



วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Technology & Innovation URU Journal

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2564 ISSN 2630-0222

1 การศึกษาปัญหาและแนวทางในการจัดการเรียนการสอน
ปฏิบัติการทางวิศวกรรมแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์
โควิด-19
ภาณุ บุรณจารุกร เสาวลักษณ์ ทองกลั่น ศิษฏา สิมารักษ์
กวิน สนิธิเพิ่มพูน เกตุชนา บุญฤทธิ์ อีสริยพร หลวงหาญ
และกณพ วัฒนา

15 การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วยเอ็มไอที
แอปอินเวอร์เตอร์สำหรับระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ
ธนวัฒน์ สอนเณร นวนิต ศุกละ เพ็ญพิมล ลือขจร
และกาญจนา ดาวเด่น

24 เครื่องตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ
ธนวัฒน์ สอนเณร นวนิต ศุกละ เพ็ญพิมล ลือขจร
และกาญจนา ดาวเด่น

32 การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุม
สภาพแวดล้อมอัตโนมัติ
อำนาจ ตงต๊ิบ ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ พงษ์ธร วิจิตรกุล
ยสินทนี เอมหยวก และอนุชา ธิการกรณ์

43 การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่า
สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่า อำเภอตรอน
จังหวัดอุดรดิตถ์
จรรยา อนุศรี เรือนขวัญ หุ่นเรใจ อุษมา พันไพศาล
และศุทธิณี กล่อมแสง

56 การสำรวจและออกแบบพื้นที่เกษตรกรรมในรูปแบบ
“โคกหนองนาโมเดล” ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย
ประการ เข้มมมงคล ชีร์ศักดิ์ อุปการ รัชดา คำจริง
ครรชิต พิระภาค และสุภาวดี ช้องกำ

คณะกรรมการและกองบรรณาธิการ วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

เจ้าของ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ที่ปรึกษา	อธิการบดี
บรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ อินทวงศ์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	อาจารย์ ดร.ปรกรณ์ เข้มมงคล
	อาจารย์ ดร.กณพ วัฒนา

กองบรรณาธิการภายนอก

ศ.เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.วิชัย แหวนเพชร	ข้าราชการเกษียณ
รศ.ดร.วิชัย ศรีคำ	ข้าราชการเกษียณ
รศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.อัษฎา โปราณานนท์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ปราโมทย์ ศรีน้อย	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
รศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รศ.ดร.ไพฑูรย์ ทองทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
รศ.ดร.เสถียร อัญญศรีรัตน	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภาณุ บุรณจารกร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ประยูร สุรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผศ.ดร.วิชณุ บัวเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผศ.ดร.พิชิต พระพินิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผศ.ดอนสัน ปงผาบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร.วชิราภรณ์ เพิ่มพูนสินทรัพย์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

กองบรรณาธิการภายใน

รศ.ดร.อิสระ อินจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
รศ.ดร.สิงหนเดช แดงจวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.วีระพล คงนุ่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.อังกาบ บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.พลิศภัทร์ คำฟู	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ครุฑิต พิระภาค	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.อดุลย์ พุกอินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.อรุณเดช บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.เจนศักดิ์ คชนิล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.อมิศักดิ์ พรหมฝ่าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ทวีศักดิ์ วรจักร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ธนภูมิ เฟื่องเพียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ดร.เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ดร.ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ดร.อำนาจ ตงติบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ฝ่ายสนับสนุนการดำเนินการจัดทำวารสาร

อาจารย์วรพล มะโนสร้อย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
อาจารย์ภาณุวัฒน์ ชันจา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
นางสาววันนิสา เมฆทับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
นายกิตติพงษ์ ยินดีสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

วัตถุประสงค์: เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัย บทความวิชาการที่มีคุณภาพ โดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ สหวิทยาการ การออกแบบและนวัตกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำไปใช้ประโยชน์กับชุมชนและท้องถิ่น รวมถึงงานวิจัยที่มีการบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในสาขาที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการพิจารณาบทความ: บทความที่ตีพิมพ์ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

สำนักงาน: ฝ่ายงานวารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ
อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000 Website: <http://industrial.uru.ac.th/Journal/index.html>

กำหนดการออก: ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม

ลักษณะบทความ: ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อน หรือต้องไม่อยู่ในขั้นตอนพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ของวารสารหรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ

พิมพ์ที่: วันดาการพิมพ์ 14/2 หมู่ 5 ตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์/โทรสาร 0 5311-0503-4

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น

ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

สารจากคณบดี

วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม ถึง ธันวาคม 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัย บทความวิชาการ ที่มีคุณภาพโดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในสาขา เทคโนโลยี อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ สหวิทยาการ การออกแบบ และนวัตกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำไปใช้ประโยชน์กับชุมชนและท้องถิ่น รวมถึงงานวิจัยที่มีการบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ก่อนการตีพิมพ์ ผลงานทุกชิ้นจะได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานั้นๆ เพื่อให้เชื่อมั่นว่าเป็นผลงานที่มีคุณภาพ สมควรได้รับการตีพิมพ์สามารถนำไปเป็นสิ่งที่อ้างอิงทางวิชาการได้

เนื้อหาในวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยจำนวน 6 บทความ ได้แก่ การศึกษาปัญหาและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์โควิด-19, การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์สำหรับระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ, เครื่องตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ, การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ, การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด้ ผ้าทอน้ำอ่างอำเภอดรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ และการสำรวจและออกแบบพื้นที่เกษตรกรรมในรูปแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย

ในนามของกองบรรณาธิการ วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ขอขอบพระคุณนักวิจัยทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ส่งบทความมาพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาในการประเมินบทความ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงเนื้อหาบทความให้มีคุณภาพ และในโอกาสนี้ขอเชิญชวนผู้อ่านที่สนใจ ส่งบทความทางด้านวิชาการหรืองานวิจัย เพื่อตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในฉบับต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.กนต์ อินทุวงศ์

บรรณาธิการ

บทความวิจัย

- การศึกษาปัญหาและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม
แบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์โควิด-19

*ภาณุ บุรณจารุกร เสาวลักษณ์ ทองกลั่น คิษฐา สิมารักษ์ กวิน สนธิเพิ่มพูน
เกตุชนา บุญฤทธิ์ อสิริพร หลวงหาญ และกมล วัฒนา*

1
- การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์
สำหรับระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

ธนวัฒน์ สอนเณร นวนิต ศุกละ เพ็ญพิมล ลือขจร และกาญจนา ดาวเด่น

15
- เครื่องตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ

ธนวัฒน์ สอนเณร นวนิต ศุกละ เพ็ญพิมล ลือขจร และกาญจนา ดาวเด่น

24
- การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ

*อำนาจ ตงต๊ิบ ปฏิพัทธ์ ธนอมพงษ์ชาติ พงษ์ธร วิจิตรกุล
ยสินทีนิ เอมหยวก และอนุชา ริกากรณ์*

32
- การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด้ ผ้าทอน้ำอ่าง
อำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี

จรรยา อนุศรี เรือนขวัญ หุ่นเรใจ อสุมา พันไพศาล และศุทธิณี กล่อมแสง

43
- การสำรวจและออกแบบพื้นที่เกษตรกรรมในรูปแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” ในพื้นที่
กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย

ปกรณ์ เข้มมงคล อิศักดิ์ อุปการ รัชดา คำจริง ครรชิต พิระภาค และสุภาวดี ช้องกำ

56

การศึกษาปัญหาและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม แบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์โควิด-19

THE STUDY OF PROBLEMS AND GUIDELINE FOR ON-LINE TEACHING OF ENGINEERING WORKSHOP UNDER THE COVID-19 SITUATION

ภาณุ บุรณจารุกร^{1*} เสาวลักษณ์ ทองกลืน¹ ศิษฏา สิมารักษ์¹ กวิน สนธิเพิ่มพูน¹

เกตุชนา บุญฤทธิ์¹ อีสริยพร หลวงหาญ² และกณพ วัฒน³

^{1*}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

²หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³หลักสูตรการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Panu Buranajarukorn^{1*}, Saowalak Tongklin¹, Sisda Simarak¹, Kawin Sonthipermpon¹,

Ketchana Boonrit¹, Itsariyaporn Luanghan² and Kanop Wattana³

¹Faulty of Engineering, Naresuan University

²Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

³Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: panub@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันรัฐบาลไทยได้ตระหนักถึงภัยอันตรายจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 และได้กำหนดมาตรการต่างๆ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาด หนึ่งในมาตรการเพื่อปรับตัวสู่วิถีใหม่ คือ การทำงานผ่านระบบออนไลน์ ทั้งนี้ภาคการศึกษาได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนมาเป็นผ่านระบบออนไลน์ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยเฉพาะการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม ซึ่งแตกต่างจากการสอนในห้องเรียนปกติ โดยใช้สัณนิทัศน์วิศวกรรมศาสตร์ เป็นกรณีศึกษา การวิจัยใช้สำรวจแบบสอบถามกับนิสิตจำนวนทั้งสิ้น 184 คน ผลวิจัยพบว่า ปัญหาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้นมีทั้งปัญหาจากปัจจัยผู้เรียน ปัจจัยผู้สอน ปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก และปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการจัดเรียนการสอน โดยปัญหาในระดับมากที่สุดมาจาก (1) ปัจจัยผู้เรียน ได้แก่ การให้ภาระงานนิสิตที่ไม่เหมาะสม ทำให้นิสิตส่งงานไม่ทันสภาพแวดล้อมที่พิกนิตไม่เอื้อต่อการเรียน และการขาดปฏิสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และปัญหาจาก (2) ปัจจัยผู้สอน ได้แก่ รูปแบบการสอนที่ไม่เหมาะสม และการขาดกิจกรรมเสริมในภาคปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อคิดเห็นจากเอกสารและอาจารย์ และนำมาเสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์เพื่อให้ผู้สนใจได้นำไปศึกษาและทดลองใช้ต่อไป

คำสำคัญ: ปัญหา, แนวทาง, การจัดการเรียนการสอนออนไลน์, การสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม, โควิด-19

Abstract

Nowadays, the Thai government has been concerned of the threats of the Covid-19 epidemic situation and it has established the various measures to prevent spread of virus corona disease. According to adapt living to the new normal, one of the measures has been changed to online working. Particularly, academy has changed an alternate teaching pattern from onsite to online classroom. Therefore, the research aimed to study and analyze the problems as well as set the guideline for appropriately teaching in online classroom, especially engineering practices, which was different from teaching in a normal classroom. In this study, engineering students were selected as participants in a case study. The questionnaires were surveyed with 184 students who involved in the study. The results showed that there were various problems of online teaching, which caused by student, teacher, resources and facilities, and other university's supporting factors. These barrier factors effected on inefficiency and ineffectiveness of teaching and learning. The high levels of problems were caused by the student and teacher factors. These were (1) the student factors such as inappropriate student workload of assignments causing late of submission, lack of conducive student residential environment to support studying, and lack of classroom interaction of teaching and learning between students and teacher, and (2) the teacher factor such as improper teaching style and lack of supporting activities in practice. Moreover, the recommendation from document analysis and academic staff opinions were valuable for suggesting the guideline of engineering practices online teaching in order to educate people to implement in the future.

Keywords: Problem, Guideline, Online Teaching, Engineering Practices, COVID-19

1. บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโรคไวรัสโคโรนา หรือโควิด-19 ส่งผลให้มียอดผู้ป่วยและผู้ตายในประเทศต่างๆ เพิ่มจำนวนสูงขึ้น จากสถิติวันที่ 23 มกราคม 2564 ได้รายงานยอดผู้เสียชีวิตมีเพิ่มสูงขึ้น มากถึง 2.116 ล้านคนจากทั่วโลก และ 72 คนในประเทศไทย (The Bangkok Insight Editorial Team, 2564) นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อ การดำเนินการทางเศรษฐกิจและสังคม รัฐบาลทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยได้ตระหนักถึงภัยอันตรายจากไวรัสดังกล่าวและกำหนดมาตรการต่างๆ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาด เช่น การล็อกดาวน์พื้นที่การแพร่ระบาด การเร่งฉีดวัคซีนป้องกัน การใช้มาตรการ DMHTT การสนับสนุนให้ทำงานผ่านระบบออนไลน์ การปรับตัวสู่วิถีใหม่ (New Normal) เป็นต้น ภาคการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน

จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ (Change Learning) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับสถานการณ์ (สุวิมล มธุรส, 2563, น.33-42) กระทรวงศึกษาธิการ ได้แนะนำการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายในช่วงสถานการณ์ดังกล่าวนี้ ในปัจจุบันการปรับตัวเข้าสู่ยุคการจัดการเรียนการสอน Digital Learning Platform ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญและเป็นการปฏิรูปการศึกษาของไทยอีกครั้ง การจัดการเรียนการสอนสามารถนำมาใช้ร่วมกับการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ อันได้แก่ (1) เรียนผ่านอินเทอร์เน็ต (Online) (2) เรียนทางไกลผ่านดาวเทียม (On Air) (3) เรียนผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ (On Demand) (4) เรียนที่บ้าน (On Hand) และ (5) เรียนที่ห้องเรียน (On Site) โดยในภาวะวิกฤตช่วงนี้ สถานศึกษาควรปรับการบริหารจัดการการเรียนการสอนให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น การเรียนการสอนที่เน้นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพ ไม่เน้นการวัดผลที่เข้มข้น การปรับมาเรียนเฉพาะสิ่งที่สำคัญที่ให้ได้รู้จากสิ่งรอบข้าง และมุ่งเน้นการใฝ่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ตลอดชีพจากในชุมชนและสังคม (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับผู้วิจัย (Wongyai, W. and Patphol, M., 2019) ที่กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน 4 รูปแบบที่เหมาะสมในสถานการณ์นี้ อันได้แก่ การเรียนผ่านระบบออนไลน์ การเรียนในห้องเรียน การเรียนแบบผสมผสานทั้งออนไลน์และในห้องเรียน และการเรียน Home School ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวิธีการและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในปัจจุบันทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้มีการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์เป็นสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากมีมาตรการจากการประกาศล็อกดาวน์ของจังหวัดและมหาวิทยาลัย ให้อาจารย์ทำการจัดการเรียนการสอนจากที่บ้าน (Work from Home) เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 ทั้งวิชาบรรยายและวิชาปฏิบัติการ ซึ่งพบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ ทั้งปัญหาจากอาจารย์และปัญหาจากนิสิต ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่พบจากการศึกษาค้นคว้าและทบทวนวรรณกรรมจากผู้วิจัยอื่นๆ ที่ผ่านมา โดยปัญหาที่พบมาจากการปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องในหลายด้าน ทั้งในด้านปัจจัยผู้เรียน ปัจจัยผู้สอน ปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก และปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย ดังนั้น ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยเฉพาะการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม ซึ่งแตกต่างจากการสอนบรรยายในห้องเรียนปกติ โดยใช้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นกรณีศึกษา ในงานวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมเป็นสำคัญ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา โดยการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ออกแบบการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอนหลัก อันได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามถึงปัญหาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ รายวิชาเกี่ยวกับการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม ขั้นตอนที่ 2 ทำการสัมภาษณ์อาจารย์ที่สอนเกี่ยวกับรายวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรม เรื่องปัญหาและวิธีการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ และขั้นตอนที่ 3 การศึกษาแนวทางต่างๆ ด้านการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เกี่ยวกับการสอนวิชาปฏิบัติการต่างๆ เพื่อนำมาสรุปและเสนอแนะต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทั่วโลกได้ตระหนักว่าการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (กันต์ เอี่ยมอินทรา, 2563) ในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศ การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบนี้มีมาช้านานควบคู่กับความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เจริญขึ้น รวมถึงความต้องการความสะดวกในการเพิ่มพูนความรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะผู้ที่ทำงานแล้วที่เพิ่มสูงขึ้นที่ต้องการเรียนรู้จากบ้าน (Study at Home) จนกระทั่งในสถานศึกษาบางแห่งมีการให้ปริญญาสำหรับหลักสูตรที่มีการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ได้ โดยการจัดการศึกษาแบบออนไลน์นั้นต้องสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาได้เทียบเท่ากับการเรียนในห้องเรียนปกติ (Namprom, T., 2020) แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงก่อนโควิด-19 ระบาดนั้น การเรียนการสอนแบบนี้ในประเทศไทยยังไม่ได้ได้รับความนิยมเท่าที่ควร เนื่องจากมีอุปสรรคและข้อจำกัดในหลายด้าน (BrandInside Admin, 2564; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564; ครูบ้านนอก.คอม, 2552; Mahyob, M., 2020, pp. 351–362) อันได้แก่ นโยบายและการสนับสนุนระบบการศึกษาจากภาครัฐ หลักเกณฑ์และมาตรฐานการจัดการหลักสูตรและการเรียนการสอนแบบออนไลน์ การสนับสนุนจากสถานศึกษา ความพร้อมในด้านเทคโนโลยีและระบบที่รองรับการเรียนการสอนออนไลน์ โครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านทรัพยากร ความพร้อมของบุคลากรทางการศึกษาและผู้เรียน และอื่นๆ ดังนั้นการเรียนการสอนในช่วงก่อนสถานการณ์โควิด-19 จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ (On Site) ยกเว้นการจัดการเรียนการสอนในระบบทางไกลอื่นๆ (Distance Education) ผ่านทางไปรษณีย์ หรือทางโทรทัศน์ เช่น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช มหาวิทยาลัยรามคำแหง DLTV การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เป็นต้น

การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์แบบหนึ่ง คือ การเรียนการสอนแบบเสมือน (Virtual Learning) ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้โดยผ่านการใช้คอมพิวเตอร์ และ/หรือระบบอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมโยงสิ่งอำนวยความสะดวกและทรัพยากรที่สนับสนุนทั้งภายในและภายนอกสถาบันการศึกษา ซึ่งการเรียนการสอนและการใช้สื่อการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมและระบบออนไลน์ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างอาจารย์และนิสิตที่ไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ โดยที่นิสิตสามารถเข้าร่วมเรียนรู้ผ่านระบบทางไกล (Distance Learning) และสะดวกในการเรียนรู้ในช่วงเวลาสถานที่ใดก็ได้ บรรยายภาคในการเรียนรู้เสมือนนิสิตได้เรียนร่วมกันกับอาจารย์ในห้องเรียนในเนื้อหาและสื่อการสอนที่สร้างขึ้นในระบบออนไลน์ ซึ่งข้อดีในการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ คือ การเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์นี้สามารถรองรับการเรียนรู้ทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้จากทั่วโลก (Global Access) สามารถเรียนรู้ได้ตามระดับความสามารถของแต่ละคน (Individualized Learning Process) สามารถเรียนรู้ได้ทุกสถานที่และป้องกันอันตรายจากการเดินทางโดยเฉพาะในช่วงการกักตัวจากสถานการณ์โควิด-19 ที่นิสิตอยู่เฉพาะที่บ้าน (Safety and Security) มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอนในด้านเวลาและสถานที่ (Flexibility of Time and Place) สามารถใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและเพิ่มประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้มากขึ้น (Technology Utilization) สามารถรองรับนิสิตจำนวนมากได้ (Mass Service) มีช่องทางการโต้ตอบกันระหว่าง

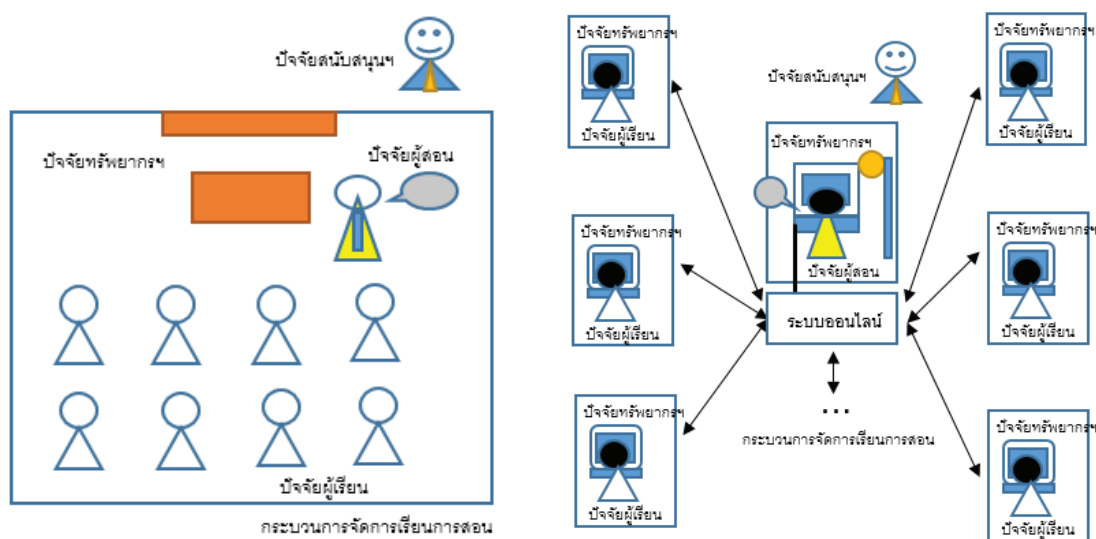
ผู้สอนกับผู้เรียนและการสื่อสารระหว่างกันในหมู่ผู้เรียนที่หลากหลาย (Variety of Communication) และสามารถนำมาช่วยลดต้นทุนและการบริหารเวลาให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน (Cost and Time Effectiveness) ในการจัดการเรียนการสอน E-Learning นี้มีได้หลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แอปพลิเคชันช่วยสอน การสอนบนเว็บไซต์ การเรียนออนไลน์ การเรียนการสอนทางไกล การสอนแบบผสมผสานทั้งออนไลน์และออฟไลน์ เป็นต้น (ครุบ้านนอก.คอม, 2552; Mahyooob, M., 2020, pp. 351–362; Racheva, V., 2017)

ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนการสอนออนไลน์หรือการสอนแบบเสมือนจะมีประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา ประกอบกับในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและก้าวหน้ามารองรับการจัดการศึกษาผ่านการเรียนรู้ในระบบ E-Learning แล้ว แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการศึกษาดังกล่าวยังพบว่ามีปัญหาในหลายด้านที่ไม่ทำให้ผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Mahyooob, M., 2020, pp. 351–362) ทั้งนี้เนื่องจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่ต้องปรับตัวเข้ามามีการศึกษาในสภาวะแวดล้อมใหม่ที่ขาดการปฏิสัมพันธ์กับสังคมรอบข้าง (Midgley, C. et al., 1995, pp. 90–113; Roeser, R. W. and Eccles, J. S., 1998, pp. 123–158) การเรียนรู้โดยผ่านการสอนแบบเสมือนจริงนี้ยึดหลักการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered Learning) โดยอาศัยผู้สอนในการกระตุ้นจูงใจให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมกับการเรียนการสอน ทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognition) อารมณ์ร่วม (Emotion) และการแสดงออกทางพฤติกรรม (Behavior) (Louwrens, N. and Hartnett, M., 2015, pp. 27–44) ซึ่งสอดคล้องเป็นไปตามทฤษฎีในการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพ (Racheva, V., 2017) อันได้แก่ ทฤษฎีด้านพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีด้านพุทธินิยม (Cognitivism) และทฤษฎีด้านคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism)

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ในช่วงล็อกดาวน์จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโรคโควิด-19 ในการจัดการเรียนการสอนในสาขาโภชนศาสตร์สาธารณสุขผ่านระบบออนไลน์นั้นพบว่า นิสิตมีปัญหาความยุ่งยากค่อนข้างมากในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ (75%) และนิสิตถึง 50% ที่รู้สึกว่าการสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษาในระบบการศึกษาออนไลน์นั้นเป็นเรื่องที่ยาก ทั้งนี้เนื่องจากการขาดการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การที่ต้องเรียนในสภาวะแวดล้อมในบ้านที่ไม่เหมาะกับการเรียนรู้ ปัญหาในระบบอินเทอร์เน็ต และการขาดแรงจูงใจและความพยายามของนิสิตในการเรียนรู้ (Almendingen, K. et al., 2021) ทั้งนี้มีผู้วิจัยหลายท่าน (Bataineh, K. B. et al., 2020, pp. 1–11; Rajab, M. H. et al., 2020) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดอื่นที่ทำให้การเรียนการสอนออนไลน์ไม่มีประสิทธิภาพเหมือนการเรียนการสอนในห้องปกติ อันทำให้นิสิตรู้สึกไม่พอใจกับการเรียนการสอนแบบนี้ อันได้แก่ ปัญหาทางด้านเทคนิค (ทักษะการใช้เทคโนโลยี) ปัญหาด้านวิชาการ (กระบวนการจัดการเรียนการสอน) และปัญหาด้านการสื่อสาร (ปฏิสัมพันธ์กันในการสอนและการโต้ตอบระหว่างกัน) ซึ่งเป็นสิ่งท้าทายที่จะนำมาคิดเพื่อนำมาแก้ไขพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป (Mahyooob, M., 2020, pp. 351–362) นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่นๆ อีกมากมายที่เกี่ยวข้อง เช่น การขาดทักษะด้านดิจิทัลของผู้สอนและผู้เรียน การขาดแคลนเครื่องมือ ระบบ และสิ่งสนับสนุนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์ เป็นต้น จากการรวบรวมปัญหาและข้อจำกัดในหลายๆ ด้านของการเรียนการสอนออนไลน์ (BrandInside Admin, 2564; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564; ครุบ้านนอก.คอม, 2552; Mahyooob, M., 2020,

pp. 351–362; Midgley, C. et al., 1995, pp. 90–113; Roeser, R. W. and Eccles, J. S., 1998, pp. 123–158) นอกจากนี้ในส่วนของการเรียนการสอนทางวิศวกรรมจำเป็นต้องมีการปรับตัวให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 และเป็นโอกาสที่ดีที่วิศวกรจะนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการสร้างสรรค์พัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบใหม่ๆ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ชลธิศ เอี่ยมวรอุฒิกุล, ม.ป.ป.) ส่วนในด้านการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมนั้น มีทั้งที่ใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ การบันทึกเป็นวิดีโอให้เรียนรู้ และการสอนสดเชยในสภาวะปกติในห้องเรียน

จากปัญหาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการสำรวจที่ผ่านมา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดกรอบการวิจัยของปัญหาการเรียนการสอนออนไลน์ไว้โดยเน้นการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่มาจากปัจจัยผู้เรียน ปัจจัยผู้สอน ปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก และปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย เป็นสำคัญ ซึ่งมีความแตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ ทักษะดิจิทัลและการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้สอนและผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนและการเรียนรู้ของผู้เรียน ทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอน และการสนับสนุนจากผู้บริหาร ทั้งในด้านนโยบายและทรัพยากรต่างๆ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับผู้สอนและผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนด้านวิศวกรรมซึ่งมีปัญหาในการเรียนออนไลน์ทั้งในภาคทฤษฎีและการปฏิบัติ ดังภาพที่ 1



(ก) การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน

(ข) การจัดการเรียนการสอนออนไลน์

ภาพที่ 1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน (ก) และออนไลน์ (ข)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา โดยการวิจัยนี้ได้เน้นการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เกี่ยวกับปฏิบัติการทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติมากกว่าการสอนทฤษฎี อันได้แก่ ปฏิบัติการการใช้เครื่องมือและเครื่องจักร ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และปฏิบัติการการออกแบบและเขียนแบบ โดยในการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 โดยได้ออกแบบการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอนหลัก อันได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจโดยใช้แบบสอบถามกับนิสิต ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน และขั้นตอนที่ 3 การศึกษาเอกสารวรรณกรรมและข้อคิดเห็นของอาจารย์ เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

3.1 ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในงานวิจัยนี้เป็นผู้มีส่วนสำคัญในการให้ข้อมูลการตอบแบบสอบถามโดยเป็นนิสิตในสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ 4 ชั้นปี จำนวนทั้งสิ้น 342 คน และเมื่อนำมาคำนวณโดยใช้วิธีทาโร่ ยามาเน่ จะได้ผู้ร่วมวิจัยทั้งสิ้น จำนวน 184 คน โดยแบ่งผู้ร่วมวิจัยเป็นชั้นปีละ 46 คน นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ได้สัมภาษณ์ข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการทางวิศวกรรม จำนวน 6 คน จากทั้งหมด 8 คนของภาควิชาฯ และศึกษาค้นคว้าเอกสารข้อมูลงานวิจัยต่างๆ เพิ่มเติมที่เกี่ยวกับข้อมูล ปัญหา และการเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ จำนวน 21 บทความ

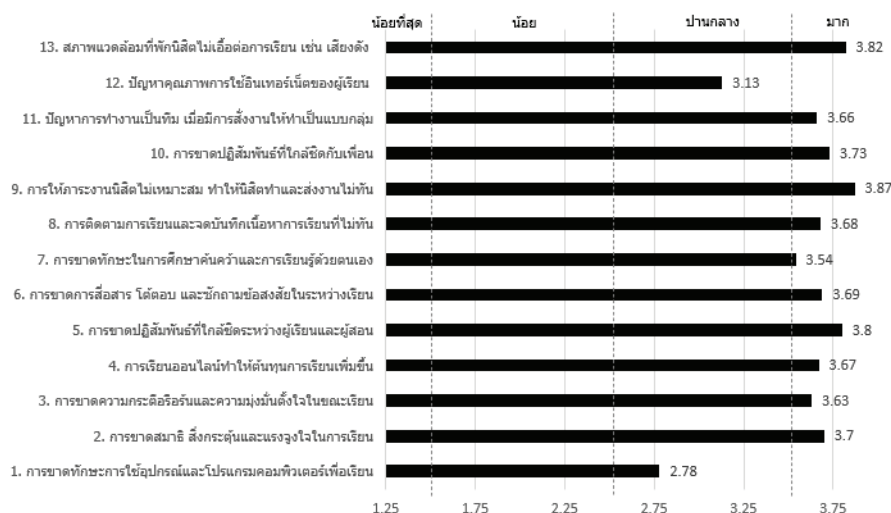
3.2 การออกแบบพัฒนาและวิเคราะห์แบบสอบถาม

ในแบบสอบถามได้ถูกออกแบบและพัฒนาให้เป็นเครื่องมือในการวิจัยโดยมีประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดจากปัจจัยผู้เรียน ปัจจัยผู้สอน ปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก และปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย โดยได้มาจากการศึกษาข้อมูลต่างๆ และทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เมื่อนำแบบสอบถามไปทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (IOC) กับอาจารย์ 4 ท่าน ได้ค่าที่มากกว่า 0.5 ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ ในการสอบถามถึงระดับปัญหามีการกำหนดค่าระดับของปัญหาโดยใช้ Likert Scale ใน 5 ระดับ และผู้ร่วมวิจัยสามารถให้ความเห็นเพิ่มเติมในปัญหา ซึ่งในการกำหนดระดับของปัญหา ได้ให้ความหมายในระดับตัวเลขไว้ดังนี้ คือ 1 คือ ปัญหาน้อยที่สุด 2 คือ ปัญหาน้อย 3 คือ ปัญหาปานกลาง 4 คือ ปัญหามาก และ 5 คือ ปัญหามากที่สุด และในการแปลผลของระดับปัญหาได้ยึดถือตามผู้วิจัย (Best, J. and Kahn, J. V., 1993) ที่มีการแบ่งระดับเป็น 5 ระดับ คือ 1.00–1.50 คือ น้อยที่สุด 1.51–2.50 คือ น้อย 2.51–3.50 คือ ปานกลาง 3.51–4.50 คือ มาก และ 4.51–5.00 คือ มากที่สุด

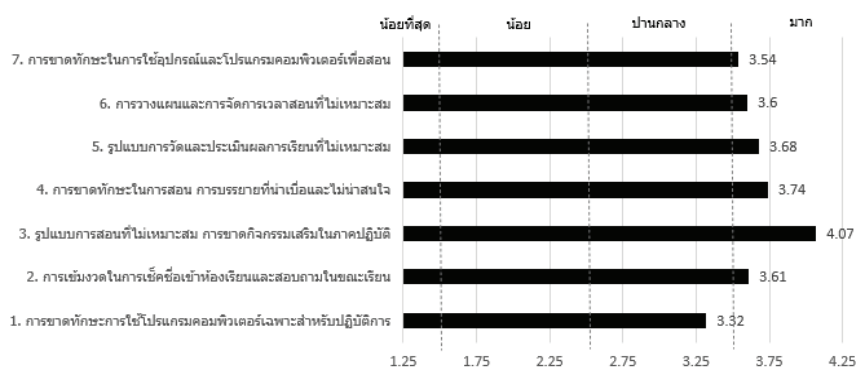
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

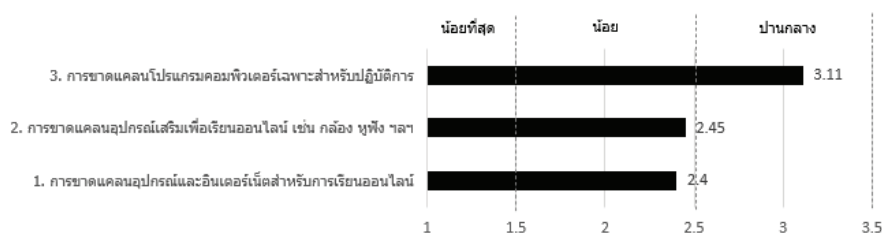
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมวิจัย พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีอินเทอร์เน็ตใช้ในการเรียนออนไลน์ถึง 93.5% ซึ่งมีการใช้ผ่านคอมพิวเตอร์ ถึง 55.93% โดยส่วนใหญ่เป็นคอมพิวเตอร์แบบพกพาถึง 38.31% ซึ่งมีความสะดวกมากกว่าคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และมีจำนวนมากถึง 32.57% ที่ใช้โทรศัพท์มือถือในการเรียนออนไลน์ โดยทั้งนี้นิสิตส่วนใหญ่จะเรียนผ่านที่พักของตนเอง โดยเป็นหอพักใกล้มหาวิทยาลัย ถึง 66.22% และบ้านตนเอง 22.97% มีเพียงส่วนน้อยที่เรียนในมหาวิทยาลัย 9.91% ผลการวิจัยปัญหาในปัจจัยด้านต่างๆ อันได้แก่ ปัจจัยผู้เรียน ปัจจัยผู้สอน ปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก และปัจจัยการสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย พบว่า ปัญหาในด้านปัจจัยผู้เรียน (ภาพที่ 2) และปัจจัยผู้สอน (ภาพที่ 3) อยู่ในระดับปานกลางถึงมาก แต่ปัญหาในด้านทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวก (ภาพที่ 4) และปัจจัยการสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย (ภาพที่ 5) อยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง



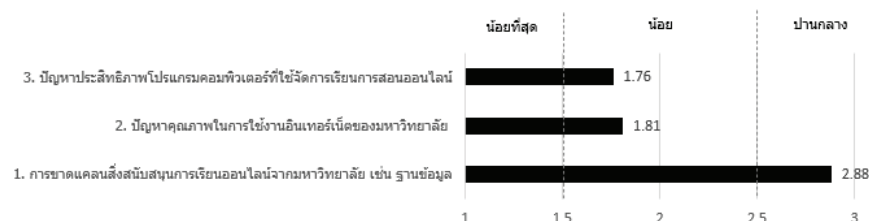
ภาพที่ 2 ปัญหาในด้านปัจจัยผู้เรียน



ภาพที่ 3 ปัญหาในด้านปัจจัยผู้สอน



ภาพที่ 4 ปัญหาในด้านปัจจัยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกจากคณะ



ภาพที่ 5 ปัญหาในด้านปัจจัยการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัย

4.2 ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์

จากการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอนออนไลน์ในปัจจัยด้านต่างๆ แล้วนั้น เมื่อนำผลของปัญหามาสัมภาษณ์ผู้สอน ถึงข้อเสนอแนะที่เป็นไปได้ของแนวทางการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์ที่เหมาะสม รวมถึงจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารวรรณกรรมที่ผ่านมา สามารถสรุปแนวทาง ได้ตามตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 ข้อเสนอแนะด้านปัจจัยผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการฯ ออนไลน์

หัวข้อปัญหา	รายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
กระบวนการจัดการเรียนการสอน: รูปแบบการสอนและการวัดและประเมินผล	- การใช้วิดีโอสั้นๆ สาธิตการปฏิบัติ โดยอธิบายที่เป็นตอนในการใช้เครื่องมือ แล้วนำไปอัปโหลดไว้เป็นสื่อออนไลน์ มีแบบประเมินทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังจากเรียนรู้จากสื่อ - การใช้แบบจำลองเครื่องมือทางวิศวกรรมมาแทนการสอนปฏิบัติการจริง - การจัดกิจกรรมการสอนออนไลน์ที่หลากหลาย เช่น การเล่นเกม การถามตอบ การทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น ผู้สอนไม่สอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว มีการโต้ตอบกับผู้เรียน - การวางแผนการสอน โดยจัดการสอนในเนื้อหาที่สำคัญ และมีการจัดทำเป็นวิดีโอสั้นๆ ในแต่ละบท เพื่อให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับมาทบทวนทำความเข้าใจก่อนดูเนื้อหาฉบับเต็ม - การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน สามารถทำได้ทุกสัปดาห์ ทั้งก่อนและหลังเรียน การอัปโหลดแบบทดสอบออนไลน์แต่ละบทเรียนให้ผู้เรียนให้คำตอบเข้าไปทำ ซึ่งดีกว่าการวัดผลจากการสอบเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 1 ข้อเสนอแนะด้านปัจจัยผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการฯ ออนไลน์ (ต่อ)

หัวข้อปัญหา	รายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
	- การฝึกอบรมเทคนิคการสอนของอาจารย์ โดยเฉพาะกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้แนะนำ ซึ่งเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือสร้างความรู้ใหม่ได้
ทักษะดิจิทัลและการใช้เทคโนโลยี และโปรแกรมคอมพิวเตอร์	- การจัดฝึกอบรมและพัฒนาทักษะดิจิทัลและการใช้เทคโนโลยีให้กับบุคลากร หรือจัดทำเป็น E-Book เพื่อให้บุคลากรได้อ่านและทำความเข้าใจ จนสามารถนำมาใช้งานได้ - การจัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมและฝึกอบรมให้สามารถใช้งานโปรแกรมฯ ได้อย่างดี ทั้งโปรแกรมฯ การสอนออนไลน์และเฉพาะทาง

ตารางที่ 2 ข้อเสนอแนะด้านปัจจัยผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการฯ ออนไลน์

หัวข้อปัญหา	รายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
การใช้ทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก และการสนับสนุนผู้เรียน	- ทางคณะหรือมหาวิทยาลัยช่วยสนับสนุนด้านทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน โดยจัดหาอินเทอร์เน็ตคุณภาพดี (แจกซิมเน็ตฟรีใช้ ณ ที่พัก) สถานที่ สภาพแวดล้อม และสิ่งสนับสนุนต่างๆ ที่เอื้ออำนวยในการเรียนการสอนออนไลน์ในคณะให้กับนิสิต - ทางมหาวิทยาลัยออกมาตรการช่วยเหลือภาระค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้กับนิสิต เช่น ค่าเทอม ค่าหอพัก เป็นต้น ทั้งนี้จากสถานการณ์โควิด-19 มีผลกระทบต่อรายรับครอบครัวนิสิต - การฝึกอบรมพัฒนาทักษะด้านดิจิทัล การใช้อุปกรณ์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเรียนออนไลน์ให้กับนิสิต
กระบวนการจัดการเรียนการสอน: รูปแบบการสอนและการวัดและประเมินผล	- การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมและหลากหลาย เช่น การใช้เกม สื่อการสอนที่สร้างสรรค์ ร่วมกับสื่อประกอบอื่นๆ ในเว็บไซต์ การทำ Virtual Lab การทำ Workshop การเรียนการสอนแบบ Active Learning เป็นต้น จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ และทำให้นิสิตสนใจการเรียน ฟังพอใจ และไม่เบื่อหน่าย - การมอบหมายงานรายวิชาให้นิสิต ควรพิจารณาถึงความเหมาะสม และพิจารณาภาระงานของรายวิชาทั้งหมดในภาคการศึกษานั้นประกอบ เพื่อจะใช้วางแผนภาระงานในรายวิชา รวมถึงมอบหมายงานแบบกลุ่ม ซึ่งจะช่วยสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมและปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและสื่อสารระหว่างกันแบบสังคมออนไลน์ - การอนุญาตให้ทำปฏิบัติการในกลุ่มเล็กได้ โดยมีมาตรการป้องกันโควิด-19 ที่ดี

ตารางที่ 3 ข้อเสนอแนะด้านปัจจัยทรัพยากรและสิ่งสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการฯ ออนไลน์

หัวข้อปัญหา	รายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
การจัดทำโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่ดีรองรับออนไลน์	- คุณภาพของอินเทอร์เน็ตมีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพราะฉะนั้นมหาวิทยาลัยต้องมีการลงทุนในการจัดทำโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบอินเทอร์เน็ตที่ดี เพื่อแก้ไขปัญหาความขัดข้อง ความล่าช้า คุณภาพเสียงและภาพไม่ดี อันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอาจารย์ ทั้งการเรียนการสอน การศึกษา ค้นคว้าข้อมูล และการประชุมในระบบออนไลน์
การจัดหาความรู้จากฐานข้อมูลทั้งระดับชาติและนานาชาติ สำหรับการศึกษาค้นคว้าและการเรียนรู้ความก้าวหน้าของศาสตร์	- คลังความรู้จากฐานข้อมูลในระดับชาติและนานาชาติเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการศึกษาค้นคว้าและการเรียนรู้ถึงความก้าวหน้าของศาสตร์ มหาวิทยาลัยควรลงทุนในการจัดหาฐานข้อมูลออนไลน์ดังกล่าวเพื่อช่วยสนับสนุนในการจัดการเรียนการสอน และการทำวิจัยของนิสิตและอาจารย์ต่อไป โดยเฉพาะในช่วงโควิด-19 ที่นิสิตไม่สามารถเข้าห้องสมุดอ่านหนังสือได้ ดังนั้นควรจัดหาหนังสือที่อยู่ในรูป E-Book ซึ่งทำให้สะดวกในการเก็บบันทึกและพกพาไปอ่านได้ในทุกที่และทุกเวลา - การลงทุนจัดหาฐานข้อมูลที่รวบรวมสื่อการสอนทางวิศวกรรมในหลากหลายสาขา เพื่อให้นิสิตสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองที่มีทั้งสื่อที่เป็นการบรรยาย รูปภาพ วิดีโอ มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้นิสิตได้ฝึกทำโจทย์
การจัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางที่ใช้ในการจำลองการปฏิบัติการทางวิศวกรรม	- ในปัจจุบัน มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางจำลองการปฏิบัติการทางวิศวกรรม เช่น โปรแกรมการจำลองการกลึงและกัดชิ้นงาน ตามที่ได้เขียน Code ไว้ การจำลองสถานการณ์ที่เป็นไปได้ภายใต้ตัวแปรและเงื่อนไขที่กำหนด การทำ Virtual Lab จำลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น - การฝึกอบรมบุคลากรให้มีทักษะความรู้ในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางที่ใช้ในการจำลองการปฏิบัติการทางวิศวกรรม และนำโปรแกรมฯ ดังกล่าวบรรจุในรายวิชาที่บุคลากรสามารถจะนำความรู้ที่ได้รับไปถ่ายทอดให้กับนิสิตได้ลงมือปฏิบัติในรายวิชาต่อไป รวมถึงบุคลากรสามารถนำโปรแกรมไปใช้เพื่อการทำวิจัย และผลิตผลงานวิจัยต่อไป
การจัดหาระบบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์	- การจัดหาระบบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนหรือการประชุมออนไลน์ที่เสถียรและมีคุณภาพที่ดี เช่น MS Team, ZOOM, Google Classroom, Moodle เป็นต้น และสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกด้านดิจิทัล เช่น Google Drive, Dropbox เป็นต้น รวมถึงโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการจัดทำสื่อการเรียนการสอน เช่น โปรแกรมตัดต่อวิดีโอ โปรแกรมทำ Animation โปรแกรมจัดทำเว็บไซต์ เป็นต้น - การฝึกอบรมพัฒนาศูนย์บุคลากรให้มีความรู้ในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้
การส่งเสริมการผลิตสื่อการสอนออนไลน์	- การส่งเสริมให้บุคลากรทำการผลิตสื่อการสอนออนไลน์เพิ่มเติมจากเอกสารประกอบการสอน เช่น การจัดทำ MOOC การจัดทำเว็บไซต์การเรียนการสอนออนไลน์ หรือ E-Learning การจัดทำสื่อการสอนบนแอปพลิเคชัน เป็นต้น

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์นั้น เกิดขึ้นจากปัญหาด้านปัจจัยภายในที่เกี่ยวกับปัจจัยผู้เรียนและปัจจัยผู้สอนมากกว่าปัญหาด้านปัจจัยภายนอกที่เกิดจากการจัดการทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกของทางคณะฯ และการสนับสนุนอื่นๆ จากมหาวิทยาลัย ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในช่วงโควิด-19 ระบาด ณ ที่พักผู้เรียนและผู้สอน จึงไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการจัดสรรทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก และการสนับสนุนอื่นๆ จากทางคณะและมหาวิทยาลัย ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าจะเป็นการจัดการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมผ่านระบบออนไลน์ ก็ยังคงมีปัญหาที่พบในปัจจัยผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลที่ได้ของงานวิจัยอื่น (BrandInside Admin, 2564; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564; ครุบ้านนอก.คอม, 2552; Mahyoob, M., 2020, pp. 351–362; Midgley, C. et al., 1995, pp. 90–113; Roeser, R. W. and Eccles, J. S., 1998, pp. 123–158; Almendingen, K. et al., 2021; Bataineh, K. B. et al., 2020, pp. 1–11; Rajab, M. H. et al., 2020) แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก และการสนับสนุนอื่นๆ ในการเรียนการสอนออนไลน์นั้น ที่เกิดจากคณะและมหาวิทยาลัยมีระดับปัญหาที่ไม่มาก ทั้งนี้ ปัญหาทรัพยากรฯ ดังกล่าวเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้สอนและผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้จัดหาครอบครอง และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนออนไลน์นั่นเอง ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนมีการใช้ที่พักของตนเอง ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่ตนเองเป็นเจ้าของ ความสำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้นมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ต้องร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (Cooperative Learning) เพราะฉะนั้นปัญหาจากปัจจัยผู้เรียนและผู้สอนจึงต้องนำมาพิจารณา ร่วมกันและสร้างรูปแบบหรือกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีด้านพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีด้านพุทธินิยม (Cognitivism) และทฤษฎีด้านคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) (Racheva, V., 2017) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ผู้วิจัยแนะนำ คือ แบบ Active Learning ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ และได้ลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาชี้แนะ กระตุ้น และสนับสนุน ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ผ่านการเชื่อมโยงความรู้ ใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การนำเสนอข้อมูล และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง รวมถึงการที่ผู้สอนสามารถสร้างสื่อการสอนออนไลน์ และชุดสาธิตในภาคปฏิบัติให้สอดคล้องกับผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมเป็นกิจกรรมเสริม จะสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ปิ่นทิศา อินทรักษา, 2562, น.35–43; อาคม ลักษณะสกุล และคณะ, 2556, น.14–27) จากงานวิจัยนี้ พบว่า รูปแบบและเทคนิคการสอนของอาจารย์เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ไม่สัมฤทธิ์ผล แต่อย่างไรก็ตาม นิสิตผู้ร่วมวิจัยและตอบแบบสอบถามนั้นมีประสบการณ์การเรียนออนไลน์ในรูปแบบและเทคนิคการสอนจากอาจารย์ที่แตกต่างกันและหลากหลาย ซึ่งถ้าหากได้มีการนำเอาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วย Active Learning มาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ แล้วทำการศึกษาประสิทธิภาพและ

ประสิทธิผลของการเรียนรู้ของนิสิตที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบและวิธีอื่นมากนักน้อยอย่างไร จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจในอนาคตต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนิสิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมทั้ง 4 ชั้นปี ที่เป็นผู้ร่วมวิจัยที่ดีในการแบ่งปันและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงขอคิดเห็นดีๆ จากคณาจารย์ และเอกสารจากผู้วิจัยอื่นที่ผ่านมา ในการเสนอแนะแนวทางที่เป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิศวกรรมออนไลน์

7. เอกสารอ้างอิง

- กันต์ เอี่ยมอินทรา. (2563, 23 มีนาคม). ผลกระทบจากโควิด-19 ต่อภาคการศึกษา. [ฉบับอิเล็กทรอนิกส์]. กรุงเทพฯธุรกิจ. สืบค้น 23 มีนาคม 2563, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/872053>
- ครูบ้านนอก.คอม. (2552). ห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom). สืบค้น 23 มีนาคม 2563, จาก <https://www.kroobannok.com/24048>
- ชลธิศ เอี่ยมวรอุฒิกุล. (ม.ป.ป.). การเรียนการสอน Online ของวิศวะ “จะเป็นอย่างไร” ผศ.ดร.ชลธิศ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีคำตอบ?. สืบค้น 23 มีนาคม 2563, จาก https://www.spu.ac.th/activities/26074?fbclid=IwAR1jJMPkLDWMNyRHhZZFEDXtFUFqZW_lRjRZrujkXACOMCXI6P9YUmvLXsA
- ปิ่นจิตตา อินทรักษา. (2562). การจัดการเรียนรู้ด้วย Active Learning เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. วารสารครุศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 1(1), 35–43.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). มาตรฐานการจัดการศึกษาทางไกล. สืบค้น 23 มกราคม 2564, จาก <https://www.spmnonthaburi.go.th/main/news/5270.html>
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2564). “รพว.ศธ.” ร่วมระดมสมองบูรณาการการศึกษา ฝ่าวิกฤติการศึกษาช่วงโควิด-19. สืบค้น 23 มกราคม 2564, จาก https://otepc.go.th/th/content_page/item/3446-19-2.html
- สุวิมล มธูรส. (2564). การจัดการศึกษาในระบบออนไลน์ในยุค NEW NORMAL COVID-19. วารสารรัชต์ภาคย์, 15(40), 33–42.
- อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษิยาภรณ์, และมงคล หวังสถิตย์วงศ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางวิศวกรรม กรณีศึกษาเรื่องการควบคุมแบบบอดี้จูน. วารสารวิจัย มช. (บศ.), 13(1), 14–27.
- Almendingen, K., Morseth, M. S., Gjølstad, E., Brevik, A., and Tørris, C. (2021). Student’s experiences with online teaching following COVID-19 lockdown: A mixed methods explorative study. *PLoS One*, 16(8). e0250378.

