



NATIONAL AND
INTERNATIONAL
**SRIPATUM
UNIVERSITY**
CONFERENCE
2021

SPU



SPUCON 2021

28 OCTOBER

Sripatum University, Bangkok, Thailand

The 16th National and International
Sripatum University Conference

Research and Innovations to Sustainable Development

• SDGs • Circular Economy

หนังสือประมวลบทความ PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 16
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

Organized by Sripatum University, The Social Science Research Association of Thailand (SSRAT),
Lawyers Council Under the Royal Patronage, Thai Federation on Logistics, Prachachuen Research Network (PRN),
(S) Journal Network of Social Sciences and Humanities (JSH), and Multi Mentoring System 3 (MMS3)
under the supervision of Thailand Science Research and Innovation (TSRI)

หนังสือประมวลบทความ (Proceedings)
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน
(Research and Innovations to Sustainable Development)

วันพฤหัสบดีที่ 28 ตุลาคม 2564



รวบรวมโดย
คณะกรรมการพิจารณาผลงาน
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ประจำปี 2564

ออกแบบปกโดย งานกราฟิกและศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม
จัดรูปเล่มโดย โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

- บทความทุกเรื่อง ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ แล้ข้อความและเนื้อหาและบทความที่ตีพิมพ์เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว มิใช่ความคิดเห็นและความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยศรีปทุม
- การคัดลอกอ้างอิงต้องดำเนินการตามการปฏิบัติในหมู่นักวิชาการทั่วไป และสอดคล้องกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

หนังสือประมวลบทความ (Proceedings)

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

The Proceedings of the 16th National and International Sripatum University Online Conference
: Research and Innovations to Sustainable Development

วันที่: 28 ตุลาคม 2564

Date: 28 October 2021

ISBN (e-book) 978-974-655-469-5

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

หนังสือประมวลบทความการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน.-- พิมพ์ครั้งที่ 16.-- กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2564.
2621 หน้า.

1. การประชุม. 2. โครงการวิจัยและพัฒนา. I. ชื่อเรื่อง.

060

ISBN 978-974-655-469-5

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

จัดทำโดย

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม

สถานที่จัดพิมพ์และจัดทำรูปเล่ม

โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

2410/2 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 02 579 1111 ต่อ 1114, 1552

สารบัญ

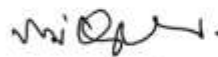
	หน้า
สารอธิการบดี	V
คณะกรรมการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564.....	VI
ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ.....	X
กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564.....	XIII
สารบัญบทความ	XV

สารอธิการบดี

มหาวิทยาลัยศรีปทุม เป็นสถาบันอุดมศึกษาเอกชนชั้นนำที่มีเอกลักษณ์ในการสร้างมืออาชีพและมีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยมีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตให้เป็นเป็นผู้ที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมืออาชีพ มีคุณธรรม และมีความรับผิดชอบต่อชนที่ยอมรับของสังคม มหาวิทยาลัยศรีปทุมเชื่อมั่นในปรัชญาที่ว่า “การศึกษาสร้างคน คนสร้างชาติ” มหาวิทยาลัยศรีปทุมมีพันธกิจที่สำคัญในการผลิตบัณฑิต พัฒนางานวิจัย บริการวิชาการแก่สังคม และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม สำหรับพันธกิจด้านการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุมมีนโยบายที่ชัดเจนในการส่งเสริมและสนับสนุนให้คณาจารย์ผลิตผลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ และนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ยุทธศาสตร์ชาติ ที่ผ่านมาได้ ส่งเสริมและสนับสนุนการทำวิจัยของบุคลากรอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการพิจารณาจัดสรรและกลั่นกรองทุนวิจัยภายในให้สอดคล้องกับ การสร้างเครือข่ายการวิจัย การบริหารจัดการความรู้จากงานวิจัย การส่งเสริมและสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยในระดับชาติและนานาชาติ และการนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ภายใต้ปณิธานของมหาวิทยาลัย “ปัญญา เชี่ยวชาญ เมตตาคุณ งามคุณธรรม” และสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยที่ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงและเปี่ยมด้วยพลัง (Dynamic University)

การจัดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 ในหัวข้อเรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Research and Innovations to Sustainable Development)” เป็นกิจกรรมทางวิชาการที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในหลากหลายสาขาอาชีพ ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยองค์ความรู้ทางด้านสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และผลงานวิทยานิพนธ์ของนิสิตและนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก การจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่สำคัญทางการวิจัยระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนิสิตนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ตลอดจนการสร้างเครือข่ายการวิจัยและความร่วมมือทางวิชาการในมิติต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

ในนามของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ดิฉันขอขอบพระคุณ ดร.ขวัญฤดี โชติชนาทวิวงศ์ ผู้อำนวยการศูนย์ยุทธศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้เกียรติบรรยายพิเศษ เรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมด้าน SDGs และ BCG Economy” และขอขอบคุณประธานห้องย่อย ตลอดจนผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิ พิธีกรงานทความวิจัยทุกท่าน และคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการฯ ที่ทำให้การจัดการประชุมวิชาการ ในครั้งนี้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทุกประการ



(ดร.รัชณีพร พุกกะมาน)

อธิการบดี

**คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564**

1. ที่ปรึกษา

- | | |
|------------------|-----------|
| (1) อธิการบดี | ที่ปรึกษา |
| (2) รองอธิการบดี | ที่ปรึกษา |

2. คณะกรรมการจัดประชุม

- | | |
|---|-----------|
| (1) รองศาสตราจารย์ กัลยากรณ์ ปานมะเริง
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | ประธาน |
| (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา สุวารี
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | รองประธาน |
| (3) ศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ ปัญญาทะโป
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | กรรมการ |
| (4) ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง กล้ายหนองสรวง
(สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม: สกสว.) | กรรมการ |
| (5) ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์
(บัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: บวท.) | กรรมการ |
| (6) ดร.คมสร วงษ์รักษา
(สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย) | กรรมการ |
| (7) ดร.อภิเทพ แซ่ไคว้ว
(เครือข่ายวิจัยประชาชน) | กรรมการ |
| (8) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติ มงคลชัยอรัญญา
(เครือข่ายวารสารวิชาการด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์) | กรรมการ |
| (9) ดร.ชุติมาพร หมอนใหญ่
(สมาพันธ์โลจิสติกส์ไทย) | กรรมการ |
| (10) ว่าที่ร้อยตรี ดร.ฉวีลย์ รุยาพร
(สภาทนายความในพระบรมราชูปถัมภ์) | กรรมการ |
| (11) ศาสตราจารย์ ดร.นวลตล เหล่าศิริพจน์
(บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม) | กรรมการ |
| (12) ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ยาวะประภาณ
(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | กรรมการ |
| (13) Prof. Dr. Marina Vayndorf-Sysoeva
(Sholokhov Moscow State University for the Humanities, Russia) | กรรมการ |
| (14) Dr.en C.E.T. Juan José Contreras Castillo
(Universidad de Colima, Mexico) | กรรมการ |

