดยมีผลบวกคือ ผู้ใช้งานมีประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากจะมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากเช่นกัน

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์

ตัวแปร	ความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์	
	r	p
ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์	-.332**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 7 พบว่า ยอมรับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ ความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มีผลต่อความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ .01 ($p < .01$) โดยมีผลลบคือ ผู้ใช้งานมีความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มาก จะมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์น้อยด้วย

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการวิจัยเรื่องการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยผู้วิจัยเห็นว่ามีผลสืบเนื่องจากปัจจุบันมีการนำเสนอข้อมูลผ่านสื่อโซเชียลมีเดียอย่างแพร่หลาย สอดคล้องกับเมธาพร ธรรมศิริ และศิรภัสสรศ์ วงศ์ทองดี (2565 : 1-2) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความตระหนักรู้ด้านภัยคุกคามทางไซเบอร์ของบุคลากรในบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ที่กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ระดับมาก เนื่องจากสถาบันการศึกษามีการจัดหลักสูตร รายวิชาเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับจริยธรรมในการใช้คอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังได้รับความรู้ข่าวสารและประ สบการณ์จากรับฟังข่าวจากสื่อโซเชียลต่าง ๆ จึงเป็นที่สนใจ จึงทำให้บุคลากรทุกระดับในสถาบันการศึกษาได้เกิดการเรียนรู้เกิดความเข้าใจและพยายามป้องกันตนเองจากภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ส่งผลให้เกิดความตระหนักรู้ตามที่กุลวดี ราชภักดี (2545 : 38) ได้กล่าวว่า ความตระหนัก คือความรู้สึก นึกคิดที่บุคคลได้รับจากประสบการณ์แล้วเกิดความเข้าใจที่ยอมรับและเกิดการแสดงพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งเมื่อมีอายุและประสบการณ์จากการทำงานมากจะส่งผลต่อการเรียนรู้ การสร้างคุ้นเคยเกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ต

ผลการวิจัยในลักษณะประชากรที่พบว่า ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาที่มี อายุและประสบการณ์การทำงานที่ต่างกันมีระดับความตระหนักรู้กับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ที่แตกต่างกัน ในด้านประสบการณ์เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ คือ เคยได้รับข้อความที่ไม่พึงประสงค์ส่งมาในอีเมล์ หรือการได้รับการก่อกวนในระบบเครือข่าย เช่น ข้อความที่ส่งมายังอีเมล์ ข้อความส่งมาผ่านทางโซเชียลมีเดีย หรือเว็บโฆษณาก่อกวนก่อให้เกิดความรำคาญจนไม่สามารถทำงานได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่สถาบันการศึกษาต้องมีมาตรการรักษาความมั่นคงในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าอายุและประสบการณ์ที่ได้รับนั้นสำคัญในการตระหนักรู้กับภัยคุกคามดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิษณุพงศ์ ธนูทอง (2557) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการรักษาความมั่นคงในระบบเครือข่ายหน่วยงานภาครัฐ ที่ได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการพัฒนารักษาความมั่นคงของระบบเครือข่าย โดยการให้ความรู้ความเข้าใจ คำปรึกษาและประสานงานกับผู้ที่รับผิดชองงานด้านความมั่นคงปลอดภัย ควรมีการตรวจสอบการประเมินความเสี่ยงของระบบสารสนเทศ และจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่บุคลากรให้หน่วยงานภาครัฐ ในด้านความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่านก่อนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ก่อให้เกิดความปลอดภัยในการเข้าใช้งานมากที่สุด สอดคล้องกับสุทาเทพ รุณเรศ (2561 : 61) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในกรุงเทพมหานคร ที่พบว่าผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตมีการตั้งรหัสผ่าน โดยตั้งปนกันทั้งตัวอักษรใหญ่-เล็ก

ตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษ และยาวอย่างน้อย 8 ตัวอักษร เพื่อป้องกันความปลอดภัยของข้อมูล นอกจากนี้คือไม่ควรให้ข้อมูลส่วนตัวบนเครือข่ายสังคมสาธารณะเนื่องจากมีความเสี่ยงถูกลักลอบข้อมูล และควรเข้าใช้เว็บไซต์ที่มีโปรโตคอล https เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าโปรโตคอล http สอดคล้องกับ เมธาพร ธรรมศิริ และศิรภัสสรศ์ วงศ์ทองดี (2565:1-2) ที่พบว่าบุคลากรของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการอบรมเสริมสร้างความตระหนักรู้ทางไซเบอร์อย่างสม่ำเสมอจะมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับเรื่องการกำหนดรหัสผ่าน การป้องกันการถูกโจมตีทางไซเบอร์ และการหลอกลวงทางไซเบอร์ผ่านสื่อต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้ใช้งานมีประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์มากจะมีความตระหนักถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา อุทัยแสง (2559 : 8) ที่กล่าวว่าบุคลากรที่เคยมีประสบการณ์ตรงจะมีระดับความตระหนักรู้ และเห็นความสำคัญอย่างมาก

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิจัยและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศหรือแอปพลิเคชันที่จะนำมาสกัดกั้นปัญหาการกลั่นแกล้งบนโลกไซเบอร์ ที่ครอบคลุมการใช้งานในระดับสถาบันการศึกษาและองค์กรทั่วไปเพื่อให้เกิดแนวทางไปสู่การป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยคุกคามและอาชยากรรมทางไซเบอร์ครบวงจร

8. เอกสารอ้างอิง

กุลวดี ราชภักดี. (2545). **ความตระหนักและการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาในหอพักสถาบันอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร** . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ชฎาภรณ์ สิงห์แก้ว. (2564). บทบาทภาครัฐในการป้องกันอาชญากรรมไซเบอร์เพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคม. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอิสเทิร์น**. 18(1), น. 9-10.

ชิษณุพงศ์ ธนูทอง. (2557). **การพัฒนาการรักษาความมั่นคงในระบบเครือข่ายหน่วยงานภาครัฐมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.**

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2557). **การศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วย SPSS**. กรุงเทพมหานคร: วีอินเตอร์พริ้นทร์ กรุงเทพมหานคร.

เมธาพร ธรรมศิริ และศิรภัสสรศ์ วงศ์ทองดี. (2565). ความตระหนักรู้ด้านภัยคุกคามทางไซเบอร์ของบุคลากรในบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการไทยวิจัยและการจัดการ**. 3(2). หน้า 7.

วาสนา อุทัยแสง. (2559). **การตระหนักรับรู้การบริหารความเสี่ยง และการนำการบริหารความเสี่ยงไปปฏิบัติของบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. กองแผนงาน สำนักงานอธิการบดี. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุธาเทพ รุณเรศ. (2561). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในกรุงเทพมหานคร**. การค้นคว้าอิสระ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชานโยบายและการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Cochran, W.G. (1977). **Sampling Techniques**. 3d ed. New York: John Wiley and Sons Inc.

Marketing Oops. (2018). Cyber Security Archives. [Online]. Available : **https://www.marketingoops.com/tag/cyber-security/.**Retrieved December 10, 2022.

Nunnally, J. C. (1978). **Psychometric theory**. (2nd ed.). New York: McGraw Hill Inc.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ของผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษา จังหวัดสุรินทร์ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะประชากรที่ส่งผลต่อความตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ ระดับประสบการณ์และระดับความรู้ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษาเพื่อป้องกันภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ โดยสามารถนำผลจากการวิจัย ไปต่อยอดเพื่อออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันภัยคุกคามและอาชญากรรมไซเบอร์ที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัจจุบัน ตามรูปแบบการใช้อินเทอร์เน็ตที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในสถานศึกษารู้เท่าทันและป้องกันตนเองได้ก่อนที่จะเกิดความไม่ปลอดภัยกับชีวิตและทรัพย์สินจากภัยและอาชญากร

การประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

พัฒนะ เจริญยิ่ง[1]กุลธิดา ผาดีอุ่น[2] สกุณา นาคพุ่ม[3] อุดมพล นาอุดม[4*]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย[1 4*]
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย[2 3]
อีเมล์ : udompon.nau@lru.ac.th[4*]

วันที่รับบทความ 10 มีนาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 13 มิถุนายน 2566
วันตอบรับบทความ 15 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

ดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ ขั้นตอน 1 การประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม ออกแบบโคมไฟจากไหมพรมจำนวน 3 แบบ นำไปเสนอกับผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ แล้วดูจากค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด จำนวน 1 แบบ และนำไปประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม ขั้นตอน 2 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำไปเสนอกับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) นำไปทดลองสอนและหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการประเมินความพึงพอใจของโคมไฟจากไหมพรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 3 รูปแบบได้ผลดังนี้

1.1 รูปแบบที่ 1 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.67 (มากที่สุด)
1.2 รูปแบบที่ 2 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.67 (มากที่สุด)
1.3 รูปแบบที่ 3 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.83 (มากที่สุด)

ดังนั้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบที่ 3 สำหรับนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน เนื่องจาก มีความพึงพอใจโดยรวมมากที่สุด

2. ผลการหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ของสื่อนวัตกรรมโคมไฟจากไหมพรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน จากคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีประสิทธิภาพที่ 80.38/81.03 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 ดังนั้นสื่อนวัตกรรมโคมไฟจากไหมพรมที่สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ในการสอนในโรงเรียนได้

คำสำคัญ: การประดิษฐ์โคมไฟ การงานอาชีพ การจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ ความพึงพอใจ

Makinga Lampfrom Silktobe Usedin Teachingand Learning ManagementCareer ReportMathayom3 Chiang Khan School Chiang Khan DistrictLoei Province

PhattanaCharonying[1], KooltidaPhadeeoun[2], Sakuna Nakpum,[3] UdomponNaudom[4*]
Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University[1,4*]
Faculty of Education, Loei Rajabhat University[2,3]
E – mail :udompon.nau@lru.ac.th[4*]

Received 10 March 2023
Revised 13 June 2023
Accepted 15 June 2023

Abstract

This research Objectives 1) to make a lamp from yarn used in teaching and learning Mathayom 3, Chiang Khan School Chiang Khan District, Loei Province 2) to find the efficiency of learning management innovation on the invention of lanterns from yarnaccording to the standard 70/70

Conducting the research is divided into 2 steps according to the research objectives as follows Step 1 Making a lamp from yarn design a lamp from 3 types of yarn and present it to the experts by using the satisfaction assessment form then look at the highest average of 1 type and make a lamp from yarn. Step 2 Write a learning management plan. Test during class and an achievementtestpresentedto3qualifiedexpertsInevaluatingtheTest-Objective Correspondence Index (IOC) for teaching experiments and evaluating the effectiveness of learning innovations.

1.The results of the satisfaction assessment of the lamps from the yarn. The experts assessed by using 3 types of satisfaction questionnaires, the results were as follows:

1.1 Model 1 had an overall satisfaction level of 4.67 (the highest).

1.2 Model 2 had an overall satisfaction level of 4.67 (the highest).

1.3 Model 3 had an overall satisfaction level of 4.83 (the highest).

Therefore, the researcher selected the third model to be used in the teaching experiment of students in grades 3/4 of Chiang Khan School. Chiang Khan District, Loei Province 39 people because they were the most satisfied overall.

2.The results of evaluating the efficiency of learning management innovations of innovative media, lamps from yarn of students in grades 3/4 of Chiang Khan School Chiang Khan District, LoeiProvince, 39 people from the scores of the test during study and post-test It has an efficiency of 80.38/81.03, which is an efficiency of the 70/70 benchmark. can be used in teaching in schools.

Keywords : Invention, Lamp, Career,learning management, Efficiency,satisfied

1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยกำหนดจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีการพัฒนาเต็มตามศักยภาพมีคุณภาพและมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและเป้าหมายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) จึงได้มีการปรับปรุงในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์และเป็นกรอบในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน มีเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ให้มีกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ โดยมีการกำหนดคุณภาพผู้เรียน โครงสร้างเวลาเรียน สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด แนวการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนสื่อ/แหล่งเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี เปิดโอกาสให้โรงเรียนสามารถกำหนดทิศทางในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับตามความพร้อมและจุดเน้น เพื่อตอบสนองนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ให้มีความพร้อมในการก้าวสู่สังคมคุณภาพ มีความรู้อย่างแท้จริง และมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพเป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียน มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิตและการอาชีพมาใช้ประโยชน์ในการทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ การแข่งขันในสังคมไทยและสากลเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ รักการทำงานและมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างพอเพียงและมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560)

จากหลักสูตรกลุมสาระการเรียนรูการงานอาชีพ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาวิเคราะห์ ปฏิบัติเกี่ยวกับการทำงานอยางมีประสิทธิภาพ มีความสามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนและสามารถทำงานสำเร็จตามเปาหมายที่วางไว เชน การซักตาก พับเก็บเสื้อผาที่ตองดูแลอยางประณีต พร้อมทั้งเตรียมการประกอบอาหารประเภทสำหรับ พรอมทั้งสรางประดิษฐบรรจุภัณฑจากวัสดุธรรมชาติ การประดิษฐของใชของตกแตงจากวัสดุในโรงเรียนหรือทองถิ่น อีกทั้งยังสามารถจัดระบบงานและระบบคน เพื่อใหงานสำเร็จตามเปาหมายอยางมีประสิทธิภาพ ศึกษาวิเคราะหปฏิบัติเกี่ยวกับการทำงานอยางมีประสิทธิภาพ มีความสามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนและสามารถทำงานสำเร็จตามเปาหมายที่วางไว มุงเนนใหผูเรียนไดมีความรูความเขาใจงานธุรกิจเพื่อชีวิต งานชางพื้นฐาน ฝึกปฏิบัติงานและฝกการแกปญหาในความรูเบื้องตนเกี่ยวกับการติดตั้งและประกอบผลิตภัณฑ วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับงานชาง ความปลอดภัยในการทำงาน เครื่องมือเครื่องใชในบาน ทักษะงานชาง การวางแผนปฏิบัติงานตามแบบ การขยายพันธุ์พืช เพื่อใหมีความรูความเขาใจในเนื้อหาและนำความรู ทักษะกระบวนการที่ไดจากการเรียน มาปฏิบัติใหเกิดเปนชิ้นงานอยางมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใชในชีวิตประจำวันได้ (หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ. 2563)

ดังนั้น กลุ่มผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ จึงออกแบบสื่อนวัตกกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรมขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนตามความพร้อมและความสนใจของนักเรียน ที่เน้นการปฏิบัติจริงจนเกิดความมั่นใจและภูมิใจในผลสำเร็จของงาน เพื่อความสำเร็จของผู้เรียนทั้งด้านการทำงานและการดำเนินชีวิตโดยทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องมีการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรมตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

3. วิธีการวิจัย

3.1 กระบวนการสร้างสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ เรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม มีวิธีการทำ ดังนี้

3.1.1 การออกแบบโคมไฟจากไหมพรม

3.1.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบโคมไฟจากไหมพรม

3.1.1.2 เขียนแบบโคมไฟจากไหมพรม จำนวน 3 แบบ

3.1.1.3 เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.1.4 เลือกรูปแบบของโคมไฟ จำนวน 1 แบบ โดยดูจากค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

3.1.2 การประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.1.2.1 เป่าลูกโป่งให้มีขนาดพอดีกับโคมไฟที่เราต้องการ และวาดรูปวงกลมตรงก้บลูกโป่ง

3.1.2.2 เอาชามหรือกะละมังที่เตรียมไว้ ใส่น้ำเปล่าลงไปในชาม จากนั้นก็เอากาวลาเท็กซ์เท ลงไปคนให้กาวละลาย จะได้น้ำที่เหนียว ๆ

3.1.2.3 นำเอาเชือกไหมพรมลงไปแช่ชุบน้ำกาว จากนั้นก็เอามาพันรอบลูกโป่ง พันทับไปทับมาจนกระทั่งเต็มลูกโป่ง ได้เป็นลูกกลม

3.1.2.4 ทิ้งเอาไว้จนกระทั่งกาวแห้งและเชือกแข็งอาจจะนำไปใส่ไว้ในกล่องกระดาษ แล้วใช้ไดร์ฟเป่าผมเป่า ช่วยเร่งให้แห้งเร็วขึ้นก็ได้

3.1.2.5 เจาะลูกโป่งให้แตกแล้วดึงลูกโป่งออก ตัดด้ายออกเล็กน้อยให้เป็นรูพอให้หลอดไฟ เข้าไปได้และนำหลอดไฟยัดเข้าไป

3.2 สร้างและหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.1 ศึกษา ศึกษาวิเคราะห์ รายละเอียดเนื้อหา ที่จะใช้ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนและคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นำมาวางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.2 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.3 สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องวัสดุ อุปกรณ์ประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.4 สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องขั้นตอนการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.5 สร้างแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.6 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบที่สร้าง เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ในการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.2.7 ทดลองสอน

3.2.7.1 สอนเนื้อหาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้

3.2.7.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องวัสดุ อุปกรณ์ประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.7.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องขั้นตอนการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.7.4 ให้นักเรียนประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.7.5 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม

3.2.8 การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.8.1 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

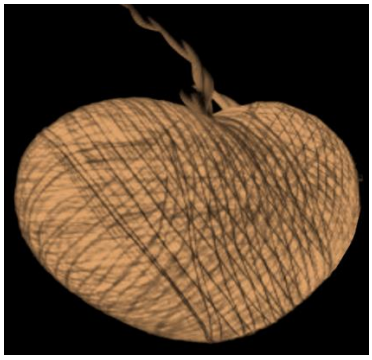
3.2.8.2 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.2.8.3 สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประดิษฐ์โคมไฟจากไหมพรม นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

ผลการออกแบบโคมไฟจากไหมพรม ได้จำนวน 3 แบบ (ภาคผนวก ง) นำมาประเมินความพึงพอใจของโคมไฟจากไหมพรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ผลการประเมินดังรูปที่ 1-3 และตารางที่ 1-3 ดังนี้



รูปที่ 1 การออกแบบโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 1

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย			
1.1 การให้แสงสว่าง	4.00	0.00	มาก
1.2 สะดวกต่อการใช้สอย	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม			
2.1 รูปทรงและขนาดของโคมไฟ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความคิดสร้างสรรค์	4.00	0.00	มาก
3. ด้านสื่อการสอน			
3.1 มีความเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.67**	**0.00**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 1 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า

1. ด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่า ($\bar{x}$ = 4.50) อยู่ในระดับมากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม มีค่า ($\bar{x}$ = 4.50) อยู่ในระดับมากที่สุด
3. ด้านสื่อการสอน มีค่า ($\bar{x}$ = 5.00) อยู่ในระดับมากที่สุด

รูปที่ 2 การออกแบบโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย			
1.1 การให้แสงสว่าง	4.00	0.00	มาก
1.2 สะดวกต่อการใช้สอย	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม			
2.1 รูปทรงและขนาดของโคมไฟ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความคิดสร้างสรรค์	4.00	0.00	มาก
3. ด้านสื่อการสอน			
3.1 มีความเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.67**	**0.00**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 2 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า

1. ด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่า ($\bar{x}$ = 4.50) อยู่ในระดับมากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม มีค่า ($\bar{x}$ = 4.50) อยู่ในระดับมากที่สุด
3. ด้านสื่อการสอน มีค่า ($\bar{x}$ = 5.00) อยู่ในระดับมากที่สุด

รูปที่ 3 การออกแบบโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 3

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย			
1.1 การให้แสงสว่าง	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 สะดวกต่อการใช้สอย	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม			
2.1 รูปทรงและขนาดของโคมไฟ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความคิดสร้างสรรค์	4.00	0.00	มาก
3. ด้านสื่อการสอน			
3.1 มีความเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.83**	**0.00**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจโคมไฟจากไหมพรม รูปแบบที่ 3 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.83) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า

1. ด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่า ($\bar{x}$ = 5.00) อยู่ในระดับมาก
2. ด้านความสวยงาม มีค่า ($\bar{x}$ = 4.50) อยู่ในระดับมากที่สุด
3. ด้านสื่อการสอน มีค่า ($\bar{x}$ = 5.00) อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการประเมินความพึงพอใจของโคมไฟจากไหมพรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 3 รูปแบบ ได้ผลดังนี้

1. รูปแบบที่ 1 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.67 (มากที่สุด)
2. รูปแบบที่ 2มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.67 (มากที่สุด)
3. รูปแบบที่ 3 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 4.83 (มากที่สุด)

ดังนั้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบที่ 3 สำหรับนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน เนื่องจาก มีความพึงพอใจโดยรวมมากที่สุด

4.2 ผลการนำไปทดลองสอนและหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อนวัตกรรม (E_1/E_2) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ปรากฏผลตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ผลการหาค่าประสิทธิของสื่อนวัตกรรมโคมไฟจากไหมพรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน

นักเรียน	แบบทดสอบระหว่างเรียน (คะแนน)		รวมคะแนนระหว่างเรียน (20)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20)
	ที่ 1 (10)	ที่ 2 (10)		
1	9	7	16	18
2	7	9	16	14
3	7	8	15	16
4	7	7	14	17
5	8	8	16	16
6	8	7	15	15
7	9	8	17	16
8	9	9	18	18
9	8	7	15	15
10	10	9	19	17
11	8	6	14	14
12	8	9	17	18
13	8	9	17	17
14	10	10	20	18
15	8	8	16	16
16	8	7	15	16
17	7	8	15	15
18	6	10	16	14
19	9	6	15	13
20	7	9	16	16

ตารางที่ 4 (ต่อ)

นักเรียน	แบบทดสอบระหว่างเรียน (คะแนน)		รวมคะแนนระหว่างเรียน (20)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20)
	ที่ 1 (10)	ที่ 2 (10)		
21	8	9	17	16
22	10	10	20	18
23	9	6	15	19
24	9	7	16	20
25	8	8	16	15
26	8	5	13	17
27	9	8	17	15
28	9	9	18	16
29	8	7	15	18
30	8	9	17	19
31	7	9	16	17
32	8	9	17	15
33	7	6	13	14
34	8	9	17	16
35	9	7	16	16
36	10	6	16	14
37	8	7	15	19
38	7	8	15	14
39	8	8	16	15
รวม	**319**	**308**	**627**	**632**
ค่าเฉลี่ย	**8.18**	**7.90**	**16.08**	**16.21**
ค่าร้อยละ			**E_1 = 80.38**	**E_2 = 81.03**

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ของสื่อนวัตกรรมโคมไฟจากไหมพรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน จากคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีประสิทธิภาพที่ 80.38/81.03 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 ดังนั้นสื่อนวัตกรรมโคมไฟจากไหมพรมที่สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ในการสอนในโรงเรียนได้

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการวิจัย พบว่า จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับรูปแบบของโคมไฟจากไหมพรม คือรูปแบบที่ 3 เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย 39 คน เนื่องจาก มีความพึงพอใจโดยรวมมากที่สุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องโคมไฟจากไหมพรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 เป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพตัวแรก E_1 ซึ่งได้จากคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.38 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และประสิทธิภาพตัวหลัง E_2 ได้จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.03 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 เช่นกัน ซึ่งตามเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้จัดอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นพบว่า 70 ตัวแรก E_1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.38 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 70 ตัวสอง E_2 คือ 81.03 หมายถึง สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 135-143) ได้กล่าวไว้ว่า ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกันและ ต่างกันไม่เกิน 5 % ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้สื่อนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องโคมไฟจากไหมพรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนเชียงคาน อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย จำนวน 39 คน จะเห็นว่า ให้ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความรู้ สามารถทำความเข้าใจได้จากการลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และมีความสามัคคีกันในการทำงาน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ จึงสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ที่สอดคล้องกันได้

6.2 ข้อเสนอแนะด้านการวิจัยและพัฒนาครั้งต่อไป

ควรพัฒนารูปแบบการสอนนี้ให้เข้ากับยุคสมัย มีประสิทธิภาพ นำไปสอนให้เต็มรูปแบบในภาคเรียน ให้นักเรียนได้เรียนรู้ ลงมือปฏิบัติอย่างทั่วถึง และกำหนดระยะเวลาในการสอนให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นขึ้น และหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางสาขาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560).ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรูการงานอาชีพ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.kusawd.ac.th/vichakan/kanngan.pdf.** สืบค้น5 มีนาคม 2566.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). **เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ยูไนเต็ดโปรดักส์ชัน.

ธีรภัทร ยนสิงห์ และคณะ. (2563). **โครงการคอมพิวเตอร์ เรื่อง** การทำโคมไฟจากไหมพรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **htty://ntpcomputerproject.blogspot.com/2563**. สืบค้น 5 มีนาคม 2566.

การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดปริมาณสินค้าคงคลังและของเสียชิ้นงาน ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

ธีระพงษ์ ทับพร
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธนบุรี
อีเมล์ : teerapong_meipt10@hotmail.com

วันที่รับบทความ 29 สิงหาคม 2565
วันแก้ไขบทความ 6 มกราคม 2566
วันตอบรับบทความ 9 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดปริมาณสินค้าคงคลังให้มีในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าและลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต ศึกษาข้อมูลปริมาณการผลิต ปริมาณของเสีย ข้อมูลรายละเอียดของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยการสร้างแผนผังสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน รวบรวมข้อมูลและระบุตำแหน่งของปัญหาซึ่งพบปัญหาที่ฝ่ายผลิต จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาโดยผังแสดงเหตุและผล และนำเทคนิคการผลิตแบบลีนซึ่งประกอบด้วยหลักการระบบ Kanban การจัดการคลังสินค้า และศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาและลดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ ผลการดำเนินงานพบว่าฝ่ายผลิตสามารถลดปริมาณของเสียปัญหาผิวลายลงจากเดิมร้อยละ 2.62 เหลือร้อยละ 1.16 พบว่าร้อยละปริมาณของเสียปัญหาผิวลายลดลงร้อยละ 1.46 หลังจากการใช้หลักการระบบ Kanban สามารถลดปริมาณการผลิตครั้งละมาก ๆ (Mass Production) ลด Lead Time ลงจาก 7 วัน เหลือ 4 วัน ลดปริมาณการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในคลังสินค้าจากเดิม 16,261 ชิ้น เหลือ 360 ชิ้น ลดลงจากเดิมถึง 15,901 ชิ้น และลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลงจาก 162,610 บาท เหลือ 3,600 บาท ลดลง 159,010 บาท คิดเป็นร้อยละ 97.79

คำสำคัญ : ระบบการผลิตแบบลีน แผนผังสายธารแห่งคุณค่า สินค้าคงคลัง ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์

Application of Lean Thinking to Reduce Inventory Quantity and Waste of Weight Handle Model WH – 6400 Case Study : Automotive Industry Manufacturing Pasts

Teerapong Tubpond
Department of Industrial Engineering, Thonburi University
E – mail : teerapong_meipt10@hotmail.com

Received 29 August 2022
Revised 6 January 2023
Accepted 9 January 2023

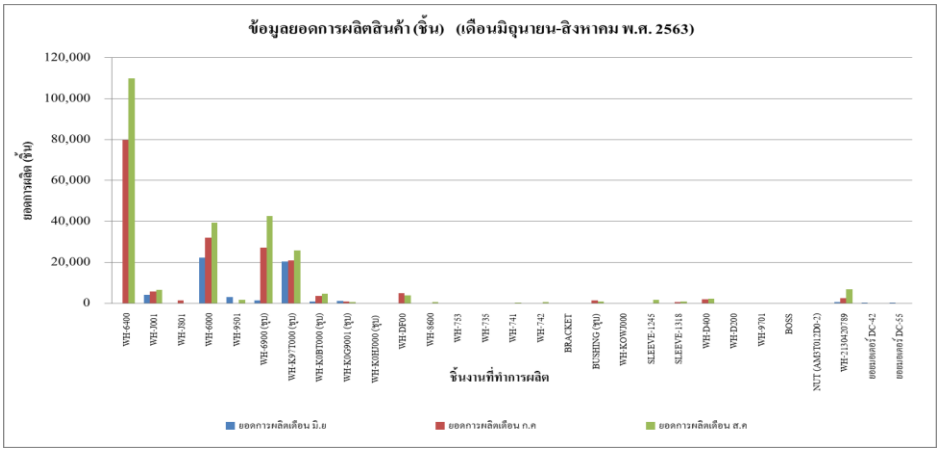
Abstract

This research attempts to use lean theory to lower product inventory levels while maintaining suitable customer demand levels and to lessen process flaws brought on by the rough surfaces of the motorcycle end weight handle WH - 6400. The basis for this research was the collection of waste data from the production process through research, the detailed analysis of the issue through the use of cause and effect diagram, the implementation of Lean manufacturing techniques, including the principles of the Kanban system and warehouse management, and the study of relevant theories and research to address issues and reduce all seven wastes. The results of this research shows that, the production process department can reduce striped surface waste from 2.62 % to 1.16 %. After applying the Kanban system principle can reduce mass production, reduce lead time from 7 days to 4 days, reduce the products stored in the warehouse from 16,261 pieces to 360 pieces, or 15,901 pieces and reduce production costs from 162,610 baht to 3,600 baht, total of 159,010 baht or 97.79 %

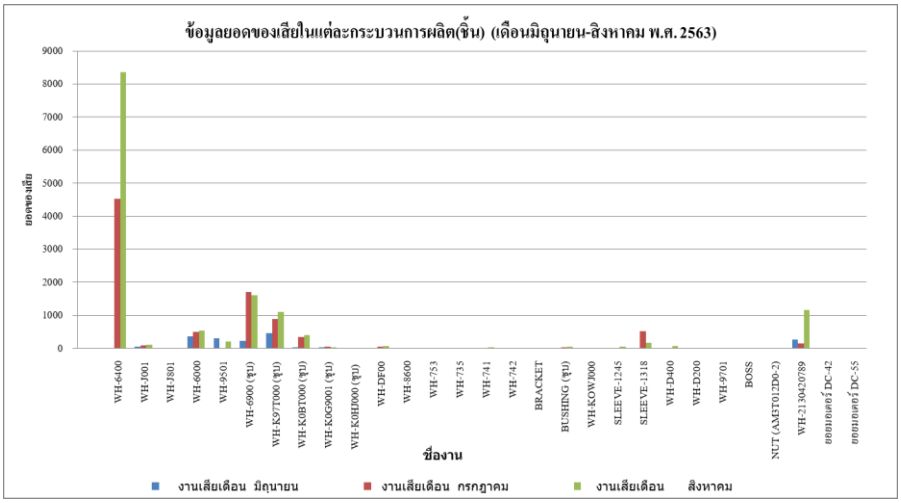
Keywords : Lean manufacturing, Value stream mapping, Inventory, Weight handle

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีการพัฒนา และมีแนวโน้มการผลิตที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการแข่งขันที่สูงมากขึ้น ซึ่งในภาคอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการผลิตที่มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าเป็นสำคัญ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องหาเครื่องมือที่เข้ามาปรับปรุง และพัฒนาศักยภาพเพื่อเป็นการสร้างความสามารถในการแข่งขันให้มากขึ้น การเลือกเครื่องมือที่ดี และถูกต้องจะเป็นตัวช่วยในการจัดการระบบอุตสาหกรรมยานยนต์ให้ดีขึ้น อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน หลายรูปแบบใช้เครื่องมือ และเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนที่ดีในการผลิต และรักษาคุณภาพ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ลูกค้าจะได้รับผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ลูกค้าต้องการ ตามที่ได้ตกลงกันภายใต้ข้อกำหนดของชิ้นงาน (Specification) เช่น ด้านมิติของชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน และด้านค่าความหยาบผิวของชิ้นงานต้องไม่มีรอยหรือลายบนผิวของชิ้นงาน บริษัท แพนพรีซิชั่น โปรดักส์ จำกัด เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับส่วนประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ ในหลายรุ่นที่อยู่ในตลาด เช่น โตโยต้า อีซุซุ นิสสัน มิตซุบิชิ จีเอ็ม รวมทั้งในเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ ได้แก่ ฮอนด้า ยามาฮ่า เป็นต้น ทางบริษัทมีการจัดการผลิตเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าทั่วไป โดยมีการผลิตสินค้าให้กับแบรนด์ต่าง ๆ มีทั้งที่ไม่ตีแบรนด์ของผู้ผลิต หรือให้ลูกค้าเป็นผู้กำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทางบริษัททำการผลิตสินค้าทั้งสิ้น 29 รายการ ซึ่งมีลักษณะการผลิตแบบครั้งละมาก ๆ (Mass Production) เพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า แต่ในการผลิตแบบครั้ง ๆ ละมาก อาจส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานที่ออกมา และอาจพบของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก รวมถึงพื้นที่ในการจัดเก็บสิ้นค้าที่อาจไม่เพียงพอหากทำการผลิตมากจนเกินไปโดยไม่คำนึงถึงพื้นที่คลังสินค้าที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าอีกด้วย ผู้วิจัยทำได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านกระบวนการผลิต และลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของบริษัทให้มีความสามารถ และมีคุณภาพที่สูงขึ้น โดยทำการศึกษากระบวนการผลิต ปริมาณการผลิตปริมาณของงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของบริษัทตัวอย่าง จากข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 3 เดือน ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมมา ดังที่แสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 กราฟข้อมูลปริมาณการผลิต ผลิตภัณฑ์ของเดือน (มิถุนายน - สิงหาคม พ.ศ.2563)



รูปที่ 2 กราฟข้อมูลปริมาณของเสียในแต่ละผลิตภัณฑ์ของเดือน (มิถุนายน - สิงหาคม พ.ศ.2563)

จากกราฟรูปที่ 1 ข้อมูลปริมาณการผลิตในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 พบว่าปริมาณการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของเดือนสิงหาคมเท่ากับ 109,803 ชิ้น และรองลงมาเป็นปริมาณการผลิตของเดือนกรกฎาคม 79,881 ชิ้น ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ (Weight Hand) รุ่น WH - 6400 มีปริมาณการผลิตรวมเท่ากับ 189,684 ชิ้น เป็นปริมาณการผลิตที่มากกว่ารายการผลิตอื่นๆ ใน 29 รายการ และกราฟรูปที่ 2 ข้อมูลปริมาณของเสียในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 พบว่าปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของเดือนสิงหาคมสูงถึง 8,350 ชิ้น และรองลงมาเป็นปริมาณของเสียในเดือนกรกฎาคม 4,533 ชิ้น ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 มีปริมาณของเสียรวมเท่ากับ 12,883 ชิ้น เป็นปริมาณของเสียที่มากกว่ารายการผลิตอื่นๆ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการของลูกค้ามากกว่าผลิตภัณฑ์ในรายการอื่นๆ จึงทำให้ต้องมีการผลิตเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และเมื่อมีการผลิตเกิดขึ้นมาก ส่งผลทำให้ในกระบวนการผลิตเกิดข้อผิดพลาดขึ้นทำให้เกิดของเสียขึ้นเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้จึงเลือกรายการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 มาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อแก้ไขลดความสูญเปล่า (7 Wastes) ที่เกิดขึ้นและลดปริมาณของเสียให้น้อยลงกับบริษัทตัวอย่าง

ดังนั้นผู้วิจัยทำการเลือกปัญหาในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 มาเพื่อทำการศึกษาและแนะนำแนวทางในการลดความสูญเปล่า และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้มีปริมาณของเสียเหลือน้อยที่สุด โดยทีจะนำเอาแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ทำการศึกษาตามหลักแนวคิดการผลิตแบบลีน โดย ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์ (2544) กล่าวว่า การใช้หลักแนวคิดการกำจัดความสูญเปล่ากำจัดของเสียที่เกิดขึ้นและเวลาที่ใช้กระบวนการผลิตโดยมุ่งไปที่มุมมองของลูกค้า เน้นเพิ่ม “คุณค่า” ให้กับผลิตภัณฑ์ประกอบกับศาสตร์ความรู้ในเรื่องของ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เพื่อมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักความรู้เข้ามาศึกษา และปรับปรุงแก้ไขปัญหาในเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตทั้งในอุตสาหกรรมยานยนต์ชิ้นส่วนยานยนต์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400

2.2 เพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังให้มีในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า

3. วิธีการวิจัย

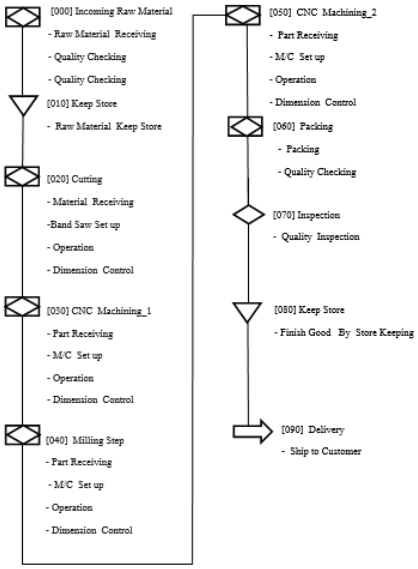
3.1 การศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของโรงงานกรณีศึกษา

ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) เกรด SS400 ชิ้นงานมีรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 31 มิลลิเมตร ความยาวเท่ากับ 33 มิลลิเมตร มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Required Average) เท่ากับ 2 - 6 ไมครอน ชิ้นงานต้องไม่เกิดความผิดปกติของลักษณะพื้นผิว (Surface Texture) เช่นผิวลาย หรือผิวมีรอย เป็นต้น ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์นี้มีตำแหน่งติดตั้งอยู่ที่ปลายแฮนด์หรือคอบังคับเลี้ยวทั้ง 2 ข้างของรถจักรยานยนต์ ผลิตภัณฑ์ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH-6400 ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 ชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400
ที่มา : (ธีระพงษ์ ทับพร. 2565)

3.1.1 การศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH -6400

กระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของโรงงานกรณีศึกษา พบว่า กระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์รุ่น WH - 6400 ของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน มีขั้นตอนหลัก 8 ขั้นตอน คือ 1) การรับวัตถุดิบ 2) เก็บวัตถุดิบที่คลังวัตถุดิบ 3) ตัดเหล็กเพลาขาว SS400 4) กลึงกึ่งสำเร็จ 5) ปาดบ่า 6) การกลึงสำเร็จ 7) การตรวจสอบชิ้นงาน 8) จัดเก็บชิ้นงานไว้ในคลังสินค้า รายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายได้ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400

3.1.2 การศึกษาข้อมูลเพื่อจัดทำแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH – 6400

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการเก็บข้อมูลของ ชนะชัย อุทวราพงศ์ (2551) สำหรับการจัดทำแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลลูกค้า 2) ข้อมูลสารสนเทศ 3) ข้อมูลการส่งมอบ 4) ข้อมูลกระบวนการและปฏิบัติการ 5) ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร ดังแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400

ข้อมูล	ขั้นตอน				
	การตัดเหล็ก	การกลึงกึ่งสำเร็จ	การปาดบ่า	การกลึงสำเร็จ	การตรวจสอบชิ้นงาน
รอบเวลาการผลิต(วินาที/ชิ้น)	25	37.9	25.5	39.8	72.9
กำลังการผลิต (ชิ้น/วัน)	5,568	5,496	5,458	4,900	4,850
ร้อยละผลผลิตที่ได้ (%)	98.1	98.71	99.31	91.08	96.06
ร้อยละของเสีย (%)	1.9	1.29	0.69	8.92	3.94
จำนวนพนักงาน (คน)	2	3	2	3	5

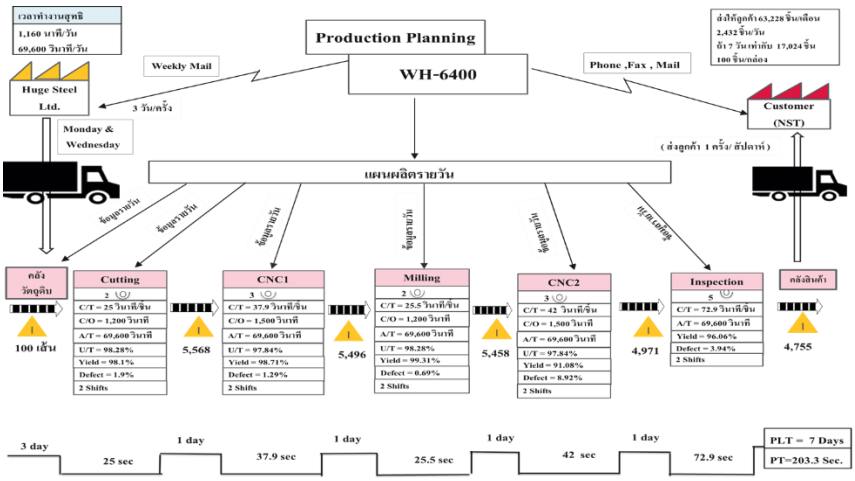
ตารางที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรของกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH – 6400

ข้อมูล	ขั้นตอน			
	การตัดเหล็ก	การกลึงกึ่งสำเร็จ	การปาดบ่า	การกลึงสำเร็จ
ระยะเวลาที่มีสำหรับการผลิต (วินาที/ชิ้น)	69,600	69,600	69,600	69,600
ระยะเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร (วินาที/ชิ้น)	1,200	1,500	1,200	1,500
ระยะเวลาเครื่องจักรชำรุด (วินาที)	0	0	0	0
เวลาหยุดเครื่อง (C/O+B/T) (วินาที)	1,200	1,500	1,200	1,500
ระยะเวลาที่เครื่องจักรทำงานได้ปกติ (%)	98.28	97.84	98.28	97.84
จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)	2	3	2	3

แผนภาพแสดงกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันเพื่อแสดงถึงกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำทำให้เห็นถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ จากข้อมูลการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 กระบวนการไหลของงานผลิตภัณฑ์ตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH – 6400

จากข้อมูลการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันได้ดังรูปที่ 6 แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 พบว่าในทุกๆ ขั้นตอนการผลิตมีของเสียเกิดขึ้นทุกขั้นตอน โดยขั้นตอนที่มีของเสียเกิดขึ้นสูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากร้อยละของเสีย (Defect) พบว่าในขั้น CNC 2 หรือขั้นตอนการกลึงสำเร็จ มีร้อยละของเสีย 8.92 เป็นร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ และพบว่าปริมาณความต้องการชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของลูกค้าต่อวันมีเพียง 2,432 ชิ้น / วัน โดยจะทำการจัดส่งชิ้นงานให้กับลูกค้าสัปดาห์ละ 1 ครั้ง คือ 17,024 ชิ้น แต่ทางฝ่ายผลิตสามารถผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ได้ถึง 4,755 ชิ้น / วัน และต้องทำการผลิตเก็บไว้ในคลังสินค้า 7 วัน เท่ากับ 33,285 ชิ้น จะมีชิ้นงานเหลือเก็บไว้ในคลังสินค้า 16,261 ชิ้น มีค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตส่วนนี้อยู่ที่ 162,610 บาท จึงทำให้มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดการเสียพื้นที่ในการจัดเก็บและเสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตมากขึ้น และทั้ง 2 ปัญหาที่เกิดขึ้นนับเป็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่ากับทางบริษัท ดังนั้นด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาหาสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการกลึงสำเร็จเพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นและเพื่อลดความสูญเปล่าที่จะเกิดขึ้นในคลังสินค้าเพราะมีการผลิตที่มากเกินความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 6 แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH-6400

การระบุปัญหาและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ด้วยการวิเคราะห์จากแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่าของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 โดยพิจารณาจากแผนภาพกระแสคุณค่าแสดง

สถานะปัจจุบันพบความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นความสูญเปล่าใน 7 Wastes เกิดขึ้น 2 ประการหลักๆ ได้แก่

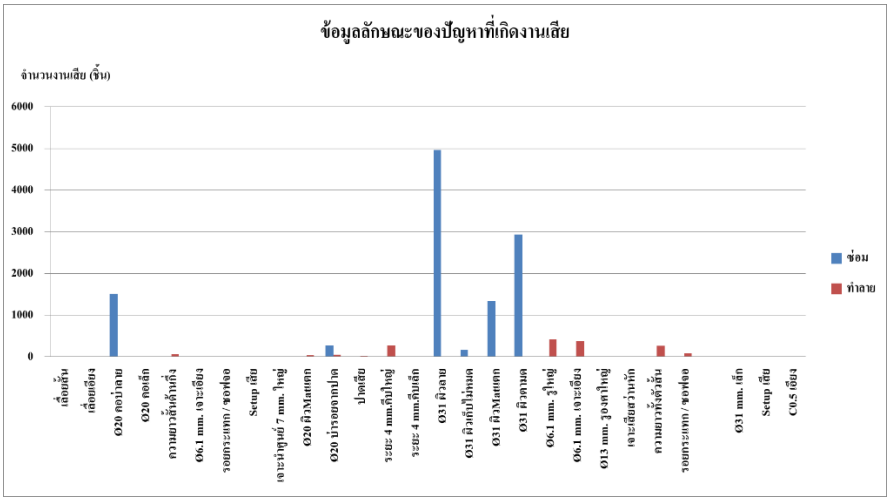
1) ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไป (Over Production) พบในคลังสินค้าเพราะในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ใน 1 วันสามารถผลิตสินค้าได้ถึง 4,755 ชิ้น / วัน และต้องทำการผลิตเก็บไว้ในคลังสินค้า 7 วันรวม 33,285 ชิ้น เพื่อรอทำการส่งให้กับลูกค้าและจะจัดส่งให้กับลูกค้าเพียง 17,024 ชิ้น จะเหลือสินค้าเก็บไว้ในคลังสินค้า 16,261 ชิ้น ทางบริษัทจะผลิตสินค้าเผื่อไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานานเพื่อให้ทันต่อเวลาและความต้องการของลูกค้า ในที่นี้อาจเพราะต้องการทำการผลิตในครั้งเดียวจบ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น และยังต้องการพื้นที่จัดเก็บที่มากเกินความจำเป็นไว้ในสินค้าคงคลัง

2) ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตงานเสีย (Defect) พบในขั้นตอน CNC 2 หรือขั้นตอนการกลึงสำเร็จ มีร้อยละผลผลิต (Yield) ที่ได้ คือ 91.08 และมีร้อยละของเสียเกิดขึ้น 8.92 เป็นร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด ความสูญเสียนี้อาจเกิดจากความละเลยของพนักงานขาดการความชำนาญด้านปรับปรุงแก้ไขปัญหาหน้างาน รวมไปถึงหัวหน้าแผนกไม่ควบคุมดูแลให้ดี ความสูญเสียประเภทนี้นอกจากจะทำให้ต้นทุนเพิ่มแล้วยังต้องเสียเวลาแก้ไขซ่อมแซม

เพื่อศึกษาสามารถหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Root Cause) ที่ทำให้ของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการกลึงสำเร็จของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 เกิดจากจุดไหนและเกิดขึ้นได้อย่างไร มีลักษณะของปัญหาที่เกิดเป็นอย่างไร โดยศึกษาข้อมูลและเก็บรวบรวมลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

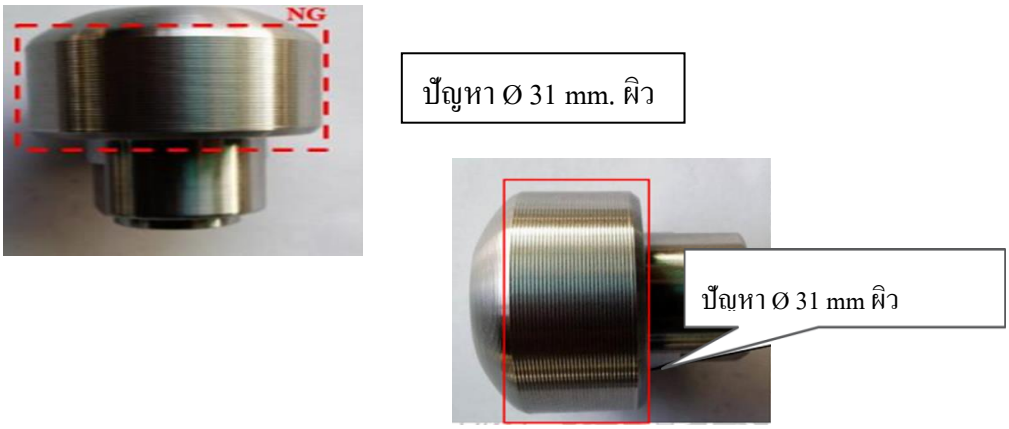
3.2 การศึกษาข้อมูลและเก็บรวบรวมสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 โดยมีการแบ่งของเสียที่เกิดขึ้นเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ของเสียที่นำกลับมาซ่อม 2) ของเสียที่นำไปทำลาย ตามลักษณะปัญหาที่ตรวจพบในกระบวนการผลิต โดยมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม 2563 ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ข้อมูลลักษณะของปัญหาที่เกิดงานเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ (Weight Hand) รุ่น (WH - 6400)

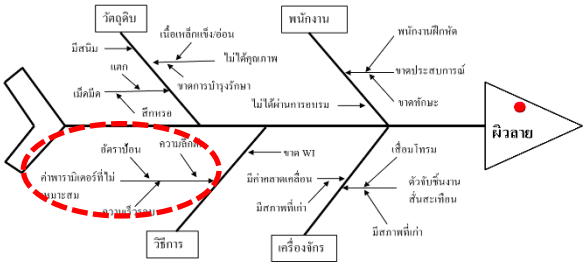
จากกราฟรูปที่ 7 จะเห็นว่าลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ที่ทำให้ชิ้นงานเกิดของเสียมากที่สุดในกระบวนการผลิต เมื่อเทียบกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในลักษณะปัญหาอื่นๆ พบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุดคือ 1) ปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย คือ 4,965 ชิ้น ดังรูปที่ 3.25 2) ปัญหา Ø 31 mm ผิวตามด คือ 2,934 ชิ้น ดังรูปที่ 3.26 3) ปัญหา Ø 20 mm คอบ่าลาย คือ 1,531 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 8 ดังนั้นจึงเลือกศึกษาถึงสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดปัญหาผิวลาย ปัญหา Ø 31 mm ผิวลายที่ชิ้นงาน เพราะเป็นลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดในกระบวนการผลิต และทำการแก้ไขป้องกันเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ให้มีจำนวนน้อยที่สุด



รูปที่ 8 ปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย

3.3 การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย

โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ (2541 : 45) กล่าวว่า การศึกษาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลของปัญหาที่เชื่อว่าเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดปัญหาผิวลายกับชิ้นงานในการระบุสาเหตุของปัญหา ต้องกระทำโดยวิธีการระดมสมองจากทีมงานที่จัดตั้งขึ้นมาซึ่งมีความเชี่ยวชาญ และคุ้นเคยกับกระบวนการผลิต เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างอาจจะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาผิดจุดได้สาเหตุที่ระบุได้ จากแผนภาพแสดงเหตุและผลจะเป็นการกำหนดปัจจัยเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติต่อไปโดยผู้วิจัยได้การศึกษาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลโดยอธิบายถึงปัจจัยนำเข้าโดยใช้แผนภาพก้างปลาและการระดมสมอง ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนผังวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุด้วยผังก้างปลา

สาเหตุที่แท้จริงว่าพนักงานหน้าเครื่อง CNC ปรับตั้งค่าความเร็วรอบ (Speed of Spindle) อัตราป้อน (Feed Rate) และความลึกตัด (Depth of Cut) ของมีดกลึงไม่คงที่ทำให้ความเร็วรอบและอัตราป้อนของมีดกลึงใน

แต่ละครั้งจะไม่เท่ากันอาจปรับมากไปหรือน้อยไป ส่งผลทำให้การคายเศษครีบที่มีขนาดหนาไปพันกับตัวชิ้นงานและเศษครีบถูกับตัวชิ้นงานและมีดที่ใช้ในการกลึงอาจแตกหักหรือสึกหรอ เพราะในการกลึงชิ้นงานจะต้องอาศัยมีดในการกลึงชิ้นงานและในการกลึงชิ้นงานจะต้องกลึงชิ้นงานตลอดเวลา พนักงานหน้าเครื่องก็ทำการกลึงตลอดเวลาจึงขาดการตรวจสอบใบมีด ทำให้ชิ้นงานมีผิวลาย

3.3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย

เพื่อลดปัญหาของเสียประเภทผิวงานลายใน ชิ้นงานตุ้มปลายแฮนด์ WH – 6400 ผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยของ เอกพล ทับพร (2560) ซึ่งใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคเทอเรียลแบบสามระดับ (3^k Factorial Design) มีปัจจัยที่ใช้ศึกษาอยู่ 3 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกตัด โดยกำหนดความเร็วรอบเท่ากับ 3,500, 3,800 และ 4,000 รอบ / min. อัตราป้อนเท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.33 mm. / รอบ และความลึกในการตัดเท่ากับ 1.0, 1.25 และ 1.5 mm. ผลการวิจัยพบว่าถ้าต้องการค่าความหยาบผิวของชิ้นงานดีที่สุดควรกำหนดค่าพารามิเตอร์ของความเร็วรอบเท่ากับ 3,500 รอบ / min. อัตราป้อนเท่ากับ 0.20 mm. / รอบ และความลึกในการตัดเท่ากับ 1.00 mm. ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการตัดเฉือนชิ้นงาน มีค่าความหยาบผิวอยู่ในระดับที่ลูกค้าต้องการไม่เกิดผิวลาย ดังนั้นผู้วิจัยได้นำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการตัดเฉือนไปทดลองปรับใช้ในขั้นตอนที่ 6 คือ การกลึงสำเร็จรูป โดยทำการทดลองปรับใช้กับหน้าเครื่องกลึงแบบอัตโนมัติ (CNC Lathe Machine) FEMCO รุ่น HL-25 โดยทำการทดลองทั้งหมด 30 ครั้ง จากนั้นจะนำชิ้นงานมาทดสอบหาค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุ (Roughness ; Ra) พบว่าค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุอยู่ในช่วง 2 - 6 ไมครอน เป็นค่าความหยาบผิวเฉลี่ยที่ตรงกับทางลูกค้ากำหนด และไม่เกิดผิวลายที่ชิ้นงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าพารามิเตอร์นี้ไปจัดทำมาตรฐานการควบคุมการทำงาน (Operation Standard Control) เพื่อให้หัวหน้างานและพนักงานมีแนวทางการปฏิบัติงานไปในทิศทางเดียวกันและเป็นมาตรฐานเดียวกัน และทำการปรับใช้กับหน้างานจริงในกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH – 6400

3.4 เสนอแนวทางแก้ไขและปรับปรุงโดยแนวคิดแบบลีน

หลังจากศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 และจากการศึกษาสาเหตุรายละเอียดของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย ผู้วิจัยได้นำเสนอหัวข้อและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงโดยแนวคิดแบบลีนเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอรายละเอียดของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงดังนี้

1. ดำเนินการแก้ไขโดยใช้หลักการระบบ Kanban หลังจากทราบปัญหาจากการวิเคราะห์และศึกษาเก็บข้อมูลลักษณะของปัญหาที่ทำให้เกิดการผลิตสินค้าเกินความต้องการของลูกค้า ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียจากการผลิตเกินความจำเป็น (Over Production) แล้วผู้วิจัยจึงได้นำหลักการระบบ Kanban เข้ามาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อลดพื้นที่ในการเก็บสินค้าคงคลัง ลดจำนวน Stock ที่ทำ สร้างมาตรฐาน พื้นที่ทำงานได้ชัดเจน ลดค่าใช่จ่าย Stock ลง

2. สร้างมาตรฐานการทำงานและวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) เพื่อให้พนักงานได้ทราบในแต่ละขั้นตอนทราบรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานอย่างเป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอนหรือรอบเวลาการผลิต ลำดับขั้นตอนในการทำงาน และวิธีการใช้งานของเครื่องจักรเพื่อให้พนักงานทราบว่าควรจะเริ่มทำอะไรก่อนหลังตามลำดับจนสิ้นสุดกระบวนการ ตลอดจนประเภทเครื่องจักรอุปกรณ์และข้อควรระวังในการปฏิบัติงานบางประการที่จำเป็นต่อระดับคุณภาพที่ยอมรับได้รวมทั้งปริมาณงานที่พนักงานต้องผลิตให้ได้ตามมาตรฐานที่เพียงพอสำหรับความต้องการของหน่วยผลิตต่อไปทำให้สามารถสื่อสารกับพนักงานระดับปฏิบัติการได้ง่ายขึ้น และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วทั้งองค์กร

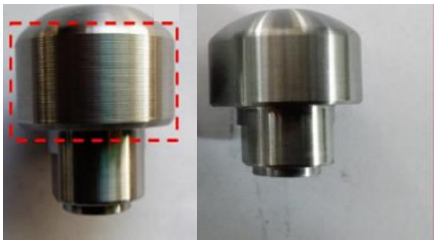
3. สร้างมาตรฐานการควบคุมการทำงาน (Operation Standard Control) เป็นการจัดทำคู่มือและลักษณะการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยในคู่มือนี้จะบอกถึงเครื่องมือหรือจิ๊กที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้น

Toollife การใช้งานเครื่องมือการผลิต เช่น ในการใช้ใบเลื่อยสายพาน 1 ใบ ในการตัดชิ้นงานได้ทั้งหมดกี่ชิ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวัดชิ้นงาน แบบ Drawing ในแต่ละกระบวนการผลิต และในการสร้างมาตรฐานการทำงานนี้จะบอกถึง การตั้งค่าความเร็ว และอัตราการป้อนของมีดกลึงให้เป็นค่าที่คงที่และเป็นมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย

การดำเนินการแก้ไขปรับปรุงปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย ด้วยการนำค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการตัดเฉือนไปปรับใช้กับหน้าเครื่องกลึงแบบอัตโนมัติ (CNC Lathe Machine) FEMCO รุ่น HL - 25 โดยในการปรับค่าพารามิเตอร์ในการตัดเฉือนจะปรับโดยหัวหน้ากะ ในขั้นตอนที่ 6 การกลึงสำเร็จ (Machining 2) กำหนดค่าพารามิเตอร์ของความเร็ว 3,500 รอบ / นาที อัตราป้อนเท่ากับ 0.20 มม. / รอบ และความลึกในการตัดเท่ากับ 1.00 มม. จากการนำค่าพารามิเตอร์ในการตัดเฉือนไปปรับใช้กับหน้าเครื่องกลึงแบบอัตโนมัติ ทำให้กระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ในขั้นตอนที่ 6 การกลึงสำเร็จ (Machining 2) มีการทำงานที่ดีขึ้น และทำให้ปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย ที่ทำให้ชิ้นงานเกิดเป็นของเสียมีจำนวนลดลง ลักษณะชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 (ซ้าย)ชิ้นงานมี Ø 31 mm ผิวลายก่อนปรับปรุง (ขวา) ชิ้นงานที่ไม่เกิดปัญหา Ø 31 mm ผิวลาย หลังปรับปรุง

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลของเสียปัญหาผิวลายในกระบวนการผลิตจากเดือนมกราคมถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2564 หลังการปรับปรุง โดยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม มีปริมาณการผลิตทั้งหมด 328,348 ชิ้น เป็นปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากครั้งแรกที่ทำการเก็บข้อมูลถึง 138,664 ชิ้น และพบของเสียเกิดขึ้นแบ่งเป็นเสียซ่อม 11,794 ชิ้น และเสียทำลาย 2,673 ชิ้น รวมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด 14,467 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 4.41 จากปริมาณการผลิตทั้งหมด และพบว่าลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดในกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ที่ทำให้ชิ้นงานเกิดของเสียมากที่สุด คือรายละเอียดปัญหาที่ 15 สภาพปัญหา ผิวลาย คือ 3,811 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.16 จากปริมาณการผลิตทั้งหมด

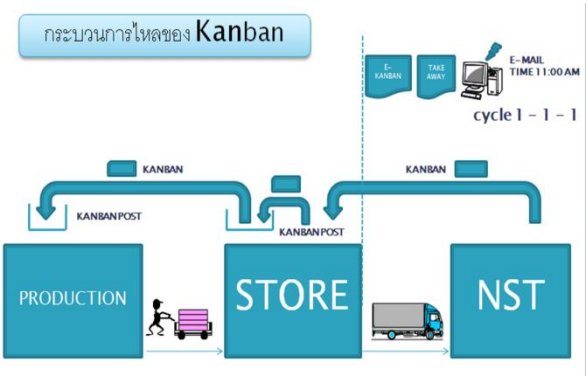
4.2 ผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยใช้หลักการระบบ Kanban

นภัสรพี ปัญญาธนวาณิช (2560) กล่าวว่า ระบบ Kanban หรือระบบดึงเป็นการดำเนินการที่จะทำการผลิตตามความต้องการของลูกค้าโดยเน้นการผลิตที่พอดีโดยจะเป็นการเบิกถอนจากกระบวนการก่อนหน้าเท่านั้น และจะทำการผลิตตามที่ได้เบิกถอนไปเท่านั้น เพื่อที่จะลดความสูญเสียจากการผลิตที่มากเกินไป (Over Production) จะเห็นได้ว่าคัมบังจะเป็นตัวที่กำหนดการผลิตที่เหมาะสมตามคำสั่งซื้อและส่งผลต่อไปยังการเก็บสินค้าคงคลังที่เหมาะสมตามพื้นที่ที่ทาง บริษัท ได้กำหนดไว้หลังจากทราบความต้องการที่เหมาะสม โดยมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปรับปรุงดังนี้

1. จัดทำบัตรคัมบังสั่งผลิต (Production Instruction : PI Kanban) เป็นตัวที่แสดงให้สายการผลิตทราบถึงความต้องการของลูกค้าเมื่อมีคัมบังสั่งผลิตสั่งเข้ามาที่สายการผลิตนั้นสายการผลิตก็จะผลิตชิ้นงานตามคัมบังสั่งผลิตเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 11

รูปที่ 11 บัตร Kanban สั่งผลิตชิ้นงาน WH-6400 และ กล่องใส่บัตร Kanban Post Production

กระบวนการไหลของการใช้ระบบ Kanban ของบริษัทตัวอย่างเพื่อปรับใช้ในกระบวนการผลิตให้กระบวนการผลิตมีการทำงานที่ดีขึ้น และเพื่อลดการผลิตครั้งละมากๆ (Mass Production) เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ประหยัดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า โดยจะนำระบบ Kanban เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต โดยมีกระบวนการไหลของระบบ Kanban แสดงดังรูปที่ 12

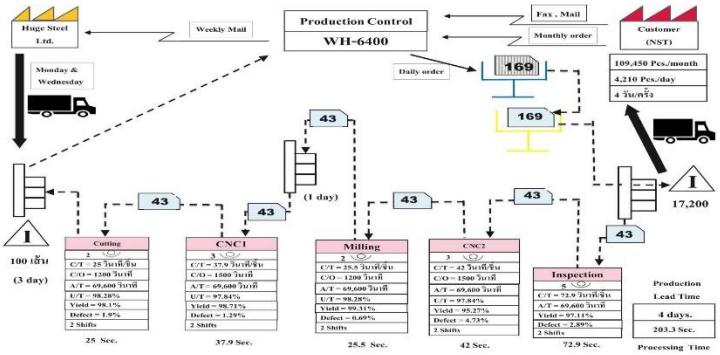


รูปที่ 12 กระบวนการไหลของระบบ Kanban

เมื่อมีการนำระบบ Kanban เข้ามาใช้ในการดำเนินการผลิต สามารถแก้ไขปัญหาได้ดังนี้ คือ ลดจำนวนชิ้นงานในสต็อค สร้างมาตรฐานพื้นที่ทำงานได้ชัดเจนลด Lead Time ลงได้ จาก 7 วัน เหลือ 4 วัน ลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลงจาก 7 วัน คิดเป็น 162,610 บาท เหลือ 4 วันคิดเป็น 3,600 บาท ลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลง 159,010 บาท

4.3 การประเมินประสิทธิผลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH – 6400

จากข้อมูลกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 หลังการปรับปรุง นำมาจัดทำแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบันหลังการปรับปรุง พร้อมทั้งประเมินผลการดำเนินการ ด้วยตัวชี้วัดผลลัพธ์ของลีนด้วย ร้อยละของเสีย Lead Time ในการจัดส่งให้กับลูกค้า และจำนวน Stock จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH-6400 ได้ถูกสร้างเป็นภาพกระแสคุณค่าแสดงปัจจุบันหลังการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะหลังปรับปรุงของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ (Weight Hand) รุ่น (WH-6400)

แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะปรับปรุงของกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 เป็นการนำระบบ Kanban เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต พบว่าสามารถลดร้อยละของเสีย (Defect) ในขั้น CNC2 หรือขั้นตอนการกลึงสำเร็จจาก 8.92 เป็น 4.73 มีร้อยละของเสียลดลงเท่ากับ 4.19 และสามารถเพิ่มร้อยละผลผลิตเป็น 95.27 และพบว่าปริมาณความต้องการชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของลูกค้าต่อวันเพิ่มขึ้น เป็น 4,210 ชิ้น/วันโดยจะทำการจัดส่งชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ให้กับลูกค้า 4 วันต่อครั้ง คือ16,840 ชิ้น เหลือผลิตภัณฑ์เก็บไว้ในสต็อกคลังสินค้า 360 ชิ้น ลดลงจากเดิมถึง 15,901 ชิ้น โดยลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงแก้ไขลงจาก 162,610 บาท เหลือ 3,600 บาท ลดลงถึง 159,010 บาท คิดเป็นร้อยละ 97.79

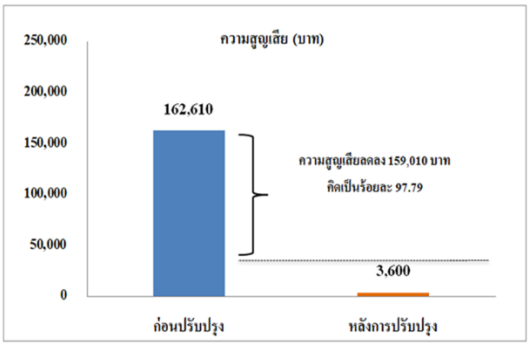
5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการศึกษาพบว่ากระบวนการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรมการผลิต ยังมีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการปฏิบัติงาน ซึ่งความสูญเปล่าที่ตรวจพบเป็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งหมด 2 ประเภท คือความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตงานเสีย (Defect) และความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไป (Over Production) ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ หาแนวทางแก้ไขโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตงานเสีย (Defect) จากการศึกษาปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาผิวลายในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 โดยวิเคราะห์จากปัจจัยของคุณภาพของผิวชิ้นงาน ในกระบวนการกลึงสำเร็จของชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณของเสียปัญหาผิวลายจากการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงในระยะเวลา 3 เดือน มีปริมาณการผลิตคือ 189,684 ชิ้น พบปริมาณของเสียที่เป็นปัญหาผิวลายคือ 4,965 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.62 จากปริมาณการผลิตทั้งหมด และเมื่อได้ทำการปรับปรุงแก้ไขจาการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ โดยการนำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการตัดเฉือนและเป็นมาตรฐานเดียวกันไปปรับใช้กับเครื่องกลึงอัตโนมัติเพื่อทำการตัดเฉือนชิ้นงาน เห็นได้ว่าปริมาณการผลิตหลังทำการปรับปรุง คือ 328,348 ชิ้น ของเสียปัญหาผิวลายยังพบอยู่ที่ 3,811 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.16 จากปริมาณการผลิตทั้งหมด และเมื่อเทียบกับปริมาณของเสียที่เป็นปัญหาผิวลายก่อนปรับปรุง 4,965 ชิ้น และหลังทำการปรับปรุง 3,811 ชิ้น มีปริมาณของเสียที่เป็นปัญหาผิวลายลดลงถึง 1,154 ชิ้น แต่หากเมื่อเทียบเป็นร้อยละปริมาณของเสียปัญหาผิวลาย จากปริมาณการผลิตทั้งหมดก่อนปรับปรุงคือร้อยละ 2.62 และหลังปรับปรุงคือร้อยละ 1.16 พบว่าร้อยละปริมาณของเสียปัญหาผิวลายลดลงร้อยละ 1.46

5.2 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไป (Over Production) พบในคลังสินค้าเพราะในกระบวนการผลิตชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ใน 1 วันสามารถผลิตสินค้าได้ถึง 4,755 ชิ้น / วัน

และต้องทำการผลิตเก็บไว้ในคลังสินค้า 7 วัน รวม 33,285 ชิ้น เพื่อรอทำการส่งให้กับลูกค้าและจะจัดส่งให้กับลูกค้าเพียง 17,024 ชิ้น จะเหลือผลิตภัณฑ์เก็บไว้ในคลังสินค้า 16,261 ชิ้น หลังทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการระบบ Kanban เพื่อลดปริมาณการผลิตครั้งละมากๆ (Mass Production) ลด Lead Time ลงจาก 7 วัน เหลือ 4 วัน และทำการผลิตตามความต้องการของลูกค้า พบว่าปริมาณความต้องการชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 ของลูกค้าต่อวันเพิ่มขึ้น เป็น 4,210 ชิ้น / วันโดยจะทำการจัดส่งชิ้นงานตุ้มน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH -6400 ให้กับลูกค้า 4 วันต่อครั้ง คือ 16,840 ชิ้น เหลือผลิตภัณฑ์เก็บไว้ในสต็อกคลังสินค้า 360 ชิ้น ลดลงจากเดิมถึง 15,901 ชิ้น โดยลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลงจาก 162,610 บาท เหลือ 3,600 บาท ลดลง 159,010 บาท คิดเป็นร้อยละ 97.79 ซึ่งได้ผลลัพธ์การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลง ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ผลลัพธ์การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต

6. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงาน ทำให้พบว่าในการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการนำแนวคิดแบบลีนและหลักการวิศวกรรมอุตสาหการ มาประยุกต์ใช้ในองค์กรนั้น จะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกส่วนงาน และต้องมีเป้าหมายร่วมกัน มิฉะนั้นแล้วการปรับปรุงจะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร และยังมีความยากลำบากในการดำเนินงาน และด้วยการแข่งขันของธุรกิจในปัจจุบันทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด ดังนั้นหลักการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ และระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นระบบการผลิตที่สามารถลดต้นทุน ลดความสูญเปล่า และลดความสูญเสียโอกาสทางการผลิต ได้ทั้งยังเป็นระบบที่สร้างมาตรฐาน และแนวคิดสำคัญในการผลิตรวมถึงส่งเสริมการปรับปรุงอย่างการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องหรือ Kaizen ดังนั้น การบริการและการดำเนินงานขั้นต่อไปควรคำนึงถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่เป็นไปได้ ซึ่งเป็นความสูญเปล่าและกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย อุทวราพงศ์. (2551). **การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการออกแบบตามคำสั่งซื้อ**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. (2544). **ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)** กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

นภัสรพี ปัญญาธนวาณิช. (2560). “**การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการจัดซื้อ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์**”. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนางานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ. (2541). **7 New QC Tool เครื่องมือสู่คุณภาพยุคใหม่**. แปลโดย วิฑูรย์ สิมะโชคดี. พิมพ์ครั้งที่ 1 : กรุงเทพฯ,

เอกพล ทับพร. (2560). “**การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง กรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์**”.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

คุณค่าทางวิชาการ

เพื่อประโยชน์ทางด้านวิชาการ สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปเป็นแนวทางใน. การเรียนรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แนวคิดลีนในองค์กรต่าง ๆ

การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้าย และยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อจังหวัดสุรินทร์

ศุภชัย แก้วจันทร์ [1*]สุมณฑา จีระมะกร[2]ขนิษฐา สีมา[3]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ [1*]
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ [2 3]
อีเมล์ : supachai_2518@hotmail.co.th[1*]

วันที่รับบทความ 25 พฤษภาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 22 มิถุนายน 2566
วันตอบรับบทความ 24 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์และถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมให้กับให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ ตำบลเมืองลีง อำเภอจอมพระจังหวัดสุรินทร์ วิธีการดำเนินการวิจัยได้จัดทำคู่มือใช้ประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยมีความรู้เกี่ยวกับ ข้อมูลเบื้องต้น หลักการใช้เทคโนโลยี ขั้นตอนการใช้งานอย่างถูกต้องปลอดภัยรวม การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงรักษา และประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยี การส่งมอบเทคโนโลยีเพื่อไปพัฒนาอาชีพ และเป็นต้ นแบบแหล่งเรียนรู้

จากการทดสอบพบว่าในการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 725 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศา สามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์เฉลี่ย 2-3 เซนติเมตร สามารถอัดเป็นแท่งทรงกระบอกได้ 270 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ขนาดก้อนหญ้ารูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มิลลิเมตร มีความเหมาะสมสำหรับการขนย้ายและรักษาความชื้นในหญ้าเนเปียร์เก็บรักษาเพื่อเป็นหญ้าหมักใช้เป็นอาหารสัตว์เนื่องจากขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์หลังการสับที่มีความละเอียด 2-3 เซนติเมตร เป็นขนาดที่สามารถคบเคี้ยวได้และหญ้าที่อัดเป็นก้อนทรงกระบอก มามัดปากถุงหรือซีลให้แน่นเพื่อป้องกันน้ำและอากาศเข้าและนำไปหมักเก็บไว้ 3-4 สัปดาห์ หญ้าจะกลายเป็นหญ้าหมักเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยี ที่มีต่อกระบวนการขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมยอมรับเทคโนโลยี จำนวน 50 คน มีความพึงพอใจและยอนรับเทคโนโลยี โดยมีภาพรวมเฉลี่ยร้อยละ 88 และมีผลการประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ร้อยละ 86.

คำสำคัญ : เครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ การขนย้าย ยืดอายุหญ้าเนเปียร์

Performance Development of Napier Grass Briquette Sherdder Machine Appropriate to Handling and Life-extending for beef Cattle Community Enterprisein Surin Province.

Suphachai Kaeochan[1*], Sumonta Jeeramakorn[2], Kanittha Seema[3]
Faculty of Industrial Technology SurindraRajabhat University[1*]
Research and Development Institute SurindraRajabhat University [2, 3]
E-mail:supachai_2518@hotmail.co.th [1*]

Received 25 May 2023
Revised 22 June 2023
Accepted 24 June 2023

Abstract

The research of the efficacy development of Napier Grass briquetteshredding machine thatsuitable for handling and extending of Napier grass life ofBeef cattle community enterprise in Surin.The objective of this research is to develop the efficiency and transfer technology of the Napier grass shredding and compression machine suitable for Beef cattle farmerenterprise in Tambol Muang-ling,Chom Phra District, Surin Province. The research methodology has prepared for teaching and transferringthe knowledge about basic of technology principles, safety, maintenance, evaluate technology, acceptance and transfer the knowledge to develop the new job and become to the Learning Center.

The experiment found that the average optimizes operation of Napier grass briquette shredders is 2,900 rpmmotor speed, 725 rpmconveyingspeed and 30 degrees blade anglecan chop 500 kilograms of Napier grass per hour. The 2-3 centimetersNapier grassaverage lengthcan be compressed into a cylindrical briquetteat 270 kilograms per hour. The suitablediameter cylindrical briquetteis 152 mm for handling and keeping moisture in Napier grass for silage storage. The2-3 centimeters Napier grass length after shufflingis the size that the cattle can chew and the cylindrical briquettegrass is convenient for closingor sealingto prevent moistureand keep for 3-4 weeks. Then theNapier grass briquettewill become silage for ruminant feed.

Technology acceptance assessment results on the machine process of Napier grass shredder and briquettetechnologytransferring is suitable for handling and Napier grass life-extending for entrepreneurs of beef cattle farmer enterprises in Surin province. The research found that 50beef cattle farmers were satisfied and accepted technologywith an average overall score of 88% and self-assessment results on knowledge and understanding of shredder technology with Napier grass briquettes at 86%.

Keywords : Napier Grass briquette shredding machine, handling, life-extending

1. บทนำ

กลุ่มเกษตรกรจังหวัดสุรินทร์ได้มีการเลี้ยงโคเนื้อสายพันธ์ต่างๆเพิ่มขึ้นถึง 13 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับกรมปศุสัตว์ได้ปรับปรุงพันธุ์โคอย่างต่อเนื่องทำให้โคในจังหวัดสุรินทร์มีพันธุกรรมที่ดีขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ตลาด และ ผู้บริโภคก็มีความต้องการ เนื้อโค และนมโคมากขึ้น เกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงโคเนื้อและโคนมเพื่อจำหน่ายกันมากเพื่อเสริมอาชีพและเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่ง (กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563)

แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มเกษตรกรก็ยังประสบปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ประเภทอาหารข้น แร่ธาตุและวิตามิน จึงมีความจำเป็นต้องลดต้นทุนเพื่อให้เกษตรกรสามารถดำรงชีพอยู่ได้แนวทางหนึ่งคือการเลือก ใช้อาหารหยาบ คุณภาพดี ราคาต่ำเช่น หญ้าเนเปียร์สด หรือหญ้าเนเปียร์หมัก การทำหญ้าเนเปียร์หมักนิยมทำกันทั่วไป เพื่อใช้ในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงที่ขาดแคลนหญ้าเนเปียร์สด กรรมวิธีการหมักหญ้าของเกษตรกรจะใช้วิธีการสับหญ้าด้วยมีดและนำมาอัดให้แน่นไว้ในถุงพลาสติกเพื่อไล่อากาศออกทิ้งไว้ 3-4 สัปดาห์ หญ้าเนเปียร์จะกลายเป็นหญ้าหมักใช้สำหรับเป็นอาหารโคได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้แรงงานคนและค่าใช้จ่ายสูง (ณพล เหลืองพิพัฒน์สร. 2561)

หญ้าเนเปียร์ถือว่าเป็นอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกกันมาก ลักษณะต้นเป็นกอคล้ายอ้อย ใบมีสีเขียวอ่อนกว้างและมีเส้นกลางใบขนาดใหญ่กาบใบมีขนเล็กๆ นุ่ม ลิ้นใบเป็นวงแคบ ๆ มีขนสีขาวแข็ง ลักษณะทางการเกษตรหญ้าเนเปียร์เหมาะกับบริเวณที่มีฝนตก ทนแล้งได้ดีเนื่องจากมีระบบรากแข็งแรง และหยั่งลึกลงไปในดิน หญ้าเนเปียร์ขึ้นได้ดีในทุกภาคของประเทศ และขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดยกเว้นบริเวณที่น้ำขัง เพราะไม่ทนต่อดินที่มีการระบายน้ำแล้ว ปรับตัวได้ดีในที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีการใช้ประโยชน์หญ้าเนเปียร์เหมาะสำหรับตัดให้สัตว์กิน และทำหญ้าหมัก แต่ไม่เหมาะที่จะปล่อยให้สัตว์ลงไปแทะเล็มกินเอง เพราะไม่ทนทาน ต่อการถูกเหยียบย่ำหลังจากปลูกได้ประมาณ 2-3 เดือนจึงตัดให้สัตว์กิน ถ้ามีปริมาณน้ำเพียงพอและหญ้าเจริญเติบโต ตัดให้สัตว์กินได้ทุก ๆ 30 วัน ถ้าปล่อยไว้นานหญ้าจะแก่สัตว์ไม่ชอบกิน ผลผลิตประมาณ 20-40 ตันต่อไร่ต่อปี ถึงแม้ว่าหญ้าเนเปียร์จะเป็นพืชค้างปีแต่ระยะที่ให้ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสูงนั้นเพียง 3-5 ปีนับแต่เริ่มปลูก (หญ้าเนเปียร์. 2565.)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวคิดเพื่อช่วยเกษตรกรลดแรงงานคนและค่าใช้จ่ายเพื่อช่วยทุนแรงลดขั้นตอนกระบวนการในการเตรียมหญ้าเนเปียร์ให้รวดเร็วขึ้น ง่ายต่อการจัดเก็บลดพื้นที่ในการจัดวางหญ้าเนเปียร์สด และสะดวกต่อการทำหญ้าเนเปียร์หมัก จึงพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ ของผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อเพื่อสร้างโอกาสและเพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อจังหวัดสุรินทร์ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรสับย่อยหญ้าเนเปียร์ใช้เลี้ยงโคและจำหน่ายให้กับเกษตรกรรายอื่นๆได้ทั้งเป็นการพัฒนาเกษตรกร 4.0 Smart farmers ให้ทันต่อยุคคนไทยในศตวรรษที่ 21 และเป็นการเพิ่มช่องในกาเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าในระดับวิสาหกิจชุมชนเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรโคเนื้อ อีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

2.3 เพื่อถ่ายทอดและส่งมอบเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ ให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์คณะผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตาม

กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยและรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

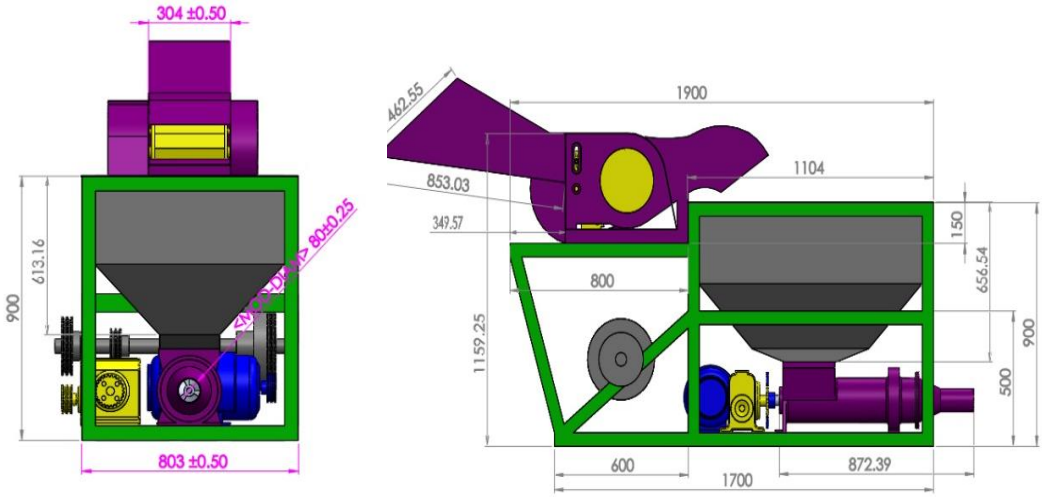
การวิจัยพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ของผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อจังหวัดสุรินทร์นี้ มีแนวคิดที่จะใช้หญ้าเนเปียร์เป็นอาหารหลักที่สำคัญสำหรับให้โคกิน ทั้งในรูปแบบหญ้าเนเปียร์สด และหญ้าเนเปียร์หมัก ซึ่งมีคุณค่าทางสารอาหารสูง 18.46 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้โคเนื้อได้รับสารอาหารมากขึ้น และสับเป็นท่อนมีความยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะสมกับการเคี้ยวเอื้องของโคเนื้อ (หญ้าเนเปียร์. 2565.) ความเร็วรอบและองศาใบมีดตัดอยู่ที่ 1500 รอบต่อนาที และองศาใบมีดตัด 40 องศา ใช้ไฮดรอลิคในการอัดหญ้าขึ้นรูปทรงสี่เหลี่ยม (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ. 2562) แนวทางการพัฒนาเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ มีส่วนสำคัญคือความเร็วรอบของใบตัดและองศาการตัด และหลักการอัดแท่งแบบหน้าแปลนเยื้องศูนย์ที่ใช้พลังงานร่วมกับชุดใบตัด ซึ่งจะทำงานกันอย่างต่อเนื่อง ขณะทำการตัดหญ้าเนเปียร์จะถูกส่งเข้ากระบอกอัดอย่างต่อเนื่องจนแน่นและจะหลุดออกมาจากกระบอกอัดเป็นแท่งทรงกระบอก เหมาะแก่การนำไปให้โคกินหรือจะนำไปหมักเป็นหญ้าเนเปียร์หมัก ซึ่งหลักการนี้จะช่วยลดต้นทุกการใช้ไฮดรอลิคในการอัดหญ้าเนเปียร์โดยมีวิธีการดำเนินงานตั้งแต่การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบที่เหมาะแก่การใช้งาน ปลอดภัยโดยการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบ

การจัดประชุมจัดทำคู่มือและประเมินความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรโคเนื้อใน บ้านดงเค็ง ตำบลเมืองลีง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์สัมภาษณ์ปัญหาในการสับหญ้าและหมักหญ้าเนเปียร์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องต้นแบบ

รูปที่ 1 ประชุมจัดทำคู่มือและประเมินความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์

รายละเอียดในการออกแบบมีส่วนประกอบหลักได้แก่ โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กฉาก จากเหล็กฉาก ขนาด 1.5 นิ้ว หนา 5 มิลิเมตร กว้าง 803 มิลลิเมตร ยาว 1900 มิลลิเมตร สูง 900 มิลลิเมตร มีฐานรองชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 2.2 HP 220 V 2900 RPMส่งกำลังไปยังเพลาขับใบมีดตัด ที่มีใบมีดตัดแบบฟันตรงจำนวน 8 ใบ สามารถปรับความเร็วในการลำเลียงหญ้าเข้าชุดมีดสับเพื่อลดขนาดหญ้าเนเปียร์ได้ 2 ระดับ ลงไปยังชุดถังพักและผสมอาหารเสริมโค (ถ้าต้องการเสริมแร่ธาตุอาหาร) ก่อนส่งกำลังไปชุดกระบอกอัดแท่งหญ้าโดยมีใบรีดเกลียวหางหมูหรือเกลียวแบบเรียว เพื่อใช้ในการอัดให้เป็นรูปทรงกระบอกที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มิลลิเมตรเพื่อง่ายต่อการจัดเก็บ การขนย้ายและรักษาความชื้นในหญ้าเนเปียร์ซึ่งจะส่งผลให้ยืดอายุในการเก็บรักษาหญ้าเนเปียร์โดยแบบภาพในแต่ละส่วนของเครื่องดังต่อไปนี้

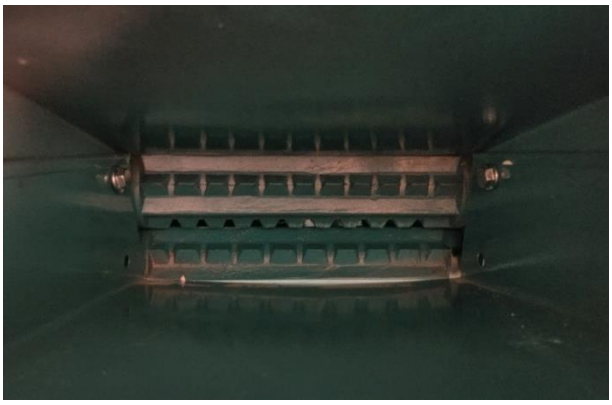


รูปที่ 2 แบบภาพเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องสับหญ้าหญ้าเนเปียร์