- Bataineh, K. B., Atoum, M. S., Alsmadi, L. A., and Shikhali, M. (2020). A Silver Lining of Coronavirus: Jordanian Universities Turn to Distance Education. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 17(2), 1–11.
- Best, J. and Kahn, J. V. (1993). *Research in education* (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- BrandInside Admin. (2564). อุปกรณ์ไม่พร้อม เวลาไม่มี รูปแบบไม่ได้ อุปสรรคเรียนออนไลน์ ยุคโควิดระบาดที่ต้องเร่งแก้ไข. สืบค้น 23 มกราคม 2564, จาก <https://brandinside.asia/e-learning-challenge-in-covid>
- Louwrens, N. and Hartnett, M. (2015). Student and teacher perceptions of online student engagement in an online middle school. *Journal of Open, Flexible, and Distance Learning*, 19(1), 27–44.
- Mahyoob, M. (2020). Challenges of e-Learning during the COVID-19 pandemic experienced by EFL learners. *Arab World English Journal (AWEJ)*, 11(4), 351–362.
- Midgley, C., Anderman, E., and Hicks, L. (1995). Differences between elementary and middle school teachers and students: A goal theory approach. *The Journal of Early Adolescence*, 15(1), 90–113.
- Namprom, T. (2020). *Virtual Education... การศึกษาบนโลกเสมือนจริง*. สืบค้น 23 มกราคม 2564, จาก <https://reder.red/virtual-education-16-03-2020>
- Racheva, V. (2017). *What is virtual learning?*. Retrieved March 23, 2020, from <https://www.vedamo.com/knowledge/what-is-virtual-learning>
- Rajab, M. H., Gazal, A. M., and Alkattan, K. (2020). Challenges to online medical education during the COVID-19 pandemic. *Cureus*, 12(7), e8966.
- Roeser, R. W. and Eccles, J. S. (1998). Adolescents' perceptions of middle school: Relation to longitudinal changes in academic and psychological adjustment. *Journal of Research on Adolescence*, 8(1), 123–158.
- The Bangkok Insight Editorial Team. (2564). อัปเดตสถานการณ์ 'โควิด' วันที่ 23 มกราคม 2564. สืบค้น 23 มกราคม 2564, จาก <https://www.thebangkokinsight.com/news/politics-general/politics/535278/>
- Wongyai, W. and Patphol, M. (2019). *Learning design for the new normal*. Bangkok: Graduate school, Srinakharinwirot University.

การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์
สำหรับระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ
DEVELOPING ANDROID APPLICATIONS WITH MIT APP INVENTORS
FOR SMART MUSHROOM FARM SYSTEMS

ธนวัฒน์ สอนเนร^{1*} นวนิต สุกละ² เพ็ญพิมล ลือขจร³ และกาญจนา ดาวเด่น¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²บริษัท กราวิเทคไทย (ไทยแลนด์) จำกัด

³บริษัท พีทีเอส คอมบิเนชั่น จำกัด

Thanawat Sornnen^{1*} Navanit Sukla² Penphimon Luekajorn³ and Kanchana Daoden¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Gravitechthai (THAILAND) Co., Ltd.

³PTS Combination Co., Ltd.

*Corresponding author e-mail: sornnen@gmail.com

บทคัดย่อ

แอปอินเวอร์เตอร์เป็นเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งบริษัทผู้ผลิต ร่วมมือกับเอ็มไอทีพัฒนาขึ้น การทำงานผ่าน เว็บเบราว์เซอร์และทดสอบกับโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนฮาร์ดแวร์เป็นอาduino บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ที่มีการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ส คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในการพัฒนาการทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์มด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์ ออกแบบโดยใช้พื้นฐานของการควบคุมระบบโดยใช้การสั่งการและการเฝ้าดูการทำงานของฮาร์ดแวร์ ทั้งหมดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับโครงการระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะนี้ มีลำดับการทำงาน คือ สั่งการ และการเฝ้าดู โดยใช้ระบบแอนดรอยด์บนโทรศัพท์มือถือเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของ ทิงสปีค และรับ-ส่งข้อมูลไปยังฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น 4 ตำแหน่ง ทำงานร่วมกับอาduino Uno R3 WIFI สั่งการปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์ว ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณ การไหลและเส้นทางการไหลแบบ 4 ทิศทาง อาศัยการควบคุมปริมาณและทิศทางของละอองน้ำทั้ง 4 ทิศทาง โดยอ้างอิงจากข้อมูลจากชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับค่าข้อมูลอ้างอิงของอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมกับเห็ดแต่ละชนิดภายในโรงเรือน กรณีตัวอย่างสำหรับโครงการนี้ คือ เห็ดนางรม เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 24–33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–80 เปอร์เซ็นต์ และเห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–90 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: แอนดรอยด์, เอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์, ฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

Abstract

Inverter app is a software tool for creating applications for Android smartphones and tablets. The Google company cooperate with MIT are developing them by working through a web browser and testing with a mobile phone connected to the computer system. The hardware part is Arduino, AVR family microcontroller board with open-source development is to disclose both hardware and software information. To improve the operation of the smart farm system with the MIT App Inverter. We are designed based on controlling the system using the command and monitoring of all hardware over the Internet. For this smart mushroom farming project, the sequence of operations is commanded and monitored using an Android system on a mobile phone, all linked through a ThingSpeak web browser and receive-send information to the hardware, which includes temperature and humidity sensor 4 position works combine with Arduino Uno R3 WIFI to turn on-off the water pump and the solenoid valve set. It can control the amount of flow and the flow path in 4 directions by controlling the amount and direction of the water droplets in all 4 directions based on the data from the temperature and humidity measurement kits compared to the reference values of the temperature and humidity suitable for each mushroom type inside the house. The example case for this project is Oyster mushrooms grow well in climates with temperatures between 24–33 degrees Celsius and 70–80 per cent relative humidity, and oyster mushrooms thrive in climates with temperatures between 25–35 degrees Celsius and 70–90 per cent relative humidity.

Keywords: Android, MIT App Inventors, Smart Mushroom Farm

1. บทนำ

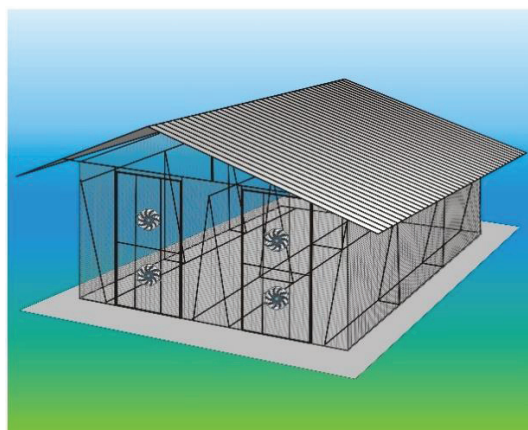
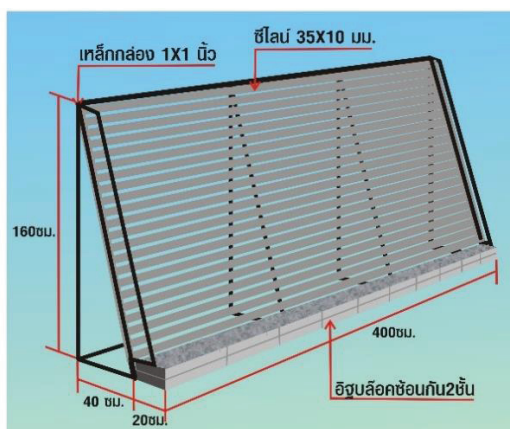
เห็ดมีหน่วยขยายพันธุ์ที่เรียกว่า สปอร์ (Spore) เมื่อสปอร์ตกลงไปบนที่ชุ่มชื้นก็จะงอกเป็นเส้นใย เส้นใยรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเกิดเป็นดอกเห็ด ดอกเห็ดที่แก่ก็จะสร้างสปอร์ แล้วปล่อยสปอร์ออกมา เมื่อสปอร์ไปตกยังที่ที่เหมาะสมก็จะงอกเป็นเส้นใยได้อีก ในระยะยาวสำหรับการเพาะเห็ดเพื่อการค้า ควรจะสร้างโรงเรือนที่ค่อนข้างถาวร คือ สร้างด้วยโครงเหล็ก หลังคามุงกระเบื้อง ซึ่งจะมีอายุการใช้งานนาน โดยจะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมเห็ดจึงจะออกดอกและให้ผลผลิตดี รูปแบบการควบคุมสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความเข้มของแสง อุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน การติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบพ่นละอองน้ำภายในโรงเรือนด้วยปั๊มและหัวฉีดพ่นละออง เพื่อปรับค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสม ควบคุมการทำงานด้วยชุดตรวจจับสัญญาณเซนเซอร์ และระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถกำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิไม่เกิน

35 องศาเซลเซียส และติดตั้งระบบมินิสปริงเกอร์รดน้ำบนหลังคาโรงเรือน ให้ทำงานอัตโนมัติพร้อมกับระบบ ฟันละอองน้ำอัตโนมัติในโรงเรือนโดยใช้ปั๊มตัวเดียวกัน ดังนั้น โรงเรือนเพาะเห็ดจึงต้องเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความชื้น อากาศ และแสง อย่างไรก็ตาม เห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกัน จากการ ออกแบบและทดสอบโรงเรือนเพาะเห็ดแบบถาวร ขนาด $6 \times 8 \times 4$ เมตร จำนวน 2 โรงเรือน พร้อมระบบ ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ซึ่งประกอบด้วย ระบบพ่นหมอกอัตโนมัติในโรงเรือน ระบบรดน้ำบนหลังคา สามารถใช้เป็นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดได้ดี สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบระบบ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของเห็ด โดยทั่วไปประกอบด้วย (1) อุณหภูมิมีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ด (2) ความชื้นของอากาศ โดยเฉพาะในระยะเปิดก้อน เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง (3) อากาศภายใน โรงเรือนควรมีอากาศหมุนเวียนและถ่ายเทได้ดี (4) แสงสว่างช่วงเปิดดอกเห็ดและต้องการแสงในระดับหนึ่ง ที่พอเหมาะ (5) ความเป็นกรด-ด่าง การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดควรอยู่ในสภาพน้ำที่มีค่า $\text{pH} \approx 5.5-7.0$

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบโรงเรือนและชั้นวาง

ในการสร้างโรงเรือนให้เหมาะสมนั้นควรสร้างในที่เย็นชื้นและสะอาดปราศจากศัตรูของเห็ดที่จะ เข้ามารบกวน ในที่นี้ออกแบบเป็นโรงเรือนเพาะเห็ดแบบถาวรตามแบบที่นิยมโดยทั่วไป ขนาด $6 \times 8 \times 4$ เมตร จำนวน 2 โรงเรือน สร้างด้วยเสาคอนกรีตสำเร็จรูปวงโครงเหล็ก หลังคามุงกระเบื้องลอนคู่ มีความลาดชันของ หลังคาประมาณ 30 องศา ด้านข้างใช้ผ้าพลาสติกทึบชนิดใสกรุภายในทับด้วยตาข่ายพลาสติกแสงแดด (สแลน กรองแสง) ทำให้สามารถกักเก็บความชื้นได้ดี พื้นโรงเรือนปูด้วยทรายหยาบป้องกันไม่ให้น้ำขังบริเวณ พื้นโรงเรือนซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อรา ชั้นวางถ่วงก้อนเชื้อภายในโรงเรือนทำเป็นแผงแบบชั้นรูปตัวเอหรือ รูปสามเหลี่ยมทรงสูง วางเฉียงประมาณ 30 องศา ขาทั้งสองข้างห่างกันประมาณ 30-40 เซนติเมตร ช่องว่าง ระหว่างทางเดินเว้นให้สามารถเดินเข้าออกได้สะดวก สามารถจุก้อนเชื้อได้ 5,000-8,000 ก้อนต่อโรงเรือน



ภาพที่ 1 โรงเรือนและชั้นวาง

ที่มา: <http://www.banhead.com>

2.2 ระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

2.2.1 ชุดควบคุมระบบ

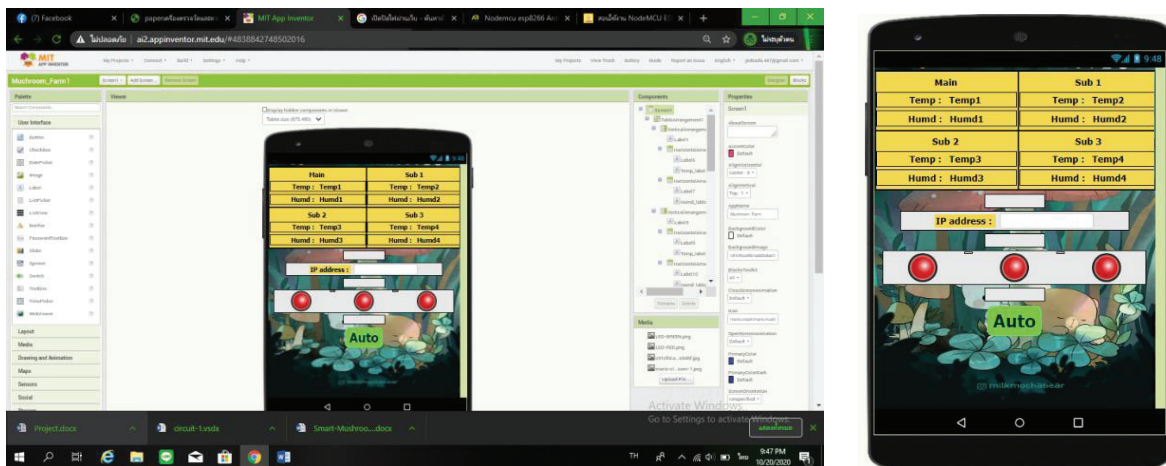
การออกแบบระบบการทำงานของชุดควบคุมหลัก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ อินพุตหน่วยประมวลผลและเอาต์พุต ตามบล็อกไดอะแกรมชุดและการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ควบคุมระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ ดังภาพที่ 2 และ 3 ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นด้านนอกโรงเรือน 1 ตัว ภายในโรงเรือน 4 ตัว โดยแต่ละตัวจะถูกติดตั้งในตำแหน่งที่ต่างกัน ตัวที่ 1 ติดตั้งบริเวณด้านนอกโรงเรือนเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างภายนอกและภายใน ทั้ง 4 ตำแหน่ง ตัวที่ 2-5 ติดตั้งบริเวณด้านในโรงเรือนเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในตำแหน่งที่ติดตั้ง โดยแบ่งเป็นโรงเรือนละ 2 ตัว และเว้นระยะห่างในการวางตำแหน่งให้ครอบคลุมพื้นที่โรงเรือนเท่ากัน โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้แต่ละตัวจะนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงการสั่งการทำงานโซลินอยวาล์ว ทั้ง 4 ตัว แบบแยกอิสระ ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นแต่ละตัวจะอยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต ส่งไปยังอาดูโน่ UNO R3 WIFI เพื่อทำการประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรม Arduino IDE ที่ออกแบบเงื่อนไขไว้ให้เปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง ก่อนทำการสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ รวมถึงการแสดงผลเชิงตัวเลขของค่าอุณหภูมิและความชื้นและสถานะการทำงานตามเวลาการทำงานปัจจุบันผ่านหน้าจอแอลซีดี ซึ่งติดตั้งไว้ในตำแหน่งเดียวกับเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นแต่ละตัว ในช่วงเวลาเดียวกันข้อมูลที่แสดงผลทั้งหมดจะถูกส่งไปบันทึกค่าและแสดงผลไปยังแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของทีงสปีก

ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดสามารถสั่งการผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งออกแบบให้เลือกใช้งานได้ 2 ระบบ คือ ระบบอัตโนมัติจะสั่งการทำงานโดยอ้างอิงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้น และระบบควบคุมโดยผู้ใช้งานสามารถตั้งเวลาการปิด-เปิดเป็นช่วงเวลา หรือสั่งปิด-เปิดในทันทีก็ได้เช่นกัน



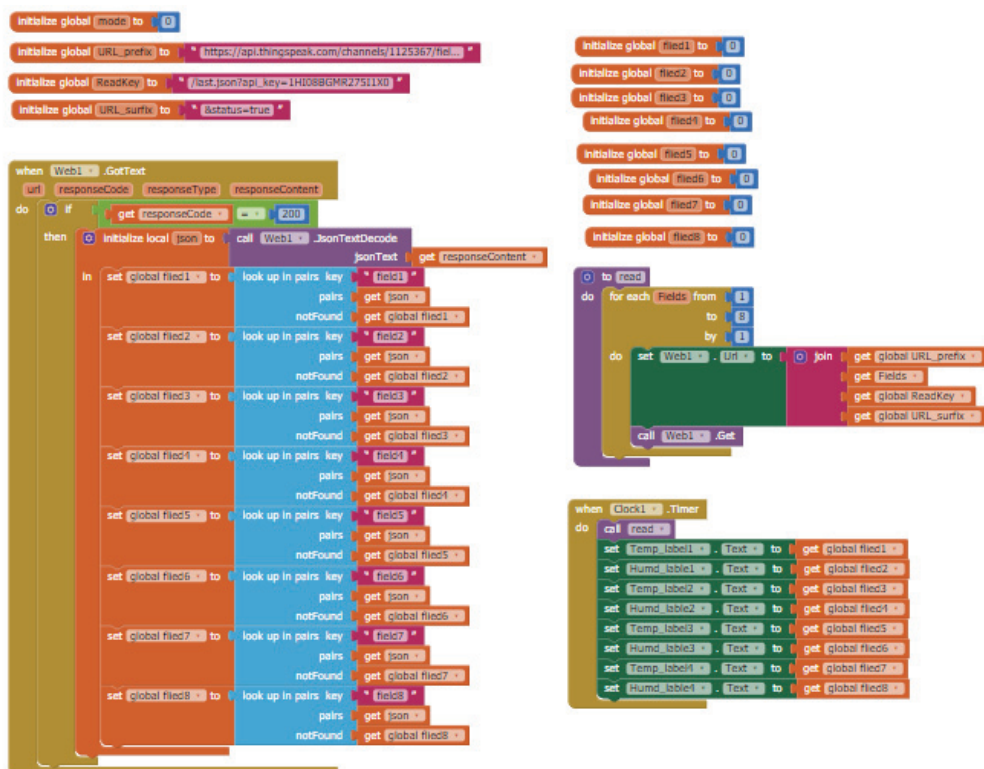
2.2.2 แอปพลิเคชันแอนดรอยด์

MIT App Inventor คือ โปรแกรมที่มีการใช้งานได้บนเว็บไซต์ (<http://www.appinventor.mit.edu>) และล็อกอินผ่านบัญชี Google การออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การออกแบบรูปแบบหน้าจอหลักเพื่อกำหนดส่วนแสดงผลโดยใช้กลุ่มของเครื่องมือที่จะนำมาออกแบบหน้าจอและกำหนดคุณสมบัติของวัตถุในหน้าจอแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 4 มีองค์ประกอบหลักในการใช้งาน คือ ส่วนของ User Interface เป็นหน้าต่างรวมคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น ปุ่มกด ปุ่มวางตำแหน่งของภาพ การใส่ตำแหน่งข้อความ เป็นต้น ส่วนของ Components เป็นหน้าต่างที่บอกได้ว่าในแอปพลิเคชันนั้น ได้ทำการใส่องค์ประกอบส่วนใดเข้าไปบ้าง Properties หน้าต่างที่ทำให้เราเลือกปรับแต่งคุณสมบัติเพิ่มเติมได้ เช่น ขนาดและรูปแบบของปุ่ม ตำแหน่งข้อความ เป็นต้น (2) ส่วนอินเตอร์เฟสต่างๆ และการเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก ดังภาพที่ 5 และ 6 เพื่อลำดับการทำงานในแต่ละส่วนของการอินเตอร์เฟส โดยใช้กลุ่มสัญลักษณ์บล็อกต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการควบคุมแอปพลิเคชันการเขียนโปรแกรมโดยใช้การทำงานคล้ายตัวต่อเลโก้

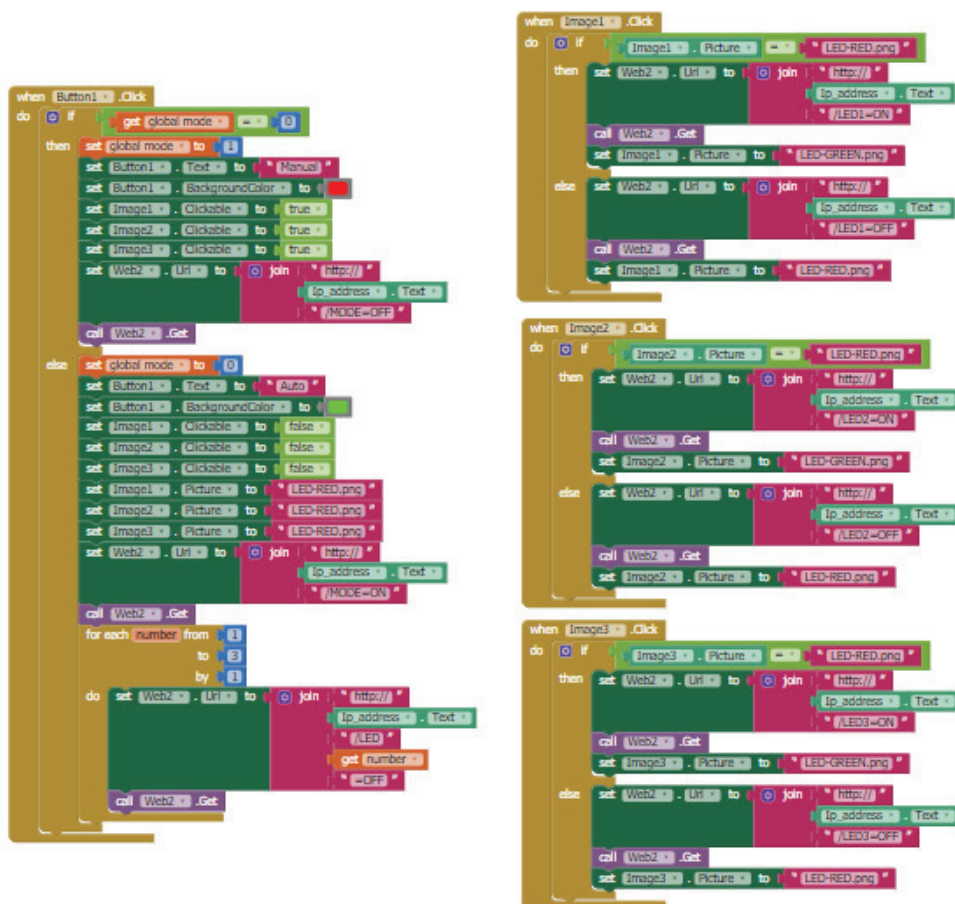


ภาพที่ 4 การออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วย MIT App Inventor และจอแสดงผลแอนดรอยด์

สำหรับลำดับการทำงานของแอปพลิเคชันระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะนี้ ได้ลำดับการอินเตอร์เฟสของฟังก์ชันบล็อกไว้ เริ่มจากการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของ Android แล้วเชื่อมต่อเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak เพื่อนำข้อมูลของเซนเซอร์แต่ละตัวและสถานะการทำงานของระบบมาแสดงผลและค้นหา IP Address ของ UNO R3 WIFI ที่เป็นส่วนประมวลผลหลักของระบบเพื่อเตรียมพร้อมส่งการทำงานไปยังระบบหลัก ซึ่งประกอบด้วย (1) ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติโดยอ้างอิงเงื่อนไขของการเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง (2) ระบบการทำงานแบบการตั้งค่าเวลาปิด-เปิดชุดโซลินอยวาล์วสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง (3) ระบบการทำงานแบบสั่งการให้ชุดโซลินอยวาล์วสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่งทำงานในทันที ดังแสดงฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors ในภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 การเขียนฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors (1)



ภาพที่ 6 การเขียนฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors (2)

3. ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

สำหรับระบบอัตโนมัติออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด แบ่งออกเป็น 2 โรงเรือน คือ โรงเรือนที่ 1 สำหรับเพาะเห็ดนางรม ตั้งค่าสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 24–33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70–80 เปอร์เซ็นต์ โรงเรือนที่ 2 สำหรับเพาะเห็ดนางฟ้า ตั้งค่าสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–90 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 1 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขโปรแกรม เกิดการหน่วงเวลาช้ากว่าคำสั่งการทำงาน 6–10 วินาที การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App แสดงค่าเป็น N/A (Not Available) บางช่วงเวลา 3–5 วินาที แบบไม่สม่ำเสมอ

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 4 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขโปรแกรม เกิดการหน่วงเวลาช้ากว่าคำสั่งการทำงาน 2–6 วินาที การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App แสดงค่าเป็น N/A บางช่วงเวลา 1–3 วินาที แบบไม่สม่ำเสมอ

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 6 Mbps และ 10 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดการหน่วงเวลาหรือแสดงค่าเป็น N/A รวมถึงการทดสอบแบบตั้งค่าเวลาปิด-เปิดชุดโซลินอยวาล์วและสั่งการทำงานในทันทีก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จากผลการทดสอบข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบมีผลต่อความเที่ยงตรงของระบบเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นการเลือกใช้เครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานและขนาดของระบบที่ออกแบบขึ้นก็เช่นเดียวกัน

4. ข้อเสนอแนะ

การใช้งาน Android Application ร่วมกับฮาร์ดแวร์ Arduino หรือสามารถเรียกรวมๆ ว่าอุปกรณ์ IoT (Internet of Things) เพื่อควบคุมการทำงานและแสดงผล มีการพัฒนาการใช้งานในรูปแบบ Open Source ดังนั้นจึงทำให้สามารถออกแบบระบบให้ทำงานแบบ Embedded Control System ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นระบบ Smart Farming หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกรูปแบบอื่นๆ นอกจากนั้นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับระบบ IoT ในปัจจุบันมีค่อนข้างหลากหลาย เช่น MIT App Inventor, ThingSpeak, Blynk Platform, PHP Java, SQL Python, Firebase, Firebase Realtime Database, NETPIE, ฯลฯ การเลือกใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญและลักษณะงานที่แตกต่างกันออกไป

5. เอกสารอ้างอิง

- ภูมินทร์ ดวงหาค้าง, พัฒน์นรี ศรีสมพันธ์, และโรเบิร์ต แบทชิงเงอร์. (2560). MIT App Inventor กับ การพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้จริง. *วารสารวิชาการ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1), 80–91.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *Internet of Things*. สืบค้น 3 มีนาคม 2562, จาก <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things>
- Ekkarat Boonchieng, Oran Chieochan, and Anukit Saokaew. (2018). Smart Farm: Applying the Use of NodeMCU, IOT, NETPIE and LINE API for a Lingzhi Mushroom Farm in Thailand. *IEICE Transactions on Communications*, E101.B(1), 16–23.
- Mjrovai. (2022). *IoT Made Easy with UNO, ESP-01, ThingSpeak and MIT App Inventor*. Retrieved March 3, 2019, from <https://www.instructables.com/IoT-Made-Easy-With-UNO-ESP-01-ThingSpeak-and-MIT-A>
- Patton, E. W., Tissenbaum, M., and Harunani, F. (2019). *MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development*. Singapore: Springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6528-7_3

เครื่องตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ

WATER QUALITY MEASUREMENT AND TREATMENT SYSTEM CONTROL

ธนวัฒน์ สอนณเณร^{1*} นวนิต ศุกละ² เพ็ญพิมล ลือขจร³ และกาญจนา ดาวเด่น¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²บริษัท กราวิเทคไทย (ไทยแลนด์) จำกัด

³บริษัท พีทีเอส คอมบิเนชั่น จำกัด

Thanawat Sornnen^{1*} Navanit Sukla² Penphimon Luekajorn³ and Kanchana Daoden¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Gravitechthai (THAILAND) Co., Ltd.