(15)	Prof. Carmine Bianchi (The University of Palermo, Italy)	กรรมการ
(16)	รองศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ชูระวัช (มหาวิทยาลัยศรีปทุม)	เลขานุการ
3. คณะกรรมการอำนวยการ		
(1)	รองศาสตราจารย์ กัลยาภรณ์ ปานมะเร็ง	ประธาน
(2)	ผู้ช่วยอธิการบดีทุกคน	กรรมการ
(3)	ผู้อำนวยการกลุ่มงานทุกกลุ่ม	กรรมการ
(4)	คณบดีทุกคณะ/วิทยาลัย	กรรมการ
(5)	ผู้อำนวยการสำนัก	กรรมการ
(6)	ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย	เลขานุการ
4. คณะกรรมการพิจารณาผลงาน		
(1)	รองศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ชูระวัช	ประธาน
(2)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิตาภรณ์ ตีนจรรยาศักดิ์	รองประธาน
(3)	รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยากร หวังมหาพร	กรรมการ
(4)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมล จิราพงษ์	กรรมการ
(5)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา สุวาริ	กรรมการ
(6)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ สิทธิจิรพัฒน์	กรรมการ
(7)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ สุขวิจิตร บาร	กรรมการ
(8)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วศวัตต์ สุทธิบุญยามณี	กรรมการ
(9)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจียมจิต สุวรรณน้อย	กรรมการ
(10)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์	กรรมการ
(11)	นางสาวอรกัญญา สุขแก้ว	เลขานุการ
(12)	นางสาววนลินี กาดสุวรรณ	ผู้ช่วยเลขานุการ
5. คณะกรรมการประชาสัมพันธ์ ศิลปกรรม จัดพิมพ์เอกสาร และจัดทำรายงานสืบเนื่อง		
การประชุมวิชาการ (e-Proceedings)		
(1)	ผู้อำนวยการกลุ่มงานกิจการสัมพันธ์	ที่ปรึกษา
(2)	ผู้อำนวยการสำนักงานประชาสัมพันธ์	ประธาน
(3)	บุคลากรสำนักงานประชาสัมพันธ์ทุกคน	กรรมการ
(4)	บุคลากรงานกราฟิกและศิลปกรรมทุกคน	กรรมการ
(5)	บุคลากร โรงพิมพ์ทุกคน	กรรมการ
(6)	เลขาสำนักงานประชาสัมพันธ์	เลขานุการ
6. คณะกรรมการจัดทำและดูแล Website การประชุมวิชาการ		
(1)	ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	ประธาน
(2)	เจ้าหน้าที่ศูนย์ ICT ทุกคน	กรรมการ
(3)	นายวิรุทธ์ ศัสตุระ	เลขานุการ

- 7. คณะกรรมการฝ่ายระบบการประชุมออนไลน์**
- | | |
|---|---------------------|
| (1) ผู้อำนวยการสำนักการจัดการศึกษาออนไลน์ | ประธาน |
| (2) นายรัฐพล อ้นบัณฑิต | กรรมการ |
| (3) นางสาวนันทรา จีนเหนือ | กรรมการ |
| (4) นางสาวจุฑามาศ ธัญญเจริญ | กรรมการ |
| (5) นายเอกสิทธิ์ อภิสิทธิ์กุล | กรรมการและเลขานุการ |
- 8. คณะกรรมการฝ่ายอาคารและสถานที่**
- | | |
|--|------------------|
| (1) ผู้อำนวยการกลุ่มงาน โครงสร้างพื้นฐาน | ประธาน |
| (2) ผู้อำนวยการสำนักงานอาคารสถานที่ | รองประธาน |
| (3) นายศกสรรค์ เสียงเพราะ | กรรมการ |
| (4) นายสมบูรณ์ แสงอินทร์ | กรรมการ |
| (5) นางสาวยอดสร้อย มงคลเจริญ | กรรมการ |
| (6) นายเสน่ห์ เข้มพรหมมา | กรรมการ |
| (7) นายสมหมาย เข้มสถาน | กรรมการ |
| (8) นายถวัลย์ศักดิ์ กลัดเขียว | กรรมการ |
| (9) นายอานนท์ บุญสอน | กรรมการ |
| (10) นางสาวสุพิตรา ปิ่นไสว | กรรมการ |
| (11) นางวิมล ชมจำปี | เลขานุการ |
| (12) นายธงชัย เข้มทอง | ผู้ช่วยเลขานุการ |
- 9. คณะกรรมการฝ่ายบริการเทคโนโลยี แสง เสียง โสตทัศนูปกรณ์**
- | | |
|---|-----------|
| (1) ผู้อำนวยการกลุ่มงาน โครงสร้างพื้นฐาน | ประธาน |
| (2) ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร | รองประธาน |
| (3) ผู้อำนวยการศูนย์มีเดีย | รองประธาน |
| (4) เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทุกคน | กรรมการ |
| (5) เจ้าหน้าที่ศูนย์มีเดียทุกคน | กรรมการ |
| (6) ผู้ช่วยผู้อำนวยการศูนย์มีเดีย ด้านงานผลิต | เลขานุการ |
- 10. คณะกรรมการฝ่ายต้อนรับ ลงทะเบียน และประเมินผล**
- | | |
|---|---------------------|
| (1) ผู้อำนวยการสำนักวิชาศึกษาทั่วไป | ประธาน |
| (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิมฐา ชัยรัตนาวรรณ | รองประธาน |
| (3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานาจ วังจีน | กรรมการ |
| (4) นางวันเพ็ญ ลงยันต์ | กรรมการ |
| (5) นายบงกช ธนวงศ์วิสูตร | กรรมการ |
| (6) นางสาวอัมภ์ชญาน์ อนันตกาญจน์ | กรรมการ |
| (7) นางสาวภัทรภรณ์ ศรีบุญย์ | กรรมการและเลขานุการ |

11. คณะกรรมการฝ่ายพิธีการ

- | | |
|--|---------------------|
| (1) ผู้อำนวยการสำนักประกันคุณภาพ | ประธาน |
| (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โพนบูลย์ สุขวิจิตร บาร์ | กรรมการ |
| (3) นางสาวรัตติยา กิตติศรี | กรรมการและเลขานุการ |
| (4) นางสาวนลินี กาลสุวรรณ | ผู้ช่วยเลขานุการ |

12. คณะกรรมการฝ่ายการเงินและบัญชี

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| (1) ผู้อำนวยการกลุ่มงานการคลัง | ประธาน |
| (2) นางชนมาศ อรุณฉาย | กรรมการ |
| (3) นางสาวศิริรัตน์ เขียวรัตน์ | กรรมการ |
| (4) นางสาวพลับพลา สุขวิเศษ | กรรมการและเลขานุการ |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564