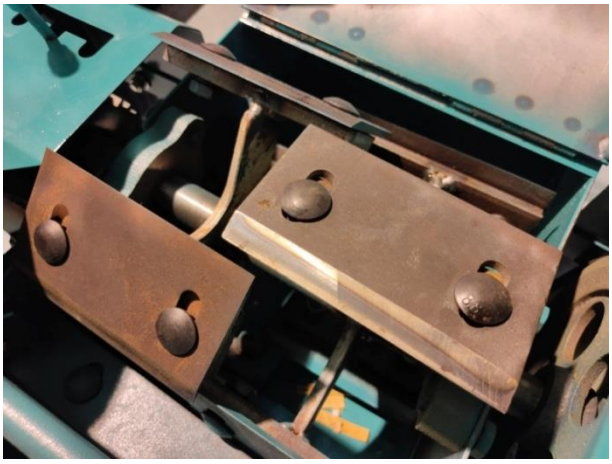
ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์

การสร้างต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์โดยเริ่มตั้งแต่โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กฉาก จากเหล็กฉาก ขนาด 1.5 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 803 มิลลิเมตร ยาว 1900 มิลลิเมตร สูง 900 มิลลิเมตร มีฐานรองชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 2.2 HP 220 V ส่งกำลังไปยังเพลาขับใบมีดตัด ที่มีใบมีดตัดแบบฟันตรงจำนวน 8 ใบ สามารถปรับความเร็วสับเพื่อลดขนาดหญ้าเนเปียร์ ลงไปยังชุดถังพักและผสมอาหารเสริมโคก่อนส่งกำลังไปชุดอัดแท่งหญ้าโดยมีใบรีดเกลียวหางหมูหรือเกลียวแบบเรียว เพื่อใช้ในการอัดให้เป็นรูปทรงกระบอกที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว

รูปที่ 3 ชุดโครงสร้างเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

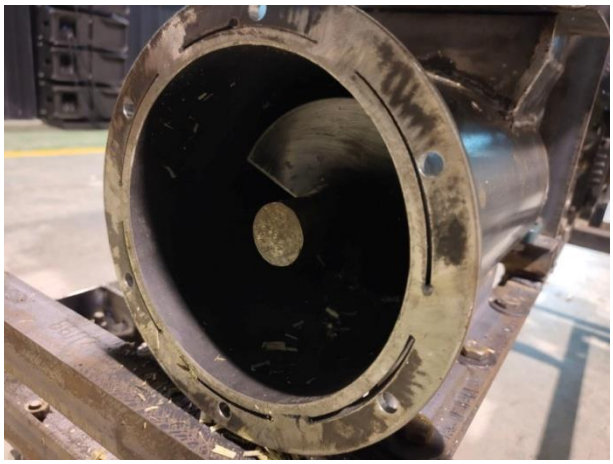


รูปที่ 4 ชุดป้อนวัตถุดิบเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์



รูปที่ 5 ชุดสับย่อยและใบมีดเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

รูปที่ 6 ชุดถังพักและผสมเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์



รูปที่ 7 ชุดอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

รูปที่ 8 ต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์

ความสามารถในการทำงานของเครื่องสับย่อยหญ้าเนเปียร์และหลักการอัดแท่งหญ้าเนเปียร์โดยใช้ใบรีดเกลียวหางหมูหรือเกลียวแบบเรียวคำนวณได้จากสมการที่ 1 (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ. 2562)

$$C_a = \frac{W}{t} \qquad (1)$$

C_a = ความสามารถในการย่อยหญ้าและการอัดหญ้าอาหารสัตว์ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
W = น้ำหนักของหญ้าทั้งหมด (กิโลกรัม)
T = เวลาที่ใช้ในการทำงาน (ชั่วโมง)

ขั้นตอนที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อจังหวัดสุรินทร์

พื้นที่ดำเนินการ

ได้เลือกพื้นที่ในถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรโคเนื้อในบ้านดงเค็งตำบลเมืองลีงอำเภอจอมพระจังหวัดสุรินทร์กลุ่มเป้าหมายคัดเลือกผู้ที่มีความประสงค์สมัครใจสนใจที่จะพัฒนาอาชีพจำนวน 50 คน

การบูรณาการ

ทำงานร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่เช่นองค์การบริหารส่วนตำบลนักพัฒนาชุมชนผู้ใหญ่บ้านประสานเครือข่ายประธานกลุ่มอาชีพต่างๆในชุมชนร่วมวางแผนประสานงานร่วมกันขอความร่วมมือในพื้นที่จัดประชุมประเมินความรู้ด้านเทคโนโลยีของชาวบ้านและหารือหาแนวทางถ่ายทอดองค์ความรู้กำหนดขั้นตอนและระยะเวลาการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ขั้นตอนการวางแผน

ทบทวนหน่วยเรียนรู้และวัตถุประสงค์ ในการจัดทำร่างคู่มือการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ดังนี้

- จุดมุ่งหมายของการพัฒนาเทคโนโลยี
- ประโยชน์ของการพัฒนาเทคโนโลยี
- ความรู้เกี่ยวกับหญ้าเนเปียร์
- หลักการการออกแบบเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์
- ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์
- ขั้นตอนการใช้งาน/บำรุงรักษา
- ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

การประเมินผล

ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ทำการประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีของกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ ที่มีต่อเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์จังหวัดสุรินทร์ว่ามีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการตอบแบบประเมินความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับมาก คือ 3.50 ขึ้นไปจะถือว่าการถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์มีประสิทธิภาพ โดยวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation :S.D.) การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีการอิงเกณฑ์

การติดตามประเมินผลการประเมินผลการถ่ายทอดความรู้ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรโคเนื้อใน บ้านดงเค็ง ตำบลเมืองลีง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ ให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ ใช้แบบประเมินสองแบบเพื่อวัดความรู้และความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีหลังการฝึกอบรมและถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยี ดังนี้

1. แบบประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

2. แบบประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเพื่อการวิจัยที่มีต่อ กระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีประกอบไปด้วย 3 ด้านดังนี้

2.1 ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม

2.2 ด้านความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี

2.3 ด้านความสะดวกและความปลอดภัยของเทคโนโลยี

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์

จากการทดสอบประสิทธิภาพความสามารถในการทำงานของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ พบว่าผลการทดสอบความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 1,160 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศาสามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หญ้าเนเปียร์ มีขนาดความยาวเฉลี่ย 4-5 เซนติเมตร

ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 725 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศาสามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หญ้าเนเปียร์ มีขนาดความยาวเฉลี่ย 2-3 เซนติเมตร

รูปที่ 9 การทดสอบประสิทธิภาพ ความสามารถในการทำงานของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

ผลการทดสอบการอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ทรงกระบอกที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 152 มิลลิเมตร แบบต่อเนื่องที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาทีผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ที่ความเร็ว 1,160 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศาสามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หญ้าเนเปียร์ มีขนาดความยาวเฉลี่ย 4-5 เซนติเมตรสามารถอัดเป็นแท่งทรงกระบอกได้ 490 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการทดสอบการอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ทรงกระบอกที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 152 มิลลิเมตร แบบต่อเนื่องความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 725 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศา สามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หญ้าเนเปียร์ มีขนาดความยาวเฉลี่ย 2-3 เซนติเมตรสามารถอัดเป็นแท่งทรงกระบอกได้ 270 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

รูปที่ 10 การอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ทรงกระบอกของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

ความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 725 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศา สามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์เฉลี่ย 2-3 เซนติเมตรสามารถอัดเป็นแท่งทรงกระบอกได้ 270 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ขนาดก้อนหญ้ารูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง152 มิลลิเมตรมีความเหมาะสมสำหรับการขนย้ายและรักษาความชื้นในหญ้าเนเปียร์เก็บรักษา หญ้าที่อัดเป็นก้อนทรงกระบอก มามัดปากถุงหรือซีลให้แน่นเพื่อป้องกันน้ำและอากาศเข้า และนำไปหมักเก็บไว้ 3-4 สัปดาห์ หญ้าจะกลายเป็นหญ้าหมักใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์หลังการสับที่มีความละเอียด 2-3 เซนติเมตรเป็นขนาดที่สามารถคบเคี้ยวได้และเหมาะสำหรับใช้ทำหญ้าหมักเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้เหมาะสมที่สุด

รูปที่ 11 ความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

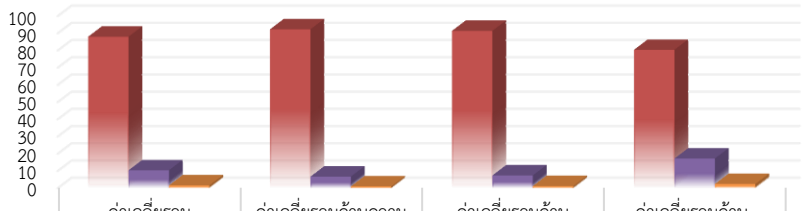
4.2 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อจังหวัดสุรินทร์

1. ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์รวม 50 คน เป็นบุคคลที่มีอาชีพเลี้ยงโคเนื้อเพื่อจำหน่าย

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเพื่อการวิจัยที่มีต่อ กระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

ข้อความรายละเอียดการประเมิน	คิดเป็นร้อยละ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านกระบวนการขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม					
1. การยอมรับกระบวนการและเนื้อหาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	80	18	2	0	0
2. การยอมรับวิทยากรในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	82	15	3	0	0
3. การยอมรับขั้นตอนและระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	72	23	5	0	0
4. การยอมรับความรู้และการนำไปใช้ประโยชน์หลังการถ่ายทอดเทคโนโลยี	98	2	0	0	0
5. การยอมรับความคุ้มค่าเมื่อเทียบเวลาและค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	70	28	2	0	0
ค่าเฉลี่ยภาพรวม รายด้าน	**80.4**	**17.2**	**2.4**	**0**	**0**
ด้านความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี					
6. การยอมรับเทคโนโลยีชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์	91	9	0	0	0
7. การยอมรับเทคโนโลยีชุดสับหญ้าเนเปียร์	85	12	3	0	0
8. การยอมรับเทคโนโลยีชุดถังผสมหญ้าเนเปียร์	95	5	0	0	0
9. การยอมรับเทคโนโลยีชุดอัดแท่งหญ้าเนเปียร์	94	4	2	0	0
10. การยอมรับเทคโนโลยีในการควบคุมการทำงานที่แยกการควบคุมการสับและอัดหญ้าเนเปียร์	92	7	1	0	0
ค่าเฉลี่ยภาพรวม รายด้าน	**91.4**	**7.4**	**1.2**	**0**	**0**
ด้านความสะดวกและความปลอดภัย					
11. การยอมรับเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งานทุ่นแรงงานเพิ่มกำลังการผลิต	98	2	0	0	0
12. การยอมรับเทคโนโลยีชุดควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ตัดไฟ	84	13	3	0	0
13. การยอมรับเทคโนโลยีโดยรวมของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์	95	5	0	0	0
ค่าเฉลี่ยภาพรวม รายด้าน	**92.3**	**6.7**	**1**	**0**	**0**
ค่าเฉลี่ยรวม	**88**	**10.4**	**1.6**	**0**	**0**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีที่มีต่อกระบวนการขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์พบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมยอมรับเทคโนโลยี โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 88 ลำดับต่อมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 10.4 และลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาภาพรวมรายด้าน พบว่า(ด้านความสะดวกและความปลอดภัย) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 92.3 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 6.7 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 1 (ด้านความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี)มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91.14 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 7.4 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 1.2 (ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม)มีค่าเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80.4 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 17.2 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 2.4 ตามลำดับซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้

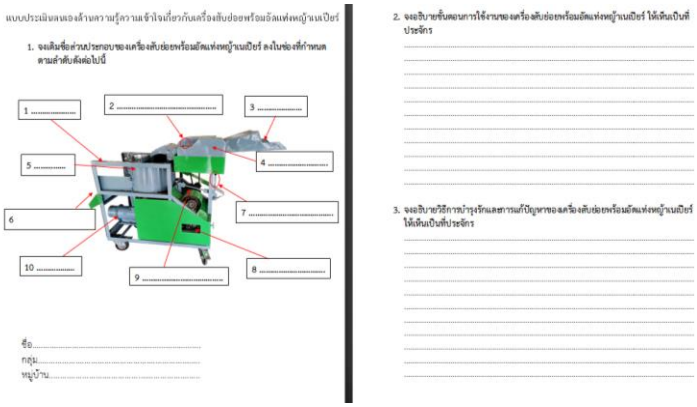


	ค่าเฉลี่ยรวม	ค่าเฉลี่ยรวมด้านความสะดวกและความปลอดภัย	ค่าเฉลี่ยรวมด้านความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี	ค่าเฉลี่ยรวมด้านกระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม
มากที่สุด	88	92.3	91.4	80.4
มาก	10.4	6.7	7.4	17.2
ปานกลาง	1.6	1	1.2	2.4

แผนภูมิที่ 1 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

2. ผลการประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์รวม 50 คน เป็นบุคคลที่มีอาชีพเลี้ยงโคเนื้อเพื่อจำหน่าย

ตัวอย่างแบบประเมิน


แบบประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

1. จงเติมชื่อส่วนประกอบของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ลงในช่องที่กำหนดตามลำดับดังต่อไปนี้

1 ..... 2 ..... 3 ..... 4 ..... 5 ..... 6 ..... 7 ..... 8 ..... 9 ..... 10 .....

ชื่อ.....
กลุ่ม.....
หมู่บ้าน.....

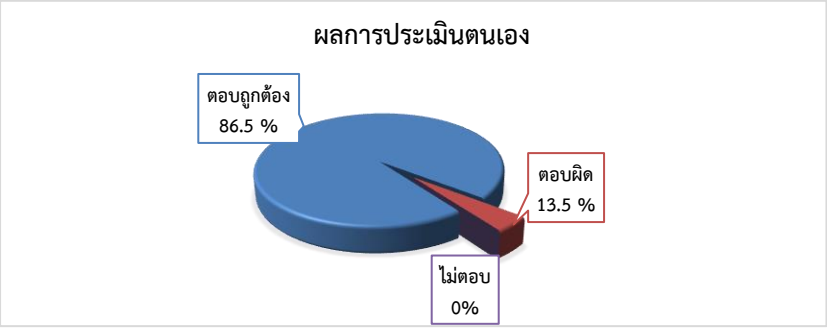
2. จงอธิบายขั้นตอนการใช้งานของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ให้เห็นเป็นที่ประจักร

3. จงอธิบายวิธีการบำรุงรักษาและการแก้ปัญหาของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ให้เห็นเป็นที่ประจักร

ตารางที่ 2 ผลการประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ รวม 50 คนโดยคิดเป็นร้อยละการตอบในแต่ละข้อ รวม 10 ข้อ

ข้อคำถาม	คิดเป็นร้อยละ		
ส่วนประกอบของเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์	**ตอบถูก**	**ตอบผิด**	**ไม่ตอบ**
ผลการตอบ ในข้อที่ 1	95	5	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 2	97	3	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 3	98	2	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 4	95	5	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 5	96	4	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 6	92	8	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 7	92	8	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 8	96	4	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 9	78	22	0
ผลการตอบ ในข้อที่ 10	98	2	0
ค่าเฉลี่ยรวม	**86.5**	**13.5**	**0**

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินตนเองด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ รวม 50 คนพบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมตอบแบบประเมินตนเองแบบเติมชื่อของอุปกรณ์เครื่องลงในช่องว่างที่กำหนด ตอบถูกต้อง ค่าเฉลี่ยรวมร้อยละ 86.5 ตอบผิด ค่าเฉลี่ยรวมร้อยละ13.5 ตามลำดับซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 2 ผลการประเมินตนเองหลังการฝึกอบรม

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 2,900 รอบต่อนาที ผ่านชุดลำเลียงหญ้าเนเปียร์ ที่ความเร็ว 725 รอบต่อนาที องศาใบมีด 30 องศา สามารถสับหญ้าเนเปียร์ ได้500กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์เฉลี่ย 2-3 เซนติเมตรสามารถ

อัดเป็นแท่งทรงกระบอกได้ 270 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ขนาดก้อนหญ้ารูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มิลลิเมตรมีความเหมาะสมสำหรับการขนย้ายและรักษาความชื้นในหญ้าเนเปียร์เก็บรักษาเพื่อเป็นหญ้าหมักใช้เป็นอาหารสัตว์เนื่องจากขนาดความยาวของหญ้าเนเปียร์หลังการสับที่มีความละเอียด 2-3 เซนติเมตรเป็นขนาดที่สามารถคบเคี้ยวได้และเหมาะสำหรับใช้ทำหญ้าหมักเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้เหมาะสมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ. 2562) การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์สำหรับเกษตรกรรายย่อย เครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์ที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่โครงสร้างของเครื่อง ชุดอัดหญ้า ชุดใบมีดสับย่อย ชุดกระบอกไฮดรอลิกส์ และระบบส่งกำลัง ผลการศึกษาพบว่า มุมองศาใบมีดที่ 40 องศา ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,500 รอบต่อนาที มีความเหมาะสมในการการทำงานมากที่สุด โดยมี ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 229.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมงกรรมวิธีการหมักหญ้าในระดับเกษตรกรจะเริ่มจากการย่อยหรือสับหญ้าด้วยมีดให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตรและนำไปหมักในกระสอบหรือถุงพลาสติกโดยการอัดและมัดกระสอบให้แน่นสนิทเพื่อไล่อากาศออกให้หมด และเป็นการป้องกันไม่ให้อากาศและน้ำเข้าถังหมัก ทำการหมักหญ้า 3-4 สัปดาห์หญ้าจะกลายเป็นหญ้าหมักใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ได้

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงการพัฒนากระบวนการขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยี และพัฒนาเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์

6.1 ข้อเสนอแนะด้านกระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม ภาพรวมอยากให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างหรืออบรมช่างชุมชนให้สามารถสร้างเครื่องใช้เองในชุมชนและยังเป็นการเพิ่มอาชีพให้กับชุมชนอีกช่องทางหนึ่ง

6.2 ข้อเสนอแนะ ชุดอัดหญ้าเนเปียร์เป็นแท่งทรงกระบอก ควรพัฒนาระบบอัดให้มีความเร็วสัมพันธ์กับการสับหญ้าเนเปียร์ เพื่อจะได้ทำงานได้อย่างต่อเนื่องและจะเพิ่มกำลังการผลิต

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับย่อยพร้อมอัดแท่งหญ้าเนเปียร์ ที่เหมาะสมต่อการขนย้ายและยืดอายุหญ้าเนเปียร์ สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อ จังหวัดสุรินทร์ เป็นการดำเนินงานโดยกระบวนการจัดการความรู้แบบมีส่วนร่วมระหว่าง นักวิจัย ชุมชน และองค์กรภาคีเครือข่ายในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีเพราะได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และความร่วมมือจาก นายประเสร็ฐ สุขจิต นายกองค์การบริหารส่วนตำบลเมืองลีง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ และคำชี้แนะข้อมูลจากผู้กลุ่มประกอบการวิสาหกิจเกษตรกรโคเนื้อบ้านดงเค็ง ตำบลเมืองลีง ตำบล เมืองลีง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ความสะดวกในเรื่องสถานที่อบรม และประสานงานกับชุมชนให้เป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึง ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2563). **พืชอาหารสัตว์.** กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์. กรุงเทพมหานคร : สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

ปรีชา ศิริสม. (2562).**การถ่ายทอดนวัตกรรมและส่งเสริมพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้นแบบผลิตอาหารโคเนื้อครบวงจรแบบพึ่งพาตนเองเชิงบูรณาการในจังหวัดนครพนม**.คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม.

ณพล เหลืองพิพัฒน์สร. (2561). **การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป. (2562). **การออกแบบและสร้างเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์สำหรับเกษตรกรรายย่อย**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วุฒิลากรณ์ หันทยุง. (2561**). กลยุทธ์การเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรและการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรในรูปแบบใหม่.** วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เสมอใจ บุรีนอก และคณะ. (2562). **ผลของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดเลือกจากน้ำพืชหมักต่อการกินได้การย่อยได้ผลผลิตองค์ประกอบของน้ำนมในแพะนม**. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปะศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พายุ. (2565). เครื่องสับย่อยกิ่งไม้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก **https://shorturl.asia/spHSD**. สืบค้น 27 พฤษภาคม 2565.

หญ้าเนเปียร์. (2565). หญ้าเนเปียร์คืออะไรจึงนิยมปลูก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก **https://www.sgethai.com/article.** สืบค้น 27 พฤษภาคม 2565.

การพัฒนาระบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID

รัตนสุดา สุภดนัยสร[1*] ปุญญพัฒน์ คำสีหา[2] ธีรถวัลย์ ปานกลาง[3]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา[1*2 3]
อีเมล์ : rattanasuda@yahoo.com[1*]

วันที่รับบทความ 30 มีนาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 30 พฤษภาคม 2566
วันตอบรับบทความ 1 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยการนำเทคโนโลยี RFID ประยุกต์ใช้ในการระบุสินค้าภายในร้านค้าเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับร้านค้าและลูกค้าของร้านค้าในการตรวจสอบราคาสินค้า ยอดรวมการซื้อสินค้าและรายการสินค้าภายในร้านค้า ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ทดแทนการกดเครื่องคิดเลขหรือจดด้วยมือ ทำให้ประหยัดเวลาในการบันทึกหรือการคิดราคาสินค้ารวมและทำให้ลูกค้าประเมินรายจ่ายของตัวเองได้ก่อนนำสินค้าไปจ่ายเงินจริง การพัฒนานี้ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันร้านค้าสำหรับการเพิ่มรายการสินค้าภายในร้านค้าซึ่งมีเพียงเจ้าของร้านและพนักงานที่ได้รับมอบหมายเท่านั้นที่สามารถกำหนดและเพิ่มรายการสินค้าได้ 2) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าในการตรวจสอบรายการสินค้าภายในร้านค้า และยอดเงินรวมสินค้าที่ลูกค้าใส่ในตะกร้าเพื่อเตรียมชำระเงิน โดยทั้งองค์ประกอบเชื่อมโยงกันด้วยระบบบริหารฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

จากผลการทดสอบ พบว่า ต้นแบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะ สามารถใช้งานได้จริงตะกร้าสินค้าสามารถส่งข้อมูลรายการสินค้าภายในตะกร้าแบบไร้สายระหว่างโมดูลไวไฟ ESP8266 ติดตั้งที่ตะกร้าและเซิร์ฟเวอร์ในระยะ 0 - 15 เมตร ผลการตรวจสอบรายการสินค้าระหว่าง Reader กับ Tag ชนิดสติกเกอร์กระดาษ ของ RFID สามารถตรวจสอบได้ในระยะ 1 - 4 เซนติเมตร และระบบสามารถแสดงการค้นหารายการสินค้า และคำนวณยอดเงินรวมของสินค้าที่ต้องชำระภายในตะกร้า ได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ เทคโนโลยี RFID โหนดเอ็มซียู ตะกร้าอัจฉริยะ เว็บแอปพลิเคชัน

Development of Smart Basket System with RFID Technology

Rattanasuda Supadanaison[1*] Punyaphat Kumseha[2] Theerathawan Panklang[3]
Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University[1*,2,3]
E – mail : rattanasuda@yahoo.com[1*]

Received 30 March 2023
Revised 30 May 2023
Accepted 1 June 2023

Abstract

The purpose of this research was to development of smart basket system with RFID technology, applied to identify products within the store to facilitate the store and its customers to check the price of the product, total purchases and In-store product list via the web application. Instead of pressing a calculator or taking notes by hand Resulting in saving time in recording or calculating the total product price and allowing customers to assess their own expenses before actually paying for the product. This development includes, 1) Store application for adding items within a store where only the store owner and assigned staff can define and add items, 2) web application for customers to check the list of products in the store. and the total amount of products that customers put in the basket to prepare for payment Both components are linked with a database management system developed by the researcher.

The results that, it was found that the smart shopping cart prototype Can actually use the shopping cart can transmit the product list data within the basket wirelessly between the ESP8266 Wi-Fi module installed at the basket and the server at a distance of 0 - 15 meters. The result of checking the product list between the Reader and the RFID paper sticker type tag. Can be checked at a distance of 1 - 4 cm. The system can display the search for the product list. and calculate the total amount of items payable within the basket correctly.

Keywords : RFID technology, Node MCU, Smart Basket, Web Application

1. บทนำ

ปัจจุบันการทำธุรกิจมีการแข่งขันสูงและมีแนวโน้มในการขยายตัวของธุรกิจอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการสินค้าในอัตราสูง การขายสินค้าผู้ประกอบการประสบปัญหาในการจัดการข้อมูลสินค้าเข้าคลังไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า และทำให้เกิดความล่าช้าในการตรวจสอบสินค้า อีกทั้งยังไม่มีความแม่นยำในการระบุจำนวนสินค้าในคลังสินค้า ต้องมีการตรวจสอบสินค้าหลายครั้ง และมีการระบุสินค้าเข้าออกผิดไม่ตรงกับคลังสินค้าทำให้ผู้ประกอบการเกิดความเสียหายได้ และเนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ซึ่งในแต่ละยุคสมัยนั้นเทคโนโลยีก็ได้มีการพัฒนาปรับเปลี่ยนรูปแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่องอย่างไร้ขีดจำกัด จึงทำให้เทคโนโลยีได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิติของสังคมในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในสินค้าคงคลังจะใช้ระบบซอฟแวร์ในการบริหารคลังสินค้า กรณีศึกษาการพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าแบรนด์ตรีสรา (ไตรภพ จิตนารินและแก้วใจ อาภรณ์พิศาล.2561) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาคือโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010 เป็นภาษาในการพัฒนาและใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 R2 ในการจัดเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ระบบงานนี้สามารถจัดเก็บข้อมูลหลัก เช่น ข้อมูลการซื้อขายสินค้า และข้อมูลลูกค้า เป็นต้น โดยการจัดการข้อมูลสินค้า การรับสินค้าเข้าคลังสินค้า และการขายสินค้า รวมทั้งการออกรายงานการขายประจำวัน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาสินค้าแบรนด์ตรีสราโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก การนำระบบงานนี้เข้ามาช่วยการจัดการข้อมูลสินค้า ทำให้การตรวจสอบฐานข้อมูลสินค้าเป็นไปได้อย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ปัจจุบันคลังสินค้าสมัยใหม่เป็นจำนวนมากที่นำเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในคลังสินค้า (puntharee. 2562) ให้สะดวก และรวดเร็ว ลดความผิดพลาดจากการทำงาน สามารถสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ภายในคลังสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการดำเนินงาน ลดความซ้ำซ้อนจากการทำงาน การระบุด้วยความถี่วิทยุ (Radio frequency identification : RFID) มีการพัฒนาใช้ในระบบการจัดการคลังสินค้าอย่างแพร่หลายมากขึ้น เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดฉลากวัตถุด้วยอุปกรณ์ที่มีชิพความจำอยู่ เป็นชิพมีคุณลักษณะพิเศษในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มากขึ้น สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันตามที่ต้องการ ปัจจุบันชิพมีคุณภาพสูงสามารถอ่านที่ละตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น ข้อมูลที่เป็นชิพจะถูกติดอยู่กับวัตถุที่ใช้ในการขนถ่ายตามความต้องการในการติดตั้ง ชิพจะถูกบรรจุอยู่ใน Tags ที่มีลักษณะเป็นแผ่นมีขนาดเล็ก สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยเครื่องอ่านสัญญาณที่ติดตั้งไว้เฉพาะตามความถี่ของคลื่นสัญญาณวิทยุที่กำหนดไว้ ส่วนประกอบของ RFID แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ๆ คือ ส่วนที่เป็นส่วนหลักเรียกว่า เครื่องอ่าน (Reader) ประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำหน้าที่ส่งและรับคลื่นวงจรภาควิทยุทำหน้าที่เข้ารหัส ผสมสัญญาณ และถอดสัญญาณและปัจจัยอีกส่วนหนึ่งคือฉลากอิเล็คทรอนิกส์ (Transponder Data Carrier หรือ Tags) เป็นส่วนที่ติดอยู่กับสินค้า มีหน้าที่เก็บข้อมูลสินค้าซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้มาก กรณีศึกษา บริษัท แคปปิตัล เทรดดิ้ง จำกัด (อารีรัตน์ เรืองประทีป และ จุฑาทิพย์ ชูดละออง. 2561) นำระบบ RFID (Radio Frequency Identification) เข้ามาช่วยในการจัดการคลังสินค้าทำให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น เพราะการนำแท็กมาติดบนกล่องสินค้านั้นทำให้ง่ายต่อการการค้นหาสินค้า การคัดแยกประเภทสินค้า รวมไปถึงการจัดเก็บสินค้าที่ถูกต้องและบริษัทโรเบิร์ต บ๊อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด นำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้กับการทำรับสินค้าในคลังสินค้า (พิรุณฉัตร ตาหลวง. 2566)เพื่อการจัดเก็บ ติดตาม และตรวจสอบสถานะ ของสินค้าในคลังสินค้าแล้วนั้น ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาจำแนกประเภทของสินค้าที่เกิดการส่งออกและนำเขา มากที่สุด สามารถคำนวณหาค่าพยากรณ์ความต้องการในแต่ละเดือน นอกจากนี้การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเปลี่ยนแปลงใหม่ในอุตสาหกรรมค้าปลีก เทคโนโลยีสารสนเทศยุคใหม่ (DuoDuo International Development Co., Ltd. 2563) เช่น ปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว และรูปแบบเศรษฐกิจใหม่ สำหรับบริษัทค้าปลีก การใช้ตะกร้าสินค้าอัจฉริยะจะเป็นประโยชน์

อย่างยิ่งประการแรก รถเข็นสินค้าอัจฉริยะเป็นแนวคิดในการประชาสัมพันธ์ที่ดี ซึ่งสามารถนำเงินปันผลจากการส่งเสริมการขายมาสู่บริษัทได้ประการที่สอง รถเข็นอัจฉริยะสามารถนำประสบการณ์การช็อปปิ้งใหม่ให้กับลูกค้า รถเข็นอัจฉริยะสามารถรับคีย์จำนวนมากสำหรับองค์กร ข้อมูลเอื้อต่อการบูรณาการทรัพยากรต่าง ๆ ลดต้นทุนการดำเนินงาน และเพิ่มผลกำไรในเชิงพาณิชย์อีกทั้ง ตะกร้าสินค้าอัจฉริยะยังสามารถใช้เป็นแพลตฟอร์มโฆษณา และยังสามารถสื่อสารกับลูกค้าได้อย่างใกล้ชิดมากขึ้น สามารถนำรายได้พิเศษมาสู่องค์กร โดยมีการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการนวัตกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ตรูปแบบใหม่ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร (อัฏฐพล ธำรงสุวรรณกิจ. 2562) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา นวัตกรรมซูเปอร์มาร์เก็ตในประเทศและต่างประเทศ การยอมรับเทคโนโลยีและปัจจัยที่มีผลตอการตัดสินใจใช้บริการของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 214 คน ด้วยการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์กับผู้ที่ใช้บริการซูเปอร์มาร์เก็ต และอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จากผลวิจัยสรุปได้ว่า นวัตกรรมบริการซูเปอร์มาร์เก็ตที่ทำการศึกษามีดังต่อไปนี้ ไดร์ฟทรู เครื่องชำระเงินด้วยตนเอง รถเข็นอัจฉริยะ ป้ายราคาสินค้าแบบดิจิทัล และร้านค้าไร้พนักงาน ในด้านปัจจัยประชากรศาสตร์ พบว่า เพศและอาชีพที่แตกต่างกันมีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการซูเปอร์มาร์เก็ตที่แตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ มีดังตอไปนี้ การยอมรับเทคโนโลยีด้านการรับรู้ ความเสี่ยงด้านความปลอดภัย ส่วนประสมการตลาด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ สถานที่จัดจำหน่าย และการส่งเสริมการขาย นวัตกรรมซูเปอร์มาร์เก็ต ได้แก่ ป้ายราคาสินค้าแบบดิจิทัล และร้านค้าไร้พนักงาน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบคลังสินค้าเข้าช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลสินค้า และควบคุมปริมาณสินค้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ผู้ประกอบการมีตรวจสอบข้อมูลสินค้าในคลังสินค้าได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้ง่ายต่อการสั่งซื้อสินค้ามาหมุนเวียนในคลังสินค้าให้เป็นไปได้อย่างราบรื่น อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกให้ผู้รับบริการได้สามารถตรวจสอบยอดเงินสินค้าในตะกร้าสินค้า และตรวจสอบรายการสินค้าผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน

2. วัตถุประสงค์

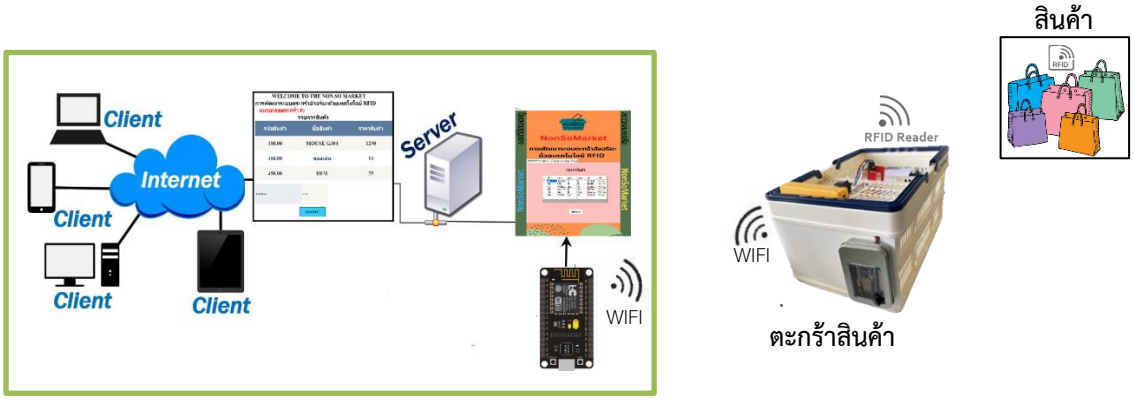
2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID

2.2 เพื่อทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับระบบตระกร้าสินค้า

2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารคลังสินค้า

3. วิธีการวิจัย

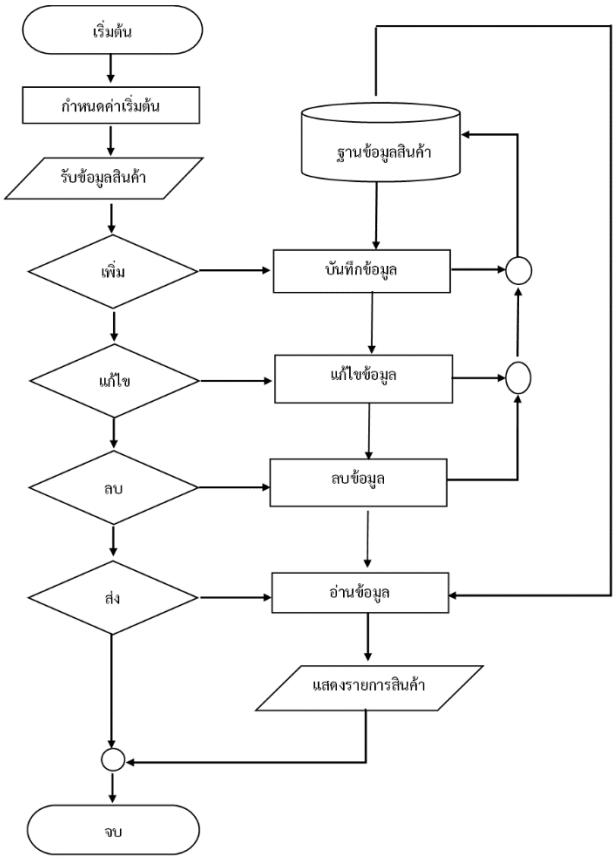
ระบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาเครื่องแม่ข่าย แอปพลิเคชันระบบร้านค้า และระบบตะกร้าสินค้า โดยมีการออกแบบในภาพรวมเป็นไปดังภาพ



รูปที่ 1 การออกแบบภาพรวม

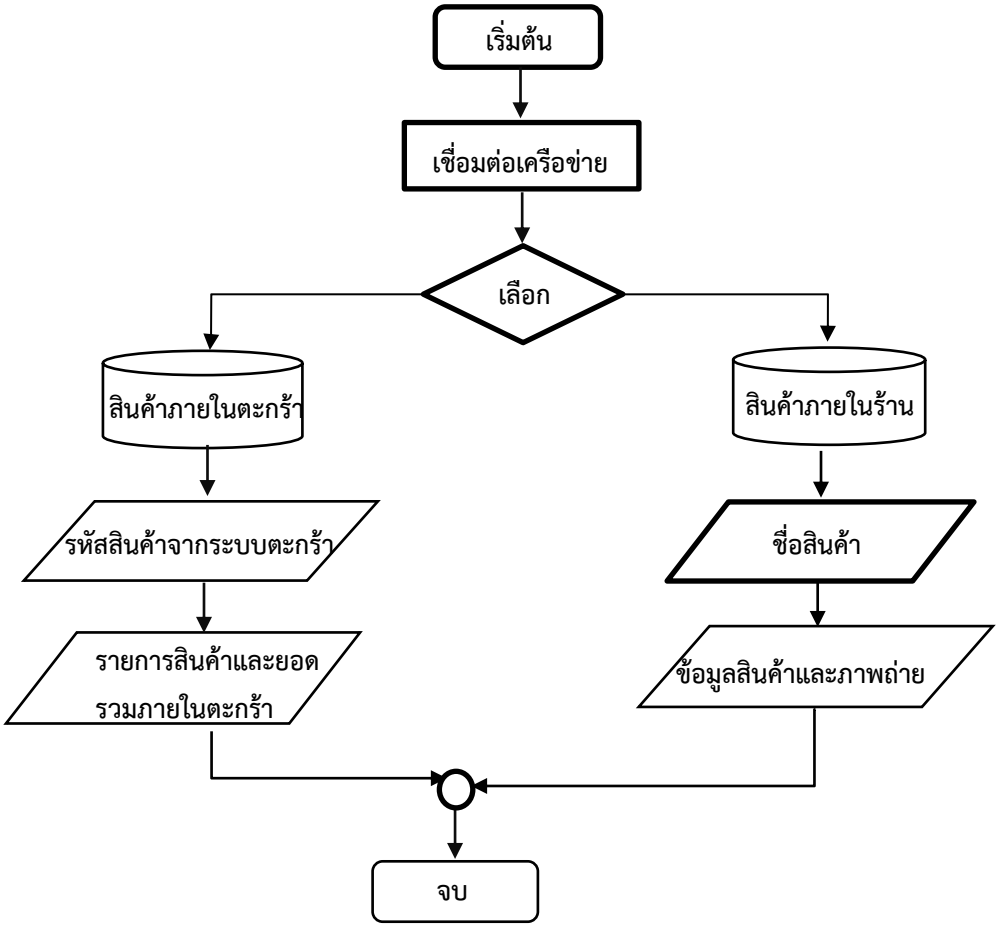
3.1 การออกแบบพัฒนาเครื่องแม่ข่ายมี 2 รูปแบบ คือ

3.1.1 การออกแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการสินค้าภายในร้านเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้เฉพาะเจ้าของร้านหรือพนักงานที่ได้รับมอบหมาย สามารถจัดการสินค้าภายในร้านค้าได้ คือ เพิ่ม แก้ไข ลบ ตรวจสอบ และคำนวณยอดรวมของสินค้าที่อยู่ในตะกร้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ โดยมีการออกแบบระบบจัดการข้อมูลสินค้าดังรูป



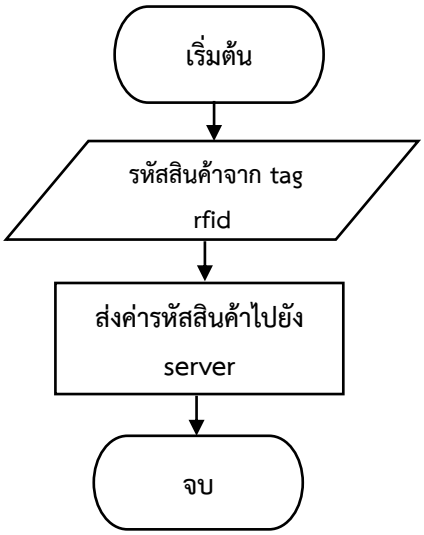
รูปที่ 2 การออกแบบระบบจัดการข้อมูลสินค้า

3.1.2 ระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับตะกร้าร้านค้า ให้ลูกค้าสามารถตรวจสอบรายการสินค้าที่มีภายในร้านค้า และตรวจสอบยอดเงินรวมของสินค้าที่ลูกค้าหยิบใส่ตะกร้าสินค้าผ่านเว็บเบราเซอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในอุปกรณ์เคลื่อนที่ของลูกค้า มีการออกแบบพัฒนาโปรแกรมดังรูป



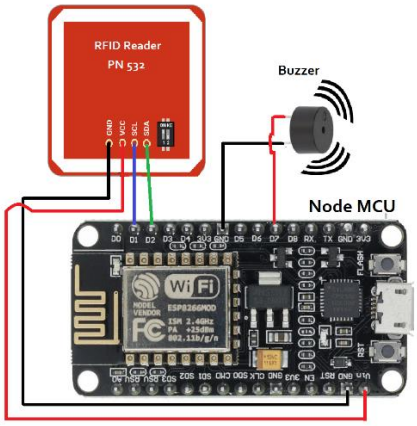
รูปที่ 3 ระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับตะกร้าร้านค้า

3.2 ระบบตะกร้าสินค้า ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ Node MCU ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสสินค้าที่ Reader อ่านจาก Tag ที่ติดกับตัวสินค้าแล้วส่งรหัสสินค้าไปยังเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4 การออกแบบการทำงานของตะกร้าสินค้า

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในส่วนของตะกร้าร้านค้าเป็นดังรูป



รูปที่ 5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในตะกร้าสินค้า

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFIDสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาต้นแบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID พบว่า สามารถสร้างระบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันระบบคลังสินค้า ทำให้ร้านค้าสามารถจัดเก็บและบริหารรายการสินค้าในคลังสินค้า และ 2) เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายการสินค้าภายในตะกร้าพร้อมยอดเงินรวมของสินค้าที่ลูกค้าทำการเลือกซื้อสินค้า แบ่งเป็นรายละเอียด ได้เป็น

4.1.1 แอปพลิเคชัน เพิ่มรายการสินค้า สามารถเพิ่มรายการสินค้าตามรายละเอียดของสินค้าได้ดังรูป