³PTS Combination Co., Ltd.

*Corresponding author e-mail: sornnen@gmail.com

บทคัดย่อ

คุณสมบัติของน้ำเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่เกี่ยวข้องกัน หากคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทันที อาจทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำอ่อนแอ ป่วยง่าย หรือไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพยายามปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำอยู่เสมอ งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำและการควบคุมระบบบำบัดโดยใช้อุปกรณ์วัดความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า และค่าอุณหภูมิ สามารถแสดงค่าการวัดผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน ระบบควบคุมที่ออกแบบมีระบบการทำงานอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบ พบว่า การวัดคุณภาพน้ำ แสดงผลการวัดที่ตรงกับการวัด มีโหมดการทำงานสองโหมด คือ โหมดควบคุมด้วยตนเองแสดงผลบนจอแอลซีดี และโหมดอัตโนมัติที่แสดงผ่านแอปพลิเคชันบนหน้าจอสมาร์ทโฟนที่เขียนผ่านโปรแกรมเอ็มไอทีแอปอินเวนเตอร์ สามารถแสดงค่าที่วัดได้ของเซนเซอร์แต่ละตัว พร้อมกันบนทุกหน้าจอ อีกส่วนคือ ระบบควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์สำหรับระบบบำบัดน้ำ ขึ้นอยู่กับการควบคุมการตัดการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าโดยใช้สวิตช์โซลิดสเตต เงื่อนไขที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ได้มาจากการสอบเทียบและเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่จำเป็นของคุณสมบัติของน้ำ และระบบคำสั่งจะสั่งให้โซลิดสเตตทำงานจนกว่าน้ำจะสามารถปรับเข้าสู่สถานะปกติได้

คำสำคัญ: ระบบบำบัดคุณภาพน้ำ, แอปอินเวนเตอร์, สมาร์ทโฟน

Abstract

The properties of water are directly related to the growth of aquatic organisms. There are physical, chemical, and biological properties that are related. If one of the properties is not suitable, there will affect the aquatic life in the water immediately. May weaken aquatic

organisms, get sick easily or be unable to reproduce. Therefore, this research tries to adjust the conditions of the water to be always suitable for the livelihood of aquatic organisms at times. This research is the design and construction of a water quality measuring tool and treatment system control using a turbidity measurement device, the electrical conductivity value and the temperature value. Measurement values can be displayed via a smartphone application. The control system design is working on an automated system. The designed control system has an automated system of working. The results of the system testing showed that the water quality measurement showed the measurement results that matched the measurement. There are two modes of operation: The manual control mode, display on the LCD and the auto mode displayed through an application on a smartphone screen written through the MIT App Inventor program. The measured values of each sensor can be displayed simultaneously on all screens. Another part is the on-off control system. The operation of equipment for water treatment systems relies on electrical disconnection control using solid-state switches. The conditions governing the operation of these devices are obtained by calibrating and comparing the necessary parameters of the water properties and the command system will order the solid-state to work until the water can be adjusted to normal status.

Keywords: Water Treatment System, MIT App Inventor, Smartphone

1. บทนำ

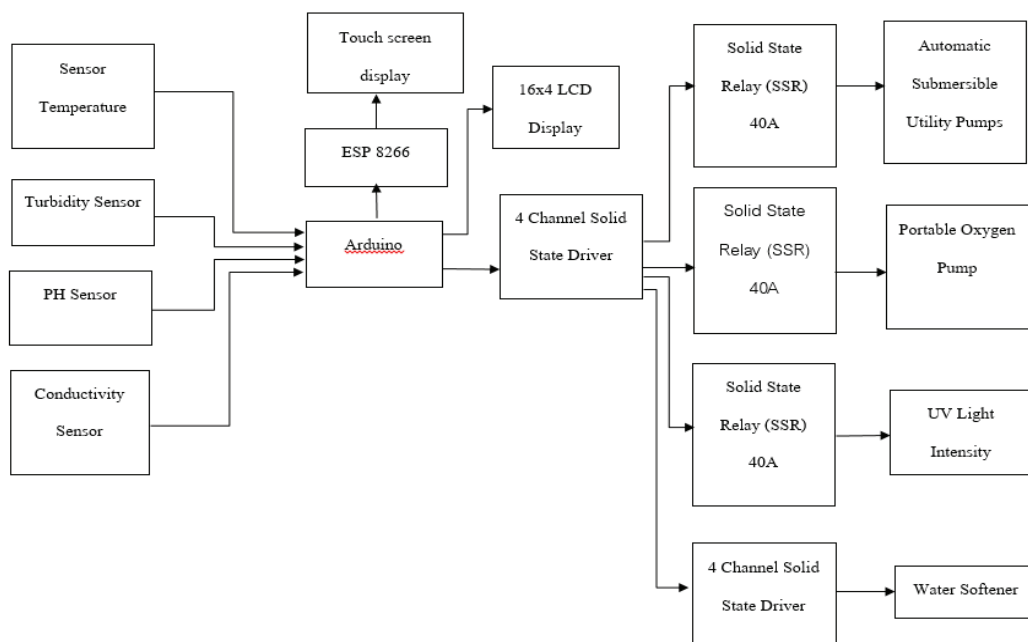
น้ำเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เรียกอีกอย่างว่าตัวทำละลายสากล เนื่องจากว่าทำปฏิกิริยากับสารส่วนใหญ่และจะไม่นำกระแสไฟฟ้า แต่สารที่ผสมกับน้ำสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ คุณสมบัติความหนาแน่นของน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น ความเป็นอยู่ของปลามีความแตกต่างจากสัตว์บกหรือสัตว์เลื้อยคลาน คุณภาพน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยมีสาเหตุจากสภาพแวดล้อม โดยออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตในน้ำจะนำไปใช้หายใจได้นั้นจะต้องละลายลงไปในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมจะทำให้พืชและสัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตได้ดี สภาพน้ำที่มีการสะสมของเศษอาหาร สารเคมีมากเกินไป จะทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำเติบโตช้า แหล่งน้ำที่ใช้ปัจจุบันมาจากหลากหลายแหล่งด้วยกัน การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับความสะดวก ปริมาณวัตถุประสงค์ ได้แก่ (1) น้ำประปา ส่วนเป็นปัญหาที่สำคัญ คือ ปริมาณของคลอรีน ซึ่งมักจะมีความเข้มข้นอยู่ประมาณ 0.5–2.0 ppm การสะสมก๊าซภายในน้ำ และความเป็นกรดของน้ำ (2) น้ำธรรมชาติ เป็นน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง หรือจากระบบชลประทาน เป็นน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งปัญหาที่พบในการใช้น้ำธรรมชาติ คือ อาจมีโรคหรือพยาธิติดมากับน้ำขุ่น (3) น้ำบาดาล มีปัญหาที่ต้องพิจารณา คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเจริญเติบโต

ของพืชหรือการดำรงชีพของสัตว์น้ำนั้น จะมีทั้งคุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา ซึ่งมักจะมีการสัมพันธ์กัน หากคุณสมบัติด้านใดด้านหนึ่งไม่เหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบไปถึงสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ทันที

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กรอบแนวความคิด

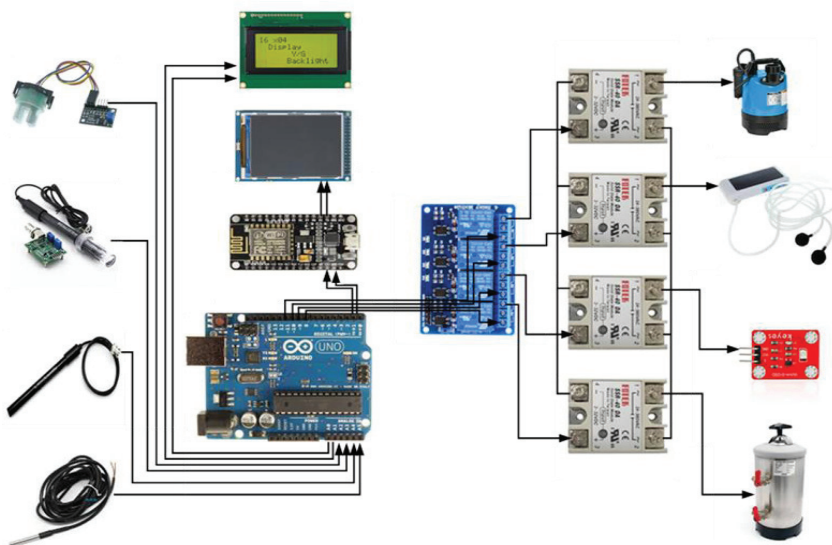
ภาพรวมของระบบการทำงาน เราใช้บอร์ด Arduino ต่อเซ็นเซอร์เพื่อวัดค่าความขุ่นของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ความนำไฟฟ้าของน้ำ และค่าอุณหภูมิของน้ำ ส่วนค่าที่วัดได้ทั้งหมดนี้จะส่งผ่านไปทีบอร์ด Android ทำงานร่วมกับ Node MCU ESP8266 ทำการประมวลผลส่งไปแสดงผลบนจอ LCD, TFT LCD และสมาร์ทโฟน การทำงานของบล็อกไดอะแกรมในส่วนของอินพุตและเอาต์พุต คือ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดคุณภาพจะมีวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ การทำหน้าที่ในการตรวจวัดตามความสามารถของอุปกรณ์ในแต่ละตัว เมื่อถึงค่าตามที่กำหนดข้อมูลค่าวัดจะส่งต่อไปยัง Arduino และมีการประมวลผลค่าเพื่อส่งต่อไปแสดงผลเพื่อแสดงค่าคุณภาพน้ำในการแสดงผ่านหน้าจอ มีการทำงานสองแบบทั้ง Auto และ Manual ในส่วนของเอาต์พุตใช้ค่าที่ได้จากการประมวลผลสัญญาณอินพุตที่มีการกำหนดไว้ตามมาตรฐานการเทียบวัดเป็นเงื่อนไขหลักเพื่อสั่งการทำงานไปที่วงจรเอาต์พุตและแสดงผลการทำงานต่างๆ เช่น หากค่าความขุ่นเกินมาตรฐาน ระบบก็จะมีค่าไปยังชุดควบคุมหลัก จากนั้นส่งงานจากระบบ Android ไปยังโซลิดสเตตเพื่อเปิดปั๊มน้ำให้สูบน้ำเข้าระบบถังกรองน้ำ เพื่อปรับค่าความขุ่นให้คงที่ตามค่ามาตรฐาน



ภาพที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมภาพรวมของระบบ

2.2 ฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบใช้งาน แบ่งออกเป็นส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัด คือ เซนเซอร์ทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่ (1) เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ (EC Sensor Turbidity Sensor) ตรวจสอบจากการนำและหักเหของแสงทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ ให้เอาต์พุตแบบอนาล็อก แรงดันตั้งแต่ 0.4–5 โวลต์ (2) เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0–14 pH ให้เอาต์พุตแบบอนาล็อก แรงดันตั้งแต่ 0.4–5 โวลต์ ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ สามารถแช่น้ำได้ตลอดเวลา (3) เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Analog TDS Sensor) ให้สัญญาณอนาล็อก สามารถใช้ Arduino อ่านค่าได้เลย (4) เซนเซอร์อุณหภูมิ ใช้ IC เบอร์ DS18B20 แบบกันน้ำได้ เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิในของเหลว อุปกรณ์ส่วนควบคุมระบบ ประกอบด้วย Arduino UNO R3 ใช้สำหรับการประมวลผลสัญญาณและสั่งงานการปิด-เปิดโซลิดสเตตสวิตช์ สำหรับโหลดที่ใช้สำหรับระบบเครื่องกรองน้ำ ซึ่งภายในประกอบไปด้วย ปัมป์น้ำ ป้อนออกซิเจน หลอดแสงยูวี และ NodeMCU ESP8266 ใช้สำหรับเชื่อมต่อระบบไวไฟอินเทอร์เน็ตและการแสดงผล



ภาพที่ 2 แสดงภาพจำลองการต่อของอุปกรณ์จริง

2.3 ซอฟต์แวร์

ในการแสดงผลการทำงาน สามารถแสดงผลได้ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 แสดงผลผ่านจอแอลซีดี ซึ่งจะอ่านค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดเพียงอย่างเดียว แบบที่ 2 แสดงผลผ่าน TFT LCD ติดตั้งไว้กับชุดควบคุมหลัก สามารถแสดงผลและควบคุมระบบได้ตามภาพที่ 3 แบบที่ 3 แสดงผลผ่านสมาร์ทโฟน สามารถแสดงผลและควบคุมระบบได้ตามภาพที่ 3 แต่ต้องเชื่อมต่อกับระบบไวไฟอินเทอร์เน็ต โดยเชื่อมต่อผ่านโปรแกรม MIT App Inventor2

รายละเอียดการแสดงผลและการควบคุมโดยการใช้งานผ่าน TFT LCD และสมาร์ทโฟน มีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ หน้าจอที่ 1 การเข้าระบบ ตามภาพที่ 3 (ก) คือ การระบุหมายเลขไอพีของ

ตัวเครื่อง (192.168.43.197) ซึ่งเป็นหมายเลขไอพีของ NodeMCU ESP8266 การระบุไวไฟและรหัสผ่านไวไฟที่เราต้องการใช้งานในตำแหน่งที่ตัวเครื่องติดตั้งอยู่ หลังจากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อระบบ ในขั้นตอนนี้จะทำการกรอกข้อมูลเฉพาะการเข้าใช้งานครั้งแรกเท่านั้น หากผู้ใช้เลือกให้ระบบบันทึกข้อมูลไว้ หน้าจอที่ 2 การแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ตรวจวัดได้ ประกอบด้วย ค่าความขุ่นของน้ำ (NTU) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ความนำไฟฟ้าของน้ำ (ppm) และค่าอุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) รวมถึงสามารถบอกค่าเวลาและวันที่ปัจจุบัน ส่วนการควบคุมการทำงานของระบบสามารถทำการปิด-เปิดระบบอัตโนมัติจากหน้าจอนี้ หน้าจอที่ 3 การตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อควบคุมระบบ เป็นการตั้งค่าเงื่อนไขการทำงานของระบบอัตโนมัติ ในกรณีศึกษา ค่าพารามิเตอร์ที่ตั้งค่าไว้ คือ (1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ที่ต้องการอยู่ระหว่าง 6-9 (2) ค่าความขุ่นของน้ำที่ต้องการอยู่ระหว่าง 4-30 NTU (3) ค่าอุณหภูมิของน้ำที่ต้องการอยู่ระหว่าง 22-35 องศาเซลเซียส (4) ความนำไฟฟ้าของน้ำที่ต้องการอยู่ระหว่าง 100-350 ppm



ภาพที่ 3 การแสดงผลบนจอ TFT LCD และสมาร์ทโฟน (ก) การเข้าระบบ, (ข) การแสดงค่าพารามิเตอร์ และการควบคุมระบบ, (ค) การตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อควบคุมระบบ

นอกจากการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านจอ TFT LCD และสมาร์ทโฟนแล้ว ในระบบนี้ยังสามารถบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการทำงานทั้งหมดไว้ในเบร้าวเซอร์ โดยผ่านระบบ ThingSpeak IoT Platform โดยตั้งค่าให้บันทึกผลการวัดของทุกพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องทุกๆ 1 นาที เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบในอนาคต

3. ผลการวิจัย

ในการทดสอบการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพและความเที่ยงตรงของระบบ ได้ทำการติดตั้งระบบ โดยการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานตามภาพที่ 3 (ค) ก่อนเริ่มการทดลองได้ทำการวัดค่าค่าพารามิเตอร์ไว้ดังนี้ (1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) เท่ากับ 9.5 (2) ค่าความขุ่นของน้ำที่เท่ากับ 820 NTU (3) ค่าอุณหภูมิของน้ำที่เท่ากับ 36.5 องศาเซลเซียส (4) ความนำไฟฟ้าของน้ำที่ต้องการอยู่ระหว่าง 460 ppm และกำหนดให้ภายในเครื่องกรองน้ำมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำงานภายใน 4 ตัว (L1 คือ ป้อนน้ำ/L2 คือ ป้อนออกซิเจน/L3 คือ หลอดแสงยูวี 1/L4 คือ หลอดแสงยูวี 2) หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบระบบแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1



ภาพที่ 4 การติดตั้งระบบเพื่อทดสอบการทำงาน

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ

วันที่	เวลา (น.)	กรด-ด่าง (pH)	ความขุ่น (NTU)	อุณหภูมิ (°C)	ความนำไฟฟ้า (ppm)	สถานะเครื่องกรองน้ำ
1	10.00	9.5	820	36.5	460	L1 = เปิด/L2 = เปิด/ L3 = เปิด/L4 = เปิด
1	10.00–24.00	9.5↓ = 8.7	820↓ = 416	36.5↓ = 33.0	460↓ = 360	L1 = เปิด/L2 = เปิด/ L3 = เปิด/L4 = เปิด

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำ (ต่อ)

2	00.00–24.00	$8.7 \downarrow = 8.2$	$416 \downarrow = 215$	$33.0 \downarrow = 30.3$	$360 \downarrow = 280$	L1 = เปิด/L2 = เปิด/ L3 = เปิด/L4 = ปิด
3	00.00–09.10	$8.2 \downarrow = 7.2$	$215 \downarrow = 80$	$30.3 \downarrow = 23.5$	$280 \downarrow = 120$	L1 = เปิด/L2 = ปิด/ L3 = เปิด/L4 = ปิด
3	09.10–13.20	7.2 ± 0.5	25 ± 5.0	22.5 ± 0.5	120 ± 6.0	L1 = เปิด 20 นาที ± 5 นาที = ปิด 80 นาที ± 5 นาที L2 = เปิด 20 นาที ± 5 นาที = ปิด 50 นาที ± 10 นาที L3 = เปิด 30 นาที ± 5 นาที = ปิด 30 นาที ± 5 นาที L4 = เปิด 30 นาที ± 5 นาที = ปิด 30 นาที ± 5 นาที
3	13.20–24.00	7.2 ± 0.5	18 ± 5.0	23.5 ± 0.5	120 ± 3.0	
4	00.00–24.00	7.2 ± 0.5	15 ± 5.0	23.5 ± 0.4	120 ± 20	
5	00.00–24.00	7.0 ± 0.4	12 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	
6	00.00–24.00	7.0 ± 0.5	12 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	
7	00.00–24.00	7.0 ± 0.5	8 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	
8	00.00–24.00	7.0 ± 0.5	8 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	
9	00.00–24.00	7.0 ± 0.5	8 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	
10	00.00–24.00	7.0 ± 0.5	8 ± 1.0	22.0 ± 0.5	110 ± 6.0	

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพและความเที่ยงตรงของระบบดังตารางที่ 1 เห็นได้อย่างชัดเจนว่าตั้งแต่เริ่มเดินระบบ ค่าพารามิเตอร์ของความขุ่นของน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ความนำไฟฟ้าของน้ำ ค่าอุณหภูมิของน้ำ ลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เครื่องกรองน้ำมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำงานภายใน 4 ตัว ทำงานตลอดเวลาประมาณ 47 ชั่วโมง 10 นาที หลังจากนั้น บั้มออกซิเจนและหลอดยูวี 2 เริ่มหยุดทำงานเนื่องจากความเป็นกรด-ด่างของน้ำกับความนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าอยู่ในระดับที่ตั้งค่าไว้ จนกระทั่งเวลาประมาณ 53 ชั่วโมง 20 นาที นับตั้งแต่เริ่มเดินระบบ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทั้ง 4 ค่า อยู่ในระดับที่ตั้งค่าไว้ ระบบบำบัดคุณภาพน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาได้หยุดทำงานชั่วคราว และเริ่มการทำงานใหม่ตามสภาวะการทำงานของเครื่องกรองน้ำที่ถูกตั้งค่าให้ปิด-เปิด การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในโดยอ้างอิงเงื่อนไขจากค่าพารามิเตอร์ของการตรวจวัดและควบคุมระบบแบบอัตโนมัติ ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะส่งผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการควบคุมของระบบมีค่าคงที่ และเกิดการปรับค่าให้อยู่ในพิกัดที่ตั้งค่าเริ่มต้นไว้

อย่างไรก็ตาม การตั้งค่าและควบคุมระบบแบบอัตโนมัตินี้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยประกอบหลายๆ ด้าน เช่น ขนาดและชนิดของถังกรอง แหล่งที่มาของน้ำที่ใช้ ขนาดของแหล่งน้ำ คุณสมบัติทางด้านกายภาพด้านเคมีและชีววิทยา จึงจะทำให้เครื่องตรวจวัดและควบคุมระบบบำบัดคุณภาพน้ำที่สร้างขึ้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

- กองพล อารีรักษ์. (2560). *การควบคุมแบบอัตโนมัติของระบบปั๊มน้ำสำหรับไร่น้ำสำหรับไร่ส้มลำปะหลังที่ใช้แหล่งพลังงานโซลาร์เซลล์* (รายงานการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ธวัชชัย ทองเหลี่ยม, วีระศักดิ์ ชื่นตา, หฤทัย ดินสกุล, และบรรเจิด เจริญพันธ์. (2557). ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและประมวลผลแบบอัตโนมัติสำหรับกระชังปลาตะเพิม. ใน *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 6 การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้โลกมีสันติสุข* (น. 1–4). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ.
- ประกาศ โฉลกพันธ์รัตน์. (ม.ป.ป.). *น้ำสำหรับปลาสวยงาม*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2562, จาก <https://home.kku.ac.th/pracha>
- รัตนา รัตนจารักษ์. (2555). *การตรวจวัดคุณภาพน้ำ พระตำหนักสวนปทุม จังหวัดปทุมธานี ประจำปี 2553–2554*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, และระชาดา บัวไพร. (2555). *คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สุรียา ศรีวิเศษ. (2561). *Arduino กับเซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ*. สืบค้น 19 ธันวาคม 2561, จาก <https://sites.google.com/site/mikhorkhxthorllexr1/home>
- อนุพงศ์ แก้วเขียว และเสาวลักษณ์ วรรณธนาภา. (2559). ระบบควบคุมไฟฟ้าในห้องพักด้วยบอร์ดรีเลย์แบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้ซิกบี. *วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต*, 12(3), 183–193.

การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ

A DESIGN OF THE HYDROPONIC GREENHOUSE WITH AUTOMATIC ENVIRONMENT CONTROL SYSTEM

อำนาจ ตงต๊ิบ^{1*} ปฏิพัทธ์ ธนอมพงษ์ชาติ¹ พงษ์ธร วิจิตรกุล¹

ยสินทีนี เอ็มหยวก¹ และอนุชา ริกากรณ์¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Amnad Tongtip^{1*} Patipat Thanompongchart¹ Pongtorn Wichitkul¹

Yasintinee Aimyuak¹ and Anucha Rikakorn¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: Amnad.ton@uru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ และทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการปลูกผัก โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชทดลอง (ผักกรีนคอส) ในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติ และนอกโรงเรือนแบบทั่วไปโดยการเติมปุ๋ยน้ำด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าในสารละลาย (Electrical Conductivity, EC) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม การทดลองใช้เวลา 45 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงเพาะเมล็ดในถาดปลูก 7-14 วัน จากนั้นจึงย้ายไปปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ในราง ผลที่ได้พบว่า การปลูกพืชทดลองในโรงเรือนมีค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นอยู่ที่ 1.3-1.4 mS/cm, 5.5-7.0, 28-33°C และ 60-80 %RH ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นอยู่ที่ 0.1767 และอัตราการงอกของใบอยู่ที่ 0.6566 และเมื่อนำไปเทียบกับผลการทดลองกับการปลูกพืชทดลองภายนอกโรงเรือนที่มีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นอยู่ที่ 0.0899 และอัตราการงอกของใบอยู่ที่ 0.4691 พบว่า พืชที่ปลูกในโรงเรือนมีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นที่ดีกว่า 96% และมีอัตราการงอกของจำนวนใบที่ดีกว่า 28.88%

คำสำคัญ: โรงเรือน, ไฮโดรโปนิคส์, ระบบควบคุม

Abstract

This research aims to design and build a hydroponics vegetable greenhouse with an automatic environment control system and to test the environmental control system to find suitable conditions for growing vegetables. In this research, a comparative of experiment of growing experimental plants (Green Cos vegetables) is designed in an automated system and outside conventional systems with adding liquid fertilizer. Then the electrical conductivity is

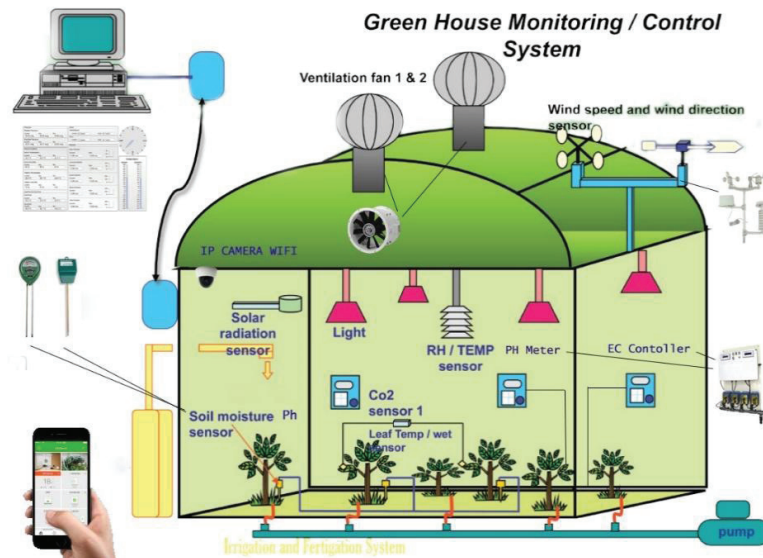
measured in the solution which are pH, temperature, and humidity within the appropriate range. The experiment test in 45 days with 7-14 days seeding period in trays and then transferred to hydroponics in troughs. The results showed that the experimental cultivation in greenhouses had EC, pH, temperature, and humidity at 1.3–1.4 mS/cm, 5.5–7.0, 28–33°C and 60–80 %RH, respectively. The stem has growth rate at 0.1767 and the leaf germination rate was 0.6566. The planting outside the greenhouse has growth rate at 0.0899 and the leaf germination rate at 0.4691. Then, compared with the experimental results, it was found that, plants grown in greenhouses had better stem growth rates of 96% and leaf germination rates of 28.88%.