ศาสตราจารย์ ดร. โกศุม จันทร์ศิริ
ศาสตราจารย์พิเศษ ดร. จำเนียร จวงตระกูล
ศาสตราจารย์ ดร. ศุภชัย ยาวะประภาณ
ศาสตราจารย์ พล.ต.ทพ. รังมิต บุญแค้น
รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวัลย์ ถือประเสริฐ
รองศาสตราจารย์ ดร. กันต์ฤทัย คลังพล
รองศาสตราจารย์ ดร. กานดา ว่องไวลิขิต
รองศาสตราจารย์ ดร. กิรติ ชยะกุลศิริ
รองศาสตราจารย์ ดร. จันทนา วิวัฒนกาญจนะ
รองศาสตราจารย์ ดร. จินตนา วิบูลย์ศิริกุล
รองศาสตราจารย์ ดร. ชนงกรณ์ กุณจาตบุตร
รองศาสตราจารย์ ดร. ชลธิศ คาราวงษ์
รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยวิชิต เขียรชนะ
รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม
รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม
รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ชัย วิวัฒนาช่าง
รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ รุจิระชรรอง
รองศาสตราจารย์ ดร. มัญญาศิริ สิริธนาวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ เขียรกุล
รองศาสตราจารย์ ดร. ปรียานุช อภิภูม ไชยาส
รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยากร หวังมหาพร
รองศาสตราจารย์ ดร. พูลพงษ์ สุขสว่าง
รองศาสตราจารย์ ดร. ภัทรวาดิ มากมี
รองศาสตราจารย์ ดร. เขาวนารถ พันธุ์เพ็ง
รองศาสตราจารย์ ดร. โยธิน แสงวงดี
รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนิกุล ภิญโญภาณุวัฒน์
รองศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ ภู่งามดี
รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมะประสิทธิ์
รองศาสตราจารย์ ดร. สุบิน ธุระรัช
รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ ฉิมะสังคนันท์
รองศาสตราจารย์ ดร. อัครมเดช วานิชชินชัย
รองศาสตราจารย์ ดร. อัครวิน แสงพิบูล

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Far East University, South Korea
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นักวิชาการอิสระ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยรังสิต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัย ศิลปากร
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยรังสิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยชินวัตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รองศาสตราจารย์ นฤมล ปิ่นโต
รองศาสตราจารย์ ปัทมา โกเมนทร์จรัส
รองศาสตราจารย์ พ.ศ.อ. ดร.มีชัย สีเจริญ
รองศาสตราจารย์ พ.ศ.อ.หญิง ดร.ทิฆัมพร เกษโกมล
รองศาสตราจารย์ รุ่งฤดี แผลงศร
รองศาสตราจารย์ สดาพร ซาดาคม
รองศาสตราจารย์ เอกธิดา เสริมทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ อยู่วัฒนะ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ ศรีวิสุทธิกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยารัตน์ วีระธนชัยกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ไปนะทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา ปาปีดดา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชโลธร ธรรมแท้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต มณีศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิตาภรณ์ สินจรูญศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณกุล ธรณีนิติญาณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิภา อิศวโกวิทวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐสพันธ์ เต่าพันธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ เสนามิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติต อินทมาโน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ สิทธิจิรพัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานันท์ กาญจนภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรวรรณ นันทแพทย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพจิตร ศาวัน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ สุขวิจิตร บาร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพวรรณ นังกลาภิวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวบุษ ภูลาดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐสภา แก่นแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนายุทธ์ แสนเงิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรษัญ คุรุจิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ไทωμα
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสวัตดี สุนิญาภรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร นาคทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร วชิรปัญญาพงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินธร สินจินดาวงศ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยรังสิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
นักวิชาการอิสระ
มหาวิทยาลัยนครพนม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒตรา ศรีญาณลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศย์พันธ์ สุนทรพิพิธ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ เมืองแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นฤมล จิตสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา สุขวงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิ่นฉวี ทักภวิมล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พ.ด.ท. ดร.ธวิษ สุคสาทร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรพรรณ สวัสดิสิงห์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รุ่งเอก วรรณพฤษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันวิสา ค่วนตระกูลศิลป์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภาวดี สมะมะณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อำนาจ วังจีน
ดร.กฤษณา เขียรวัฒนสุข
ดร.เกียรติศักดิ์ สกุลพันธ์
ดร.ฉัตรรัตน์ โหตระไวศยะ
ดร.จิตพงษ์ อัยสานนท์
ดร.เชษฐภักดิ์ ลีลาศรีศิริ
ดร.ณัฐภัทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ
ดร.ธนันท์ ธนาวิษณะภูมิ
ดร.นรินทร์ สมบัตินันท์ แบร์
ดร.ประกอบ ชาดิภักดิ์
ดร.รุ่งชีวา วงศ์ประษา
ดร.วรสรวง ดวงจินดา
ดร.วิชชุกร ทองหล่อ
ดร.วิษวะ อุณะวงษ์
ดร.ศิวะพร กุพันธ์
ดร.สมร สุทธิปิยภัทร
ดร.สุคนธ์ทิพย์ สุภาจันทร์
ดร.สุชาญวุฒิ กิ่งแก้ว
ดร.สุรีย์ฉาย พลวัน
นาวาอากาศเอก ดร.วุฒิกัทร จันทร์สาร
นาวาอากาศเอก วิพล สุขวิสัย
ว่าที่ร้อยตรี ดร.ธนาภณ ภูมาลา
อาจารย์จิรัชยา ประทีปโชติพร

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
วิทยาลัยเซนต์อัสสัมชัง
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
โรงเรียนเตรียมทหาร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม

กำหนดการประชุมวิชาการ
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564
เรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน”
วันพฤหัสบดีที่ 28 ตุลาคม 2564



- 08.30-09.00 น. ลงทะเบียนออนไลน์ (Google Form)
- 09.00-09.30 น. พิธีเปิด
กล่าวรายงาน โดย ประธานคณะกรรมการจัดงาน SPUCON2021
กล่าวเปิดการประชุม โดย ดร.รัชนิพร พุคยาภรณ์ พุกกะมาน อธิการบดี
(Zoom และถ่ายทอดสดผ่าน Facebook Live)
- 09.30-10.30 น. ปาฐกถาพิเศษ โดย ดร.ขวัญฤดี ไชดิชนะทวีวงศ์
ผู้อำนวยการ ศูนย์ยุทธศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
อดีตผู้อำนวยการ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
ในหัวข้อเรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมด้าน SDGs และ Circular Economy”
(Zoom ถ่ายทอดสดผ่าน Facebook Live)
- 10.30-10.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 10.45-12.00 น. การนำเสนอผลงานวิจัย (ห้องย่อย)
กลุ่มที่ 1 International Papers
กลุ่มที่ 2 ผลงานวิชาการสาขามนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์
กลุ่มที่ 3 ผลงานวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
(นำเสนอออนไลน์ผ่าน โปรแกรม Zoom)
- 12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00-16.30 น. การนำเสนอผลงานวิจัย (ห้องย่อย)
กลุ่มที่ 1 International Papers
กลุ่มที่ 2 ผลงานวิชาการสาขามนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์
กลุ่มที่ 3 ผลงานวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
(นำเสนอออนไลน์ผ่าน โปรแกรม Zoom)

Conference Schedule

The 16th National and International Sripatum University Online Conference (SPUCON2021)