รูปที่ 6 แอปพลิเคชันเพิ่มรายการสินค้า

4.1.2 แอปพลิเคชันแก้ไขรายการสินค้าในคลังสินค้า

รูปที่ 7 แอปพลิเคชันแก้ไขรายการสินค้า

4.1.3 แอปพลิเคชันลบข้อมูลรายการสินค้าในคลังสินค้า

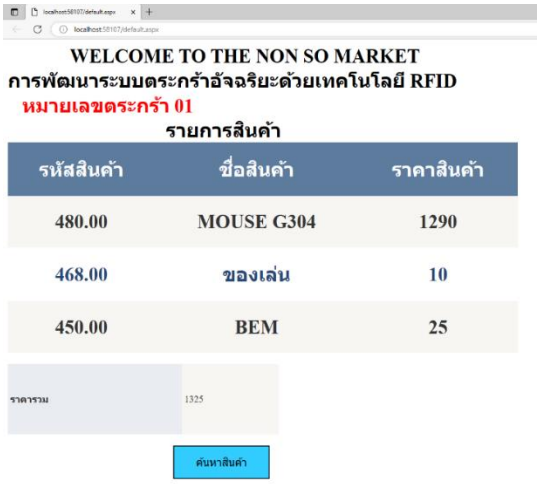
รูปที่ 8 แอปพลิเคชันแก้ไขรายการสินค้าลบข้อมูลรายการสินค้า

4.1.4 แอปพลิเคชันตรวจสอบรายการสินค้าและยอดเงินรวมในตะกร้าสินค้า

รูปที่ 9 แอปพลิเคชันตรวจสอบรายการสินค้าและยอดเงินรวมในตะกร้าสินค้า

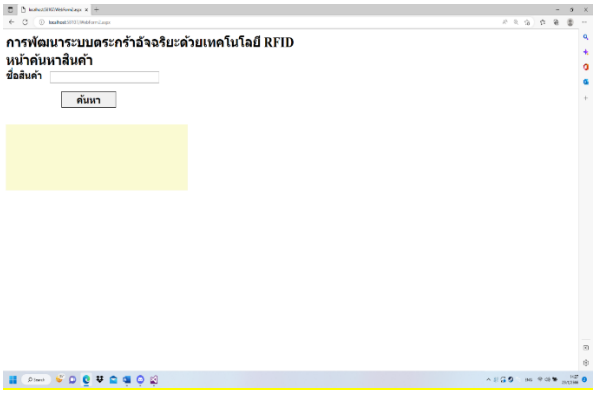
ผลการทดสอบใช้งานแอปพลิเคชันระบบคลังสินค้า ระบบสามารถบันทึก แก้ไข ลบ และตรวจสอบรายการสินภายในคลังสินค้าและในตะกร้าสินค้าได้ตรงกับที่ระบบได้ตั้งค่าไว้ ในส่วนที่ 2) เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาในครั้งนี้ทำให้ทราบรายการสินค้าที่อยู่ในตะกร้า พร้อมราคาสินค้า และสามารถคำนวณยอดเงินรวมของสินค้าในตะกร้าสินค้า ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้ลูกค้าสามารถดูรายละเอียดของสินค้าภายในร้านค้าได้แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบได้แก่

4.1.5 เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายการสินค้าภายในตะกร้าพร้อมยอดเงินรวมของสินค้าที่ลูกค้าทำการเลือกซื้อสินค้า ดังรูป



รูปที่ 10 เว็บแอปพลิเคชันตรวจสอบรายการสินค้าและยอดเงินรวมในตะกร้าสินค้า

4.1.6 เว็บแอปพลิเคชันค้นหารายการสินค้าภายในร้านค้าพร้อมภาพถ่ายสินค้า



รูปที่ 11 เว็บแอปพลิเคชันค้นหารายการสินค้าภายในร้านค้าพร้อมภาพถ่ายสินค้า

4.2 ผลการทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับระบบตระกร้าสินค้า พบว่า สามารถรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายระหว่างสินค้ากับตะกร้าด้วยเทคโนโลยี RFID และตะกร้าสินค้าสามารถส่งข้อมูลรหัสสินค้าที่ Reader อ่านได้จาก tag สินค้าส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) เพื่อประมวลผลและดึงข้อมูลรายการสินค้าจากคลังสินค้าใน database ที่บันทึกข้อมูลสินค้าได้ดังผลการทดสอบต่อไปนี้

4.2.1 ผลการทดสอบการใช้งานการรับ - ส่งข้อมูลแบบไร้สายระหว่างสินค้ากับตะกร้าสินค้าด้วยเทคโนโลยี RFID และผลการทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับเครื่องแม่ข่ายคลังสินค้า ได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการสื่อสารระหว่าง tag สินค้ากับ Reader ระบบตะกร้าสินค้า รุ่น PN532 Arduino RFID NFC Module Kit ความถี่ในการสื่อสาร 13.56MHz ระยะการอ่านตามคู่มือสูงสุดที่ 5-7 เซนติเมตร ทดสอบโดยใช้ Tag แต่ละชนิดจำนวน 5 Tag แต่ละ Tag ทดสอบ 10 ครั้ง

ชนิดของ Tag	**ระยะห่างระหว่าง tag กับ Reader (เซนติเมตร)**	**ระยะเวลารับส่งข้อมูลระหว่าง Tag กับ Reader (วินาที)**										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**เฉลี่ย**
พวงกุญแจ (สีฟ้า)	1	0.80	0.80	0.80	0.60	0.94	0.68	0.72	0.90	0.80	0.96	0.80
	2	0.85	0.90	0.80	0.75	0.97	0.86	0.84	0.92	0.99	0.87	0.88
	3	0.98	0.87	0.97	0.67	0.86	0.78	0.92	0.96	0.97	0.68	0.87
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สติ๊กเกอร์	1	0.80	1.15	0.85	1.12	0.79	1.07	0.74	0.88	0.82	0.95	0.92
	2	0.84	1.05	1.34	1.18	1.40	0.79	0.82	1.12	1.12	1.00	1.07
	3	1.61	1.22	1.29	1.09	2.05	1.3	1.35	1.25	1.27	1.57	1.40
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ป้ายสีขาว	1	0.90	0.70	0.60	1.00	1.00	0.90	0.60	1.00	0.60	0.70	0.80
	2	0.60	0.80	0.80	1.70	1.20	1.30	1.20	1.80	1.10	1.30	1.18
	3	0.80	0.90	1.10	1.10	0.80	0.90	0.80	1.35	0.80	0.60	0.92
	4	2.60	1.10	1.40	1.26	1.96	0.90	1.82	1.80	1.55	1.84	1.62
	5	2.70	2.00	2.39	4.73	2.92	2.07	2.12	1.90	2.87	1.90	2.56

ผลการทดสอบการสื่อสารระหว่าง tag สินค้ากับ Reader ระบบตะกร้าสินค้า โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย พบว่า Tag ชนิดป้ายสีขาวมีการสื่อสารได้ในระยะสูงสุดที่ 5 เซนติเมตร โดยใช้ระยะเวลาในการสื่อสารส่งข้อมูลไปยัง Reader ในระยะ 1-5 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ย1.4 วินาที

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับเครื่องแม่ข่ายคลังสินค้าในการแสดงผลรายการสินค้าที่อยู่ในตะกร้าสินค้าและการคำนวณยอดเงินรวมของสินค้าแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันคลังสินค้า โดยการสุ่มรหัสจาก tag สินค้าจำนวน 5 tag

ระยะห่าง	การแสดงผลรหัสสินค้า	รหัสสินค้า					ตรวจสอบชื่อสินค้าในคลังสินค้า
		1	2	3	4	5	
5 เมตร	รหัสสินค้าในระบบคลังสินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
	รหัสจาก Tag สินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
10 เมตร	รหัสสินค้าในระบบคลังสินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
	รหัสจาก Tag สินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
15 เมตร	รหัสสินค้าในระบบคลังสินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
	รหัสจาก Tag สินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง
20 เมตร	รหัสสินค้าในระบบคลังสินค้า	-	-	-	-	-	ตรวจสอบไม่ได้
	รหัสจาก Tag สินค้า	450	458	468	472	480	ถูกต้อง

ผลการทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับเครื่องแม่ข่ายคลังสินค้าในการแสดงผลรายการสินค้าที่อยู่ในตะกร้าสินค้า พบว่า ตะกร้าสินค้าสามารถส่งข้อมูลรหัสสินค้าไปยังเครื่องแม่ข่ายได้ในระยะ 0 - 15 เมตร โดยไม่มีความผิดพลาดของรหัสสินค้า และสามารถแสดงข้อมูลรายการสินค้าที่ได้บันทึกในระบบคลังสินค้าได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังสามารถคำนวณยอดเงินรวมของสินค้าภายในตะกร้าได้อย่างถูกต้อง

4.3 ผลการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารคลังสินค้า พบว่า ระบบคลังสินค้าสามารถจัดการข้อมูลสินค้าได้แก่ การเพิ่มรายการสินค้าใหม่เข้าสู่คลังสินค้าโดยการกรอกรายละเอียดสินค้า การแก้ไขรายการสินค้า การลบรายการสินค้า และการตรวจสอบสินค้าภายในตะกร้าของผู้ซื้อ ดังรายละเอียดในข้อ 4.1.1 – 4.1.4 โดยร้านค้าและผู้ซื้อสามารถตรวจสอบรายการสินค้าในคลังสินค้าด้วยการค้นหาผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน และสามารถตรวจสอบราคาสินค้า/ชิ้น ราคารวมของสินค้าภายในตะกร้าได้จากหน้าเว็บแอปพลิคชันได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ดังรายละเอียดในข้อ 4.1.5 – 4.1.6 เมื่อผู้ซื้อชำระเงินรายการสินค้าจะถูกตัดออกจากคลังสินค้าอัตโนมัติ ลดเวลาการตรวจสอบรายการสินค้าในคลังสินค้าของร้านค้า

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 การพัฒนาต้นแบบตะกร้าสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID พบว่า สามารถการจัดการคลังสินคาโดยมีการนำเทคโนโลยี RFID ไปใช้บันทึกข้อมูลสินค้าแตละชนิดเพื่อจัดการสินค้าคงคลังให้เกิดคาใช้จายต่ำสุด ลดต้นทุนในคลังสินคาและจัดเก็บสินคาคงคลังให้พอดีกับความตองการ ทั้งสินคาสำเร็จรูป วัตถุดิบหรือวัสดุที่เตรียมไวระหวางการผลิต ดังนั้นการจัดการข้อมูลในคลังสินค้าโดยอาศัยเทคโนโลยี RFID จึงเปนปจจัยที่ทำให้สามารถ ลดต้นทุนการจัดเก็บภายในคลังสินค้าและลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ลดความผิดพลาดในการจัดการสถานะที่แท้จริงของ

สินค้าหรือวัตถุดิบหมดอายุการใช้งาน สามารถตรวจสอบติดตามสถานะของสินค้าได้ทันทวงทีและเพื่อให้เกิดการจัดการข้อมูลของคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากต้นทุนสินค้าคงคลังเป็นต้นทุนที่สำคัญต่อองค์กรจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการและนำมาใช้ในการจัดการคลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2 การทดสอบการสื่อสารระหว่างตะกร้าสินค้ากับระบบตะกร้าสินค้า พบว่า ตะกร้าสินค้าสามารถส่งข้อมูลรหัสสินค้าไปยังเครื่องแม่ข่ายที่ติดตั้งระบบคลังสินค้า แบบไร้สายผ่านโมดูล ESP8266 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โหนดเอ็มซียู ได้ในระยะ 0 – 15 เมตร โดยไม่มีความผิดพลาดของรหัสสินค้า และสามารถแสดงข้อมูลรายการสินค้าที่ได้บันทึกในระบบคลังสินค้าได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังสามารถคำนวณยอดเงินรวมของสินค้าภายในตะกร้าได้อย่างถูกต้องผ่านเว็บแอปพลิชันซึ่งสามารถเปิดได้จากเบราเซอร์ของอุปกรณ์ ได้แก่ โทรศัพท์ แท็ปเล็ต คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

5.3 ผลการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารคลังสินค้า พบว่า ระบบคลังสินค้าสามารถจัดการข้อมูลสินค้า ได้แก่ การเพิ่มรายการสินค้า การแก้ไขรายการสินค้า การลบรายการสินค้า และการตรวจสอบสินค้าภายในตะกร้าของผู้ซื้อโดยร้านค้าและผู้ซื้อสามารถตรวจสอบรายการสินค้าในคลังสินค้าด้วยการค้นหาผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันแบบเวลาจริง (real time) และสามารถตรวจสอบราคาสินค้า/ชิ้น ราคารวมของสินค้าภายในตะกร้าได้จากหน้าเว็บแอปพลิคชันได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง รายการสินค้าจะถูกตัดออกจากคลังสินค้าเมื่อผู้ซื้อได้ชำระเงินได้โดยอัตโนมัติ

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้พัฒนาต้นแบบตะกร้าที่ใช้เทคโนโลยี RFID ที่อ่านค่าความถี่ระหว่าง Reader กับ Tag ที่ความถี่ความถี่ในการสื่อสาร 13.56MHz ซึ่งสามารถสื่อสารแบบไร้สายได้ในระยะไม่เกิน 5 เซนติเมตร ทำให้ต้องระมัดระวังในการตรวจสอบรายการสินค้าในตะกร้าโดยต้องนำสินค้าที่ติด tag RFID มาใกล้กับ Reader มากจึงจะทำให้ผลการตรวจสอบได้ผลดี หากต้องการตะกร้าสินค้าที่มีขนาดใหญ่ หรือการอ่านในระยะไกล ควรเลือก RFID ที่อ่านค่าความถี่ระหว่าง Reader กับ Tag ในย่าน UHF

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยนี้จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เอกสารอ้างอิง

ไตรภพ จิตนารินและแก้วใจ อาภรณ์พิศาล. (2561).การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาสินค้าแบรนด์ตรีสรา. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ UTCC Academic Day ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.** หน้า 1837-1849.

พิรุณฉัตร ตาหลวง. “การเพิ่มประสิทธิภาพการทำรับสินค้าโดยการใช้เทคโนโลยี Radio Frequency Identification กรณีศึกษา บริษัท คูห์เน่ พลัส นาเกิ้ล”. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : **https://buulog.com/wp-content/uploads/2022/04/61090150_นางสาวพิรุณฉัตร-ตาหลวง.pdf**. สืบค้น 5 มกราคม 2566.

อัฏฐพล ธำรงสุวรรณกิจ. (2562). **การยอมรับเทคโนโลยีและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการนวัตกรรมซูเปอร์มาร์เก็ตรูปแบบใหม่ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร**. สารนิพนธ์ ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อารีรัตน์ เรืองประทีป และ จุฑาทิพย์ ชูดละออง. (2561). **การศึกษาการจัดการคลังสินค้าโดยใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) กรณีศึกษา บริษัท แคปปิตัล เทรดดิ้ง จำกัด**.โครงงาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พณิชการ.

DuoDuo International Development Co., Ltd.(2563). “ยุคของตะกร้าสินค้าอัจฉริยะ”. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : **http://th.ywchejiang.com/news/the-era-of-smart-shopping-carts/**. สืบค้น 10 มีนาคม 2566.

Puntharee.(2562). “ระบบจัดการคลังสินค้าด้วยเทคโนโลยี RFID และ BARCODE”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://goterrestrial.com/2019/04/10/rfid-barcode-reading-system/**. สืบค้น 8 กันยายน 2565.

การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

อัษฎา วรรณกายนต์[1] นิคม ลนขุนทด[2] วัชเรศ แก่นบุตร[3] วินัท พรมแดน[4] อภิชัย ไพรสินธุ์[5*]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์[1 2 3 4 5*]
อีเมล์ : praisin.ap@gmail.com[5*]

วันที่รับบทความ 10 กุมภาพันธ์ 2566
วันแก้ไขบทความ 13 มิถุนายน 2566
วันตอบรับบทความ 13 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ 2) ถ่ายทอดเทคโนโลยี และ 3) ประเมินความพึงพอใจ ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ เกษตรกรในพื้นที่ตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 1,120 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ สื่อเพื่อการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาสื่อ และใช้สื่อในการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบกลุ่ม ด้วยวิธีการฝึกอบรม เริ่มด้วยการบรรยายให้ความรู้ สาธิตการทำให้ดู และให้ประชากรเป้าหมายลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากนั้นประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้สื่อเพื่อการเรียนรู้ ที่ใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ประกอบไปด้วย ใบปลิว, แผ่นพับ และสื่อนำเสนอด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint ใช้ในการนำเสนอและทบทวนความรู้ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ที่มีความหลากหลาย สื่อความหมายและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย 2) ได้รับความรู้ความเข้าใจ รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุธรรมชาติ ที่สามารถนำไปใช้หรือใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตฮอร์โมน, ปุ๋ยอินทรีย์, สารไล่แมลง, สารกำจัดกลิ่น และสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรลดการใช้ ลดต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ไม่มีสารเคมีตกค้าง อีกทั้งยังทำให้กระบวนการผลิต และผลผลิตที่ได้เกิดความปลอดภัย ส่งผลดีต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในภาพรวม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.54 , S.D.= 0.50) โดยมีผู้ตอบแบบประเมินทั้งสิ้น 997 คน (ร้อยละ 89.02)

คำสำคัญ : การพัฒนาสื่อ การถ่ายทอดเทคโนโลยี สื่อเพื่อการเรียนรู้ หัวเชื้อจุลินทรีย์

The Development of Learning Media and Agricultural Technology Transfer in Production of Natural Microorganisms

Asada Wannakayont[1], Nikom Lonkuntosh[2], Watharase Kaenbutr[3]
Winut Promdan[4], Aphichai Praisin[5*]
Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University [1, 2, 3, 4, 5*]
Email: praisin.ap@gmail.com[5*]

Received 10 February 2023
Revised 13 June 2023
Accepted 13 June 2023

Abstract

The research objectives were 1) to develop the learning media for transfer agricultural technology in producing the natural microorganisms, 2) to transfer the technology, and 3) to assess the satisfaction of a target population, 1,120 cultivators from Tambon Ta Khong, Sangkha District, Surin Province. The research tools included the learning media and the satisfaction assessment form. The developed media was used for technology transfer by group workshop training method following these steps, describing the theoretical knowledge, showing the mixing technique, and the participants mixing practice. After that, the participants complete the satisfaction assessment form on technology transfer. The describing statistics used in this research consist of percentage, mean, and standard deviation.

The research results found that 1) the learning media for technology transfer consisted of handbill, brochure, and the Microsoft PowerPoint presentation media. These media could be used for presentation, review the topic about the various natural microorganisms, and interpret the meaning that, easy to target group access. 2) understanding and gaining knowledge along with the practice of mixing microorganisms from natural materials. The natural microorganisms could be a mixture of products produced such as hormones, organic fertilizer, insecticides, deodorants, and herbicides. In addition, the natural microorganisms are profit for the cultivator to reduce using and cost in the agricultural chemical products expenses, gain the quality product with non-toxic through the safety procedure that is an advantage both of cultivator and consumer even good for the environment, and 3) As a result of the satisfaction assessment on technology transfer from 977 participants (89.02%) found that overall satisfaction was at the level of very good ($\bar{x}$ = 4.54 , S.D.= 0.50).

Keywords: Media Development, Technology Transfer, Learning Media, Microorganisms

1. บทนำ

การขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสู่เป้าหมายการเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นได้อย่างแท้จริงนั้น ต้องมีหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยช่วยกันในการขับเคลื่อนให้มหาวิทยาลัยไปสู่เป้าหมายตามที่กำหนด หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นหน่วยงานในสังกัดคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีปรัชญาหลักสูตรบนพื้นฐานความคิดพัฒนาทรัพยากรบุคคลในสังคมและท้องถิ่น ให้มีความสามารถในการพัฒนางานวิจัยและการบริหารงานอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมชั้นสูงและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น ตลอดจนเป็นผู้มีความสามารถในการประดิษฐ์สร้างสรรค์ ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้มีมาตรฐานวิชาการระดับสากล โดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและสำคัญยิ่งในการเป็นประเทศศูนย์กลางในการพัฒนาการผลิตและพัฒนานวัตกรรมในภูมิภาคอาเซียน (คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2562)

ชุมชนในจังหวัดสุรินทร์ ถือเป็นเป้าหมายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในการพัฒนาเพื่อขับเคลื่อนท้องถิ่นให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน ซึ่งถือว่าเป็นเป้าหมายที่สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศและตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน ในส่วนของชุมชนตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ เป็นชุมชนที่มีการประกอบอาชีพทางการเกษตร ปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นอาหาร และจัดจำหน่าย สร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน ในการทำการเกษตรชาวบ้านยังคงมีการใช้สารเคมีในกระบวนการทำการเกษตร สาเหตุที่ทำให้เกษตรกรยังคงใช้แนวทางการผลิตที่ยังพึ่งพาสารเคมีนั้น เนื่องจากในการปลูกพืชจะมีศัตรูพืช รวมทั้งโรคแมลง และวัชพืช โดยหากไม่มีการใช้สารเคมีในการป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช ผลผลิตทางการเกษตรจะได้รับความเสียได้ (ชัยมงคล จันทร์สุข. 2564) แต่ในการใช้สารเคมีในการทำการเกษตรนั้น จะทำให้มีสารพิษตกค้าง เกิดความไม่ปลอดภัย มีผลกระทบต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การลดและการเลิกใช้สารเคมีในกระบวนการทำการเกษตร จึงมีความสำคัญ และมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม การให้ความรู้หรือการถ่ายทอดความรู้ในการผลิตสารชีวภาพ เพื่อทดแทนสารเคมีทางการเกษตร จึงเป็นอีกวิธีที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรในชุมชน โดยเกษตรกรในชุมชนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิตสารชีวภาพทางการเกษตร ลดการใช้สารเคมี สร้างการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิต และคุณภาพพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมได้อย่างแท้จริง ตลอดจนช่วยลดต้นทุนในการผลิต และผลผลิตที่ได้ไม่มีสารพิษตกค้าง

ในการนี้ เพื่อให้การขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยนำไปสู่ชุมชนเป้าหมาย ตามที่กำหนดไว้ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบงานทางด้านวิชาการ มีการทำงานที่ต้องบูรณาการ การเรียนการสอนร่วมกับการบริการวิชาการ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ซึ่งถือว่าเป็นอีกหนึ่งยุทธศาสตร์ที่มีความสำคัญของมหาวิทยาลัย โดยใช้การมีร่วมของคนในชุมชน ผสมผสานกับการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับชุมชน จึงได้เสนอโครงการวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายในตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ที่มีการประกอบอาชีพทางการเกษตร ซึ่งในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรนั้นต้องมีการสื่อสาร และสื่อที่ดี เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการจะสื่อออกไปเป็นอย่างดี รวมไปถึงกระบวนการต่างๆ ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ โดยในการออกแบบสื่อ และการพัฒนาสื่อจึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้การนำเสนอ มีความน่าสนใจที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ช่วยให้การถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้เกิดความเข้าใจถูกต้อง ทำได้อย่างรวดเร็ว สื่อสารได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการนำมาใช้ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ให้เกษตรกรสามารถนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ผลิตอาหารเสริมพืช ใช้กำจัดกลิ่น และกำจัดศัตรูพืช ที่ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความคิดในการลดใช้สารเคมีในการทำการเกษตร ลดต้นทุนกระบวนการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษ

ตกค้าง เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ผลิต ผู้บริโภค และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตในการประกอบอาชีพของเกษตรกรได้อย่างมั่นคง และยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

2.2 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

3. วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 ประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ เกษตรกรในเขตพื้นตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ รวม 14 หมู่บ้าน ๆ ละ 80 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 1,120 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 สื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร โดยการประยุกต์ใช้หลักการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ของ ADDIE Model 5 ขั้นตอน (McGriff, S.J. 2000) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) คณะผู้วิจัยได้ได้ดำเนินการสอบถามความต้องการในการบริการวิชาการจากนายชัยมงคล จันทร์สุข นายกองค์การบริหารส่วนตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ในการทำการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ยังคงมีการใช้สารเคมีในการทำการเกษตร จึงมีความต้องการความรู้ในการผลิตสารชีวภาพ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีทางการเกษตร แล้วยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ผลิต และผู้บริโภค (ชัยมงคล จันทร์สุข. 2564)

2) ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design) คณะผู้วิจัยทำการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับการผลิตสารชีวภาพ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี จากแหล่งข้อมูลต่างๆ จากนั้นนำไปออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้ ที่สามารถนำเสนอ และเผยแพร่ความรู้ที่เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย โดยได้พัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่

(1) สื่อสิ่งพิมพ์ ที่เป็นใบปลิว และแผ่นพับ เนื่องจาก มีขนาดเล็ก หยิบจับง่าย พกพาได้สะดวก ใช้ประกอบการเผยแพร่ความรู้

รูปที่ 1 ตัวอย่างสื่อเพื่อการเรียนรู้ ที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ ใบปลิว

รูปที่ 2 ตัวอย่างสื่อเพื่อการเรียนรู้ ที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ แผ่นพับ

(2) สื่อประสม ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์ สร้างสื่อในการนำเสนอผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยสามารถนำเสนอข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นข้อมูลตัวอักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่สื่อความหมาย ทำให้เกิดความน่าสนใจในการนำเสนอ รวมไปถึงได้นำสื่อที่เป็นวีดิทัศน์เข้ามาใช้ในการนำเสนอ และสร้างเป็น QR-CODE เชื่อมโยงไปยังวีดิทัศน์ใน YouTube เพื่อช่วยทบทวนวิธีการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

รูปที่ 3 ตัวอย่างสื่อเพื่อการเรียนรู้ ที่เป็นสื่อประสม ได้แก่ power point

3) ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development) จัดทำสื่อเพื่อการเรียนรู้ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบ จากนั้น เพิ่มข้อมูลที่สำคัญที่ลงไปเก็บไว้ใน Google Driver แชร์ข้อมูลและนำ URL ไปสร้าง QR Code เพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูลเพิ่มอีกช่องทางหนึ่ง

4) ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) คณะผู้วิจัยได้นำสื่อเพื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว ไปนำเสนอในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร

5) ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่เป็นแบบประเมินในรูปแบบเอกสาร และแบบประเมินออนไลน์

3.3.2 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบ หลักการสร้างแบบสอบถาม รวมไปถึงการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดข้อคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการในแบบสอบถาม

2) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีฉบับร่างให้ครอบคลุมประเด็นสาระสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการ

3) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีฉบับร่าง เสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาข้อคำถามในเรื่องที่ศึกษา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีฉบับร่างไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Consistency : IOC) ว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 0.80 แปลว่า ข้อคำถามในประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้

5) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีฉบับร่างมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปสร้างเป็นแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบออนไลน์ เพื่อนำไปใช้ในวิจัยต่อไป

6) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบออนไลน์ โดยใช้ Google Form

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

3.4.1 ทำเรื่องขอให้ออกหนังสือราชการในการขออนุญาตดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรจากสำนักงานคณบดี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

3.4.2 ประสานกับนายกองค์การบริหารส่วนตำบลตาคง/ผู้ใหญ่บ้านทั้ง 14 หมู่บ้าน/ผู้นำชุมชน และลงพื้นที่ตามวัน เวลา ที่ได้นัดหมาย เพื่อขอความร่วมมือในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์

3.4.3 ดำเนินการแจกสื่อเพื่อการเรียนรู้ และเริ่มการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยใช้สื่อในการนำเสนอผ่านทางคอมพิวเตอร์ การดำเนินการใช้รูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรแบบกลุ่ม (Group Approach) ด้วยวิธีการฝึกอบรม เริ่มด้วยการบรรยายทฤษฎีให้รู้ส่วนผสม และวิธีการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์

3.4.4 ดำเนินการสาธิตการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้ประชากรเป้าหมายให้ดู และประชากรเป้าหมายลงมือปฏิบัติในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์

3.4.5 ดำเนินการแจกแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้กับประชากรเป้าหมายได้ตอบ

3.4.6 นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทำการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้สถิติพื้นฐานในการวิจัยดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ (สุมาลี จันทร์ชะลอ. 2542 : 217-218)

ระดับคะแนนเท่ากับ 5 คือ ความพึงพอใจดีมาก
ระดับคะแนนเท่ากับ 4 คือ ความพึงพอใจดี
ระดับคะแนนเท่ากับ 3 คือ ความพึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนนเท่ากับ 2 คือ ความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนนเท่ากับ 1 คือ ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.5.2 เกณฑ์ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติจัดระดับค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ คือ (สุมาลี จันทร์ชะลอ. 2542 : 217-218)

ระดับคะแนนเท่ากับ 4.50-5.00 เท่ากับ ความพึงพอใจดีมาก
ระดับคะแนนเท่ากับ 3.50-4.49 เท่ากับ ความพึงพอใจดี
ระดับคะแนนเท่ากับ 2.50-3.49 เท่ากับ ความพึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนนเท่ากับ 1.50-2.49 เท่ากับ ความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนนเท่ากับ 1.00-1.49 เท่ากับ ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.5.3 ค่าร้อยละ

3.5.4 ค่าเฉลี่ย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549 : 153)

3.5.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549 : 167-168)

4. ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

ได้สื่อที่สามารถนำมาใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติเพื่อประกอบการนำเสนอให้ความรู้ และทบทวนความรู้ ที่มีความหลากหลาย ได้แก่ 1) สื่อสิ่งพิมพ์ ที่เป็น ใบปลิว และแผ่นพับ และ 2) สื่อประสม ที่เป็น PowerPoint ใช้ในการนำเสนอสื่อผ่านทางคอมพิวเตอร์ สามารถนำเสนอข้อมูล ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลตัวอักษร หรือข้อมูลที่เป็นภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ที่สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย และสื่อความหมายได้ตามต้องการ ทำให้เกิดความน่าสนใจในการนำเสนอในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรรวมไปถึงได้นำสื่อที่เป็นวีดิทัศน์เข้ามาใช้ในการนำเสนอ และสร้างเป็น QR-CODE เชื่อมโยงไปยังวีดิทัศน์ใน YouTube เพื่อช่วยทบทวนวิธีการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

4.2 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ทำให้เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย ได้รับความรู้ ความเข้าใจ รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุธรรมชาติ ที่มีส่วนประกอบ เช่น เศษใบไม้ เศษพืชผัก ผสมรวมกับ กากน้ำตาล น้ำมะพร้าว นมเปรี้ยว เป็นต้น ตามสูตร คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใส่ขวดหรือถัง ปิดฝาหมักทิ้งไว้ตามเวลาที่กำหนด จากนั้นนำไปใช้หรือใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตฮอร์โมน ปุ๋ยอินทรีย์ ใช้เป็นสารไล่แมลง ใช้กำจัดกลิ่น และศัตรูพืช ฯลฯ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมี ลดค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนในกระบวนการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้างเกิดความปลอดภัยแก่ผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ

ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. รูปแบบและขั้นตอนในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.42	0.71	ดี
2. การบริการที่สุภาพ และเป็นมิตร	4.60	0.71	ดีมาก
3. การบรรยายการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.62	0.49	ดีมาก
4. การปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.60	0.50	ดีมาก
5. การเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมและซักถาม	4.60	0.50	ดีมาก
6. สื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.55	0.50	ดีมาก
7. วัสดุ และอุปกรณ์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.55	0.50	ดีมาก
8. ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.70	0.46	ดีมาก
9. อาหาร และเครื่องดื่มในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.40	0.71	ดี
10. สถานที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.27	0.71	ดี
11. ความรู้ที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.60	0.50	ดีมาก
12. การนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์	4.54	0.71	ดีมาก
รวม	4.54	0.50	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50

เมื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า จัดอยู่ในระดับดีมาก 9 ข้อ ได้แก่ ระยะเวลาในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.46 การบรรยายการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.49 การบริการที่สุภาพ และเป็นมิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.71 การปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.50 การเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมและซักถาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.50 ความรู้ที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{x}$ = 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.50

สื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.50 วัสดุ และอุปกรณ์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.50 และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.71 จัดอยู่ในระดับดี 3 ข้อ ได้แก่ รูปแบบและขั้นตอนในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.42 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.71 อาหาร และเครื่องดื่มในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.71 และสถานที่ในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{x}$ = 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า S.D. = 0.71 ตามลำดับ

5. อภิปรายผล

การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์ จากธรรมชาติ เป็นการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ทำให้เกษตรกร ได้รับความรู้ รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุธรรมชาติ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตฮอร์โมนผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สารไล่แมลง ใช้เป็นอาหารเร่งการเจริญเติบโตของพืช ใช้กำจัดกลิ่น ใช้บำบัดน้ำเสีย ใช้ป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ผลจากวิจัยทำให้ประชาชนในพื้นที่เป้าหมาย ลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง เกิดความเชื่อมั่น ความปลอดภัยแก่ผู้ผลิต และผู้บริโภค

จากผลการวิจัย พบว่า 1) ได้สื่อที่สามารถนำมาใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ได้แก่ แผ่นพับ โปสเตอร์ และสื่อในการนำเสนอเนื้อหาด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ในการให้ความรู้ และทบทวนความรู้ ที่มีความหลากหลาย สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย และสื่อความหมายได้ตามที่ต้องการ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุดทด สุชาติ ดุมนิล และอภิชัย ไพรสินธุ์ (2565) ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาสื่อเพื่อการประชาสัมพันธ์งานวิจัย ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ด้วยเฟสบุ๊ค พบว่า ได้สื่อประชาสัมพันธ์งานวิจัย ที่สามารถนำไปใช้ในการนำเสนอผลงานวิจัยของอาจารย์ประจำหลักสูตร ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และผู้ที่สนใจได้อย่างกว้างขวาง สามารถเผยแพร่องค์ความรู้ ที่ได้รับจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ดารารัตน์ แก้ววานิช และคณะ (2556) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อที่เหมาะสมในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวปลอดภัยสำหรับชาวนาตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า รูปแบบของสื่อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวปลอดภัยสำหรับชาวนาที่มีความต้องการมากที่สุด คือ แผ่นพับ รองลงมาคือ คู่มือ และโปสเตอร์ ตามลำดับ โดยคิดว่าเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากปริมาณเนื้อหาเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย การเรียงลำดับหัวข้อเหมาะสม ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย มีขนาดและรูปภาพประกอบเหมาะสม สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก พกพาสะดวก 2) การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ทำให้เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายได้รับความรู้ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุธรรมชาติ ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตฮอร์โมนผลิตปุ๋ยที่เป็นอาหารของพืช ผลิตสารไล่ กำจัดแมลง ศัตรูพืช และผลิตสารกำจัดกลิ่น และบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต ในการทำการเกษตร ลดการใช้หรือพึ่งพาสารเคมี อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ผลิต และผู้บริโภคพัฒนาชีวิตให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย อุมาพร บ่อพิมาย นิคม ลนขุนทด อัษฎา วรรณกายนต์ และเที่ยงธรรม สิทธิจันทเสน (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์ ซึ่งได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์ พบว่า เกษตรกรได้รับความรู้ ความเข้าใจในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกพืช เพื่อควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิณรัตน์ นุชโพธิ์ (2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง เกษตรแบบธรรมชาติ ด้วยจุลินทรีย์จากธรรมชาติ เบญจคุณ กรณีศึกษา : ศูนย์เรียนรู้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ บ้านวัดใหม่ หมู่ที่ 3 ตำบลบึง

สามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า การทำเกษตรแบบธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติเบญจคุณ มีกระบวนการผลิตที่หาวัตถุดิบที่หาจากธรรมชาติ ซึ่งกล่าวได้ว่า เป็นการนำเอาจุลินทรีย์จากธรรมชาติมาแปรรูปให้ได้คุณประโยชน์สูงสุดแล้วส่งคืนให้กับธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้สารเคมี เป็นตัวช่วยทำให้เห็นความแตกต่างด้านค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนที่แตกต่างเมื่อเทียบกันจึงเห็นความแตกต่างอย่างมาก สามารถลดต้นทุนได้ ประหยัดเงินที่ไม่น่าจะเสียออกไป พร้อมกับได้ผลผลิตที่ดีขึ้นทุกปี และสอดคล้องกับที่ บุหลัน กุลวิจิตร (2560) ได้กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรมาเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ หรือถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ให้กับเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรเกิดการเรียนรู้และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ไปปรับปรุงและพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและครอบครัวให้ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทิศ ทาหอม สำราญ ธุระตา และคเนศ วงษา (2562) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาศักยภาพเกษตรกรแบบมีส่วนร่วมโดยการประยุกต์ใช้หลักเกษตรกรรมยั่งยืน เพื่อลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ชุมชนบ้านคูขาด ตำบลสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า การพัฒนาศักยภาพเกษตรกรแบบมีส่วนร่วมโดยการประยุกต์ใช้หลักเกษตรกรรมยั่งยืน สามารถลดต้นทุนการซื้อปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ได้ร้อยละ 82 ส่งผลให้เกษตรกรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ลด ละ เลิกการใช้สารเคมี พร้อมทั้งได้ประกาศ เป็นวาระชุมชนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพใช้เองเป็นประจำทุกปี การขยายผลไปสู่การทำปุ๋ยใช้เองภายในครัวเรือนและระดับชุมชน 3) ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุนทด สุรเชษฐ วงศชัยประทุม และสุชาติ ดุมนิล (2563) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่อง การถายทอดเทคโนโลยีคิวอารโคด สำหรับขอมูลผลิตภัณฑสินคาชุมชน ประเภทผักอินทรีย พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการถายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่มากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรวัฒน์ ชลอสันติสกุล และจารุณี เกษรพิกุล (2562) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม การส่งเสริมการเลี้ยงและการจัดการสุขภาพไก่อินทรีย์ ณ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่า ความพึงพอใจต่อโครงการบริการวิชาการ เรื่อง การส่งเสริมการเลี้ยงและการจัดการสุขภาพไก่อินทรีย์รวมทุกด้านในภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการกำหนดจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวิจัย โดยการสอบถามความต้องการในการบริการวิชาการของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นดำเนินการวางแผนในการเตรียมการถ่ายทอดเทคโนโลยี เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ทำให้ต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 ในการสวมใส่หน้ากากอนามัย ตรวจวัดอุณหภูมิ เว้นระยะห่างระหว่างบุคคล ล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงต้องวางแผนในการพัฒนาสื่อให้มีความหลากหลาย ในการนำเสนอให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถนำกลับไปทบทวนความรู้ได้หลังสิ้นสุดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร สื่อเพื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วย เอกสารใบปลิว แผ่นพับ สื่อนำเสนอ ด้วยโปรแกรม Power point และได้นำสื่อที่เป็นวีดิทัศน์เข้ามาใช้ในการนำเสนอ และสร้างเป็น QR-CODE เชื่อมโยงไปยังวีดิทัศน์ใน YouTube (ยูทูบ) เพื่อช่วยทบทวนวิธีการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ รวมถึงจัดให้มีวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ที่สามารถสื่อสารให้ความรู้ ที่สามารถลงมือปฏิบัติการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติให้กับกลุ่มเป้าหมายได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยใช้รูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในแบบกลุ่ม (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556) ด้วยวิธีการฝึกอบรม เริ่มด้วยการบรรยายทฤษฎีให้รู้ส่วนผสม วิธีการทำ สาธิตวิธีการทำให้ได้ดูประชากรเป้าหมายลงมือปฏิบัติในการทำด้วยตนเอง การนำไปใช้งาน รวมไปถึงยังเปิดโอกาสให้มีการซักถามข้อสงสัย ทำให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในครั้งนี้ ประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์และเสร็จสิ้นตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร หรือการถ่ายทอดเทคโนโลยีอื่นๆ ให้กับกลุ่มเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้กลุ่มเป้าหมายมีความเข้าใจในการนำความรู้ใช้ประโยชน์

6.2 ควรทำการวิจัยในรูปแบบเชิงบูรณาการตั้งแต่กระบวนการผลิต การแปรรูปสินค้า ไปจนถึงการจัดจำหน่ายเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน และสามารถแข่งขันได้ในตลาดปัจจุบัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่การสนับสนุนงบประมาณในโครงการยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ขอขอบคุณ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลกำนัน และผู้ใหญ่บ้าน ทั้ง 14 หมูบ้านของตำบลตาคง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการประสานงาน อำนวยความสะดวกและกำกับติดตามผลการดำเนินงานและขอขอบคุณ ประชากรเป้าหมายในงานวิจัย ได้แก่ เกษตรกรในเขตพื้นตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ และให้ข้อเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์ในการวิจัยจนการดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). **คู่มือปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร**. นนทบุรี : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. (2562). **หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2562**. สุรินทร์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ชัยมงคล จันทร์สุข. (20 ก.พ. 2564). นายองค์การบริหารส่วนตำบลตาคง อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์. สัมภาษณ์.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). **การวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : วี.อินเตอร์ พริ้นท์.

ดารารัตน์ แก้ววานิช และคณะ. (2556). การพัฒนาสื่อที่เหมาะสมในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวปลอดภัยสำหรับชาวนาตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. **การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10**. 6–7 ธันวาคม 2556; นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ; หน้า 2,937-2,981.

พิณรัตน์ นุชโพธิ์. (2563). เกษตรแบบธรรมชาติ ด้วยจุลินทรีย์จากธรรมชาติเบญจคุณ กรณีศึกษา :ศูนย์เรียนรู้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริบ้านวัดใหม่ หมู่ที่ 3 ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร. **วารสารวิทยาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**. 2(1): 89-103.

บุหลัน กุลวิจิตร. (2560). สื่อบุคคลกับการส่งเสริมการเกษตร 4.0. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ)**. 10(3) : 2,440-2,454.

สุรวัฒน์ ชลอสันติสกุล และจารุณี เกษรพิกุล. (2562) ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมการส่งเสริมการเลี้ยงและการจัดการสุขภาพไก่อินทรีย์ ณ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 50(1): 432-436.

สุมาลี จันทร์ชะลอ. (2542). **การวัดและประเมินผล.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพ.

อุทิศ ทาหอม สำราญ ธุระตา และคเนศ วงษา. (2562). การพัฒนาศักยภาพเกษตรกรแบบมีส่วนร่วม โดยการประยุกต์ใช้หลักเกษตรกรรมยั่งยืน เพื่อลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ชุมชนบ้านคูขาด ตำบลสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์. **วารสารพัฒนาสังคม**. 21(2): 1-27.

อุมาพร บ่อพิมาย (2563). ระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์. **วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์**. 7(11): 63-78.

อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุนทด สุรเชษฐ วงศชัยประทุม และสุชาติ ดุมนิล. (2563). การถายทอดเทคโนโลยีคิวอารโคด สำหรับขอมูลผลิตภัณฑสินคาชุมชน ประเภทผักอินทรีย์. **การประชุมวิชาการระดับชาติ "ราชมงคลสุรินทร ครั้งที่ 11"**. 17-18 กันยายน 2563; สุรินทร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์; หน้า H58- H66.

อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุนทด สุชาติ ดุมนิล และอภิชัย ไพรสินธุ์. (2565). การพัฒนาสื่อเพื่อการประชาสัมพันธ์งานวิจัย ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ด้วยการใช้เฟสบุ๊ค. **วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์**. 9(12): 60-76.