Keywords: Greenhouse, Hydroponic, Control System

1. บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์เป็นที่นิยมอย่างมากในประเทศไทยเนื่องจากใช้พื้นที่ไม่มาก และสามารถปลูกโดยไม่ใช้ดิน นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้เมื่อเทียบกับการปลูกบนดิน เช่น การให้ปุ๋ยทางน้ำ การปรับค่า pH การปรับระดับน้ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ยังมีปัจจัยอื่นในด้านสภาพแวดล้อมที่ช่วยให้ผักมีการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งหากไม่มีเวลาในการดูแลเอาใจใส่ สิ่งเหล่านี้จะเป็นผลให้ผักอาจจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีพอ การปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ทั่วไปจะเป็นการปลูกแบบให้ปุ๋ยทางน้ำและไหลวนในรางปลูก (Al-Ali, A. R. et al., 2019) โดยมีสแลนบังแสงไว้ด้านบนรางปลูก ซึ่งปลูกในระบบเปิดหรือบางแปลงอาจจะเพิ่มเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ (สกรณ์ บุขง และคณะ, 2563; รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร, 2561, น.74–82) เพื่อตรวจสอบสภาพอากาศ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ทำให้การปลูกในช่วงที่อากาศร้อนจัด (ฤดูร้อน) หรือช่วงที่มีความชื้นสูง (ฤดูฝน) ผลผลิตอาจจะได้ไม่ดีพอหรือเสียหายไปในที่สุด ดังนั้น หากมีระบบที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกที่เหมาะสม (Lin, X. et al., 2021; รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช, 2560; Pitakphongmetha, J. et al., 2016; Muangprathub, J. et al., 2019) ผลผลิตที่ได้ก็จะออกมาดีและสามารถปลูกได้ในทุกฤดูกาล

ในงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ที่มีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ ซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ปริมาณการใส่ปุ๋ย และแสง เป็นต้น โดยจะทำการออกแบบและหาเงื่อนไขที่ใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในทุกสภาพอากาศ



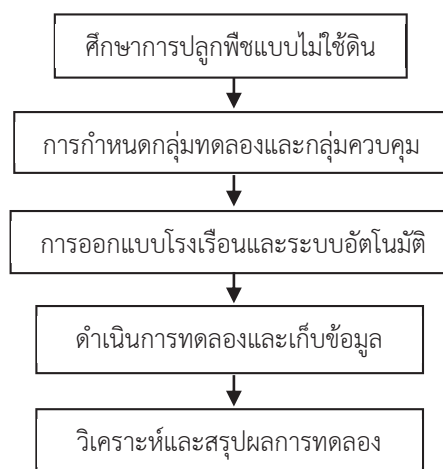
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโรงเรือนสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ (ศุภฤกษ์ เชาวลิตรระกุล, 2560)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 ออกแบบและสร้างโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ
- 2.2 ทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการปลูกผัก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อมุ่งหาประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในโรงเรือน ดังนั้นเพื่อให้การทำวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังแผนผังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงแผนผังการดำเนินงาน

โดยมีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

ในส่วนของการศึกษาการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งเป็นการปลูกโดยใช้รากแช่อยู่ในสารละลายและให้ธาตุอาหารผ่านราก โดยใช้รางทดลองขนาดกว้าง 5–7 เซนติเมตร สูง 3–5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3 เมตร การไหลของสารละลายเป็นแบบต่อเนื่อง โดยปั๊มทำการดูดสารละลายไหลผ่านรากแล้ววนกลับมายังถังเก็บสารละลายด้วยอัตราการไหลในแต่ละรางอยู่ในช่วง 1–3 ลิตรต่อนาที

3.2 การกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สำหรับการกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มดังต่อไปนี้

กลุ่มทดลอง คือ การทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยมีระบบอัตโนมัติในการควบคุมปัจจัยให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน และแสง (เพิ่มแสงในเวลากลางวัน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่านำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย ซึ่งพืชที่ใช้ในการทดลอง คือ ผักกรีนคอส (Green Cos)

กลุ่มควบคุม คือ ทดลองการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ในระบบปกติ โดยมีการเติมสารละลาย A และ B ทุกๆ 7 วัน และไม่มีมีการควบคุมหรือปรับสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงเรือน โดยใช้ผักชนิดเดียวกันกับกลุ่มทดลอง

3.3 กำหนดตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรต้น คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบปกติและแบบใช้ระบบอัตโนมัติช่วยในการควบคุมปัจจัย

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในการทดลอง โดยวัดจากจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสด

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ค่าความกรด-ด่าง (pH) ค่านำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย (ซึ่งประกอบไปด้วยปุ๋ย A และปุ๋ย B ที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง) และอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

3.4 การออกแบบโรงเรือนและระบบอัตโนมัติ

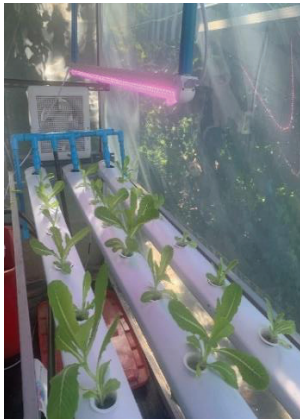
ในการออกแบบโรงเรือน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโครงสร้างให้มีลักษณะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิแสง (เพิ่มในเวลากลางวัน) อัตราการหมุนเวียนของลม ความชื้นสัมพัทธ์ โดยลักษณะของโรงเรือนแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งมีขนาดกว้าง × ยาว × สูง เป็น 2 × 4 × 2.7 เมตร และระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมปัจจัยสำหรับการทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ อุณหภูมิ ความชื้น แสง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย โดยแสดงดังภาพที่ 4 และ 5



(ก) การคลุมโรงเรือน



(ข) โครงและรางน้ำ

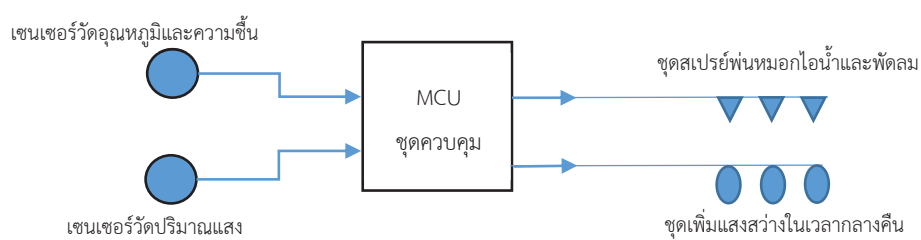


(ค) ไฟแสงสว่างและชุดพัฒนาระบายอากาศ

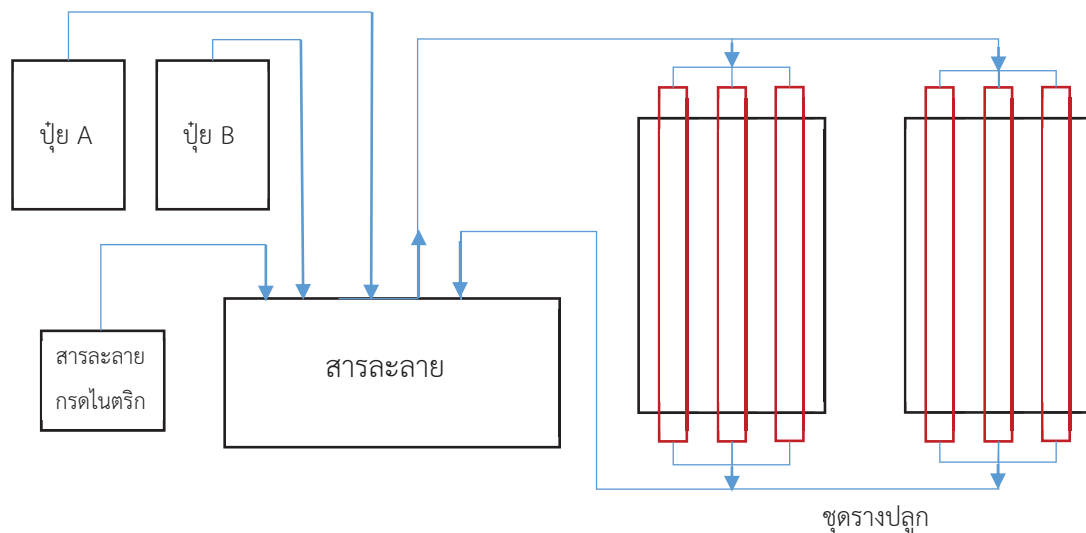


(ง) อุปกรณ์วัด EC และ pH

ภาพที่ 3 ลักษณะโรงเรือนและอุปกรณ์ในโรงเรือน



ภาพที่ 4 ระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และวัดปริมาณแสง



ภาพที่ 5 ระบบอัตโนมัติในการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย

4. ผลการวิจัย

ในส่วนของการทดสอบและเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นั้นจะทำการทดสอบค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลของการปลูกในโรงเรือน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บค่า EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, อุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน โดยทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ ด้วยระบบอัตโนมัติและระบบทั่วไปที่ทำการปลูกนอกโรงเรือนในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยทำการทดลองปลูกไว้บริเวณข้างเคียงกับโรงเรือน โดยแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป (นอกโรงเรือน)

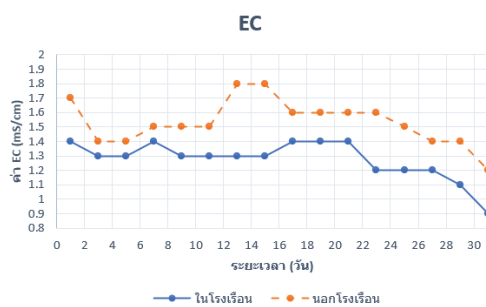
ผลของการปลูกพืชแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ และการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป โดยในการทดลองนี้ได้ทำการวัดค่า EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, การเพิ่มสารละลาย อุณหภูมิและความชื้น ซึ่งใช้เวลาในการปลูก 45 วัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติและระบบทั่วไป

วันที่	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติ								การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบทั่วไป							
	EC (mS/cm)	pH	จำนวน ใบ (ใบ)	ความ ยาว ลำต้น	การเพิ่ม สารละลาย		อุณหภูมิ °C	ความชื้น	EC (mS/cm)	pH	จำนวน ใบ (ใบ)	ความ ยาว ลำต้น	การเพิ่ม สารละลาย		อุณหภูมิ °C	ความชื้น
					เติม	ไม่ เติม							เติม	ไม่ เติม		
1	1.4	6.9	2	0.1		✓	33.5	73	1.7	5.4	2	0.1	✓		36.2	78
3	1.3	7.1	3	0.2		✓	31.8	74	1.4	6.4	2	0.1		✓	34.9	76
5	1.3	7.3	5	0.5		✓	32.6	77	1.4	6.5	3	0.1		✓	39.9	81
7	1.4	7.0	6	0.5		✓	30.6	72	1.5	6.6	4	0.3	✓		32.3	74
9	1.3	6.9	7	0.5		✓	30.6	72	1.5	6.5	4	0.3		✓	32.1	76
11	1.3	6.7	8	0.5		✓	32.0	72	1.5	6.3	5	0.3		✓	36.3	78
13	1.3	6.8	8	0.6		✓	30.8	74	1.8	6.1	6	0.3	✓		33.8	77
15	1.3	6.5	10	1.0		✓	31.0	74	1.8	6.2	7	0.3		✓	37.5	78
17	1.4	6.6	12	1.2		✓	31.9	76	1.6	6.2	8	0.3		✓	33.0	83
19	1.4	6.8	13	1.5		✓	32.7	64	1.6	6.2	9	0.4		✓	35.5	76
21	1.4	6.3	14	2.0		✓	30.8	74	1.6	6.3	10	0.4		✓	33.5	82
23	1.2	6.8	16	3.0		✓	31.4	76	1.6	6.2	11	1.2		✓	35.4	84
25	1.2	6.9	18	4.0		✓	29.0	80	1.5	6.3	11	1.4	✓		37.6	83
27	1.2	6.8	19	4.5		✓	31.9	75	1.4	6.5	13	2.2		✓	36.3	80
29	1.1	6.8	20	4.5		✓	28.6	90	1.4	6.5	14	2.5		✓	30.0	91
31	0.9	6.8	22	5.5		✓	32.2	76	1.2	6.5	17	3.5		✓	34.1	78

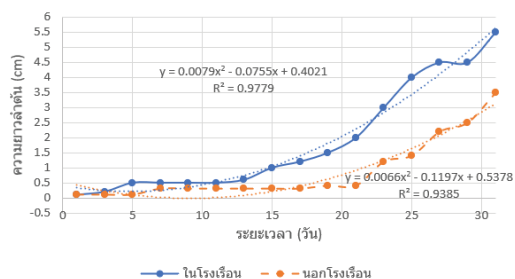
ตารางที่ 1 แสดงผลการเก็บข้อมูลหลังจากที่พืชเริ่มมีใบเลี้ยงงอกขึ้น ซึ่งได้ทำการเพาะเมล็ดผ่านไป 10-14 วัน และเริ่มนำต้นอ่อนย้ายไปลงในแปลงทดลองในช่วงกลางเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นฤดูฝน และทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาประมาณ 09.30-10.00 น.

จากผลการทดลองของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบอัตโนมัติและระบบทั่วไป พบว่า เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดสอบ ประกอบไปด้วย EC, pH, จำนวนใบ, ความยาวลำต้น, การเพิ่มสารละลาย, อุณหภูมิและความชื้น มาสร้างเป็นกราฟความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละค่าแสดงในภาพที่ 7



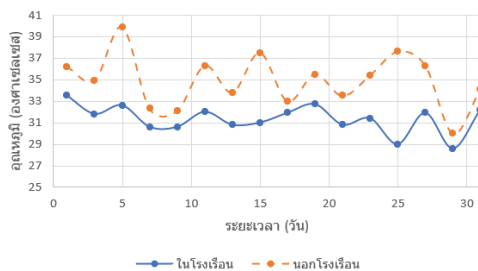
(ก) ค่า EC

ความยาวลำดับ

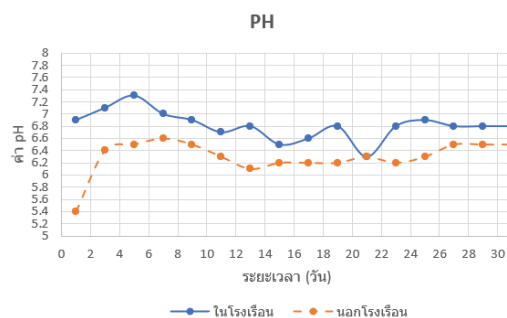


(ค) ความยาวลำต้น

อุณห์ภูมิ

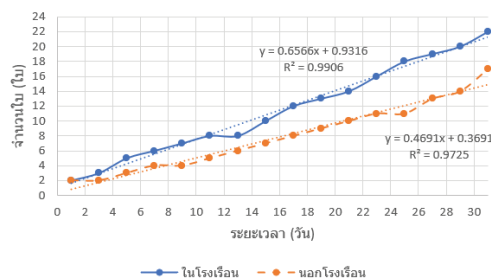


(จ) อุณหภูมิต่ำ



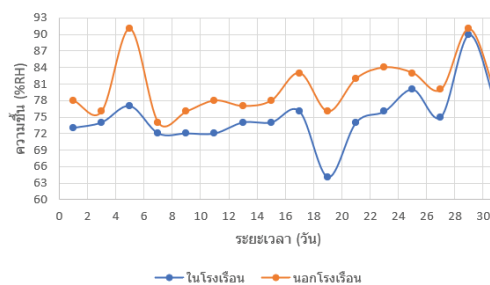
(ข) ค่า pH

จำนวนใบ



(ง) จำนวนใบ

ความชื้น



(จ) ความชื้น

ภาพที่ 7 ผลการวิจัย

5. บทสรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยการปลูกพืชในโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ ด้วยการควบคุม EC, pH ในสารละลาย และอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน สามารถสรุปได้สองส่วน คือ ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติในโรงเรือน และผลการเจริญเติบโตของพืชทดลองที่ใช้ปลูก (ผักกรีนคอส) ในส่วนของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติในโรงเรือน ค่า EC และ pH ของสารละลายที่ใช้เลี้ยงพืชทดลองได้ทำการกำหนดให้อยู่ในช่วง 1.3–1.4 ms/cm และ 5.5–7.0 ตามลำดับ (www.kasetporpeang.com) ซึ่งระบบควบคุมสามารถทำงานให้ค่าอยู่ในช่วงดังกล่าวได้ค่อนข้างดี ดังแสดงในภาพที่ 4(ก) และ 4(ข) สำหรับค่า EC และ pH ตามลำดับ โดยค่า EC ของการปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เฉลี่ยเป็น 1.275 และ 1.531 ms/cm ตามลำดับ และค่า pH เฉลี่ยเป็น 6.812 และ 6.293

สำหรับในและนอกโรงเรือน ตามลำดับ แต่ก็มีบางช่วงที่ค่า EC อยู่นอกช่วง เนื่องจากช่วงเวลานั้นมีฝนตก และเมฆมากจึงทำให้พืชเกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ (Burn Trip) ค่า EC จึงถูกปรับลดลงมาที่ 1.2 ms/cm เพื่อให้พืชลดการดูดซึมของธาตุอาหารในส่วนของอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ค่าอุณหภูมิได้ถูกกำหนดให้ไม่เกิน 40°C โดยวัดค่าเฉลี่ยของในโรงเรือนและนอกโรงเรือน คือ 31.33°C และ 34.9°C ตามลำดับ และความชื้นอยู่ในช่วง 60–80 %RH (รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร, 2561, น.74–82) ซึ่งวัดค่าเฉลี่ยของในโรงเรือนและนอกโรงเรือน คือ 74.93 และ 80.31 ตามลำดับ และเมื่อนำค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นที่เฉลี่ยตลอดช่วงการปลูก (30 วัน หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 14 วัน) ในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเปรียบเทียบกับโรงเรือนกลางแจ้ง พบว่า ความแตกต่างของค่า EC, pH, อุณหภูมิและความชื้นเป็น 20.09%, 7.61%, 10.2% และ 6.69% ตามลำดับ

ในส่วนของการเจริญเติบโตของพืชทดลองปลูก (ผักกาดปลุก) พบว่า การเจริญเติบโตในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติของความยาวลำต้นและจำนวนใบ สามารถนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการปลูกดังแสดงในภาพที่ 4(ค) และ 4(ง) ตามลำดับ โดยในกราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เป็นสมการพหุนามกำลังสองสำหรับความยาวลำต้น และสมการเส้นตรงสำหรับจำนวนใบ โดยมีความชันของการเจริญเติบโตของความยาวลำต้นและการงอกของใบเป็น 0.0158 และ 0.6566 ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าการเจริญเติบโตของการปลูกกลางแจ้งที่มีความชันของการเจริญเติบโตของความยาวลำต้น และการงอกของจำนวนใบที่ 0.0132 และ 0.4691 ตามลำดับ พบว่าการปลูกในโรงเรือนมีอัตราการเจริญเติบโตของความยาวลำต้นดีกว่า 19.70% และมีอัตราการงอกของจำนวนใบที่ดีกว่า 28.88% และเมื่อทำการปลูกครบระยะเวลา 45 วัน น้ำหนักของพืชทดลองที่ปลูกในโรงเรือนหนักเฉลี่ย 89 กรัมต่อต้น และนอกโรงเรือนหนักเฉลี่ย 63 กรัมต่อต้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการปลูกในโรงเรือนและนอกโรงเรือน พบว่า การปลูกในโรงเรือนมีน้ำหนักเฉลี่ยของพืชทดลองมากกว่าการปลูกกลางแจ้งอยู่ 41.3% ซึ่งจากผลการวิจัยที่ทำการทดสอบในฤดูฝนที่มีปัญหาในเรื่องของความชื้นที่ทำให้ผักกาดปลุกเจริญเติบโตได้ไม่ดี (เมื่อเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง) พบว่า การปลูกในโรงเรือนสามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และทำให้ผักกาดปลุกเจริญเติบโตได้ดีกว่า

6. ปัญหาที่พบในงานวิจัย

6.1 ในขณะที่เริ่มปลูกได้ 7–10 วัน พบหอยทากได้มาทำลาย (กิน) ต้นอ่อน โดยในโรงเรือนเสียหายไปประมาณ 20% ของจำนวนช่องปลูกทั้งหมด (6 ช่อง จากทั้งหมด 30 ช่อง) ในขณะที่นอกโรงเรือนถูกทำลายไป 60% (9 ช่อง จากทั้งหมด 15 ช่อง)

6.2 ในโรงเรือนมีเพียงพัดลมระบายอากาศจากในโรงเรือนออกข้างนอก จึงทำให้ไม่สามารถลดความชื้นให้ต่ำกว่านอกโรงเรือนได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะเกิดขึ้นในกรณีที่ภายนอกโรงเรือนมีความชื้นที่สูง (วันที่ฝนตก) ในขณะที่ความชื้นในโรงเรือนมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้

6.3 พืชทดลอง (ผักกรีนคอส) เกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากในวันที่ฝนตก และแสงน้อย พืชจะลดการคายน้ำที่ใบ และเมื่อปริมาณธาตุอาหารเท่าเดิม พืชจึงเกิดลักษณะดังกล่าว

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ก่อนเริ่มการปลูก ให้ทำการโรยปูนขาวลงบนพื้นภายในโรงเรือนและรอบๆ เพื่อเป็นการป้องกัน หอยทากเข้ามาในโรงเรือน และทำการสำรวจรอบๆ บริเวณพื้นโรงเรือน หากพบหอยทากให้ทำการกำจัด ก่อนที่จะเริ่มปลูกพืช

7.2 เพิ่มอุปกรณ์ลดความชื้นในโรงเรือนเพื่อใช้สำหรับลดความชื้นในกรณีที่ความชื้นในโรงเรือน เกินค่าที่กำหนด และภายนอกโรงเรือนมีความชื้นที่สูงกว่าภายในโรงเรือน

7.3 ในกรณีที่เกิดการไหม้ที่บริเวณปลายใบ ให้ทำการลดการให้ปุ๋ย โดยลดค่า EC ลงในสารละลาย หรือเจือจางด้วยการเติมน้ำเปล่า

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

9. เอกสารอ้างอิง

- รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร. (2561). ระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และ เครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก. *Journal of Information Science and Technology*, 8(2), 74–82.
- รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช. (2560). การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- ศุภฤกษ์ เขาวลิตระกูล. (2560). ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- สกรณ์ บุชบง, วราวุธ จอสูงเนิน, และอมรเพชร ตลับทอง. (2563). การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 4(1), 61-71.
- Al-Ali, A. R., Al Nabulsi, A., Mukhopadhyay, S., Awal, M. S., Fernandes, S., and Ailabouni, K. (2019). IoT-solar energy powered smart farm irrigation system. *Journal of Electronic Science and Technology*, 17(4). 100017.

- Lin, X., Sun, X., Manogaran, G., and Rawal, B. S. (2021). Advanced energy consumption system for smart farm based on reactive energy utilization technologies. *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106496.
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., and Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467–474.
- Pitakphongmetha, J., Boonnam, N., Wongkoon, S., Horanont, T., Somkiadcharoen, D., and Prapakornpilai, J. (2016). Internet of Things for Planting in Smart Farm Hydroponics Style. In *2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 1–5). Chiang Mai, Thailand.

การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง
ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

DESIGN OF WOMEN'S CLOTHING FROM WOVEN CLOTH FOR KHUN DONG SHOP
NAM ANG WOVEN FABRIC TRON DISTRICT UTTARADIT PROVINCE

จรรยา อนุศรี^{1*} เรือนขวัญ หุ่นเรียงใจ¹ อูสุมา พันไพศาล¹ และศุทธิณี กล่อมแสร¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Janya Anusri^{1*} Rueankhwan Roonreangjai¹ Usuma Phunpaisan¹ and Sutthinee Klomsae¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: Janyaanusri2543@gmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ ให้ความสำคัญสอดคล้องกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีเพื่อโซลวตลาดผ้าทอน้ำอ่าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของร้านที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยเริ่มจากการใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการเป็นไปได้ในการออกแบบและกระบวนการผลิตเครื่องแต่งกายสตรี จากผ้าขึ้นดินจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง แบบสอบถามข้อมูลความคิดเห็นผู้ประกอบการ จำนวน 3 คน เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นดินจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นดินจกน้ำอ่าง และแบบสอบถามข้อมูลความพึงพอใจผู้ประกอบการและผู้บริโภค จำนวน 86 คน เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นดินจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

เมื่อได้ผลสรุปของการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ พบว่า ลายหลักของผ้าขึ้นดินจกบ้านน้ำอ่าง มีลายหลัก 9 ลาย และนำมาออกแบบร่างโดยใช้แนวคิดด้านแฟชั่น Elizabethan Style จำนวน 3 ชุด เพื่อนำไปถามความคิดเห็นของผู้ประกอบการเกี่ยวกับหลักการออกแบบชุดเครื่องแต่งกายสตรี โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น ผลสรุปคือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นนำรูปแบบร่างที่ได้ข้อสรุปนำมาผลิตชุดเครื่องแต่งกายสตรี แล้วนำแบบชุดเครื่องแต่งกายสตรีที่เสร็จสมบูรณ์มาทำการทดสอบความพึงพอใจต่อผู้ใช้บริการร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 86 คน โดยมีความพึงพอใจในรูปแบบด้านขนาดและสัดส่วน ด้านการตัดกันและด้านสีสน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.14) ด้านสีสนมากที่สุด

คำสำคัญ: การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี, ผ้าขึ้นดินจกบ้านน้ำอ่าง, ร้านคุณโด่งผ้าทอน้ำอ่าง

Abstract

This research on design of women's clothing from woven cloth for Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province, with intention to be consistent with design of women's clothing for showing patterns of Nam Ang woven fabric aims to design women's clothing from woven cloth for Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province, and to assess satisfaction of the shop towards women's clothing for Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province. The research started from using interview form as the research tool to obtain primary data and guidelines on feasibility of design and production process of women's clothing from woven cloth for Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province. Subsequently, questionnaires were used for obtaining opinions from 3 entrepreneurs on design of women's clothing from woven cloth regarding drawing of design of women's clothing from woven cloth and satisfaction of 86 entrepreneurs and consumers on design of women's clothing from woven cloth for Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province.

After obtaining conclusion on design of women's clothing from the interview with those entrepreneurs, it was found that there were 9 major patterns of Nam Ang woven fabric and they were designed under the fashion concept of Elizabethan Style to obtain 3 designs before obtaining opinions from entrepreneurs on design principles of women's clothing through questionnaires. The results revealed that the 3rd design had the highest level of appropriateness. Subsequently, obtained design was produced as women's clothing and it was tested by 86 customers of Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric, Tron District, Uttaradit Province, to obtain their satisfaction. The results revealed that, in overall, their satisfaction towards size and proportion, and contrast and colors was in the highest level ($\bar{x} = 4.70$) with Standard Deviation (S.D. = 0.14) on color in the highest level.

Keywords: Design of Women's Clothing, Nam Ang Woven Fabric, Khun Dong Shop Nam Ang Woven Fabric

1. บทนำ

จากอดีตถึงปัจจุบัน หมู่บ้านน้ำอ่างเป็นคนไทยวนที่ได้ทำการอพยพมาจากเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ในสมัยต้นกรุงรัตนโกสินทร์ ประมาณสองร้อยปีที่ผ่านมา น้ำอ่างนับเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งแม่น้ำลำธารที่ใสสะอาด มีทรัพยากรป่าไม้ มีสัตว์นานาชนิดร่วมอาศัยอยู่ด้วยกันกับชาวบ้านได้อย่างมีความสุข ผู้คนล้วนมีจิตใจเมตตากรุณา ชอบทำบุญตักบาตร หมู่บ้านน้ำอ่างนับมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก

เมื่อหมดฤดูเกษตรกรรม ผู้หญิงส่วนมากก็จะทอผ้าหลังจากว่างจากการทำเกษตรกรรม โดยจะมีการทอผ้าทั้งหมด 3 ผืน ได้แก่ ผืนที่หนึ่งไว้สำหรับตนเองตอนแต่งงาน ผืนที่สองไว้สำหรับลูกบวช ผืนที่สามจะทอไว้สำหรับตอนตนเองจากโลกแล้ว โดยเป็นความเชื่อว่าจะมาเกิดในชนชาติพันธุ์ของไทยวนอีกครั้ง ที่สื่อถึงความรักแต่บรรพชนชาวไทยวน นอกจากนี้ผ้าตีนจกน้ำอ่าวยังมีลวดลายเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งเป็นศิลปหัตถกรรมประจำหมู่บ้านที่สืบทอดต่อกันยาวนานตั้งแต่บรรพบุรุษ และยังคงรักษาประเพณีวัฒนธรรมตลอดจนวิถีชีวิตของตนเองไว้ เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน ก็ยังคงใช้อักษรธรรมล้านนา ประเพณีการทำบุญ พิธีกรรมต่างๆ เกี่ยวกับผีบ้านผีเรือน และศิลปหัตถกรรมการทอผ้าที่ยังคงติดตัวมา ที่ยังคงเอกลักษณ์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน (องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำอ่า, 2549)

ร้านคุณโด่ง บ้านน้ำอ่า นับเป็นกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอที่มีชื่อเสียงในจังหวัดอุดรดิตถ์ มีสมาชิกในกลุ่มทั้งหมด 36 คน กลุ่มผ้าทอน้ำอ่ามีการผลิตผ้าทอพื้นบ้านหรือผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่า เป็นผ้าทอที่นิยมนำมาใช้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เป็นสมบัติทางชาติพันธุ์ที่สืบทอดมาจากบรรพชนชาวไทยวนที่อพยพมาจากเมืองเชียงแสน นอกจากนี้ผ้าทอน้ำอ่ายังมีการทอผ้าที่ยังคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ตามรูปแบบของบรรพชนชาวไทยวนที่ได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ ที่สื่อถึงความเป็นผ้าทอน้ำอ่า มีความประณีต แสดงถึงความเป็นล้านนา ในปัจจุบันกลุ่มผ้าทอน้ำอ่ามีการผลิตและจัดจำหน่ายผ้าทอที่เป็นรูปแบบเป็นผืน ที่มีลวดลายของผ้าทอน้ำอ่าที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะกลุ่มผ้าทอน้ำอ่า ประกอบด้วยลายหลักทั้งหมด 9 ลาย คือ ลายหงส์เชียงแสน (ลายหงส์แล้วแคล้วบ่จอด) ลายหงส์ใหญ่ ลายหงส์มีหงอน ลายขอกระบือ ลายโกมถลอ ลายโกมถลอใหญ่ ลายโกมถล่อน้อย ลายนกยางโอน และลายนกมีหงอน ที่เป็นเอกลักษณ์ของผ้าทอน้ำอ่าที่สะท้อนถึงบรรพชนชาวไทยวน

จากข้างต้น ผู้วิจัยต้องการที่จะนำผ้าทอของกลุ่มที่มีความโดดเด่นทางด้านลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ที่มีความประณีตและบรรจงลงอยู่บนผืนผ้าทอ ผ่านการทอโดยช่างที่มากประสบการณ์และมีความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษชาวไทยวน เพื่อนำมาออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีที่สามารถใช้ถึงความเป็นผ้าทอน้ำอ่าอันทรงคุณค่า ความเป็นเอกลักษณ์ของทางกลุ่ม ผ่านลายผ้าทอ 9 ลายหลัก ที่เป็นลายเอกลักษณ์แสดงถึงจุดเด่นของผ้าทอของกลุ่มผ่านการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่า

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่า อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์
- 2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจของร้านที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่า อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตในการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี โดยใช้ลวดลายผ้าทอน้ำอ่าง 9 ลายหลัก ร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

1) ศึกษาข้อมูลแหล่งที่มาของข้อมูลในการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี โดยใช้ลวดลายผ้าทอน้ำอ่าง 9 ลายหลัก ร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี ได้รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1.1) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง นิตยสาร อินเทอร์เน็ต วารสาร ห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และโซเชียลเน็ตเวิร์ก ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ

1.2) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้มาจากการทำแบบสอบถาม สัมภาษณ์แนวทางการต้องการของกลุ่มผ้าทอน้ำอ่าง ร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี โดยใช้ลวดลายผ้าทอน้ำอ่าง 9 ลายหลัก

3.1.2 ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ สมาชิกกลุ่มผ้าทอในตำบลน้ำอ่างและผู้บริโภคผ้าทอน้ำอ่าง ในระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 126 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริโภคผ้าทอน้ำอ่าง กลุ่มผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ในระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 86 คน

3.1.3 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

1) ตัวแปรต้น จากกรณีผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง เป็นผ้าที่มีลวดลายสวยงามและเป็นเอกลักษณ์ที่สื่อถึงความประณีต จึงมีการประยุกต์ลวดลายลงบนผืนผ้าให้มีความสวยงามและแปลกใหม่ ผสมผสาน 9 ลายหลัก ที่เป็นเอกลักษณ์ของผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง ที่เกิดการพัฒนามาเป็นลวดลายบนผ้าขึ้นตีนจกแบบใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์และไม่เหมือนกับผ้าขึ้นตีนจกกลุ่มอื่น และยังคงอนุรักษ์รูปแบบลวดลายดั้งเดิมของผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่างต่อไป

2) ตัวแปรตาม จากการนำเอาผ้าขึ้นตีนจกที่มีอยู่ของทางกลุ่มมาออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีที่สามารถสื่อถึงความเป็นจุดเด่นของผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง 9 ลายหลัก ที่เป็นเอกลักษณ์ของกลุ่มผ้าทอน้ำอ่าง มีกลิ่นอายความเป็นผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง ผ่านการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี

3.1.4 ขอบเขตในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

1) การศึกษาลายผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง 9 ลาย ดังนี้ (1) ลายหงส์เชื่องแสน (2) ลายหงส์ใหญ่ (3) ลายหงส์มีหงอน (4) ลายขอกระเบื้อง (5) ลายโกมถมลอย (6) ลายโกมถมใหญ่ (7) ลายโกมถมน้อย (8) ลายนกยางโอง และ (9) ลายนกมีหงอน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี

2) การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี ทำการศึกษารูปแบบการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง 9 ลาย มาออกแบบและใช้ในการตัดเย็บโดยใช้แนวคิด Elizabethan Style

3) ออกแบบชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง เพื่อโซว์ลวดลายผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง สำหรับใส่หุ่นโชว์

3.2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอตีนจก 9 ลาย มาใช้ในการตัดเย็บ โดยใช้แนวคิด Elizabethan Style สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

3.2.2 แนวคิดในการตัดเย็บเครื่องแต่งกายสตรีจากส่วนประกอบเสื้อผ้าที่เน้นลายผ้าทอจากผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยใช้แนวคิดของวินทรสอนพรินทร์ (2559) ได้กล่าวไว้ 5 ข้อ ดังนี้ การต่อผ้า การเย็บตะเข็บ การต่อลายผ้า การเย็บผ้าจีบรูด และการเย็บประกอบ

3.2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความพึงพอใจของร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้กล่าวไว้ 3 ข้อ และได้นำมาใช้ 3 ข้อ ดังนี้ ด้านขนาดสัดส่วน ด้านการตัดกัน และด้านสีสันท

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในส่วนการศึกษาการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง

1) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการเป็นไปได้ในการออกแบบและกระบวนการผลิตเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง

2) แบบสอบถามข้อมูลความคิดเห็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจแบบสอบถามข้อมูลความพึงพอใจผู้ประกอบการและผู้บริโภคเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการเป็นไปได้ในการออกแบบและกระบวนการผลิตเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง

3.4.2 รวบรวมข้อมูลความคิดเห็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง

3.4.3 รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจผู้ประกอบการและผู้บริโภคเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

3.4.4 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์และสรุปผล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการเป็นไปได้ในการออกแบบและกระบวนการผลิตเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์โดยนำข้อมูลมาสรุปผล

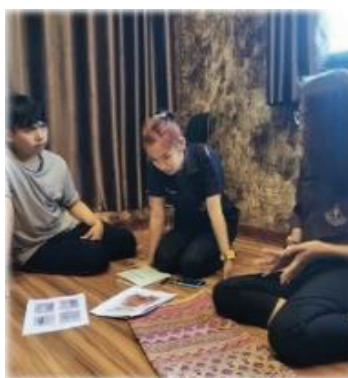
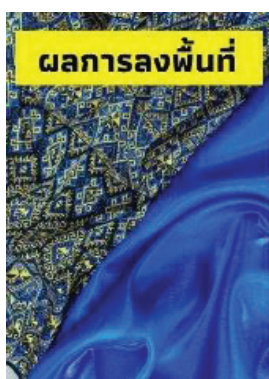
3.5.2 การวิเคราะห์แบบสอบถามข้อมูลความคิดเห็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์โดยนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.5.3 การวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจผู้ประกอบการและผู้บริโภคเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์โดยนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

4.1.1 ผลการลงพื้นที่สัมภาษณ์และศึกษาลายผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยศึกษาลายผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง พบว่า ลายหลักของผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง มีลายหลัก 9 ลาย ตามข้อมูลของร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง เพื่อนำลายมาทำแบบสอบถามความเหมาะสมในการออกแบบชุดเครื่องแต่งกายสตรีตามความต้องการของเจ้าของร้าน และศึกษารูปแบบของชุดเครื่องแต่งกายสตรี การวางลวดลาย ออกแบบชุด และเทคนิคต่างๆ ในการตัดเย็บชุดเครื่องแต่งกายสตรี เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบให้เหมาะสมกับลายผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่างลายหลัก 9 ลาย



ภาพที่ 1 ลงพื้นที่สอบถามข้อมูลผู้ประกอบการร้านคุณโด่ง บ้านน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์



1. ลายหงส์เฉียงแสน



2. ลายหงส์ใหญ่



3. ลายหงส์มีหงอน



4. ลายขอกระเบื้อง



5. ลายโกมกลมลอย



6. ลายโกมกลมใหญ่



7. ลายโกมกลมน้อย



8. ลายนกยางโอน



9. ลายนกมีหงอน

ภาพที่ 2 ลายหลักผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง

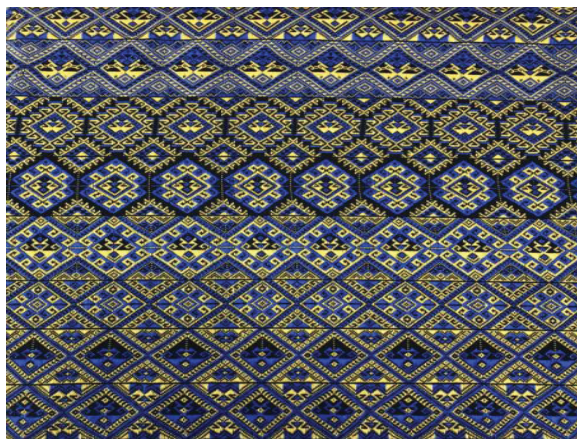
4.1.2 ผลการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอดุสิต จังหวัดอุดรธานี จากการลงพื้นที่ร้านผ้าทอน้ำอ่างคุณโด่ง อำเภอดุสิต จังหวัดอุดรธานี พบว่าทางร้านต้องการพัฒนาชุดเครื่องแต่งกายสตรี จากผ้าทอน้ำอ่าง 9 ลาย โดยใช้แนวคิดแฟชั่น Elizabethan Style จากการถอดรูปลักษณะของเครื่องแต่งกายโดยได้แนวคิดและแรงบันดาลใจมาจากการแต่งกายของหญิงสาวชนชั้นสูงในยุคเอลิซาเบธ เป็นวัฒนธรรมยุคกลางในยุโรป ต้นกำเนิดในประเทศอังกฤษ ที่แต่เดิมนั้นได้รับอิทธิพลจากเสื้อผ้าแบบวิกตอเรีย เช่นเดียวกับเครื่องแต่งกายจากยุโรปยุคกลาง แฟชั่น Elizabethan Style นั้นมีรูปลักษณะโดยหลัก คือ รูปแบบความอลังการ กระโปรงรูปแบบทรงเอ ที่มีความโป่งพองที่ต้นทรงไว้ มีการแหวกช่วงกลางเล็กน้อยเพื่ออวดลวดลายกระโปรงชั้นใน โดยเปิดเผยความสวยงามตรงช่วงคอและหน้าอก แสดงสัดส่วนความสวยงามของผู้หญิง ดังนั้น จึงได้มีการนำความต้องการของทางร้านมาออกแบบจำนวนชุด 3 แบบ



ภาพที่ 3 การแต่งกายยุค Elizabethan Style



ภาพที่ 4 Mood Board สำหรับการออกแบบชุดเครื่องแต่งกายสตรี



ภาพที่ 5 ผ้าชิ้นดินจกบ้านน้ำอ่าง 9 ลาย



ภาพที่ 6 ผ้าไหมitalia

ผลการออกแบบร่างชุดเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่งผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยใช้แนวคิดแฟชั่น Elizabethan Style จำนวน 3 แบบ ดังนี้

ชุดที่ 1 โดยการนำลักษณะท่อนบนของชุด Elizabethan Style ที่มีลักษณะเอวคอดมาใช้ ในการออกแบบชุด และปรับให้มีความทันสมัย เพิ่มความโค้งเว้าช่วงเอวซ้ายและขวา เพื่อความ sexy โดยใช้

เป็นผ้าชีนตินจก ส่วนท่อนล่างบริเวณช่วงอก ลำคอ และช่วงเอว ท่อนล่างตัวกระโปรงด้านบนใช้ผ้าชีนตินจก มาตัดเย็บให้มีรูปแบบความพองฟูเหมือนของรูปทรงกระโปรงสมัย Elizabethan Style และตัดทอนให้ส่วน ชายกระโปรงมีความพลิ้วเพิ่มความเชือกซี่ โดยการผ่ากระโปรงด้านซ้ายและขวาเพื่อให้อารมณ์กับท่อนบน โดยใช้ ผ้าไหมอิตาลี

ชุดที่ 2 ออกแบบโดยการนำลักษณะเด่นของแขนเสื้อของชุด Elizabethan Style ที่มี ลักษณะแขนพองมาใช้ในการออกแบบชุดและปรับให้มีความทันสมัย และตัดทอนบริเวณช่วงไหล่ ท่อนล่าง บริเวณช่วงอกลำคอใช้ผ้าชีนตินจก ท่อนล่างตัวกระโปรงได้นำรูปแบบความพองฟูของรูปทรงกระโปรงสมัย Elizabethan Style มาใช้และตัดทอนให้ส่วนชายกระโปรงมีความพลิ้วเพิ่มความเชือกซี่ โดยการผ่ากระโปรง ด้านซ้ายและขวาเพื่อให้อารมณ์กับท่อนบนโดยใช้ผ้าไหมอิตาลีและผ้าชีนตินจก

ชุดที่ 3 ออกแบบโดยนำลักษณะของรูปทรงกระโปรง Elizabethan Style ที่มีลักษณะ พองฟู โดยมีการเว้นบริเวณสะโพกบนถึงบริเวณปลายขา และตกแต่งขึ้นลายผ้าชีนตินจกด้านซ้ายของ ชายกระโปรงให้มีความยาวและพลิ้วลงโดยใช้ผ้าไหมอิตาลี ส่วนท่อนบนช่วงบริเวณช่วงเอวและลำคอเพิ่มเส้น โค้งเว้าให้มีความเชือกซี่โดยใช้ผ้าชีนตินจก



ภาพที่ 7 ร่างแบบชุดทั้ง 3 ชุด

4.1.3 ผลแบบสอบถามข้อมูลความคิดเห็นผู้ประกอบ จำนวน 3 คน การเกี่ยวกับการออกแบบ ชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าชีนตินจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีจาก ผ้าชีนตินจกน้ำอ่าง การสอบถามความคิดเห็นของผู้ประกอบการ ร้านผ้าทอน้ำอ่างคุณโด่ง ด้านการออกแบบ และพัฒนาชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าชีนตินจกน้ำอ่าง เกี่ยวกับรูปแบบร่างการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี จากผ้าชีนตินจกน้ำอ่าง จากแนวคิดแฟชั่น Elizabethan Style จำนวน 3 ชุด พบว่า ผู้ประกอบการมีความ ต้องการพัฒนาชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าทอน้ำอ่าง ชุดแบบที่ 3 มากที่สุด



ภาพที่ 8 การออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี

ตารางที่ 1 แสดงตารางข้อมูลความคิดเห็นของผู้ประกอบการต่อชุดเครื่องแต่งกายสตรี

ประเด็นความคิดเห็น	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1. การต่อผ้า	4.00	0.63	4.00	0.63	4.60	0.49
2. การเย็บตะเข็บ	4.40	0.49	4.00	0.63	4.60	0.49
3. การต่อลายผ้า	3.60	0.49	3.80	0.75	4.40	0.80
4. การเย็บผ้าจีบรูด	4.20	0.75	3.60	0.49	4.00	0.63
5. การเย็บประกอบ	4.40	0.49	4.20	0.75	4.60	0.49
รวม	4.12	0.12	3.92	0.10	4.44	0.12

4.1.4 ผลการตัดเย็บชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ ผลการตัดเย็บชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี จากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง จากแนวคิดแฟชั่น Elizabethan Style จำนวน 1 ชุด โดยการใช้วัตถุดิบหลัก คือ ผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง วัตถุดิบรองผ้าไหมอิตาลีนำมาใช้ในการผลิตชุดเครื่องแต่งกายสตรี ใช้โทนสีน้ำเงิน เป็นสีหลักในการออกแบบเป็นชุดเครื่องแต่งกายสตรี ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 9 ชุดสำเร็จด้านหน้า-หลัง

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของร้านและผู้บริโภคที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรีสำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอดรอน จังหวัดอุดรธานี

ผลการประเมินความพึงพอใจของร้านและผู้บริโภคผ้าทอน้ำอ่าง กลุ่มผ้าทอน้ำอ่าง สำหรับร้านคุณโด่ง ในระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 86 คน ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอดรอน จังหวัดอุดรธานี พบว่า

ตารางที่ 2 แสดงตารางข้อมูลความพึงพอใจชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกน้ำอ่าง

ผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจก บ้านน้ำอ่าง สำหรับ ร้านคุณโด่งผ้าทอน้ำอ่าง	$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านขนาดและสัดส่วน	4.59	0.55
2. ด้านการตัดกัน	4.62	0.60
3. ด้านสีสันท	4.90	0.29
รวม	4.70	0.12

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50–5.00 หมายถึง ระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง ระดับดี ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ระดับพอใช้ ค่าเฉลี่ย 1.00–1.49 หมายถึง ระดับปรับปรุง

จากตารางการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของร้านที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอดรอน จังหวัดอุดรธานี พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.70) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.12) ด้านสีสันท มีความ

พึงพอใจมากที่สุด อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.90) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.29) รองมา คือ ด้านการตัดกัน คิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.62) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.60) และด้านขนาดและสัดส่วน คิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.59) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55)

4.3 การวิเคราะห์ผลราคาต้นทุนการผลิตเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง ประเมินราคาต้นทุนการผลิตชุดเครื่องแต่งกายสตรีจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง ใช้งบประมาณในการผลิตทั้งหมด 4,850 บาท มีต้นทุนการผลิตที่สูง เนื่องจากผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่างมีราคาสูง ผืนละ 3,600 บาท หากต้องการลดต้นทุนในการผลิต ให้นำผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่างตัดเย็บผสมกับผ้าประเภทอื่นที่มีราคาต่ำกว่าเพื่อลดปริมาณต้นทุนในการผลิตให้มีต้นทุนต่ำลง

5. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของร้านที่มีต่อการออกแบบเครื่องแต่งกายสตรี สำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.70) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.12) ซึ่งด้านสีสันทันมีความพึงพอใจมากที่สุด อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับอิสริยาภรณ์ ชัยกุลหลาบ และนิรัช สุดสังข์ (2562) เรื่องการออกแบบชุดแต่งกายสำหรับสตรีไทดำ จากอัตลักษณ์ไทดำนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการออกแบบอัตลักษณ์การแต่งกายสำหรับสตรีไทดำนาป่าหนาด ด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่าน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ได้แก่ ชารายัน (Chalayan, 2005) บลูค (Burke, 2011) และซอร์เจอร์ และอูดล (Sorger & Udale, 2012) ทั้งนี้ในงานวิจัยพบว่า สตรีไทดำในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใส่เสื้อผ้าวร่วมสมัย จะสวมใส่ชุดประจำชาติพันธุ์สำหรับงานสำคัญหรือการส่งเสริมการท่องเที่ยว ผู้ตอบแบบประเมินที่เป็นเพศหญิงให้ข้อคิดเห็นว่า ชุดประจำกลุ่มชาติพันธุ์โดยเฉพาะลายนางหาญถือเป็นลวดลายผ้าทอของหญิงชั้นสูง จึงนิยมใส่เมื่อมีงานสำคัญ ซึ่งจากอัตลักษณ์ลวดลายของลายผ้าที่นำมาแปรรูปเป็นเครื่องแต่งกายสตรีของสำหรับร้านคุณโด่ง ผ้าทอน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นลวดลายที่มีความประณีตและเหมาะกับการนำไปสวมใส่กับงานสำคัญ เช่น งานแต่งงาน งานบวช เป็นต้น

6. ข้อเสนอแนะ

อยากให้ลายผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่างมีมากกว่านี้ กระโปรงอยากให้มีความบานและอลังการกว่านี้ ให้เหมือนทรงกระโปรง Elizabethan Style สีสายให้เป็นที่รู้สึกใส่แล้วดูแพง ดูหรูหรากว่านี้ เช่น สีแดง ควรนำไปตัดเย็บชุดที่มีความหลากหลาย เช่น กางเกง เสื้อ สูท หรือเดรส เป็นต้น โทนสีที่ใช้ในการออกแบบควรเลือกโทนที่มีความหลากหลาย เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าที่มีความแตกต่างกัน ชุดที่ออกแบบควรให้มีความอลังการและดูหรูหรา เพื่อความเหมาะสมกับราคาของผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง ราคาผ้าขึ้นตีนจก

บ้านน้ำอ้อมมีราคาที่สูงขึ้น หากต้องการนำผ้าขึ้นต้นจกบ้านน้ำอ้อมไปตัดชุดที่สามารถใส่ได้จริง ควรมีการนำผ้าขึ้นต้นจกบ้านน้ำอ้อมไปผสมกับผ้าอย่างอื่นที่มีราคาต่ำเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

7. เอกสารอ้างอิง

- วินิทร สอนพรินทร์. (2559). *การทำแบบตัดและเทคนิคการตัดเย็บเสื้อผ้า*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ตำนานสุทธาการพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำอ้อม. (2549). *ผ้าทอน้ำอ้อม*. สืบค้น 10 ธันวาคม 2563, <http://www.namang.go.th/index.php?action=sapa>
- อิสริยาภรณ์ ชัยกุลหลาบ และนิรัช สุดสังข์. (2562). การออกแบบชุดแต่งกายสำหรับสตรีไทดำ จากอัตลักษณ์ไทดำนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 11(2), 75–96.
- Chalayan, H. (2005). *Hussein Chalayan*. Groningen: Groningen Museum.
- Richard, S. and Jenny, U. (2012). *The fundamentals of fashion design*. (2nd ed.). Switzerland: AVA Publishing.
- Sandra, B. (2011). *Fashion design concept to collection*. China: Everbest.