Research and Innovations to Sustainable Development

On Thursday 28th October 2021



08.30 am-09.00 am	Online Registration (Google Form)
09.00 am-09.30 am	Opening Ceremony: Introductory Report by Assoc. Prof. Kalayaporn Parmmarerng Vice President and Chairman of Organizing Committee Welcome remarks by Dr. Rutchaneeporn Pookayaporn Phukkamarn President of Sripatum University, Thailand (Zoom & Facebook Live)
09.30 am-10.30 am	Keynote Address: "Research & Innovations for SDGS and Circular Economy" By Dr. Kwanrudee Chotichanathaweewong Director of the Center for Environmental Strategies, NRCT Former Director of the Thai Environment Institute (Zoom & Facebook Live)
10.30 am-10.45 am	Coffee Break
10.45 am-12.00 pm	Online Paper Presentation Group 1: International Papers Group 2: Research and Innovations in Social Sciences and Humanities Group 3: Research and Innovations in Science and Technology (Zoom)
12.00 pm-01.00 pm	Lunch
01.00 pm-04.00 pm	Online Paper Presentation Group 1: International Papers Group 2: Research and Innovations in Social Sciences and Humanities Group 3: Research and Innovations in Science and Technology (Zoom)

สารบัญบทความ (ต่อ)

	หน้า
การใช้แนวการสอนภาษาที่เน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชลดา สุมา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.....	1996
การออกแบบเกมดิจิทัลตามแนวคิดผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางดิจิทัล อมรพงศ์ สุขเสน, นัทธีรัตน์ พิระพันธุ์, นฤมล ศิระวงษ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	2005
การใช้กิจกรรม เก ดับเบิ้ลยู แอล พลัส เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่าน การเขียนภาษาอังกฤษและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรกนก ภรจิตปัญญา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.....	2015
การพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยการใช้เกมออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหัวสะพานมิตรภาพที่ 217 เกศรินทร์ ดุทธิชัย, รลิดา ไสยรินทร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.....	2027
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ เรื่อง English in daily life สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดพุทธ ศศิวัฒน์ อยู่ขาว, รลิดา ไสยรินทร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.....	2036
ประสบการณ์การเป็นอาจารย์สอนภาษาอังกฤษ: ความสำเร็จ ปัญหา และแนวทางเสริม ถาวร ทิศทองคำ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	2046

สารบัญบทความ (ต่อ)

	หน้า
กลุ่มที่ 3 บทความระดับชาติ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	2055
กลุ่มย่อยที่ 1 วิศวกรรมศาสตร์ (1)	
การออกแบบถังพักไฮดรอลิกส์ ภายใต้ภาวะโหลดความร้อนด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล เกียรติศักดิ์ สกุลพันธ์, ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	2057
ค่าการบิดตัวของเหล็กเสริมอัดแรงแบบดึงเหล็กที่หลังของคานสะพานรูปตัวยู ไพบุลย์ ปัญญาละ ไป, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	2069
การศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศภายในปล่องลิฟต์โดยสารด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ธนพงศ์ คุ้มปรีชา, เกียรติศักดิ์ สกุลพันธ์, ธีรุตม์ ตูปฎิ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	2080
การเสริมกำลังอาคารโรงพยาบาลโดยการหุ้มเสาด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อด้านทานแผ่นดินไหว นฤมล บุญอินทร์, ไพบุลย์ ปัญญาละ ไป, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	2090
การเพิ่มประสิทธิภาพโรงเรือนขนาดเล็กระบบปิด ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่าน ไอโอที ทีปกร คุณภาพวิวัฒน์, วรพงษ์ พันธุ์คง, อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม จิราวุธ ยอดปัญญา, สุขใจ พรหมประสานสุข, มหาวิทยาลัยปทุมธานี.....	2101
การหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของกระบวนการยีสต์สายไฮดรเจนด้วยกาวในการผลิตคอมบายนอร์ของเครื่องตัดโลหะด้วยเลเซอร์ โดยวิธีการออกแบบการทดลอง เอกฉกษณ์ กนกวิบูลย์ศรี, ช่อแก้ว จตุรานนท์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.....	2112



กลุ่มที่ 3

บทความระดับชาติ

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(National Papers in
Science and Technology)





กลุ่มย่อยที่ 1

วิศวกรรมศาสตร์ (1)

การเพิ่มประสิทธิผลโรงเรือนขนาดเล็กระบบปิด ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและ
ความชื้นผ่านไอโอที

INCREASING PRODUCTIVITY OF SMALL GREENHOUSES IN A CLOSED
SYSTEM WITH TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL VIA IOT

ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์¹, วรพจน์ พันธุ์คง¹, อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ¹, จิรายุ ยอดปัญญา¹
และ สุขใจ พรหมประสานสุข^{2*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
2410/2 ถ.พหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักรกรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-1111 ต่อ 2272

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี
140 หมู่ 4 ถนนติวานนท์ ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

E-mail: p.sookjai@ptu.ac.th

บทคัดย่อ

การทำเกษตรสมัยใหม่เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม โดยอาศัยข้อมูล การปลูกพืชแบบเรื่อลใหม่ ทำให้ช่วยเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนจากการลงทุน โดยควบคุมการทำงานของ อุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับพืชใดๆ แบบอัตโนมัติ และส่งสัญญาณไปยังคลาวด์ เพื่อเก็บข้อมูลและ แสดงผล ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงมีความคิดในการพัฒนาระบบ ควบคุม โรงเรือนขนาดเล็ก เพื่อที่จะวัดอุณหภูมิและ ควบคุมความชื้น โครงสร้างทำมาจาก โดยใช้ผ้าคลุมพอลิโพรไพลีนในการคลุมพื้นที่ และใช้พลาสติกกรองดิน ทดสอบการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดทานตะวัน พบว่า เมื่อทำการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินร้อยละ 55 และความชื้นในโรงเรือนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 50 ถึง 80 จากนั้นทำการวัด ขนาดของต้นถั่วเขียว ในช่วงระยะเวลาทดสอบ 5 วัน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโรงเรือนอยู่ที่ 30.14 องศาเซลเซียส มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.46 ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 55.85 มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1.55 และค่าความชื้นในโรงเรือนขนาดเล็กอยู่ที่ร้อยละ 71.42 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างที่กำหนดไว้ เมื่อทำการวัด ขนาดของต้นถั่วเขียวด้วย โปรแกรม ImageJ พบว่า ต้นถั่วเขียวที่ปลูกภายใน โรงเรือนขนาดเล็กมีขนาด 220.80 มิลลิเมตร ในขณะที่ปลูกแบบธรรมชาติมีขนาด 70.67 มิลลิเมตร ค่าความแตกต่างร้อยละ 67.89 แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพ โรงเรือนขนาดเล็ก ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านในระบบปิดผ่าน ไอโอที ได้ผลผลิตที่ดีเมื่อมีการนำองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเข้ามาปรับใช้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: โรงเรือนขนาดเล็ก, การควบคุมแบบย้อนกลับ, ระบบแบบปิด, ไอโอที

ABSTRACT

Modern farming, farmers can make decisions quickly and appropriately, based on real-time cropping data. This helps to increase productivity and return on investment. It automatically controls the temperature and humidity to suit any plant and sends a signal to the cloud, to store data and display on monitor. Therefore, my team has an idea to develop the system for small house control to measure temperature and control humidity structure made of using a polypropylene cover the area and use a plastic backing. The growth test by bean when the temperature was set at 30 °C, the soil moisture content of 55% and the humidity in the small house ranged from 50 to 80%. During the test period of 5 days, the average house temperature was 30.14 °C with a deviation of 0.46 percent, the mean soil moisture content was 55.85%, a deviation of 1.55%, and a small house humidity was at 0.46 percent, 71.42 percent, which are in the stipulated period, when measuring the size of bean using Image-J, grown in small greenhouses had a size of 220.80 mm., while natural planting was 70.67 mm. The temperature and humidity control system through a closed system through IOT. So, results are obtained when engineering knowledge is applied appropriately.