McGriff, S.J. (2000). **Instructional System Design (ISD) : Using the ADDIE Model**. Instructional Systems, College of Education, Penn State University, 2000.

9. คุณค่าทางวิชาการ

ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาตินั้น เป็นการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย โดยได้มีการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ขึ้นมาเพื่อช่วยให้กลุ่มเป้าหมายที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรเกิดการเรียนรู้ รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติ ในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้การทำการเกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ ลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต ลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง เกิดความเชื่อมั่น และปลอดภัยแก่ผู้ผลิต และผู้บริโภค

รูปที่ 4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรในแบบกลุ่ม ด้วยวิธีการฝึกอบรม

การวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

สนธยา เกาะสมบัติ[1] อัสนี อำนวย[2*] ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า เทคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี[1 2]
สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เทคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี[3]
อีเมล: assanee.a@ubru.ac.th[2*]

วันที่รับบทความ 9 มีนาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 29 พฤษภาคม 2566
วันตอบรับบทความ 31 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร และประเมินความคุ้มค่า ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มน้ำซับเมิสที่ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,100W มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 10.82kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 37.85 m^3/h ต่อวัน ความคุ้มค่าในการใช้งานของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าขนาด 1,125W ตลอดระยะเวลา 25 ปี จะมีค่าใช้จ่ายรวมของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มซับเมิส 124,000 บาท ในขณะระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่าย 416,400 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4.5 ปี ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งที่ขนาดกำลังไฟฟ้า 350W มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 4.05kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 64.75 m^3/h ต่อวัน ตลอดระยะเวลา 25 ปี มีค่าใช้จ่ายที่ 48,400 บาท ในขณะระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายที่ 121,900 บาท ระยะเวลาคืนทุนที่ 4 ปี และระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มชักที่ขนาดกำลังไฟฟ้า 250W มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 3.47kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 22.58 m^3/h ต่อวัน ตลอดระยะเวลา 25 ปี มีค่าใช้จ่ายที่ 49,200 บาท ในขณะที่ระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายที่ 115,900 บาท มีระยะเวลาคืนทุนที่ 5 ปี ดังนั้น การวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรช่วยให้เกษตรกรได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรอย่างได้เหมาะสม

คำสำคัญ : ความคุ้มค่าในการลงทุน เซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

The Analysis of Solar Pumping System Models for Agriculture

Sonthaya Gawsombat[1], Assanee Amnuay[2*], Saktanong Wongcharoen[3]
Electrical Technology Faculty of Industrial Technology,
Ubon Ratchathani Rajabhat University[1,2*]
Electronics Technology Faculty of Industrial Technology,
Ubon Ratchathani Rajabhat University[3]
E-mail : assanee.a@ubru.ac.th[2*]

Received 9 March 2023
Revised 29 May 2023
Accepted 31 May 2023

Abstract

The analysis of solar pumping system models for agriculture aimed to design and develop a solar pumping system for agriculture, analyze the system's efficiency, and assess its worthiness. The results of the means test, which was conducted for nine hours from 08.00-17.00 Hrs., were analyzed. The design included a solar pumping system that was submersible, centrifugal, and reciprocating. The operating efficiency was tested, along with an assessment of its worthiness compared to an electric pumping system. It was found that the efficiency of a 1,100W submersible pump had total generated electric power of 10.82 kWh/day and total pumping rate of 37.85 m^3/h/day. For the usage worthiness of the solar pumping system compared to a 1,125W electric pump for a period of 25 years, the total expenses of a submersible pump cost 124,000 Thai Baht whereas those of an electric pumping system cost 416,400 Thai Baht with a payback period of 4.5 years. The 350W centrifugal pump for the ground pumping system had total generated electric power of 4.05 kWh/day and total pumping rate of 64.75 m^3/h/day. Throughout the period of 25 years, its total expenses cost 48,400 Thai Baht, whereas those of an electric pumping system cost 121,900 Thai Baht with a payback period of four years. The 250W reciprocating pump for the ground pumping system had total generated electric power of 3.47 kWh/day and total pumping rate of 22.58 m^3/h /day. Throughout the period of 25 years, its total expenses cost 49,200 Thai Baht, whereas those of an electric pumping system cost 115,900 Thai Baht with a payback period of five years. Thus, the analysis of solar pumping system models for agriculture helped agriculturists to obtain data for their decision-making on selecting a suitable solar pumping system.

Keywords: Investment Value, Solar Cells, Solar Pumping System Efficiency, Solar Pumping System

1. บทนำ

จากนโยบายไทยแลนด์ 4.0 (สำนักโฆษก สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. 2560) ที่มุ่งยกระดับคุณภาพของประชาชน สังคม และเศรษฐกิจ ไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ได้มีการสร้าง 3 กลไกหลักขับเคลื่อนประเทศให้เข้าไปสู่ยุค 4.0 ประกอบด้วย 1) การขับเคลื่อนประเทศผ่านนวัตกรรม ปัญญา เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ 2) การขับเคลื่อนประชาชนไปสู่การกระจายรายได้ โอกาส และความมั่งคั่ง และ 3) ขับเคลื่อนไปสู่ความสมดุลในการพัฒนาระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้พลังงานทดแทน บทความนี้ได้นำเสนอผลการวิจัยที่สอดคล้องกับกลไกขับเคลื่อนประเทศกลไกที่ 3 การมุ่งเน้นไปที่การใช้พลังงานทดแทน คือ การวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรที่ยังขาดองค์ความรู้ และข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร ด้วยการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการเกษตร โดยสามารถประเมินความคุ้มค่าของระบบสูบน้ำจากแหล่งน้ำระดับพื้นดินและระบบน้ำบาดาลให้เหมาะสมกับพื้นที่การเกษตร

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา และคิดค้นรูปแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกร โดยพื้นที่การวิจัยนี้ได้ใช้พื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เป็นหนึ่งในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ซึ่งผู้วิจัยนี้ได้มีการออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร และวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพิจารณาถึงความคุ้มค่าและระยะเวลาการคืนทุนสำหรับ การตัดสินใจที่จะเลือกใช้งานระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรของเกษตรกร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

2.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

2.3 ประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

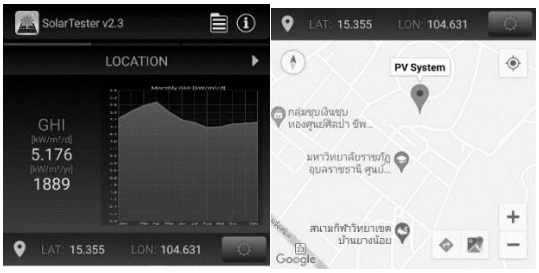
3. วิธีการวิจัย

ได้ดำเนินการแบ่งออกได้ 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2559) เช่น หนังสือ ตำรา วารสาร องค์ความรู้ต่าง ๆ บทความทางวิชาการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ และระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

3.1 ข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี มีค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละพื้นที่เฉลี่ยต่อปี (Ir) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1,889 $kW/m^2/y$ หรือคิดเป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์จำเพาะสำหรับพื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จะมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์โดยประเมินผลข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จาก Application Solar Tester v2.3 ประมาณเท่ากับ 5.176 $kW/m^2/day$



รูปที่ 1 ข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์พื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

3.2 การเลือกขนาดของปั๊มสูบน้ำ

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้เป็นรุ่น Poly crystalline ยี่ห้อ Jinko Solar กำลังไฟฟ้าขนาด 270W แรงดันไฟฟ้า 31.6V กระแสไฟฟ้า 8.54A แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ LARLAND กำลังไฟฟ้า 280W แรงดันไฟฟ้า 36V กระแสไฟฟ้า 8.41A และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Poly crystalline ยี่ห้อ JETION ขนาด 37V 8.92A ขนาดกำลังไฟฟ้า 300W การคำนวณระบบจะคำนวณตามกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานสูงสุด

3.2.1 ในการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซับเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 การหาค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบซับเมิสทั้งปี ได้จากค่าของขนาดกำลังไฟฟ้า 1,100W คูณค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน คูณด้วย 365 วัน ดังนั้นความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบซับเมิสใน 1 ปี มีค่าเท่ากับ 2,007.5 กิโลวัตต์ต่อปี

3.2.2 ในการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 กำลังไฟฟ้าขนาด 350W การหาค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบปั๊มหอยโข่งทั้งปี ได้จากค่าของขนาดกำลังไฟฟ้า 350W คูณค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน คูณด้วย 365 วัน ดังนั้นความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบปั๊มหอยโข่งใน 1 ปี มีค่าเท่ากับ 638.75 กิโลวัตต์ต่อปี

3.2.3 ในการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 กำลังไฟฟ้าขนาด 250W การหาค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบปั๊มชักทั้งปี ได้จากค่าของขนาดกำลังไฟฟ้า 250W คูณค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน คูณด้วย 365 วัน ดังนั้นความต้องการกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำแบบปั๊มชักใน 1 ปี มีค่าเท่ากับ 456.25 กิโลวัตต์ต่อปี

3.3 การคำนวณขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (นครินทร์ รินพล. 2559)

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้เป็นรุ่น Poly crystalline ยี่ห้อ Jinko Solar กำลังไฟฟ้าขนาด 270W แรงดันไฟฟ้า 31.6V กระแสไฟฟ้า 8.54A แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ LARLAND กำลังไฟฟ้า 280W แรงดันไฟฟ้า 36V กระแสไฟฟ้า 8.41A และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Poly crystalline ยี่ห้อ JETION ขนาด 37V 8.92A ขนาดกำลังไฟฟ้า 300W

3.3.1 การคำนวณหากำลังวัตต์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในการคำนวณหากำลังวัตต์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากสมการที่ 1

$$P_{PV} = \frac{(E_a \times SF)}{E_{PV} \times n_{system}} \tag{1}$$

P_{PV} คือ กำลังวัตต์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด หน่วยเป็น วัตต์ (W)

E_a คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

SF คือ สัดส่วนการใช้พลังงานของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบรวม โดยมีค่าเท่ากับ 1 ในกรณีมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานเดียว

n_{system} คือ ประสิทธิภาพของระบบ โดยมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

E_{PV} คือ ค่าพลังงานแสงอาทิตย์จำเพาะแต่ละพื้นที่ โดยพื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,889 kW/m^2/y

3.3.2 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์ได้จากสมการที่ 2

$$Hdts = \eta t \times \eta d \times \eta s \times Ir \tag{2}$$

$Hdts$ คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์ที่ซึ่งเกิดจากการลดทอนของทิศทางติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์และมุมเงยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยต่อปี หน่วยเป็น kW/m²/y

ηt คือ ประสิทธิภาพจากมุมเงยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

ηd คือ ประสิทธิภาพจากการทิศทางของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

ηs คือ อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ได้รับแสงต่อพื้นที่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

Ir คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละพื้นที่เฉลี่ยต่อปี หน่วยเป็น kW/m²/y

$$Hdts = 0.92 \times 0.97 \times 1 \times 1,889 = 1,685 kWm^2 / y$$

ดังนั้นค่าพลังงานแสงอาทิตย์จำเพาะแต่ละพื้นที่ในพื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,685 kW/m^2/y

3.3.3 การคำนวณหาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณหาจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากสมการที่ 3

$$N_{PV} = \frac{P_{PV}}{PV_{WP}} \tag{3}$$

N_{PV} คือ จำนวนแผงของเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยเป็น แผ่น (โมดูล)

P_{PV} คือ กำลังวัตต์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด หน่วยเป็น วัตต์ (W)

PV_{wp} คือ กำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ หน่วยเป็น วัตต์ (Wp)

3.3.4 การคำนวณแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิส

การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 กำลังไฟฟ้าขนาด 1,100W หรือ 1.47Hp ท่อน้ำออก 1.2 นิ้ว มีอัตราการสูบน้ำ 6 m^3/h สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (1) ดังนี้

$$P_{PV} = \frac{(2,007 \times 1)}{(1,685 \times 0.7)}$$

$P_{PV} = 1.531$ กิโลวัตต์ หรือประมาณ 1,600W

หากใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับปั๊มสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิส ซึ่งที่เลือกใช้เป็นรุ่น Poly crystalline ยี่ห้อ Jinko Solar กำลังไฟฟ้าขนาด 270W แรงดันไฟฟ้า 31.6V กระแสไฟฟ้า 8.54A สามารถคำนวณจำนวนแผง แรงดันไฟฟ้ารวม และกำลังไฟฟ้ารวม สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (3)

$$N_{PV} = \frac{1,600}{270} = 5.92 \text{ แผ่น หรือประมาณ 6 แผ่น}$$

แรงดันไฟฟ้ารวม(อนุกรม) $= 31.6 \times 6$ แผ่น $= 189.6V$

กำลังไฟฟ้ารวม $= 270 \times 6$ แผ่น $= 1,620W$

3.3.5 การคำนวณแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของระบบสูบน้ำพื้นดิน

1) การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 กำลังไฟฟ้าขนาด 350W ท่อส่งน้ำออก 1.2 นิ้ว อัตราการสูบน้ำ 9 m^3/h ผู้วิจัยได้เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยี่ห้อ LARLAND กำลังไฟฟ้า 280W แรงดันไฟฟ้า 36V กระแสไฟฟ้า 8.41A และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ JETION ขนาด 37V 8.92A กำลังไฟฟ้า 300W จำนวน 2 แผง นำมาต่อขนานกันมีกำลังวัตต์รวมขนาด 580W

การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (1) ดังนี้

$$P_{PV} = \frac{(638.75 \times 1)}{(1,685 \times 0.7)}$$

$$P_{PV} = 0.487 \text{ กิโลวัตต์ หรือประมาณ 500W}$$

การหาจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (3)

$$N_{PV} = \frac{500}{280} = 1.78 \text{ แผ่น หรือประมาณ 2 แผ่น}$$

กระแสไฟฟ้ารวม (ขนาน) $= 8.41A + 8.92A = 17.33A$

2) การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 พร้อมมอเตอร์ DC 24V 250W อัตราการสูบน้ำ 1.5–3 m^3/h ท่อส่งน้ำออก 1 นิ้ว ผู้วิจัยได้เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ LARLAND กำลังไฟฟ้า 280W แรงดันไฟฟ้า 36V กระแสไฟฟ้า 8.41A และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ JETION ขนาด 37V 8.92A กำลังไฟฟ้า 300W จำนวน 2 แผง นำมาต่อขนานกันมีกำลังวัตต์รวมขนาด 580W

การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (1) ดังนี้

$$P_{PV} = \frac{(456.25 \times 1)}{(1,685 \times 0.7)}$$

$$P_{PV} = 0.348 \text{ กิโลวัตต์ หรือประมาณ 400W}$$

การหาจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากการใช้สมการที่ (3)

$$N_{PV} = \frac{400}{280} = 1.42 \text{ แผ่น หรือประมาณ 2 แผ่น}$$

กระแสไฟฟ้ารวม (ขนาน) $= 8.41A + 8.92A = 17.33A$

ดังนั้น การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก สามารถใช้แผงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อแบบขนานในลักษณะเดียวกันได้

3.4 การสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

3.4.1 ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิสขนาด 1,100W

ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิสขนาด 1,100W จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม Poly crystalline ยี่ห้อ Jinko Solar กำลังไฟฟ้าขนาด 270W จำนวน 6 แผง แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม Poly crystalline ยี่ห้อ Jinko Solar กำลังไฟฟ้าขนาด 270W

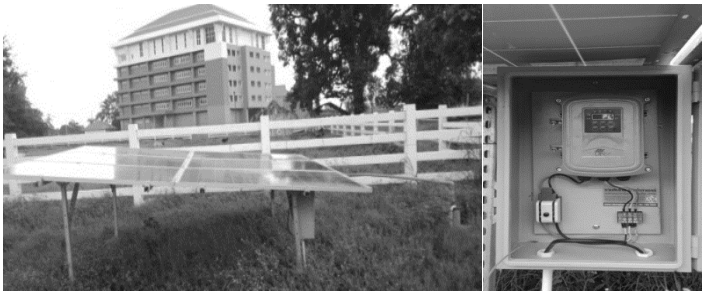
3.4.2 ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก

ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ JETION ขนาดกำลังไฟฟ้า 300W และยี่ห้อ LARLAND ขนาดกำลังไฟฟ้า 280W แสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ JETION ขนาดกำลังไฟฟ้า 300W และยี่ห้อ LARLAND ขนาดกำลังไฟฟ้า 280W

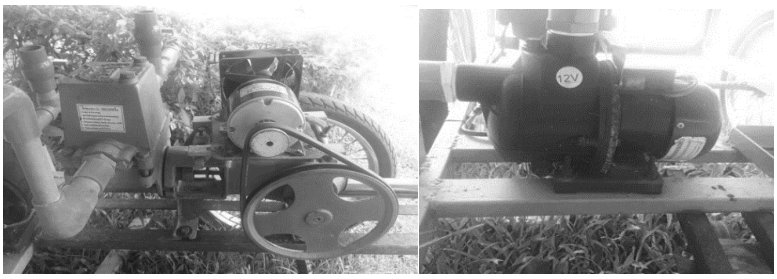
ส่วนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น (ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ และคณะ. 2561)

1) การทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิสขนาด 1,100W แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดอุปกรณ์แผงและระบบควบคุมของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

2) การทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก

ส่วนที่ 4 การประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

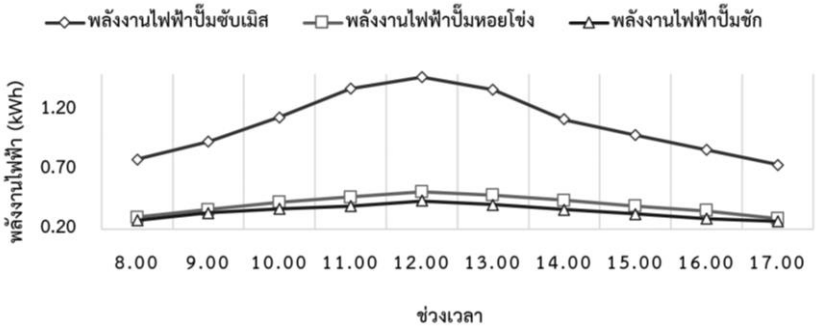
ในการประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร จะคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period) ของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับปั๊มสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า โดยการคิดค่าใช้จ่ายในเชิงค่าพลังงานไฟฟ้า (Wh) เช่น ปั๊มน้ำขนาด 750 วัตต์ (W) มีค่าเท่ากับปั๊มน้ำขนาด 1แรงม้า (Hp) หากปั๊มน้ำมีกำลังไฟฟ้าขนาด 1,000W ในเวลา 1 ชั่วโมง จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่าเท่ากับ 1 ยูนิต หรือ 1 หน่วย โดยการคิดค่าไฟฟ้าที่ 4.5 บาทต่อหน่วย การหาระยะเวลาคืนทุนจะพิจารณาจากค่าใช้จ่ายสุทธิในแต่ละปีของระบบสูบน้ำตลอดระยะเวลาการดำเนินงานกับต้นทุนที่สามารถประหยัดได้ (พินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิท เรืองรุ่งชัยกุล. 2558) ดังสมการที่ (4)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายสุทธิเทียบเท่าปัจจุบัน}}{\text{ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้เทียบเท่าปัจจุบันต่อปี}} \quad (4)$$

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ที่อุทยานการเรียนรู้เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี โดยทำการเก็บข้อมูลช่วงเวลา 8.00-17.00 น. ทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง (kWh) และปริมาณอัตราการสูบน้ำ (m^3/h) ที่ได้เฉลี่ยทุก ๆ 1 ชั่วโมง ตลอดเวลา 9 ชั่วโมงต่อวัน

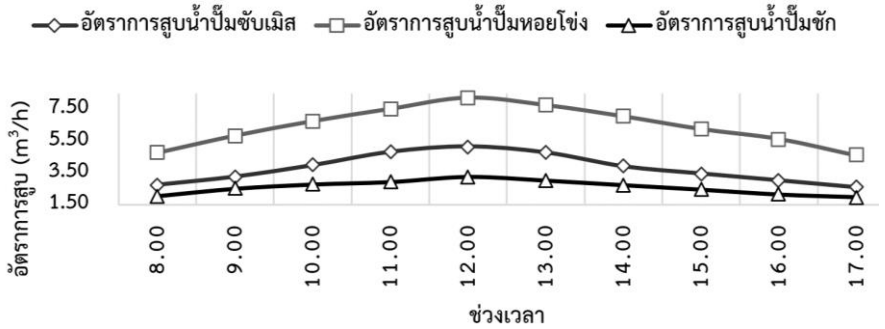
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลาการใช้งาน ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลาการใช้งาน

จากรูปที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลาการใช้งานทั้ง 3 รูปแบบ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับปั๊มน้ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบซับเมิสที่ใช้ปั๊มน้ำซับเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,100W พบว่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสได้พลังงานไฟฟ้ารวม 10.82kWh ต่อวัน ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 กำลังไฟฟ้าขนาด 350W มีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รวม 4.05kWh ต่อวัน และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 250W มีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์รวม 3.47kWh ต่อวัน

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ปริมาณอัตราการสูบน้ำในช่วงเวลาการใช้งานได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอัตราการสูบน้ำของปั๊มน้ำในช่วงเวลาการใช้งาน

จากรูปที่ 7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำของปั๊มน้ำในช่วงเวลาการใช้งานทั้ง 3 รูปแบบ ในการสูบน้ำตามช่วงระยะเวลาการใช้งาน ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบซับเมิสที่ใช้ปั๊มน้ำซับเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,100W อัตราการสูบน้ำ 6 m^3/h พบว่าประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสมีปริมาณอัตราการสูบน้ำรวม 37.85 m^3/h ต่อวัน ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 กำลังไฟฟ้าขนาด 350W อัตราการสูบน้ำ 9 m^3/h ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งมีปริมาณอัตราการสูบน้ำรวม 64.75 m^3/h ต่อวัน และประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 250W อัตราการสูบน้ำ 1.5-3 m^3/h พบว่า ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักได้พลังงานไฟฟ้ารวม 3.47kWh ต่อวัน และมีปริมาณอัตราการสูบน้ำรวม 22.58 m^3/h ต่อวัน

4.3 การประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับปั๊มสูบน้ำไฟฟ้า

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรแบบต่าง ๆ กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในเชิงค่าพลังงานไฟฟ้าในการใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูล	ระบบสูบน้ำบาดาล		ระบบสูบน้ำพื้นดิน			
	ปั๊มซับเมิส	ปั๊มไฟฟ้า	ปั๊มหอยโข่ง	ปั๊มไฟฟ้า	ปั๊มชัก	ปั๊มไฟฟ้า
ค่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์	35,640	-	13,200	-	13,200	-
ค่าเครื่องสูบน้ำ	33,500	25,000	4,500	4,500	5,500	4,500
ค่าอุปกรณ์โครงสร้าง	10,000	-	3,000	-	3,000	-
ค่าอุปกรณ์และติดตั้ง	9,860	5,000	1,000	2,000	1,000	1,000
ค่าติดตั้ง	10,000	5,000	1,500	1,000	1,500	1,500
ค่าไฟฟ้า (ต่อปี)	-	14,256	-	4,536		4,316
ค่าซ่อมบำรุง (ต่อปี)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งปี	**100,000**	**50,256**	**24,200**	**13,036**	**25,200**	**12,316**
รวมค่าใช้จ่าย 25 ปี	**124,000**	**416,400**	**48,400**	**121,900**	**49,200**	**115,900**

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า ตลอดระยะเวลา 25 ปี โดยการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าเครื่องสูบน้ำ ค่าอุปกรณ์โครงสร้าง ค่าอุปกรณ์และติดตั้ง ค่าติดตั้ง ค่าไฟฟ้า (ต่อปี) และค่าซ่อมบำรุง (ต่อปี) เป็นต้น สำหรับวิเคาระห์ค่าใช้จ่ายในเชิงค่าพลังงานไฟฟ้าในการใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้า 1 เฟส 230V ขนาด 750W ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิส ขนาด 1,100W และค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง ขนาด 350W ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก ขนาด 250W มีรายละเอียด ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในเชิงค่าพลังงานไฟฟ้าในการใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้า 1 เฟส 230V ขนาด 750W (1 แรงม้า = 750 วัตต์ 1 ยูนิต = 1,000 วัตต์ ค่าไฟที่จ่าย 4.50 บาท) คิดการกินกระแสไฟฟ้าของปั๊มน้ำไฟฟ้า 1.5 แรงม้า = 1,125 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า 5.06 บาท/ชั่วโมง หากมีการใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้า 40.5 บาท หากมีการใช้งานระยะเวลา 1 เดือน จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าเดือนละ 1,214.4 บาท และหากมีการใช้งานระยะเวลา 1 ปี จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 14,752.8 บาท

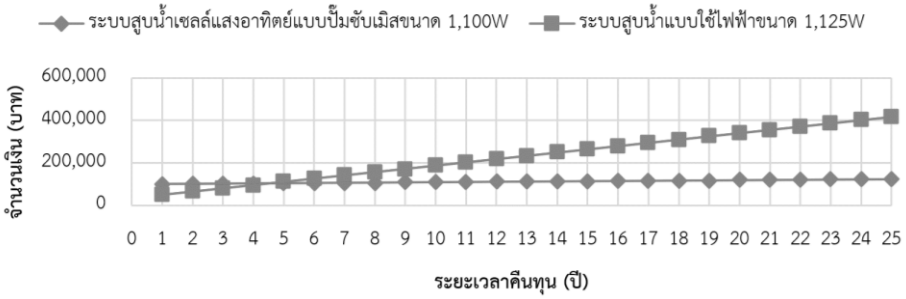
2) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิส ขนาด 1,100W จากการลงทุนประมาณ 100,000 บาท โดยแสดงการเปรียบเทียบในด้านเชิงค่าไฟฟ้า พบว่า หากมีการใช้ระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิส วันละ 9 ชั่วโมง ค่าใช้จ่ายในเชิงค่าไฟฟ้า 1,100W (1,100 วัตต์ = 1.466 แรงม้า = 1.1 ยูนิต ค่าไฟที่จ่ายยูนิตละ 4.50 บาท) คิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ 1.466 แรงม้า = 1,100 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า 4.95 บาท/ชั่วโมง หากมีการใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้า 39.6 บาท หากมีการใช้งานระยะเวลา 1 เดือน จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าเดือนละ 1,188 บาท และหากมีการใช้งานระยะเวลา 1 ปี จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 14,256 บาท

3) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง ขนาด 350W จากการลงทุนประมาณ 24,200 บาท โดยแสดงการเปรียบเทียบในด้านเชิงค่าไฟฟ้า พบว่า หากมีการใช้ระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง วันละ 9 ชั่วโมง ค่าใช้จ่ายในเชิงค่าไฟฟ้า 350W (350 วัตต์ = 0.466 แรงม้า = 0.35 ยูนิต ค่าไฟที่จ่ายยูนิตละ 4.50 บาท) คิดจากการกินไฟของเครื่องสูบน้ำ 0.466 แรงม้า = 350 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่ง

จะทำให้ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า 1.575 บาท/ชั่วโมง หากมีการใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้า 12.6 บาท เสียค่าพลังงานไฟฟ้าเดือนละ 378 บาท และเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 4,536 บาท

4) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก ขนาด 250W จากการลงทุนประมาณ 25,200 บาท โดยแสดงการเปรียบเทียบในด้านเชิงค่าไฟฟ้า พบว่า หากมีการใช้ระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก วันละ 9 ชั่วโมง ค่าใช้จ่ายในเชิงค่าไฟฟ้า 250W (250 วัตต์ = 0.333 แรงม้า = 0.333 ยูนิต ค่าไฟที่จ่ายยูนิตละ 4.50 บาท) คิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ 0.333 แรงม้า = 250 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า 1.4985 บาท/ชั่วโมง หากมีการใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้า 11.988 บาท เสียค่าพลังงานไฟฟ้าเดือนละ 359.6 บาท และเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 4,316 บาท

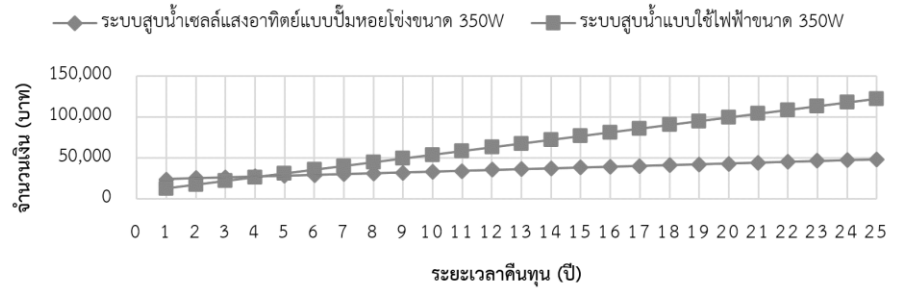
การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสกับปั๊มสูบน้ำใช้ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสกับปั๊มสูบน้ำใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 8 การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา 25 ปี ซึ่งพบจุดที่เส้นกราฟตัดกันนั้น แสดงถึงระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสที่สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 4.5 ปี และระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น

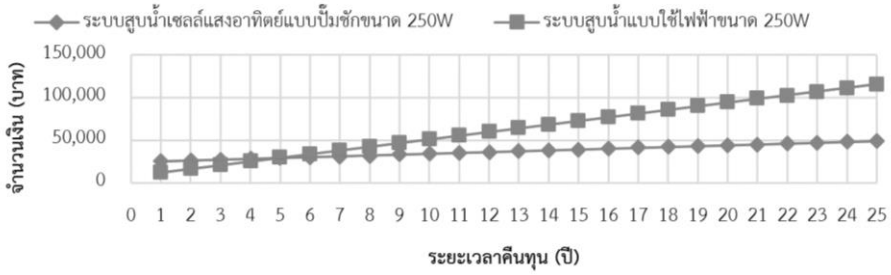
การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งกับปั๊มสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งกับปั๊มสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา 25 ปี ซึ่งพบจุดที่เส้นกราฟตัดกันนั้น แสดงถึงระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งที่สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 4 ปี และระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น

การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบพื้นดินแบบปั๊มชักกับปั๊มสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบพื้นดินแบบปั๊มชักกับปั๊มสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า

จากรูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา 25 ปี ซึ่งพบจุดที่เส้นกราฟตัดกันนั้น แสดงถึงระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักที่สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 5 ปี และระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น

5. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ประกอบด้วยระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบซัมเมิสขนาด 1,100W และระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ โดยผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์ มีผลดังต่อไปนี้

5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

1) ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบซับเมิสที่ใช้ปั๊มน้ำซับเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,100W ติดตั้งร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 270W 6 แผง ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิส แสดงให้เห็นว่าการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสมีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 10.82kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 37.85 m^3/h ต่อวัน

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 กำลังไฟฟ้าขนาด 350W อัตราการสูบน้ำ 9 m^3/h แสดงให้เห็นว่าการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 4.05 kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 64.75 m^3/h ต่อวัน

3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 กำลังไฟฟ้าขนาด 250W อัตราการสูบน้ำ 1.5–3 m^3/h แสดงให้เห็นว่าการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักมีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 3.47 kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 22.58 m^3/h ต่อวัน

5.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์

1) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มซับเมิสขนาด 1,100W กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าขนาด 1,125W ตลอดระยะเวลา 25 ปี จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายรวมของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มซับเมิส มีค่าใช้จ่าย 124,000 บาท ในขณะที่ระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะมีค่าใช้จ่ายโดยรวมที่ 416,400 บาท ระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสที่สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 4.5 ปี

2) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มหอยโข่งขนาด 350W กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า 350W ตลอดระยะเวลา 25 ปี จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายรวมของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊ม

หอยโข่ง มีค่าใช้จ่าย 48,400 บาท ในขณะที่ระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะมีค่าใช้จ่ายโดยรวมที่ 121,900 บาท ระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งที่สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 4 ปี

3) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มชักขนาด 250W กับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าขนาด 250W ตลอดระยะเวลา 25 ปี จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายรวมของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มชัก มีค่าใช้จ่าย 49,200 บาท ในขณะที่ระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าจะมีค่าใช้จ่ายโดยรวมที่ 115,900 บาท ระยะเวลาคืนทุนของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักที่สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 5 ปี

6. อภิปรายผล

จากโครงการการวิจัยการวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร ในพื้นที่อุทยานการศึกษาเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่อปีมีค่าเท่ากับ 1,889 kW/m^2/y เมื่อทำคำนวณค่าความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์ที่เกิดจากการลดทอนของทิศทางติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ และมุมเงยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,685 kW/m^2/y เพื่อใช้ในการออกแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

ผลการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซับเมิส รุ่น CUSC6-84-72-1,100 กำลังไฟฟ้าขนาด 1,100W มีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานขนาด 1.531 กิโลวัตต์ หรือมีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานเท่ากับ 2,007.5 กิโลวัตต์ต่อปี ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้ารวม 1.62 กิโลวัตต์ ในการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง รุ่น XF 350 มีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานขนาด 0.487 กิโลวัตต์ หรือมีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานเท่ากับ 638.75 กิโลวัตต์ต่อปี ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้ารวม 0.58 กิโลวัตต์ ในการเลือกขนาดของระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก รุ่น MY1025 กำลังไฟฟ้าขนาด 250W มีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานขนาด 0.348 กิโลวัตต์ หรือมีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งานเท่ากับ 456.25 กิโลวัตต์ต่อปี ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้ารวม 0.58 กิโลวัตต์

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร สอดคล้องกับ ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ และคณะ (2561) ผลการวิจัยพบว่า ในการเลือกชุดปั๊มซัมเมอร์สดีซีที่มีกำลังไฟฟ้า 750 วัตต์ มีความต้องการกำลังไฟฟ้าใช้งาน 1,232 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้า 1,050 วัตต์ และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ช่วงเช้าและเย็นประมาณ 336-424.2 วัตต์ แต่ช่วงระยะเวลา 12.00-13.00 น. จะมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงประมาณ 1,016-1,036.8 วัตต์ ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสำหรับระบบสูบน้ำเฉลี่ย 7,280.4 วัตต์-ชั่วโมงต่อวัน อัตราการสูบน้ำเฉลี่ย 27,665.52 ลิตรชั่วโมงต่อวัน ผลการวิจัยพบว่า จากการเก็บข้อมูลช่วงเวลา 8.00-17.00 น. ทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง (kWh) และปริมาณอัตราการสูบน้ำ (m^3/h) ที่ได้เฉลี่ยทุก ๆ 1 ชั่วโมง ตลอดเวลา 9 ชั่วโมงต่อวัน ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิสมีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 10.82kWh ต่อวัน มีอัตราการสูบน้ำรวม 37.85 m^3/h ต่อวัน การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง มีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 4.05kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 64.75 m^3/h ต่อวัน การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชักมีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รวม 3.47kWh ต่อวัน อัตราการสูบน้ำรวม 22.58 m^3/h ต่อวัน

ส่วนที่ 3 การประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

ผลการประเมินความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรสำหรับระบบสูบน้ำบาดาลแบบปั๊มซัมเมิส ขนาด 1,100W สอดคล้องกับพินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิท เรืองรุ่งชัยกุล (2558) ผลการวิจัยพบว่าการใช้งานระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย

น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเครื่อง และค่าซ่อมบำรุงของระบบสูบน้ำเดิมลงได้ (ระยะเวลาคืนทุน 2.86-6.22 ปี) และในกรณีที่ลงทุนติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ใหม่โดยไม่มีระบบสูบน้ำเดิมอยู่จะมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2.68-5.15 ปี ผลการวิจัยพบว่า จากการลงทุนประมาณ 100,000 บาทหากมีการใช้งานระยะเวลา 1 ปี จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 14,256 บาท สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 4.5 ปี ความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง ขนาด 350W จากการลงทุนประมาณ 24,200 บาท หากมีการใช้งานระยะเวลา 1 ปี จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 4,536 บาท สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 4 ปี และความคุ้มค่าระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มชัก ขนาด 250W จากการลงทุนประมาณ 25,200 บาท หากมีการใช้งานระยะเวลา 1 ปี จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าปีละ 4,316 บาท สามารถคืนทุนได้ในระระเวลา 5 ปี

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การลงทุนในการติดตั้งระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร มีการลงทุนในระยะแรกค่อนข้างสูง ควรศึกษาข้อมูลให้ครบถ้วน และเลือกอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเพราะจะต้องการใช้งานถึง 25 ปี

7.2 ควรมีการดูแลรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น ทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น เพราะว่าฝุ่นจะเป็นเงาบดบังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่ให้ได้รับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงน้อยลง ก็จะทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าได้น้อยลง

7.3 ควรเพิ่มชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่ง และแบบปั๊มชัก ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของมอเตอร์มีความเสถียรภาพมากขึ้น โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีแสงน้อย

8.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรและหน่วยงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการช่วยเหลือและสนับสนุนโครงการวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559). **“คู่มือฝึกอบรมภาคปฏิบัติด้านพลังงานทดแทนพลังงานแสงอาทิตย์”**. พิมพ์ครั้งที่ 2.

นครินทร์ รินพล. (2559). **“คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น”**. พิมพ์ครั้งที่ 14. ม.ป.ท.: 69-90.

พินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิท เรืองรุ่งชัยกุล. (2558). การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร. **วารสาร Thai Journal of Science and Technology (TJST).** 4 (3). กันยายน-ธันวาคม : 217–226.

ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ และคณะ. (2561). “การพัฒนาระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งและลดต้นทุนสวนแก้วมังกร วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตแก้วมังกร ตำบลก่อเอ้ อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี”. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**. 8(1) : 165-176.

สำนักโฆษก สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. (2560). **“นโยบายประเทศไทย 4.0 ขับเคลื่อนอนาคตสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน”**. ไทยคู่ฟ้า. เล่มที่ 33. มกราคม - มีนาคม 2560.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอหลักการวิเคราะห์รูปแบบระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร ตั้งแต่การออกแบบและสร้าง วิเคราะห์ประสิทธิภาพ และประเมินความคุ้มค่าของระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร โดยการทดสอบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 25 ปี ได้แก่ ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มซับเมิสเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบสูบน้ำพื้นดินแบบปั๊มหอยโข่งเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า และระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์แบบปั๊มชักเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำแบบใช้ไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบสูบน้ำเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรอย่างได้เหมาะสมของเกษตรกรต่อไป

การวิเคราะห์สาเหตุการวิบัติเชิงลาดด้วยวิธีสมดุลจำกัด และ วิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ และแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข กรณีศึกษา ทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700

กฤษณะ มีลักษณะสม[1*] พงศกร พวงชมภู[2]
คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น[1*2]
อีเมล์ : kitsana1934002@hotmail.com[1*]

วันที่รับบทความ 12 มกราคม 2566
วันแก้ไขบทความ 5 กุมภาพันธ์ 2566
วันตอบรับบทความ 16 กุมภาพันธ์ 2566

บทคัดย่อ

การพังทลายของลาดดินเป็นภัยธรรมชาติทางธรณีวิทยาที่พบได้บ่อยในประเทศเขตร้อน รวมทั้งประเทศไทย ภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดชัยภูมิ ประกอบด้วยป่าไม้และภูเขา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน ถนนบางสายที่วิ่งผ่านเนินเขาในช่วงฝนตกมักจะประสบปัญหาความลาดเอียงซึ่งนำไปสู่ความสำคัญและสูญเสียทางเศรษฐกิจ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุของการพังทลายของลาดเนินโดยพิจารณาจากปัจจัยด้านความปลอดภัยของความมั่นคงเชิงลาด จากกรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 2159 สายชัยภูมิ-เขื่อนห้วยยาง ที่กิโลเมตร 27+700 จังหวัดชัยภูมิ การวิเคราะห์ ดำเนินการตามวิธี สมดุลจำกัด(Limit Equilibrium)และวิธี ไฟไนต์เอลิเมนต์(Finite Element) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ “Slide 2D” และ “Plaxis 2D” ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าค่าความปลอดภัยของวิธีสมดุลจำกัด(LEM) สูงกว่า วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์(FEM) ประมาณร้อยละ 3.14 และปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของเนินคือน้ำที่ไหลลงมาจากตลิ่งลงสู่เนินที่ไม่มีการป้องกัน ทำให้เกิดการกัดเซาะที่ท้ายเนินและค่อยๆ ลุกลาม เข้าสู่โครงสร้างหลักและชั้นผิวทาง การเสริมแรงด้วยวิธี Rock and Wire Mattress ได้รับเลือกเนื่องจากเพิ่มความมั่นคง ปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำตามแนวลาดชัน และลดความเสี่ยงต่อการกัดเซาะ นอกจากนี้ ที่หินและลวดยังสามารถก่อสร้างได้ง่ายและรวดเร็ว รวมทั้งนำไปใช้ในสถานที่ก่อสร้างที่ยากลำบาก และใช้วัสดุก่อสร้างและแรงงานในท้องถิ่นที่มีอยู่ในพื้นที่

คำสำคัญ : การวิบัติของเชิงลาด เขื่อน วิธีสมดุลจำกัด วิธีไฟไนต์อิลิเมนต์

Study on Slope Failure of Highway Embankment and Remediagion, A Case Study No. 2159, Chaiyaphum-Huai Yang Dam Sta.27+700

Meelaksanasom Kitsana[1*],Poungchompu Pongsagorn[2]
Faculty of Civil Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khonkaen Campus[1*,2]
E – mail : kitsana1934002@hotmail.com[1*]

Received 12 January 2023
Revised 5 February 2023
Accepted 16 February 2023

Abstract

Soil slope failure is a common natural geological hazard in tropical countries, including Thailand. The general landscapes of Chaiyaphum Province consist of forests and mountains. Most of the areas are complex mountain ranges. Some roads, which run through hills, during rainfall often encounter slope failure issues that lead to significance and economic loss. The objectives of this research are to determine causes of slope failures by considering safety factor of slope stability based on case study of Highway 2159, Chaiyaphum - Huai Yang Dam section at Km 27+700, Chaiyaphum Province. The analysis was performed according to the Limit Equilibrium Method (LEM) and Finite Element Method (FEM) utilizing “Slide 2D” and “Plaxis 2D” computer program respectively. The results showed that safety factor of Limit Equilibrium Method was approximately 3.14 percent higher than the Finite Element Method, and the main factors which affect slope stability are water flowing down from the embankment onto the unprotected slope, causing erosion at the toe slope and gradually spread into the main structure and pavement layer. Reinforcement by Rock and Wire Mattress method was chosen as it increased stability, improved drainage efficiency along the slope, and reduced risk of erosion. In addition, Rock and Wire Mattress can be constructed easily and quickly as well as adopted in difficult construction sites and utilize construction materials and local workforces available in the area.