**การสำรวจและออกแบบพื้นที่เกษตรกรรมในรูปแบบ “โคก หนอง นา โมเดล”
ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย**
**SURVEYING AND DESIGNING AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE FORM
“KHOK NONG NA MODEL” IN THE AREAS OF THE ECONOMIC
DIVERSITY ACTIVITIES**

ปกรณ์ เข้มมงคล^{1*} อธิศักดิ์ อุปการ¹ รัชดา คำจริง¹ ครรชิต พิระภาค¹ และสุภาวดี ช้องกำ¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสำรวจและภูมิสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Pakorn Kemmongkol^{1*} Theerasak Ooppakarn¹ Ratchada Kamching¹

Kunchit Pirapake¹ and Supawadee Songka¹

¹Program in Survey and Geo-informatics, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: pakorn.kem@uru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการศึกษาการสำรวจและออกแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย โดยการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และพัฒนารอบการวิเคราะห์เพื่อเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ด้วยวิธีการสำรวจข้อมูลภูมิประเทศ สภาพพื้นที่การออกแบบ และพื้นที่โดยรอบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จาก โคก หนอง นา โมเดล สามารถดำเนินการได้บนพื้นที่ ซึ่งมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่หลากหลาย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมเดิม อีกทั้งยังทำให้เกิดความชุ่มชื้นในดิน ส่งเสริมด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีกับพื้นที่โครงการและพื้นที่โดยรอบ รวมถึงการสร้างภาพลักษณ์ให้กับองค์กร โดยมีขั้นตอนดังนี้ (1) ศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างละเอียดด้วยการสำรวจภาคพื้นและภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อสร้างแผนที่ภูมิประเทศ 3 มิติ โดยมีค่าระดับทั้งแนวราบและแนวตั้ง (2) วิเคราะห์หาค่าศักยภาพของพื้นที่ โดยการกำหนดขอบเขตกิจกรรมทางเศรษฐกิจซึ่งมีอยู่เดิมให้ใช้พื้นที่น้อยที่สุดเท่าที่จะไม่กระทบกับการดำเนินกิจการดังกล่าว จากนั้นพิจารณาจัดพื้นที่เป็น โคก หนอง และนา จากข้อมูลเส้นชั้นความสูง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่จากเดิมมากนัก ทั้งนี้เพื่อการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมดั้งเดิมและความประหยัด (3) ออกแบบการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ซึ่งประกอบไปด้วย (3.1) การใช้ประโยชน์จากโคกด้วยการปลูกพืชเศรษฐกิจที่รักษาความชุ่มชื้นของดิน (3.2) การขุดหนองซึ่งทำบนเส้นชั้นความสูงต่ำสุดของพื้นที่แต่ละส่วน เชื่อมแต่ละหนองด้วยคลองส่งน้ำและประตูน้ำขนาดเล็ก (3.3) การทำแปลงนาอินทรีย์อาจขึ้นคันนาด้วยรูปรางไม่จำกัด แต่การทำเป็นรูปรางใกล้เคียงกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะทำให้บริหารจัดการแปลงได้ง่าย มีการมูลดินรอบแปลงนาและปลูกไม้ยืนต้นป้องกันละอองสารเคมียาปราบศัตรูพืชจากที่ข้างเคียง

คำสำคัญ: โคก หนอง นา โมเดล, การสำรวจและออกแบบ, พื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย

Abstract

This research aims to study the reviews of surveying and design guidelines for agricultural landscapes in the form of the “Khok Nong Na Model” in the economic area with the spatial modeling method and develop an analytical framework to understand the problem of land use by surveying topographic data, design area conditions and surrounding areas. The study shows that the exploitation of this concept can be carried out in the areas of economic diversity activities without affecting the original activities. Furthermore, this increases moisture in the soil, create a positive image for the organization, and gets a good environment for the project area and neighborhood, including creating an image for the organization. There are three operational steps: (1) Study the details of spatial data with ground surveys and aerial photographs. To create a 3D topographic map with both horizontal and vertical level values. (2) Analyze the potential of the area by setting the boundaries of existing economic activities to use as little space as possible without affecting business operations. Then consider dividing the area into humps, swamps, and fields from the contour lines without much change in the area from the original. This is for preserving the original environment and etc. (3) Design the utilization of the area which consists of (3.1) The utilization of the hump by growing economic crops that maintain soil moisture. (3.2) The excavation of marshes is done on the lowest contour line of each area. Each swamp is connected to each other by a canal and a small water gate. (3.3) Organic farming plots may search for fields with free shapes but making a shape close to a rectangle makes the plot easier to manage. Soil is raised around the perennial plantations to prevent chemical and aerosols pesticides from the nearby areas.

Keywords: Khok Nong Na Model, Surveying and Designing, Economic Diversity Activities Area

1. บทนำ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติหลายฉบับที่ผ่านมา ได้กำหนดให้มีการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมและการกระจายอุตสาหกรรมไปสู่ส่วนภูมิภาค ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากเกษตรกรรมดั้งเดิม เป็นการเกษตรขนาดใหญ่ รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ทั้งมลภาวะทางเสียง ทางอากาศ ฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง การขนส่ง และโรงงานอุตสาหกรรม การเน่าเสียและคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง ความเสียหายของถนน อาคาร ที่อยู่อาศัยจากการสัญจรของรถบรรทุกขนาดใหญ่ และการบุกรุกพื้นที่ป่า การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ (ปัญญาวัฒน์ จุฑามาศ และพิศมัย จารุจิตติพันธ์, 2553) การมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่หลากหลายนอกเหนือจากการเพาะปลูกเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจสูงสุด จึงเป็นที่มาของปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าว

บทความนี้แสดงผลการศึกษาในการออกแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” ที่จะนำมาใช้บนพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจเดิมซึ่งสร้างรายได้ให้กับเจ้าของที่ดินอยู่แล้ว แต่ปัจจุบันกลับพบว่าเริ่มมีปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งหมายให้อยู่ร่วมกันได้ทั้งรายได้และสิ่งแวดล้อมที่ดีอยู่ร่วมกับชุมชนอย่างยั่งยืน อันเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การพัฒนาพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์ด้วยเทคโนโลยีสำรวจและภูมิสารสนเทศ บริษัท โซริยาบุ จำกัด พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตตำบลผาจุ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ดำเนินการโดยหลักสูตรเทคโนโลยีสำรวจและภูมิสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” บนพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย โดยการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ด้วยวิธีการสำรวจข้อมูลภูมิประเทศโดยรอบ

3. ระเบียบวิธีและขั้นตอนดำเนินการ

ในการศึกษานี้แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาถึงแนวคิดการบริหารจัดการภาคเกษตร สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในระดับสากล รวมถึง “โคก หนอง นา โมเดล” ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (สถาบันการพัฒนาชุมชน, 2563) โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ด้วยวิธีการวิจัยเชิงพรรณนาหรือเชิงบรรยาย (Descriptive Research)

ขั้นตอนที่ 2 การลงพื้นที่สำรวจจริงวัด โดยใช้กระบวนการสร้างแผนที่ภูมิประเทศด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน ซึ่งกำหนดค่าพิกัดควบคุมบนพื้นที่แนวราบและแนวตั้งบนด้วยดาวเทียม นำร่องประมวลผลเชิงตำแหน่ง ณ จุดที่อุปกรณ์รับสัญญาณตั้งอยู่ เชื่อมโยงกับโครงข่ายสถานีอ้างอิงค่าพิกัดค่าระดับ และเวลามาตรฐานประเทศไทย แบบรับสัญญาณดาวเทียมต่อเนื่องถาวร ซึ่งทำให้มีข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียดเพียงพอสำหรับการสร้างแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหาและอุปสรรคของการออกแบบ ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมตามขั้นตอนที่ 1 ในมุมมองด้านความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้แนวคิด “โคก หนอง นา โมเดล” ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจจริงวัดพื้นที่ในขั้นตอนที่ 2

4. ผลการศึกษา

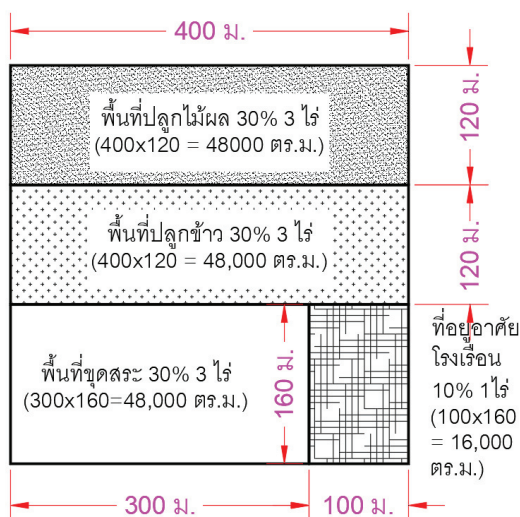
ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ผลการทบทวนวรรณกรรม เพื่อหาข้อสรุปในการออกแบบพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินตามหลัก โคก หนอง นา โมเดล (2) ขั้นตอนที่ 2 การลงพื้นที่สำรวจจริงวัดเพื่อ

ศึกษาสภาพภูมิประเทศในเชิงลึก และ (3) การออกแบบพื้นที่เพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหาและอุปสรรคของการออกแบบ โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

4.1 แนวคิด “โคก หนอง นา โมเดล”

“โคก หนอง นา โมเดล” เป็นแนวทางการจัดการเกษตรแบบยั่งยืน ด้วยการบริหารจัดการพื้นที่ให้เหมาะสม โดยผสมผสานเกษตรทฤษฎีใหม่ร่วมกับภูมิปัญญาพื้นบ้านของแต่ละชุมชนนั้นๆ ตามศาสตร์พระราชา คือ ความรู้ของพระเจ้าแผ่นดิน ซึ่งในหลวงรัชกาลที่ 9 มีครบทุกมิติ ทั้งด้านที่เป็นวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ สังคมศาสตร์ มานุษยวิทยา มนุษยศาสตร์ (นิชาพัฒน์ เพิ่มทองอินทร์, 2564)

เกษตรทฤษฎีใหม่ คือ การให้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง ประมาณ 30% ให้ขุดสระเก็บกักน้ำเพื่อใช้เก็บกักน้ำในฤดูฝน และใช้เสริมการปลูกพืชในฤดูแล้ง ตลอดจนการเลี้ยงสัตว์และพืชน้ำต่างๆ พื้นที่ส่วนที่สอง ประมาณ 30% ให้ปลูกข้าวในฤดูฝน เพื่อใช้เป็นอาหารประจำวันสำหรับครอบครัวให้เพียงพอตลอดปี เพื่อตัดค่าใช้จ่ายและสามารถพึ่งตนเองได้ พื้นที่ส่วนที่สาม ประมาณ 30% ให้ปลูกไม้ผลไม่ยืนต้น พืชผัก พืชไร่ พืชสมุนไพร ฯลฯ เพื่อใช้เป็นอาหารประจำวัน หากเหลือบริโภคก็นำไปจำหน่าย พื้นที่ส่วนที่สี่ ประมาณ 10% เป็นที่อยู่อาศัย เลี้ยงสัตว์ ถนน และโรงเรียนอื่นๆ



ภาพที่ 1 แบบจำลองการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ขนาด 10 ไร่

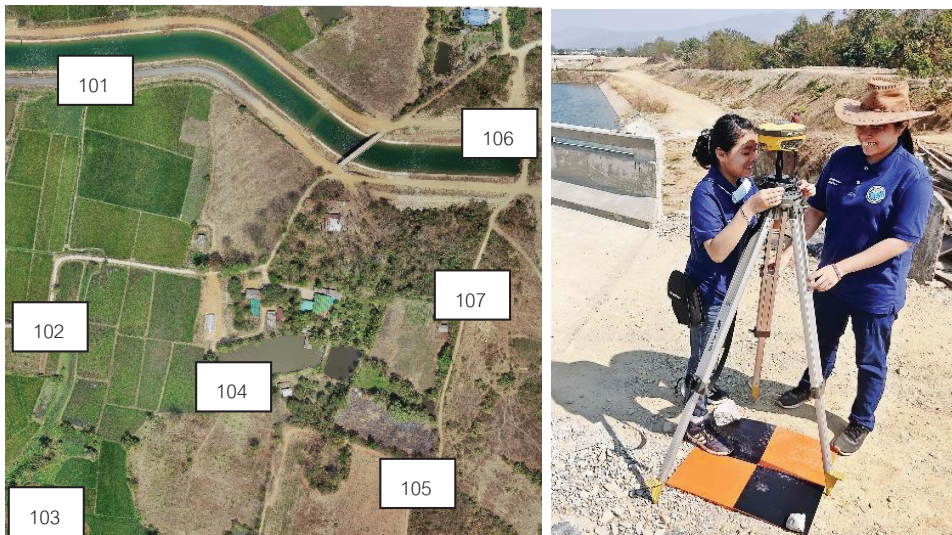
แนวคิดการเกษตรรูปแบบ โคก หนอง นา โมเดล เป็นส่วนหนึ่งของเกษตรทฤษฎีใหม่ ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง โดยการแบ่งพื้นที่เป็นสัดส่วน 30:30:30:10 ออกแบบการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ตามหลักภูมิสังคม ซึ่งประกอบด้วย สภาพดิน น้ำ ลม และภูมิปัญญาดั้งเดิมของเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างธรรมชาติ มีน้ำเพียงพอสำหรับการทำเกษตรตลอดทั้งปี สามารถเก็บผลผลิตและสร้างรายได้จากการปลูกป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง คือ (1) ไม้ใช้สอย (2) ไม้กินได้ (3) ไม้เศรษฐกิจ โดยปลูกให้คล้ายสภาพป่า ประโยชน์ คือ (1) พออยู่ (2) พอกิน (3) พอใช้ และ (4) มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศ ให้เกษตรกรสามารถดำเนินชีวิตโดยการพึ่งพาตนเองให้ได้มากที่สุด (มาริษา ศรีชะแก้ว และคณะ, 2563)

จึงสรุปได้ว่า โคนง นา โมเดล คือ การปรับเปลี่ยนลักษณะทางภูมิศาสตร์และภูมิสังคมของพื้นที่โดยการขุดสระกักเก็บน้ำเพื่อเก็บน้ำในฤดูฝนและใช้ในหน้าแล้ง มีการขุดคลองส่งน้ำขนาดเล็กเชื่อมต่อสระ อีกทั้งยังสามารถกระจายความชุ่มชื้นในพื้นที่ มีปลูกพืชผสมผสานทั้งพืชล้มลุกและไม้ยืนต้นหลายขนาด ทั้งนี้เพื่อความสมดุลระหว่างรายได้และสิ่งแวดล้อมที่ดี ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวนี้จะใช้เป็นแนวปฏิบัติสำหรับการออกแบบพื้นที่ตามหัวข้อศึกษาต่อไป

4.2 การสำรวจรังวัดเพื่อศึกษาสภาพภูมิประเทศ

ขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการสำรวจรังวัดเพื่อศึกษาสภาพภูมิประเทศ

4.2.1 การสำรวจรังวัดค่าพิกัดด้วยระบบดาวเทียมระบุตำแหน่งบนโลก (Global Navigation Satellite System หรือ GNSS) เพื่อรังวัดจุดควบคุมภาพตามระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์สำหรับระบุตำแหน่งของพื้นที่โครงการที่ชัดเจน โดยอ้างอิงจากพิกัดหมุดหลักฐานอ้างอิงจากนวัตกรรมการรังวัดรูปแปลงที่ดินด้วยระบบดาวเทียม (RTK GNSS Network) (กองเทคโนโลยีทำแผนที่, กรมที่ดิน, ม.ป.ป.)

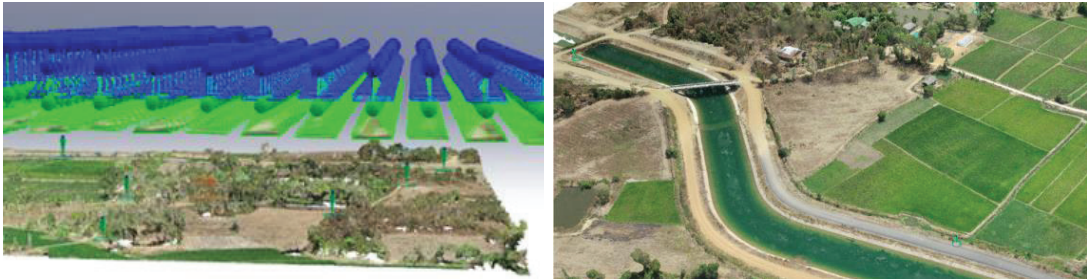


ภาพที่ 2 ตำแหน่งจุดควบคุมการรังวัดด้วย GNSS และการวางเป้าล่วงหน้า

4.2.2 การวางแผนและบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ การสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่ายต้องทำการวางแผนและบินถ่ายภาพต้องทำการบินตามหลักการสำรวจรังวัดด้วยภาพ เพื่อให้ได้ภาพครอบคลุมพื้นที่โครงการ กำหนดให้บินที่ความสูง 80 เมตรจากพื้นดิน ที่ความละเอียดเชิงพื้นที่ 2.1 เซนติเมตร การบินถ่ายภาพด้วยกล้องบันทึกภาพมีความละเอียด 20 ล้านจุดภาพ กำหนดให้แต่ละภาพตามแนวนอนมีส่วนซ้อนทับกัน ร้อยละ 80 นำเป้าล่วงหน้า (Pre Mark) วางในตำแหน่งจุดควบคุมภาพถ่าย

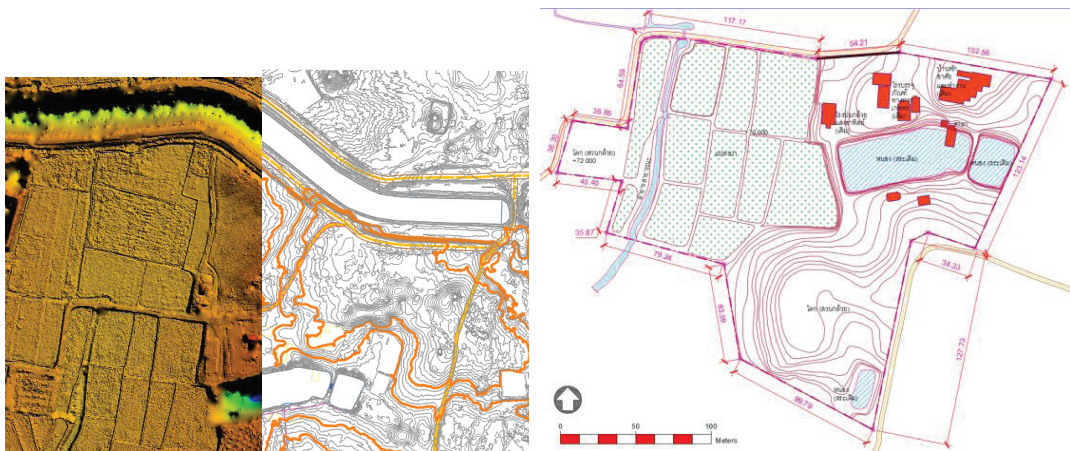
4.2.3 การประมวลผลและผลิตแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ เป็นการประมวลผลตัดแก้ภาพถ่ายเป็นแผนที่ภาพถ่ายที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งและความละเอียด สามารถบันทึกสิ่งที่ปรากฏบนพื้นที่โครงการ เริ่มจากการประมวลผลขั้นต้น โดยนำภาพถ่ายจัดเรียงตามตำแหน่งและการวางตัวของภาพ เพื่อหาจุดโยง (Tie Point) บริเวณส่วนซ้อนของภาพต่อภาพ และในแต่ละบล็อกใช้จุดควบคุมภาพถ่ายทางอากาศ

ที่ได้จากการรังวัดด้วย GNSS ตำแหน่งเป้าล่วงหน้าปรากฏชัดเจนบนภาพ จะช่วยให้สามารถรังวัดจุดควบคุมได้ถูกต้องแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนของการรังวัดจุดควบคุมได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนต่อไปเป็นการประมวลผลจุดความสูงหนาแน่นและแบบจำลองโครงข่ายสามเหลี่ยม (Point Cloud and Mesh) ประมวลผลหาจุดรวมที่มีค่าพิกัดเพื่อนำมาใช้เป็นจุดความสูงที่มีความหนาแน่น ซึ่งเกิดจากการหาจากภาพทุกๆ จุด ภาพทำให้ได้จุดภาพจำนวนมาก และใช้สำหรับสร้างแบบจำลองภูมิประเทศจากจุดปริมาณมากดังกล่าว จึงเกิดรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (Mesh) ที่มีความละเอียดสูง และในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประมวลผลแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศและแผนที่ภาพถ่าย (DSM and Ortho Mosaic) จุดความสูงหนาแน่นจากขั้นตอนที่ผ่านมาจะถูกนำมาสร้างในรูปแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข ใช้ในการตัดแก้ภาพถ่ายแต่ละตำแหน่งถูกต้องและสามารถวางบนระนาบวัตถุบนพิกัด ได้แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพออร์โธ (Orthoimage) โดยมีความละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 3 เซนติเมตร (Ruzgienne, B. et al., 2015)



ภาพที่ 3 ตำแหน่งภาพมุมมองสามมิติ และแบบจำลองภูมิประเทศ 3D Mesh

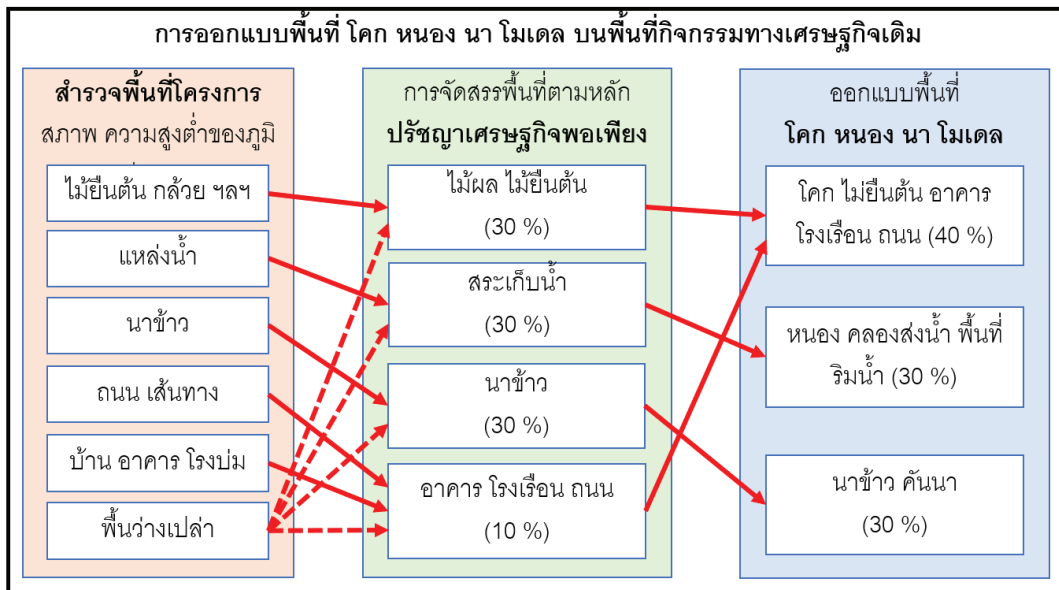
4.2.4 การสำรวจและเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะข้อมูลเชิงบรรยายของสิ่งต่างๆ บนพื้นที่โครงการ ได้จากการแปลตีความจากภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับการสำรวจพื้นที่ และนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบไปด้วย ชั้นข้อมูลสิ่งก่อสร้าง เส้นชั้นความสูง ขอบเขตถนน เส้นกลางถนน แหล่งน้ำ และแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (Sunantyo, A. et al., 2014)



ภาพที่ 4 แบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข และการปรับแก้เส้นระดับความสูง