Keywords: Small Greenhouse, Feedback Control, Close Loop System, Internet of Thing

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันงานทางด้านเกษตรกรรม คนทำงานเปลี่ยนมาใช้เป็นเครื่องจักรกล โดยเครื่องจักรจะมาแทนที่งานที่ต้องการใช้การตัดสินใจ ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความล้ำสมัย มีการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ได้อย่างชาญฉลาด โดยเกษตรกรรุ่นใหม่ ใช้ระบบการปลูกพืชแนวตั้งเพื่อเพิ่มผลผลิต ในฟาร์มเป็นระบบปิด ส่วนของสภาพแวดล้อมใช้เทคโนโลยีควบคุม เช่น ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ [1] ซึ่งมีการติดตามข้อมูลและกิจกรรมต่างๆ ผ่านเซ็นเซอร์ อีกทั้งยังนำอุปกรณ์เคลื่อนที่เข้ามามีส่วนในการเกษตรด้วยวิธีการบันทึกและเข้าถึงข้อมูล ซึ่งการนำระบบประมวลผลบนคลาวด์ ที่จะทำให้ตัวแปรเสริม ตัวแปร ในการเพาะปลูกปัจจัยการผลิตสภาพผลผลิต เชื่อมโยงกัน จากไร่มาไปสู่โรงงานแปรรูป [2] ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงมีความคิดในการพัฒนาสร้างระบบควบคุมโรงเรือนขนาดเล็ก เพื่อที่จะวัดอุณหภูมิและความชื้นด้วยระบบไอโอที โดยสามารถเก็บบันทึกผลบนคลาวด์ โดยข้อมูลที่ได้อาจจะแสดงแบบเรียลไทม์ สะดวกและง่ายต่อการควบคุม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเพิ่มประสิทธิภาพโรงเรือนขนาดเล็กระบบปิด ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านไอโอที

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

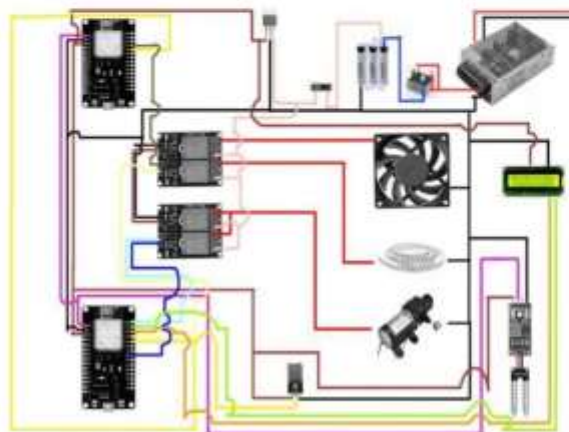
ระบบควบคุมของโรงเรือนขนาดเล็กขนาดเล็กประกอบไปด้วยระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ ใช้การควบคุมจากโมดูลพีเอชที 8266 ผ่านระบบไอโอทีที่สามารถควบคุมความชื้นในดิน อุณหภูมิ และ แสงไฟ ผ่านแอปพลิเคชันและสามารถดูผลแบบเรียลไทม์ผ่านอินเตอร์เน็ต และเก็บสามารถข้อมูลบนโครงข่ายไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยขั้นตอนการพัฒนาจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ภาคส่วนสำหรับส่ง

สัญญาณ และภาคส่วนสำหรับรับสัญญาณขึ้นคลาวด์เพื่อเก็บข้อมูล โดยระบบทำการผ่านทางอินเทอร์เน็ต ดังนี้

3.1 ภาคส่วนสำหรับส่งสัญญาณ

ภาคส่วนสำหรับส่งสัญญาณ ประกอบไปด้วย บอร์ดอาคุยโน้, โมดูล อีเอสพี 8266, ดีเอสซี 11, พัดลมระบายอากาศ, ปั้มน้ำ, หลอดไฟเพื่อทำความร้อน, หลอดแอลอีดีแสงสีม่วง และ โรงเรือนสำหรับการทำการทดสอบ ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร

3.2 แผนผังการทำงานของภาคส่วนสำหรับส่งสัญญาณ

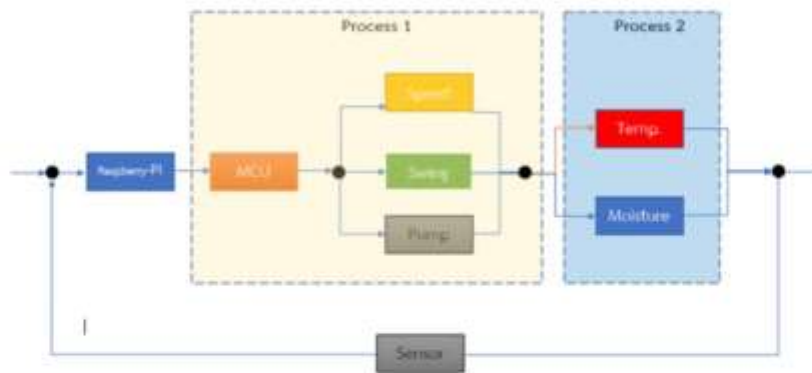


รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของระบบภาคส่วนส่งสัญญาณ สำหรับโรงเรือนขนาดเล็ก

จากรูปที่ 1 แสดงการทำงานของวงจร เริ่มจากไฟ 220 โวลต์ เข้าสู่ หม้อแปลงเพื่อแปลงไฟจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง ที่แรงดัน 12 โวลต์ ต่อเข้ากับไดโอดเพื่อบังคับไฟให้ไหลทางเดียวไม่ไหลย้อนกลับ จากนั้นต่อไปที่ แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เพื่อชาร์จพลังงานสำรองในระบบ และเอ็มซี 7805 จะปรับแรงดันไฟจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ จากนั้นนำไฟ 5 โวลต์ ไปใช้ในวงจรและระบบ โดยต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ

3.3 ระบบควบคุมแบบปิด

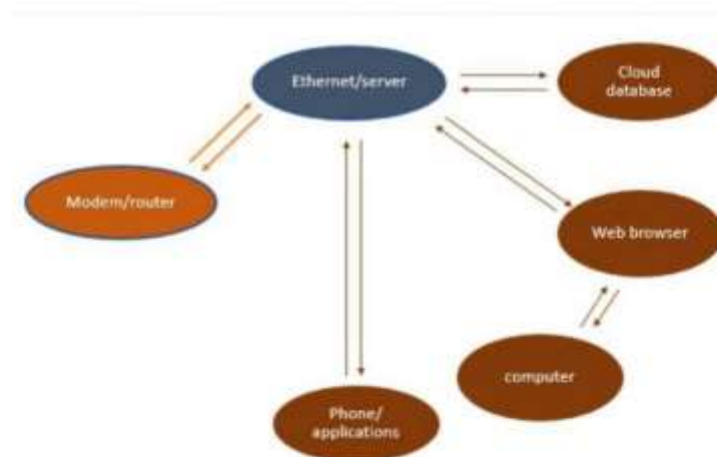
ในระบบควบคุมแบบปิดมีการตรวจค่าความผิดพลาดของระบบทำให้ได้ค่าฝั่งขาออกมีเสถียรภาพสูง ดังนั้น Controller (ตัวควบคุม) ทำหน้าที่รับสัญญาณจาก input และ output คำนวณหาค่าความผิดพลาด (Error) และทำการป้อนสัญญาณ control signal เพื่อให้ค่า output ใกล้เคียงกับค่าสัญญาณอ้างอิง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นตัวควบคุมให้ output เข้าใกล้ input มากที่สุด โดยป้อนสัญญาณผ่านตัวขับของระบบ (actuator) โดย Process (กระบวนการ) คือ ระบบหลักที่ต้องการควบคุมสถานะและองค์ประกอบให้เปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณอ้างอิงจากระบบควบคุม และ Sensor (เซ็นเซอร์) เป็นอุปกรณ์วัดสัญญาณป้อนกลับจาก output ของกระบวนการเพื่อส่งไปเปรียบเทียบกับสัญญาณ input ของระบบ ระบบควบคุมจะทำงานผิดพลาดหากเซ็นเซอร์ขาดความแม่นยำ



รูปที่ 2 แผนผังการควบคุมแบบย้อนกลับของอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปที่ 2 ระบบควบคุมแบบปิด คือระบบควบคุมที่มีการป้อนกลับสัญญาณขาออก จากการตรวจวัดของเซ็นเซอร์เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณทางขาเข้า (สัญญาณอ้างอิง) เพื่อการควบคุมสัญญาณขาออก เข้าใกล้ค่าสัญญาณอ้างอิง เป็นระบบควบคุมที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบควบคุมแบบเปิด

3.4 ภาคส่วนสำหรับรับสัญญาณขึ้นคลาวด์เพื่อเก็บข้อมูล



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของภาคส่วนสำหรับรับสัญญาณ

จากรูปที่ 3 แสดงผังการทำงานของภาคส่วนสำหรับรับสัญญาณขึ้นคลาวด์เพื่อเก็บข้อมูล โดยหน่วยประมวลผลกลางจะส่งข้อมูลผ่านรีเลย์เพื่อควบคุมการเปิดและปิดไฟ จากนั้นส่งข้อมูลไปยังเซ็นเซอร์ควบคุมเพื่อรับค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่อคำนวณประมาณผลในระบบอัตโนมัติและส่งไปยังคลาวด์ เพื่อบันทึกผล

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิ

- 4.1.1 ติดตั้งหลอดไฟเซรามิกส์ขนาด 60 วัตต์ในการทำความร้อนภายในห้องทดสอบ
- 4.1.2 กำหนดค่าอุณหภูมิทดสอบ 3 ค่า คือ 30, 32 และ 35 องศาเซลเซียส
- 4.1.3 ทำการทดสอบโดยเปิดไฟเพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนทดสอบ ไปตามค่าที่กำหนดไว้
- 4.1.4 บันทึกผลผ่านซีเรียสมอนิเตอร์ และข้อมูลบนคลาวด์

4.2 การสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นในบรรยากาศ

- 4.2.1 ติดตั้งอุปกรณ์ฟั่นละอองน้ำ เพื่อให้ความชื้นภายในห้องทดสอบ
- 4.2.2 กำหนดค่าความชื้น 3 ค่า คือ ร้อยละ 60, 65 และ 70 ตามลำดับ
- 4.2.3 ทำการเปิดระบบทำความชื้น
- 4.2.4 บันทึกผลผ่านซีเรียสมอนิเตอร์ และข้อมูลบนคลาวด์

4.3 การสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นในดิน

- 4.3.1 ติดตั้งอุปกรณ์น้ำหยด เพื่อให้ความชื้นในดิน
- 4.3.2 กำหนดค่าความชื้น 3 ค่า คือ ร้อยละ 50, 55 และ 60 ตามลำดับ
- 4.3.3 ทำการเปิดระบบทดสอบ
- 4.3.4 บันทึกผลผ่านซีเรียสมอนิเตอร์ และข้อมูลบนคลาวด์

4.4 การทดสอบปลูกถั่วเขียวตัวอย่าง ด้วยวิธีแบบไม่ควบคุม และแบบทำการควบคุมแบบปิด

- 4.4.1 ทำการปลูกถั่วเขียวจำนวน 100 เมล็ด
- 4.4.2 เปิดระบบทำการทดสอบเป็นเวลา 5 วัน
- 4.4.3 ตุ่มตัวอย่างนับจำนวน
- 4.4.4 ทำการวัดขนาดด้วยโปรแกรม ImageJ เวอร์ชัน 1.53f

5. ผลการทดลองและวิจารณ์

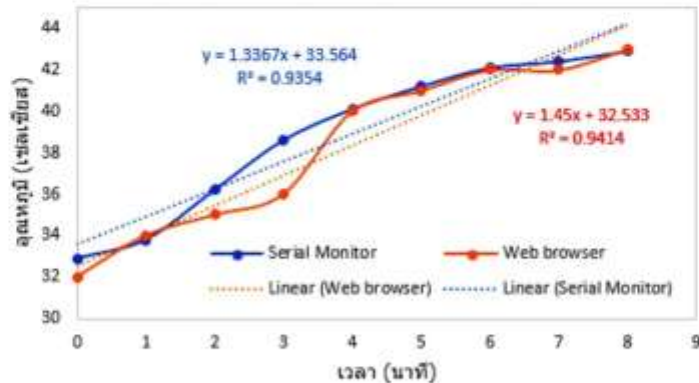
ผลการทดสอบที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งจากการแสดงผลทางซีเรียสมอนิเตอร์และผลที่แสดงขึ้นเว็บไซต์แบบเสมือนจริง

5.1 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้ตามช่วงเวลา 0 ถึง 8 นาที ผ่านระบบซีเรียสมอนิเตอร์และเว็บไซต์

เวลา (นาที)	ผลจากซีเรียสมอนิเตอร์	ผลจากเว็บไซต์
0	32.9	32
1	33.8	34
2	36.2	35
3	38.6	36
4	40.1	40
5	41.2	41
6	42.1	42
7	42.4	42
8	42.9	43

จากตารางที่ 1 แสดงผลการสอบเทียบอุณหภูมิผ่านทางซีเรียสมอนิเตอร์ และเวปไซด์ พบว่า เมื่อทำการเปิดหลอดไฟแล้ว อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยอุณหภูมิเริ่มต้นจะอยู่ที่ 32 องศาเซลเซียส เมื่อทำการเปิดไฟจนถึง 8 นาทีแล้วอุณหภูมิจะขึ้นถึง 43 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลบนเวปไซด์ และอุณหภูมิเริ่มต้น 32.9 องศาเซลเซียส เมื่อทำการเปิดไฟจนถึง 8 นาทีแล้วอุณหภูมิจะขึ้นถึง 42.9 องศาเซลเซียส เมื่อทำการจดบันทึกผ่านทางซีเรียสมอนิเตอร์