Keywords : Slope failure, Embankment, Limit equilibrium, Finite element

1. บทนำ

ทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700ด้านซ้าย(บริเวณผาเกิ้ง) โดยส่วนใหญ่ จะมีรถบรรทุกผลผลิตทางการเกษตรในบริเวณนั้น ดังนั้นถนนสายนี้จึงสำคัญในการขนส่งสินค้าทางการเกษตรลงมาจากแห่งเพาะปลูกซึ่งลักษณะ ทางกายภาพของถนนนั้นมีลักษณะเป็นทางคดโค้งที่ตัดผ่านตามลาดเชิงเขาเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งไหล่ทางเป็น หน้าผาที่ค่อนข้างสูงชัน ทำให้การใช้สัญจรไปมามักจะมีความยากลำบากและข้อจำกัดต่าง ๆ เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเมื่อเกิดการชำรุดหรือเกิดการความเสียหายของถนนจนทำให้การสัญจรไปมา มีความยากลำบากเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายกับผู้ใช้รถใช้ถนนเส้นทางทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้น อาจจะเกิดจากองค์ประกอบของลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันสูงแนวลาดคันทาง (Side Slope)ของถนนที่ก่อสร้างมานานอาจเปลี่ยนไปจากปัจจัยของการกัดเซาะจากน้ำฝนหรือน้ำผิวดิน (Dechpatungwesa P.2019, Yakob A. 2008, Multathong C. 2017, Karim M. Zein A., and Abdel Karim W.2017, Gray DH, Sotir RB.1996, Price T.2006, Voottipruex P, Maneejaruan J, Inthapichai S, Teerawattanasuk C, Modmoltin C. 2013, Yotsawat Chantra. 2022, Supracha Kamana. 2022) มักจะพบบ่อยครั้งและค่อนข้างรุนแรงและมีผลกระทบอย่างยิ่งจะพบมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งพบว่าปัญหาดังกล่าวเกี่ยวกับการสูญเสียเสรียรภาพของโครงสร้างเชิงลาดคันทาง จนทำให้เกิดการวิบัติเชิงลาดในเวลาต่อมาเกิดดินสไลด์ ดังเช่นเหตุการณ์เมื่อ 25 กันยายน 2564 เวลา07.30 ในทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700ด้านซ้าย (บริเวณผาเกิ้ง) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาสาเหตุของการวิบัติ จากการนำข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในสนามมาวิเคราะห์ นำไปสู่วิธีการปรับปรุงแก้ไขที่มีความเหมาะสมและยั่งยืน

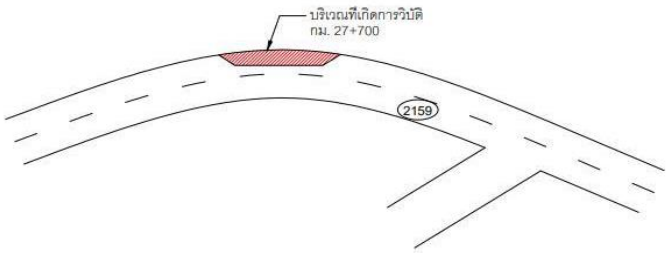
การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินในงานวิศวกรรมปฐพีที่มีความซับซ้อน จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามมากที่สุด ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี ในงานวิจัยนี้เลือกมา 2 วิธีที่เป็นที่นิยมในงานด้านวิศวกรรมปฐพี วิธีแรก วิธีสมดุลจำกัด (Limit Equilibrium Method, LEM) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Slide (โปรแกรม License: Pongsagorn Poungchompu. 2021) สามารถวิเคราะห์แนวการวิบัติได้ทั้งแบบที่เป็นส่วนของวงกลม (Circular) และแบบที่ไม่เป็นวงกลม (non Circular) รวมทั้งเลือกได้ว่าจะใช้วิธีใดในการวิเคราะห์ซึ่งมีสมมติฐานในการวิเคราะห์แตกต่างกันได้แก่ วิธีของ Bishop (Visudmedanukul P. 2015) วิธี Janbu (Chimoye W. 2001) เป็นต้น เป็นวิธีที่ยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีสมดุลจำกัดจะให้ค่า อัตราส่วนความปลอดภัยของความลาดชันและแนวของการเคลื่อนพังของเชิงลาด เท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนาการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดเพิ่มเติม โดย (Whitman and Bailey Whitman RV, Bailey W A. 1967) เสนอทฤษฎีการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินโดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ (Finite Element Method) เข้ามาประยุกต์ใช้ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน โดยที่ไฟไนต์อิลิเมนต์จะวิเคราะห์ถึงการเคลื่อนที่ของเชิงลาดที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และพบว่าการพังทลายของเชิงลาดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์นั้นมีความสอดคล้องกับธรรมชาติ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้การใช้ไฟไนต์อิลิเมนต์ จึงเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจอีกทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาด แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์มีข้อจำกัดในเรื่องของค่าพารามิเตอร์ของดินต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้นั้นเป็นพารามิเตอร์ที่หาได้ยากจากผลการทดลอง รวมถึงแบบจำลองของกำลังรับแรงเฉือนของเชิงลาด อาจมีความแตกต่างจากวิธีวิเคราะห์ด้วยวิธีสมดุลจำกัด เป็นโปรแกรมทางการค้าที่นิยมอย่างแพร่หลายในทาง Geotechnical Engineering วิเคราะห์เสถียรภาพเชิงลาดด้วยวิธีลดหน่วยแรง ซึ่งเหมาะสมกับพฤติกรรมของดินที่มีความซับซ้อน โดยให้ค่าที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากอีกวิธีหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาหาสาเหตุของการวิบัติของโครงสร้างเชิงลาดที่เกิดความเสียหาย บริเวณทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700ด้านซ้าย(บริเวณผาเกิ้ง)และแนวทางการป้องกันและแก้ไขการวิบัติเชิงลาด แสดงในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2

2.2 ศึกษาพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการวิบัติของโครงสร้างเชิงลาด (parametric study)

ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งที่ทำการวิจัย



รูปที่ 2 หน้าตัดเชิงลาดและลกษณะความเสยหายบรเวณททาการวจย (มาตราสวน 1:100)

3. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยสามารถอธิบายรายละเอียดตามแผนผังขั้นตอนการวิจัยตามภาพที่ 5 และ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

3.1 ดำเนินการตั้งสมมติฐานของการวิบัติทำการตั้งสมมติฐานที่เป็นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการวิบัติของเชิงลาด โดยเริ่มจากพิจารณา จากองค์ประกอบของรูปแบบของการวิบัติเชิงลาด โดยพิจารณาจากประเภทของดิน และองค์ประกอบต่างๆ ที่ตรวจพบในบริเวณที่เกิดการวิบัติ และปัจจัยภายนอกที่อาจจะส่งผลกระทบต่อ การวิบัติ

3.2 ดำเนินการวางแผนการสำรวจพื้นที่ของภูมิประเทศในบริเวณที่จะทำการศึกษา โดยเป็นการสำรวจมิติต่าง ๆ ของแนวการวิบัติ ได้แก่ ความกว้าง ยาว และความลึก เป็นต้น ด้วยเทปวัดระยะเพื่อเป็นข้อมูลในการทำแบบจำลอง แสดงในภาพที่ 3 และเก็บตัวอย่างดินไปทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ โดยการขุดบ่อทดสอบดิน (Test Pit) จะทำการเก็บตัวอย่างจากความลึกผิวดินเดิมลงไปประมาณ 1.00 ม. – 1.50 ม.จำนวน 3 บ่อทดสอบใน

ตำแหน่งต่าง ๆ ได้แก่ 1.จุดที่ 1 บริเวณ Toe Slope 2.จุดที่ 2 บริเวณ Fill Slope 3.จุดที่ 3 บริเวณ Back Slope แสดงในภาพที่ 4

รูปที่ 3 การสำรวจลักษณะภูมิประเทศ

รูปที่ 4 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดินด้วยวิธีขุดจากบ่อทดสอบดิน (Test Pit)

3.3 ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากดินที่นำมาทดสอบได้จากการขุดจากหลุมทดสอบ (Test Pit) ซึ่งการทดสอบในห้องปฏิบัติการนั้นจะเป็นการหาคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม ประกอบไปด้วย

- วิเคราะห์ขนาดเม็ดดินวิธีของ ASTM D422 (ASTM D 422. 2007)
- ทดสอบ Liquid Limit มาตรฐาน ASTM D4318 (ASTM D 4318. 2010)
- การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Proctor) ASTM D698-78 (ASTM D 698. 2007)
- กำลังรับแรงเฉือนโดยตรงแบบไม่แช่น้ำ (Un-soaked Direct Shear) ASTM D3080 (ASTM D 3080. 2014)
- กำลังรับแรงเฉือนโดยตรงแบบแช่น้ำ (Soaked Direct Shear) ASTM D3080 (ASTM D 3080. 2014)

3.4 วิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยวิธีสมดุลจำกัด (Limit Equilibrium) ด้วยโปรแกรม Slide และวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ ด้วยโปรแกรม Plaxis 2D (Program License: Pongsagorn Poungchompu. 2021) โดยแบ่งการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาด ออกเป็น 2 สภาวะ คือ สภาวะของดินที่ความชื้นปกติซึ่งค่าที่ได้จะใกล้เคียงกับความชื้นตามธรรมชาติและให้ค่าความหนาแน่นสูงสุด และสภาวะ

ของดินที่ความชื้นสูงซึ่งค่าที่ได้จะทำให้ดินอยู่ในสภาวะที่วิกฤต โดยที่คุณสมบัติของดินที่ใช้ในแบบจำลองแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 Parameters Soil Type Test (ดินที่ความชื้นปกติ)

Parameters Soil Type (Soaked)	Back Slope(CL)	Fill slop(CL)	Top slope(SC)	Rock Granite	Gabions	Unit	Remark
Dry Density	19.2	19.4	19.3	27	22**	kN/m3	Tested
Dry Unit Weight	19.1	19	19.2	27	22**	kN/m3	Tested
Wet Unit Weight	20.8	20.9	21.2	27	22**	kN/m3	Tested
Cohesion	10.6	19.2	15	55100	300**	kN/m2	Tested
Friction angle	27.77	26.36	28.82	51	37**	Degrees	Tested
Young s Modulus	21000	21000	24000	5.00E+06	4.00E04**	kN/m2	Joseph E. Bpwles.(1988)
Poisson s ratio	0.35	0.35	0.35	0.27	0.30**		Kulhawy et al. 1983,Budhu2000
Horizontal Parmeability	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-08	8.64E+03**	m/day	Whitlow 1995
Vertical parmeability	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-08	8.64E+03**	m/day	Whitlow 1996

** Rock Mass Classification (1999) (ASTM D 3080. 2014)

ตารางที่ 2 Parameters Soil Type Test (ดินที่ความชื้นสูง)

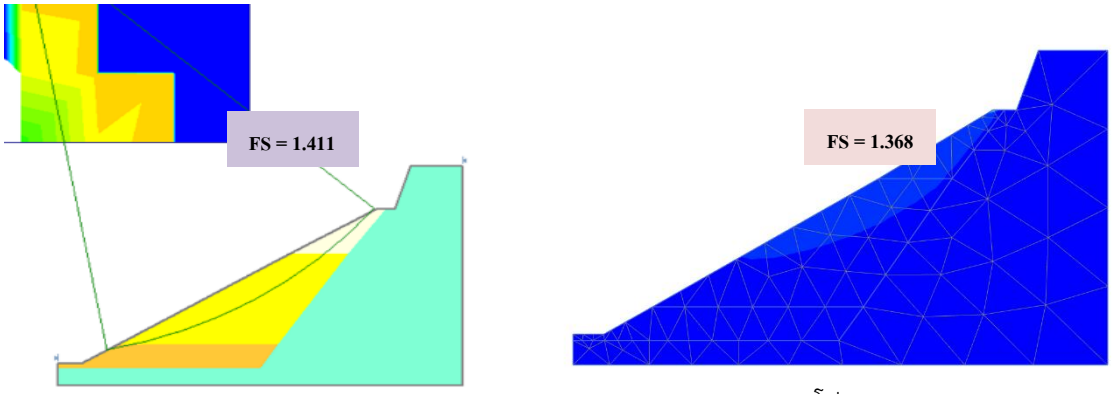
Parameters Soil Type(Unsoaked)	Back Slope(CL)	Fill slop(CL)	Top slope(SC)	Rock Granite	Gabions	Unit	Remark
Dry Density	19.2	19.4	19.3	27	22**	kN/m3	Tested
Dry Unit Weight	19	19.1	19	27	22**	kN/m3	Tested
Wet Unit Weight	20.8	20.9	21.2	27	22**	kN/m3	Tested
Cohesion	29.2	24.7	27.3	55100	300**	kN/m3	Tested
Friction angle	30.32	30.27	33.87	51	37**	Degrees	Tested
Young s Modulus	21000	21000	24000	5.00E+06	4.00E04**	kN/m2	Joseph E. Bpwles.(1988)
Poisson s ratio	0.35	0.35	0.35	0.27	0.30**		Kulhawy et al. 1983,Budhu2000
Horizontal Parmeability	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-08	8.64E+03**	m/day	Whitlow 1995
Vertical parmeability	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-08	8.64E+03**	m/day	Whitlow 1996

** Rock Mass Classification (1999) (ASTM D 3080. 2014)

4.1 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาด

4.1.1 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D ใช้ข้อมูลคุณสมบัติของดินที่ความชื้นปกติ โดยที่เชิงลาดจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของดินที่ความชื้นปกติเท่ากับ 1.411

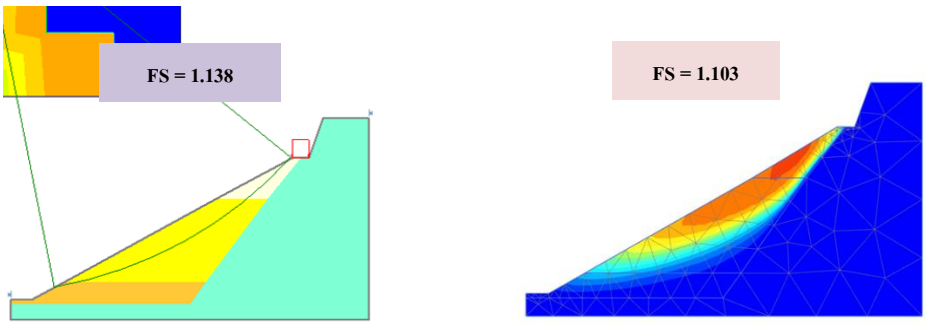
และ 1.368 แสดงในภาพที่ 5 ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยมากกว่าเกณฑ์และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 1.250 (NAVFAC DM 7.01. 1986)



เบรแกรม Slide โปรแกรม Plaxis 2D

รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์เชิง ที่สภาวะความชื้นปกติ ด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D

4.1.2 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D ใช้ข้อมูลคุณสมบัติของดินที่ความชื้นสูง โดยที่เชิงลาดจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของดินที่ความชื้นสูงเท่ากับ 1.138 และ 1.103 แสดงในภาพที่ 6 ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยน้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 1.250 (NAVFAC DM 7.01. 1986)



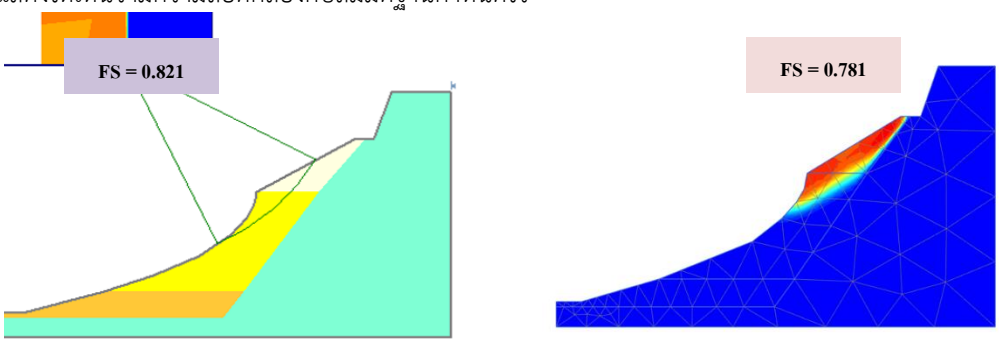
โปรแกรม Slide โปรแกรม Plaxis 2D

รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์เชิงลาด ที่สภาวะความชื้นสูง ด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D

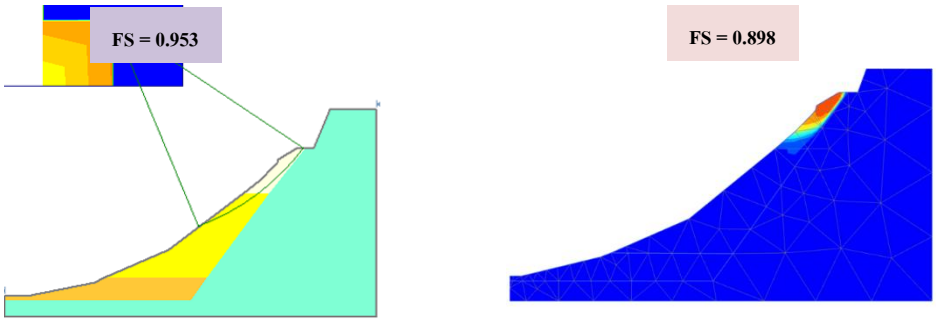
4.1.3 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D ใช้ข้อมูลคุณสมบัติของดินที่ความชื้นสูง ในกรณีที่เชิงลาดถูกกัดเซาะซึ่งเป็นการตั้งสมมติฐานของการวิบัติตามสภาพพื้นที่จริงในสนาม

ซึ่งผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาด พบว่า ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเท่ากับ 0.821 และ 0.781 แสดงในภาพที่ 7 ตามลำดับ เมื่อเกิดขบวนการวิบัติก็ค่อยลุกลามขึ้นเรื่อย ๆ เข้าสู่โครงสร้างหลักจนถึงชั้นผิวทาง

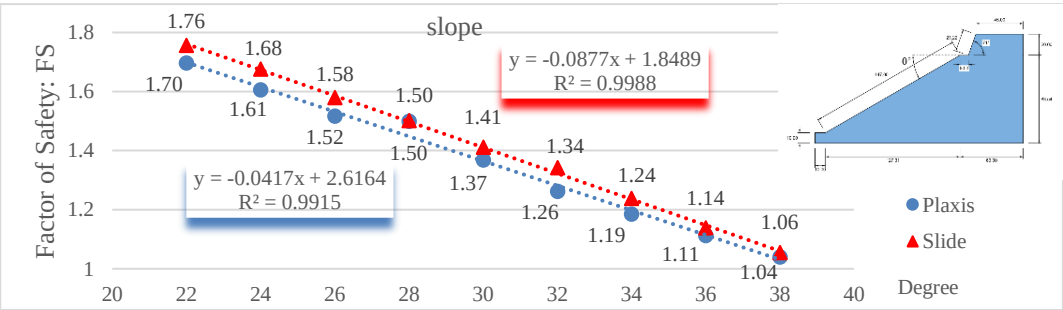
แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 1.250 (NAVFAC DM 7.01. 1986) แสดงให้เห็นว่ามีความสอดคล้องกับสมมติฐานกำหนดไว้



รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์เชิงลาดที่ถูกกัดเซาะสภาวะความชื้นสูง ด้วยโปรแกรม Slideและโปรแกรม Plaxis 2D



รูปที่ 8 ผลการวิเคราะห์เชิงลาดที่ถูกกัดเซาะและลุกลามจนถึงชั้นผิวทางสภาวะความชื้นสูงด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D



รูปที่ 9 ผลการวิเคราะห์ parametric study ที่ ค่า slope ด้วยโปรแกรม Slideและ Plaxis 2D

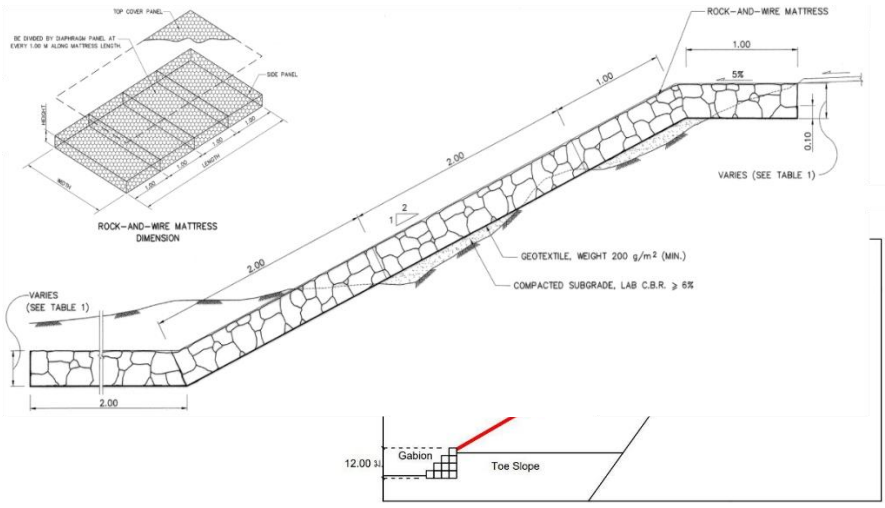
จากกราฟ ภาพที่ 9 จะพบว่าแนวลาดเอียงที่มีความลาดชัน (Slope)เพิ่มขึ้น (ค่าระยะราบลดลง) ส่งผลต่อเสถียรภาพลาดคันทางที่ต่ำลงอย่างชัดเจน (Mooltatong C, Chairatanangamdej G,Poungchoompu P. 2017) (Hamid Fathi Shoob, Amin Nooralizadeh & Hamed Zamenian. 2017, Mashhour, I. M., & El-Marassi, M. A. 2022) เมื่อลาดคันทางถูกกัดเซาะจากน้ำและลมเป็นเวลานานๆ จนลาดคัน ทางมีความลาดชัน มากขึ้นเรื่อย ๆ พบว่ากรณีความลาดชัน มีสัดส่วน ระยะราบต่อระยะดิ่งน้อยกว่า1ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยจะอยู่ระดับที่ต่ำ กว่า

เกณฑ์และเมื่อระยะราบต่อระยะดิ่งน้อยกว่า 0.30ลาดดินคัน ทางจะเกิดการวิบัติได้จากค่าอัตราส่วนความปลอดภัยน้อยกว่า1จะเห็นได้ว่าความลาดชัน (slope) มีผลต่อค่าอัตราส่วนความปลอยภัยยิ่งพื้นที่ภาคสนามหรือพื้นที่การก่อสร้างมีความชันมาก ค่าอัตราส่วนความปลอยภัยยิ่งน้อยลงเนื่องจากน้ำหนักของตัวความลาดชันเองและมีค่าแรงโน้มถ่วง (Gravitational Force)มาเกี่ยวข้อง ซึ่งการกัดเซาะจะทำให้รูปร่าง เรขาคณิตของคันดินเปลี่ยนแปลงจนอาจก่อให้เกิดการวิบัติของคันดิน จากผลการศึกษาพบว่าวิธีสมดุลขีดจำกัดมีค่าสูงกว่าวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ประมาณร้อยละ 3.3 และค่า R^2 ที่ได้เท่ากับ 0.9915 และ 0.9988 ตามลำดับ

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาเสถียรภาพของคันทางบริเวณทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700ด้านซ้ายด้วยวิธีการ ก่อสร้างกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส เป็นวิธีที่นิยมและเหมาะสมเนื่องจากลาดชันมีขนาดใหญ่พื้นที่ก่อสร้างมีลักษณะทางธรณีวิทยายากต่อการเข้าถึงมีลักษณะสูงชันเป็นหน้าผา มีความอันตราย จึงพิจารณาการแก้ปัญหาด้วยวิธีการก่อสร้างกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสตามแบบมาตรฐานกรมทางหลวง STABILITY AND EROSION PROTECTION (Department of Highways. 2018) และคู่มือการแนะนำแก้ไขการชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวของเชิงลาดของกรมทางหลวง (Department of Highways. 2008) เป็นการแก้ปัญหาที่จะไม่รบกวนต่อพื้นที่การวิบัติเชิงลาดอาจจะเกิดการวิบัติของเชิงลาดได้รอบที่ 2 และวัสดุในการก่อสร้างยังมีอยู่ในพื้นที่

กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Rock and wire mattress)

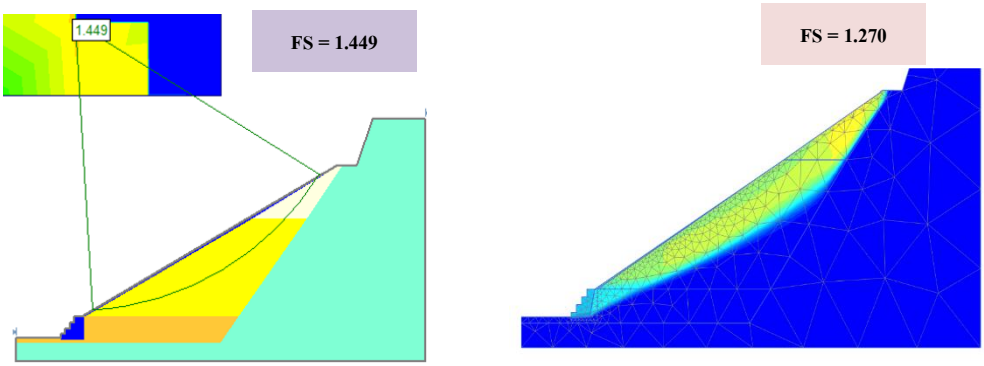
กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress) สร้างขึ้นจาก แผ่นตาข่ายถักเป็นรูป หกเหลี่ยม ซึ่งตีเกลียวคู่ด้วย ลวดเหล็กทั้งชนิดเคลือบสังกะสี เคลือบสังกะสีผสมอลูมิเนียม (AL-ZINC) และเคลือบสังกะสีหุ้มพีวีซี เป็นต้น กล่องลวดตาข่ายแมทเทรสจะต้องมีแผงล่าง แผงด้านข้าง แผงด้านปลาย แผงกั้นไดอะแฟรม และฝาปิดกล่องลวดตาข่ายจะถูกแบ่งเป็นช่องด้วยแผ่นไดอะแฟรม ที่ระยะ 1 ม. ตามความยาวของกล่อง จะมีแผ่นกระบังกัน เพื่อความแข็งแรงของกล่อง แผ่นตาข่ายแต่ละชิ้น ประกอบขึ้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกล่องเกเบี้ยน แต่มีขนาดช่องตาข่าย และลวดที่ใช้เล็กกว่า การจัดวางกล่องเป็นชั้นๆหรือเป็นผืนระนาบตามโครงสร้างเพื่อใช้ในงานป้องกัน การกัดเซาะต่าง ๆ ทนทานต่อแรงน้ำ และการไหลเวียนของน้ำได้ดี ซึ่งกล่องลวดตาข่ายทำหน้าที่เป็นโครงสร้างกันดินช่วยพยุง ป้องกันการพังทลายหรือการเคลื่อนตัวของมวลดิน เป็นการเพิ่มแรงต้านทานให้กับเชิงลาด เป็นต้น แสดงในภาพที่ 11



รูปที่ 11 บริเวณที่ทำการเสริมกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Rock and wire mattress)

ผลการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพของเชิงลาด

1. ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดด้วยการเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Rock and wire mattress) [33] ด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D ใช้ข้อมูลคุณสมบัติของดินที่ความชื้นสูง โดยที่เชิงลาดจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของดินที่ความปกติ เท่ากับ 1.449 และ 1.270 แสดงในภาพที่ 16 ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 1.250 (NAVFAC DM 7.01. 1986)



โปรแกรม Slide โปรแกรม Plaxis 2D

รูปที่ 12 ผลการวิเคราะห์เชิงลาดด้วยการเสริมการก่อสร้างกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และ

เสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเรส(Rock and wire mattress) ด้วยโปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D

ผลการวิเคราะห์เชิงลาดพบว่าเมื่อเสริมเสถียรภาพด้วยกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเรสจะเห็นได้ว่าค่าอัตราส่วนความปลอดภัย ของโปรแกรม Slide จะมีค่าที่สูงกว่า โปรแกรม Plaxis 2D เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเกิดกระบวนการการกัดเซาะจะเกิดขึ้น การเสริมเสถียรภาพด้วยกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเรสจะช่วยเพิ่มเสถียรภาพ เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำตลอดแนวเชิงลาดลดความเสี่ยงจากการกัดเซาะ และมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยผ่านเกณฑ์ค่าความปลอดภัยที่กำหนดไว้

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการศึกษาหาปัญหาเสถียรภาพเชิงลาดดินคันทางที่เกิดการวิบัติในทางหลวง 2159 ตอนชัยภูมิ-ห้วยยางดำ ที่ กม.27+700ด้วยวิธีสมดุลขีดจำกัดและวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ แสดงให้เห็นว่าวิธีสมดุลขีดจำกัดมีค่าสูงกว่าวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ประมาณร้อยละ3.14 จากการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาดดินคันทางที่ความชื้นปกติและความชื้นสูง พบว่าเสถียรภาพเชิงลาดของบริเวณที่ทำการศึกษานี้ลดลง แต่ไม่ได้อยู่ในระดับที่วิกฤตจนทำให้เชิงลาดเกิดการวิบัติโดยที่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อเสถียรภาพของเชิงลาดนั้นคือน้ำที่ไหลลงจากบริเวณคันทางแล้วลงสู่เชิงลาดที่ไม่มีการป้องกัน ทำให้การกัดเซาะจะเริ่มต้นที่ปลายเชิงลาด (Toe Slope) และค่อยๆลุกลามเข้าไปสู่โครงสร้างหลักจนถึงชั้นผิวทาง โดยแนวทางการป้องกันควรเริ่มจากการป้องกันน้ำไม่ให้ซึมเข้าสู่โครงสร้างเชิงลาด ซึ่งอาจจะมีการจัดระบบการระบายน้ำที่ดี รวมทั้งการป้องกันการกัดเซาะบริเวณปลายเชิงลาด (Toe Slope) ซึ่งเป็นขบวนการเริ่มแรกของการขยายตัวของแนววิบัติ การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลสภาพพื้นที่ในสนามและพารามเตริก สตาร์ทดี้ ร่วมกับผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง นำไปจำลองรูปแบบและวิเคราะห์พฤติกรรมการวิบัติโดยใช้โปรแกรม Slide และโปรแกรม Plaxis 2D พบว่าวิธีการ ก่อสร้างกำแพงเกเบี้ยน (Gabion) และเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส เป็นวิธีที่เหมาะสมเนื่องจากลาดชันมีขนาดใหญ่พื้นที่ก่อสร้างมีลักษณะทางธรณีวิทยายากต่อการเข้าถึงมีลักษณะสูงชันเป็นหน้าผา มีความอันตราย จึงเลือกวิธีการเสริมกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส ซึ่งเป็นการเพิ่ม

เสถียรภาพ เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำตลอดแนวเชิงลาดลดความเสี่ยงจากการกัดเซาะ และสามารถก่อสร้างง่ายและรวดเร็ว มีความยืดหยุ่น สามารถใช้กับพื้นที่ก่อสร้างที่ยากได้ วัสดุในการก่อสร้างยังมีอยู่ในพื้นที่และสามารถใช้คนในพื้นที่ได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 พฤติกรรมของดินเป็นพฤติกรรมที่ค่อนข้างมีความสลับซับซ้อน ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (FS.) เพื่อจะทราบถึงของความลาดชันและแนวของการเคลื่อนพังของเชิงลาด ควรใช้ทฤษฎีสมดุลจำกัด แต่ถ้าหากต้องการทราบถึงรายละเอียดที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ควรใช้ทฤษฎีไฟไนต์อิลิเมนต์ เนื่องจากใช้ค่าตัวแปรที่ใช้ในการจำลองจะมีความแต่ต่างกันอย่างมากซึ่งทฤษฎีสมดุลจำกัดจะค่อนข้างที่จะไม่ยุ่งยาก ซึ่งแตกต่างจากทฤษฎีไฟไนต์อิลิเมนต์ที่ยุ่งยากกว่าในการจำลองและวิเคราะห์ โดยที่ผลลัพธ์ที่ออกมานั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

6.2 การศึกษาเพิ่มเติมควรจำลองดินที่มีความหลากหลาย และรูปแบบของภูมิประเทศที่แต่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งรูปแบบการกัดเซาะหลาย ๆ รูปแบบที่เกิดขึ้น ซึ่งจะได้ทราบถึงสาเหตุลักษณะของการวิบัติของดินแต่ชนิดและรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อสามารถเก็บเป็นข้อมูลพิจารณาศึกษาและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสุประชา คามะนา และคุณยศวัศ จันทรา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิค ที่ให้คำปรึกษาในการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ กรมทางหลวง ที่ช่วยเหลือเรื่องสถานที่ ช่วยเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปทดสอบ และให้ข้อมูลประวัติพื้นที่จุดที่ทำการศึกษา และขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Adun Yakob. (2008**). Assessment of slope stability improvement at highway no. 41 segment of Thung Song district- Rom Phibun district, Southern Thailand**. Bachelor of Engineering Thesis Department of Civil Engineering (Geotechnics) Prince of songkla University.

ASTM D 422. (2007). **Standard test method for particle-size analysis of soils**. In Annual Book of ASTMStandards.04.08. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, USA.

ASTM D 698.(2007). **Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using**. Standard Effort, USA.

ASTM D 4318. (2010). **Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity index of Soils**. In Annual Book of ASTM Standards. 04.08. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, USA.

ASTM D 3080. (2014). **Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions. In Annual Book of ASTM Standards**. 04.08. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, USA.

Bhawani S. (1999). **Rock mass classification**. University of Roorkee, Roorkee, India.

Chimoye W. (2001). **Foundation analysis and design**. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,Thammasat University.

Department of Highways. (2008). G**uide to correcting and operating the erosion and slope movement, Bureau of Road Research and Development**. Department of Highways, ministry of transport, Thailand.

Department of Highways. (2018). **Standard Drawing for Highways Design and Construction**. Ministry of transport, Thailand..

Gray DH, Sotir RB. (1996). **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization A Practical Guide for Erotion Control**. John Wiley & Sons.

Hamid Fathi Shoob, Amin Nooralizadeh & Hamed Zamenian. (2017). Parametric Study of the Stabilization of Sloped Surfaces Bedding with Geotextiles. **Global Journal of Research in Engineering**. 17(4) :36 – 44.

Karim M. Zein A., and Abdel Karim W. (2017- October). "Stability of Slopes on Clays of Variable Strength by Limit Equilibrium and Finite Element Analysis Methods**". International Journal of GEOMATE**. 13(38) : pp.157-164.

Mashhour, I. M., & El-Marassi, M. A. (2022) **A Parametric Study on Benched Slopes using Limit Equilibrium Method**. Department of Construction and Building Engineering.

Mooltatong C, Chairatanangamdej G,Poungchoompu P. (2017). Study on Slope Failure of Highway Embank No.1349, Samoeng-Wat Chan Route. **The 22 National Convention on Civil Engineering**. 18-20 July. NakhonRatchasima, Thai.

Multathong C. (2017). **Study on Slope Failure of Highway Embankment No.1349, Samoeng - Wat Chan Route sta. 34+450**.

Navfac. (1986). **Design Manual 7.10 Soil Mechanic**. Department of the Naval Facilities Engineering Command, Chapter7, Slope Stability and Protection.

Poramethee Dechpatungwesa. (2019, October - Decenber). "Study on Slope Failure of Highway Embankment No.1194 Mae Sariang - Mae Saplaep Route sta. 21+150". **KKU Research Journal (Graduate Studies)**. 19(4) : 127 – 138.

Price T.(2006). Warwick University.[Online]. Available : **http//fbe.vwc.uk/ pubric/geocal /Slope/Slopes**. retrieved October 3,2022.

Supracha Kamana. (2022, January-March). Study on Slope Failure by Limit Equilibrium Method And Finite Element Method of Highway Embankment and Remediation A Case Study No.1270, Kong Loi – Mae Hae tai Route - sta. 21+000. **KKU Research Journal (Graduate Studies)**. 22(1) :13-25.

Visudmedanukul P. (2015). **Foundation Engineering Handbook**. SE-EDUCATION Public Company Limited, Bangkok.

Voottipruex P, Maneejaruan J, Inthapichai S, Teerawattanasuk C, Modmoltin C. (2013, May-August). The Prevention of soil Erosion Using a Combination of Natural Fiber with Vetiver and Ruzi Grass. **The Journal of KMUTNB**. 23(2) : 295 – 304.

Whitman RV, Bailey W A. (1967). **Use of computers for slope stability analysis**. J. Soil Mech. Found, Div, ASCE 93.

Yotsawat Chantra. (2022, January-March). Study on Slope Failure by Limit Equilibrium Method And Finite Element Method of Highway Embankment A Case Study No.1270, Kong Loi – Mae Haetai Route sta.26+200 – sta.26+450. **KKU Research Journal (Graduate Studies)**. 22(1) : 38-50.

คุณค่าทางวิชาการ

ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการวิบัติของเชิงลาดคันทางและเสถียรภาพเชิงลาดที่สภาวะแตกต่างกันของคันทางอีกทั้งทราบถึงแนวทางการป้องกันและวิธีการซ่อมแซมแก้ไข ที่มีความเหมาะสมทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านวิศวกรรม

ความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

ปองเดช กวินปัถย์[1] นันทิรา วรกาญจนบุญ[2*] สกุลรัตน์ สุทธิประภา[3] ศศิวรรณ ทัศนเอี่ยม[4]
คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ[1 2* 3]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร[4]
อีเมล์ : nantira.von@svit.ac.th[2*]

วันที่รับบทความ 27 มีนาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 11 พฤษภาคม 2566
วันตอบรับบทความ 11 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต โดยเลือกใช้การศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมการผลิต โดยใช้การวิธีสุ่มแบบง่าย เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 385 ราย สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ และค่าร้อยละ และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ

ผลการศึกษาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต มี 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านการนำเข้า ด้านกระบวนการทำงาน ด้านผลลัพธ์ ด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ด้านการยศาสตร์ ด้านประสบการณ์ ในส่วนของผลการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต กำหนดให้ตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลทางประชากร ปัจจัยด้านการนำเข้า ปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน ปัจจัยด้านผลลัพธ์ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยด้านการยศาสตร์ ปัจจัยด้านประสบการณ์ เมื่อวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยได้สมการคือ $\hat{Y} = 3.867 + 0.211X_1 + 0.203X_2 + 0.096X_4$ สามารถพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย ได้ร้อยละ 8.8 จากการเข้าสมการพบว่า ปัจจัยด้านการนำเข้า (X_1) ปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน (X_2) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (X_4) มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *p-value* = 0.05 จากผลการศึกษาดังกล่าวเมื่อจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยจึงควรคำนึงถึงปัจจัยทำนายและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยเป็นลำดับแรกทั้งนี้ไม่อาจละทิ้งปัจจัยด้านอื่นๆ

คำสำคัญ : ความปลอดภัย วัฒนธรรมความปลอดภัย อุตสาหกรรมการผลิต

Relationship and Predictors of Effectiveness to Safety Culture in Manufacturing Industrial System.

Phongdej Khawinpat[1], Nantira Vorakarnchanabun[2*], Sakulrat Suthiprapa[3], Sasiwan Tassana-iem[4]

Faculty of Engineering Science and Technology, Institute of Technology Suvarnabhumi [1, 2*, 3]

Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University[4]

E – mail : nantira.von@svit.ac.th[2*]

Received 27 March 2023

Revised 11 May 2023

Accepted 11 May 2023

Abstract

The objectives of this research were to study the safety culture elements in the manufacturing industry and to analyze the relationship and predictors of effectiveness to safety culture in manufacturing industrial system by utilizing a cross-sectional analytical study method. The research sample group was entrepreneurs and officers related to safety in manufacturing industry that were selected by simple random sampling method which determined the sample group of 385 people. Frequency, percentage statistics, and multiple linear regression were used for the data analysis.

The results of the study of safety culture elements in the manufacturing industrial system indicated that there were 6 main elements, namely, imports, work processes, results, work environment, ergonomics, experience. In the part of study result of the factors affecting to safety culture in manufacturing industrial system, independent variables were defined as demographic data, import factors, work process factors, outcome factors, work environment factors, ergonomics factors, experience factors. When performing a multiple linear regression analysis of factors affecting safety culture, the factor prediction equation was $\hat{Y} = 3.867 + 0.211X_1 + 0.203X_2 + 0.096X_4$ which was able to predict factors affecting safety culture by 8.8%. The equation found that import factors (X_1), work process factors (X_2) and work environment factors (X_4) had a statistically significant effect on safety culture at the *p-value* = 0.05 level. From the results of the study when conducting activities to promote safety culture, predictive and influencing factors should be considered first, but other factors should not be ignored.