4.3 การออกแบบเชิงพื้นที่

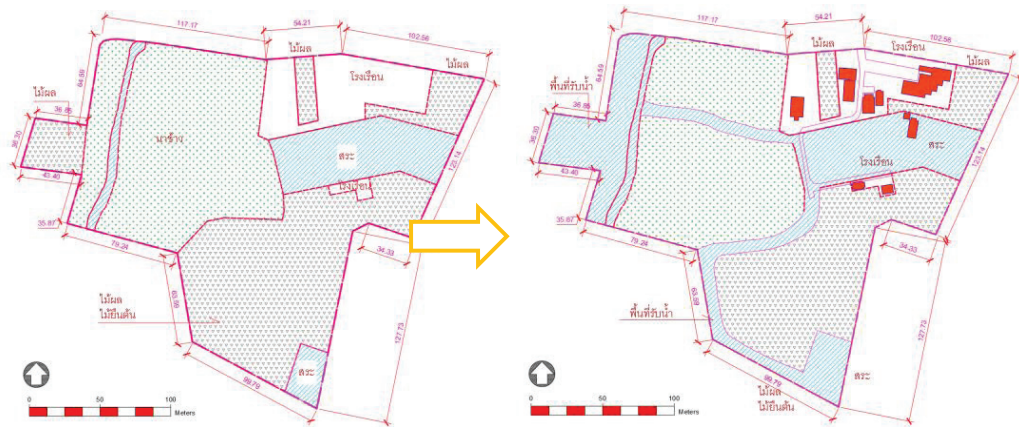
เมื่อพิจารณารูปแบบการบริหารการเกษตรกรรมด้วยหลัก โคก หนอง นา โมเดล ตามหัวข้อที่ 4.1 และข้อมูลสภาพทางกายภาพของพื้นที่จริงในการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศจากหัวข้อที่ 4.2 จึงนำมาออกแบบวางแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์ โดยดำเนินการเป็น 2 ส่วน คือ (1) จัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ จากข้อมูลการสำรวจให้อยู่ในสัดส่วนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และ (2) ออกแบบพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบของ โคก หนอง นา โมเดล มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 5 ผังแนวคิดการออกแบบพื้นที่ โคก หนอง นา โมเดลบนพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจเดิม

4.3.1 การจัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ในพื้นที่

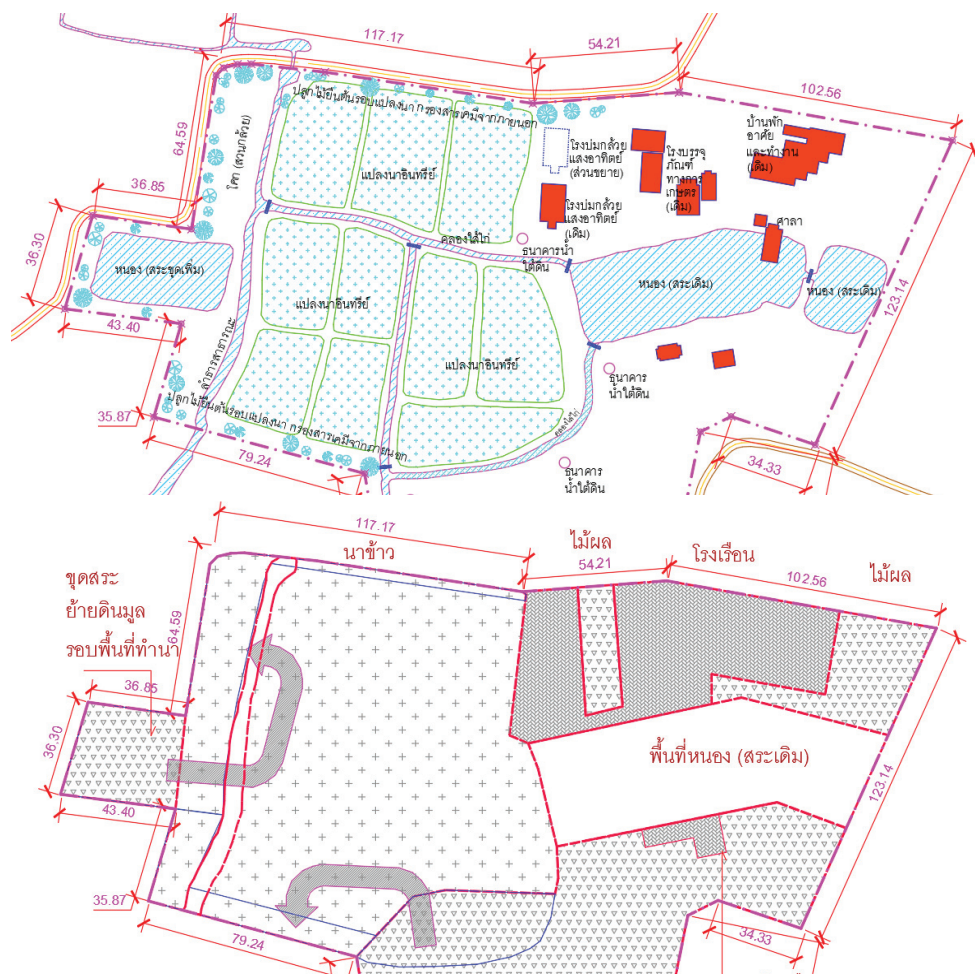
การจัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ จากข้อมูลการสำรวจให้อยู่ในสัดส่วนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งแบ่งเป็นไม้ผล ไม้ย่นต้น ร้อยละ 30 สระเก็บน้ำ ร้อยละ 30 นาข้าว ร้อยละ 30 และอาคาร โรงเรียน ถนน ร้อยละ 10 ของพื้นที่โครงการทั้งหมดจำนวน 28 ไร่ มีส่วนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ประกอบไปด้วย ที่พักอาศัย โรงงานเรือนด้านการเกษตรและผลิต โรงบ่มกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และศาลาพักผ่อนต่างๆ สาธารณูปโภค ประกอบไปด้วย ถนน ทางเท้า เชื่อมไปยังส่วนอื่นๆ ของพื้นที่ ผิวน้ำ มีทั้งที่เทคอนกรีตแล้ว และทางดิน จากการรังวัดโดยประมาณ โดยจากงานสำรวจทำแผนที่ในพื้นที่ศึกษารังนี้ ได้แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็น (1) ชั้นข้อมูลพื้นที่ปลูกไม้ผล ได้แก่ ไม้ย่นต้นต่างๆ และพื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้า (สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบบางส่วนให้กับโรงบ่ม) (2) ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสระน้ำเดิมที่มีอยู่ รวมถึงบริเวณโดยรอบ (3) ชั้นข้อมูลนาข้าว เป็นพื้นที่ปลูกข้าวเดิม ซึ่งจะดำเนินการปรับปรุงเป็นข้าวอินทรีย์ (4) ชั้นข้อมูลถนน ได้แก่ ถนนและเส้นทางเดินต่างๆ (5) ชั้นข้อมูลอาคาร ที่พักอาศัย โรงเรียน โรงบ่มพลังงานแสงอาทิตย์ และ (6) พื้นที่ว่างเปล่าที่ยังไม่ได้ดำเนินการใดๆ



ภาพที่ 6 การคิดหาสัดส่วนการใช้ประโยชน์พื้นที่เดิม และการปรับปรุงให้เป็นไปตามหลัก
โคก หนอง นา โมเดล

4.3.2 การออกแบบพื้นที่

ออกแบบพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบของ โคก หนอง นา โมเดล



ภาพที่ 7 การออกแบบพื้นที่เบื้องต้น และการเคลื่อนย้ายมรดกดิน

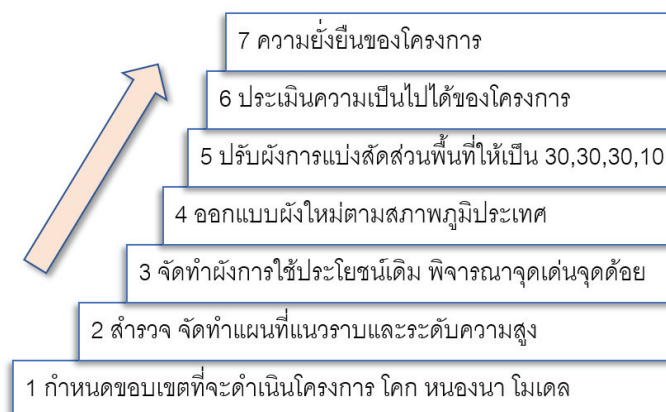
ตารางที่ 1 สัดส่วนการใช้พื้นที่ หลังจากการออกแบบแล้ว

ที่	ขนาดพื้นที่	ตร.ม.	คิดเป็น	ไร่	งาน	ตร.วา
1	พื้นที่รวม	45,108	100%	28	0	77.0
2	โคก (ไม้ผล)	12,823	28%	8	0	5.7
3	หนอง (สระ)	13,584	30%	8	1	96.0
4	นา	13,815	31%	8	2	53.8
5	อาคาร	4,886	11%	3	0	21.5

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาและทำความเข้าใจถึงแนวทางการศึกษาการสำรวจและออกแบบ “โคก หนอง นา โมเดล” ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย โดยการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และพัฒนารอบการวิเคราะห์เพื่อเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ด้วยวิธีการสำรวจข้อมูลภูมิประเทศ สภาพพื้นที่การออกแบบ และพื้นที่โดยรอบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จาก โคก หนอง นา โมเดล สามารถดำเนินการได้บนพื้นที่ ซึ่งมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่หลากหลาย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมเดิม สรุปได้เป็นต้นแบบบันได 7 ขั้น ดังนี้ (1) กำหนดขอบเขตที่จะดำเนินโครงการ โคก หนองนา โมเดล (2) สำรวจ จัดทำแผนที่แนวราบและระดับความสูง (3) จัดทำผังการใช้ประโยชน์เดิม พิจารณาจุดเด่นจุดด้อย (4) ออกแบบผังใหม่ตามสภาพภูมิประเทศ (5) ปรับผังการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ให้เป็น 30 30 30 10 ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (6) ประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ โดยประมาณราคาค่าใช้จ่ายจากการปรับแต่งสภาพภูมิประเทศ และการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน และ (7) ความยั่งยืนของโครงการ จากการปรับปรุงสภาพภูมิประเทศให้เหมาะสม ทำให้เกิดความประหยัดในระยะยาว



ภาพที่ 7 ต้นแบบบันได 7 ขั้น ของการออกแบบ โคก หนอง นา โมเดล ในพื้นที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจหลากหลาย

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้จากการลงพื้นที่สำรวจจริงวัด และค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการแนวคิด “โคก หนอง นา โมเดล” ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกในกระบวนการออกแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ แต่ด้วยสภาพภูมิประเทศเดิมที่ไม่ได้เป็นพื้นที่ราบเรียบโดยตลอด กลับมีสภาพเป็นเนินสูง นาข้าว และสระน้ำอยู่แล้ว รวมถึงมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่เพื่อประกอบกิจการอยู่ก่อน จึงต้องมีการปรับปรุงสภาพพื้นที่ดังกล่าว

6. เอกสารอ้างอิง

- กองเทคโนโลยีทำแผนที่, กรมที่ดิน. (ม.ป.ป.). *นวัตกรรมการรังวัดรูปแปลงที่ดินด้วยระบบดาวเทียม RTK GNSS Network*. สืบค้น 1 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.dol-rtknetwork.com/>
- ณิชาพัฒน์ เพิ่มทองอินทร์. (2564). จากศาสตร์พระราชาสู่โคก หนอง นา “อารยเกษตร” ไทย. *วารสารทหารพัฒนา*, 45(2), 1–20.
- ปัญญาวัฒน์ จุฑามาต และพิศมัย จารุจิตติพันธ์. (2553). ผลกระทบของการดำเนินนโยบายพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษกาญจนบุรีต่อประชาชนตำบลบ้านเก่า. *วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ*, 9(18), 72–90.
- มาริษา ศรีชะแก้ว, สถาพร วิชัยรัมย์, และสากล พรหมสถิตย์. (2563). ศาสตร์พระราชาสู่เกษตรทฤษฎีใหม่ในรูปแบบ “โคก หนอง นา โมเดล”. *วารสารสหวิทยาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 4(2), 31–40.
- สถาบันการพัฒนาชุมชน. (2563). *คู่มือวิทยากร โครงการพัฒนาต้นแบบการพัฒนาคุณภาพชีวิตตามหลักทฤษฎีใหม่ ประยุกต์สู่ “โคก หนอง นา โมเดล”*. กรุงเทพฯ: กรมการพัฒนาชุมชน, กระทรวงมหาดไทย.
- Ruzgiene, B., Berteška, T., Gečyte, S., Jakubauskiene, E., and Aksamitauskas, V. Č. (2015). The surface modelling based on UAV Photogrammetry and qualitative estimation. *Measurement*, 73, 619–627.
- Sunantyo, A., Siswosukarto, S., Yulistiyanto, B., and Projitno. (2014, 13–14 August). *Digital Elevation Model generated by unmanned aerial vehicle to determine available head assessment for micro hydro power plant in Merawu river, Banjarnegara distric, Central Java*. (Paper presented at the International Energy Conference), Yogyakarta, Indonesia.

ภาคผนวก

การเตรียมบทความตีพิมพ์วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

MANUSCRIPT PREPARATION GUIDELINE FOR TECHNOLOGY
AND INNOVATION URU JOURNALชื่อ นามสกุล^{1*} ชื่อ นามสกุล²^{1*}ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัด²ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัดFirst Author's First-Last Names^{1*} Second Author's First-Last Names²^{1*}Position, Address²Position, Address

*Corresponding author e-mail: xxx@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความงานวิจัยและบทความวิชาการ ผู้ส่งบทความจะต้องยึดรูปแบบตามบทความนี้อย่างเคร่งครัด บทความใดที่รูปแบบไม่ถูกต้อง จะถูกส่งคืนและไม่รับพิจารณาในครั้งนี้ บทคัดย่อต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ แต่ละภาษาควรมีเพียงย่อหน้าเดียว ระบุถึงความสำคัญของเรื่อง วัตถุประสงค์ วิธีการศึกษา ผลการศึกษา และบทสรุป มีความยาวไม่เกิน 300 คำ

คำสำคัญ: ระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keyword) จำนวน 3–5 คำ

Abstract

The research papers and Academic Papers, Authors are required to strictly follow the guidelines provided here, otherwise the manuscript will be rejected immediately in this time. The abstract has both of Thai and English Language. A good abstract should have only one paragraph. In abstract identify the importance of objectives, methodology, results, and conclusions. The length of each should not exceed 300 words.

Keywords: the number of keywords should not exceed 3–5 words.

1. คำแนะนำในการส่งผลงานเพื่อตีพิมพ์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการเขียนบทความฉบับเต็มสำหรับผู้ที่มีความประสงค์ในการส่งบทความเข้าตีพิมพ์ โดยบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์จะต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และ ไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น หากมีเนื้อหา ข้อมูลวิจัยบางส่วนเคยพิมพ์ในรายงานการประชุม วิชาการจะต้องมีส่วนที่เพิ่มเติมหรือขยายจากส่วนที่เคยตีพิมพ์และต้องมีคุณค่าทางวิชาการที่เด่นชัด โดยได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

2. บทความที่รับพิจารณาลงพิมพ์

2.1 บทความวิจัย

มีความยาวไม่ควรเกิน 12 หน้ากระดาษ เนื้อเรื่องจะประกอบด้วย 1. บทนำ 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3. ขอบเขตของการวิจัย 4. วิธีดำเนินการวิจัย 5. ผลการวิจัย 6. อภิปรายผล 7. สรุปผลการวิจัย 8. กิตติกรรมประกาศ 9. เอกสารอ้างอิง

2.2 บทความวิชาการ

มีความยาวไม่น้อยกว่า 10 หน้ากระดาษ A4 แต่ไม่ควรเกิน 15 หน้ากระดาษ A4 เป็นบทความที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากหนังสือ เอกสาร ประสพการณ์หรือเรื่องแปล เพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาต่างๆ หรือแสดงข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ มีคุณค่าทางวิชาการ บทความวิชาการควรประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สถานที่ทำงาน วิธีการติดต่อผู้เขียน บทคัดย่อ และคำสำคัญ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตามด้วยเนื้อเรื่อง ซึ่งลักษณะองค์ประกอบของเนื้อเรื่องอาจจะคล้ายคลึงกับบทความวิจัย แต่ไม่มีเนื้อหาของ วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง ผลการวิจัยหรือผลการทดลอง เป็นต้น

3. การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนต้องส่งต้นฉบับบทความพร้อมกรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการ ในรูปแบบ Microsoft word และ pdf ทำการส่งที่อีเมล wannisa0883@gmail.com

4. รูปแบบบทความวิจัยและการพิมพ์เนื้อหาของเรื่อง

เนื้อเรื่อง ได้แก่ 1. บทนำ 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3. ขอบเขตของการวิจัย 4. วิธีดำเนินการวิจัย 5. ผลการวิจัย 6. อภิปรายผล 7. สรุปผลการวิจัย 8. กิตติกรรมประกาศ 9. เอกสารอ้างอิง เมื่อขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้น 1 บรรทัด การพิมพ์หัวข้อให้พิมพ์ชิดซ้ายของแต่ละคอลัมน์ ส่วนของเนื้อเรื่องให้ย่อหน้า 1.25 เซนติเมตร

การลำดับหัวข้อในเนื้อเรื่อง ให้ใส่เลขกำกับ โดยให้บทนำเป็นหัวข้อหมายเลขที่ “1.” และหากมีการแบ่งหัวข้อย่อย ก็ให้ใช้ระบบเลขทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1, 1.1.1, 1.2, 1.2.1 เป็นต้น

4.1 ขนาดและการตั้งค่าหน้ากระดาษ

ขนาดของกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์กำหนดให้มีขนาดมาตรฐาน A4 (8¼ x 11¼ นิ้ว) โดยกำหนดการตั้งค่าหน้ากระดาษดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะขอบกระดาษ

ระยะขอบกระดาษ	ค่าระยะกำหนด (เซนติเมตร)
ริมขอบกระดาษด้านบน	2.54
ริมขอบกระดาษด้านล่าง	2.54
ริมขอบกระดาษด้านซ้าย	2.54
ริมขอบกระดาษด้านขวา	2.54

4.2 รูปแบบตัวอักษรและการเว้นระยะ

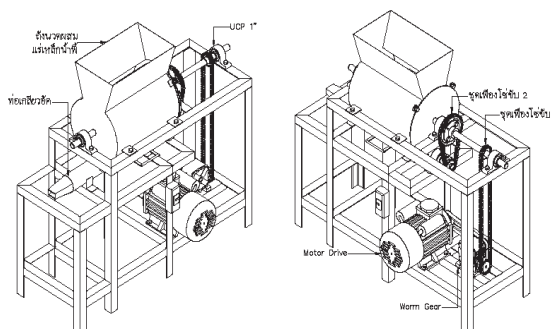
รูปแบบอักษรของวารสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ใช้ตัวอักษร TH Sarabun พร้อมทั้งกำหนดขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบต่างๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบในบทความวิชาการ

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ชื่อบทความ	18	หนา
ชื่อผู้เขียน	16	ปกติ
สถาบัน/หน่วยงาน, อีเมล	14	ปกติ
บทคัดย่อ	16	หนา
เนื้อความในบทคัดย่อ	16	ปกติ
ชื่อหัวข้อย่อย	16	หนา
ชื่อตารางและรูปภาพ	16	หนา
อ้างอิง	16	ปกติ

4.3 การจัดทำรูปภาพ

รูปภาพให้จัดวางไว้ตำแหน่งกลางหน้ากระดาษ สามารถนำเสนอต่อจากข้อความที่กล่าวถึง หรืออาจนำเสนอภายหลังจากจบหัวข้อหรือนำเสนอในหน้าใหม่ ขนาดของรูปภาพไม่ควรเกินกรอบของการตั้งค่านำหน้ากระดาษที่กำหนด ภาพจะต้องมีคำอธิบาย โดยคำอธิบายของภาพให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ หากภาพใดถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ให้มีการระบุคำอธิบายของแต่ละส่วนโดยอาศัยตัวอักษรภาษาไทยในวงเล็บเรียงตามลำดับ เช่น (ก) และ (ข)



ภาพที่ 1 เครื่องผสมแร่เหล็กน้ำพี้

4.4 การจัดทำตาราง

การนำเสนอตารางให้จัดวางชิดขอบซ้าย ตัวอักษรในตารางต้องเห็นชัดเจน และควรตีกรอบตารางด้วยเส้นสีดำ ส่วนคำอธิบายตารางให้พิมพ์ไว้เหนือตารางและชิดริมซ้ายของกระดาษ และใส่แหล่งที่สืบค้นด้านล่างของตาราง (ถ้ามี)

4.5 การเขียนสมการ

การเขียนสมการต้องพิมพ์อยู่กึ่งกลางคอลัมน์ หรือในกรณีที่สมการมีความยาวมากอาจยอมให้มีความกว้างได้เต็มหน้ากระดาษ และจะต้องมีหมายเลขกำกับอยู่ภายในวงเล็บ ตำแหน่งของหมายเลขสมการจะต้องอยู่ชิดขอบด้านขวาของคอลัมน์ และเพื่อความสวยงามให้เว้นบรรทัดเหนือสมการ 1 บรรทัด และเว้นใต้สมการ 1 บรรทัด เมื่อจะกล่าวอ้างอิงถึงสมการที่ (1) ให้ใส่วงเล็บด้วยเสมอ ดังสมการที่ 1

$$y = ax + b \quad (1)$$

5. กิตติกรรมประกาศ

หากต้องการเขียนกิตติกรรมประกาศเพื่อขอบคุณบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถเขียนได้ โดยให้อยู่หลังเนื้อหาหลักของบทความและก่อนเอกสารอ้างอิง เช่น ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และห้องปฏิบัติการในการ ทดสอบวัสดุตัวอย่าง

6. เอกสารอ้างอิง

ให้รวบรวมรายชื่อสิ่งพิมพ์และวัสดุความรู้ต่างๆ ที่ใช้เป็นหลักฐานหรือเอกสารอ้างอิงในการศึกษา แทรกไว้ในเนื้อหาและท้ายบทความ โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA 6 การอ้างอิงในเนื้อหา เป็นการวงเล็บระบุแหล่งที่มาอย่างกว้างๆ แทรกอยู่ในเนื้อหาของบทความวิชาการ ส่วนรายละเอียดที่สมบูรณ์ ของแหล่งข้อมูลจะแสดงใน “เอกสารอ้างอิง” ในส่วนท้ายของบทความโดยไม่ใส่เลขลำดับ

6.1 การอ้างอิงในเนื้อหา

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และผู้แต่งคนที่สอง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และคณะ, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, ไม่มีเลขหน้า)

(หน่วยงาน, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(นามแฝง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

6.2 การอ้างอิงท้ายบทความ

ให้อ้างอิงรายการลำดับตามอักษรตัวแรกของผู้แต่ง ตามการเรียงลำดับตัวอักษรของพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน สำหรับรูปแบบการพิมพ์รายชื่อเอกสารอ้างอิงจากแหล่งต่างๆ กำหนดให้มีรูปแบบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

หนังสือ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

สุรพล อุปติสสกุล. (2521). สถิติ: การวางแผนการตลาดเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bewley, J. D. and Black, M. (1982). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. New York: Springer-Verlag.

บทความวารสาร

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

วัลลภ สันติประชา และชูศักดิ์ ณรงค์เดช. (2535). คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวที่ผลิตในภาคใต้. *ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*, 26(1), 119–125.

Brooks, J. R. and Griffin, V. K. (1987). Liquefaction of rice starch from milled rice flour using heat-stable alpha-amylase. *J. Food Sci*, 52(1), 712–717.

รายงานการวิจัย

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง (รายงานการวิจัย). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

พินิจ ทิพย์มณี. (2553). *การวิเคราะห์ปัญหาทางกฎหมายที่เกี่ยวกับการตายของประเทศไทย* (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Chitnomrath, T. (2011). *A study of factors regarding firm characteristics that affect financing decisions of public companies listed on the stock exchange of Thailand* (Research report). Bangkok: Dhurakij Pundit University.

เอกสารการประชุมวิชาการ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความหรือชื่อเรื่องของบท. ใน หรือ In ชื่อ บรรณาธิการ (บ.ก. หรือ Ed. หรือ Eds.), ชื่อการประชุม (น. หรือ p. หรือ pp. เลขหน้า). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ซัชพล มงคลิก. (2552). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยา. ใน *การประชุมวิชาการการบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 5* (น. 46). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Krongtaew, C., Messner, K., Hinterstoisser, B., and Fackler, K. (2010). Lignocellulosic structural changes after physico-chemical pretreatment monitored by near infrared spectroscopy. In S. Saranwong, S. Kasemsumran, W. Thanapase, and P. Williams (Eds.), *Near infrared spectroscopy: Proceedings of the 14th International Conference* (pp. 193–198). West Sussex, UK: IMP.

วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์. (ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์). ชื่อมหาวิทยาลัย, คณะ, สาขา.

ตัวอย่าง

สมศักดิ์ รักวงศ์. (2528). การศึกษาการใช้ยาชนิดต่างๆ ในการป้องกันโรคราสนิมของถั่วเหลือง. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Phillips, O. C., Jr. (1962). *The Influence of Ovid on Lucan's Bellum Civil.* (Ph.D. Dissertation). University of Chicago.

บทความที่สืบค้นได้จากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าแรก-หน้าสุดท้าย. สืบค้น วัน เดือน ปี, จาก <http://www.xxxxxxxxx>

ตัวอย่าง

บงการ หอมนาน. (2551). เทคโนโลยีกับการควบคุมด้วยตรรกะฟัซซีตามขั้นตอนและฟังก์ชันสมาชิก. *ไมโครคอมพิวเตอร์*, 26(271), 153–156. สืบค้น 22 มิถุนายน 2554, จาก <http://www.dpu.ac.th/laic/page.php?id=5753>

Judson, R. A. and Klee, E. (2011). Big bank, small bank: Monetary policy implementation and banks' reserve management strategies. *Journal of Economics and Business*, 63(4), 306–328. Retrieved June 23, 2011, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148619511000142>



Industrial Technology

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

โทร 0 5541 6629 แฟกซ์ 0 5541 6629 ต่อ 17

<http://industrial.uru.ac.th>