รูปที่ 4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างผลจากซีเรียสมอนิเตอร์และผลที่แสดงบนเวปไซด์

จากรูปที่ 4 แสดงกราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างซีเรียสมอนิเตอร์และเวปไซด์ พบว่า ทั้งสองมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและมีความน่าเชื่อถือกว่าร้อยละ 90

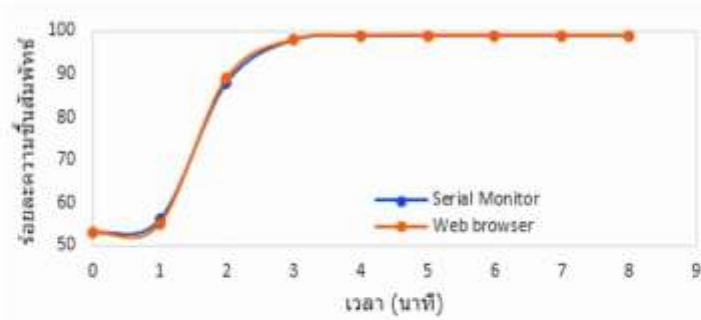
5.2 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความชื้นในบรรยากาศ

ผลการสอบเทียบการตรวจวัดค่าความชื้นในบรรยากาศ โดยใช้เซนเซอร์ที่ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นติดตั้งไว้ภายนอก เพื่อเก็บข้อมูลเทียบผลภายในห้องทดสอบ

ตารางที่ 2 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความชื้นในบรรยากาศ

เวลา (นาที)	ผลจากซีเรียสมอนิเตอร์	ผลจากเวปไซด์
0	53	53
1	56	55
2	88	89
3	98	98
4	99	99
5	99	99
6	99	99
7	99	99
8	99	99

จากตารางที่ 2 สำหรับการบันทึกผลผ่านเวปไซด์ พบว่าเมื่อทำการพันหมอกแล้ว ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นเริ่มต้นจะอยู่ที่ร้อยละ 53 เมื่อทำการพันหมอกจนถึง 8 นาทีแล้วค่าความชื้นจะขึ้นถึงร้อยละ 99 และสำหรับการบันทึกผลผ่านทางซีเรียสมอนิเตอร์ ค่าความชื้นเริ่มต้นจะอยู่ที่ร้อยละ 53 เมื่อทำการพันหมอกจนถึง 8 นาทีแล้วค่าความชื้นจะขึ้นถึงร้อยละ 99



รูปที่ 5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความขึ้นบรรยากาศระหว่างซีเรียลมอนิเตอร์และเว็บไซต์

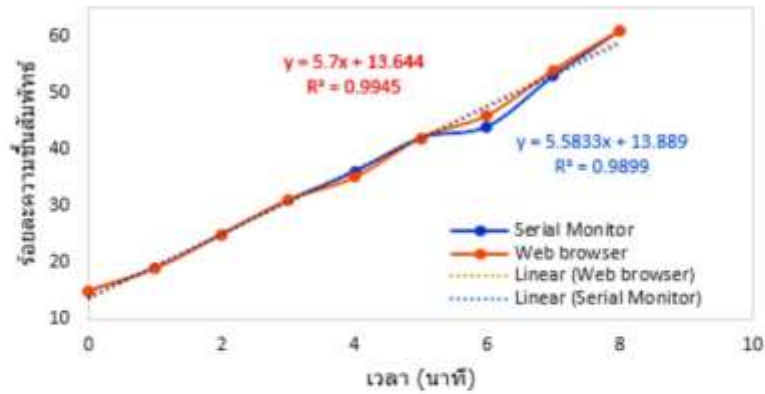
จากรูปที่ 5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความขึ้นบรรยากาศระหว่างซีเรียลมอนิเตอร์และเว็บไซต์พบว่า ค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

5.3 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความชื้นในดิน

ตารางที่ 3 ผลการสอบเทียบการตรวจวัดความชื้นในดิน

เวลา (นาที)	ผลจากซีเรียลมอนิเตอร์	ผลจากเว็บไซต์
0	15	15
1	19	19
2	25	25
3	31	31
4	36	35
5	42	42
6	44	46
7	53	54
8	61	61

จากตารางที่ 3 สำหรับการแสดงผลผ่านเว็บไซต์แสดงค่าความชื้นในดิน พบว่าเมื่อทำการให้น้ำแล้ว ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นเริ่มต้นจะอยู่ที่ร้อยละ 15 เมื่อทำการให้น้ำจนถึง 8 นาทีแล้ว ค่าความชื้นจะขึ้นถึงร้อยละ 61 และสำหรับค่าทางซีเรียลมอนิเตอร์ ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นเริ่มต้นจะอยู่ที่ร้อยละ 15 เมื่อทำการให้น้ำจนถึง 8 นาทีแล้วค่าความชื้นจะขึ้นถึงร้อยละ 61



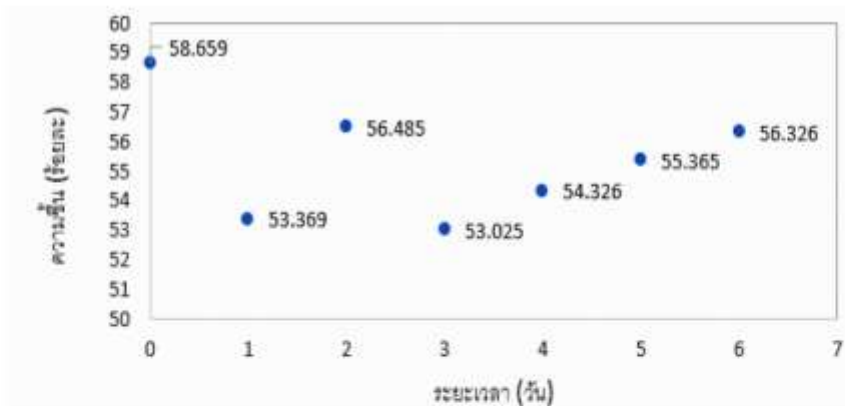
รูปที่ 6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความขึ้นในคืนระหว่างซีเรียสมอนิเตอร์และเว็บไซต์

จากรูปที่ 6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความขึ้นในคืนระหว่างซีเรียสมอนิเตอร์และเว็บไซต์พบว่า ค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถือกว่าร้อยละ 98

5.4 ผลการทดสอบวัดค่าความขึ้นในคืนระยะเวลา 7 วันทดสอบ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการตรวจวัดความขึ้นในคืน

ทดสอบระบบควบคุมความขึ้นในคืน (ตั้งค่าที่ร้อยละ 55)							ค่าความผิดพลาด
วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	เฉลี่ย(ร้อยละ)
58.659	53.369	56.485	53.025	54.326	55.365	56.326	0.54%