Keywords: Safety, Safety Culture, Manufacturing Industry

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการแข่งขันทางธุรกิจอย่างมากมายและสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งภายในและภายนอกประเทศที่มีการเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบอย่างรวดเร็วต่อแผนการดำเนินงานของผู้ประกอบการในภาคธุรกิจ ทั้งเรื่องการขยายกิจการโรงงาน การเพิ่มกำลังการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิต ปัญหาติดตามมา คือ ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการหรือโอกาสของความไม่ปลอดภัยในการทำงานของคนในระบบอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อช่วยให้คนเหล่านี้สามารถปฏิบัติงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างปลอดภัย ส่วนใหญ่ใช้วิธีการหรือกระบวนการที่เลือกใช้เน้นไปในเรื่องการจัดการสภาพแวดล้อมการทำงานให้อยู่ในสภาพปลอดภัย การจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ส่งเสริมความปลอดภัย ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุตามแนวคิดของ(Heinrich 1931) สรุปสาเหตุหลัก 2 ประการ ได้แก่ 1) การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Act) เป็นสาเหตุใหญ่อันสำคัญที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุคิดเป็นร้อยละ 85 ของการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด และ 2) สภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Condition) เป็นสาเหตุรองคิดเป็นร้อยละ 15 ของการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด

ณัฐธิดา ชูเจริญพิพัฒน์ (2555) ได้สรุปผลการวิจัยดังนี้ เนื่องจากความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญที่คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตทุกคนมีส่วนร่วม หรืออาจกล่าวได้ว่าองค์การอาจต้องสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยให้คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตได้ปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือระบบต่างๆ เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานที่เหมาะสมและลดความเสี่ยงภัยได้

Antonsen (2009) สรุปสิ่งสำคัญที่จะเป็นแรงผลักให้คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมความปลอดภัยได้ดี คือ วัฒนธรรมความปลอดภัย ปัจจุบันกรอบแนวคิดด้านวัฒนธรรมความปลอดภัยได้รับการกล่าวถึงในงานวิจัยด้านความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอุตสาหกรรมประเภทที่มีความเสี่ยงสูง เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและขนส่งมวลชน เป็นต้น ซึ่งมองว่าปัจจัยด้านบุคคล และองค์การเป็นองค์ประกอบสำคัญของการกำหนดมาตรการป้องกันความเสี่ยงและการเกิดอุบัติเหตุ

ความจำเป็นและความสำคัญของการมีวัฒนธรรมความปลอดภัยในการที่จะลดความเสี่ยงดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจมีความสัมพันธ์ต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจกำหนดแนวทางปรับปรุงการดำเนินการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย และกิจกรรมส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยองค์การ ช่วยให้องค์การมีภูมิคุ้มกันต่อการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง และประสบผลสำเร็จในการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอย่างยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

3. วิธีการวิจัย

3.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้การศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวิเคราะห์ในการดำเนินการวิจัย โดย ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนดำเนินการวิจัยทั้งหมดออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์เอกสาร ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ผลการวิจัยต่าง ๆ เพื่อสำรวจแนวคิดและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีระบบ ตัวแปร สภาพแวดล้อม การยศาสตร์ และประสบการณ์ รวมไปถึง วัฒนธรรมความปลอดภัย เพื่อหาแนวโน้มขององค์ประกอบของวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต จำนวน 30 เรื่อง โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

3.1.1.1 การรวบรวมองค์ความรู้ จากผลงานวิจัย ผลงานทางวิชาการและบทความที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมความปลอดภัย และทฤษฎีระบบ รวมไปถึงตัวแบบต่างๆ จากนั้นนำมาสังเคราะห์ วิเคราะห์และตีความ ว่า

แนวคิดทฤษฎีที่รวบรวมมานั้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใด เกี่ยวข้องกับงานวิจัยอย่างไร เกี่ยวข้องในหัวข้อใดบ้าง จากนั้นจึงนำมาสรุป

3.1.1.2 การคัดเลือกเอกสาร พิจารณาจากชื่อเรื่องงานวิจัยว่าเกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับงานวิจัยที่จะทำพิจารณาจากประชากรและกลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่ศึกษาว่าเหมาะสม มีสภาพใกล้เคียงกับประเด็นที่ศึกษามากน้อยเพียงไร พิจารณาระเบียบวิธีการศึกษาและผลการวิจัยว่ามีความถูกต้อง น่าเชื่อถือเพียงใด พิจารณาปี ที่ทำการวิจัยว่าเป็นปัจจุบันเพียงใด พิจารณาว่าวารสารที่พิมพ์งานวิจัยเพื่อเผยแพร่ มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการในศาสตร์นั้นๆ

3.1.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการโดยวิเคราะห์ข้อมูลแบบการเทียบเคียงรูปแบบ (Pattern Matching) ตามแบบของ Yin (2003) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การลดข้อมูล (Data Reduction) การจัดรูปข้อมูล (Data Display) และการร่างข้อสรุปและการยืนยัน (Conclusion Drawing and Verification)

3.1.2 การวิจัยเชิงปริมาณ ในส่วนนี้เป็นการทดสอบความสัมพันธ์และปัจจัยที่มีอิทธิพลของวัฒนธรรมความปลอดภัย โดยใช้แบบสอบถาม ที่ผ่านการพัฒนาจากการวิเคราะห์เอกสาร

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมการผลิต

กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีสุ่มแบบง่าย ได้กำหนดคุณสมบัติกลุ่มตัวอย่างไว้ดังนี้

- ผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมการผลิต ระยะเวลาในการทำวิจัย มีนาคม พ.ศ. 2565 ถึง ธันวาคม 2565

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) การวิจัยครั้งนี้ไม่ทราบขนาดของประชากรในวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติขั้นสูง จึงใช้สูตรการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของ Cochran (1977) ขนาดของตัวในการวิจัยนี้ ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ 5% และ สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 ขนาดของประชากรที่ต้องการเท่ากับ

$$n = \frac{Z^2}{4e^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2}{4(0.05)^2}$$

$$n = 384.16 \approx 384 \text{ หน่วย}$$

ดังนั้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวจยครงน จานวน 385 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิตมี 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วยคำถาม 6 ข้อเกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประเภทธุรกิจที่ทำงาน อายุการทำงาน และตำแหน่งงาน โดยลักษณะคำถามเป็นแบบข้อคำถามแบบเลือกตอบ และเติมคำหรือจำนวนในช่องว่างตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรม มีลักษณะการวัดเป็นมาตรวัด 5 ระดับ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิตเป็นแบบสอบถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบสามารถ เพิ่มเติมประเด็นที่น่าสนใจและใช้ประโยชน์ในการวิจัยได้

3.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

นำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา การประเมินค่าตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Item-Objective Congruence: IOC) ประเมินข้อคำถามแต่ละข้อในแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา หรือนิยามปฏิบัติการ โดยให้คะแนนตามเกณฑ์แล้วนำผลมาพิจารณาคะแนนของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง

นำแบบสอบถามที่ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย จำนวน 30 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลมีลักษณะเหมือนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อหาค่าอำนาจการจำแนกรายข้อของเครื่องมือ และหาคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbrach’s Alpha Coefficient)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ข้อมูลด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของคะแนนมาตรฐาน วิเคราะห์ t -test F-Test และวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุคูณ (Enter Multiple Regression Analysis)

3.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปร X		**ตัวแปร Y**
ข้อมูลทางประชากร เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประเภทธุรกิจ อายุการทำงาน ตำแหน่งงาน	ปัจจัยนำเข้า (X_1) 1.ด้านคน 2.อุปกรณ์และเครื่องจักร 3.เงินและงบประมาณ 4.วิธีการ	วัฒนธรรมความปลอดภัย (Y) 1.ด้านการรับรู้ 2.ด้านพฤติกรรม 3.ด้านจิตวิทยา
ปัจจัยกระบวนการ (X_2) 1.ระบบคน 2.ระบบงาน	ปัจจัยด้านผลลัพธ์ (X_3) 1.อัตราการเกิดอุบัติเหตุ 2.ความเสียหายต่อธุรกิจ	
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน (X_4) 1.บรรยากาศ 2.วัฒนธรรมที่แตกต่าง	ปัจจัยด้านการยศาสตร์ (X_5) 1.ลักษณะงาน 2.ลักษณะคน	
ปัจจัยด้านประสบการณ์ (X_6) 1.ระยะเวลาที่เคยทำ 2.การได้มีส่วนร่วม 3.ภาวะผู้นำ		

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิตจากการวิจัยเอกสารพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับนำไปกำหนดชุดตัวแปรที่ศึกษาทั้งสิ้น 30 เรื่อง โดยงานวิจัยดังกล่าวได้ศึกษาถึง ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลจากกระบวนการสภาพแวดล้อม การยศาสตร์ ประสบการณ์ และวัฒนธรรมความปลอดภัย แบ่งเป็น 7 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านนำเข้า ได้แก่ เรื่องของคน วิธีการทำงาน วัสดุอุปกรณ์และงบประมาณที่เป็นส่วนเริ่มต้นและเป็นตัวจักรสำคัญในการปฏิบัติงานขององค์การเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

2. กระบวนการทำงาน ผู้วิจัยมุ่งเน้นเป็น 2 ประเด็น คือ กระบวนการที่เกี่ยวกับคน และกระบวนการที่เกี่ยวกับการทำงานเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิตเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาตัวแบบด้านวัฒนธรรม สำหรับปัจจัยกระบวนการ

3. ด้านผลผลิตจากกระบวนการ จากแผนแม่บทความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานแห่งชาติ 2555-2559 มีมุ่งเน้นให้ลดการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน อีกทั้งเพิ่มเติมความเสียหายทางอ้อม ซึ่งได้แก่การเสียชื่อเสียง รวมไปถึงความเสียหายในด้านต่างๆ ของนายจ้าง เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

4. ด้านสภาพแวดล้อม ผู้วิจัยได้เน้นประเด็นด้าน บรรยากาศในการทำงาน สิ่งอำนวยความสะดวก รวมไปถึงความแตกต่างด้านวัฒนธรรม เป็นส่วนองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

5. ด้านการยศาสตร์ ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นจากทฤษฎีการยศาสตร์ คือ การออกแบบงานให้เข้ากับคนและการหาคนให้เข้ากับงานเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

6. ด้านประสบการณ์ในการทำงาน ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นในประเด็นคือ อายุการทำงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้านความปลอดภัย การได้รับการฝึกอบรมและภาวะผู้นำ เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาองค์ประกอบวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

7. ด้านวัฒนธรรมความปลอดภัย

7.1 ด้านการรับรู้ ประกอบไปด้วย คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตรู้ว่าการทำให้เกิดความปลอดภัยองค์กรเป็นสิ่งที่ดี คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตรู้ว่าความปลอดภัยควรมีในหน่วยงานตนเอง คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตรู้ว่ามีกิจกรรมด้านความปลอดภัยในหน่วยงานคนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตงานเห็นความสำคัญของการทำงานด้วยความปลอดภัย

7.2 ด้านพฤติกรรม ประกอบไปด้วย คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตร่วมกิจกรรมด้านความปลอดภัย คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตปฏิบัติตามระเบียบความปลอดภัยในการทำงาน คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตรายงานเมื่อพบเห็นสิ่งที่อาจทำให้ไม่เกิดความปลอดภัยในการทำงาน คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตเขียนรายงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอย่างสม่ำเสมอ

7.3 ด้านจิตวิทยาภายใน ประกอบไปด้วย องค์กรควรมีนโยบาย ระเบียบปฏิบัติงาน กฎระเบียบ โครงสร้างองค์กรระบบบริหารจัดการ ระบบควบคุมงาน และระบบสื่อสารองค์กร คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตทำงานอยากด้วยความปลอดภัยด้วยตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องมีการควบคุม คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตรู้สึกอยากให้ทุกกระบวนการทำงานมีความปลอดภัย และคนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตมีความสุขกับการทำงานในวิถีทางของความปลอดภัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n=385)

จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 67.30 เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 32.70 อายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 47.80 มีระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 85.70 ประเภทธุรกิจส่วนใหญ่เป็นสถานพยาบาล คิดเป็นร้อยละ

22.90 มีอายุการทำงานส่วนใหญ่ 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 49.90 ตำแหน่งงานส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยคิดเป็นร้อยละ 84.90

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามช่วงอายุ โดยใช้ ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	*p-value*
ระหว่างกลุ่ม	4	0.442	0.110	4.468	0.002
ภายในกลุ่ม	380	9.390	0.025		
รวม	**384**	**143.481**			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัยจำแนกตามช่วงอายุพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุต่างกันวัฒนธรรมความปลอดภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *p-value* < 0.05

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามประเภทธุรกิจ โดยใช้ ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	*p-value*
ระหว่างกลุ่ม	12	1.309	0.109	4.759	<0.001
ภายในกลุ่ม	372	8.532	0.023		
รวม	**384**	**9.832**			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามประเภทธุรกิจพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีประเภทธุรกิจต่างกันวัฒนธรรมความปลอดภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *p-value* < 0.05

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามช่วงอายุการทำงาน โดยใช้ ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	*p-value*
ระหว่างกลุ่ม	5	0.874	0.175	7.391	<0.001
ภายในกลุ่ม	379	8.958	0.024		
รวม	**384**	**9.832**			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามช่วงอายุการทำงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุการทำงานต่างกัน วัฒนธรรมความปลอดภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *p-value* < 0.05

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามตำแหน่งงาน โดยใช้ ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	*p-value*
ระหว่างกลุ่ม	2	0.167	0.084	3.302	0.038
ภายในกลุ่ม	382	9.665	0.025		
รวม	**384**	**9.832**			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 เปรียบเทียบวัฒนธรรมความปลอดภัย จำแนกตามตำแหน่งงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีตำแหน่งงานต่างกัน วัฒนธรรมความปลอดภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value < 0.05

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ ปัจจัยด้านผลลัพธ์กับ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยด้านการยศาสตร์ ปัจจัยด้านประสบการณ์ กับวัฒนธรรมความปลอดภัย

วัฒนธรรมความปลอดภัย	r	*p*-value
ปัจจัยนำเข้า	-0.175	0.001**
ปัจจัยกระบวนการ	0.199	<0.001**
ปัจจัยด้านผลลัพธ์	-0.009	0.866
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน	0.157	0.002**
ปัจจัยด้านการยศาสตร์	-0.038	0.457
ปัจจัยด้านประสบการณ์	0.005	0.920

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ ปัจจัยด้านผลลัพธ์กับ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยด้านการยศาสตร์ ปัจจัยด้านประสบการณ์กับวัฒนธรรมความปลอดภัย พบว่า

ปัจจัยนำเข้า กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กันทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value = 0.001 (r=-0.175)

ปัจจัยกระบวนการ กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value < 0.001 (r=-0.199)

ปัจจัยด้านผลลัพธ์ กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยไม่มีความสัมพันธ์กัน

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value = 0.002 (r=-0.157)

ปัจจัยด้านการยศาสตร์ กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยไม่มีความสัมพันธ์กัน

ปัจจัยด้านประสบการณ์ กับ วัฒนธรรมความปลอดภัยไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย

ตัวแปรพยากรณ์	B	SE	Beta	t		*P - value*
Constant	3.867	0.559		6.914		<0.001**
ปัจจัยนำเข้า (X_1)	0.211	0.061	0.173	3.484		0.001*
ปัจจัยกระบวนการ (X_2)	0.203	0.058	0.187	3.500		0.001*
ปัจจัยด้านผลลัพธ์ (X_3)	0.050	0.042	0.062	1.181		0.238
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน (X_4)	0.096	0.037	0.131	2.622		0.009*
ปัจจัยด้านการยศาสตร์ (X_5)	0.006	0.032	0.009	0.186		0.852
ปัจจัยด้านประสบการณ์ (X_6)	0.024	0.063	0.019	0.380		0.704

R = 0.296 R^2= 0.088 Adj.R^2= 0.073 SEE = 0.154 F = 6.061**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุคูณ (Enter Multiple Regression Analysis) ซึ่งมีอำนาจการทำนาย (R^2) 0.088 ซึ่งหมายความว่า สามารถพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย ได้ร้อยละ 8.8 จากการเข้าสมการ พบว่า ปัจจัยนำเข้า (X_1) ปัจจัยกระบวนการ (X_2) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน (X_4) มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *p*-value = 0.05 ซึ่งสามารถเขียนสมการทำนายปัจจัยที่มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย ดังนี้

$$\hat{Y} = 3.867 + 0.211X_1 + 0.203X_2 + 0.096X_4$$

4.3 สรุปการวิเคราะห์

องค์ประกอบของวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต

1. ด้านนำเข้า ประกอบด้วย ด้านคนอุปกรณ์และเครื่องจักร เงินและงบประมาณ วิธีการ
2. ด้านกระบวนการทำงาน ประกอบด้วย ระบบคน ระบบงาน
3. ด้านผลลัพธ์ ประกอบด้วย อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความเสียหายต่อธุรกิจ
4. ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ประกอบด้วย บรรยากาศ วัฒนธรรมที่แตกต่าง
5. ด้านการยศาสตร์ ประกอบด้วย ลักษณะงาน ลักษณะคน
6. ด้านประสบการณ์ ประกอบด้วย ระยะเวลาที่เคยทำ การได้มีส่วนร่วม ภาวะผู้นำ

องค์ประกอบด้านวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบด้วย 1) ด้านการรับรู้ 2) ด้านพฤติกรรม 3) ด้านจิตวิทยา

ปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมการผลิต ได้แก่ ช่วงอายุ ประเภทธุรกิจ ช่วงอายุการทำงาน ตำแหน่งงาน ปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการวิจัยโดยการวิเคราะห์ปัจจัยและวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณ ปัจจัยทำนายต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยได้แก่ ช่วงอายุ ประเภทธุรกิจ ช่วงอายุการทำงาน ตำแหน่งงาน ส่วนปัจจัยทำนาย ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ และปัจจัยด้านแวดล้อมในการทำงาน ทำให้ได้ปัจจัยของตัวแปรอิสระที่สำคัญอันมีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย ซึ่งตรงกับแนวคิดของทฤษฎีระบบ (System theory) โดยเริ่มต้นจากปัจจัย กระบวนการ

และผลผลิตตามลำดับ เป็นองค์ประกอบของระบบ แต่ละองค์ประกอบของระบบจะต้องมีส่วนสัมพันธ์กันหรือมีผลกระทบต่อกันและกัน (The Entities Model) หมายความว่า ถ้าองค์ประกอบของระบบตัวใดตัวหนึ่งเปลี่ยนไปก็จะมีผลต่อการปรับเปลี่ยนขององค์ประกอบตัวอื่นด้วย โดยการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้องค์ประกอบของทฤษฎีระบบประกอบด้วย สิ่งที่นำเข้าได้แก่ คน งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ วิธีการ เข้ากระบวนการด้านคนกับด้านงาน โดยให้ผลคือ ด้านอุบัติการณ์ด้านอุบัติเหตุและด้านความเสียหายต่อธุรกิจ อันนำไปสู่วัฒนธรรมความปลอดภัย สอดคล้องกับแนวคิดสนับสนุนทฤษฎีระบบเป็นไปตามหลักวิชาการด้านความปลอดภัยในประเด็นประเด็นต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านปัจจัยนำเข้าที่ใช้ ปัจจัย 4M กระบวนการที่มีทั้งด้านคนและด้านงาน ตลอดจนไปถึงผลลัพธ์ที่อ้างอิงมาจากแผนแม่บทด้านความปลอดภัย ซึ่ง สิ่งที่จะนำสู่ความปลอดภัย คือ องค์ประกอบทางกายภายที่นำเข้าไป เช่น การดำเนินการ เครื่องจักร เป็นต้น

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรพิจารณาช่วงอายุโดยพิจารณาช่วงอายุที่สำคัญในการต้องทำการพัฒนาวัฒนธรรมความปลอดภัย ประเภทธุรกิจธรรมชาติของประเภทธุรกิจมีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยจึงควรจัดกิจกรรมเพื่อเติมเต็มในส่วนที่ขาดหายไป ช่วงอายุการทำงานและตำแหน่งงานแต่ละช่วงอันเป็นส่วนสำคัญในวัฒนธรรมความปลอดภัย

2. ควรจัดให้มีการทบทวนหลักสูตรความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ การทบทวนขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ มีการจัดสอบเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ และมีการกำหนดให้และซ้อมแผนความปลอดภัย คนในระบบอุตสาหกรรมการผลิตมีการอ่านขั้นตอนการทำงานอย่างจริงจัง

3. ควรคำนึงถึงวัฒนธรรมที่แตกต่าง ความแตกต่างของศาสนาทำให้มีผลต่อวัฒนธรรมความปลอดภัย การบริหารแบบมีส่วนร่วมทำให้เกิดวัฒนธรรมความปลอดภัย

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาองค์ประกอบเชิงยืนยันของวัฒนธรรมความปลอดภัยเพิ่มเติม เพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรอย่างละเอียด

2. ควรศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุโมเดลของวัฒนธรรมความปลอดภัยในระบบอุตสาหกรรมและแยกย่อยเป็นระบบอุตสาหกรรมแต่ละประเภท เพราะในแต่ละประเภทของระบบอุตสาหกรรมนั่นย่อมมีบริบทและกระบวนการที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารอ้างอิง

ณัฐธิดา ชูเจริญพิพัฒน์. (2555). **วัฒนธรรมในองค์กรที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงานธนาคารไทยพาณิชย์ เขตนครสวรรค์**. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

Antonsen Stain. (2009). Safety culture and the issue of power. **Safety Science**, 47(2), 183-191.

Cochran, W.G. (1977). **Sampling Techniques. 3rd Edition**. John Wiley & Sons, New York.

Heinrich, H.W. (1950). **Industrial accident prevention. Edition, 3 rd ed**. Imprint, New York: McGraw – Hill.

Yin, Robert K. (2003). **Case Study Research: Design and Methods. 3rd Edition**. Thousand Oaks, California.

นวัตกรรมการจัดการโซ่คุณค่าของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน เพื่อการจัดการในภาวะวิกฤติและรับมือภัยพิบัติในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก จ.อุบลราชธานี

พชร วารินสิทธิกุล[1*] อัสนี อำนวย[2] ณัฐภัค พละพันธุ์[3] ประภาพร กิติศรีวรพันธุ์[4]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี[1*2 3 4]
E-mail: pachara.w@ubru.ac.th[1*]

วันที่รับบทความ 22 มีนาคม 2566
วันแก้ไขบทความ 30 พฤษภาคม 2566
วันตอบรับบทความ 1 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลของการดำเนินงานชุดโครงการวิจัยเรื่อง นวัตกรรมเพื่อการสร้างโซ่คุณค่าใหม่ของวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี สำหรับการจัดการภาวะวิกฤตหลังสถานการณ์ภัยพิบัติน้ำท่วม และโรคระบาดโควิด19 วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมที่ช่วยในการรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่งให้มีคุณภาพ 2) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดการซัพพลายเชน ที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งที่ปลอดภัยตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) เพื่อสร้างการจัดการองค์ความรู้ด้านการเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมให้กับคนในชุมชนอย่างมีส่วนร่วม ที่ส่งผลต่อความยั่งยืนทางอาชีพของกลุ่มเกษตรกร โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด System Development Life Cycle: SDLC อย่างมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย และจัดการองค์ความรู้จากผลการวิจัยเพื่อสร้างความยั่งยืน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางแก้ไขปัญหาที่เป็นการสร้างรูปแบบการจัดการโซ่คุณค่าใหม่ของวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน มีดังนี้ 1) ก่อนเกิดภัยพิบัติ พัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยส่งเสริมการผลิตข้าวปลอดภัย ตลอดทั้งโซ่อุปทานของวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมทุ่ง เพื่อเป็นตัวช่วยเกษตรกรในการเก็บข้อมูลการผลิตตามมาตรฐานการผลิตข้าวปลอดภัย (GAP) และมีการจัดการความรู้และอบรมกลุ่มเกษตรกรในการป้องกันและเตรียมความพร้อมรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติ ในรูปแบบของการจัดทำคู่มือการจัดการในภาวะวิกฤติอย่างมีส่วนร่วมของคนในชุมชน 2) ระหว่างเกิดภัยพิบัติ พัฒนานวัตกรรมในการรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่งด้วยพลังงานทดแทน (ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์) ซึ่งช่วยให้คุณภาพค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 99.28% จากเดิมที่ใช้การตากข้าวแบบภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีคุณภาพค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ที่ 76.86% ดังนั้นนวัตกรรมนี้ช่วยให้ประสิทธิภาพของการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเพิ่มขึ้น 22.42% 3) หลังเกิดภัยพิบัติ สร้างระบบการบริหารจัดการผลผลิตในรูปแบบแพลตฟอร์มธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยแนวคิดระบบ ERP: Enterprise Resource Planning ซึ่งเกษตรกรทุกคนมีสิทธิและประโยชน์ร่วมกัน

คำสำคัญ : นวัตกรรมการจัดการโซ่คุณค่า วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน การจัดการในภาวะวิกฤติ พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก อุบลราชธานี

Innovation of Value Chain Management of Community Enterprise of Hom Thung Rice Growers in Ban Hua Don for Crisis Management and Disasters Coping at Repetitive Flooded Area in Ubonratchathani Province

Pachara Warinsitdhikul[1*] ,Assanee Amnuay [2] ,Nattapak Palaphan [3] ,Prapaporn Kitisrivoraphan[4]
Faculty of Industrial Technology, Ubonratchathani Rajabhat University[1*,2, 3, 4]
E-mail: pachara.w@ubru.ac.th[1*]

Received 22 March 2023
Revised 30 May 2023
Accepted 1 June 2023

Abstract

This research article presents the results of the research on Innovation for creating a new value chain of Ban Hua Don Fragrant Rice Growers Community Enterprise, Khueang Nai District, Ubon Ratchathani Province for crisis management after the flood disaster situation and the COVID19 epidemic. The research and development methodology, applied the System Development Life Cycle: SDLC concept with stakeholder participation and manage knowledge from research results to create sustainability. This research aims to 1) Develop innovations that help maintain quality Hom Thung rice seeds. 2) To develop an information system in supply chain management which promotes the cultivation of fragrant rice that is safe from upstream to downstream 3) To create a process model for knowledge management in preparedness for flood situations for people in the community to participate. in creating a sustainable career for farmers. The results showed that the solution that creates a new value chain management model of Ban Hua Don Fragrant Rice Cultivation Community Enterprise is as follows: 1)before the disaster, develop an information system that promotes safety rice production throughout the supply chain of Hom Thung Rice Community Enterprise in order to facilitate farmers in collecting production data according to the GAP standard, also managing knowledge and training for farmer's groups in prevention and preparation for natural disaster situations in the form of preparing a manual on crisis management with participation of people in the community. 2)during the disaster, develop innovations to maintain the quality of Hom Thung rice seeds with alternative energy (Solar dryer), which helps the moisture quality of rice seed to increase to 99.28% while before utilized this innovation, using local wisdom method to dry rice, the moisture content of rice seed was 76.86%, so this innovation helped increase the efficiency of rice seed quality treatment by 22.42%. 3)after the disaster, product management in the platform of a rice seed bank with the concept of the ERP system: Enterprise Resource Planning. By developing this seed bank system, all farmers have common rights and benefits.

Keywords : Innovation Value Chain Management, Ban Hua Don Fragrant Rice Growers Community Enterprise, Crisis Management, Repeatedly Flooded Area, Ubonratchathani

1. บทนำ

ที่ตั้งของจังหวัดอุบลราชธานีอยู่ในจุดรับน้ำมาจากภาคอีสานตอนบนและล่าง เป็นพื้นที่รวมของแม่น้ำสายหลัก 2 สาย คือ แม่น้ำมูลและแม่น้ำชี ที่ไหลผ่านอำเภอเมืองจากทางทิศตะวันตกมายังทิศตะวันออกแล้วจึงไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม นอกจากนี้จังหวัดอุบลราชธานีอยู่ในเขตที่มีปริมาณฝนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูฝน เดือนกันยายนถึงตุลาคมมักจะได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อน ทำให้เกิดฝนตกชุกและต่อเนื่อง เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมใหญ่บ่อยครั้ง ได้แก่ ในปีพ.ศ. 2521 พ.ศ.2545 พ.ศ.2554 พ.ศ.2562 และครั้งล่าสุดในปี 2565 เป็นเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ที่สุดในรอบ 43 ปี มีพื้นที่ประสบอุทกภัย ทั้งหมด 25 อำเภอ 95 ตำบล 475 หมู่บ้าน

พื้นที่อำเภอเขื่องใน เป็นหนึ่งในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบหนักจากอุทกภัยใหญ่สองครั้งล่าสุด โดยเฉพาะตำบลหัวดอนที่มีที่ตั้งทางภูมิศาสตร์อยู่ติดกับแม่น้ำชี และเป็นพื้นที่ทำนาข้าวแปลงใหญ่ของอำเภอ โดยในพื้นที่บ้านหัวดอน หมู่ 1 และหมู่ 2 มีกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน ต.หัวดอน อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี เป็นวิสาหกิจชุมชนที่มีการจัดตั้งมาตั้งแต่ ปี 2553 ปัจจุบันมีการดำเนินงาน ตั้งแต่เป็นผู้ผลิตต้นน้ำ คือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมทุ่ง และเป็นผู้ผลิตกลางน้ำ คือมีโรงแปรรูปข้าวหอมทุ่ง เป็นข้าวเม่า ดำเนินงานโดยกลุ่มเกษตรกรแปรรูปข้าวเม่า แต่ปลายน้ำคือการกระจายสินค้าไปถึงมือผู้บริโภคยังไม่เป็นรูปธรรมชัดเจน จากการดำเนินงานวิจัยตั้งแต่ปี 2561-2565 ที่ผ่านมา พบประเด็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ทั้งปัจจัยภายในและภายนอก ที่ส่งผลต่อการพัฒนาดังนี้ 1) พฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนไป ที่มีความต้องการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ 2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติ ได้แก่ น้ำท่วมซ้ำซาก และภัยแล้งรุนแรง ที่ส่งผลต่อการควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตข้าวหอมทุ่ง (ผลผลิตต้นน้ำ) 3) การเข้าสู่สังคมสูงวัย ขาดแรงงานคนรุ่นใหม่ 4)การพัฒนาด้านเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด การผลิตแบบดั้งเดิมไม่สามารถทำให้แข่งขันในตลาดได้ จากการสภาพการณ์การเปลี่ยนแปลงที่กล่าวมาโดยเฉพาะปัญหาจากภัยพิบัติธรรมชาติ ได้แก่ ภาวะภัยแล้ง และ อุทกภัยปี 2562 และ 2565 และสถานการณ์โรคระบาดอุบัติใหม่ COVID19 ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความมั่นคงทางอาชีพชาวนาของกลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ จึงจำเป็นต้องพัฒนานวัตกรรมมาเป็นตัวช่วยในการบริหารจัดการโซ่คุณค่าของวิสาหกิจชุมชนที่ช่วยสร้างความมั่งคงในอาชีพ และให้สามารถรับมือกับภาวะวิกฤติที่เกิดขึ้นได้อย่างยั่งยืน

นวัตกรรมแห่งคุณค่า (value innovation) ซึ่งเป็นหัวใจของกลยุทธ์น่านน้ำสีคราม (Kim & Mauborgne, 2005) คือการสร้างสิ่งใหม่ที่ส่งผลให้กลุ่มเป้าหมายรับรู้และตระหนักถึง “คุณค่า” ที่สำคัญต่อกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง เกิดผลประโยชน์ทางธุรกิจที่ยั่งยืน นวัตกรรมแห่งคุณค่าไม่จำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ แต่มุ่งเน้นการสร้างคุณค่าใหม่อย่างก้าวกระโดดในราคาที่กลุ่มเป้าหมายรับได้ โดยเป็นนวัตกรรมที่ช่วยจัดการภาวะวิกฤตที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างวิกฤตการณ์จนถึงการฟื้นฟูองค์กรหลังภาวะวิกฤต โดยการจัดการภาวะวิกฤตเป็นส่วนหนึ่งของแผนกลยุทธ์องค์กรสำหรับภาวะฉุกเฉินในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ไม่คาดหมาย ดังนั้นองค์กรจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการบริหารงานเนื่องจากภาวะวิกฤตอาจเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้และมักส่งผลกระทบรุนแรง (Beirman, D. 2011) ในขณะที่การจัดการภาวะวิกฤตที่จะทำให้องค์กรผ่านพ้นภาวะวิกฤตได้ คือ การวางแผนก่อนเกิดวิกฤต การตอบสนองอย่างรวดเร็วในช่วงวิกฤตและกลยุทธ์การกู้คืน (Runyan, R. C. 2006) นอกจากนี้ การมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียช่วยกันระดมสมองและหาแนวทางแก้ไขเหตุการณ์ที่วิกฤตให้มีประสิทธิภาพ โดยสถานการณ์วิกฤตที่แตกต่างกัน ต้องการการออกแบบแนวทางการจัดการวิกฤตที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างแนวทางการบริหารจัดการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยของรัฐบาลได้นำแผนเตรียมรับสถานการณ์ภัยพิบัติด้านการเกษตร ภายใต้กรอบแนวคิด 2P2R ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มาใช้อย่างเป็นรูปธรรม (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561) เช่น โครงการพัฒนาระบบธนาคารน้ำใต้ดิน โครงการช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบภัยแล้ง โครงการให้ความช่วยเหลือฟื้นฟูเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยหลังน้ำลด เป็นต้น นอกจากนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ยังขับเคลื่อนนโยบายสำคัญเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรได้พัฒนาแนวทางการทำการเกษตร

และพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพ ได้แก่ 1) ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ 2) พัฒนาเกษตรกรสู่ Smart 3) พัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรสู่มาตรฐาน (GAP) 4) เกษตรอินทรีย์ 5) แผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร 6) ธนาคารสินค้าเกษตร

นภษร สร้อยยอดทอง (2563) กล่าวว่า ในปัจจุบันเกษตรกรได้ปรับเปลี่ยนการทำการเกษตรเพื่อเป็นการลดผลกระทบ หรือการป้องกันจากการเกิดภัยพิบัติต่างๆ โดยเน้นการนำหลักการ 2P มาใช้ คือ การป้องกัน (Prevention) และการเตรียมความพร้อม (Preparedness) เป็นการบูรณาการทั้ง 2 หลักการไปพร้อมกันในระบบเดี่ยว เกษตรกรได้ปรับเปลี่ยนวิธีคิดจากการทำการเกษตรแบบเดิม มาเป็นการเกษตรที่มีการวางแผนปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอยู่ เป็นการเกษตรที่เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ หรือสอดคล้องกับปัจจัยการผลิตที่มีอยู่โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำในพื้นที่นั้น ๆ จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ดังนั้น คำถามหลักของการวิจัยนี้ คือ จะมีแนวทางที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาศักยภาพของวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตข้าวหอมทุ่ง ให้ สามารถพึ่งตนเองได้ และมีวิธีการรับมือและบริหารจัดการในสถานการณ์เกิดภัยพิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นที่มีการพัฒนาทักษะและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างรูปแบบระบบการบริหารจัดการที่เน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม ให้เกิดขึ้นได้อย่างไร?

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนานวัตกรรมที่ช่วยในการรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่งให้มีคุณภาพ

2.2 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดการซัพพลายเชน ที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งที่ปลอดภัยตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

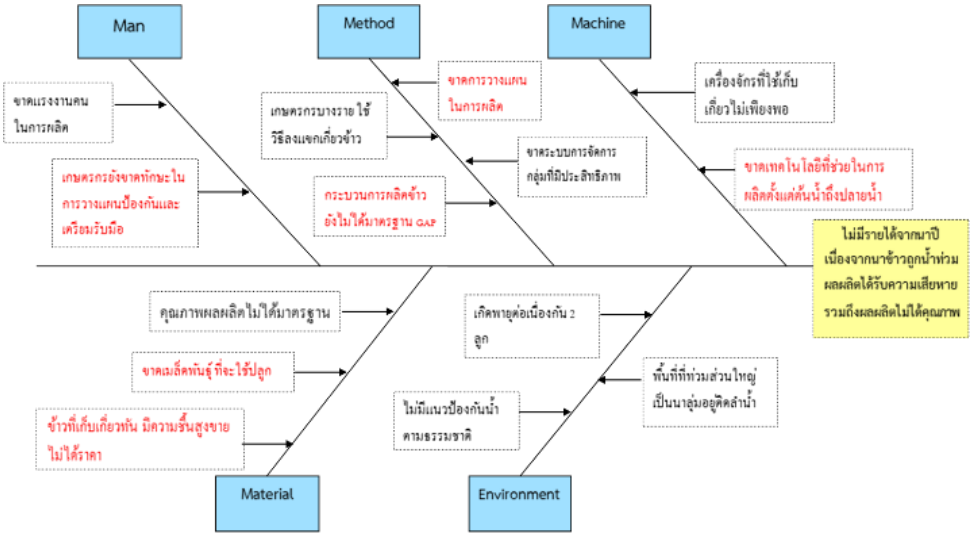
2.3 เพื่อสร้างการจัดการองค์ความรู้ด้านการเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมให้กับคนในชุมชนอย่างมีส่วนร่วม ที่ส่งผลต่อความยั่งยืนทางอาชีพของกลุ่มเกษตรกร

3. วิธีการวิจัย

ชุดโครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมที่ช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการโซ่คุณค่าของวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมทุ่งที่มีประสิทธิภาพ สร้างความยั่งยืนในอาชีพของงกลุ่มเกษตรกร จึงใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด System Development Life Cycle: SDLC เป็นระเบียบวิธีวิจัยหลัก แบ่งออกเป็น 6 ระยะ ดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูลและวางแผนการพัฒนา

ข้อมูลปฐมภูมิที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรที่เป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน18 ราย โดยการสนทนากลุ่ม และใช้เครื่องมือแผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุรากเหง้า และผลกระทบที่เกิดขึ้น เพื่อการวางแผนพัฒนานวัตกรรม แสดงดังแผนภาพการวิเคราะห์ ในรูปที่1



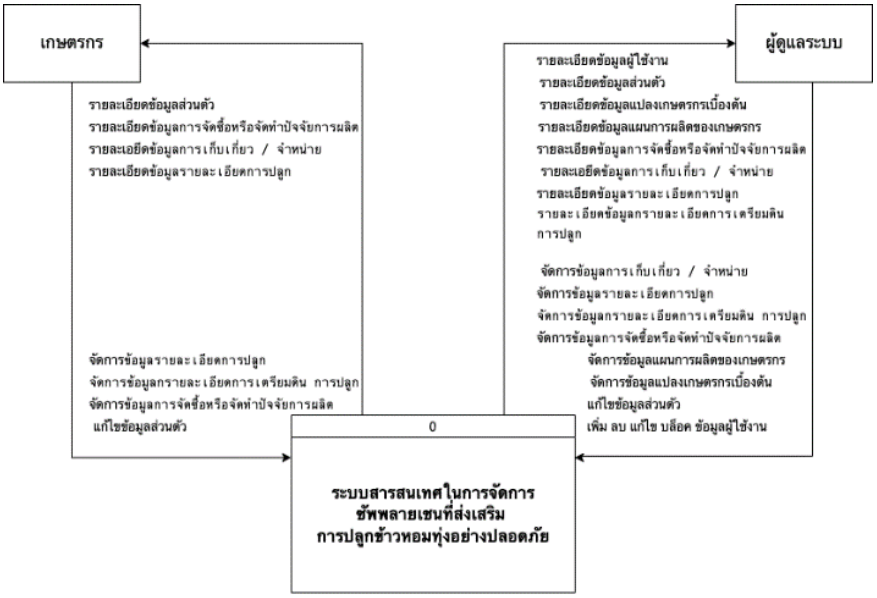
รูปที่ 1 Cause and Effect (“Fishbone”) Diagram การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อกลุ่มเกษตรกร จากสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่บ้านหัวดอน

3.2 การวิเคราะห์ระบบและความต้องการ

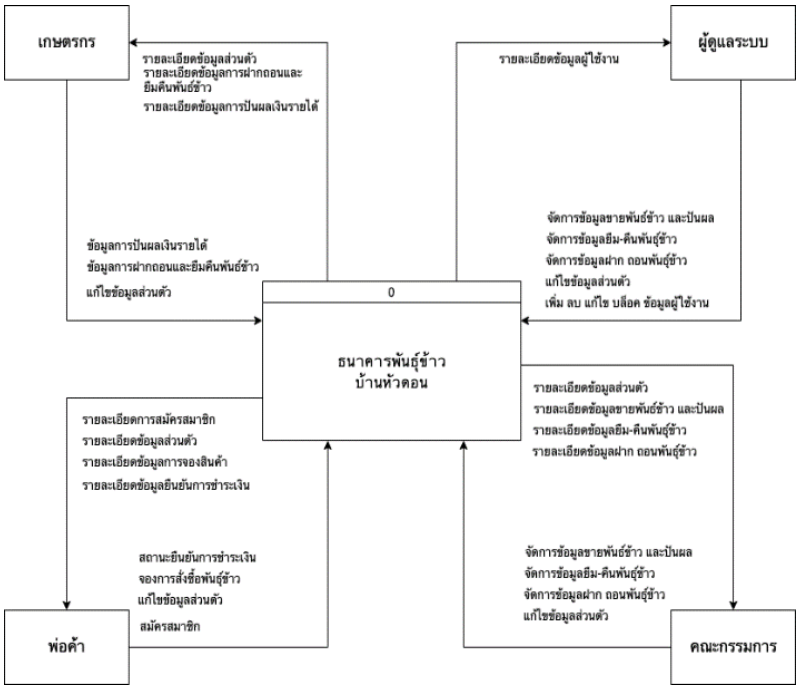
จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 3.1 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อกลุ่มเกษตรกร นำมาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบและความต้องการ โดยการระดมสมองของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบหลัก ได้แก่ 1) ระบบที่เป็น software โดยใช้การออกแบบความสัมพันธ์ของตาราง ดังรูปที่ 2 และ 3 ในการพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดการซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย (GAP) และระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ และ 2) ระบบที่เป็น hardware คือ ระบบการควบคุมและรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยการพัฒนาโดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้

3.3 การออกแบบนวัตกรรม

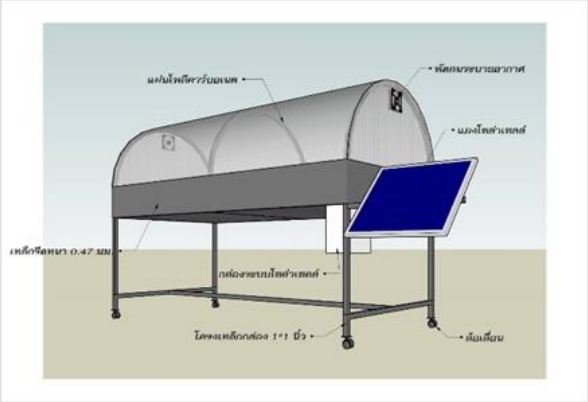
จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 3.1 และการวิเคราะห์ระบบและความต้องการ ในขั้นตอนที่ 3.2 นำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบนวัตกรรมในการการจัดการในภาวะวิกฤติและรับมือภัยพิบัติทั้งระยะก่อนเกิด ระหว่างเกิด และหลังเกิดภัยพิบัติ ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกข้าวหอมทุ่ง ของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนฯ ได้แก่ 1) ออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อเป็นตัวช่วยเกษตรกรในการเก็บข้อมูลการผลิตตามมาตรฐานการผลิตข้าวปลอดภัย (GAP) เพื่อให้มีผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้คุณภาพมาตรฐาน 2) ออกแบบโดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายในสถานการณ์น้ำท่วม และระบบควบคุมการทำงานของพัดลม air flow ด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้คุณภาพมาตรฐาน และ 3)ออกแบบเว็บแอพลิเคชัน เพื่อใช้เป็นระบบบริหารจัดการผลผลิตจากกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างในรูปแบบของแพลตฟอร์มธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยแนวคิดระบบ ERP: Enterprise Resource Planning ซึ่งเกษตรกรทุกคนมีสิทธิและประโยชน์ร่วมกัน



รูปที่ 2 แผนผังบริบทข้อมูลของระบบสารสนเทศในการจัดการซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย(GAP)



รูปที่ 3 แผนผังบริบทข้อมูลของระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว



รูปที่ 4 ออกแบบโครงสร้างของโดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวพลังงานแสงอาทิตย์

3.4 การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม

จากนั้นทำการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมจากการออกแบบระบบและโครงสร้างทั้ง 3 รูปแบบนวัตกรรมสำหรับใช้ในการบริหารจัดการโซ่คุณค่าของวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่ง ได้แก่ 1) นวัตกรรมต้นน้ำของการปลูกข้าว คือ เว็บแอปพลิเคชันการจัดการข้อมูลซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย (GAP) 2) นวัตกรรมกลางน้ำของข้าวหอมทุ่ง คือ โดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับการเคลื่อนที่ได้สะดวก และ 3) นวัตกรรมปลายน้ำ คือ เว็บแอปพลิเคชันระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว นวัตกรรมต้นน้ำและปลายน้ำพัฒนาสำหรับใช้กับอุปกรณ์มือถือเคลื่อนที่ โดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกร ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ผู้นำชุมชน ตัวแทนจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ ในการให้ความคิดเห็นในด้านความสามารถในการทำงานของระบบ การใช้งานที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนสำหรับผู้ใช้งาน รวมถึงความปลอดภัยด้านข้อมูล

รูปที่ 5 เว็บแอปพลิเคชันการจัดการซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย (GAP) และระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว

3.5 การทดสอบนวัตกรรม

ทำการทดสอบนวัตกรรมต้นแบบในพื้นที่โดยผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงคือ เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งคัดเลือกด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง จากสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ ที่เป็นจะเป็นอาสาสมัคร มีความพร้อมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวและทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น จำนวน 5 ราย และยังมีผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ ผู้นำชุมชนและตัวแทนองค์กรปกครองท้องถิ่น 2 คน รวมถึงประธานวิสาหกิจชุมชนและผู้เชี่ยวชาญภายนอก 8 คน เข้ามาร่วมเป็น

คณะกรรมการติดตามและประเมินผลการทดสอบใช้งานระบบ โดยเว็บแอพพลิเคชันทั้ง 2 ระบบจะถูกทดสอบใช้งานกับเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง 5 ราย ผ่านโทรศัพท์มือถือเป็นอุปกรณ์หลัก ในการนำเข้าข้อมูล และทำการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งาน สำหรับโดมอบเมล็ดพันธุ์ติดตั้งที่โรงผลิตข้าวเม่าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ โดยมีการทดลองอบเมล็ดพันธุ์ข้าวจากเกษตรกร 5 ราย ครั้งละ 30 กิโลกรัม โดยกำหนดช่วงเวลาในการอบวันละ 10 ชม. โดยจะมีการวัดค่าความชื้นทุกๆ 3 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดค่าความชื้นข้าวที่ใช้หลักการวัดค่าความจุไฟฟ้า (ค่าไดอิเล็กตริก) จนกว่าจะได้ค่าเฉลี่ยความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติที่ 14% มากที่สุด

รูปที่ 6-7 การทดลองใช้ระบบสารสนเทศในการจัดการซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย (GAP) และระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว

รูปที่ 8 การทดลองใช้โดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3.6 การนำไปประยุกต์ใช้จริง

หลังจากขั้นตอนการทดสอบนวัตกรรม ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลการทดสอบใช้งานนวัตกรรมทั้ง 3 รูปแบบ นำมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับความต้องการของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน จากนั้นจัดทำคู่มือการจัดการความรู้ด้านการป้องกันและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติของกลุ่มเกษตรกร โดยการจัดการองค์ความรู้ร่วมกันกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด และทำการอบรมถ่ายทอดนวัตกรรมให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด ได้แก่ เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ผู้นำชุมชน ตัวแทนจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ จำนวนทั้งสิ้น 25 คน มีการจัดตั้งคณะกรรมการบริหารจัดการจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อจัดการรอบการใช้โดมอบเมล็ดพันธุ์พลังงานแสงอาทิตย์ และการเปิดรับสมาชิกธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว อีกทั้งยังมีการเผยแพร่การจัดการความรู้ด้านการป้องกันและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น facebook ของเครือข่ายสมาร์ทฟาเมอร์ตำบลหนองขอน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ให้กับกลุ่มเกษตรกรตำบลอื่น ๆ ที่สนใจ

4. ผลการวิจัย

4.1 นวัตกรรมที่ช่วยในการรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่งให้มีคุณภาพ

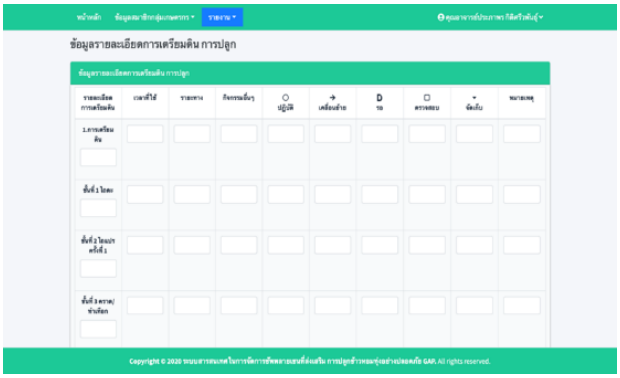
โดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้สะดวกและง่าย มีผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นข้าว ระหว่างการตากข้าวเปลือกแบบวิธีภูมิปัญญาชาวบ้านและใช้โดมอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วย

การตากข้าวแบบภูมิปัญญาชาวบ้านอยู่ที่ 17.24 เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้น ส่วนค่าเฉลี่ยความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวของโดมอบอยู่ที่ 13.90 เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้น จะเห็นได้ว่าคุณภาพค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นของการใช้ โดมอบพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 99.28% เนื่องจากค่าความชื้นมาตรฐานของการเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มาตรฐานสินค้าเกษตรกำหนดอยู่ที่ 14% ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากเดิมที่ใช้การตากข้าวแบบภูมิปัญญาชาวบ้านคุณภาพค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ที่ 76.86% สรุปได้ว่านวัตกรรมนี้ช่วยให้ประสิทธิภาพของการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเพิ่มขึ้น 22.42%

รูปที่ 9 ผลการทดลองวัดค่าความชื้นเมล็ดข้าวจากโดมอบเมล็ดพันธุ์ข้าวพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 นวัตกรรมการจัดการซัพพลายเชน ที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งที่ปลอดภัยตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ

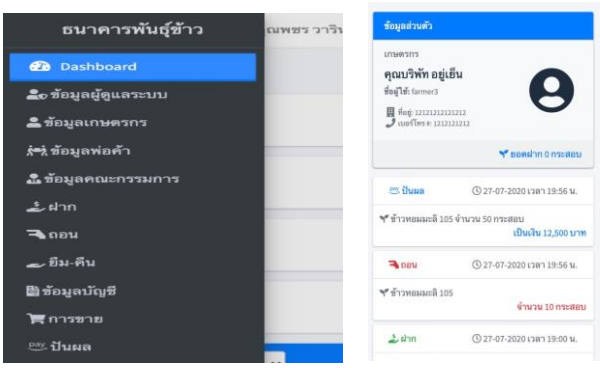
4.2.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการซัพพลายเชนที่ส่งเสริมการปลูกข้าวหอมทุ่งอย่างปลอดภัย(GAP) โดยรายละเอียดที่สำคัญของเว็บแอปพลิเคชั่นนี้ ได้แก่ ส่วนที่1 : จัดการข้อมูลสมาชิก เป็นการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานและจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของสมาชิก ส่วนที่2 : การเข้าสู่ระบบ ส่วนที่3 : การจัดการข้อมูลแปลงเกษตรของเกษตรกรที่เป็นสมาชิก ส่วนที่4 : การจัดการข้อมูลจัดซื้อหรือทำปัจจัยการผลิต ส่วนที่5 : การจัดการข้อมูลก่อนการปลูกและระหว่างปลูก ส่วนที่6 : การจัดการข้อมูลการเก็บเกี่ยวและจัดจำหน่าย



รูปที่ 10 ตัวอย่างระบบส่วนที่ 5 การจัดการข้อมูลการเตรียมดิน การปลูก

โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ มีดังนี้ 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก($\bar{x}$ = 4.01, S.D. = 0.89) 2) กลุ่มเกษตรกรจำนวน 5 คน ได้ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.12, S.D. = 0.86) 3) กลุ่มผู้ใช้งานภายนอกจำนวน 5 คน ผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 3.98, S.D. = 0.76) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้ทดลองใช้งานทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง มีผลความพึงพอใจในการทดลองใช้งานระบบอยู่ในระดับดีมาก

4.2.2 ระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าว คณะผู้วิจัยได้พัฒนานวัตกรรมต้นแบบที่ใช้แนวคิดในการวางแผนทรัพยากรในองค์กรธุรกิจและอุตสาหกรรม (ERP: Enterprise Resource Planning) ในการบริหารจัดการผลผลิตของวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมทุ่ง คือ เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่ง โดยการพัฒนาเว็ปแอปพลิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพ ในการจัดการระบบฝาก ยืม ถอน และปันผลทั้งในรูปแบบเมล็ดพันธุ์ข้าวและตัวเงิน ผลการทดสอบประสิทธิภาพและความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 7 คน ที่มีต่อระบบพบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.32, S.D. = 0.47) ซึ่งแสดงว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดีบดีต่อเว็ปแอปพลิเคชั่นธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวบ้านหัวดอน



รูปที่ 11 เมนูการทำงานหลักของระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวบ้านหัวดอน

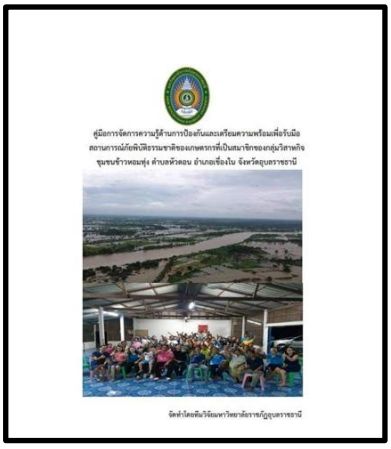
4.3 ประเมินผลจากการจัดการความรู้ด้านการป้องกันและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติ สามารถประเมินผลจากการสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการระดมสมอง และทดลองใช้นวัตกรรมทั้ง 3 รูปแบบในระยะสั้นของกลุ่มตัวอย่างและผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการประเมินผลการจัดการองค์ความรู้การป้องกันและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากบ้านหัวดอน

องค์ความรู้	ประเมินผลจากการนำนวัตกรรมไปใช้ในระยะสั้น
1. ระยะก่อนเกิดภัย	1.1 การเตรียมพร้อม สมาชิกของกลุ่มมีการเตรียมความพร้อมในการป้องกันและรับมือกับสถานการณ์ภัยธรรมชาติ โดยมีการจัดอบรมเตรียมความพร้อมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง 1.2 การรับมือ เกิดการส่งเสริมการปลูกข้าวปลอดภัย (GAP) และพัฒนาทักษะการใช้ระบบสารสนเทศในการจัดการปลูกข้าวปลอดภัยตลอดซัพพลายเชนของการผลิต โดยการเพิ่มจำนวนของเกษตรกรอาสา
2. ระยะเกิดภัย	2.1 การเตรียมพร้อม สมาชิกของกลุ่มมีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือกัน มีอาสาสมัครเฝ้าระวังน้ำท่วม 2.2 การรับมือ ประธานและกรรมการวิสาหกิจชุมชนฯ ให้ความช่วยเหลือด้านการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยนวัตกรรมโดมอบเมล็ดข้าวพลังงานทางเลือกแก่สมาชิกกลุ่ม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ความรู้	ประเมินผลจากการนำนวัตกรรมไปใช้ในระยะสั้น
3. ระยะหลังเกิดภัย	3.1 การเตรียมพร้อม สมาชิกของกลุ่มมีการปรับปรุงสภาพพื้นที่การเกษตรที่เสียหายจากน้ำท่วม มีการจัดการหาเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อนำมาปลูกทดแทนหลังจากน้ำลดทันที โดยมีทีมนักวิชาการเกษตรให้คำปรึกษาเพื่อคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม อายุการเก็บเกี่ยวสั้น เหมาะกับสภาพพื้นที่การเกษตรของบ้านหัวดอน 3.2 สมาชิกชุมชนที่ต้องการเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่ง หรือพันธุ์ข้าวอื่น ๆ สามารถเข้าเป็นสมาชิกธนาคารเมล็ดพันธุ์ หรือ ขอรับการสนับสนุนกู้ยืมเมล็ดพันธุ์ข้าว ผ่านระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวได้อย่างทั่งถึง



รูปที่ 12 การอบรมถ่ายทอดนวัตกรรมและเผยแพร่องค์ความรู้ให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในรูปแบบคู่มือ

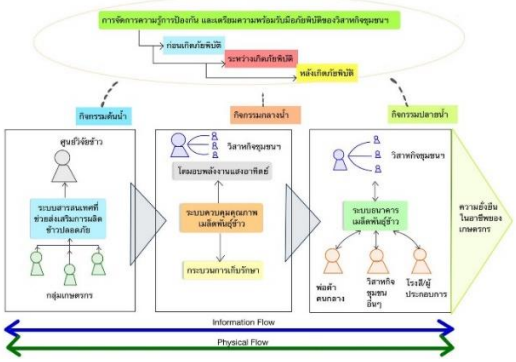
5. อภิปรายผลและสรุปผล

โครงการวิจัยนี้ทำให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลับมาทบทวนและระดมสมองร่วมกันเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขสถานการณ์ให้ดีขึ้น โดยแนวทางและความต้องการที่วิเคราะห์ร่วมกัน ได้ก่อให้เกิดการสร้างนวัตกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือทำให้สมาชิกในชุมชนได้ทราบถึงวิธีการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืนตลอดทั้งโซ่อุปทานของการประกอบอาชีพของวิสาหกิจชุมชนฯ เกิดเป็นโซ่คุณค่าใหม่ที่สามารถแก้ไขหรือลดความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าและผลกระทบจากภัยพิบัติน้ำท่วมอุบลราชธานี ปีพ.ศ.2562 และพ.ศ.2565 ที่ส่งผลต่อความยั่งยืนในอาชีพของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตข้าวหอมทุ่ง ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านคน(Man) เกษตรกรยังขาดทักษะในการวางแผนป้องกันและเตรียมรับมือ 2) ปัจจัยด้านวิธีการ(Method) ขาดการวางแผนในการผลิต เนื่องจากขาดข้อมูลสนับสนุนตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และกระบวนการผลิตข้าวยังไม่ได้มาตรฐาน GAP 3) ปัจจัยด้านวัตถุดิบ(Material) ขาดเมล็ดพันธุ์ ที่จะใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป 4) ปัจจัยด้านเครื่องจักรรวมถึงเทคโนโลยี(Machine) ขาดเทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิตและรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพ

โดยแนวทางแก้ไขปัญหาที่เป็นการสร้างรูปแบบการจัดการโซ่คุณค่าใหม่ของวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน มีดังนี้ 1) ก่อนเกิดภัยพิบัติ พัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยส่งเสริมการผลิตข้าวปลอดภัย ตลอดทั้งโซ่อุปทานของวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมทุ่ง ระบบสารสนเทศนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในการเก็บ

ข้อมูลการผลิตตามมาตรฐานการผลิตข้าวปลอดภัย (GAP) สามารถใช้เป็นหลักฐานเพื่อยื่นขอรับรองมาตรฐาน GAP กับกรมการข้าวได้ในอนาคต การจัดการความรู้และอบรมกลุ่มเกษตรกรในการป้องกันและเตรียมความพร้อมรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติ ในรูปแบบของการจัดทำคู่มือการจัดการในภาวะวิกฤติอย่างมีส่วนร่วมของคนในชุมชน 2) ระหว่างเกิดภัยพิบัติ พัฒนานวัตกรรมในการรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมทุ่งด้วยพลังงานทดแทน (ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์) ซึ่งช่วยให้คุณภาพค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 99.28% 3)หลังเกิดภัยพิบัติ การบริหารจัดการผลผลิตในรูปแบบธนาคารเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยแนวคิดระบบ ERP: Enterprise Resource Planning โดยการพัฒนาระบบธนาคารเมล็ดพันธุ์นี้เกษตรกรทุกคนมีสิทธิและประโยชน์ร่วมกัน มีการจัดตั้งคณะกรรมการเพื่อกำกับและดูแลควบคุมการดำเนินงานของธนาคารเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการความเสี่ยงสาธารณภัย (Disaster Risk Management) ตามแนวทางยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศซึ่งเป็นการจัดการกับปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงผ่านมาตรการต่าง ๆ ที่จะช่วยทำให้ผลกระทบที่อาจเกิดจากสาธารณภัยให้ลดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยให้ความสำคัญกับมาตรการป้องกัน มาตรการเตรียมความพร้อม และมาตรการเสริมสร้างศักยภาพและความสามารถของชุมชนในพื้นที่เสี่ยง โดยใช้แนวทางการปฏิบัติตามหลักการที่เป็นสากลและเป็นมืออาชีพ คือหลัก 2P2R ได้แก่ ระยะก่อนเกิดภัย -การป้องกัน (P1 : Prevention) การเตรียมความพร้อม (P2 : Preparedness) ระยะเกิดภัย- การรับมือ(R1 : Response) และระยะหลังเกิดภัย-การฟื้นฟู (R2 : Recovery) (สาธิต สื่อประเสริฐสุข. 2558)

นอกจากนี้ยังสามารถสรุปรูปแบบการจัดการห่วงโซ่คุณค่าใหม่ของวิสาหกิจชุมชน จากผลการดำเนินงานวิจัยในการพัฒนานวัตกรรม เพื่อการจัดการในภาวะวิกฤติและรับมือภัยพิบัติตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ได้ดังแผนภาพรูปที่13



รูปที่ 13 การจัดการห่วงโซ่คุณค่าใหม่ของวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอนเพื่อการจัดการในภาวะวิกฤติและรับมือภัยพิบัติ

6. ข้อเสนอแนะ

1.องค์การบริหารส่วนตำบลหัวดอนและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรจัดทำฐานข้อมูลชุมชนที่มีความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติธรรมชาติ ผ่านเทคโนโลยี ทั้งข้อมูลชุมชน ประชากร รายได้ อาชีพ พันธุ์พืช จำนวนพื้นที่การเกษตร ปศุสัตว์ แผนที่จุดเสี่ยงการเกิดน้ำท่วม ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำในแม่น้ำสายหลัก สายรอง คลอง ชลประทาน อ่างเก็บน้ำ มีการคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในแต่ละปี

2. สถาบันการศึกษาในท้องถิ่นควรศึกษานโยบายภาคประชาชน ภาคสังคม และภาครัฐในการจัดการป้องกันและเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือสถานการณ์ภัยพิบัติธรรมชาติ

3. นวัตกรรมที่ได้สามารถนำไปเป็นต้นแบบประยุกต์ใช้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีผลผลิตทางการเกษตรประเภทอื่น ๆ อาทิ เช่น มันสำปะหลัง หรือยางพารา

4. ในอนาคตหากมีการศึกษาวิจัยต่อยอดจากนักวิชาการที่สนใจ ควรมีการนำข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการซัพพลายเชนของกลุ่ม มาวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผลักดันการจัดทำเชิงนโยบายสาธารณะสำหรับการจัดการความเสี่ยงสาธารณภัย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน ผู้นำชุมชน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ และคณะผู้ร่วมวิจัย ที่มีส่วนร่วมให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2561). “สรุปสาระสำคัญโครงการตามนโยบายสำคัญ (Agenda) 15 โครงการ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: **https://www.opsmoac.go.th/satun-dwl-files-401291791018** สืบค้น 15 ธันวาคม 2565.

นภษร สร้อยยอดทอง. (2563, สิงหาคม). “ภัยพิบัติกับการจัดการของเกษตรกรไทย.”**Journal of Modern Learning Development**. 5(4) : 173-184.

สาธิต สื่อประเสริฐสุข. (2558). “การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและภัยแล้ง (Water resources management and drought)”. ศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: **https://dwr.go.th/uploads/file/article/2015/article_th-16082015-104440-394136.pdf** สืบค้น 25 มีนาคม 2566.

Beirman, D. (2011, July). “The Integration of emergency management and tourism.” **The Australian Journal of Emergency Management**. 26(3) : 30-34.

Kim, W. C., Mauborgne, R. (2005). **Blue Ocean Strategy: How to create uncontested market space and make the competition irrelevant**. Boston Massachusetts: Harvard Business School Press.

Michel E. P. (2008). **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. New York: Simon and Schuster.

Pearson, C. M., Clair, J. (1998) “A Reframing crisis management.” **Academy of Management Review**. 23 (1) : 59-76.

Runyan, R. C. (2006). “Small business in the face of crisis: Identifying barriers to recovery from a natural disaster.” **Journal of Contingencies and Crisis Management**. 14(1) : 12-26.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนานวัตกรรมเพื่อช่วยแก้ปัญหาของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวหอมทุ่งบ้านหัวดอน อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี ที่ประสบปัญหาจากภัยทางธรรมชาติจากสภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบตลอดโซ่อุปทานของการผลิตข้าวหอมทุ่งในพื้นที่บ้านหัวดอน โดยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น สารมารถช่วยลดความเสี่ยงที่กระทบต่อความยั่งยืนในการประกอบอาชีพของเกษตรกรในพื้นที่ และทำให้วิสาหกิจชุมชนฯมีแนวทางการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับสถานการณ์ภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นซ้ำในอนาคต เป็นการสร้างโซ่คุณค่าใหม่ ที่มีการสร้างองค์ความรู้ให้กับ วิสาหกิจชุมชนฯกลุ่มอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้

System Identification and Control of DC Motor with PID Controller

Nattachai Pothi[1], Areerat Dawongsa[2], Pattana Charuenying[3], Phairoch Butpang[1], Kan jantara [4*]
Department of Industrial Engineering Management, Faculty of Industry Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand[1,3,4*]
Program of Physics, Department of Science, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand[2]
E-mail: kan.jan@lru.ac.th[4*]

Received 17 January 2023
Revised 11 May 2023
Accepted 12 May 2023

Abstract

This paper presents an estimation of a mathematical model of a direct current motor (DC motor) system through an application of system Identification with transfer function model. This method is performed by means of testing and collecting input current signals, fed into the system, and position output signals – the system response. The findings suggest that the system identification can provide the estimation results similar to those of the real system. A concrete proof of this is that a PID controller designed for the system using the model is capable of controlling the motion position of motor rotation, in accordance with good position tracking; and produces the system response as required.

Keywords : DC Motor, Estimate Model, System Identification, Position Control, PID control.

1. Introduction

At present, electric motors are widely applied to a range of engineering work and industries, especially to the production with an automation system (Kama, Mahanijah, Nasirah & Norhayati. (2009), Shanmuga, Mythile, Pavithra & Nivetha. (2020), Surajudeen (2016)) i.e. regulation of the throttling orifice position of a valve, to control the flow of sugar manufacturing; electricity generation process; and petroleum production. Apart from this, these products have been constantly improved to meet requirements for daily uses, to further convenience; for example: hard disk drives and power engines of electric vehicles, to replace the use of fuel oil in internal combustion engines which has impacted the environment in terms of both noise and air pollutions. As for the control of speed or of motion position of motors in engineering work which requires high precision, however, there are still various factors to be taken into consideration. Also, the proper knowledge of parameters from mathematical modeling of a system is necessitated, in order to enable a design of a device to control operation of a motor according to requirements (Byamakesh & Sangeeta. (2019), Kama, Mahanijah, Nasirah & Norhayati. (2009)). Determination of such model parameters is considerably complex for computational approaches, such as equations of motion of a system based on Newton's laws or energy method based on Lagrangian machanics (Saab & Kaed-Bey. (2001), Surajudeen (2016)), or based on Kirchoff's law (Byamakesh & Sangeeta. (2019), Shanmuga, Mythile, Pavithra & Nivetha. (2020), Wai. (2007)). Moreover, other factors which also affect a system, e.g. friction, inertia of an axel set, mechanical torque occurring to a motor, delay of the control signals and nonlinearity, are variables with unknown value (Kama, Mahanijah, Nasirah & Norhayati. (2009)). Accordingly, these variables may result in improperness of a controller, which, in turn, leads to unstable control of a system.

In light of this, this research is conducted in order to propose an estimation of parameters of a mathematical model with system identification (Mei, Chen & Wenlin. (2009)), a practice-oriented method which is centered around testing and collecting input current signals, fed into the system, and position output signals – the actual system response. This method enables the estimation of a mathematical model of the system through transfer function modeling (Sofia, Hicham & Bahloul. (2014), Wei. (2012)), and helps eliminate problems caused by errors from computational methodology previously mentioned. Furthermore, the model derived from the estimation is employed to design a PID controller for the system; and the stability and the system response, according to requirements, result.

2. Research Objectives

2.1 To estimation of a mathematical model of a direct current motor (DC motor) system through an application of system Identification with transfer function model.

2.2 To design PID controller for the system using the model is capable of controlling the motion position of motor rotation, in accordance with good position tracking; and produces the system response as required.

3. Methods

3.1 DC Motor and System for testing

The research develops a testing set for estimating parameters of a mathematical model utilizing system identification with testing and collecting input current signals, fed into the system, and position output signals – the actual system response. All signals obtained are then used for estimating the mathematical model, as shown in Figure 1.

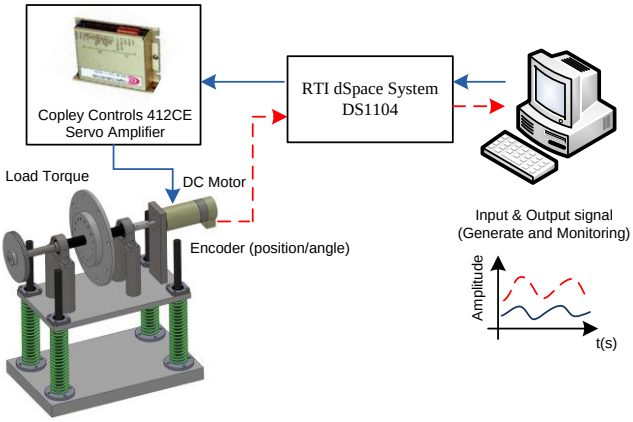


Figure 1 DC motor system test

3.2 System Identification

The method used for the research is system identification with transfer function model approach of a dynamical system, as shown in Figure 2. This method is regarded as art and science of creating mathematical models from measured input-output data; a model generates the response, to the input signals fed to the system (measured), with output signals closest to those of the real system.

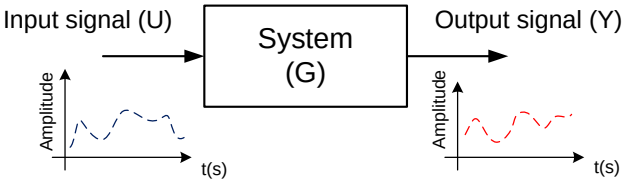


Figure 2 System identification with transfer function model

The system transfer function is a well-known relationship between input $U(s)$ and output $Y(s)$ of a system for linear time invariant system, and can be expressed as below.

$$G(s)=\frac{Y(s)}{U(s)} \tag{1}$$

As for discrete time, the mathematical model presents a generalized relationship between input and output (with an exclusion of noise) which can be expressed in time-series model (Kama, Mahanijah, Nasirah & Norhayati. (2009)) with the following mathematical Equation (2)

$$y(t) + a_1 y(t-1) + \ldots + an_a y(t-n_a) = b_1 u(t-1) + \ldots + bn_b u(t-n_k-n_b+1) \tag{2}$$

Where $y(t)$ is the output at time (t).

$a_1 \ldots a_n$ and $b_1 \ldots b_n$ are the parameter to be estimated.

n_a is the number of pole of system.

$n_b - 1$ is the number of zero of system.

n_k is the number of input samples. That occur before the input that affect the current output.

$y(t-1) \ldots y(t-n_a)$ are the previous output on which the current output depends.

$u(t-n_k) \ldots u(t-n_k-n_b+1)$ are the previous input on which the current output depends.

The mathematical model can also be written in a compact way using the following notation

$$A(q)y(t)=B(q)u(t-n_k) \tag{3}$$

Where $A(q)=1+a_1 q^{-1}+\ldots+a_{n_a} q^{-n_a}$, $B(q)=b_1+b_2 q^{-1}+\ldots+b_{n_b} q^{-n_b+1}$ and q^{-1} is backward shift operator, define by

$$q^{-1}u(t)=u(t-1) \tag{4}$$

From there, the measured transfer function is as below

$$G(q)=\frac{B(q)}{A(q)} \tag{5}$$

By employing Laplace transform of this system (based on an assumption that all initial conditions are zero), the transfer function obtained is as follows

$$G(s)=\frac{b_m s^{(m)}+b_{m-1}s^{(m-1)}+...+b_0}{a_n s^{(n)}+a_{n-1}s^{(n-1)}+...+a_0}$$

(6)

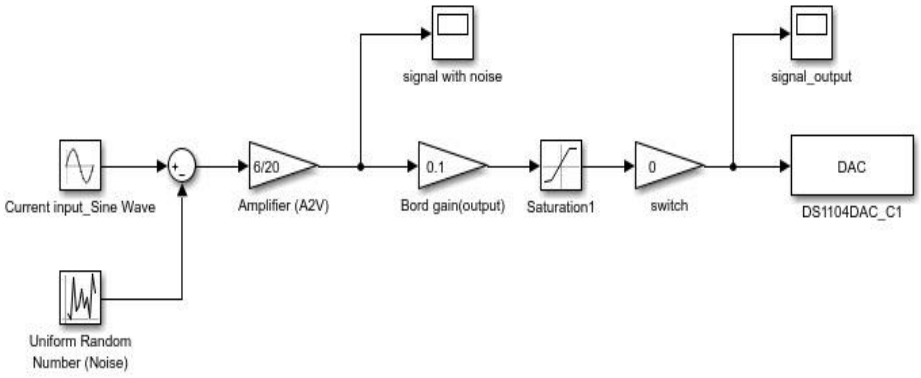
Where n is the number of pole.

m is the number of zero.

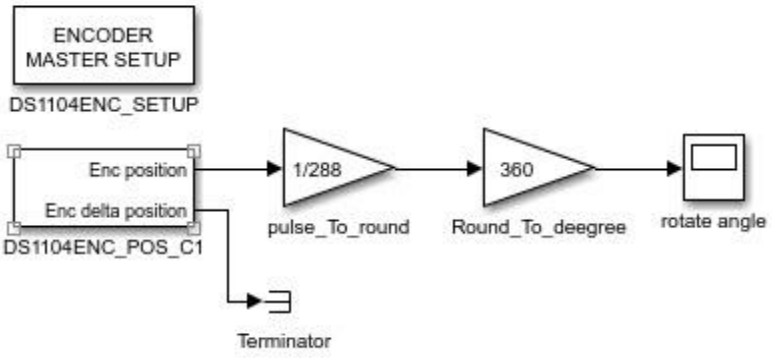
$a_0...a_n$ and $b_0...b_m$ are the parameters to be estimated.

3.3 Real time interface system

The research employs RTI dSpace System DS1104 (Real Time Interface System) together with Matlab for testing and collecting input and output signals at sampling processing time of 0.001 s. The result is a creation of a block diagram, to feed current input signals to the system, in a form of sin value with maximum current of ± 0.18 A and noise of ± 0.005 A, as shown in Figure 3 (a); and to convey the signals to a digital to analog converter (DAC) for converting into current signals which are then send to a servo amplifier for activating the motion of the motor. Next, the signals of the motion position are read by an encoder, as shown in Figure 3 (b), and the feedback is then transferred to the RTI dSpace System DS1104 and a computer for a collection of output signals, for calculation and estimation of system parameters.



(a)



(b)

Figure 3 Block diagram to measure signals of input (a) and output (b) with RTI dSpace System DS1104

From the testing, current input (A) and angle output (degree) are obtained as shown below.

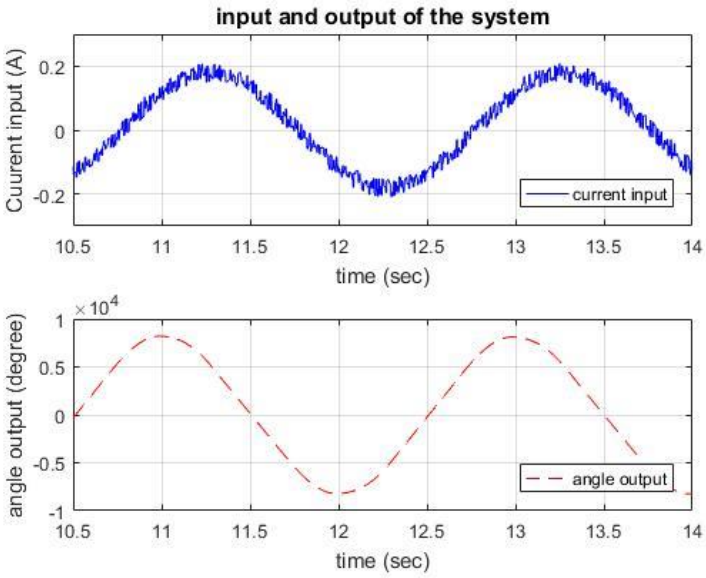


Figure 4 Input and Output Signal (Real System)

4. Results

From there, the measured signals, current input and angle output, are analyzed and estimated for parameters of the mathematical model of the system utilizing system identification with transfer function model, based on the transfer function of the system having the number of poles = 2 and the number of zeros = 0. The result provides the system estimate as a transfer function of the dynamic system as given below.

$$G(System_Estimate) = \frac{-4.689\times10^{5}}{s^{2}+2.468s+2.937} \quad (7)$$

4.1 Real output Vs Estimate output

The results from testing current input with the system estimate, in comparison to the real system, indicate that the output signals from the system estimate represents the response similar to that of the real system, as shown in Figure 5. Also, this model gives the best fit of 96.87%, when comparing the output signals to those of the real system.

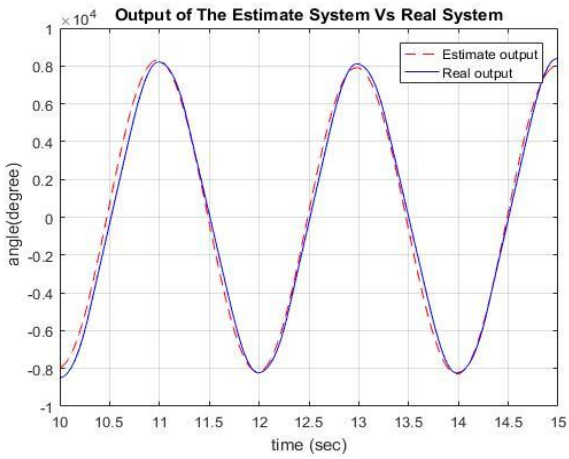


Figure 5 Real output Vs Estimate output

4.2 Block diagram and Step response for system estimate with PID controller

As a result of the above, the model of the system from the system estimate can be employed to design a controller. Since the study is on the single input-single output system, however, the design focuses a PID controller. The block diagram of control system with PID controller is illustrated below.

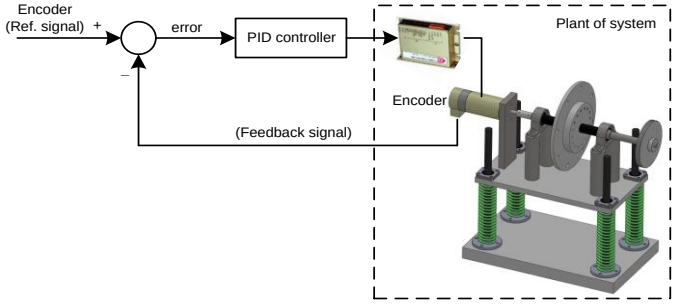


Figure 6 Block diagram of control system with PID controller

Below is the design of a PID controller ($C_{(PID)}$), as expressed in Equation (8), which enables the stability of the system and good response, with the rise time of 0.02 s. and no overshoot, as shown in Figure 7.

$$C_{(PID)} = -14\times10^{-4}\frac{(1+0.55s)(1+0.68s)}{s(1+0.00088s)} \quad (8)$$

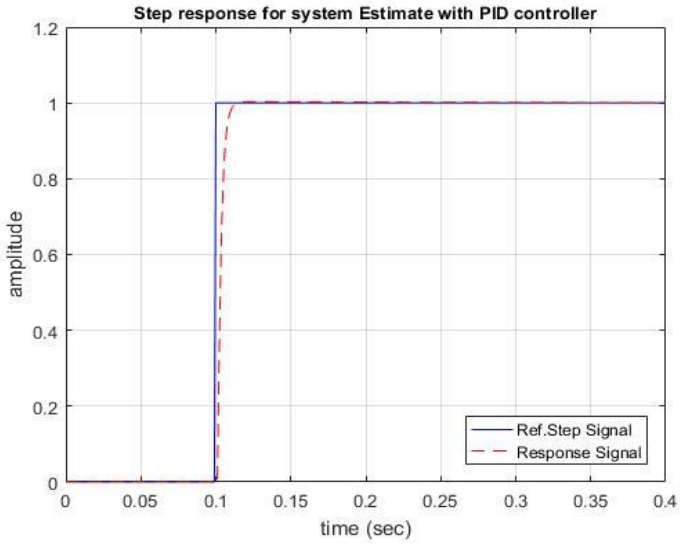


Figure 7 Step response for system estimate with PID controller

4.3 Testing controller with real system

After the completion of the PID controller design and also the simulation of the system response, a test on the controller with the real system is performed in order to determine whether or not the controller is workable. The test results reveal that the system response indicates good position tracking between reference signal and feedback signal, as exhibited in Figure 8. Nonetheless, the controller causes an on the system, that is, a delay of a control signals at

approximately 0.45 s.; thus, resulting in position error and non-real time system control, as shown in Figure 9.

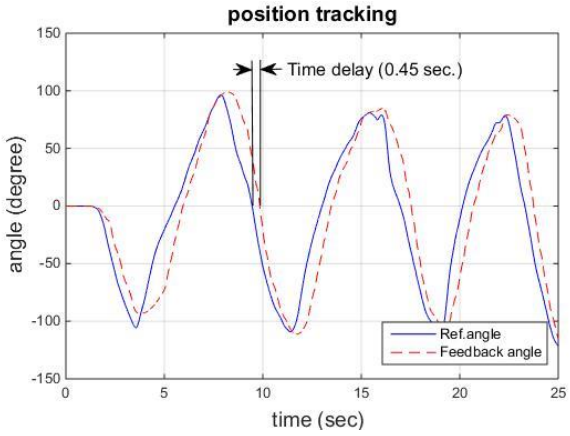


Figure 8 Position tracking (Real system testing)

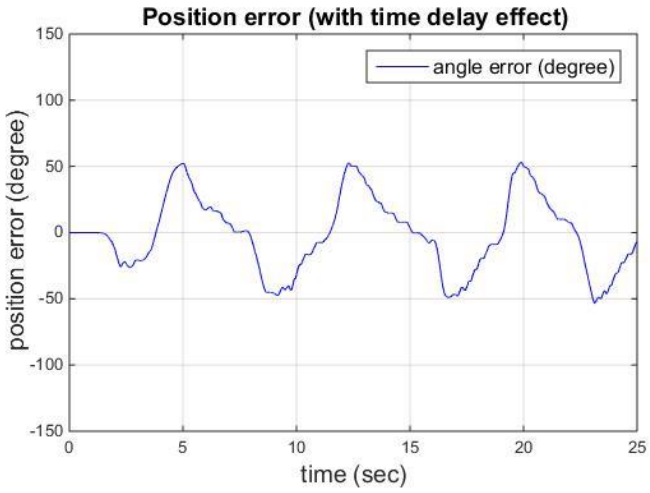


Figure 9 Position error (with time delay effect)

5. Discussion and Conclusion

The research is conducted with the emphasis on an estimation of a mathematical model of a direct current motor (DC motor) system mounted with an encoder – a motion position sensor which is a single input-single output system. The method of system identification with transfer function model is used for an estimation of parameters of a mathematical model of the real system, and for proving that such a mathematical model can be utilized to design a PID controller for system controlling. From the simulation, the controller designed generates the system response with the rise time of approximately 0.02 s. and no overshoot. In addition, the test with the real

system demonstrates that controller is, to some extent, capable of activating the motor rotation in various positions, in accordance with good position tracking.

6. Suggestion

The findings suggest that the system identification can provide the estimation results similar to those of the real system, although this is owing to the fact that the model excludes a delay of control signals and nonlinearity of the system. However, an improvement for better system response can be made through a design of a more proper PID controller in order that, depending on a certain type of system operation, the system can have either faster or slower response.

7. Acknowledgment

The researchers would like to express sincere appreciation to the Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University for granting permission to use a facility, as well as tools and equipment, for conducting experiments, and to the Science Center, Loei Rajabaht University for a signal processing unit used for this research.

References

Byamakesh, N., & Sangeeta, S. (2019). "Parameter estimation of DC motor through whale optimization algorithm." International Journal of Power Electronics and Drive System, 10(1). [Online]. Available : **https://www.researchgate.net/publication/331444954_Parameter_estima tion_of_DC_motor_through_whale_optimization_algorithm**. Retrieved November 11, 2022.

Corinne, R. I. (1998). **Transfer function estimation using time-frequency analysis.** Master's thesis Massachusetts Institute of Technology. Department of Aeronautics and Astronautics.

Kama, A. O., Mahanijah, M. K., Nasirah, M., & Norhayati, H. (2009). "System Identification of Discrete Model for DC Motor Positioning." CSECS'09: Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Circuits, systems, electronics, control & signal 2009. [Online]. Available : **https://dl. acm.org/doi/10.5555/1736282.1736320**. Retrieved November 11, 2022.

Karel, J. K. (2011). **System Identification: An Intro duction (Advanced Textbooks in Control and Signal Processing).** 2011th Ed, Kindle Edition. Springer London Dordrecht Heidelberg : New York.

Lennart, L. (1999). **System Identification: Theory for the User.** 2nd ed. Prentice Hall.

Ljung, L. (2020). **System Identification Toolbox, Reference for MATLAB; The MathWorks, Inc.** Natick, MA : USA.

Mei, L., Chen, C., & Wenlin, L. (2009). "Identification Based on MATLAB." Proceedings of the International Workshop on Information Security and Application. [Online]. Available : **http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.622.5847&rep=rep1&type=p.df** Retrieved November 15, 2022.

Saab, S.S., & Kaed-Bey, R.A. (2001). "Parameter identification of a DC motor: an experimental approach." ICECS 2001. 8th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (Cat. No.01EX483). 2. [Online]. Available : **https://www.researchgate.net/publication/3919676_Parameter_identification_of_a_DC_motor_An_experimental_approach**. Retrieved November 15, 2022.

Shanmuga nithya, B., Mythile, A., Pavithra, S., & Nivetha, N. (2020). "Parameter Identification Of A DC Motor." INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH. 9(2). [Online]. Available : **http://www.ijstr.org/final-print/feb 2020/Parameter-Identification-Of-A-Dc-Motor.pdf**. Retrieved November 1, 2022.

Sofia, R., Hicham F., & Bahloul B. (2014). "Identification approach of a production system using ARX model". 2014 International Conference on Logistics Operations Management. [Online]. **Available : https://www.researchgate.net/publication/271544583_Identification. approach_for_a_production_system_using_ARX_model.** Retrieved November 15, 2022

Surajudeen, A. (2016). "Modeling and Parameter Identification of a DC Motor Using Constraint Optimization Technique." IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. 13(6). [Online]. Available : **http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/vol13-issue6/Version-2/H1306024656.pdf**. Retrieved December 1, 2022.

Wai, P. A. (2007). "Analysis on Modeling and Simulink of DC Motor and its Driving System Used for Wheeled Mobile Robot." International Journal of Electrical, Electronic and Communication Sciences. 1(8). [Online]. Available : **https://scholarly.org/pdf/display/analysis-on-modeling-and-simulink-of-dc-motor-and-its-driving-system-used-for-wheeled-mobile-robot.** Retrieved December 1, 2022.

Wei, W. (2012). "DC Motor Parameter Identification Using Speed Step Responses." **Modelling and Simulation in Engineering.** 2012. [Online]. Available : **https://www.hindawi.com/journals/mse/2012/189757/**. Retrieved December 1, 2022.

Academic Value

This research is conducted in order to propose an estimation of parameters of a mathematical model with system identification technique, a practice-oriented method which is centered around testing and collecting input signals, fed into the system, and output signals – the actual system response. This method enables the estimation of a mathematical model of the system through transfer function modeling, and helps eliminate problems caused by errors from computational methodology such as equations of motion of a system based on Newton's laws or energy method based on Lagrangian machanics, or based on Kirchoff's law. Furthermore, the model derived from the estimation can be employed to design a PID controller for the system; and development of the system stability and system response as required.

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