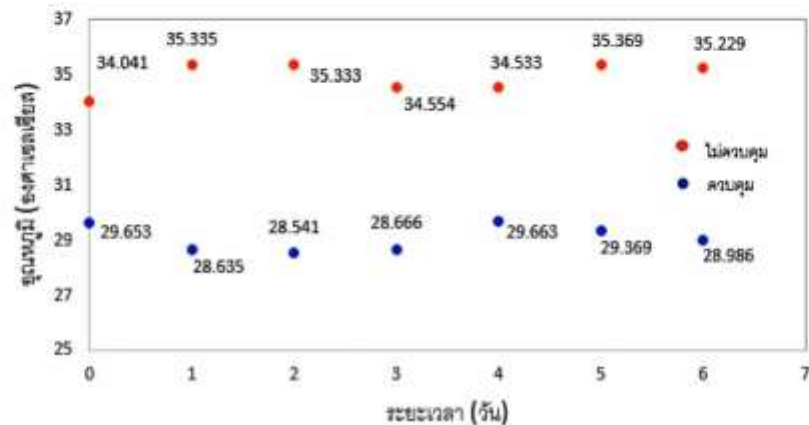
รูปที่ 7 ผลการทดสอบความขึ้นในคืนตลอดช่วงระยะเวลา 7 วันทดสอบ

จากรูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบความขึ้นในคืนตลอดช่วงระยะเวลาทดสอบ พบว่า ทำการตั้งค่าความขึ้นในคืนร้อยละ 55 ตลอดระยะเวลา 7 วัน มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 0.54

5.5 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิทั้งภายในห้องทดสอบและภายนอกระยะเวลา 7 วันทดสอบ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิทั้งภายในห้องทดสอบและภายนอก

ทดสอบระบบควบคุมความอุณหภูมิ (ตั้งค่าที่ 30 องศาเซลเซียส)							ค่าความผิดพลาด
วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	เฉลี่ย (ร้อยละ)
29.653	28.635	28.541	28.666	29.663	29.369	28.986	3.08
34.041	35.335	35.333	34.554	34.533	35.369	35.229	16.4



รูปที่ 8 ผลการทดสอบความอุณหภูมิภายนอก(จุดสีส้ม) และอุณหภูมิภายใน(จุดสีฟ้า) ตลอดช่วงระยะเวลา 7 วัน

จากรูปที่ 8 แสดงผลการทดสอบความขึ้นในดินตลอดช่วงระยะเวลาทดสอบ พบว่า เมื่อทำการตั้งค่าความอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 7 วัน อุณหภูมิภายในที่ทำการควบคุม มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 3.08 ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกที่ไม่ได้ทำการควบคุม มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 16.4 เมื่อเทียบกับค่าที่ได้ทำการกำหนดไว้

5.6 ผลการทดสอบปลูกพืชตัวอย่าง ด้วยวิธีแบบไม่ควบคุม เปรียบเทียบแบบทำการควบคุมแบบปิด



รูปที่ 9 (ภาพซ้าย) แสดงผลการปลูกต้นถั่วเขียวในระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (กรอบสีเหลือง-บน) และปลูกแบบไม่ควบคุมควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (กรอบสีแดง-ล่าง) และ (ภาพขวา) ผลการวัดต้นถั่วเขียวที่ปลูกในระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ซ้าย) และปลูกแบบไม่ควบคุมควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ขวา) ด้วยโปรแกรม Image-J เวอร์ชัน 1.53f

จากรูปที่ 9 (ภาพถ่าย) แสดงผลการทดสอบการปลูกถั่วเขียว 100 เมล็ด พบว่า การปลูกภายนอกโรงเรือนที่ไม่มีภาชนะคลุมโอกาสในการเติบโตเพียงร้อยละ 30 และการปลูกภายในโรงเรือนที่มีการคลุมอุณหภูมิจึงมีความชื้นมีโอกาสดิบโตกว่าร้อยละ 90 และ (ภาพถ่าย) แสดงผลการวัดต้นถั่วเขียวที่ปลูกในระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (หมายเลข 1) และปลูกแบบไม่ควบคุมควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (หมายเลข 2) ด้วยโปรแกรม Image-J เวอร์ชัน 1.53f พบว่า จากภาพหมายเลข 1 ปลูกในระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีขนาดความยาวต้น 220.08 มิลลิเมตร ในขณะที่ ปลูกแบบไม่ควบคุมควบคุมอุณหภูมิและความชื้น หมายเลข 2 พบว่า มีขนาดความยาวต้น 70.67 มิลลิเมตร

ดังนั้นที่ได้แสดงในข้างต้นเมื่อปลูกในระบบที่มีการควบคุมในระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นส่งผลให้ผลผลิตมีโอกาสดิบโตกว่าร้อยละ 66.67 และมีขนาดลำต้นของถั่วเขียว มีอัตราการเจริญเติบโตกว่าร้อยละ 67.89

6. สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลของข้อมูลเชิงตัวเลข ด้วยวิธีการเปรียบเทียบและเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเว็บไซต์และผ่านซีเรียลนอมิเตอร์พบว่ามีความน่าเชื่อถือร้อยละ 90 และการทดสอบการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดทานตะวัน พบว่า เมื่อทำการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินร้อยละ 55 และความชื้นในโรงเรือนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 50 ถึง 80 จากนั้นทำการวัดขนาดของต้นถั่วเขียว ในช่วงระยะเวลาทดสอบ 5 วัน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดเล็กอยู่ที่ 30.14 องศาเซลเซียส มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.46 ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 55.85 มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1.55 และค่าความชื้นในโรงเรือนขนาดเล็กอยู่ที่ร้อยละ 71.42 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างที่ทำการกำหนดไว้ เมื่อทำการวัดขนาดของต้นถั่วเขียวด้วยโปรแกรม ImageJ เวอร์ชัน 1.53 พบว่า ต้นถั่วเขียวที่ปลูกภายในโรงเรือนขนาดเล็กมีขนาด 220.08 มิลลิเมตร ในขณะที่ปลูกแบบแบบธรรมชาติมีขนาด 70.67 มิลลิเมตร ค่าความแตกต่างร้อยละ 67.89

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ได้ให้การสนับสนุนจนสำเร็จลุล่วง

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มนต์ชัย แซ่ว่อง. (2557). *Young Smart Farmer* ค้นแบบความสำเร็จของเกษตรกรรุ่นใหม่. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [2] ปาริฉัตร รุ่งเรืองฉัฐกุล, บัญชา สมบูรณ์สุข, อรุณ นิสสภากา, และ ปองเพชร ธาราสุข. (2562). *ปัจจัยงูใจที่มีผลต่อการเข้าสู่การเป็นเกษตรกรอัจฉริยะของเกษตรกรชาวสวน ยางพารา อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา*. ภาควิชาพัฒนาการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา, 6 มิถุนายน 2562
- [3] สิตาวีร์ ชีวีรุฬห์. (2559). *สมาร์ตฟาร์ม Smart Farm* การทำเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาระบบสารสนเทศ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

- [4] ฌัฏฐกิตติ์ ปัทมะ. (2563). *การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย*. สำนักวิชาการ สำนักงาน
เลขาธิการวุฒิสภา, ปีที่ 10 ฉบับที่ 9 พฤษภาคม 2563.
- [5] พิสิฐ ไชย สุวรรณเรือง. (2562). *SPsmartplant*. <https://www.spsmartplants.com/>. เข้าสืบค้นเมื่อวันที่
13 เมษายน 2564